PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน

ระดับชาติ ครั้งที่ 25

The 25th National Conference on
K-12 Science and Mathematics Education

สะเต็มศึกษาสีเขียวเพื่อโลกที่ยั่งยืน ผ่านการบูรณาการและนวัตกรรม

Green STEM Education for Global Sustainability: Integration and Innovation



24–26 กรกฎาคม 2569

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

SCIENCE FOR SUSTAINABLE FUTURE

The 25th National Conference on K-12 Science and Mathematics Education

PROCEEDINGS

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน
ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

สะเต็มศึกษาสีเขียวเพื่อโลกที่ยั่งยืน ผ่านการบูรณาการและนวัตกรรม
(Green STEM Education for Global Sustainability:
Integration and Innovation)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

สารจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ในครั้งที่ 25 (วทร. 25) ภายใต้แนวคิด "Green STEM Education for Global Sustainability" ที่จัดในระหว่างวันที่ 24 – 26 กรกฎาคม 2569 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา นับเป็นเกียรติและความภาคภูมิใจอย่างยิ่งของมหาวิทยาลัย ที่ได้รับความไว้วางใจจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.) ให้ร่วมเป็นผู้ดำเนินงานและเป็นสถานที่จัดการประชุมในวาระสำคัญนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ซึ่งมีรากฐานมาจากการผลิตและพัฒนาครูมาอย่างยาวนาน การได้เข้าร่วมเป็นคณะกรรมการขับเคลื่อนการจัดงานร่วมกับทั้งสองหน่วยงาน จึงเป็นทั้งภารกิจและโอกาสอันดีที่มหาวิทยาลัยจะได้ทำหน้าที่เป็นพื้นที่กลางทางวิชาการ เชื่อมโยงองค์ความรู้จากระดับนโยบายสู่ห้องเรียน และเชื่อมโยงครู อาจารย์ นักวิชาการ และบุคลากรทางการศึกษาจากทั่วประเทศเข้าไว้ด้วยกัน

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ในครั้งที่ 25 (วทร. 25) ตลอดระยะเวลาทั้ง 3 วัน เวทีประชุมวิชาการแห่งนี้ได้เปิดพื้นที่ให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวาง ทั้งการบรรยายพิเศษ การเสวนาวิชาการ การอบรมเชิงปฏิบัติการ คลินิกวิชาการ การนำเสนอผลงานวิจัยและนวัตกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงในยุคใหม่ ตลอดจนนิทรรศการที่สะท้อนพัฒนาการของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในยุคที่ปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีบทบาทสำคัญ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นรากฐานของการพัฒนากำลังคนที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจและนวัตกรรมของประเทศ ควบคู่ไปกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ในนามของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ขอขอบคุณกระทรวงศึกษาธิการ สสวท. สวคท. จังหวัดฉะเชิงเทรา หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนผู้ให้การสนับสนุน คณะกรรมการดำเนินงานทุกฝ่าย ตลอดจนคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาของมหาวิทยาลัย ที่ได้ร่วมแรงร่วมใจกันจนการจัดงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่านที่ได้นำองค์ความรู้และประสบการณ์อันมีค่ามาแบ่งปันแก่กัน

ขอให้ความรู้ ความคิด และเครือข่ายความร่วมมือที่เกิดขึ้นจากเวที วทร. 25 ครั้งนี้ เป็นพลังสำคัญในการยกระดับการจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยให้เจริญก้าวหน้าสืบไป

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร ภู่ผะกา)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

สารจากผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีความยินดีและเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25) ได้เวียนมาบรรจบ อีกครั้ง โดยได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ (มรร.) และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.) ภายใต้แนวคิด “สะเต็มศึกษาสีเขียวเพื่อโลกที่ยั่งยืน ผ่านการบูรณาการ และนวัตกรรม” (Green STEM Education for Global Sustainability: Integration and Innovation) ซึ่ง ถือเป็นเวทีสำคัญยิ่งในการขับเคลื่อนคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษาไทย

ในยุคทศวรรษปัจจุบันที่โลกเผชิญกับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยี การบูรณาการองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีควบคู่กับการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ถือเป็นภารกิจหลักที่ สสวท. มุ่งมั่นพัฒนาเพื่อใช้เป็นเข็มทิศนำทาง สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา ครู และบุคลากรทางการศึกษา ในการหล่อหลอมและบ่มเพาะเยาวชนไทยให้ เติบโตเป็นพลเมืองที่มีความรู้ สมรรถนะสูง ควบคู่กับความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การสร้างความยั่งยืนให้แก่สังคมโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคต

เอกสารรายงานสืบเนื่องจากการประชุม (Proceeding) ฉบับนี้ ได้รวบรวมองค์ความรู้ บทความวิจัย และนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนอันทรงคุณค่า ซึ่งสะท้อนถึงความมุ่งมั่นทุ่มเทและศักยภาพอันเปี่ยมล้น ของครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาจากทั่วประเทศ สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิชาการเหล่านี้จะ เป็นประโยชน์ในการต่อยอดพัฒนานวัตกรรม ยกระดับคุณภาพห้องเรียนแห่งอนาคต และสร้างเครือข่ายชุมชน การเรียนรู้ทางวิชาชีพที่เข้มแข็งและยั่งยืน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิ ตลอดจนผู้เข้าร่วม ประชุมทุกท่าน ที่ได้ร่วมแรงร่วมใจขับเคลื่อนภารกิจอันสำคัญยิ่งต่อการศึกษาไทยในครั้งนี้ให้บรรลุผลสำเร็จเป็น อย่างดี

(รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สารจากนายกสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.) มีความยินดีและเป็น เกียรติอย่างยิ่ง ที่ได้ร่วมเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25) ภายใต้ความร่วมมืออันเข้มแข็งกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ในแนวคิด “สะเต็มศึกษาสีเขียวเพื่อโลกที่ยั่งยืน ผ่านการบูรณาการและนวัตกรรม" (Green STEM Education for Global Sustainability: Integration and Innovation) ในครั้งนี้

สวคท. ตระหนักดีว่าครูและบุคลากรทางการศึกษาคือฟันเฟืองชิ้นสำคัญที่สุดในการบ่มเพาะเยาวชน ดังนั้น สวคท. จึงมุ่งมั่นสร้างความเข้มแข็งให้แก่เครือข่ายวิชาชีพครูมาอย่างต่อเนื่อง ด้วยความเชื่อมั่นว่าหัวใจ สำคัญของการพัฒนาการศึกษา คือ การรู้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ในยุคที่ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีบทบาทอย่างพลิกผัน การผลักดันแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัด การเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน จึงเป็นภารกิจเร่งด่วนที่ครูผู้สอนทุกคนต้องร่วมกันขับเคลื่อน เพื่อเตรียมความพร้อม ให้เยาวชนไทยมีสมรรถนะที่พร้อมจะเติบโตและอยู่ร่วมกับเทคโนโลยีรวมถึงธรรมชาติได้อย่างสมดุลและยั่งยืน

เอกสารรายงานสืบเนื่องจากการประชุม (Proceeding) เล่มนี้ ถือเป็นคลังความรู้อันทรงคุณค่าที่ รวบรวมแนวคิด นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ และงานวิจัยเชิงพื้นที่จากผู้บริหารสถานศึกษา ครู ศึกษานิเทศก์ และบุคลากรทางการศึกษาทั่วประเทศ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับห้องเรียน พัฒนาผู้เรียน และ ส่งเสริมชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพให้เติบโตอย่างมั่นคง

สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ตลอดจนคณะกรรมการดำเนินงาน และเพื่อนครูผู้ร่วมนำเสนอผลงานทุกท่านที่ได้ร่วมแรงร่วมใจขับเคลื่อนงานวิชาการครั้งนี้จนประสบ ความสำเร็จเป็นอย่างดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าองค์ความรู้อันเกิดจากความทุ่มเทเหล่านี้ จะถูกส่งต่อเพื่อพัฒนา เยาวชนและ สร้างประโยชน์ให้แก่สังคมไทยสืบไป

(นายพรชัย อินทร์ฉาย)

นายกสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

สะเต็มศึกษาสีเขียวเพื่อโลกที่ยั่งยืน ผ่านการบูรณาการและนวัตกรรม

(Green STEM Education for Global Sustainability: Integration and Innovation)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จ.ฉะเชิงเทรา

หน่วยงานรวมจัดการประชุมวิชาการ

เจ้าภาพหลัก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เจ้าภาพร่วม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร ภู่ผะกา

บรรณาธิการ/กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ครรชิต มาระโภชน์	รองอธิการดีวางแผน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรากร ศรีสุข	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กรรมการและกองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ช่องศรี	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรรเพชญ บรรลือวงศ์	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารถนา มณีฉาย	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวจิริยา ตันเจริญ	กรรมการ
นางภรภัทร เปรมกมล	กรรมการ
นางสาวเสาวลักษณ์ อยู่สุข	กรรมการ
นางสาวชญาน์พัชร ศักดานุศาสน์	กรรมการ
นายวรพจน์ สัมปันณา	กรรมการ
นายคุณากร ศิริวัน	กรรมการ
นางสาวนุจรี ฮีมหมัด	กรรมการและเลขานุการ
นางสาวประภากรณ์ อเนกสุวรรณกุล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติฝ่ายต่างๆ

คำสั่งคณะกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ 18 /2568 เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร. 25)

คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ที่ 2316 /2568 เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร. 25)

คณะกรรมการพิจารณาบทความวิจัย (Peer Review) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นายกรวิชญ์ กุลพัฒน์
นายกฤชพล นิตินัยวินิจ
ดร.กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ
ดร.กวิน เชื่อมกลาง
ดร.ขจิต เมตตาเมธา
ดร.เขมวดี พงศานนท์
นายจตุพล งามแม้น
นายจอมพรรค นวลดี
ดร.จำเริญตา ปริญญาธารมาศ
นางสาวจินดาพร หมวกหมื่นไวย
นายจิรวัฒน์ ดำแก้ว
ดร.จีระพร สังขเวทัย
นายชาญณรงค์ พูลเพิ่ม
นางสาวณญาดา ณ นคร
นางสาวณัฏฐิกา งามกิจภิญโญ
ดร.ณัฐธิดา พรหมยอด
นางสาวดนิตา ชื่นอารมณ์
นางสาวธนพรรณ ชาลี
นายธนะรัชต์ คัณทักษ์
ดร.นันทยา อัครอารีย์
ดร.นันทวัน สมสุข
ดร.นันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม
ดร.นิทัศน์ ลิ้มผ่องใส
ดร.นิรมิษ เพียรประเสริฐ
ว่าที่ร้อยตรีภูริวัจน์ จิราตันติพัฒน์
ดร.ยศินทร์ กิติจันทโรภาส
ดร.รณชัย ปานะโปย
นางสาวรตพร หลิน
ดร.วัชระ เตียทะสินธ์
ดร.วันชัย น้อยวงค์
นางสาววิชุราตรี กลับแสง
นายวินัย เลิศเกษมสันต์
นางวิมลมาศ ถนอมเกียรติ
ดร.วิลานี สุชีวบริพนธ์
ดร.ศศิวรรณ เมลืองนนท์
ดร.ศานิกานต์ เสนีวงศ์
นางสาวศิริรัตน์ พริกสี
นายศุภณัฐ คุ้มโหมด
ดร.โศภิตา อุไพพานิช
ดร.สนธิ พลชัยยา
ดร.สมเกียรติ เพ็ญทอง
ดร.สมเกียรติ ยังจีน
นายสยามชัย สุกใส
นายสรจิตต์ อารีรัตน์
นางสาวสิริวรรณ จันทร์กูล
นางสุทธาทิพย์ หวังอำนวยพร
ดร.สุทธิดา เชื่อมกลาง
ดร.สุธารส นิลรอด

นางสาวบุญรวี กำธรเจริญ
นายบุญวิทย์ รัตนทิพยาภรณ์
ดร.เบญจมาศ เหล่าขวัญสถิตย์
ดร.ปรีดา พัชรมณีปกรณ์
ดร.ปัฐพงศ์ ไชยแสนวัง
ดร.ปุณิกา พระพุทธคุณ
ดร.พจนา ดอกตาลยงค์
นางสาวพรพิมล ตั้งชัยสิน
ดร.พิลาลักษณ์ ทองทิพย์
ว่าที่ร้อยเอก ดร.ภณัฐ ก้วยเจริญพานิชก์
ดร.ภัทรวดี หาดแก้ว
นางภิญญดา ดำด้วง
นางสาวสุธิดา การีมี
นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์
นายเสกสรร สรรสรพิสุทธิ์
ดร.เสาวลักษณ์ บัวอิน
ดร.เหมือนฝัน เยาว์วิวัฒน์
ดร.อภิสิทธิ์ ธงไชย
ดร.อรนิษฐ์ โชคชัย
ดร.อรสา ชูสกุล
ดร.อลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม
นางสาวอัมริสา จันทนะศิริ
นายอิทธิพงษ์ โลกุตรพล
นางสาวอุษณีย์ วงศ์อามาตย์

คณะกรรมการพิจารณาบทความวิจัย (Peer Review) และผู้ทรงคุณวุฒิวิพากษ์ผลงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร ดิศวนนท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ช่องศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา พลอยศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา ปัญญาพิสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรัณภพ เพียรจัด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์ รอดมั่นคง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภกานต์ หน่ายคอน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรากร ศรีสุข
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินี เอี่ยมสะอาด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสบพร จุลบุตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศธร ปาลี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ อ้นเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ทิพย์ โอฬารรัตน์มณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลินดา นาคโปย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ สินถาวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเรก เยาว์วงค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา กุลนภาดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารถนา มณีฉาย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิยารัตน์ กุมุทนาถ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรรเพชญ บรรลือวงศ์
อาจารย์ ดร.ธารทิพย์ ขุนทอง
อาจารย์ ดร.นิชานันท์ อุดมศักดิ์สกุล
อาจารย์ ดร.บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ
อาจารย์ ดร.ภาสกรณ์ ยอดสอน
อาจารย์ ดร.หนึ่งฤทัย เมฆวทัต

สารบัญ

	หน้า
สารจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์	ก
สารจากผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ข
สารจากนายกสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)	ค
สารบัญ	ฉ
บทคัดย่อการนำเสนอผลงาน	
1. กลุ่มการสอน การเรียนรู้ การประเมินผลในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (S)	
นำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation)	1-114
2. กลุ่มการสอน การเรียนรู้ การประเมินผลในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ (M)	
นำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation)	115-195
3. กลุ่มสะเต็มเพื่อโลกยั่งยืน (GS)	
นำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation)	196-217
4. กลุ่มความฉลาดรู้เรื่องเอไอ หุ่นยนต์ และวิทยาการข้อมูลในโรงเรียน (AI)	
นำเสนอด้วยวาจา (Oral Pesentation)	218-230
5. กลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรมในห้องเรียนแห่งอนาคต (TD)	
นำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation)	231-305
6. กลุ่มชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)	
นำเสนอด้วยวาจา (Oral Presentation)	306-362



สารบัญ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation)

รหัสผลงาน	ผลงาน	หน้า
กลุ่มการสอน การเรียนรู้ การประเมินผลในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (S)		
ORS0005	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์เรื่องธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย พรหม ผูกดวง	2
ORS0006	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดย มงคล ศรีสมบัติ ธันยธรณ์ หมั่นกู้ และวิชลัดดา อุ่นสะอาด	16
ORS0007	ผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย ปิยะดา พันธุ์สระน้อย และณัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน	23
ORS0014	การใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator ร่วมกับแบบฝึกหัดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย ถิรนัย ธนัครสมบัติ	35
ORS0016	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้ โดยโครงงานด้วยบริบททท้องถิ่นเป็นฐาน ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย สุนทร โชครื่นเริง	43
ORS0020	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสิ่งมีชีวิตรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน โดย อนุโณทัย บุญลูน	53
ORS0023	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน เรื่อง แสงและการมองเห็น โดยใช้ Video-Based Experiment ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย พิชิต สามารถ	68



สารบัญ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation)

รหัสผลงาน	ผลงาน	หน้า
ORS0026	การศึกษาผลเชิงประจักษ์ของการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบ Facilitator สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในโรงเรียนเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ : กรณีศึกษาผลการดำเนินกิจกรรมสะเต็มบีซีจี ในระดับประถมศึกษา โดย บรรจง เชื้อเมืองพาน เอมอร วันเอก ธันยบูรณ์ ถาวรวรรณ์ คชาภรณ์ อุดเลิศ กนกวรรณ มารักษ์ และปุญญิสา สัมพันธ์	81
ORS0033	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่อง กรด–เบส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย วันเพ็ญ ยิ้มประดิษฐ์	94
ORS0035	การพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย วิทชภณ พวงแก้ว	109
กลุ่มการสอน การเรียนรู้ การประเมินผลในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ (M)		
ORM0001	การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากปัญหาชีวิตจริงผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่” โดย ศรพิสิทธิ สุดคนึง	116
ORM0003	การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง การสื่อความหมาย และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์	126
ORM0004	การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่องเส้นขนานโดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายเพื่อลดภาระทางปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดย ธนัชกฤศ แก้วเต็ม	132
ORM0006	การพัฒนาความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์กับการเงิน โดย ภานุวัฒน์ เกียรตินฤมล	139
ORM0009	การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ด้วยกิจกรรม Matching สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย ศราวุธ พิมศร	150
ORM0010	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดย สุกฤษฎ์ ชุมภูจันทร์	165

สารบัญ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation)

รหัสผลงาน	ผลงาน	หน้า
ORM0011	การพัฒนานวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A โดยบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้และยกระดับคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย บัณฑิต ปาริฉัตรกานน และเยาวดี รูปพรม	178
กลุ่มสะเต็มเพื่อโลกยั่งยืน (GS)		
ORGS0005	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ LIFE-EcoSTEM : นวัตกรรมอาหารจากทรัพยากรท้องถิ่นสู่ความยั่งยืน โดย สุพรรณษา อินทพงค์	197
ORGS0009	การพัฒนาหลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน กรณีศึกษาโรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร โดย พิรุณ ศิริศักดิ์ น้ำค้าง นงค์เยาว์ สมฤทัย แปลงศรี และอัญธิกา พิทักษ์ศฤงคาร	211
กลุ่มความฉลาดรู้เรื่องเอไอ หุ่นยนต์ และวิทยาการข้อมูลในโรงเรียน (AI)		
ORAI0002	การพัฒนาสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาด้วย PBL–Storyline ร่วมกับ AI โดย สุดาวรรณ สุทธิอาจ	219
กลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรมในห้องเรียนแห่งอนาคต (TD)		
ORTD0001	การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วม (Collaborative Learning Platform) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า เพื่อยกระดับสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ	232
ORTD0003	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน (Interactive simulation) เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ร่วมกับการประเมิน เพื่อพัฒนาผู้เรียน โดย เจษฎา ฤทธิ์ศรีบุญ	244
ORTD0004	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในสามจังหวัดชายแดนใต้ ผ่านหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ โดย โรซวรรณา เซฟโฆลาม พรรณี แพงทิพย์ และฟูไดละห์ ดือมอง	255
ORTD0005	การพัฒนานวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS เรื่อง การแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสระแก้ว โดย สุนันทา สร้อยสวัสดิ์	261
ORTD0008	แพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es บูรณาการปัญญาประดิษฐ์และเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจในการเรียน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย อัศวิน จุลมูล	275
ORTD0010	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา เพื่อลดภาระทางปัญญาและทลายกำแพงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม โดย วิจิตตา อำไพจิตต์	292



สารบัญ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation)

รหัสผลงาน	ผลงาน	หน้า
กลุ่มชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)		
ORPLC0002	ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C เพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู โรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย ระดับประถมศึกษา โดย วรรณงาม คุณวศินสมบัติ	307
ORPLC0003	การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติดและยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง โดย ทัศนีย์ มณีวรรณ	319
ORPLC0005	การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว โดย ปัญจาภรณ์ โชติแก้ว	336
ORPLC0008	การศึกษาผลของการพัฒนาการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูผู้สอนสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร โดย อัจฉรา ไชยสี ขูรีรัง ณฤดี เนตรโสภา ปิยะนันท์ ปลื้มโชค ผกาพรรณ วะนานาม ชัยณรงค์ เพียรภายลุน กฤตภาส วงค์มา และวสันต์ ศรีหิรัญ	352

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

บทความ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา

(Oral Presentation)

กลุ่มการสอน การเรียนรู้ การประเมินผล ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ (S)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

พรหม ผูกดวง
โรงเรียนประสาทวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์
Email: prom.pookduang@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) เปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยประยุกต์ใช้รูปแบบ AADIE และเก็บข้อมูลแบบผสมวิธี ประชากร คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประสาทวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 210 คน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนประสาทวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 เรื่อง ได้แก่ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว และสึนามิ และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนได้แก่ 1) การกระตุ้นด้วยปรากฏการณ์ 2) การระบุประเด็นปัญหา 3) การค้นหาคำตอบ 4) การสร้างองค์ความรู้ 5) การสะท้อนคิด 6) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ7) การประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ นักเรียนมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ สามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ ธรณีพิบัติภัย ปรากฏการณ์เป็นฐาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. ที่มาและความสำคัญ

การจัดการเรียนรู้รายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย มีความสำคัญต่อการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาเทคโนโลยีและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคมได้อย่างเหมาะสม การเรียนรู้ในเนื้อหาดังกล่าวจึงมิได้มุ่งเพียงการรับรู้ข้อเท็จจริงหรือจดจำสาระสำคัญเท่านั้น หากแต่ควรมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ พิจารณาข้อมูลและหลักฐานอย่างรอบด้าน ตลอดจนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล อันเป็นลักษณะสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการจำเป็นตามบริบทของโรงเรียนประสาทวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุรินทร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ธรณีพิบัติภัยยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้โดยการ

บรรยายเป็นสำคัญ ส่งผลให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้น้อย และยังไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหากับสถานการณ์ใกล้ตัวหรือการดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน นักเรียนจำนวนมากมีมุมมองว่า เนื้อหาเรื่องธรณีพิบัติภัยเป็นเรื่องซับซ้อน ไกลตัว และยากต่อความเข้าใจ สภาพดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนขาดโอกาสในการฝึกตั้งคำถาม สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ประเด็นปัญหา และพิจารณาทางเลือกอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในเนื้อหานี้จึงควรมุ่งพัฒนานักเรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รู้จักสกัดและคัดกรองสารสนเทศที่จำเป็น วิเคราะห์แนวโน้มของสถานการณ์ และประเมินความเป็นไปได้ของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต (ณิรดา เวชญาลักษณ์, 2561)

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้” เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากมีลักษณะเป็นสื่อและกระบวนการที่ออกแบบอย่างเป็นระบบ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฝึกตัดสินใจและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ยังช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมได้อย่างมีทิศทาง สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และเอื้อต่อการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (ดิเรก พูนศรีไทย, 2561)

ในขณะเดียวกัน แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม หรือ “การเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์” เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เนื่องจากเป็นการนำปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงมาใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และบริบททางสังคมอย่างเป็นรูปธรรม นักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามจากประเด็นที่สนใจ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย วิเคราะห์และอภิปรายประเด็นปัญหา รวมทั้งสร้างข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักฐานได้ด้วยตนเอง กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และตอบสนองต่อเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปรากฏการณ์เป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องธรณีพิบัติภัยในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยบูรณาการแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยตรงช่องว่างของวรรณกรรมและงานวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาและบริบทของนักเรียน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นฐาน เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์



3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประสาทวิทยาคาร อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 การศึกษา 2568 จำนวน 210 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนประสาทวิทยาคาร อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ออกแบบไว้อย่างเป็นระบบ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ชี้แนะ และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดค้น และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งด้านความสามารถ ความถนัด และความสนใจของนักเรียน (ฝนสั่งฟ้า พาเขียว, 2561)

ในเชิงการจัดการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้การเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนชัดเจน นักเรียนสามารถเรียนรู้จากกิจกรรม สื่อ และภาระงานที่ครูออกแบบไว้ได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง โดยเฉพาะการใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (วาสนา ปิ่นทอง, 2563) ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเปลี่ยนบทบาทจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง

สำหรับการเรียนรู้เรื่องธรณีพิบัติภัย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม เนื่องจากเนื้อหามีลักษณะเป็นปรากฏการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์จริง ต้องอาศัยการสังเกต การวิเคราะห์ข้อมูล และการเชื่อมโยงความรู้กับผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การจัดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมจึงเอื้อต่อการให้นักเรียนได้ลงมือศึกษา สำรวจ และอภิปรายร่วมกัน อันจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดียิ่งขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning: PhBL) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตจริงเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ โดยมุ่งให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงผ่านการสืบค้นข้อมูล การตั้งคำถาม การอภิปราย และการสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง แนวคิดดังกล่าวมีลักษณะ

เป็นการเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลายมิติในการอธิบายปรากฏการณ์เดียวกันได้อย่างมีความหมาย (ทรงชัย อักษรคิด, 2564)

สาระสำคัญของการเรียนรู้บนฐานปรากฏการณ์อยู่ที่การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้แสวงหาความรู้จากสถานการณ์จริง โดยผู้สอนต้องคัดเลือกปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัว น่าสนใจ และท้าทายความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วม เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษา สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง (อรพรรณ บุตรกตัญญู, 2561)

แนวคิดดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เรื่องธรณีพิบัติภัย เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงในโลก นักเรียนสามารถศึกษาปรากฏการณ์จากข่าวสาร เหตุการณ์จริง ภาพถ่าย แผนที่ หรือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการรับมือได้ กระบวนการนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ ใช้เหตุผลบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักฐาน และพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology and Society: STS) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเทคโนโลยี และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านการตั้งคำถาม การแสวงหาความรู้ การอภิปราย และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558)

แนวคิด STS มีจุดมุ่งหมายสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้เป็นพลเมืองที่รู้วิทยาศาสตร์ สามารถใช้ความรู้พิจารณาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างรอบด้าน ไม่จำกัดเฉพาะความเข้าใจเชิงเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการใช้เหตุผลการประเมินข้อมูล การมองเห็นผลกระทบของเทคโนโลยี และการตัดสินใจที่รับผิดชอบต่อสังคม กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้จึงมีศักยภาพในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอย่างชัดเจน

เมื่อประยุกต์ใช้กับเนื้อหาธรณีพิบัติภัย แนวคิด STS ช่วยให้นักเรียนไม่เพียงแต่เข้าใจลักษณะและสาเหตุของภัยพิบัติทางธรณีเท่านั้น แต่ยังสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิต เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนพิจารณาบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และลดความสูญเสียจากภัยพิบัติได้อีกด้วย

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้ได้ความคิดที่รอบคอบสมเหตุสมผล ผ่านการพิจารณาอย่างรอบด้าน กว้างขวาง ลึกซึ้ง และผ่านการพิจารณากลั่นกรอง ไตร่ตรองคุณค่าที่แท้จริงของสิ่งนั้นมาแล้ว ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ใช้ความสามารถทางสมองในการประมวลข้อมูลความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เป็นไปตามความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกัน

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครูผู้สอนสามารถเลือกกระบวนการคิดที่มีขั้นตอนต่าง ๆ ตามที่เหมาะสมกับเรื่องที่จะสอนหรือให้เข้ากับสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจกับปัญหา/ประเด็นสำคัญ/สถานการณ์ที่พบ 2) การรวบรวมข้อมูลเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา และ 3) การวิเคราะห์

ข้อมูลพิจารณาข้อมูลเพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ ประเมินทางเลือกหลาย ๆ ทาง (เจริญพงษ์ ชมภูนุช, 2563)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถของนักเรียนในการพิจารณา วิเคราะห์ และประเมินข้อมูลหรือสถานการณ์เรื่องธรณีพิบัติภัยอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูล หลักฐาน และเกณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปหรือการตัดสินใจอย่างรอบคอบ ซึ่งวัดได้จากคะแนนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องธรณีพิบัติภัย ซึ่งจากการสังเคราะห์องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย 5 องค์ประกอบคือ 1) การนิยามปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การสังเคราะห์ 4) การสรุปอ้างอิง และ 5) การตัดสินใจ

การสังเคราะห์วรรณกรรมสู่การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบประสบการณ์เรียนรู้อย่างเป็นระบบ ขณะที่การเรียนรู้บนฐานปรากฏการณ์ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสถานการณ์จริง และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมช่วยขยายมุมมองของนักเรียนให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และผลกระทบทางสังคมอย่างรอบด้าน ดังนั้น การบูรณาการแนวคิดทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกันในรูปของ “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์” จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องธรณีพิบัติภัย เนื่องจากช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์จริง ตั้งคำถามจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสังคม สืบค้นและประเมินข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างข้อสรุปโดยอาศัยเหตุผลและหลักฐาน กระบวนการดังกล่าวมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงเป็นฐานสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบตามรูปแบบ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อใช้ในการพัฒนาและศึกษาผลของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย จำนวน 3 ชุด ได้แก่

1) ชุดกิจกรรม เรื่อง ภูเขาไฟระเบิด

2) ชุดกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว

3) ชุดกิจกรรม เรื่อง สึนามิ

2. แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

1) แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI)

สำหรับประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุมรายการประเมินจำนวน 24 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ คือ 1 = ไม่เกี่ยวข้อง/ไม่สอดคล้อง 2 = เกี่ยวข้องน้อย/ควรปรับปรุงมาก, 3 = เกี่ยวข้องค่อนข้างมาก/สอดคล้อง แต่ควรปรับปรุงเล็กน้อย และ 4 = เกี่ยวข้องมาก/สอดคล้องอย่างชัดเจน ทั้งนี้ การคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา จะถือว่าคะแนน 3 หรือ 4 เป็นรายการที่ยอมรับได้

2) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 = เหมาะสมมากที่สุด, 4 = เหมาะสมมาก, 3 = เหมาะสมปานกลาง, 2 = เหมาะสมน้อย และ 1 = เหมาะสมน้อยที่สุด แบบประเมินฉบับนี้ประกอบด้วยรายการประเมิน 24 ข้อ ครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ (1) วัตถุประสงค์และเนื้อหา (2) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (3) ความเหมาะสมตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ (4) การส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (5) ภาษา สื่อ และรูปแบบการนำเสนอ และ (6) การวัดผลและการนำไปใช้

3) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องธรณีพิบัติภัย จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อใช้สำหรับวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาและใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ ADDIE Model จากนั้นนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนประสาทวิทยาคาร จำนวน 39 คน โดยดำเนินการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมทั้ง 3 ชุด ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมเรื่องภูเขาไฟระเบิด 2) ชุดกิจกรรมเรื่องแผ่นดินไหว และ 3) ชุดกิจกรรมเรื่องสึนามิ และเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมจึงดำเนินการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนด้วยแบบวัดฉบับเดิม เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังเรียน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยใช้ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (Item-level Content Validity Index: I-CVI) และค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาระดับฉบับ (Scale-level Content Validity Index/Average: S-CVI/Ave) โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

I-CVI ตั้งแต่ 0.79 ขึ้นไป หมายถึง ใช้ได้

I-CVI ระหว่าง 0.70–0.78 หมายถึง ควรปรับปรุง

I-CVI ต่ำกว่า 0.70 หมายถึง ควรตัดออกหรือปรับปรุงมาก



และใช้เกณฑ์การแปลผล S-CVI/Ave ดังนี้

S-CVI/Ave ตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป หมายถึง มีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดีมาก

S-CVI/Ave ระหว่าง 0.80–0.89 หมายถึง มีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี

S-CVI/Ave ต่ำกว่า 0.80 หมายถึง ควรปรับปรุงเครื่องมือ

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วแปลผลตามเกณฑ์ ดังนี้

4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทดสอบความแตกต่างของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples t-test)

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย

ผลการออกแบบและพัฒนาพบว่า ได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย 1) ชุดกิจกรรมเรื่องภูเขาไฟระเบิด 2) ชุดกิจกรรมเรื่องแผ่นดินไหว และ 3) ชุดกิจกรรมเรื่องสึนามิ โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นกระตุ้นด้วยปรากฏการณ์ (Stimulate with the Phenomenon)

2) ขั้นระบุประเด็นปัญหา (Identify the Problem)

3) ขั้นค้นหาคำตอบ (Explore Possible Answers)

4) ขั้นสร้างองค์ความรู้ (Construct New Knowledge)

5) ขั้นสะท้อนคิด (Reflect on Learning)

6) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange and Share Learning)

7) ขั้นประยุกต์ใช้ (Apply Knowledge)

6.2 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า รายการประเมินแต่ละข้อมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (I-CVI) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาระดับฉบับ (S-CVI/Ave) เท่ากับ 0.97 แสดงให้เห็นว่า

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

6.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ วัตถุประสงค์และเนื้อหา และการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.4. ผลการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องธรณีพิบัติภัย วิชาโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ

ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ชุดที่	ชื่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพ E_1	ประสิทธิผล E_2
1	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย เรื่อง ภูเขาไฟระเบิด	ภูเขาไฟระเบิด ตอนที่ 1	82.86	**83.22**	**84.57**
		ภูเขาไฟระเบิด ตอนที่ 2	83.57		
2	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย เรื่อง แผ่นดินไหว	แผ่นดินไหว ตอนที่ 1	81.43	**82.50**	
		แผ่นดินไหว ตอนที่ 2	83.57		
3	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย เรื่อง สึนามิ	สึนามิ ตอนที่ 1	81.43	**82.15**	
		สึนามิ ตอนที่ 2	82.86		
		ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย (E_1)		**82.62**	

จากตารางที่ 1 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย เรื่อง ภูเขาไฟระเบิด มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 83.22 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย เรื่อง แผ่นดินไหว มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.50 และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย เรื่อง สึนามิ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15 แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีพิบัติภัย มีค่า E_1/E_2 = 82.62/84.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

6.5 ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องธรณีพิบัติภัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องธรณีพิบัติภัย วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

การทดสอบ	N	Mean	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	39	15.59	2.80	38	22.43	< .001
หลังเรียน	39	25.56	1.67			

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 15.59 คะแนน (S.D. = 2.80) และหลังเรียนเท่ากับ 25.56 คะแนน (S.D. = 1.67) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 22.43$, $p < .001$)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ผู้วิจัยสามารถพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ได้จำนวน 3 ชุด ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมเรื่องภูเขาไฟระเบิด 2) ชุดกิจกรรมเรื่องแผ่นดินไหว และ 3) ชุดกิจกรรมเรื่องสึนามิ โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกระตุ้นด้วยปรากฏการณ์ ขั้นระบุประเด็นปัญหา ขั้นค้นหาคำตอบ ขั้นสร้างองค์ความรู้ ขั้นสะท้อนคิด ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นประยุกต์ใช้

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า รายการประเมินแต่ละข้อมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (I-CVI) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาระดับฉบับ (S-CVI/Ave) เท่ากับ 0.97 แสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านวัตถุประสงค์และเนื้อหา และด้านการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณสะท้อนให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ผลการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ (E_1) เท่ากับ 82.62 และมีค่าประสิทธิผล (E_2) เท่ากับ 84.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.59 คะแนน (S.D. = 2.80) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.56 คะแนน (S.D. = 1.67) เมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 22.43$, $p < .001$) แสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า ผู้วิจัยสามารถพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้จำนวน 3 ชุด ได้แก่ เรื่องภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว และสึนามิ โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ตั้งแต่การกระตุ้นด้วยปรากฏการณ์ไปจนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ ผลดังกล่าวสะท้อนว่า การออกแบบกิจกรรมเริ่มจาก “ปรากฏการณ์จริง” แล้วค่อยนำผู้เรียนเข้าสู่การระบุปัญหา สืบค้นคำตอบ สร้างองค์ความรู้ สะท้อนคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประยุกต์ใช้ เป็นลำดับที่สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมองว่านักเรียนสร้างความรู้ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา และประสบการณ์ที่มีความหมายต่อชีวิตของตนเอง ทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้บนฐานปรากฏการณ์ที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นจุดตั้งต้นของการเรียนรู้ และช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ข้ามมิติได้อย่างมีความหมาย (ฝนสั่งฟ้า พาเขียว, 2561; ทรงชัย อักษรคิด, 2564; อรพรรณ บุตรกตัญญู, 2561; ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558; Symeonidis & Schwarz, 2016)

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า รายการประเมินแต่ละข้อมีค่า I-CVI อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และมีค่า S-CVI/Ave เท่ากับ 0.97 แสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ผลดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ว่า ชุดกิจกรรมได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ มีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม สื่อ และการวัดประเมินผล อีกทั้งยังเชื่อมโยงกับแนวคิดหลักของงานวิจัยอย่างชัดเจน จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในระดับสูง ผลในลักษณะนี้สอดคล้องกับแนวคิดการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่เสนอว่า ค่า I-CVI ตั้งแต่ 0.78 หรือ 0.79 ขึ้นไปถือว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้สำหรับการนำไปใช้ และค่า S-CVI/Ave ที่สูงสะท้อนคุณภาพของเครื่องมือหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่ได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับหลักการประเมินเพื่อการพัฒนา ซึ่งเน้นการใช้การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อยืนยันคุณภาพและปรับปรุงนวัตกรรมก่อนนำไปใช้จริง (Polit et al., 2007; Stufflebeam & Zhang, 2017)

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 อยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านวัตถุประสงค์และเนื้อหา และด้านการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไม่ได้มีเพียงความถูกต้องเชิงเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังมีความเหมาะสมเชิงการออกแบบการเรียนรู้ด้วย กล่าวคือ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ชัดเจน เนื้อหาสอดคล้องกับระดับนักเรียน กิจกรรมเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง สื่อและภาษามีความเหมาะสม และการวัดผลสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการพัฒนา โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับสูง สะท้อนว่าชุดกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์หลักฐาน อภิปราย และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558; Chowdhury, 2016; Symeonidis & Schwarz, 2016)

ผลการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีค่าประสิทธิภาพ (E_1) เท่ากับ 82.62 และมีค่าประสิทธิผล (E_2) เท่ากับ 84.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีกระบวนการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง นำไปสู่การฝึกตั้งประเด็นคำถาม เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แล้วนำข้อมูล

มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสะท้อนผลการเรียนรู้ สู่กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักการศึกษาที่พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ฝนสั่งฟ้า พาเขียว, 2561; น้ำอ้อย ใจแสน, 2561; วาสนา ปิ่นทอง, 2562; วัลลี ไหวพรหม, 2565)

ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 15.59 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 25.56 คะแนน ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้จากปรากฏการณ์จริงและปัญหาที่มีความหมายต่อสังคม ทำให้นักเรียนไม่ได้รับความรู้แบบสำเร็จรูป แต่ต้องใช้กระบวนการตั้งคำถาม สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล เปรียบเทียบทางเลือก และลงข้อสรุปบนพื้นฐานของเหตุผลและหลักฐาน กระบวนการเช่นนี้สอดคล้องกับความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เน้นการคิดอย่างมีเหตุผลและไตร่ตรองเพื่อพิจารณาว่าควรเชื่อหรือควรปฏิบัติอย่างไร อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้บนฐานปรากฏการณ์และแนวคิด STS ที่ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับบริบทจริง จึงเอื้อต่อการพัฒนาการคิดระดับสูง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Akkaş และ Eker (2021) ที่พบว่าการเรียนรู้บนฐานปรากฏการณ์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและกระบวนการคิดของนักเรียน และสอดคล้องกับข้อเสนอของ Ennis (2011) ที่อธิบายว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล การประเมินข้อมูล และการตัดสินใจบนฐานหลักฐาน (Ennis, 2011; Chowdhury, 2016; Akkaş & Eker, 2021)

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยโดยรวม จะเห็นได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพทั้งในด้านโครงสร้างเนื้อหา ความสอดคล้อง ความเหมาะสม และผลลัพธ์ต่อนักเรียน กล่าวคือ เริ่มจากการออกแบบที่มีกรอบแนวคิดชัดเจนผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ และเมื่อนำไปใช้จริงก็สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ จึงอาจกล่าวได้ว่า การบูรณาการแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเข้ากับการเรียนรู้บนฐานปรากฏการณ์เป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องธรณีพิบัติภัย ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และ อวกาศ เพราะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์จริงของโลกและสังคม พร้อมทั้งพัฒนาทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นรูปธรรม (Symeonidis & Schwarz, 2016; Chowdhury, 2016; Ennis, 2011)

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ครูผู้สอนสามารถนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

2) ก่อนนำชุดกิจกรรมไปใช้ ครูผู้สอนควรศึกษาแนวคิด หลักการ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และบทบาทของผู้สอน ให้เข้าใจอย่างชัดเจน โดยเฉพาะกระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3) ครูผู้สอนควรเตรียมสื่อ แหล่งเรียนรู้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรณีพิบัติภัยให้เพียงพอและเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้น วิเคราะห์ อภิปราย และสร้างองค์ความรู้จากสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ในการนำชุดกิจกรรมไปใช้ ครูผู้สอนควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเต็มศักยภาพ

5) การนำชุดกิจกรรมไปใช้ควรคำนึงถึงเวลาเรียน ความพร้อมของนักเรียน และบริบทของสถานศึกษา โดยครูผู้สอนสามารถปรับรายละเอียดของกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถและความสนใจของนักเรียนได้

6) สถานศึกษาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ หรือรายวิชาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์กับตัวแปรตามด้านอื่นเพิ่มเติม เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หรือความตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยพิบัติ

2) ควรมีการวิจัยโดยเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อให้เห็นประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3) ควรขยายการวิจัยไปยังนักเรียนในระดับชั้นอื่น หรือสถานศึกษาที่มีบริบทแตกต่างกัน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงกว้าง

4) ควรมีการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะยาว เพื่อพิจารณาความคงทนของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

5) ควรมีการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมบนฐานปรากฏการณ์ในเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและประเด็นร่วมสมัย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายและพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน

6) ควรใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสานมากขึ้นในอนาคต เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกตพฤติกรรม หรือการวิเคราะห์ชิ้นงานของนักเรียนร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาการด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

9. เอกสารอ้างอิง

เจริญพงษ์ ชมภูนุช. (2563). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์.* การค้นคว้าอิสระ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). *หลักการจัดการเรียนรู้.* สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดิเรก พูนศรีไทย. (2561). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการเรียนรู้ตามบันได 5 ขั้น (QSCCS) เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

น้ำอ้อย ใจแสน. (2561). *รายงานการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* รายงานการวิจัยโรงเรียนองค์รักษ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

ทรงชัย อักษรคิด. (2564). *การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning).* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฝนสั่งฟ้า พาเขียว. (2561). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ เรื่องการวัดภาพเสมือนจริง ที่ส่งเสริมความสามารถในการวาดภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วาสนา ปิ่นทอง. (2563). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วัลลี ไหวพรหม. (2565). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้สเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านคิวอาร์โค้ด เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านวังแช่กลอย.* หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและวิจัยเพื่อพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์บอสส์การพิมพ์.

อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมองแบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความเป็นจริงของผู้เรียน. *ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 46*(2), 348-365.

Akkaş, E., & Eker, C. (2021). The effect of phenomenon-based learning approach on students' metacognitive awareness. *Educational Research and Reviews, 16*(5), 181–188. DOI: 10.5897/ERR2021.4139.

Chowdhury, M. A. (2016). The integration of science-technology-society/science-technology-society-environment and socio-scientific-issues for effective science education and science teaching. *Electronic Journal of Science Education, 20*(5), 19–38.

Ennis, R. H. (2011). Critical thinking: Reflection and perspective—Part I. Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines, 26(1), 4–18. DOI: 10.5840/inquiryctnews20112613.

Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health, 30*(4), 459–467. DOI: 10.1002/nur.20199.

Stufflebeam, D. L., & Zhang, G. (2017). The CIPP evaluation model: How to evaluate for improvement and accountability. Guilford Press.

Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. (2016). Phenomenon-based teaching and learning through the pedagogical lenses of phenomenology: The recent curriculum reform in Finland. *Forum Oswiatowe, 28*(2), 31–47.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มงคล ศรีสมบัติ[1] ธันยธรณ์ หมั่นกู้[2] และวิชลัดดา อุ่นสะอาด[3]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
Email: 6614611024@rbru.ac.th Email: wichaladda.a@rbru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford และ 2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนไม่น้อยกว่า 0.30 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 64.52 โดยมีความก้าวหน้าในระดับสูงจำนวน 8 คน และระดับปานกลางจำนวน 12 คน ขณะที่นักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 35.48 มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถส่งเสริมการมีส่วนร่วมและช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ในระดับที่น่าพอใจ

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, วิทยาศาสตร์, เทคนิค STAD รูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford

1. ที่มาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความคิด และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น อย่างไรก็ตาม ในสภาพการจัดการเรียนการสอนจริงยังพบว่าผู้เรียนบางส่วนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้น้อย เนื่องจากการเรียนการสอนยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้จากครูเป็นหลัก ส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการอภิปรายและพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง (ราตรี เลิศหว้าทอง, 2567; สุชานรี ด้วงสิเกาะ และคณะ, 2566) แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเฉพาะเทคนิค STAD จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้ และช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งสามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ (ฮุสนา สาและ และคณะ, 2557)

นอกจากนี้ แนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb ได้อธิบายว่าผู้เรียนมีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ ได้แก่ นักกิจกรรม (Activists) ที่ชอบเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ นักสะท้อนคิด (Reflectors) ที่เรียนรู้จากการสังเกตและไตร่ตรอง นักทฤษฎี (Theorists) ที่ชอบวิเคราะห์ตามหลักการและเหตุผล และนักปฏิบัติ (Pragmatists) ที่มุ่งนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง (Honey & Mumford, 1986) การนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD อาจช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างไร และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford

2.2 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.30

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

1) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 มีนักเรียนทั้งสิ้น 31 คน

3.2 ตัวแปร

1) ตัวแปรจัดกระทำ (Manipulated Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ปีการศึกษา 2568

3.3 ระยะเวลา ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford

แนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford (1986, 1992) เป็นการต่อยอดจากทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ของบุคคลออกเป็น 4 ลักษณะเด่นตามความถนัดและการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ต่างกัน ประกอบด้วย กลุ่มนักกิจกรรม (Activists) ที่ชอบเปิดรับประสบการณ์ใหม่และเรียนรู้จากการลงมือทำ กลุ่มนักสะท้อนคิด (Reflectors) ที่เน้นการสังเกต รวบรวมข้อมูล และไตร่ตรองอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ กลุ่มนักทฤษฎี (Theorists) ซึ่งให้ความสำคัญกับการคิดเชิงตรรกะ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง และการสร้างกรอบแนวคิดที่เป็นระบบและกลุ่มนักปฏิบัติ (Pragmatists) ที่มุ่งเน้นการนำแนวคิดหรือทฤษฎีไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง โดยรูปแบบการเรียนรู้เหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าบุคคลแต่ละประเภทมีความต้องการและวิธีการเข้าถึงความรู้ที่แตกต่างกัน

ซึ่งการเข้าใจความหลากหลายดังกล่าวจะช่วยให้สามารถออกแบบกระบวนการเรียนรู้หรือการฝึกอบรมที่ตอบสนองต่อศักยภาพรายบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Teams-Achievement Divisions) ที่พัฒนาโดย Robert Slavin (1995) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยสมาชิก 4-5 คน ที่มีความสามารถคละกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีโครงสร้างการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญคือ การนำเสนอเนื้อหาต่อชั้นเรียน การทำงานร่วมกันในกลุ่มย่อยเพื่อให้สมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจในบทเรียน การทดสอบย่อยรายบุคคล และการคำนวณคะแนนพัฒนาการของบุคคล (Individual Improvement Scores) เพื่อนำมาเป็นคะแนนสะสมของกลุ่ม ซึ่งหัวใจสำคัญของเทคนิคนี้อยู่ที่การสร้างความพึ่งพากันเชิงบวกและความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ โดยคะแนนที่ช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จไม่ได้มาจากผู้ที่เรียนเก่งที่สุดเพียงอย่างเดียว แต่มาจากความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคนเมื่อเทียบกับคะแนนฐานเดิมของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนทุกระดับความสามารถมีโอกาสสร้างความสำเร็จให้แก่กลุ่มได้อย่างเท่าเทียมกัน และกระตุ้นให้เกิดการช่วยเหลือเกื้อกูลกันในกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Design) โดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One-group Pretest-Posttest Design) ซึ่งดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างผ่าน 3 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดพื้นฐานความรู้เดิม จากนั้นจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford และประเมินผลลัพธ์ด้วยการทดสอบหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทางการเรียนที่เกิดขึ้นจากการใช้นวัตกรรมดังกล่าว

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

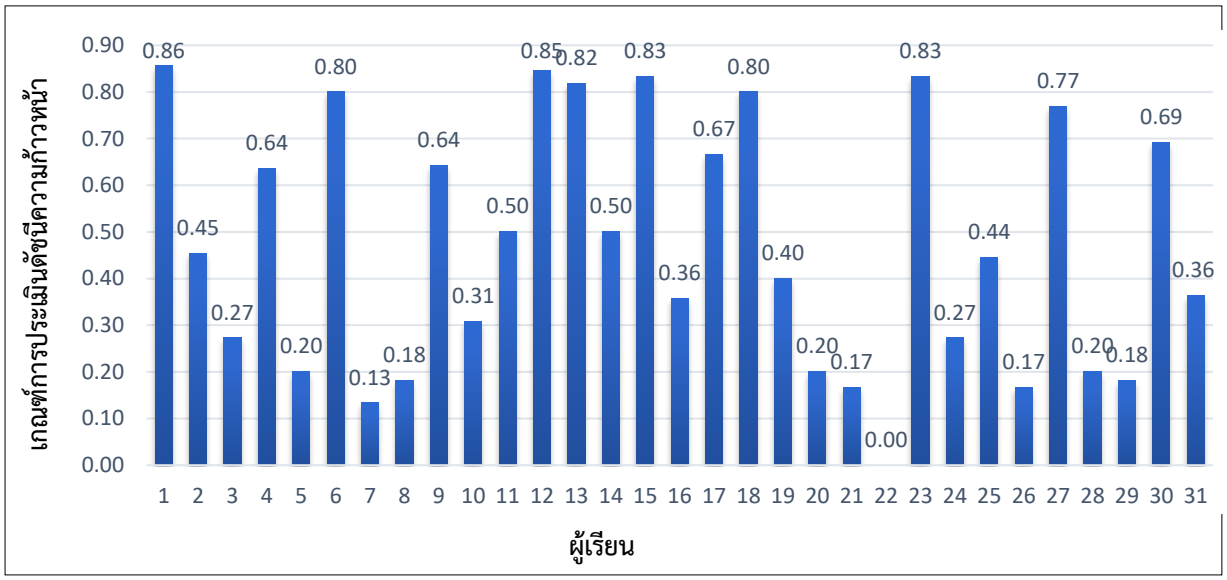
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศของเรา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD จำนวน 1 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศของเรา ลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.25-0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25-0.88 รวมทั้งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.65

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ผู้วิจัยจะนำคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบทุกฉบับมาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ 1) วิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) วิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนโดยหาค่าดัชนีความก้าวหน้า (Normalized gain: <g>) ทั้งแบบรายชั้น รายกลุ่มความสามารถ และรายบุคคล และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความก้าวหน้าทางการเรียน (Hake, 1998) ดังนี้ 1) กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับสูง (High gain) <g> ≥ 0.7, 2) กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง (Medium gain) 0.3 ≤ <g> <0.7, 3) กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ (Low gain) 0.0 ≤ <g> <0.3

6. ผลการวิจัย

6.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา



ภาพที่ 1 ดัชนีความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

จากภาพที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้นเรียนพบว่าจัดอยู่ในระดับปานกลาง มีดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ที่ 0.47 โดยผู้เรียนส่วนใหญ่มีค่า <g> หรือความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลอยู่ในระดับปานกลางจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 38.71 และอยู่ในระดับสูง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 25.81 และมีผู้เรียน 11 คน ที่ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำคิดเป็นร้อยละ 35.48 ของผู้เรียนทั้งหมด

ตารางที่ 1 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อแบ่งตามรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford

	นักกิจกรรม			นักสะท้อนคิด			นักทฤษฎี			นักปฏิบัติ		
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
	0.8	0.40	0.2	0.77	0.64	0.27	0.83	0.5	0.17	0.8	0.36	0
	0.83	0.44	0.13	0.85	0.67	0.27	0.86	0.5	0.31	0.82		0.2
		0.45	0.17		0.69			0.64				0.2
			0.18									0.18
												0.36
รวม(คน)	2	3	4	2	3	2	2	3	2	2	1	5
ร้อยละ	6.45	9.68	12.90	6.45	9.68	6.45	6.45	9.68	6.45	6.45	3.23	16.13

จากตารางที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนรายบุคคลโดยแบ่งตามรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford พบว่า กลุ่มนักสะท้อนคิด และ กลุ่มนักทฤษฎี ส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวนกลุ่มละ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 9.68 โดยมีสัดส่วนของผู้ที่มีความก้าวหน้าในระดับสูงและต่ำเท่ากันที่ระดับละ 2 คน สำหรับ กลุ่มนักกิจกรรม พบว่าส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 12.90 และ กลุ่มนักปฏิบัติ ส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำเช่นกัน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.13 ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนกลุ่มนักสะท้อนคิดและนักทฤษฎีพัฒนาความก้าวหน้าให้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงได้ดี ในขณะที่กลุ่มนักกิจกรรมและนักปฏิบัติยังคงมีสัดส่วนความก้าวหน้าในระดับต่ำที่ค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยสามารถนำไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีกิจกรรมที่ตอบสนองต่อผู้เรียนที่เน้นการลงมือทำและการนำไปใช้จริงให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผล

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้อย่างชัดเจน โดยผู้เรียนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.30 เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางการเรียนดีขึ้น โดยมีผู้เรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 64.52 และมีผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าในระดับสูงและปานกลางรวมกันมากกว่าครึ่งหนึ่งของชั้นเรียน อย่างไรก็ตามยังพบว่านักเรียนบางส่วนมีความก้าวหน้าในระดับต่ำ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้โดยรวม แต่ยังจำเป็นต้องพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น

7.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford พบประเด็นที่น่าสนใจในการอภิปรายผลดังนี้

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของเรา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ของ Honey และ Mumford สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางการเรียนรู้ได้จริง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นการทำงานเป็นทีม การจัดกลุ่มโดยคละผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักกิจกรรม (Activists) กลุ่มนักสะท้อนคิด (Reflectors) กลุ่มนักทฤษฎี (Theorists) และกลุ่มนักปฏิบัติ (Pragmatists) แทนการแบ่งกลุ่มตามระดับความสามารถ ช่วยให้เกิดการช่วยเหลือและเติมเต็มศักยภาพซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนสามารถใช้จุดเด่นตามความถนัดของตนในการร่วมกันสร้างความรู้ เช่น ผู้เรียน กลุ่มนักทฤษฎีและนักสะท้อนคิดอาจมีบทบาทสำคัญในการช่วยวิเคราะห์เนื้อหาและสรุปองค์ความรู้ ในขณะที่กลุ่มนักกิจกรรมและนักปฏิบัติคอยกระตุ้นการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ กระบวนการเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบร่วมกันต่อความสำเร็จของกลุ่ม และส่งผลให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ลึกซึ้งและคงทนมากยิ่งขึ้น

เมื่อจำแนกผลการพัฒนาของผู้เรียนตามระดับความก้าวหน้า พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 12 คน และระดับสูง จำนวน 8 คน รวมเป็นนักเรียนจำนวน 20 คนที่ได้รับการพัฒนาศักยภาพจนอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีนักเรียนจำนวน 11 คน ที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงกับแนวคิดของ Honey และ Mumford พบว่า กลุ่มผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงส่วนใหญ่คือผู้เรียนกลุ่มนักสะท้อนคิดและกลุ่มนักทฤษฎี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมของเทคนิค STAD ที่เน้นการนำเสนอเนื้อหา การทำงานเอกสารในกลุ่มย่อย และการทดสอบ สอดคล้องกับความถนัดของผู้เรียนกลุ่มนี้ที่ชอบการไตร่ตรองข้อมูลและวิเคราะห์หลักการอย่างเป็นระบบ ในทางกลับกัน ผู้เรียนกลุ่มนักกิจกรรมและกลุ่มนักปฏิบัติกลับมีสัดส่วนความก้าวหน้าในระดับต่ำค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความซับซ้อนและเป็นนามธรรมของเนื้อหาเรื่องบรรยากาศ ประกอบกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้อาจยังขาดสัดส่วนของการลงมือปฏิบัติจริง หรือการเปิดโอกาสให้นำทฤษฎีไปแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่เพียงพอสำหรับผู้เรียนสองกลุ่มนี้ สิ่งเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า แม้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ในภาพรวมได้ดี แต่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรนำข้อมูลนี้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเพิ่มกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติและการประยุกต์ใช้ให้มากขึ้น เพื่อตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนทุกรูปแบบการเรียนรู้ให้สามารถก้าวผ่านอุปสรรคและมีพัฒนาการที่สูงขึ้นได้อย่างครอบคลุมต่อไป

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่าผู้เรียนกลุ่มนักกิจกรรม (Activists) และกลุ่มนักปฏิบัติ (Pragmatists) ยังคงมีสัดส่วนความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ครูผู้สอนจึงควรนำข้อมูลนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการทบทวนและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นการเพิ่มสัดส่วนของกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเน้นการนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงให้มากขึ้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแนวคิดของ Honey และ Mumford สามารถตอบสนองความถนัดของผู้เรียนได้ครอบคลุมครบทุกกลุ่ม และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาและพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการออกแบบงานวิจัยที่เน้นสร้างนวัตกรรมหรือสื่อการสอนที่เจาะจงส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนกลุ่มนักกิจกรรมและนักปฏิบัติโดยเฉพาะ นอกจากนี้ ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปทดลองศึกษาพหุบริบท กับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น หรือในโรงเรียนที่มีบริบทแตกต่างกัน เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและขยายผลการวิจัยในวงกว้างต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

ราตรี เลิศหว้าทอง. (2567). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *Journal of Applied Education*, *2*(2), 13–22.

สุชานรี ดวงสีเกาะ, อนุวัตร จิรวัฒนพาณิช, และ เจษฎา สุจริตธุรการ. (2566). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5: กรณีศึกษาโรงเรียนเทศบาลปลูกปัญญา ในพระอุปถัมภ์ฯ จังหวัดภูเก็ต. *Procedia of Multidisciplinary Research*, *1*(3), 26.

ฮุสนา สาและ, ณัฐินี โมพันธุ์ และ ธิดารัตน์ วิชัยดิษฐ. (2557). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD ร่วมกับการแสดงทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านลูโบะบูโละ อำเภอรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.

Honey, P., & Mumford, A. (1986). *The manual of learning styles*. Peter Honey Publications.

Honey, P., & Mumford, A. (1992). *The manual of learning styles* (3rd ed.). Peter Honey Publications.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Allyn & Bacon.

ผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปิยะดา พันธุ์สระน้อย[1*] และณัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน[2**]
[1*]โรงเรียนโชคชัยสามัคคี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา
[2**]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Email: bee_piyada16@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโชคชัยสามัคคี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจำนวน 3 แผน รวม 18 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากร่องรอยการเรียนรู้ผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test for dependent samples)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดสูงขึ้น โดยสามารถเชื่อมโยงโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะ รวมถึงอธิบายกลไกการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลและซับซ้อนขึ้นตามลำดับ

คำสำคัญ : คำถามทรงพลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ระบบหมุนเวียนเลือด

1. ที่มาและความสำคัญ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองมากกว่าการท่องจำเนื้อหา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เน้นย้ำถึงการปรับเปลี่ยนบทบาทของครูจากี "ผู้ถ่ายทอดความรู้" เป็น "ผู้อำนวยความสะดวก" (Facilitator) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่คงทน อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินระดับชาติและนานาชาติที่ผ่านมา พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังมีปัญหาด้านทักษะการคิดขั้นสูงและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วิชาชีววิทยามีบทบาทสำคัญสำหรับโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม และเป็นพื้นฐานที่จะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น วิชาชีววิทยาเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ธรรมชาติของวิชานี้ต้องอาศัยการทำความเข้าใจและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นเหตุเป็นผล จากรายงานการประเมินผลการเรียนรายวิชาชีววิทยา หัวข้อระบบหมุนเวียนเลือด ตามหลักสูตรโรงเรียนโชคชัยสามัคคี พุทธศักราช 2558 ผลการประเมินพบว่านักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 36.63 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ซึ่งไม่เป็นไปตามเป้าหมายของโรงเรียน

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาบริบทการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดเป็นหัวข้อที่มีความซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เนื่องจากผู้เรียนต้องทำความเข้าใจกลไกการทำงานที่ประสานกันของหลายองค์ประกอบ เช่น โครงสร้างของหัวใจ ทิศทางการไหลเวียนเลือดผ่านหลอดเลือด การรับและการให้เลือดในระบบเลือด เป็นต้น จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจเชิงลึก มักเรียนรู้ด้วยการท่องจำเนื้อหาเพื่อนำไปสอบ ทำให้ไม่สามารถอธิบายกลไกการทำงานที่ซับซ้อน ไม่เห็นความเชื่อมโยงของระบบ และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากรูปแบบการสอนที่ยังเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาและขาดการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายลำดับการไหลเวียนเลือดในมนุษย์ การรับและการให้เลือดในระบบเลือด (ยาเซร์ หะสาเมาะ, 2562)

การจัดการเรียนรู้ชีววิทยาในปัจจุบันเป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นหาความรู้ผ่านกระบวนการคิดและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มิได้หมายถึงการค้นหาคำตอบจากการทดลองเท่านั้น แต่เริ่มต้นจากผู้เรียนตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ ใช้หลักฐานในการแสวงหาคำตอบ วิเคราะห์และสร้างคำอธิบายจากข้อมูล เชื่อมโยงและเปรียบเทียบคำอธิบายกับผู้อื่น ตลอดจนสื่อสารสิ่งที่ค้นพบอย่างมีเหตุผลและสามารถตรวจสอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) การจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวครูจึงมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน บทบาทของครูจึงต้องเปลี่ยนจากผู้สอนมาเป็นผู้อำนวยความสะดวก ผนวกกับการใช้คำถามทรงพลัง (Powerful Question) ซึ่งเป็นกลยุทธ์สำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวทางปัญญา โดยคำถามลักษณะนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสิ่งใหม่เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง แทนการรอรับคำตอบจากครูเพียงฝ่ายเดียว การใช้คำถามระดับสูงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้และเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจและพัฒนาความคิดใหม่ ๆ ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงจะช่วยส่งเสริมการคิดระดับสูงและพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลให้แก่นักเรียน (ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2566)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางในการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงเหตุผลและเกิดการเรียนรู้อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากร: ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโชคชัยสามัคคี จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ห้อง ทั้งหมด 193 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปร: ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด และความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระยะเวลา: ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E Instructional Model) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมีพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ของ Piaget (1952) และ Vygotsky (1978) ที่เชื่อว่าความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองผ่านประสบการณ์ใหม่ ไม่ใช่การรับถ่ายทอดจากครูโดยตรง การสืบเสาะหมายถึงกิจกรรมของผู้เรียนที่มุ่งพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาธรรมชาติ เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนจะอธิบายวัตถุและเหตุการณ์ต่าง ๆ ตั้งคำถาม สร้างคำอธิบาย ทดสอบคำอธิบายเหล่านั้นโดยเปรียบเทียบกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสื่อสารแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับทราบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 5 ประการ คือ 1) คำถามที่สามารถหาคำตอบหรือตรวจสอบได้ 2) ข้อมูลหลักฐานทั้งเชิงประจักษ์และจากที่ผู้อื่นค้นพบ 3) การทำความเข้าใจ วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัย 4) การเชื่อมโยง เปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น และ 5) การสื่อสารคำอธิบายหรือสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นทราบกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเปลี่ยนผู้เรียนจาก ผู้รับสาร (Passive Learner) ให้เป็น ผู้แสวงหาความรู้ (Active Learner) ผ่านวงจร 5 ขั้นตอน (5E) ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ใช้คำถามหรือสถานการณ์กระตุ้นความสงสัย เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวางแผนและลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนขึ้น และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ตรวจสอบผลการเรียนรู้ตลอดกระบวนการ

ศศิกานต์ อุตถา และไชยวัฒน์ ชุ่มนาเสียว (2566) พบว่า โมเดล 5E มีประสิทธิภาพสูงเมื่อบูรณาการกับนวัตกรรม เช่น การใช้ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์ (Game-based Learning) ที่ช่วยลดความเครียดและกระตุ้นการเรียนรู้การปรับบทบาทครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่ใช้คำถามกระตุ้นคิด จึงเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้ 5E เป็นเครื่องมือทรงพลังในการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนให้พร้อมรับความท้าทายในศตวรรษที่ 21 และบ่มเพาะคุณลักษณะการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learner)

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับคำถามทรงพลัง

การใช้คำถามทรงพลัง (Powerful Questions) หรือคำถามระดับสูง (Higher-Order Questions) เป็นกลยุทธ์สำคัญในการจัดการเรียนรู้ยุคใหม่ ที่มุ่งเน้นการกระตุ้นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) มากกว่าการท่องจำ (Vogt, 2003) คำถามเหล่านี้มักเป็นคำถามปลายเปิดที่ขึ้นต้นด้วย ทำไม อย่างไร หรือ จะเกิดอะไรขึ้นถ้า... ซึ่งท้าทายให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า นำไปสู่การสะท้อนคิด (Reflection) และความอยากรู้อยากเห็น

แนวคิดนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และวิธีการแบบโสเครติส (Socratic Method) ที่ใช้การซักถามเพื่อขุดค้นความจริง งานวิจัยของจุฑาทิพย์ หาญกุดตุ้ม, สมภารธัชธรณ์ ศิโลศรีไช และสัญญา เคณาภูมิ (2566) ยืนยันว่าการใช้คำถามเป็นฐาน (Question-based Learning) ช่วยเปลี่ยนผู้เรียนให้ตื่นรู้และมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ ดังนั้น คำถามทรงพลังจึงไม่ใช่เพียงเทคนิคการสอน แต่เป็น ปรัชญาการเรียนรู้ ที่สร้างพื้นที่แห่งการสืบค้นและส่งเสริมปัญญาปฏิบัติ (Practical Wisdom) ให้ผู้เรียนรับมือกับความซับซ้อนของโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้คำถามทรงพลังช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้รายวิชาการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยพบว่าทักษะกระบวนการคิดของนักศึกษาหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้คำถามทรงพลังสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (สุวรรณา จุ้ยทอง, 25690) สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยคำถามระดับสูง มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (อภิชญา คำวัน, 2562)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Single-Group Pretest-Posttest Design) (กิติพงษ์ ลือนาม, 2564)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย: เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ใช้คำถามหรือสถานการณ์กระตุ้นความสงสัย เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวางแผนและลงมือปฏิบัติ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนขึ้น และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ตรวจสอบผลการเรียนรู้ตลอดกระบวนการ

แผนการจัดการเรียนรู้สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์เนื้อหาสาระหน่วยการเรียนรู้ ระบบไหลเวียนเลือดและน้ำเหลืองรายวิชาชีววิทยา 4 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 3 แผน แผนละ 6 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง ผ่านการพิจารณาความเหมาะสมและสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีความเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ 6 ชั่วโมง

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ 6 ชั่วโมง

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของเลือด หมู่เลือด การให้เลือด ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง 6 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ระบบหมุนเวียนเลือด เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมระดับการคิดตาม Bloom's Taxonomy สร้างขึ้นตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผ่านการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือค่า IOC มีค่าเฉลี่ย 0.67 ขึ้นไป และนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนใช้ประเมินการมีส่วนร่วม การตั้งคำถาม และการอธิบายเหตุผลของนักเรียน ผ่านการพิจารณาความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินการ ระยะเวลา และแนวทางการเข้าร่วมกิจกรรม
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนและระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
4. สังเกตและบันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน
5. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล: ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติและวิธีการ ดังนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired Samples t-test)

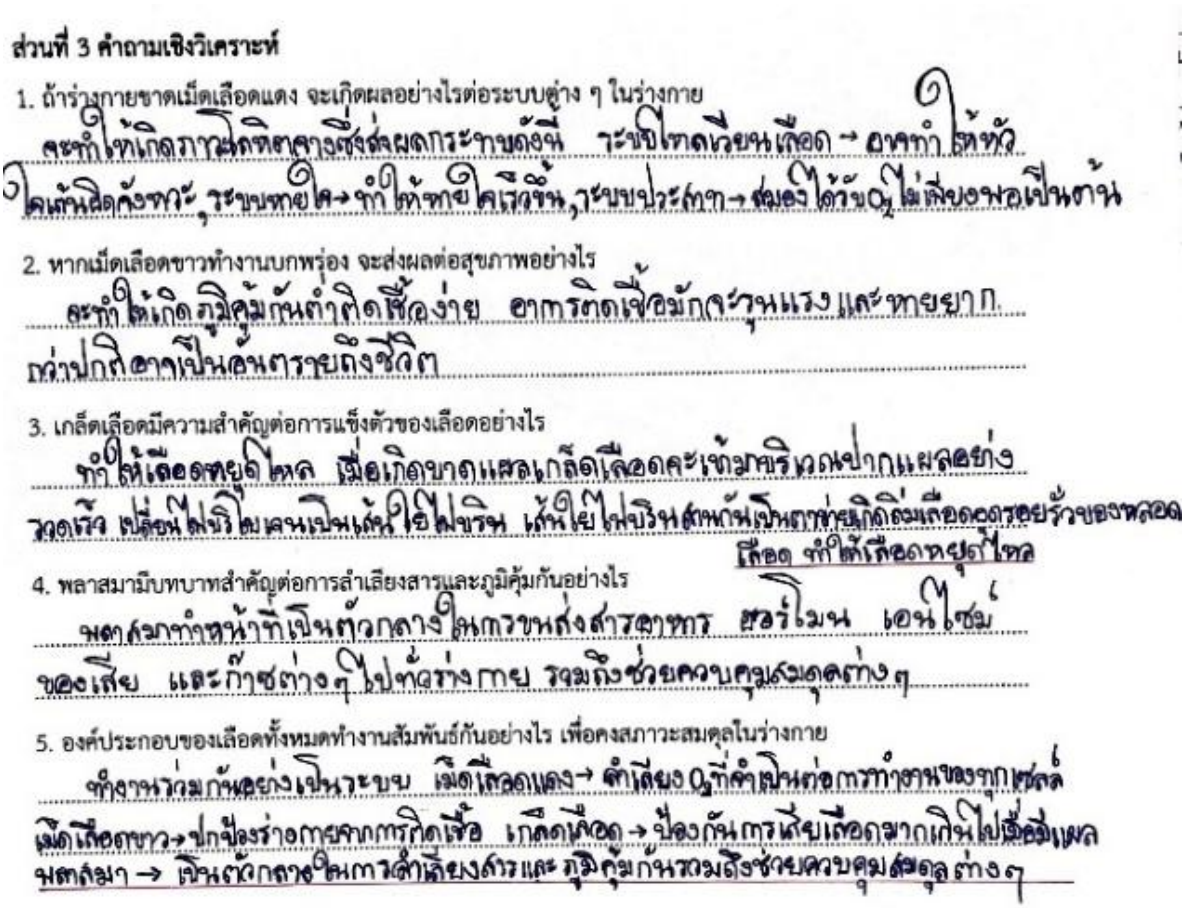
ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยดำเนินการประเมินพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากร่องรอยการเรียนรู้ จากการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน และการตรวจใบงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินจากการตอบ คำถามทรงพลัง ผู้วิจัยประเมินจากการบันทึกคำตอบในใบงานในแผนการจัดการเรียนรู้ดังตัวอย่างการใช้คำถามทรงพลังและคำตอบของนักเรียนในภาพที่ 1 และการอภิปรายในชั้นเรียน โดยเน้นการวิเคราะห์ความสามารถในการเรียบเรียงเหตุผลใน 3 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับการเปรียบเทียบ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความแตกต่างของระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและปิดโดยใช้หลักฐานจากการสังเกต

1.2 ระดับการอธิบายเชิงระบบ หมายถึงความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ของอวัยวะ (หัวใจและหลอดเลือด) แบบเป็นองค์รวม

1.3 ระดับการประยุกต์ใช้ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายเหตุและผลทางชีววิทยาในสถานการณ์จำลอง เช่น การให้และรับเลือด



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการใช้คำถามทรงพลังและคำตอบของนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของเลือด หมู่เลือด การให้เลือด ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง

2. การประเมินจากการเขียนแผนผังสังเคราะห์วงจรกลไกการทำงาน ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการถ่ายทอดความเข้าใจรวบยอด ผ่านการเขียนแผนผังสรุปความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนเลือดและการทำงานของระบบน้ำเหลือง โดยพิจารณาจากความถูกต้องของลำดับขั้นตอนและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะ ดังภาพที่ 2

4. การสังเคราะห์วงจรปัญหา (Causal Loop Synthesis)

ให้นักเรียนรวมความสัมพันธ์ทั้งหมดเป็นวงจรเหตุและผล โดยวาดแผนภาพเชื่อมโยงปัจจัยแต่ละตัว เช่น เม็ดเลือดแดงลดลง → การลำเลียงออกซิเจนลด → หัวใจเต้นเร็วขึ้น → ใช้ออกซิเจนมากขึ้น → เม็ดเลือดแดงยิ่งลดลง



สรุปการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์วงจรระบบเลือดและระบบน้ำเหลืองของมนุษย์ กลุ่มของฉันได้ข้อสรุปว่า

ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลืองมีการทำงานที่เชื่อมโยงและพึ่งพาอาศัยกันเป็นระบบ โดยเลือดทำหน้าที่ขนส่งสารและสร้างแรงดันที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสาร ในระดับเนื้อเยื่อ ในขณะที่ระบบน้ำเหลืองทำหน้าที่เก็บของเหลวส่วนเกินกลับคืนสู่ระบบเลือดเพื่อป้องกันการบวมน้ำ รวมทั้งทำหน้าที่เป็นด่านคัดกรองเชื้อโรค การทำงานประสานกันของทั้งสองระบบนี้จึงเป็นกลไกสำคัญในการรักษาดุลยภาพ (Homeostasis)

ภาพที่ 2 การสังเคราะห์วงจรกลไกการทำงานร่วมกันเชิงระบบของระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	40	20	5.88	1.83	39	13.51*	.05
หลังเรียน	40	20	10.10	3.22	39		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ระบบไหลเวียนเลือดและน้ำเหลือง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.88 คะแนน หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 10.10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 ผลการศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การตอบคำถามทรงพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลักษณะคำถามทรงพลัง	ตัวอย่างคำถามทรงพลัง	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	ข้อค้นพบที่สะท้อนการเรียนรู้
1. คำถามกระตุ้นการทำนาย	ระบบน้ำเหลืองเกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันอย่างไร	“ระบบเลือดน่าจะมีเม็ดเลือดขาว... น่าจะทำงานร่วมกัน”	นักเรียนใช้ความรู้เดิมในการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างระบบน้ำเหลือง ระบบเลือด และการทำงานของเม็ดเลือดขาว
2. คำถามกระตุ้นการเปรียบเทียบและเชื่อมโยง	ทำไมผนังห้องล่างขวาจึงไม่จำเป็นต้องหนาเท่ากับห้องล่างซ้าย	“ผนังห้องล่างซ้ายต้องบีบตัวส่งเลือดไปทั่วร่างกาย แต่ล่างขวาส่งไปปอด...ห้องล่างซ้ายน่าจะทำงานหนักกว่า เลยต้องหนากว่า”	นักเรียนเชื่อมโยงโครงสร้างของหัวใจกับหน้าที่และระยะทางในการสูบฉีดเลือด
3. คำถามกระตุ้นการอธิบายเหตุผล	ทำไมเลือดจึงจำเป็นต้องไหลช้าในหลอดเลือดฝอย	“เพราะเส้นเลือดฝอยมีการแลกเปลี่ยนสาร ถ้าเลือดไหลเร็วคงแลกเปลี่ยนไม่ทัน”	นักเรียนอธิบายเหตุผลโดยเชื่อมโยงอัตราการไหลของเลือดกับการแลกเปลี่ยนสาร
4. คำถามเชิงประยุกต์	หากเม็ดเลือดขาวทำงานบกพร่องจะส่งผลต่อสุขภาพอย่างไร	“จะทำให้เกิดภูมิคุ้มกันต่ำติดเชื้อง่าย อาการติดเชื้อมักรุนแรงและหายยาก”	นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ได้

จากตารางที่ 2 พบว่า คำถามทรงพลังมีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดและพัฒนาการอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นลำดับ โดยลักษณะคำถามที่พบสามารถจำแนกได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ คำถามกระตุ้นการทำนาย คำถามกระตุ้นการเปรียบเทียบและเชื่อมโยง คำถามกระตุ้นการอธิบายเหตุผล และคำถามเชิงประยุกต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำถามกระตุ้นการทำนาย เช่น “ระบบน้ำเหลืองเกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันอย่างไร” ช่วยให้นักเรียนดึงความรู้เดิมมาใช้ในการคาดการณ์และสร้างคำอธิบายเบื้องต้นได้ ขณะที่คำถามกระตุ้นการเปรียบเทียบและเชื่อมโยง เช่น “ทำไมหัวใจห้องล่างซ้ายจึงหนากว่าห้องล่างขวา” และ “ทำไมเลือดจึงจำเป็นต้องไหลช้าในหลอดเลือดฝอย” พบว่า ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงลักษณะของโครงสร้างกับหน้าที่และเงื่อนไขในการทำงานของระบบได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ คำถามเชิงประยุกต์ เช่น “หากเม็ดเลือดขาวทำงานบกพร่อง จะส่งผลต่อสุขภาพอย่างไร” พบว่านักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้จากสถานการณ์ที่เรียนไปสู่สถานการณ์ใหม่ การใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีลักษณะการใช้คำถามอย่างเป็นลำดับ จากการดึงความรู้เดิมและการทำนาย การเชื่อมโยงแนวคิดและโครงสร้างกับหน้าที่ การให้เหตุผล และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งสะท้อนพัฒนาการของการอธิบายของนักเรียนจากการบอกข้อมูลหรือคาดการณ์เบื้องต้น ไปสู่การเชื่อมโยงความสัมพันธ์และให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนและซับซ้อนมากขึ้น

จากการวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการอธิบายอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการสืบเสาะ พบว่า มี 3 ระยะ ดังนี้

1. ด้านการสังเกตและเปรียบเทียบ นักเรียนเปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบท่องจำสู่การอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ผ่านการสังเกตการไหลเวียนเลือดในหางปลา ทำให้สามารถเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและปิด รวมถึงเชื่อมโยงโครงสร้างกับหน้าที่ได้อย่างมีเหตุผล

2. ด้านกลไกและความสัมพันธ์เชิงระบบ นักเรียนยกระดับจากการบอกชื่ออวัยวะแบบแยกส่วน มาเป็นการอธิบายกลไกการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดมนุษย์และสัตว์ที่เป็นวงจร เชื่อมโยงกันเป็นขั้นตอน และเข้าใจระบบการทำงานแบบองค์รวม

3. ด้านการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความรู้เรื่องหมู่เลือด (ABO, Rh) และระบบน้ำเหลืองเพื่ออธิบายเหตุผลทางการแพทย์และนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองได้ถูกต้อง

สรุปภาพรวมพัฒนาการ นักเรียนมีพัฒนาการก้าวหน้าตามลำดับ จากการอธิบายลักษณะทางกายภาพ สู่กลไกที่ซับซ้อน และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ โดยมีคำถามทรงพลังและกระบวนการสืบเสาะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนสามารถใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบายดีขึ้น โดยพบว่าการใช้คำถามทรงพลังกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเรียบเรียงความคิด เชื่อมโยงความรู้ และอธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดได้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ระบบไหลเวียนเลือดและน้ำเหลือง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เมื่อผนวกกับการใช้ คำถามทรงพลัง ในขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) และขั้นสำรวจ (Exploration) จึงช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและลดความซับซ้อนของเนื้อหาชีววิทยาที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจง่ายขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของพัชรา พลเยี่ยม และปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2567) ที่ระบุว่าการสอดแทรกคำถามระดับสูงในกระบวนการสืบเสาะเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sukardiyono, Perdana, Putriana, Pradana & Jumadi (2025) ที่ยืนยันว่ากระบวนการสืบเสาะช่วยยกระดับทักษะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) และการคิดเชิงวิพากษ์ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและคงทน ไม่ใช่เพียงการท่องจำ

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า ผลการเรียนรู้รายวิชาการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักศึกษาหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้คำถามทรงพลังสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการใช้คำถามทรงพลังในการสอนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างลึกซึ้ง สร้างความเข้าใจในเนื้อหาและส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (สุวรรณา จุ้ยทอง, 2569) และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของอภิชญา คำวัน (2562) ที่พบว่านักเรียนที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยคำถามระดับสูงมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้คำถามระดับสูงมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นกระบวนการคิดของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้และหลักการที่ได้เรียนรู้มาเชื่อมโยง ขยายความ และประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความเข้าใจในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม คำถามที่มีประสิทธิภาพยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และร่วมกันสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดและการให้เหตุผล นอกจากนี้ คำถามระดับสูงยังช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ โดยผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลโดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ประกอบการอธิบาย ซึ่งนำไปสู่การสร้างข้อสรุปหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2566) และเมื่อผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ก็จะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. ด้านความสามารถในการอธิบาย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอธิบายทั้งระดับการเปรียบเทียบระดับการอธิบายเชิงระบบ และระดับการประยุกต์ใช้ สะท้อนให้เห็นว่าคำถามทรงพลังไม่เพียงกระตุ้นการจำเนื้อหา แต่ยังส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนไปพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปวียา เอมอ่อน และ ทรงภาพ ขุนมธุรส (2568) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่มีการใช้คำถามและกิจกรรมกระตุ้นความคิดร่วมด้วย ช่วยให้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากผู้เรียนต้องเชื่อมโยงข้อมูลที่หลากหลาย จำแนกแยกแยะองค์ประกอบ และให้เหตุผลประกอบคำตอบอยู่ตลอดกระบวนการ การที่นักเรียนสามารถอธิบายกลไกของระบบหมุนเวียนเลือดได้ดีขึ้น เป็นผลมาจากการใช้คำถามทรงพลังลักษณะปลายเปิด (Open-ended Questions) ที่เริ่มต้นด้วย ทำไม หรือ อย่างไร ในระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งทำหน้าที่เป็น นั่งร้าน (Scaffolding) ทางปัญญาตามแนวคิดของ Vygotsky ช่วยให้นักเรียนข้ามผ่านขีดจำกัดความรู้เดิมไปสู่ความเข้าใจใหม่ การใช้คำถามลักษณะนี้กระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ก่อนที่จะสื่อสารออกมา สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรา พลเยี่ยม และปาริชาติ

ประเสริฐสังข์ (2567) ที่พบว่าการใช้เทคนิคคำถามระดับสูงร่วมกับการสืบเสาะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความคิดที่ซับซ้อนออกมาเป็นรูปธรรมและมีเหตุผลมากยิ่งขึ้น ดังนั้นผลงานวิจัยนี้จึงสนับสนุนว่าคำถามทรงพลังทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนของวงจรสืบเสาะกับพัฒนาการทางปัญญาของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การดึงความรู้เดิม การเปรียบเทียบเชื่อมโยง ไปจนถึงการให้เหตุผลและประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การออกแบบคำถามทรงพลัง ครูผู้สอนควรวางแผนและออกแบบชุดคำถามทรงพลังไว้ล่วงหน้าในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และแนวคิดสำคัญของเนื้อหา โดยเฉพาะประเด็นที่มีความซับซ้อนหรือจำเป็นต้องใช้การเชื่อมโยงเหตุผล เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาจากการระลึกความรู้ไปสู่การวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการประยุกต์ใช้ความรู้

2. การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่เปิดกว้างและเอื้อต่อการแสดงความคิดเห็น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถาม อภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างอิสระ โดยไม่มุ่งเน้นความถูกต้องของคำตอบในทันที แต่ใช้คำตอบของนักเรียนเป็นจุดตั้งต้นในการซักถามและต่อยอดความคิด ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมการให้เหตุผล และการพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการใช้คำถามทรงพลังร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในเนื้อหาวิทยาศาสตร์หรือระดับชั้นอื่น เพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำแนวทางดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลาย

2. ควรศึกษาผลของคำถามทรงพลังที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น คำถามกระตุ้นการทำนาย คำถามเชื่อมโยงเหตุผล และคำถามเชิงประยุกต์ เพื่อวิเคราะห์ว่าคำถามลักษณะใดส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เด่นชัดที่สุด

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กิติพงษ์ ลือนาม. (2564). *วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครราชสีมา: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โคราช มาร์เก็ตติ้ง แอนด์ โปรดักชั่น.

จุฑาทิพย์ หาญกุดตุ้ม, สมภารธัชธรณ์ ศิโลศรีไช และสัญญา เคณาภูมิ. (2566). การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามเป็นฐาน (Question-Based Learning). *วารสารราชภัฏสุรินทร์วิชาการ*, 1(5), 67-82.

ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2566). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, 15(1), 282-298.

พัชรา พลเยี่ยม และปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2567). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูง. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 3(1), 68–85.

ยาเซร์ หะสาเมาะ. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีต่อการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตที่ไม่มีการตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ศศิกานต์ อุตถา และ ไชยวัฒน์ ชุ่มนาเสียว. (2566). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4. *วารสารพุทธปรัชญาวิวัฒน์*, 7(1), 167-178.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวรรณา จุ้ยทอง (2569). การศึกษาผลการเรียนรู้รายวิชาการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักศึกษา โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้คำถามทรงพลัง. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 20(2), e281540.

อภิชญา คำวัน (2562). ความสามารถในการคิดของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เสริมด้วยคำถามระดับสูงในวิชาวิทยาศาสาตร์. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา*, 10(2), 495-506.

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children.* (M. Cook, Trans.). W. W. Norton & Company.

Sukardiyono, S., Perdana, R., Putriana, R., Pradana, P. W., & Jumadi, J. (2025). The Effectiveness of the PhET-Assisted Learning Cycle 5E Model to Improve Students' Critical Thinking Skills and Science Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 120-135.

Vogt, E. E., Brown, J., & Isaacs, D. (2003). *The Art of Powerful Questions: Catalyzing Insight, Innovation, and Action*. Whole Systems Associates.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

การใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator ร่วมกับแบบฝึกหัดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ถิรนัย ธนัครสมบัติ
โรงเรียนอำนวยศิลป์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
Email: thiranait@amnuaysilpa.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอำนวยศิลป์ โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2568 จำนวน 9 คน การวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator และแบบฝึกหัดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจำนวน 2 ใบงาน พร้อมทั้งวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมและแบบฝึกหัด วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอน เปรียบเทียบคะแนนรายบุคคล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับทักษะตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรม ร่วมกับการวิเคราะห์ แนวทางการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์จากแบบฝึกหัดแต่ละครั้ง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีระดับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ที่สูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีโดยนักเรียนมีคะแนนร้อยละเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้นักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการที่แตกต่างกันโดยส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่สูงขึ้น

คำสำคัญ : การใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับแบบฝึกหัด ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์

1. ที่มาและความสำคัญ

ธรรมชาติของเนื้อหาพันธุศาสตร์ที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต้องเรียนรู้ นั่นคือ การคำนวณโอกาสในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทั้งที่เป็นไปตามพันธุศาสตร์เมนเดลและส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล แม้เนื้อหาดังกล่าวจะปรากฏเป็นพื้นฐานอยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานสำหรับการศึกษาภาคบังคับ แต่เนื้อหาที่มีทั้งการคำนวณและความเข้าใจในเชิงนามธรรมส่งผลให้จัดเป็นกลุ่มเนื้อหาที่ยากสำหรับทั้งนักเรียนในการเรียนรู้และสำหรับครูในการสอน ทำให้คะแนนในหัวข้อนี้ต่ำกว่าหัวข้ออื่น ๆ (จิตตินันท์ สาตะนิมิ, 2550; สุปราณี หัวดอน, 2563, Hoppe, 2013; Karagöz & Çakir, 2011) นอกจากทักษะทางคณิตศาสตร์ที่อาจเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของนักเรียนแล้ว อีกสาเหตุหนึ่ง คือ ความซับซ้อนของมโนทัศน์ที่ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมในห้องเรียนด้วยตนเองได้ทันที (Karagöz & Çakir, 2011; Lee, 2022) การทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้มีการสืบสอบหรือมีประสบการณ์ตรงประกอบกับการใช้แบบฝึกหัดจะช่วยให้นักเรียนได้ลดภาระทางการเรียนรู้ในการทำความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมและแก้ไขปัญหาความยากในเนื้อหาพันธุศาสตร์ได้ (Adelana et al., 2023; Avena & Knight, 2019; Chu, 2008; Hoppe, 2013)

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนอำนวยศิลป์ เป็นกลุ่มนักเรียนที่คละความสามารถ โดยจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ในระหว่างคาบเรียน แต่จะเริ่มแสดงปฏิสัมพันธ์เมื่อมีกิจกรรมการเรียนรู้หลักในคาบเรียน นอกจากนี้ในการสอนเรื่องพันธุศาสตร์สำหรับรายวิชาชีววิทยาพบว่า ปัญหาหลักของความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ คือ นักเรียนไม่สามารถเขียน เริ่มการแสดง

วิธีทำได้เนื่องจากไม่แน่ใจถึงความหมายของคำและวิธีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่โจทย์กำหนดให้มา จึงพบข้อความสั้น ๆ ที่เขียนตัวอักษรแทนจีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตที่โจทย์กำหนดให้เท่านั้น

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator โดยนำอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายมาจำลองการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีพื้นฐานมาจากหลักของความน่าจะเป็นร่วมกับการใช้แบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองที่แสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้นและฝึกฝนทักษะการเขียนแสดงวิธีทำจนเกิดความเชี่ยวชาญในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนอำนวยศิลป์

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย: กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนอำนวยศิลป์ ปีการศึกษา 2568 จำนวน 9 คน

3.2 ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator ร่วมกับแบบฝึกหัด
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.3 ระยะเวลา: ระหว่างเดือนตุลาคม 2568 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 กิจกรรมการเรียนการสอนพันธุศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาพันธุศาสตร์ในปัจจุบันเผชิญกับความท้าทายเนื่องจากเนื้อหามีความเป็นนามธรรมและซับซ้อน ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการในระดับต่าง ๆ ขององค์ประกอบทางชีวภาพที่ผู้เรียนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า การจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่เน้นการบรรยายและการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สูตรในการคำนวณมักส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์จริงได้ (Banet & Ayuso, 1999) จึงมีงานวิจัยที่พยายามปรับเปลี่ยนสู่การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น การเรียนรู้บนฐานปัญหา (Problem-Based Learning) ซึ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงและอภิปัญญา (Galeza, 2025) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es Inquiry) ยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการปฏิบัติจริง (Hands-on Activities) เช่น การสร้างแบบจำลองโครโมโซมจากวัสดุอุปกรณ์หรือเกมพันธุศาสตร์ เพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมให้เห็นภาพรูปธรรมชัดเจนยิ่งขึ้น (สุปราณี หัวดอน, 2563) รวมทั้งการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เช่น เทคนิค STAD มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-Efficacy) และบรรยากาศการเรียนรู้ที่ช่วยเหลือกันผ่านการอภิปรายกลุ่มควบคู่ไปกับการใช้ใบงานกิจกรรมที่ทำหน้าที่เป็น พี่เลี้ยง ช่วยจัดระบบความคิดและประคองการเรียนรู้ อย่างเป็นขั้นตอน (Ari & Sadi, 2019) อย่างไรก็ตาม กุญแจสำคัญของการสอนพันธุศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพคือการส่งเสริมการคิดเชิงระบบ (System Thinking) โดยผู้สอนต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระดับโมเลกุล (DNA/ยีน) ระดับเซลล์ (การแบ่งเซลล์) และระดับ

สิ่งมีชีวิต (ลักษณะปรากฏ) ให้เชื่อมโยงกัน เพื่อให้ผู้เรียนก้าวข้ามการท่องจำเชิงกลไกไปสู่ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่แท้จริง (Machová & Ehler, 2023)

4.2 ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหา (Problem Solving) ถูกนิยามว่าเป็นกระบวนการตัดสินใจเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในสภาวะที่ขั้นตอนหรือแนวทางการคิดเพื่อหาคำตอบยังมีความไม่แน่นอน ในบริบทของชีววิทยา การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมทางปัญญาระดับสูง ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องสร้างแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) โดยการนำความรู้เดิมมาบูรณาการเข้ากับสถานการณ์ใหม่เพื่อหาแนวทางไปสู่คำตอบ (Avena & Knight, 2019; Avena et al., 2021)

การแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้และองค์ประกอบด้านกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ ประกอบด้วย (1) ความรู้เฉพาะทาง คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชาพันธุศาสตร์ เช่น นิยามและหลักการทางพันธุศาสตร์ (2) ความรู้ทั่วไป คือ ความรู้ที่ประยุกต์ใช้ได้ข้ามบริบท เช่น การอ่านและการตีความโจทย์ และ (3) ความรู้เชิงกลยุทธ์ คือ การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับประเภทของโจทย์

2. องค์ประกอบด้านกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย (1) การสังเกตข้อมูลสำคัญเพื่อระบุประเภทของปัญหา (2) การวางแผนและการตรวจสอบความถูกต้อง (3) การลงมือทำ เช่น การนำข้อมูลมาใช้ การคำนวณ และการวาดแผนภาพประกอบ และ (4) การใช้เหตุผล คือ การสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

การแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากวิชาคำนวณอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์หรือคณิตศาสตร์ในหลายมิติ (ทรงธรรม ควรสุวรรณ, 2555; Avena et al., 2021) เช่น พันธุศาสตร์เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในหลายระดับพร้อมกัน ตั้งแต่ระดับโมเลกุล (DNA) เซลล์ สิ่งมีชีวิต ไปจนถึงระดับประชากร เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและเป็นเรื่องของความน่าจะเป็น ทำให้มีความซับซ้อนสูงกว่าโจทย์ในวิชาอื่น นอกจากนี้พันธุศาสตร์ต้องการการคิดในมิติที่เฉพาะเจาะจง เช่น การคิดเชื่อมโยงระหว่างรุ่น และการคิดย้อนกลับจากผลไปหาเหตุ เช่น จากฟีโนไทป์ของรุ่นลูกย้อนไปหาจีโนไทป์ของรุ่นพ่อ-แม่ ซึ่งยากกว่าการคิดจากเหตุไปผล

การแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์อาศัยความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง แอลลีล ซึ่งเป็นจุดที่ผู้เรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือเข้าใจไม่สมบูรณ์มากที่สุด โดยนักเรียนที่ประสบความสำเร็จจะใช้ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์เป้าหมายและวิธีการ เพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง ปัญหาเหล่านี้มีรากฐานมาจากการสอนแบบเน้นบรรยายที่ทำให้เนื้อหาดูเป็นนามธรรมและเข้าถึงยาก การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es ร่วมกับกิจกรรมลงมือปฏิบัติจริงจึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปลี่ยนมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมและส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างมีระบบ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

5.2 เครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1.1 ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator ซึ่งประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่

1.1.1 Mendel Law

1.1.2 Mendelian Genetics

1.1.3 Extension of Mendelian Genetics

1.2 แบบฝึกหัดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 2 แบบฝึกหัด ซึ่งแต่ละแบบฝึกหัดประกอบด้วย ข้อคำถามชนิดแสดงวิธีทำอย่างละเอียด จำนวน 10 ข้อ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน และแบบทดสอบวัดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับการทำแบบฝึกหัด ประกอบด้วย ข้อคำถามชนิดแสดงวิธีทำอย่างละเอียด ซึ่งแต่ละแบบทดสอบมีลักษณะข้อคำถามที่ไม่เหมือนกัน

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับการทำแบบฝึกหัด จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

3.2 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง Mendel Law (เวลา 2 ชั่วโมง) โดยการสุ่มหยิบลูกปัดเพื่อจำลองการแยกและการรวมกลุ่มอย่างอิสระของยีนตามกฎของเมนเดล

3.3 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง Mendelian Genetics (เวลา 1 ชั่วโมง) โดยโยนเหรียญหรือหยิบลูกปัดเพื่อกำหนดลักษณะของตุ๊กตาหมีรุ่นพ่อ-แม่และคำนวณความน่าจะเป็นของรุ่นลูก แล้วผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นไปตามพันธุศาสตร์เมนเดล

3.4 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง Extension of Mendelian Genetics (เวลา 2 ชั่วโมง) โดยลักษณะกิจกรรมคล้ายกับกิจกรรมในข้อที่ 3.3 แล้วผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

3.5 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับการทำแบบฝึกหัด จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจาก 3 แหล่งเพื่อใช้ในการสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. บันทึกหลังจัดการเรียนการสอนก่อนจะนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอนในแผนถัดไป เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการสอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

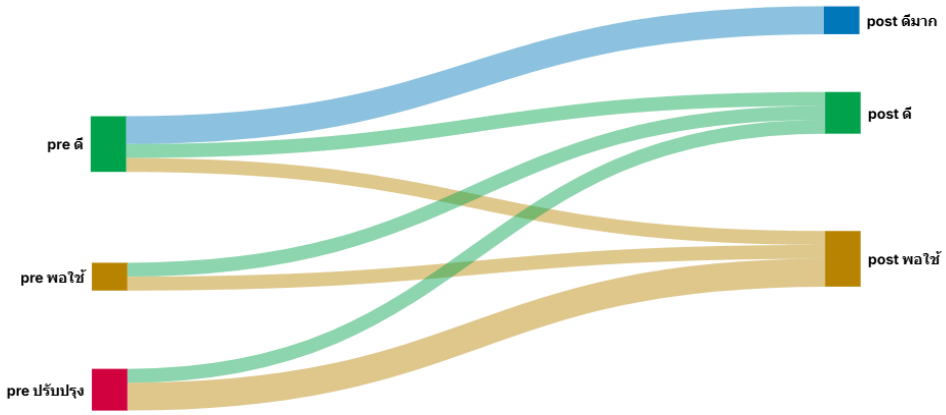
2. นำผลการประเมินจากแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับแบบฝึกหัดของกลุ่มเป้าหมายมาคิดเป็นร้อยละแล้วแปลผลเป็นระดับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ 4 ระดับ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นจึงนำไปสร้างแผนภาพแสดงการไหลเพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียน

3. วิเคราะห์การเขียนตอบใบงานหรือแบบฝึกหัดของนักเรียนโดยเฉพาะข้อคำถามที่ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับแบบฝึกหัด

การวิจัยในครั้งนี้ให้นักเรียนใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง Teddy Family Simulator ร่วมกับแบบฝึกหัดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน พบว่านักเรียนมีระดับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ที่สูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีโดยนักเรียนมีคะแนนร้อยละเฉลี่ยหลังเรียน (M = 55.52, SD = 24.35) สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน (M = 38.89, SD = 19.25) ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการที่แตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการไหลของระดับทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับแบบฝึกหัด

จากภาพที่ 1 การใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับแบบฝึกหัดช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนให้มีพัฒนาการที่สูงขึ้นได้ โดยนักเรียนกลุ่มที่เริ่มต้นในระดับปรับปรุงและระดับพอใช้ส่วนใหญ่สามารถยกระดับทักษะขึ้นมาอยู่ในระดับดี ขณะที่กลุ่มที่มีพื้นฐานในระดับดีส่วนใหญ่สามารถพัฒนาขึ้นสู่ระดับดีมากหลังการเรียนรู้ แต่มีนักเรียน 1 คนที่มีพัฒนาการถดถอยจากระดับดีสู่ระดับพอใช้

6.2 ผลการวิเคราะห์พัฒนาการทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนจากใบงานระหว่างการทดลอง

ระหว่างการทำชุดกิจกรรมทั้ง 3 ชุด ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนทำใบงานจำนวน 2 ใบงาน ได้แก่ ใบงานการแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์เมนเดล และใบงานการแก้โจทย์ปัญหาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล หลังจากผู้วิจัยวิเคราะห์การเขียนแสดงวิธีทำของนักเรียน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

6.2.1 องค์ประกอบด้านความรู้

นักเรียนพัฒนาการทำความเข้าใจกฎของเมนเดลไปสู่การเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น ความเด่นไม่สมบูรณ์ ความเด่นร่วม มัลติเพิลแอลลีล และขยายองค์ความรู้สู่พอลิยีน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมแบบต่อเนื่อง นอกจากนี้นักเรียนยังมีพัฒนาการจากการใช้สัญลักษณ์ตัวอักษรเดียวในแบบฝึกหัดแรก ไปสู่การใช้สัญลักษณ์ที่เป็นสากลและซับซ้อนขึ้น เช่น การใช้ตัวอักษรยกกำลัง การระบุแอลลีลบนโครโมโซมเพศ



6.2.2 องค์ประกอบด้านกระบวนการแก้ปัญหา

1) นักเรียนเน้นกระบวนการหาคำตอบตามลำดับ P ⟶ Gamete ⟶ F_1 ในแบบฝึกหัดแรกและนักเรียนเริ่มใช้การคิดเชิงตรรกะและการวิเคราะห์ย้อนกลับ โดยเฉพาะในการวิเคราะห์พันธุประวัติ เพื่อระบุจีโนไทป์ของบุคคลในครอบครัวและการใช้เหตุผลทางพันธุศาสตร์เพื่อปฏิเสธหรือยืนยันความเป็นพ่อแม่จากหมู่เลือด

2) นักเรียนพัฒนาจากการใช้ตารางพันเนตต์ (Punnett Square) ขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว มาสู่การใช้กฎการคูณและกฎการบวกเพื่อหาโอกาสเกิดเหตุการณ์หลายอย่างพร้อมกัน เช่น การคำนวณโอกาสที่ลูก 4 คนจะปกติทั้งหมด โดยใช้เลขยกกำลัง $(3/4)^4$ หรือการแยกพิจารณายีนทีละตำแหน่งในโจทย์ที่มีหลายโลคัสเพื่อลดความผิดพลาด

3) นักเรียนมีพัฒนาการในการนำข้อมูลดิบ (จำนวนต้นหรือร้อยละ) มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎี เช่น การแปลงจำนวนต้น 90:33 เป็นอัตราส่วน 3:1 เพื่อยืนยันจีโนไทป์ของรุ่นพ่อแม่

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า นักเรียนมีคะแนนร้อยละเฉลี่ยของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรมร่วมกับแบบฝึกหัดสูงขึ้นและมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดี

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่พบ ผู้วิจัยได้สืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและอภิปรายสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนร้อยละเฉลี่ยสูงขึ้น ดังนี้

7.2.1 ประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงรุกและสื่อประคองการเรียนรู้

ความสำเร็จในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Galeza (2025) ที่ระบุว่าการใช้แผ่นงานกิจกรรมทำหน้าที่เป็น พี่เลี้ยง หรือตัวช่วยประคองการเรียนรู้ที่จัดระบบความคิดให้เป็นขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุปราณี หัวดอน (2563) ที่ยืนยันว่ากิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติจริงบนฐานการสืบเสาะ 5Es ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

7.2.2 การเปลี่ยนมโนทัศน์นามธรรมให้เป็นรูปธรรม

พันธุศาสตร์เป็นวิชาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูงที่ยากต่อการทำความเข้าใจ การใช้ชุดกิจกรรมจำลองอย่าง Teddy Family Simulator ช่วยให้นักเรียนได้เห็นกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมผ่านการปฏิบัติจริง ซึ่ง Machová และ Ehler (2023) ชี้ว่าการใช้แบบจำลองหรือการแสดงภาพ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างยีน โครโมโซม และการแสดงออกของลักษณะ

7.2.3 พัฒนาการจากกระบวนการแก้โจทย์เชิงกลไกสู่ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

ผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนพัฒนาจากการใช้ตารางพันเนตต์เพียงอย่างเดียว ไปสู่การใช้กฎการคูณและกฎการบวก สะท้อนถึงการก้าวข้ามการแก้โจทย์แบบเชิงกลไก (Mechanical Application) ที่ Karagöz และ Çakir (2011) ระบุว่าเป็นอุปสรรคสำคัญของผู้เรียนส่วนใหญ่สู่การมียุทธวิธีอภิปัญญา (Metacognitive Strategies) และทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นคุณลักษณะของผู้ที่ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์

7.2.4 สาเหตุของพัฒนาการที่ถดถอย

กรณีนักเรียนที่มีพัฒนาการถดถอยในงานวิจัยนี้ อาจอธิบายได้ด้วยข้อค้นพบของ Banet & Ayuso (2000) ที่ว่าหากผู้เรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนพื้นฐาน การพยายามแก้โจทย์ที่มีความประยุกต์มากขึ้นโดยใช้วิธีการที่ท่องจำมาจะทำให้เกิดความสับสนเมื่อสถานการณ์โจทย์เปลี่ยนไป ดังนั้น การปูพื้นฐานความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ให้ดีก่อนการแก้โจทย์จึงเป็นสิ่งสำคัญ

7.2.5 การส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเอง

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติและการมีส่วนร่วม ไม่เพียงแต่พัฒนาความรู้แต่ยังช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียนด้วย สอดคล้องกับที่ Ari และ Sadi (2019) พบว่าการเรียนแบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้เชิงรุกส่งผลเชิงบวกต่อเจตคติและความมั่นใจในการเรียนวิชาชีววิทยาซึ่งเป็นปัจจัยเกื้อหนุนให้นักเรียนกล้าเผชิญกับโจทย์ปัญหาที่ท้าทายมากขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรแบ่งกิจกรรมในแต่ละชุดให้มีความเหมาะสมต่อเวลาและความรู้พื้นฐานของนักเรียนเพื่อให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ก่อนเรียนในเรื่องถัดไปที่ต้องใช้ความรู้เดิม

2. ผู้สอนสามารถเปลี่ยนสิ่งชีวิตจำลองอื่น ๆ แทนตุ๊กตาหมีเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนตามบริบทของสถานที่และช่วงเวลา

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบูรณาการหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น หรือนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น กระบวนการแก้ปัญหาโพลยา ในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางพันธุศาสตร์

9. เอกสารอ้างอิง

Adelana, O. P., Akinsulure, A. O., Ajose, M. A., & Ishola, A. M. (2023). Perceptions of genetics difficulty among science students. *Journal of Science and Mathematics Letters, 11*(1), 51–58. https://doi.org/10.37134/jsml.vol11.1.7.2023

Arı, D., & Sadi, Ö. (2019). Effectiveness of cooperative learning on students achievement in genetics, self-efficacy and conceptions of learning biology. *i.e.: inquiry in education*, *11*(2), Article 4,. https://digitalcommons.nl.edu/ie/vol11/iss2/4

Avena, J. S., & Knight, J. K. (2019). Problem solving in genetics: Content hints can help. *CBE—Life Sciences Education, 18*(2), ar23. https://doi.org/10.1187/cbe.18-06-0093

Avena, J. S., McIntosh, B. B., Whitney, O. N., Wiens, A., & Knight, J. K. (2021). Successful problem solving in genetics varies based on question content. *CBE—Life Sciences Education*, 20(3), ar42. https://doi.org/10.1187/cbe.21-01-0016,.

Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313–351.

Chu, Y. C. (2008). *Learning difficulties in genetics and the development of related attitudes in Taiwanese junior high schools*. Doctoral dissertation, University of Glasgow.

Galeza, E. T. (2025). Evaluating the effectiveness of suggested learning activity sheets and problem-based learning in teaching of Non-Mendelian law: Enhancing conceptual understanding, problem-solving, and critical thinking skills. *Pantao (The International Journal of the Humanities and Social Sciences), 4*(3), 3641-3647. http://doi.org/10.69651/PIJHSS0403334

Hoppe, S. (2013). *Using hands-on models, problem solving, and inquiry based activities to teach genetics.* Master's thesis, Michigan State University.

Karagöz, M., & Çakir, M. (2011). Problem solving in genetics: Conceptual and procedural difficulties. *Educational Sciences: Theory & Practice,* 11(3), 1668–1674.

Lee, S., & Byun, T. (2022). Understanding high school students' errors in solving genetic problems. *International Journal of Science Education*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2068205

ทรงธรรม ควรสุวรรณ. (2555). *ผลการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชารัฐธรรมคุณ จังหวัดลำปาง* [การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุปราณี หัวดอน. (2563). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะหาความรู้ 5Es*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐานส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สุนทร โชครื่นเริง
โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ จังหวัดสกลนคร
Email: kruchem22@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ จำนวน 89 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 3) แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา 1) มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมมีความพึงพอใจระดับมาก

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานบริบทท้องถิ่น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ที่มาและความสำคัญ

การเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน มีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยายแต่ผู้เดียว เป็นการใช้เทคโนโลยีควบคู่ไปกับการสอน และผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะที่สำคัญและจำเป็นอยู่เสมอ ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการใช้ชีวิตอย่างมีความสุข การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในลักษณะองค์รวม มองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละวิชาและสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์เข้าไว้ด้วยกันอย่างมีความหมาย ก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน มีคุณธรรมจริยธรรมที่ดีงาม (จิรชพรรณ ชาญช่าง, 2561) การเรียนรู้แบบสืบเสาะ7 ขั้น เป็นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานวิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

เป็นรูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มพูนความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม (ดุษฎี โยเหลา และคณะ, 2557) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายและสามารถนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ เป็นวิธีการ ที่ส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีศึกษาค้นคว้า รู้จักการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การให้การดูแลให้คำปรึกษาของครู ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ได้ประมวลความรู้และความสามารถตลอดกระบวนการอย่างครบถ้วน ก่อให้เกิดความรู้ ความคิด การประดิษฐ์ การคิดค้นและการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ เป็นการนำความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวันอย่างแท้จริง

ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีกับการแก้ปัญหา เป็นเนื้อหาที่เรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะและโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการเรียนรู้ โดยนำความรู้ทางเคมีมาใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาต่อยอดโครงงานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ของปีการศึกษา 2566 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและทักษะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง จากการศึกษาค้นคว้า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการสืบค้น ค้นหาและลงมือปฏิบัติจริงและการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง โดยใช้ปัญหาในท้องถิ่นมาเป็นฐานเรียนรู้ผ่านโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบยั่งยืนได้ จากข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าครูผู้ปฏิบัติการเรียนรู้จึงได้ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทเป็นฐานนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและทักษะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา



3. ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย: กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 89 คน

ตัวแปร:

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐานเรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา

ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2) ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3) ความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้

ระยะเวลา: ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 (ระหว่างเดือนตุลาคม 2568 ถึงกุมภาพันธ์ 2569)

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ Piaget (1972) กล่าวถึง พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ความคิดของมนุษย์ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ประการ 1) กระบวนการดูดซึม เป็นการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิม และ 2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองจะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการแสวงหาความรู้ การใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหา เพื่อสร้างผลงานหรือชิ้นงาน ทั้งนี้ ผู้เรียนอาจเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานเป็นทีม ได้ร่วมมือร่วมใจในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่มและเกิดผลสำเร็จร่วมกัน (Bell, S., 2010)

4.3 ความหมายของการจัดการการเรียนรู้โดยใช้บริบทท้องถิ่นเป็นฐาน

Bennett (2005) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนโดยใช้บริบทในชีวิตประจำวันของตัวนักเรียนที่สามารถนำมาอธิบายเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ง่ายขึ้น เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย: ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 1 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

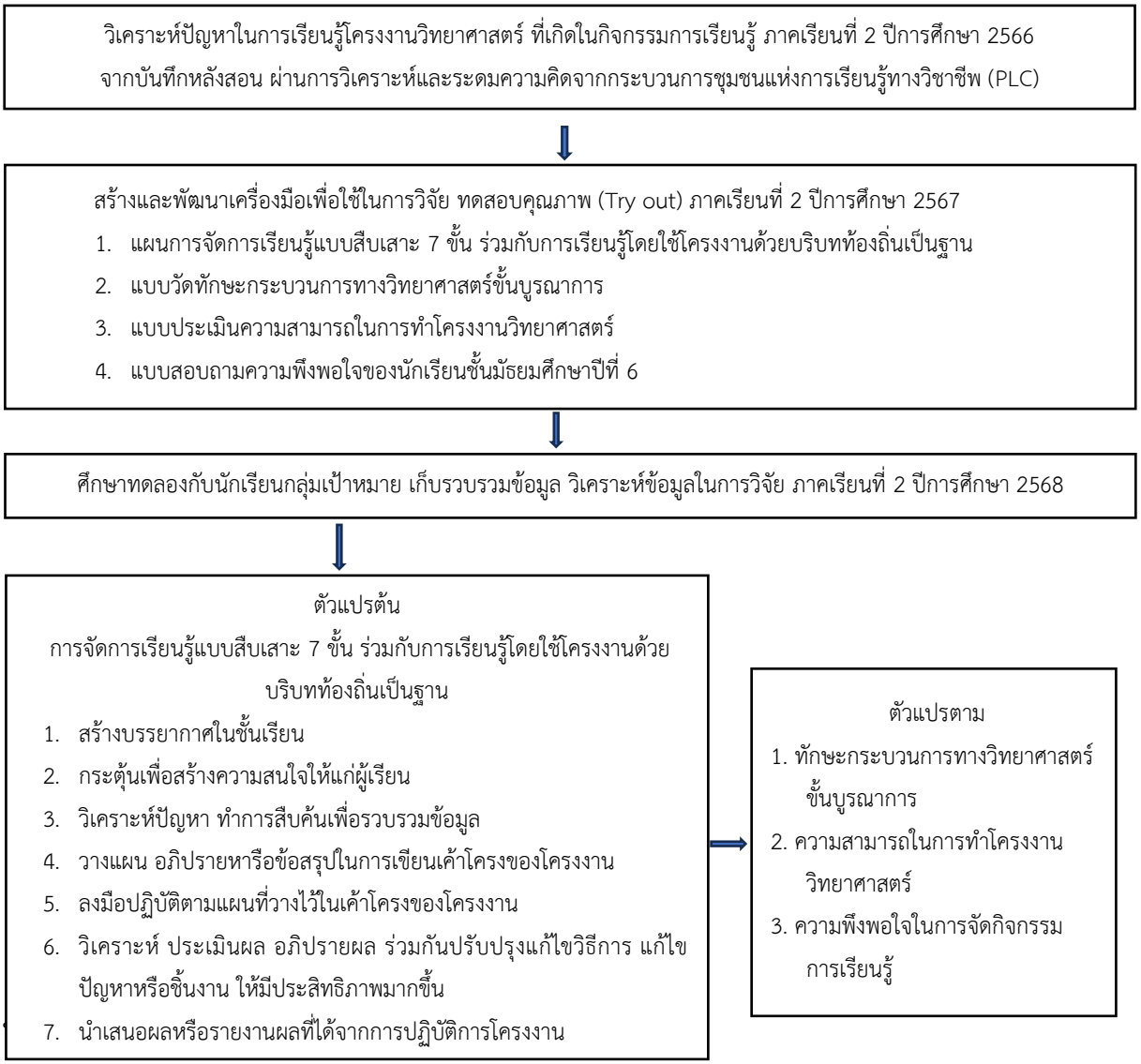
ตารางที่ 1 แบบแผนการศึกษาวิจัย

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนเรียน	การจัดการเรียนรู้	ทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

E หมายถึง กลุ่มทดลอง. T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

5.2 กรอบแนวคิดวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

5.3 เครื่องมือที่ใช้วิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 แผน

2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 60 ข้อ

3. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 25 ข้อคำถาม

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตามสาขาที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน มีคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้รายแผนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 – 4.97 และโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพทั้งรายแผนและโดยรวม ในระดับมากที่สุด และมีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 81.29/80.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้

2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Content Validity: I-CVI) และทั้งฉบับ (Scale-Level Content Validity: S-CVI) พบว่า ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (I-CVI) ร้อยละ 80-100 ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI) ร้อยละ 100 ค่าอัตราส่วนความตรงเชิงเนื้อหา (content validity ratio; CVR) เท่ากับ 0.60-1.00 ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน มีค่าสัมประสิทธิ์โคเฮนแคปปา (K) เท่ากับ 0.76-1.00 ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินมีความสอดคล้องกันที่เหมาะสมทุกข้อคำถามระดับดีเยี่ยม ค่าดัชนีความยากของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายข้อ มีค่าคะแนนระหว่าง 0.56 – 0.79 เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมิน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สามารถนำมาใช้เป็นแบบทดสอบได้

3) แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (I-CVI) ร้อยละ 80-100 ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI) ร้อยละ 99 ค่าอัตราส่วนความตรงเชิงเนื้อหา (CVR) เท่ากับ 0.60-1.00 ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน มีค่าสัมประสิทธิ์โคเฮนแคปปา (K) เท่ากับ 0.76-1.00 ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินมีความสอดคล้องกันที่เหมาะสมทุกข้อคำถามระดับดีเยี่ยม ค่าดัชนีความยากของแบบทดสอบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์รายข้อ มีค่าคะแนนระหว่าง 0.56 – 0.79 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ทุกข้อสามารถเป็นแบบทดสอบได้

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (I-CVI) ร้อยละ 100 ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI) ร้อยละ 100 เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา สามารถนำมาเป็นแบบสอบถามได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นเตรียมก่อนเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1.1. เลือกกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 89 คน

1.2 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ชี้แจงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา ข้อตกลงเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอน พร้อมทั้งวิธีการวัดและประเมินผล

1.3 กำหนดปฏิทินการศึกษา โดยศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ใช้เวลาทั้งสิ้น 20 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวม 60 คาบ

2. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการศึกษาตามกำหนดการในปฏิทินดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา ที่สร้างขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและแบบทดสอบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น

2.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา และประเมินผลการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 14 แผน

2.3 จัดการเรียนรู้การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามหัวข้อในบริบทของกลุ่มที่เสนอปัญหาในท้องถิ่นเป็นฐานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารใบงานแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบกลุ่ม (ค 68-6-01 ถึง ค 68-6-11) โดยมีหลักการปฏิบัติ ดังนี้

2.3.1 เอกสารใบงานแบบฝึกการทำโครงงานแบบกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่าเป็นเอกสารที่มีข้อมูลถูกต้อง สมบูรณ์ สามารถนำไปเป็นข้อมูลของรูปเล่มรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อการนำเสนอได้

2.3.2 เอกสารใบงานการฝึกทำโครงงานแบบกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน (ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 80) สมาชิกกลุ่มโครงงานและครูผู้สอน (ที่ปรึกษาโครงงาน) จะร่วมกันวิเคราะห์ความผิดพลาดและพิจารณาข้อมูลที่ถูกต้อง ครูผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำ แก้ไข จนกว่าข้อมูลจะผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 80 จึงสามารถนำไปเป็นข้อมูลของรูปเล่มรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

2.4 สังเกตกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยดำเนินการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูผู้สอน พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการบันทึกเป็นวีดีโอ จากนั้นนำข้อมูลจากการสังเกตในบันทึกวีดีโอ และบันทึกหลังการสอนของครู ใบงาน ใบกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อสังเกตที่ได้

2.5 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและแบบทดสอบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้น

2.6 ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (Percentage) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test Dependent)

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (Percentage) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test Dependent)

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (Percentage)

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แยกตามทักษะและโดยรวม

ทักษะ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$		S.D.	
			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
การตั้งสมมติฐาน	89	10	4.81	8.30	1.98	1.09
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	89	10	3.99	7.83	1.66	0.97
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	89	10	4.20	8.61	2.06	0.94
การทดลอง	89	10	4.52	8.42	1.84	0.94
การคำนวณ	89	10	4.31	7.98	1.90	0.95
การสร้างแบบจำลอง	89	10	5.96	8.38	2.22	0.83
โดยรวม	**89**	**60**	**27.79**	**49.52**	**7.85**	**4.03**

หมายเหตุ *นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แยกตามทักษะและโดยรวม พบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐาน คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.81 (S.D.=1.98) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 8.30 (S.D.=1.09) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.81 (S.D.= 1.98) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 7.83 (S.D.=0.97) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.20 (S.D.=2.06) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 8.61 (S.D.=0.94) ทักษะการทดลอง คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.52 (S.D.=1.84) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 8.42 (S.D.=0.94) ทักษะการคำนวณ คะแนนก่อนเรียน



เฉลี่ยเท่ากับ 4.31 (S.D.=1.90) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 7.98 (S.D.=0.95) ทักษะการสร้างแบบจำลอง คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 5.96 (S.D.=2.22) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 8.38 (S.D.=0.83) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (โดยรวม) คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 27.79 (S.D.=7.85) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 49.52 (S.D.=4.03) คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อพิจารณา ค่า Sig มีค่าน้อยกว่า 0.00 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยรวม

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.
ก่อนจัดการเรียนรู้	89	30	12.87	2.85
หลังจัดการเรียนรู้	89	30	24.04	2.71

หมายเหตุ *นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 คะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยรวม คะแนนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 12.87 (S.D.=2.85) คะแนนหลังเรียนรู้ เฉลี่ยเท่ากับ 24.04 (S.D.=2.71) ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวม ค่า t เท่ากับ 38.95 เมื่อพิจารณา ค่า Sig มีค่าน้อยกว่า 0.00 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4 คะแนนการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

เนื้อหา	$\bar{x}$	S.D.	ประเมินผล
ด้านที่ 1 เนื้อหาและบริบท (Context)	4.32	0.87	มาก
ด้านที่ 2 กระบวนการเรียนรู้	4.53	0.68	มากที่สุด
ด้านที่ 3 บทบาทครูผู้สอน	4.32	0.75	มาก
ด้านที่ 4 สื่อและอุปกรณ์	4.12	0.93	มาก
ด้านที่ 5 ผลลัพธ์การเรียนรู้	4.13	1.00	มาก
โดยภาพรวม	**4.32**	**0.83**	**มาก**

จากตารางที่ 4 คะแนนการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา โดยรวม มีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.32, S.D. = 0.83) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจระดับ มากที่สุด ได้แก่ ด้านกระบวนการเรียนรู้ ($\bar{x}$ = 4.53, S.D. = 0.68) และ มีความพึงพอใจระดับ

มาก ได้แก่ ด้านเนื้อหาและบริบท ($\bar{X}$ = 4.32, S.D. = 0.87) ด้านบทบาทครูผู้สอน ($\bar{X}$ = 4.32, S.D. = 0.75) ด้านผลลัพธ์การเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.13, S.D. = 1.00) และ ด้านสื่อและอุปกรณ์ ($\bar{X}$ = 4.12, S.D. = 0.93)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา สรุปไว้ว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$= 49.52, S.D. = 4.03) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 27.79, S.D. = 7.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$= 24.04, S.D.= 2.71) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$= 12.87, S.D.= 2.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวม มีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{X}$= 4.32, S.D. = 0.83)

อภิปรายผล

จากสรุปผลการศึกษา 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวม มีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระดับมาก แสดงว่า การจัดการเรียนแบบรู้สืบเสาะ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนรู้โดยโครงงานด้วยบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน ส่งเสริมให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระดับมาก เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีกระบวนการที่ค่อนข้างชัดเจนและขั้นตอนมีความต่อเนื่อง (Eisenkraft, A., 2003) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง (Piaget, J., 1972) นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความคิดของตนเองกับกิจกรรมที่จัดเตรียมในชั้นเรียนโดยมีรายละเอียดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการพัฒนาองค์ความรู้และทักษะผ่านภาระงาน ซึ่งจะกระตุ้นความอยากรู้ของผู้เรียนและเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยใช้คำถามสำคัญเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะการสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น (Dewey, J., 1938) ผู้เรียนมีปัญหาจึงต้องรวบรวม นำมาวิเคราะห์ทดสอบเพื่อแก้ปัญหาจากบริบทท้องถิ่นที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน (Gilbert, J. K., 2006) ผู้เรียนจะนำความรู้จากชั้นเรียนมาบูรณาการในการแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบเป็นกระบวนการค้นพบที่นำไปสู่การเรียนรู้ ผู้เรียน



จะเกิดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Vygotsky, L. S., 1978) และทักษะการจัดการซึ่งมีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนมีเหตุผล ทำงานอย่างมีระบบ คิดวิเคราะห์และสรุปอย่างมีกฎเกณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ควรให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความสามารถในการทำโครงงานโดยใช้สถานการณ์ปัญหาในท้องถิ่น ด้วยแบบฝึกที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการแสดงออกในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการคำนวณ มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าทักษะอื่น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการคำนวณให้มีความละเอียดรอบคอบทุกขั้นตอน เพื่อส่งเสริมทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการคำนวณให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จิรชพรรณ ชาญช่าง. (2561). *ผลของการใช้ชุดการเรียนรู้ผ่านแท็บเล็ตร่วมกับแนวคิดเกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดุษฎี โยเหลา และคณะ. (2557). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุด ความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ ความสำเร็จของโรงเรียนไทย.* ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ์.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House:* A *Journal of Educational Strategies*, 83(2), 39–43.

Bennett, J. (2005). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1521–1547. https://doi.org/10.1080/09500690500152608

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher,* 70(6), 56–59.

Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education,* 28(9), 957–976. https://doi.org/10.1080/09500690600702470

Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460–469.

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสิ่งมีชีวิตรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน

อนุโณทัย บุญลูน
โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 1
Email: Puterplangton@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model และ (3) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน จำนวน 41 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.63/82.85 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก พัฒนาความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์ และยกระดับทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนระดับประถมศึกษา

คำสำคัญ : SCI-MAP Model ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์

1. ที่มาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ การพัฒนาเทคโนโลยี และการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมิได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียนจดจำข้อเท็จจริงหรือองค์ความรู้ แต่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสังเกต ตั้งคำถาม สืบค้นข้อมูล อธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐาน คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมิน PISA 2022 พบว่า นักเรียนไทยเพียงร้อยละ 47 มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป และผลการประเมินด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์ลดลงจากรอบการประเมินที่ผ่านมา สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทักษะด้านภาษา การคิด และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ (OECD, 2023)

การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนดังกล่าวสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561–2580 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งมุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นคนดี คนเก่ง มีคุณภาพ และพร้อมสำหรับวิถีชีวิตในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะ การคิดขั้นสูง การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560; สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561) นอกจากนี้ แผนปฏิบัติราชการระยะ 5 ปี พ.ศ. 2566–2570 และนโยบายและจุดเน้นของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานยังมุ่งยกระดับคุณภาพผู้เรียน ลดความเหลื่อมล้ำ ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก และจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน , 2566, 2567) แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน ซึ่งกำหนดเป้าหมายในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาการอ่าน การเขียน การคิดวิเคราะห์ และส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เหมาะสมกับบริบทและความหลากหลายของผู้เรียน (โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน, 2566)

โรงเรียนวัดช่างเคี่ยนตั้งอยู่ในชุมชนเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ผู้เรียนส่วนหนึ่งมีบริบททางภาษาและสังคมที่หลากหลาย โดยนักเรียนจำนวนมากใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง และมีข้อจำกัดด้านการอ่าน การเขียน การสื่อสารเชิงวิชาการ ตลอดจนโอกาสในการเรียนรู้จากธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตจริง ข้อจำกัดดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการอ่านคำศัพท์ ทำความเข้าใจเนื้อหา บันทึกผลการสังเกต อธิบายเหตุผล และสรุปองค์ความรู้จากหลักฐาน

ตารางที่ 1 ร้อยละของการประเมินการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564-2565 (ที่มา : งานวัดผลโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน ปีการศึกษา 2564–2565)

ความสามารถ	คะแนนเต็ม	ร้อยละของนักเรียนที่ได้			
		ปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก
การอ่านออกเสียง	50	5.57	57.70	23.46	13.27
การอ่านรู้เรื่อง	30	18.78	41.85	25.49	13.88
การเขียน	20	43.68	21.48	21.72	13.12
ปีการศึกษา 2564	**100**	**22.68**	**40.34**	**23.56**	**13.42**
ความสามารถ	**คะแนนเต็ม**	**ร้อยละของนักเรียนที่ได้**			
		ปรับปรุง	**พอใช้**	**ดี**	**ดีมาก**
การอ่านออกเสียง	50	18.64	55.17	14.84	11.35
การอ่านรู้เรื่อง	30	16.11	40.99	28.45	14.45
การเขียน	20	50.07	33.26	9.98	6.69
ปีการศึกษา 2565	**100**	**28.27**	**43.14**	**17.76**	**10.83**

ข้อมูลการประเมินการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 พบว่า นักเรียนมีผลการเขียนอยู่ในระดับ “ปรับปรุง” สูงถึงร้อยละ 50.07 สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาพื้นฐานด้านภาษาที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในกลุ่มสาระอื่น รวมทั้งวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 ร้อยละของคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ร้อยละของคะแนน
1	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	-	77.00
2	สิ่งมีชีวิตรอบตัว	ว 1.2 ป.4/1 ว 1.3 ป.4/1 ป.4/2 ป.4/3 ป.4/4	66.00
3	แรงในชีวิตประจำวัน	ว 2.2 ป.4/1 ป.4/2 ป.4/3 ว 2.3 ป.4/1	74.00
4	วัสดุและสสาร	ว 2.1 ป.4/1 ป.4/2 ป.4/3 ป.4/4	70.00
5	ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์	ว 3.1 ป.4/3 ป.4/1 ป.4/2	68.00
6	การออกแบบและเทคโนโลยี	ว 4.2 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4, ป.4/5	75.00
	โดยภาพรวม		**71.67**

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 พบว่า คะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 71.67 ขณะที่หน่วยการเรียนรู้เรื่อง “สิ่งมีชีวิตรอบตัว” มีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 66.00 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่สถานศึกษากำหนด (โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน, 2565) เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการสังเกตชั้นเรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนจำนวนหนึ่งยังขาดทักษะการสังเกต การเปรียบเทียบ การจำแนก การตั้งคำถาม และการอธิบายข้อสรุปโดยใช้หลักฐาน อีกทั้งในการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนที่มีความสามารถสูงมักเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมหลัก ขณะที่นักเรียนที่มีข้อจำกัดด้านภาษาหรือมีผลการเรียนต่ำมีส่วนร่วมค่อนข้างน้อย ปัญหาดังกล่าวอาจทำให้ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงเนื้อหา มีส่วนร่วม และพัฒนาทักษะการคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ผลการศึกษาวิจัยในช่วงปี 2021–2025 สนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการช่วยเหลือพยุงการเรียนรู้ด้านภาษาอย่างเหมาะสม สามารถส่งเสริมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ภาษาเชิงวิชาการของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้ การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ อภิปราย สร้างคำอธิบาย และประยุกต์ใช้ความรู้ ยังช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและผลลัพธ์การเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้เชิงรุกและทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Polanin et al., 2024) ขณะเดียวกัน การใช้แผนผังความคิดสามารถช่วยให้ผู้เรียนคัดเลือก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงสาระสำคัญจากการอ่าน ทำให้โครงสร้างความรู้มีความชัดเจนและจดจำได้ง่ายขึ้น (Merchie et al., 2021; Rita et al., 2021)

สำหรับผู้เรียนที่ใช้ภาษาหลักของโรงเรียนเป็นภาษาที่สอง ความสามารถทางภาษาและโอกาสในการใช้ภาษาเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีผลต่อการเข้าถึงเนื้อหา การอธิบายแนวคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การออกแบบกิจกรรมจึงควรบูรณาการการพัฒนาภาษาเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหา ไม่ควรแยกการเรียนภาษาออกจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Aguirre-Muñoz et al., 2021; Boza et al., 2024) อีกทั้งผู้เรียนหลายภาษามีความแตกต่างภายในกลุ่มค่อนข้างสูง แต่สามารถพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อได้รับโอกาส สื่อ และการช่วยเหลือพยุงการเรียนรู้

ที่เหมาะสม (Curran et al., 2024) ข้อค้นพบดังกล่าว จึงชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความหลากหลายด้านภาษาควรออกแบบให้มีทั้งสื่อรูปธรรม โครงสร้างช่วยด้านภาษา การลงมือปฏิบัติ และโอกาสในการสื่อสารความเข้าใจของตนเอง

แม้ว่าจะมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก การสืบเสาะหาความรู้ การอ่านเพื่อการเรียนรู้ และการใช้แผนผังความคิดอย่างแพร่หลาย แต่ยังพบช่องว่างสำคัญ คือ แนวทางเหล่านี้มักถูกนำมาศึกษาหรือใช้แยกส่วน ยังขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการกระตุ้นความรู้เดิม การอ่านเพื่อสร้างองค์ความรู้ การสืบเสาะและลงมือปฏิบัติ การจัดระบบความคิด การประยุกต์ใช้ความรู้ และการสื่อสารนำเสนอเข้าไว้ในกระบวนการเดียวอย่างเป็นลำดับ โดยเฉพาะรูปแบบที่ออกแบบให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สองในบริบทโรงเรียนชุมชนเมือง ช่องว่างดังกล่าวทำให้ครูยังขาดแนวทางที่ชัดเจนในการเชื่อมโยง “การอ่าน การลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสาร” ให้ส่งเสริมกันอย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้เดียว

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model โดยสังเคราะห์จากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้จากการอ่าน การเรียนรู้อย่างมีความหมาย การใช้แผนผังความคิด และการสร้างความรู้ร่วมกันทางสังคม ประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ 1) Stimulate (S) กระตุ้นความรู้เดิม ความสนใจ และความสงสัยใคร่รู้ 2) Construct (C) สร้างองค์ความรู้จากการอ่านโดยใช้ภาพคำศัพท์สำคัญ และโครงสร้างช่วยอ่าน 3) Investigate (I) สืบเสาะ สำรวจ ทดลอง และสร้างข้อค้นพบจากหลักฐาน 4) Mind Map (M) จัดระบบและเชื่อมโยงองค์ความรู้ 5) Apply (A) ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ และ 6) Present (P) สื่อสาร อภิปราย นำเสนอ และแลกเปลี่ยนข้อค้นพบ โดยรูปแบบดังกล่าวมุ่งให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง ได้รับการพยุงด้านภาษา และสามารถสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์จริงอย่างเป็นขั้นตอน

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model จึงมีความสำคัญในฐานะนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นจากปัญหาและความต้องการของผู้เรียนในบริบทจริง โดยมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “สิ่งมีชีวิตรอบตัว” สูงขึ้น สามารถสังเกต เปรียบเทียบ จำแนก อธิบายเหตุผล และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนลดอุปสรรคด้านภาษาของผู้เรียนที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง สำหรับครูรูปแบบดังกล่าวเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนชัดเจน สามารถปรับใช้สื่อและการพยุงการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และสำหรับสถานศึกษา สามารถนำผลการพัฒนาไปใช้เป็นแนวทางในการยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ ขยายผลผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ และประยุกต์ใช้กับหน่วยการเรียนรู้อื่นเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model

3 เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model



3. ขอบเขตการวิจัย

เนื้อหา รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว14101 หน่วยการเรียนรู้ สิ่งมีชีวิตรอบตัว ตามหลักสูตรแกนกลางฯ พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน จำนวน 35 คน (ทดลองใช้) และ 41 คน (ขยายผล)

ระยะเวลา ปีการศึกษา 2566–2568 ครอบคลุมการศึกษาปัญหา การพัฒนา การทดลองใช้ และการขยายผล

ตัวแปร:

ตัวแปรต้น : ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model

ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตรอบตัว
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบ SCI-MAP Model

จากการศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และประสบปัญหาด้านการอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนจำนวนมากใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง การจัดการเรียนรู้แบบบรรยายจึงไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

ผู้วิจัยจึงศึกษาทฤษฎีและแนวคิดทางการศึกษาหลายแนวทาง และสังเคราะห์เป็นฐานในการออกแบบ SCI-MAP Model ได้แก่ Active Learning, Inquiry-Based Learning, Reading-Based Learning, Meaningful Learning และ Mind Mapping โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning

Active Learning เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การอภิปราย การแก้ปัญหา และการสะท้อนความคิด มากกว่าการรับความรู้จากครูเพียงฝ่ายเดียว (Bonwell & Eison, 1991)

Freeman และคณะ (2014) ได้สังเคราะห์งานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ พร้อมทั้งลดอัตราการไม่ผ่านรายวิชาได้มากกว่าการสอนแบบบรรยาย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2564) ระบุว่า Active Learning เป็นแนวทางสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพราะช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน

จากการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่า Active Learning เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนจะได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง จึงนำแนวคิดนี้มาใช้ในการออกแบบทุกขั้นตอนของ SCI-MAP Model โดยเฉพาะ

ขั้น Stimulate, Investigate, Apply และ Present ที่ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Active Learning กับ SCI-MAP Model ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า Active Learning มีความสัมพันธ์กับ SCI-MAP Model ดังนี้

หลักการ Active Learning	**ขั้นของ SCI-MAP**
กระตุ้นความสนใจ	Stimulate
ลงมือปฏิบัติ	Investigate
แลกเปลี่ยนเรียนรู้	Construct
ประยุกต์ใช้	Apply
สะท้อนความคิดและนำเสนอ	Present

จากการวิเคราะห์ พบว่า SCI-MAP Model เป็นการประยุกต์แนวคิด Active Learning ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนระดับประถมศึกษา โดยเพิ่มกระบวนการอ่านสร้างความรู้ (Construct) และการจัดระบบความคิด (Mind Map) ซึ่งเป็นจุดเด่นของนวัตกรรม

4.1.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ Inquiry-Based Learning

Inquiry-Based Learning หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการตั้งคำถาม การสำรวจ การทดลอง การรวบรวมข้อมูล และการอธิบายผลตามหลักฐานเชิงประจักษ์ (National Research Council, 2012)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ระบุว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบค้น ทดลอง ตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผลด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีเหตุผล

OECD (2023) ยังชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนที่มีโอกาสเรียนรู้ผ่าน Inquiry-Based Learning มีระดับ Scientific Literacy สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบเน้นการบรรยาย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Inquiry กับ SCI-MAP Model

ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า Inquiry-Based Learning เป็นรากฐานของ SCI-MAP Model โดยเฉพาะขั้น

- Stimulate ⟶ ตั้งปัญหา
- Construct ⟶ ศึกษาข้อมูล
- Investigate ⟶ ทดลอง
- Mind Map ⟶ วิเคราะห์ข้อมูล
- Apply ⟶ ประยุกต์ใช้
- Present ⟶ อภิปรายผล

กระบวนการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ครบทุกขั้นตอน จึงสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1.3 แนวคิด Reading-Based Learning

Reading-Based Learning เป็นแนวคิดที่ใช้ การอ่าน เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ มิใช่การอ่าน เพื่อจดจำ แต่เป็นการอ่านเพื่อคิด วิเคราะห์ และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ (Snow, 2002)

Duke และ Pearson (2008) อธิบายว่า การอ่านเชิงวิชาการที่มีประสิทธิภาพต้องประกอบด้วย การตั้งคำถาม การสรุปใจความ การเชื่อมโยงความรู้เดิม การตีความ การสะท้อนความคิด

สำหรับผู้เรียนวิทยาศาสตร์ การอ่านถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างองค์ความรู้ เพราะผู้เรียนต้องอ่านข้อมูล ตาราง แผนภาพ และผลการทดลองก่อนนำไปวิเคราะห์

จากบริบทของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนจำนวนมากใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง ทำให้การอ่านเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงออกแบบขั้น Construct ให้ผู้เรียนอ่านข้อมูลจากสื่อที่หลากหลาย ใช้ภาพประกอบ คำศัพท์สำคัญ และกิจกรรม Think–Pair–Share เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังนั้น ขั้น Construct จึงเป็นหัวใจสำคัญที่แตกต่างจากรูปแบบการเรียนรู้ทั่วไป เพราะช่วยเชื่อม การอ่าน กับ การสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยตรง

4.1.4 ทฤษฎี Meaningful Learning

Ausubel (1968) เสนอว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีความหมาย เมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมอง ผู้วิจัยเห็นว่า ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้ เมื่ออ่านข้อมูล ทดลอง อภิปราย สรุปเป็นความคิดของตนเอง ดังนั้น SCI-MAP Model จึงออกแบบให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์จริงก่อนจัดระบบความคิดผ่าน Mind Mapping

4.1.5 แนวคิด Mind Mapping

Buzan (2018) อธิบายว่า Mind Mapping เป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดระบบความคิด ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างเป็นลำดับ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำ

ผู้วิจัยจึงกำหนด Mind Map เป็นขั้นตอนเฉพาะของ SCI-MAP Model เพื่อให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้จากการอ่านและการทดลอง ก่อนนำไปประยุกต์ใช้ จากการศึกษาทฤษฎีทั้ง 5 แนวคิด ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความสัมพันธ์กับ SCI-MAP Model ดังนี้

ทฤษฎี/แนวคิด	**สิ่งที่นำมาใช้ใน SCI-MAP**
Active Learning	ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทุกขั้นตอน
Inquiry-Based Learning	สืบเสาะ ทดลอง วิเคราะห์
Reading-Based Learning	อ่านเพื่อสร้างองค์ความรู้ในขั้น Construct
Meaningful Learning	เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
Mind Mapping	จัดระบบความคิดก่อนประยุกต์ใช้

จากการสังเคราะห์พบว่า แต่ละทฤษฎีไม่สามารถตอบโจทย์ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์หากนำมาใช้เพียงลำพัง ผู้วิจัยจึงบูรณาการจุดเด่นของแต่ละแนวคิดเข้าด้วยกัน จนเกิดเป็น SCI-MAP Model ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

Stimulate – Construct – Investigate – Mind Map – Apply – Present โดยแต่ละขั้นได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้และตอบสนองต่อปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และข้อจำกัดด้านการอ่านของผู้เรียนในบริบทของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน

การสังเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า SCI-MAP Model มิได้เป็นการรวบรวมกิจกรรมหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน แต่เป็นนวัตกรรมที่พัฒนาบนฐานของหลักการทางวิชาการและทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับ ทั้งยังเชื่อมโยงกับสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัยในตอนต่อไป

4.2 การพัฒนา SCI-MAP Model

4.2.1 หลักการในการพัฒนารูปแบบ

การพัฒนารูปแบบ SCI-MAP Model ดำเนินการภายใต้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ความต้องการ ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก่อนนำมาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน จากการศึกษาสภาพปัญหาพบว่า

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าค่าเป้าหมายของโรงเรียน
2. นักเรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจำนวนมากอ่านภาษาไทยไม่คล่อง เพราะใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง
3. การจัดการเรียนรู้เดิมเน้นการบรรยายและการจดจำ

4.2.2 การสังเคราะห์ทฤษฎีเพื่อพัฒนา SCI-MAP Model

จากการศึกษาหลักสูตร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จุดเด่นของแต่ละแนวคิดแล้วสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของ SCI-MAP Model ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ทฤษฎีเพื่อพัฒนา SCI-MAP Model

ทฤษฎี/แนวคิด	หลักการสำคัญ	ขั้นของ SCI-MAP
Constructivism (Piaget)	ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	Construct, Investigate
Social Constructivism (Vygotsky)	เรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์	Construct, Present
Active Learning	ลงมือปฏิบัติจริง	Stimulate, Investigate, Apply
Inquiry-Based Learning	สืบเสาะ ทดลอง วิเคราะห์	Investigate
Reading-Based Learning	อ่านเพื่อสร้างความรู้	Construct
Meaningful Learning (Ausubel)	เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	Mind Map

ทฤษฎี/แนวคิด	หลักการสำคัญ	ขั้นของ SCI-MAP
Mind Mapping (Buzan)	จัดระบบองค์ความรู้	Mind Map
Scientific Literacy (OECD)	ใช้ความรู้แก้ปัญหา	Apply
Communication Skills	สื่อสารองค์ความรู้	Present

จากตารางจะเห็นได้ว่า SCI-MAP Model มิได้ยึดทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเป็นฐานเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการบูรณาการแนวคิดที่สอดคล้องกันหลายแนวคิดเข้าด้วยกัน เพื่อให้ครอบคลุมทั้งการสร้างองค์ความรู้ การคิดวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง

4.2.3 องค์ประกอบของ SCI-MAP Model

จากการสังเคราะห์ทฤษฎี ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบ SCI-MAP Model ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) Stimulate (S)

เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ปัญหา ภาพ วิดีโอ ของจริง หรือคำถามกระตุ้นความคิด เพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับเนื้อหาที่จะเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้และต้องการค้นหาคำตอบ

2) Construct (C)

เป็นขั้นสร้างองค์ความรู้ผ่านการอ่าน วิเคราะห์ข้อมูล การอภิปราย และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนใช้ใบความรู้ แหล่งเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ในการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำตามความจำเป็น

3) Investigate (I)

เป็นขั้นสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้เรียนลงมือสำรวจ ทดลอง สังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างข้อค้นพบจากหลักฐานเชิงประจักษ์

4) Mind Map (M)

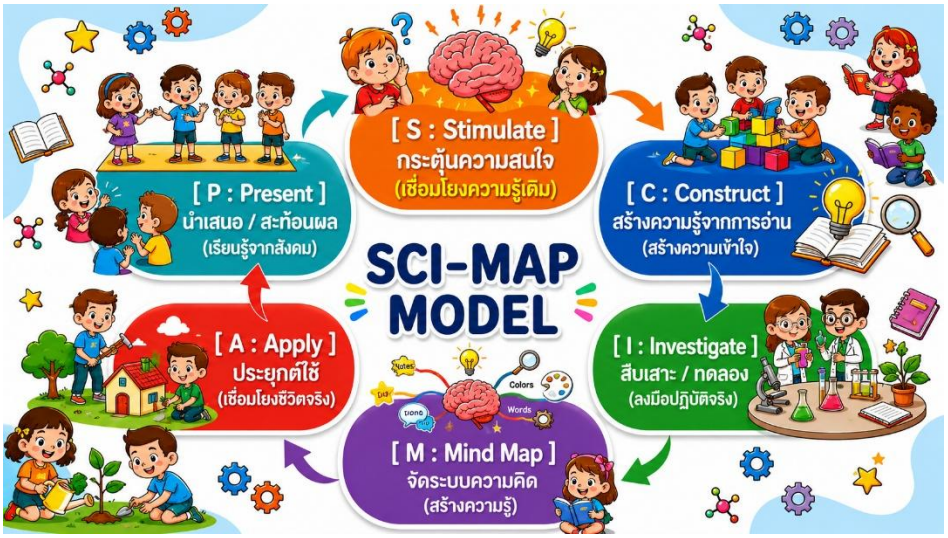
เป็นขั้นจัดระบบองค์ความรู้ โดยผู้เรียนสรุปแนวคิดสำคัญผ่านแผนผังความคิด เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และสร้างความเข้าใจอย่างเป็นระบบ

5) Apply (A)

เป็นขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ โดยผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่ได้ไปอธิบายปรากฏการณ์ แก้ปัญหา หรือเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลและการตัดสินใจ

6) Present (P)

เป็นขั้นสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผู้เรียนนำเสนอผลงาน อภิปรายผลการเรียนรู้ รับฟังความคิดเห็น และสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการคิดสะท้อน (Reflection)



ภาพที่ 1 รูปแบบ SCI-MAP Model

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยใช้รูปแบบการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ร่วมกับการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) แบบ One Group Pretest–Posttest Design

เครื่องมือที่ใช้:

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model จำนวน 9 ชุด
2. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model จำนวน 9 เล่ม
3. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 11 แผน
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ
5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ รวมเป็น 10 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล:

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ E_1/E_2 = 80/80 และการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน

2. การศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้การหาค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

3. การศึกษาคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้การหาค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว ชุดที่ 1-ชุดที่ 9

รายการทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
ระหว่างเรียน	41	35,301	28,818	81.63	80/80
หลังเรียน	41	3,690	3,057	82.85	

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลรวมของคะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เท่ากับ 28,818 และผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เท่ากับ 3,690 ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 9 ชุด มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 คือ มีประสิทธิภาพ 81.63/82.85

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

รายการทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	μ	σ
ก่อนเรียน	41	30	15.20	3.10
หลังเรียน			24.35	2.45

หมายเหตุ: *p < .05

จากตารางที่ 5 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบSCI-MAP Model เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยค่าเฉลี่ย (μ) พบว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยเป็น μ = 15.20 σ = 3.10 และคะแนนทดสอบหลังเรียนเฉลี่ย เป็น μ = 24.35 σ = 2.45 ซึ่งยอมรับสมมุติฐานที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model

รายการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์	N = 41				
	คะแนนเต็ม	**μ**	**σ**	**ร้อยละ**	**ระดับคุณภาพ**
ด้านการจำแนกและจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต	4	3.45	0.52	86.25	ดีมาก
ด้านการเปรียบเทียบลักษณะสิ่งมีชีวิต	4	3.32	0.58	83.00	ดีมาก
ด้านการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	6	4.89	0.64	81.50	ดีมาก
ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้	6	4.74	0.71	79.00	ดี
รวม	**20**	**16.40**	**1.35**	**82.00**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model โดยรวมอยู่ในระดับ ดีมาก (**μ** = 16.40, **σ** = 1.35) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการจำแนกและจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับดีมาก (**μ** = 3.45, **σ** = 0.52) รองลงมาด้านการเปรียบเทียบลักษณะสิ่งมีชีวิตอยู่ในระดับดีมาก (**μ** = 3.32, **σ** = 0.58) ด้านการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (**μ** = 4.89, **σ** = 0.64) และด้านการประยุกต์ใช้ความรู้อยู่ในระดับดี (**μ** = 4.47, **σ** = 0.71)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุป

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ **81.63/82.85** ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบSCI-MAP Model เรื่อง สิ่งมีชีวิตรอบตัว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนด้วยคะแนนทดสอบเฉลี่ย (**μ = 24.35**) สูงกว่าก่อนเรียน (**μ = 15.20**) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก (μ = 16.40 **σ** = 1.35) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการจำแนกและจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิต มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับดีมาก (μ = 3.45 **σ** = 0.52) รองลงมาด้านการเปรียบเทียบลักษณะสิ่งมีชีวิตอยู่ในระดับดีมาก (μ = 3.32 **σ** = 0.58) ด้านการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (μ = 4.89 **σ** = 0.64) และด้านการประยุกต์ใช้ความรู้อยู่ในระดับดี (μ = 4.47 **σ** = 0.71)

อภิปรายผล

ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ SCI-MAP Model เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องสิ่งมีชีวิตรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมตามรูปแบบ SCI-MAP Model มีประสิทธิภาพ 81.63/82.85 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 สะท้อนถึงการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งระหว่างและหลังเรียนอย่างมีประสิทธิภาพผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิด Active Learning ที่เสนอโดย Charles C. Bonwell และ James A. Eison ซึ่งเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการสร้างความรู้ทั้งยังสนับสนุนทฤษฎี Constructivism ของ Jean Piaget และ Lev Vygotsky ที่ชี้ว่าการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์การใช้ Mind Map ในกระบวนการเรียนรู้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Joseph D. Novak ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ดังนั้น SCI-MAP Model จึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับบริบทผู้เรียน และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกได้อย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าการใช้ชุดกิจกรรม SCI-MAP Model มีผลต่อการพัฒนาความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบเสาะ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Constructivism และงานวิจัยที่ชี้ว่าการเรียนรู้เชิงรุกสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

3.ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก สะท้อนถึงประสิทธิผลของ SCI-MAP Model ในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะด้านการจำแนกและเปรียบเทียบซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Benjamin S. Bloom ที่ชี้ว่าการจัดกิจกรรมที่หลากหลายสามารถพัฒนาการคิดระดับสูงได้ นอกจากนี้ กระบวนการสืบเสาะและการใช้แผนผังความคิดยังสนับสนุนทฤษฎี Constructivism ของ Jean Piaget และ Lev Vygotsky ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ที่อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่ายังควรส่งเสริมกิจกรรมเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SCI-MAP Model ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การลงมือปฏิบัติ และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

2. สถานศึกษาควรส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ในลักษณะบูรณาการ เช่น การใช้ SCI-MAP Model ร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าสนใจของการเรียนรู้



ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรเพิ่มเติม เช่น ความคงทนของความรู้ (Retention) ทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือทักษะการแก้ปัญหา เพื่อขยายองค์ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้

2. ควรพัฒนาและศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสาน SCI-MAP Model กับเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น แพลตฟอร์มออนไลน์ หรือสื่อมัลติมีเดีย เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พิชญ์สินี เจดีย์รัตน์, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ และอรุณรัศมิ์ วณิชชานนท์. (2564). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 32(1).

ชัยยงค์พรหมวงศ์. (2556). *แนวคิดในการผลิตชุดการสอน*. [จุลสาร]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทิศนา แขมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน. (2564). *รายงานผลการประเมินการอ่านออกเขียนได้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2564* [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน.

โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน. (2566). *แผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน พ.ศ. 2566–2570* [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. โรงเรียนวัดช่างเคี่ยน.

วิชัย เสวกงาม. (2557). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน.*วารสารครุศาสตร์, 42*(3), 176

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2566). *แผนปฏิบัติราชการระยะ 5 ปี พ.ศ. 2566–2570*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2567). *นโยบายและจุดเน้นของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567–2568*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561–2580*. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. พริกหวานกราฟฟิค.

อนุตรา อินทสอน, และ ดุจเดือน ไชยพิชิต. (2564). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.*



Michelene T. H. Chi. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*. 1(1), 73–105.

Jennifer A. Fredricks, Phyllis C. Blumenfeld, & Alison H. Paris. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*. 74(1), 59–109.

Michael Prince. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*. 93(3), 223–231.

Joseph D. Novak & Alberto J. Cañas. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct them. *Technical Report IHMC CmapTools*. 1(1), 1–36.

David W. Johnson, Roger T. Johnson, & Karl A. Smith. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in University Teaching*. 25(3), 85–118.

John Hattie. (2009). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. *Educational Research Review*. 5(1), 1–12.

Richard E. Mayer. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory In to Practice*. 41(4), 226–232.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน เรื่อง แสงและการมองเห็น โดยใช้ Video-Based Experiment ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

พิชิต สามารถ
โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
Email: Pichit.s@streesp.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น และ 2) ศึกษาการลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 73 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ การทดสอบค่าที และขนาดอิทธิพล Cohen's d_z ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย 7.61 คะแนน สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.82 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < .001$ และมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูง (Cohen's $d_z = 1.26$) ขณะเดียวกัน นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนลดลงทุกประเด็น โดยประเด็นที่ลดลงมากที่สุดคือ ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการมองเห็น ซึ่งลดลงจากร้อยละ 63 เหลือร้อยละ 21 ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment มีศักยภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและช่วยลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน

คำสำคัญ : Video-Based Experiment มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน แสงและการมองเห็น

1. ที่มาและความสำคัญ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมิได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียนจดจำข้อเท็จจริงหรือสามารถใช้สูตรคำนวณได้เท่านั้น แต่ให้ความสำคัญกับการสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิด (Conceptual Understanding) การใช้หลักฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ ตลอดจนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง อย่างไรก็ตาม ผลการประเมิน Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 สะท้อนให้เห็นว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนา โดยนักเรียนไทยร้อยละ 47 มีผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD อยู่ที่ร้อยละ 76 และมีนักเรียนไทยเพียงร้อยละ 1 ที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับสูง คือ ระดับ 5 หรือ 6 เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย OECD ที่ร้อยละ 7 (OECD, 2023) สถานการณ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงแนวคิดกับหลักฐานได้อย่างมีเหตุผล

ในบริบทของการเรียนฟิสิกส์ “แสงและการมองเห็น” เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องเชื่อมโยงสิ่งที่สังเกตเห็นในชีวิตประจำวันเข้ากับแบบจำลองและหลักการทางฟิสิกส์ เช่น การเดินทางของแสง การสะท้อนและการหักเหของแสง การมองเห็นวัตถุ

การเกิดภาพจริงและภาพเสมือน ตลอดจนการเขียนแผนภาพรังสี ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์เหล่านี้มิได้เกิดขึ้นจากการเรียนในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ผู้เรียนมักมีแนวคิดเดิมที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันก่อนเข้าสู่การเรียนอย่างเป็นทางการ แนวคิดเดิมบางประการอาจไม่สอดคล้องกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาเป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Scientific Misconceptions)

งานวิจัยทางฟิสิกส์ศึกษาพบมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแสงในผู้เรียนหลายลักษณะ เช่น ความเข้าใจเกี่ยวกับทิศทางการเดินทางของแสง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ แสง และตา การสะท้อนและการหักเหของแสง ตลอดจนตำแหน่งและลักษณะของภาพ โดย Kaewkhong et al. (2010) ศึกษานักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของไทยจำนวน 220 คน และพบว่าแม้ผ่านการเรียนเรื่องแสงแล้ว ผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังคงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง การหักเหของแสง และการระบุตำแหน่งภาพ นอกจากนี้ Chantaranima and Yuenyong (2014) ยังพบว่าแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแสงสัมพันธ์กับประสบการณ์และการใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน ขณะที่การทบทวนวรรณกรรมของ Widiyatmoko and Shimizu (2018) ระบุว่า ประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ภาษา การจัดการเรียนการสอน และตำราเรียน ล้วนเป็นปัจจัยที่อาจมีส่วนต่อการก่อตัวและคงอยู่ของมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแสงและอุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์

มโนมติที่คลาดเคลื่อนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ เนื่องจากมิใช่เพียง “คำตอบที่ผิด” ที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการบอกคำตอบที่ถูกต้อง แต่เป็นโครงสร้างความคิดที่ผู้เรียนใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์และอาจมีความคงทนแม้ผ่านการเรียนการสอนแล้ว แนวคิด Constructivism อธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่โดยเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการปรับเปลี่ยนมโนมติจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดเดิมออกมา ตรวจสอบแนวคิดดังกล่าวกับหลักฐาน และสร้างคำอธิบายใหม่ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่า แนวคิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ (Conceptual Change) ของ Posner et al. (1982) อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมีโอกาสเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตระหนักถึงข้อจำกัดของแนวคิดเดิม และพบว่าแนวคิดใหม่มีความเข้าใจได้ สมเหตุสมผล และสามารถนำไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามรูปแบบ 5E จึงมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เนื่องจากประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจ (Engage) การสำรวจและค้นหา (Explore) การอธิบาย (Explain) การขยายความรู้ (Elaborate) และการประเมินผล (Evaluate) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเริ่มต้นจากการแสดงแนวคิดเดิม ลงมือสำรวจปรากฏการณ์ใช้หลักฐานประกอบการสร้างคำอธิบาย และนำความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่ (Bybee, 2006) หลักฐานเชิงประจักษ์ล่าสุดจากการทบทวนอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์อภิมานของ Polanin et al. (2024) ซึ่งรวบรวมงานทดลองแบบสุ่ม 61 งาน และขนาดอิทธิพล 156 ค่า พบว่าโมเดล 5E และรูปแบบที่เกี่ยวข้องมีผลเชิงบวกต่อผลลัพธ์ด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ย ($g=0.82$) แม้ผลการศึกษาแต่ละบริบทจะมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ผลดังกล่าวสนับสนุนความสำคัญของการให้ผู้เรียนสำรวจปรากฏการณ์ก่อนรับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้กับบริบทใหม่

อย่างไรก็ตาม การลงมือทดลองจริงเพียงอย่างเดียวอาจยังมีข้อจำกัดในบางสถานการณ์ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ปรากฏการณ์เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ผู้เรียนมีโอกาสสังเกตเพียงครั้งเดียว หรือเวลาของชั้นเรียนไม่เอื้อต่อการทดลองซ้ำหลายครั้ง หากผู้เรียนพลาดรายละเอียดสำคัญ การอภิปรายภายหลังอาจต้องอาศัยความทรงจำมากกว่าหลักฐานจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เทคโนโลยีวิดีโอจึงสามารถนำมาใช้เพื่อขยายศักยภาพของการทดลอง โดยมิได้ทำหน้าที่แทนการลงมือทดลอง แต่ทำให้เหตุการณ์จากการทดลองจริงสามารถถูกเก็บไว้และนำกลับมาตรวจสอบได้อีกครั้ง งานด้าน Interactive Digital Video ในการเรียนฟิสิกส์แสดงให้เห็นว่าวิดีโอสามารถทำให้ผู้เรียนกลับมาสังเกต วิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลจากการทดลองกับแนวคิดทางฟิสิกส์ได้

ขณะที่งานที่บูรณาการการวิเคราะห์วิดีโอจากการทดลองจริงกับการเรียนรู้ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญาพบศักยภาพในการช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบแนวคิดเดิมและสร้างความเข้าใจทางฟิสิกส์ใหม่ (Escalada & Zollman, 1997; Mufit et al., 2019)

ในการวิจัยครั้งนี้ Video-Based Experiment (VBE) จึงถูกนำมาใช้ในฐานะเครื่องมือเพื่อเก็บและนำหลักฐานจากการทดลองจริงกลับมาพิจารณาซ้ำ โดยผู้เรียนลงมือทำการทดลองจริงและบันทึกปรากฏการณ์เป็นวิดีโอ จากนั้นสามารถย้อนดู หยุดภาพ และสังเกตเหตุการณ์ซ้ำเพื่อพิจารณารายละเอียด ใช้เป็นหลักฐานในการอภิปราย และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริงกับคำอธิบายหรือมโนมติเดิมของตน กระบวนการดังกล่าวช่วยลดข้อจำกัดที่การทดลองเสร็จสิ้นแล้วผู้เรียนไม่สามารถย้อนกลับไปตรวจสอบปรากฏการณ์เดิมได้ โดยเฉพาะเมื่อมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทดลองซ้ำ

เมื่อนำ VBE มาบูรณาการภายในกระบวนการสืบเสาะ 5E วิดีโอจึงมิได้เป็นเพียงสื่อสำหรับรับชม แต่เป็น “หลักฐานจากการทดลอง” ที่ผู้เรียนสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการสร้างความรู้ กล่าวคือ ผู้เรียนเริ่มจากการเปิดเผยมโนมติเดิมในขั้น Engage ลงมือทดลองและรวบรวมหลักฐานในขั้น Explore กลับมาตรวจสอบหลักฐานจากวิดีโอเพื่อสร้างและอภิปรายคำอธิบายในขั้น Explain นำแนวคิดที่พัฒนาขึ้นไปอธิบายสถานการณ์อื่นในขั้น Elaborate และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในขั้น Evaluate กระบวนการนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิด Conceptual Change เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญความไม่สอดคล้องระหว่างคำอธิบายเดิมกับหลักฐานเชิงประจักษ์และใช้หลักฐานดังกล่าวเป็นฐานในการปรับโครงสร้างความเข้าใจ

จากการทบทวนวรรณกรรมสำหรับการวิจัยครั้งนี้ พบว่างานด้านแสงในบริบทของผู้เรียนไทยมีทั้งงานที่ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนและงานที่ใช้กระบวนการสืบเสาะ 5E เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ ขณะที่งานเกี่ยวกับการนำวิดีโอจากการทดลองจริงมาใช้สนับสนุนการวิเคราะห์หลักฐานและการเปลี่ยนแปลงมโนมติที่พบในวรรณกรรมส่วนหนึ่งมักศึกษาในเนื้อหาฟิสิกส์ด้านการเคลื่อนที่และกลศาสตร์ ดังนั้น จึงมีความน่าสนใจในการศึกษาการบูรณาการกระบวนการสืบเสาะ 5E กับ Video-Based Experiment ในลักษณะที่ผู้เรียน **ทดลองจริง–บันทึกหลักฐาน–ย้อนตรวจสอบ–อภิปราย–ปรับมโนมติ** สำหรับเนื้อหาเรื่องแสงและการมองเห็นโดยเฉพาะ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แสงและการมองเห็น โดยคาดหวังว่าผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบกิจกรรมฟิสิกส์ที่ใช้การทดลองจริงร่วมกับเทคโนโลยีวิดีโออย่างมีความหมาย และเป็นแนวทางในการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อส่งเสริมการสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิดของผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment

2. เพื่อศึกษาการลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แสงและการมองเห็น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 154 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 73 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

3.2 ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

2. มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แสงและการมองเห็น

3.3 ระยะเวลา

ระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนและการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจหรือแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนที่แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับทางวิทยาศาสตร์ โดยมโนมติดังกล่าวมักมีพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม การสังเกตปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ภาษา ตำราเรียน หรือการตีความคำอธิบายที่ได้รับในการเรียนรู้ (Widiyatmoko & Shimizu, 2018) มโนมติที่คลาดเคลื่อนจึงมิได้เป็นเพียงการจำข้อมูลผิด แต่เป็นโครงสร้างความคิดที่ผู้เรียนใช้เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นและสามารถคงอยู่ได้แม้ภายหลังการเรียนการสอน

ตามแนวคิด Constructivism ผู้เรียนมิได้รับความรู้เข้าสู่ความคิดโดยตรง แต่สร้างความหมายจากการเชื่อมโยงข้อมูลและประสบการณ์ใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้เดิม หากโครงสร้างเดิมไม่สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์ ความรู้ใหม่จึงอาจถูกตีความให้สอดคล้องกับมโนมติเดิมแทนที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจ ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขมโนมติจึงควรทำให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดเดิม ใช้แนวคิดนั้นทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ และตรวจสอบคำอธิบายของตนกับหลักฐานที่สังเกตได้จริง

Posner et al. (1982) เสนอแนวคิด Conceptual Change ซึ่งอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงมโนมติมีโอกาสเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนพบว่าแนวคิดเดิมมีข้อจำกัดในการอธิบายปรากฏการณ์ ขณะเดียวกันแนวคิดใหม่ต้องสามารถทำความเข้าใจได้ มีความสมเหตุสมผล และมีศักยภาพในการนำไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่นได้ ดังนั้น การสร้างสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) เพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอ แต่ผู้เรียนควรได้รับโอกาสในการพิจารณาหลักฐาน อภิปรายเหตุผล และสร้างคำอธิบายใหม่บนฐานของหลักฐานดังกล่าวด้วย

4.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแสงและการมองเห็น

การเรียนเรื่องแสงและการมองเห็นมีความซับซ้อนเนื่องจากผู้เรียนต้องอธิบายปรากฏการณ์ที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันด้วยแบบจำลองที่ไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรง เช่น รังสีแสง ทิศทางการเดินทางของแสง และการสร้างภาพจากการต่อแนวรังสี ผู้เรียนจึงอาจใช้สิ่งที่ “มองเห็น” เป็นพื้นฐานในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่แสง “กระทำ” ส่งผลให้เกิดมโนมติที่แตกต่างจากหลักการทางฟิสิกส์

Fetherstonhaugh et al. (1987) รายงานการพบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแสงในผู้เรียนจากหลายประเทศ แสดงให้เห็นว่าปัญหาดังกล่าวมิได้จำกัดเฉพาะบริบทใดบริบทหนึ่ง ขณะที่งานศึกษาในประเทศไทยของ Kaewkhong et al. (2010) พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 220 คน ยังมีความยากลำบากในการอธิบายทิศทางการเดินทางของแสง การหักเห และตำแหน่งภาพโดยใช้แผนภาพรังสี แม้ผ่านการเรียนเรื่องดังกล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ Chantaranima and Yuenyong (2014) พบว่าแนวคิดเดิมเกี่ยวกับแสงของนักเรียนสัมพันธ์กับประสบการณ์และความหมายของคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางแสงโดยไม่เชื่อมโยงกับแบบจำลองทางฟิสิกส์อย่างถูกต้อง

Widiyatmoko and Shimizu (2018) สังเคราะห์งานศึกษามโนมติเรื่องแสงและอุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์ และสรุปว่าปัจจัยสำคัญที่สัมพันธ์กับการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนประกอบด้วยประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ภาษา ครูผู้สอน และตำราเรียน ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนว่า การแก้ไขมโนมติเรื่องแสงไม่ควรดำเนินการด้วยการเพิ่มคำอธิบายหรือสูตรเพียงอย่างเดียว แต่ควรจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางฟิสิกส์กับปรากฏการณ์จริง

ในการวิจัยครั้งนี้จึงให้ความสำคัญกับมโนมติที่คลาดเคลื่อนในประเด็นที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการมองเห็นและทัศนศาสตร์ ได้แก่ การเข้าใจว่าตาเป็นแหล่งกำเนิดหรือส่งแสงออกไปยังวัตถุ การเข้าใจว่าการมองเห็นเกิดจากแสงจากตาไปกระทบวัตถุแทนที่จะเป็นแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา ความเข้าใจเกี่ยวกับภาพจริง ภาพเสมือน และตำแหน่งภาพจากเลนส์ รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับเส้นทางการเดินทางของแสงและการเขียนแผนภาพรังสี ซึ่งเป็นประเด็นที่ใช้ในการวินิจฉัยมโนมติของผู้เรียนในการศึกษาครั้งนี้

4.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามรูปแบบ 5E

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิด Constructivism ซึ่งให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการสร้างความรู้จากประสบการณ์และหลักฐานมากกว่าการรับคำอธิบายสำเร็จรูป ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ Engage, Explore, Explain, Elaborate และ Evaluate (Bybee, 2006)

ขั้น Engage มีบทบาทในการกระตุ้นความสนใจและเปิดเผยความรู้หรือมโนมติเดิมของผู้เรียน ขั้น Explore เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจ ทดลอง และรวบรวมหลักฐานก่อนการให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ขั้น Explain ให้ผู้เรียนใช้ผลการสำรวจเป็นฐานในการนำเสนอและตรวจสอบคำอธิบาย ขั้น Elaborate ช่วยให้ผู้เรียนนำแนวคิดที่สร้างขึ้นไปประยุกต์กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ และขั้น Evaluate ใช้ตรวจสอบความเข้าใจและพัฒนาการของผู้เรียน กระบวนการดังกล่าวจึงเอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เพราะทำให้แนวคิดเดิมของผู้เรียนถูกนำออกมาใช้และถูกตรวจสอบกับหลักฐานอย่างเป็นลำดับ

หลักฐานจากการศึกษาสมัยใหม่สนับสนุนประสิทธิผลของโมเดล 5E ในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดย Koyunlu Ünlü and Dökme (2022) ทบทวนงานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับ 5E จำนวน 74 งาน และพบว่ารูปแบบดังกล่าวได้รับการใช้อย่างกว้างขวางในวิทยาศาสตร์ศึกษา ขณะที่ Polanin et al. (2024) วิเคราะห์อภิมานจากงานทดลองแบบสุ่ม 61 งาน รวม 156 ขนาดอิทธิพล พบผลเชิงบวกต่อผลลัพธ์ด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ย (g=0.82) และชี้ให้เห็นความสำคัญขององค์ประกอบที่ให้ผู้เรียนสำรวจปรากฏการณ์ก่อนรับคำอธิบาย พัฒนาคำอธิบายจากหลักฐาน และนำความเข้าใจไปใช้ในบริบทใหม่ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยดังกล่าวยังพบความแปรปรวนระหว่างงานค่อนข้างสูง จึงสะท้อนว่าประสิทธิผลของ 5E ขึ้นอยู่กับวิธีทำแต่ละขั้นไปใช้และลักษณะกิจกรรมที่บูรณาการอยู่ภายในโมเดลด้วย

ด้วยเหตุนี้ การศึกษาครั้งนี้มิได้ใช้ 5E เป็นเพียงลำดับขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ใช้เป็นโครงสร้างที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเคลื่อนจาก “มโนมติเดิม” ไปสู่ “การตรวจสอบด้วยหลักฐาน” และ “การสร้างคำอธิบายใหม่” โดยนำ Video-Based Experiment เข้ามาสนับสนุนขั้นตอนที่ต้องใช้หลักฐานจากการทดลองเป็นสำคัญ

4.4 Video-Based Experiment และการใช้วิดีโอเป็นหลักฐานจากการทดลอง

การนำวิดีโอมาใช้ในการเรียนฟิสิกส์สามารถมีบทบาทได้หลายระดับ ตั้งแต่การใช้วิดีโอเป็นสื่อประกอบคำอธิบาย ไปจนถึงการใช้เป็นข้อมูลจากปรากฏการณ์จริงเพื่อการสังเกตและวิเคราะห์ ในกรณีหลัง ผู้เรียนมิได้อยู่ในบทบาทของผู้รับชมเนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่สามารถควบคุมการสังเกต กลับไปตรวจสอบเหตุการณ์เดิม และใช้ข้อมูลจากวิดีโอเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคำอธิบายทางฟิสิกส์

Escalada and Zollman (1997) ศึกษาการใช้ Interactive Digital Video ในการเรียนฟิสิกส์ โดยให้ผู้เรียนทำงานกับข้อมูลจากปรากฏการณ์และการทดลองผ่านวิดีโอ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสังเกต วิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองจากข้อมูลจริง แนวทางดังกล่าวชี้ให้เห็นคุณลักษณะสำคัญของวิดีโอในการเรียนฟิสิกส์ คือ การทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงสามารถถูกนำกลับมาตรวจสอบอย่างละเอียดกว่าการสังเกตเพียงขณะที่การทดลองกำลังเกิดขึ้น

ในด้านการแก้ไขมโนมติ Mufit et al. (2019) เสนอการใช้ Real Experiment Video Analysis ร่วมกับการเรียนรู้บนฐาน Cognitive Conflict และชี้ให้เห็นศักยภาพของการใช้หลักฐานจากการทดลองจริงเพื่อช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจเดิมและสร้างความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับแนวคิดทางฟิสิกส์ งานต่อมาที่ศึกษาการใช้วิดีโอจากการทดลองร่วมกับ Cognitive Conflict ยังสนับสนุนแนวคิดว่า คุณค่าของวิดีโอไม่ได้อยู่ที่การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่การทำให้ผู้เรียนสามารถใช้เหตุการณ์จริงเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์และสร้างความหมายทางฟิสิกส์

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า Video-Based Experiment (VBE) เพื่อหมายถึงกระบวนการที่ผู้เรียนลงมือทดลองจริงและบันทึกปรากฏการณ์จากการทดลองไว้ในรูปแบบวิดีโอ แล้วนำวิดีโอดังกล่าวกลับมาใช้ในการสังเกตซ้ำ หยุดภาพ ย้อนดู วิเคราะห์ และอภิปรายหลักฐานที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ดังนั้น VBE ในการศึกษานี้จึงแตกต่างจากการใช้วิดีโอสาธิตที่ผู้เรียนไม่ได้มีส่วนร่วมกับการทดลองต้นทาง กล่าวคือ วิดีโอทำหน้าที่เป็นส่วนต่อขยายของการทดลองจริง (Extension of Real Experiment) และเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถเรียกกลับมาตรวจสอบได้หลายครั้ง

คุณลักษณะดังกล่าวมีความเหมาะสมกับเรื่องแสงและการมองเห็น เนื่องจากผู้เรียนอาจต้องพิจารณาทิศทางของแสง ตำแหน่งภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ–แสง–ตา หรือผลของการเปลี่ยนเงื่อนไขในการทดลองอย่างละเอียด การบันทึกเหตุการณ์จึงช่วยให้การอภิปรายมิได้อาศัยเพียงความทรงจำว่า “เห็นอะไรตอนทดลอง” แต่สามารถกลับไปอ้างอิงหลักฐานจากปรากฏการณ์เดียวกันร่วมกันได้

4.5 การบูรณาการ 5E ร่วมกับ Video-Based Experiment เพื่อการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

จากแนวคิดข้างต้น การบูรณาการ 5E กับ Video-Based Experiment สามารถอธิบายได้ในฐานะกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง มโนมติเดิม–การทดลองจริง–หลักฐาน–การอภิปราย–มโนมติใหม่ เข้าด้วยกัน โดยขั้น Engage ใช้สถานการณ์หรือคำถามเพื่อเปิดเผยแนวคิดเดิมของผู้เรียน ขั้น Explore ให้ผู้เรียนลงมือทดลองจริงและบันทึกปรากฏการณ์ ขั้น Explain นำหลักฐานจากการทดลองและวิดีโอกลับมาตรวจสอบกับการทำนายหรือคำอธิบายเดิม ขั้น Elaborate เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำคำอธิบายที่ได้รับการปรับปรุงไปใช้กับสถานการณ์อื่น และขั้น Evaluate ใช้ประเมินว่าผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ด้วยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

กลไกสำคัญของกระบวนการดังกล่าวมิใช่การที่ “วิดีโอทำให้บทเรียนน่าสนใจ” แต่คือการเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบหลักฐานจากปรากฏการณ์จริงอย่างซ้ำได้ เมื่อผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการคาดการณ์หรือคำอธิบายเดิม ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้น แทนที่จะยอมรับคำอธิบายของผู้สอนโดยทันที กระบวนการนี้จึงสร้างเงื่อนไขที่เอื้อต่อ Cognitive Conflict และ Conceptual Change พร้อมกับคงบทบาทของผู้เรียนในการสร้างและประเมินคำอธิบายของตนเอง

วรรณกรรมในบริบทประเทศไทยแสดงให้เห็นทั้งปัญหามโนมติเรื่องแสงในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา และศักยภาพของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E สำหรับเนื้อหาเรื่องแสง ขณะเดียวกัน งานเกี่ยวกับ Real Experiment Video Analysis ที่ทบทวนพบส่วนหนึ่งมุ่งเน้นแนวคิดด้านการเคลื่อนที่และกลศาสตร์มากกว่าเนื้อหาด้านแสงและการมองเห็น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งนำจุดแข็งของการทดลองจริง การตรวจสอบหลักฐานซ้ำด้วยวิดีโอ และโครงสร้างการสืบเสาะ 5E มาบูรณาการเพื่อศึกษาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องแสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Design) แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design)

5.2 เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ประเภท ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงและการมองเห็น โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น และ 3) แบบทดสอบวินิจฉัยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนแบบสองระดับ (Two-tier Diagnostic Test) โดยมีรายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวัด โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 39 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบพบว่า ข้อคำถามมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30–0.60 ค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.40 และแบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.94 แสดงว่าแบบทดสอบมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้

2) แบบทดสอบวินิจฉัยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนแบบสองระดับ

แบบทดสอบวินิจฉัยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนแบบสองระดับ (Two-tier Diagnostic Test) พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น โดยข้อคำถามแต่ละข้อประกอบด้วยระดับที่ 1 ซึ่งเป็นคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือหลักการทางฟิสิกส์ และระดับที่ 2 ซึ่งเป็นเหตุผลประกอบคำตอบ เพื่อให้สามารถพิจารณาได้ว่าคำตอบของผู้เรียนสะท้อนมโนมติทางวิทยาศาสตร์หรือมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของแนวคิดทางฟิสิกส์ และความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นมโนมติที่ต้องการวินิจฉัย โดยข้อคำถามที่นำมาใช้ในการวิจัยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

การจำแนกมโนมติพิจารณาคำตอบในระดับที่ 1 ร่วมกับเหตุผลในระดับที่ 2 ตามเกณฑ์การจำแนกที่กำหนดไว้ โดยชุดคำตอบ ที่สะท้อนแนวคิดไม่สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์จัดเป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จากนั้นนำข้อมูลมาเปรียบเทียบความถี่และร้อยละก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละประเด็น

ตารางที่ 1 แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือ	ลักษณะของเครื่องมือ	การตรวจสอบคุณภาพ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน IOC = 1.00 ทุกข้อ ; ทดลองใช้กับนักเรียน 39 คน ค่าความยาก 0.30–0.60 ค่าอำนาจจำแนก > 0.40 Cronbach's α = 0.94
แบบทดสอบวินิจฉัยมโนมติแบบสองระดับ	พิจารณาคำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบเพื่อวินิจฉัยมโนมติ	ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน; IOC = 1.00 ทุกข้อ วิเคราะห์คำตอบทั้งสองระดับร่วมกันและจำแนกตามมโนมติรายประเด็น

5.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับ Video-Based Experiment

ตารางที่ 2 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับ Video-Based Experiment

ขั้น 5E	กิจกรรมของผู้เรียน	การใช้ Video-Based Experiment	เป้าหมายด้านมโนมติ
Engage	เผยมโนมติเดิมจากสถานการณ์/คำถาม	–	ตรวจสอบแนวคิดเดิม
Explore	ลงมือทดลองเกี่ยวกับแสงจริง	บันทึกวิดีโอระหว่างการทดลอง	สร้างหลักฐานเชิงประจักษ์
Explain	อธิบายสิ่งที่สังเกต	ย้อนดู หยุดภาพ ดูซ้ำ และตรวจสอบหลักฐาน	เปรียบเทียบหลักฐานกับแนวคิดเดิม
Elaborate	วิเคราะห์สถานการณ์ใหม่	นำวิดีโอมาใช้อ้างอิงในการอภิปราย	เชื่อมโยงและปรับโครงสร้างความรู้
Evaluate	ตรวจสอบความเข้าใจ	ใช้คำถาม/ภารกิจและแบบทดสอบ	ประเมินการเปลี่ยนมโนมติ

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวินิจฉัยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จากนั้น ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment จำนวน 6 แผน โดยผู้เรียนลงมือทดลองจริง บันทึกปรากฏการณ์ด้วยวิดีโอ และนำหลักฐานจากวิดีโอกลับมาสังเกต วิเคราะห์ และอภิปรายตามขั้นตอนของกิจกรรม เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วยเครื่องมือชุดเดิม และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples t-test) และคำนวณขนาดอิทธิพลด้วย Cohen's d_z ส่วนการวิเคราะห์มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองระดับนั้น การจำแนกมโนมติพิจารณาคำตอบในระดับที่ 1 ร่วมกับเหตุผลในระดับที่ 2 ตามเกณฑ์การจำแนกที่กำหนดไว้ โดยชุดคำตอบที่สะท้อนแนวคิดไม่สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์จัดเป็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน จากนั้นนำเสนอข้อมูลด้วยค่าความถี่และร้อยละ และเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนรายประเด็น

6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

N	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน $\bar{x}$ (S.D.)	หลังเรียน $\bar{x}$ (S.D.)	ผลต่างค่าเฉลี่ย	t	df	p	Cohen's (d_z)
73	10	5.82 (1.46)	7.61 (1.18)	1.79	10.74	72	< .001	1.26

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $t(72) = 10.74$, $p < .001$ และมีขนาดอิทธิพล Cohen's $d_z = 1.26$ ซึ่งอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

ประเด็นมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน	ก่อนเรียน จำนวน (คน)/ ร้อยละ	หลังเรียน จำนวน (คน)/ ร้อยละ	ลดลง
เข้าใจว่าตาเป็นแหล่งกำเนิดแสงหรือส่งแสงออกไปยังวัตถุ	41 / 56%	13 / 18%	38 จุดร้อยละ
เข้าใจว่าการมองเห็นเกิดจากแสงจากตาไปกระทบวัตถุ ไม่ใช่แสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตา	46 / 63%	15 / 21%	42 จุดร้อยละ
เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดภาพจากเลนส์ เช่น ภาพจริง ภาพเสมือน และตำแหน่งภาพ	39 / 53%	17 / 23%	30 จุดร้อยละ
เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเส้นทางการเดินทางของแสง และการเขียนแผนภาพรังสี	43 / 59%	14 / 19%	40 จุดร้อยละ

จากตารางที่ 4 พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องแสงและการมองเห็นลดลงทุกประเด็น โดยประเด็นที่ลดลงมากที่สุด คือ ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าการมองเห็นเกิดจากแสงจากตาไปกระทบวัตถุ ไม่ใช่แสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตา ซึ่งลดลงจาก 46 คน

คิดเป็นร้อยละ 63 เหลือ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 21 รองลงมาคือ ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเส้นทางการเดินทางของแสงและการเขียนแผนภาพรังสี ลดลงจาก 43 คน คิดเป็นร้อยละ 59 เหลือ 14 คน คิดเป็นร้อยละ 19

ผลดังกล่าวสะท้อนว่า การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือทดลองจริง บันทึกปรากฏการณ์เป็นวิดีโอ และนำหลักฐานจากวิดีโอกลับมาสังเกต วิเคราะห์ อภิปรายซ้ำ และตรวจสอบความเข้าใจเดิมตามกระบวนการ 5E สามารถช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนมโนมติให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment และ 2) ศึกษาการลดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แสงและการมองเห็น ผลการวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายได้ดังนี้

7.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย 7.61 คะแนน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 5.82 คะแนน โดยมีผลต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 คะแนน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $t(72) = 10.74$, $p < .001$ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาขนาดอิทธิพลพบว่า Cohen's $d_z = 1.26$ ซึ่งอยู่ในระดับสูง (Cohen, 1988) ผลดังกล่าวสะท้อนว่า ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น สูงขึ้นจากก่อนเรียน

ผลที่เกิดขึ้นอาจอธิบายได้จากลักษณะของการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมิได้เป็นเพียงผู้รับคำอธิบายจากผู้สอน แต่ได้เริ่มต้นจากการสำรวจแนวคิดเดิม ลงมือทดลองจริง สังเกตปรากฏการณ์ รวบรวมหลักฐาน และสร้างคำอธิบายจากสิ่งที่สังเกตได้ กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านลำดับขั้น Engage, Explore, Explain, Elaborate และ Evaluate โดยเฉพาะการให้ผู้เรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ก่อนการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับประสบการณ์และหลักฐานที่ผู้เรียนได้พบด้วยตนเอง (Bybee, 2006)

นอกจากนี้ ลักษณะสำคัญของ Video-Based Experiment ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองจริงและบันทึกเหตุการณ์จากการทดลองไว้ในรูปแบบวิดีโอ จากนั้นนำวิดีโอกลับมาย้อนดู หยุดภาพ สังเกตซ้ำ และใช้เป็นหลักฐานประกอบการวิเคราะห์และอภิปราย วิดีโอจึงมิได้เข้ามาทดแทนการทดลองจริง แต่ช่วยขยายโอกาสในการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วให้สามารถนำกลับมาตรวจสอบได้หลายครั้ง โดยไม่จำเป็นต้องทำการทดลองใหม่ทุกครั้ง

คุณลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญต่อการเรียนเรื่องแสงและการมองเห็น เนื่องจากผู้เรียนต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางการเดินทางของแสง การสะท้อนหรือหักเห ตำแหน่งของวัตถุและภาพ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ แสง และตา การย้อนกลับไปตรวจสอบหลักฐานจากการทดลองเดิมจึงช่วยให้การสร้างคำอธิบายไม่ได้อาศัยเพียงความทรงจำของผู้เรียนว่า “เกิดอะไรขึ้นตอนทดลอง” แต่สามารถใช้หลักฐานจากเหตุการณ์จริงประกอบการให้เหตุผลได้

แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับ Escalada and Zollman (1997) ที่ชี้ให้เห็นศักยภาพของวิดีโอเชิงปฏิสัมพันธ์ในการสนับสนุนการสังเกตและวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ และสอดคล้องกับ Mufit et al. (2019) ซึ่งใช้การวิเคราะห์วิดีโอจากการทดลองจริงร่วมกับกระบวนการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจเดิม นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสอดคล้องในภาพรวมกับการวิเคราะห์อภิมานของ Polanin et al. (2024) ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 5E และรูปแบบที่เกี่ยวข้องมีผลเชิงบวกต่อผลลัพธ์ด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง จึงควรตีความผลว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มากกว่าการสรุปเชิงสาเหตุว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นปัจจัยเพียงประการเดียวที่ทำให้คะแนนสูงขึ้น

7.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนลดลงหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองระดับพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนลดลงในทุกประเด็นที่ศึกษา โดยความเข้าใจว่าตาเป็นแหล่งกำเนิดแสงหรือส่งแสงออกไปยังวัตถุลดลงจากร้อยละ 56 เหลือร้อยละ 18 หรือลดลง 38 จุดร้อยละ ความเข้าใจว่าการมองเห็นเกิดจากแสงจากตาไปกระทบวัตถุแทนที่จะเป็นแสงจากวัตถุเข้าสู่ตาลดลงจากร้อยละ 63 เหลือร้อยละ 21 หรือลดลง 42 จุดร้อยละ ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดภาพจากเลนส์ลดลงจากร้อยละ 53 เหลือร้อยละ 23 หรือลดลง 30 จุดร้อยละ และความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเส้นทางการเดินทางของแสงและการเขียนแผนภาพรังสีลดลงจากร้อยละ 59 เหลือร้อยละ 19 หรือลดลง 40 จุดร้อยละ

ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงมิได้เกิดขึ้นเฉพาะด้านคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ยังพบการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับหลักการมองเห็นและการเดินทางของแสง ซึ่งเป็นประเด็นที่งานวิจัยด้านฟิสิกส์ศึกษาเคยรายงานว่าผู้เรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและสามารถคงอยู่ได้แม้ผ่านการเรียนการสอนมาแล้ว (Fetherstonhaugh et al., 1987; Kaewkhong et al., 2010)

การลดลงของมโนมติที่คลาดเคลื่อนอาจอธิบายได้ด้วยแนวคิดการเปลี่ยนแปลงมโนมติ (Conceptual Change) กล่าวคือ ผู้เรียนเริ่มต้นกิจกรรมด้วยความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับปรากฏการณ์ จากนั้นจึงนำแนวคิดดังกล่าวไปเผชิญกับผลการทดลองจริง เมื่อหลักฐานจากการทดลองไม่สอดคล้องกับคำอธิบายเดิม ผู้เรียนมีโอกาสเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และจำเป็นต้องตรวจสอบความเพียงพอของแนวคิดเดิม กระบวนการนี้สอดคล้องกับ Posner et al. (1982) ซึ่งอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงมโนมติมีโอกาสเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเห็นข้อจำกัดของแนวคิดเดิมและสามารถยอมรับแนวคิดใหม่ที่มีความสมเหตุสมผลและอธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่า

บทบาทของ Video-Based Experiment มีความสำคัญในขั้นตอนดังกล่าว เนื่องจากผู้เรียนสามารถกลับไปตรวจสอบเหตุการณ์จากการทดลองเดียวกันซ้ำได้ หากสิ่งที่สังเกตไม่ตรงกับการคาดการณ์ ผู้เรียนสามารถหยุดภาพ ย้อนดู หรือพิจารณารายละเอียดของหลักฐานอีกครั้งก่อนอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่มและสร้างคำอธิบายใหม่ ทำให้ “หลักฐานจากการทดลอง” ยังคงอยู่และสามารถถูกนำมาใช้ในการให้เหตุผลภายหลังจากการทดลองสิ้นสุดลงแล้ว

เมื่อกระบวนการดังกล่าวถูกบูรณาการกับ 5E ขั้น Engage ช่วยเปิดเผยมโนมติเดิม ขั้น Explore ทำให้ผู้เรียนได้รับหลักฐานจากการทดลองจริง ขั้น Explain เปิดพื้นที่ให้เปรียบเทียบคำอธิบายเดิมกับหลักฐาน ขั้น Elaborate ช่วยนำแนวคิดใหม่ไปประยุกต์กับสถานการณ์อื่น และขั้น Evaluate ช่วยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจ จึงเกิดความต่อเนื่องตั้งแต่การเปิดเผยมโนมติเดิม ⟶ การเผชิญหลักฐาน ⟶ การตรวจสอบคำอธิบาย ⟶ การสร้างมโนมติใหม่

ผลที่พบยังสอดคล้องกับข้อค้นพบของงานวิจัยด้านแสงและทัศนศาสตร์ที่ระบุว่าผู้เรียนมักสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันและอาจมีความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางฟิสิกส์ (Kaewkhong et al., 2010; Widiyatmoko & Shimizu, 2018) ดังนั้น การจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความเข้าใจเดิมมาตรวจสอบกับหลักฐานเชิงประจักษ์จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิด

ทั้งนี้ แม้ผลการศึกษาจะพบว่าร้อยละของผู้เรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงทุกประเด็น แต่หลังการจัดการเรียนรู้ยังคงมีผู้เรียนบางส่วนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะประเด็นการเกิดภาพจากเลนส์ ซึ่งยังพบร้อยละ 23 สะท้อนว่า

มโนมติทางวิทยาศาสตร์บางลักษณะมีความคงทนและอาจต้องใช้กิจกรรมหรือหลักฐานเพิ่มเติมหลายรูปแบบในการช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนความเข้าใจอย่างสมบูรณ์

7.3 ภาพรวมของผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลทั้งสองด้านร่วมกัน พบว่า ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment นักเรียนมีทั้งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและสัดส่วนของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนที่ลดลง ผลดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดว่า การเรียนรู้ฟิสิกส์ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิดควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทดลองจริง สร้างและตรวจสอบคำอธิบายจากหลักฐาน และสามารถกลับมาตรวจสอบหลักฐานเดิมได้เมื่อพบความไม่สอดคล้องระหว่างสิ่งที่คาดการณ์กับสิ่งที่เกิดขึ้น

8. ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นแบบกลุ่มเดียว (One-Group Pretest-Posttest Design) วัดก่อนและหลัง และดำเนินการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสถานศึกษาแห่งเดียว ดังนั้น ผลการศึกษาจึงควรตีความภายใต้บริบทของกลุ่มตัวอย่างและไม่สามารถยืนยันความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ในระดับเดียวกับการวิจัยที่มีกลุ่มเปรียบเทียบ นอกจากนี้ การศึกษามุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาเรื่องแสงและการมองเห็น จึงควรมีการศึกษาซ้ำในเนื้อหาฟิสิกส์และบริบทผู้เรียนอื่นต่อไป

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้สอนควรจัดกิจกรรมเรื่องแสงและการมองเห็นโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ร่วมกับ Video-Based Experiment และคำถามกระตุ้นมโนมติเดิมของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนได้สังเกต วิเคราะห์ และอภิปรายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยเฉพาะประเด็นการมองเห็นวัตถุ เส้นทางการเดินทางของแสง และการเกิดภาพจากเลนส์

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนให้ครอบคลุมประเด็นย่อยมากขึ้น และอาจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างหลายระดับชั้นหรือเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย

10. เอกสารอ้างอิง

Bybee, R. W. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. Biological Sciences Curriculum Study.

Chantaranima, T., & Yuenyong, C. (2014). Grade 11 students' existing ideas about natures of light. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 143, 693–697.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Escalada, L. T., & Zollman, D. A. (1997). An investigation on the effects of using interactive digital video in a physics classroom on student learning and attitudes. Journal of Research in Science Teaching, 34(5), 467–489.

Fetherstonhaugh, A., Happs, J. C., & Treagust, D. F. (1987). Student misconceptions about light: A comparative study of prevalent views found in Western Australia, France, New Zealand, Sweden and the United States. Research in Science Education, 17, 156–164.

Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. Physics Education, 45(1), 97–107.

Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, I. (2022). A systematic review of 5E model in science education: Proposing a skill-based STEM instructional model within the 21st-century skills. International Journal of Science Education, 44(13), 2110–2130.

Mufit, F., Festiyed, Fauzan, A., & Lufri. (2019). The application of real experiments video analysis in the CCBL model to remediate the misconceptions about motion's concept. Journal of Physics: Conference Series, 1317, 012156.

OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I and II): Country notes—Thailand. OECD Publishing.

Polanin, J. R., Austin, M., Taylor, J. A., Steingut, R. R., Rodgers, M. A., & Williams, R. (2024). Effects of the 5E instructional model: A systematic review and meta-analysis. AERA Open, 10, 1–16.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), 211–227.

Widiyatmoko, A., & Shimizu, K. (2018). Literature review of factors contributing to students' misconceptions in light and optical instruments. International Journal of Environmental and Science Education, 13(10), 853–863.

การศึกษาผลเชิงประจักษ์ของการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ แบบ Facilitator สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในโรงเรียนเครือข่าย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ : กรณีศึกษาผลการดำเนินกิจกรรมสะเต็มบีซีจี ในระดับประถมศึกษา

บรรจง เชื้อเมืองพาน[1] เอมอร วันเอก[2*] ธันยบูรณ์ ถาวรวรรณ์[2] คชาภรณ์ อุดเลิศ[1] กนกวรรณ มารักษ์[2]
และ ปุญญิสา สัมพันธ์[1]
[1]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
*Email: aimon.wan@uru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการยกระดับครูวิทยาศาสตร์สู่บทบาทผู้อำนวยการเรียนรู้ ณ โรงเรียนบ้านหน้าพระธาตุ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่มีผู้เข้าร่วมวิจัย คือ ครูวิทยาศาสตร์ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) โดยการดำเนินกิจกรรมสะเต็มบีซีจี จำนวน 3 วงรอบ ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ รวบรวมจากแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้เทคนิคการวิเคราะห์ธีม และสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการนำหลักสูตรไปใช้ในห้องเรียนที่เน้นการบูรณาการทักษะการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนและการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงรุกผ่านกิจกรรมเชิงบูรณาการโดยใช้ทรัพยากรท้องถิ่นเป็นฐาน ซึ่งครูสามารถกระตุ้นกระบวนการสืบเสาะและสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักเรียนได้ดีแม้ยังพบความท้าทายในการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงสร้างสรรค์ ขณะที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมในภาพรวม ระดับมาก ($\bar{X}$±SD=4.35±0.76) โดยเฉพาะการได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยเป็นการค้นพบที่ยืนยันว่าบทบาทของครูผู้อำนวยการเรียนรู้ มีความสำคัญในการกระตุ้นการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นต้นแบบหนึ่งในการพัฒนาสมรรถนะครูและยกระดับคุณภาพการศึกษาในระดับพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ครูผู้อำนวยการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา สะเต็มบีซีจี

1. ที่มาและความสำคัญ

ในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญ ได้แก่ การคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking Skills) การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีวิจารณญาณ ถือเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษาทั้งในระดับประเทศและระดับสากล ระบบการศึกษาจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการถ่ายทอดความรู้ไปสู่การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และส่งเสริมบทบาทของครูในฐานะ “ผู้อำนวยการเรียนรู้ (Facilitator)” เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้เชิงลึกและยั่งยืน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560; OECD, 2023) อย่างไรก็ตาม สภาพการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ภูมิภาค ยังคงเผชิญข้อจำกัดหลายประการ ทั้งด้านศักยภาพครู ความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะ

สำคัญของผู้เรียนยังไม่บรรลุตามเป้าหมายที่คาดหวัง สะท้อนจากผลการประเมิน PISA ปี 2022 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD อย่างมีนัยสำคัญ (OECD, 2023)

งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การบูรณาการ STEM และ STEAM Education และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Srikoon, et.al. 2020; Darling-Hammond et al., 2020) ขณะเดียวกันแนวคิดบทบาทครูในฐานะ Facilitator ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับสากลว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก (Weimer, 2013; OECD, 2019)

ในเชิงนโยบายประเทศไทยได้กำหนดทิศทางการพัฒนาการศึกษาไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 โดยเน้นการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อบริบทของผู้เรียนและพื้นที่ เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560; สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561)

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ในฐานะสถาบันอุดมศึกษาที่มีพันธกิจหลักด้านการพัฒนาท้องถิ่น ได้ร่วมมือกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินโครงการยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเชิงพื้นที่ โดยพัฒนา “หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบ Facilitator” เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การตั้งคำถามเชิงกระตุ้น การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม (สสวท., 2565) อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการขยายผลการอบรมสู่โรงเรียนเครือข่ายแล้ว แต่ยังขาดข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการนำหลักสูตรไปใช้จริงในบริบทโรงเรียน ตลอดจนผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นต่อทักษะการเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ของครู และ ความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการตัดสินประสิทธิผลของหลักสูตรและใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทพื้นที่ได้อย่างแท้จริง (Darling-Hammond et al., 2020; มารุต พัฒผล, 2567)

ดังนั้น การศึกษาผลเชิงประจักษ์ของการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบ Facilitator สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในโรงเรียนเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างองค์ความรู้เชิงพื้นที่ อันจะนำไปสู่การยกระดับสมรรถนะครูและคุณภาพผู้เรียน รวมทั้งเป็นต้นแบบเชิงระบบสำหรับการขยายผลสู่พื้นที่อื่นของประเทศในอนาคต

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 เพื่อประเมินผลการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการออกแบบและดำเนินกิจกรรมจากครูผู้อำนวยการเรียนรู้

3. ขอบเขตการวิจัย

สถานที่ในการดำเนินการวิจัย: การวิจัยนี้เลือกดำเนินกิจกรรมในโรงเรียนระดับประถมศึกษา ของโรงเรียนในพื้นที่เครือข่ายของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ คือ โรงเรียนบ้านหน้าพระธาตุ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยเลือกห้องเรียนเป้าหมายระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้อง ซึ่งเป็นห้องเรียนที่คละทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

ผู้เข้าร่วมวิจัย: ผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม คือ

1. ครูผู้สอน

ครูผู้สอนที่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ คือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการอบรมหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบ Facilitator ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียน และห้องเรียนเป้าหมาย ที่ได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยการสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และได้รับอนุญาตจากผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 1 คน

2. นักเรียน

นักเรียนที่เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่อยู่ในความดูแลของครูผู้สอนที่เข้าร่วมวิจัยในข้อ 1 ที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้จากครูผู้สอนที่ผ่านการการอบรมหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบ Facilitator

ระยะเวลา: การดำเนินการวิจัยใช้ระยะเวลา 3 เดือน (1 มกราคม – 31 มีนาคม 2569) ในช่วงภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator

หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator เป็นหนึ่งในหลักสูตรที่ขับเคลื่อนโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อมุ่งเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนจากผู้ป้อนความรู้ (Knowledge Provider) เป็นผู้คอยสนับสนุนให้ผู้เรียนเสาะแสวงหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Facilitator) (Larochelle et al., 1998) อันจะนำไปสู่การยกระดับทักษะในศตวรรษที่ 21 กระบวนการการคิดขั้นสูง และสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Ah-Nam & Osman, 2017; Suroso et al., 2026;) โดยโครงสร้างเนื้อหาของหลักสูตร (สสวท., 2565) ได้แบ่งหลักสูตรออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้ 1) หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: จากผู้สอนเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ ความสำคัญของผู้อำนวยการเรียนรู้ สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Style) และบทบาทการเป็นครูผู้อำนวยการเรียนรู้ในชั้นเรียน 2) หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: ทักษะสำคัญของผู้อำนวยการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ ทักษะการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ ทักษะการสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ ทักษะการวัดประเมินระหว่างเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ และทักษะการกระตุ้นและเสริมสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง 3) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบกิจกรรม ที่ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ การวิเคราะห์แผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้และการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะสำคัญของผู้อำนวยการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ในบริบทต่าง ๆ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 4) หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: การจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ การประยุกต์ใช้ AI เพื่อเป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาการอบรมทั้งหมด 22.5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นหลักสูตร ที่มุ่งให้ครูผู้สอนมีทักษะสำคัญของครูผู้อำนวยการเรียนรู้ ที่สามารถออกแบบและดำเนินกิจกรรม

การเรียนรู้เชิงบูรณาการ และกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เสาะแสวงหาความรู้ (Knowledge Seeker) และเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (knowledge builder)

การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มในระดับประถมศึกษา

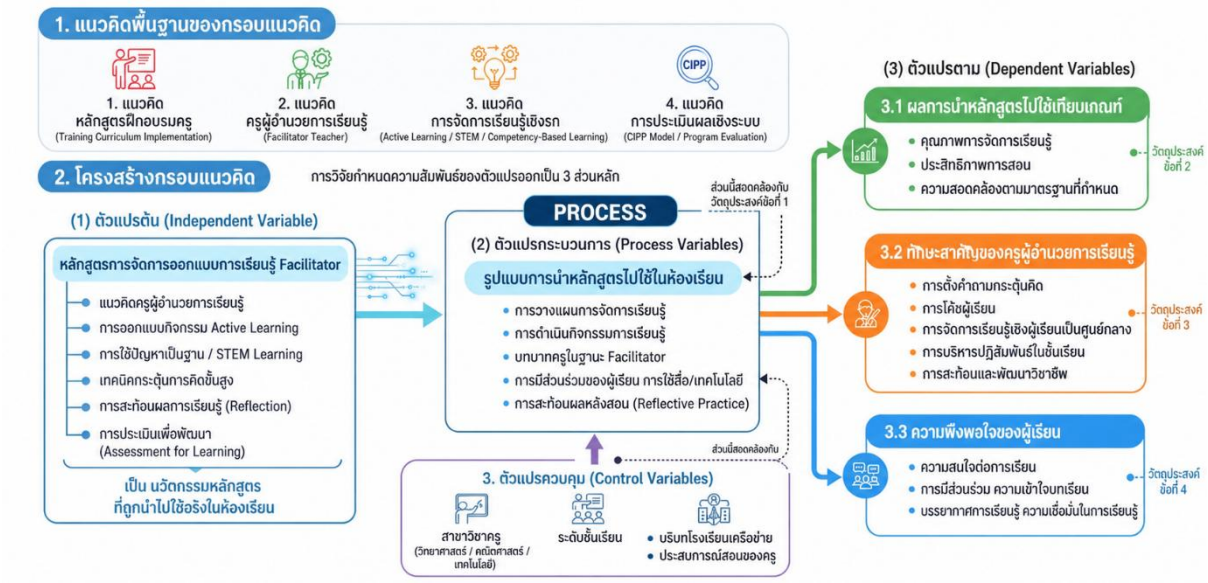
การศึกษาทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการกำหนดพัฒนาการทางปัญญา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความอยากรู้อยากเห็น ที่มากไปกว่านั้นกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มักรวมศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา การศึกษาวิจัยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าโครงการบนพื้นฐานของสะเต็ม (STEM-based Projects) ช่วยเพิ่มสมรรถนะของนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ (So et al., 2018) และกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จะช่วยส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและแรงจูงใจ ส่งผลให้มีความสนใจอย่างต่อเนื่องในสาขาวิชาสะเต็ม โดยการวิจัยระบุว่าผู้เรียนที่เข้าร่วมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบมีปฏิสัมพันธ์ จะช่วยพัฒนาทักษะในการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่แข็งแกร่งขึ้น (Letina, 2020) จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการผ่านกระบวนการแบบสืบเสาะและเชิงรุก ช่วยส่งเสริมทักษะและกระบวนการคิดขั้นสูง รวมทั้งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แต่อย่างไรก็ตาม กลไกที่สำคัญต่อการขับเคลื่อนและดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนตามแนวทางเหล่านี้ คือ ครูผู้สอน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อบริบทของผู้เรียนและพื้นที่ ซึ่งหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator จึงได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนานี้

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิตส์ (constructivism)

การวิจัยนี้ยึดหลักแนวคิดตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทเชิงรุกของผู้เรียนในการสร้างความเข้าใจและความรู้ของตนเอง โดยผู้เรียนสามารถสะท้อนถึงประสบการณ์ของตนเอง การสร้างความคิดในใจตน และนำความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปในแผนงานของตน (McLeod, 2023) แนวทางนี้ส่งเสริมการเรียนรู้และความเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับเนื้อหาอย่างมุ่งมั่นและมีความหมาย (McLeod, 2023) ทฤษฎีนี้ถือเป็นรากฐานของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Zajda, 2022) ซึ่งถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Minner et al., 2010) โดยคอนสตรัคติวิซึม จะมุ่งเน้นไปที่การสร้างความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Bruning et al., 2004) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม จะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง (Fosnot, 2013) ทั้งยังสนับสนุนแนวคิดที่ว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเองแทนที่จะรับความรู้จากผู้อื่นเพียงฝ่ายเดียว (Ben-Ari, 2001) การเรียนการสอนตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ ครูผู้สอนจะแสดงบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนเพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Bruning et al., 2004)

4.3 กรอบแนวแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย (research methodology)

การวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วิธีวิจัยในรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research; PAR) (MacDonald, 2012; McIntyre, 2007) ที่มุ่งแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงผ่านวัฏจักรซ้ำๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการวางแผน การดำเนินการ และการไตร่ตรอง (Lewin, 1946) การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) เป็นแนวทางการวิจัยแบบร่วมมือที่ผู้เข้าร่วมมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยอย่างแข็งขัน เพื่อแก้ไขปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงและผลักดันการเปลี่ยนแปลงทางสังคม (Greenwood et al., 1993) ซึ่งการวิจัยนี้เป็นความร่วมมือระหว่างครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และนักวิจัยตั้งแต่กระบวนการ 1) การอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะของครูผู้อำนวยการเรียนรู้ (Training) 2) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มบีซีจี (STAM BCG) ร่วมกันระหว่างครูผู้สอนและนักวิจัย (Co-designing) 3) การดำเนินกิจกรรมโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน (Classroom Implementing) และ 4) การสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflecting) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ เกี่ยวข้องกับวงรอบกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 วงรอบ (Iterative Cycles of Activities) โดยตลอดกระบวนการทั้งหมดเป็นการดำเนินการวิจัยผ่านความร่วมมือระหว่างผู้วิจัยและครูผู้สอน และเกี่ยวข้องกับข้อมูลการวิจัยทั้งแบบเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) และข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data)

5.2 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล และ เครื่องมือที่ใช้ (Data Collection Methods and Instrument)

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลาย ผ่านแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อการได้มาซึ่งข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งมีแหล่งข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มบีซีจี ที่ถูกออกแบบและปรับปรุงโดยครูผู้สอนผ่านคำแนะนำของนักวิจัย จำนวน 3 แผน (3 วงรอบกิจกรรม) แผนละ 3 ชั่วโมง รวม 9 ชั่วโมง ที่ประกอบด้วยวงรอบกิจกรรมที่ 1: กระดาษและผลิตภัณฑ์จากฟางข้าว วงรอบกิจกรรมที่ 2: กระถางชีวภาพจากก้อนเห็ดเก่า และวงรอบกิจกรรมที่ 3: มหัศจรรย์เจลหอมระเหยจากผิวมะกรูด

2) การสนทนาอย่างมืออาชีพ (Professional Conversation) และการสะท้อนผลหลังสอน (Teacher Reflection)

การสนทนาอย่างมืออาชีพจะดำเนินการระหว่างผู้วิจัยและครูผู้สอน ในขั้นการออกแบบกิจกรรมสะเต็มบีซีจี และการสะท้อนผลหลังสอนจะดำเนินการระหว่างผู้วิจัยและครูผู้สอน หลังเสร็จสิ้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งข้อมูลการสนทนาจะถูกบันทึกข้อมูลด้วยอุปกรณ์บันทึกเสียง (Audio Recorder)

3) การประเมินผลการใช้หลักสูตร

การประเมินผลการใช้หลักสูตร จะดำเนินการโดยใช้ แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางครูผู้อำนวยการเรียนรู้ (Facilitator Teacher) ซึ่งการประเมินผลการใช้หลักสูตรจะใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน (3 วงรอบกิจกรรม) เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการประเมิน

4) การประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

การประเมินความพึงพอใจของนักเรียน จะถูกดำเนินการ ในช่วงท้ายของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละวงรอบ โดยใช้แบบประเมินผลการใช้หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบ Facilitator และ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ตามลำดับ

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษารูปแบบการนำหลักสูตรไปใช้ในห้องเรียน และผลการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน ถูกวิเคราะห์โดยเทคนิคการวิเคราะห์ธีม (Thematic Analysis) ตามแนวทางของ Braun และ Clarke (2006) ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ความพึงพอใจของนักเรียนจะวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ

6. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลเชิงประจักษ์ของการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ แบบ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยเป้าหมาย เพื่อสะท้อนการนำหลักสูตรไปใช้ในห้องเรียนที่เป็นบริบทการเรียนรู้จริง ซึ่งได้เลือกกรณีศึกษาจากการดำเนินกิจกรรมสะเต็มบีซีจี ในชั้นเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผลการวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

6.1 รูปแบบการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิค Thematic Analysis ตามแนวทางของ Braun และ Clarke (2006) จากข้อมูลการสนทนาอย่างมืออาชีพและการสะท้อนผลหลังสอน ระหว่างครูผู้สอนและผู้วิจัย เกิดธีมทั้งหมด 2 ธีม ที่สะท้อนการนำหลักสูตรการฝึกอบรมไปใช้ในชั้นเรียน ได้แก่ 1) การบูรณาการทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้ และ 2) การประยุกต์แนวคิดครูผู้อำนวยการเรียนรู้สู่กิจกรรมเชิงบูรณาการผนวกทรัพยากรในท้องถิ่น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ธีม 1: การบูรณาการทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้

จากการสนทนาระหว่างนักวิจัยและครูผู้สอน พบว่า ครูผู้สอนได้สะท้อนการนำทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้ที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มบีซีจี อาทิ ทักษะการตั้งคำถามที่หลากหลายและเน้นกระบวนการคิดขั้นสูงของครูผู้สอน ที่ถูกสอดแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งทักษะการสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ ที่เน้นการออกแบบกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนสืบเสาะ ได้ลงมือปฏิบัติ การแก้ปัญหาผ่านการสร้างชิ้นงานที่เชื่อมโยงกับบริบทบีซีจีในท้องถิ่นของตนเอง โดยข้อความที่ตัดตอนมา (Excerpt) ได้แสดงตัวอย่างการสนทนาระหว่างครูผู้สอนกับผู้วิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มบีซีจีในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย: กิจกรรมที่ครูเหมียวนำมาให้ผมดูให้ ครูเหมียวได้นำทักษะที่เคยอบรมมาใช้อะไรบ้างครับ?

ครูเหมียว: มีหลายส่วนค่ะ ก็จะมีอย่างเช่น ทักษะการตั้งคำถาม ที่ก็ใช้ในหลายส่วนของแผน ซึ่งแต่ก่อนจะมีคำถามที่ไม่ค่อยหลากหลาย แต่ในแผนนี้จะมีคำถามที่หลากหลายมากขึ้น

ผู้วิจัย: แล้วมีทักษะอื่นอีกมั้ยครับ ที่ใช้กับแผนนี้?

ครูเหมียว: น่าจะเป็นการให้นักเรียนได้ลงมือออกแบบของใช้จากกระดาษที่ทำเสร็จแล้ว คิดว่าน่าจะช่วยให้นักเรียนได้ลองค้นคว้าข้อมูลด้วยตัวเองและเรียนรู้ผ่านการลงมือทำค่ะ

ผู้วิจัย: อ้อครับ น่าสนใจดีครับ

จากข้อความที่ตัดตอนมา ข้างต้นได้สะท้อนรูปแบบการนำทักษะต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนได้รับการฝึกอบรมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งอยู่ในรูปแบบของการสอดแทรกหรือบูรณาการเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้คำถามที่ฝึกให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง และการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงรุก และการบูรณาการศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ผ่านการลงมือปฏิบัติและการสร้างชิ้นงานที่มีความหมาย

ธีม 2: การประยุกต์แนวคิดครูผู้อำนวยการเรียนรู้สู่กิจกรรมเชิงบูรณาการผนวกทรัพยากรในท้องถิ่น

ในช่วงการสนทนาระหว่างนักวิจัยและครูผู้สอน ครูผู้สอนได้สะท้อนความเข้าใจของตนเองในการประยุกต์ใช้แนวคิดและทักษะที่ได้เรียนรู้จากการฝึกอบรม เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและดำเนินกิจกิจกรรมตามแนวทางเพื่อสะท้อนบทบาทของครูผู้อำนวยการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะและกระตุ้นกระบวนการคิดขั้นสูงของผู้เรียน ซึ่งแนวทางที่ครูผู้สอนเลือกใช้คือ ทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้ที่ควรมีผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ และรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นการฝึกปฏิบัติและการสร้างชิ้นงานที่เชื่อมโยงกับบริบทในท้องถิ่นหรือในชีวิตประจำวันของผู้เรียน จึงได้ผลลัพธ์สุดท้ายคือกิจกรรมสะเต็มบีซีจี โดยข้อความที่ตัดตอนมาได้แสดงให้เห็นถึงการสะท้อนการเรียนรู้ของครูผู้สอนจากการฝึกอบรมไปสู่การออกแบบและดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย: ครูเหมียวลองช่วยอธิบายให้ผมฟังหน่อยว่าทำไมถึงมีไอเดียในการออกแบบกิจกรรมในลักษณะนี้ครับ?

ครูเหมียว: ส่วนตัวคิดว่ากิจกรรมน่าจะต้องให้นักเรียนได้ลองปฏิบัติหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ก็เลยคิดว่าน่าจะเป็นกิจกรรมสะเต็มที่สนใจอยู่แล้วค่ะ แล้วพอดีก็อยากใช้สิ่งของที่อยู่รอบตัวมาให้นักเรียนได้เรียนรู้ก็น่าจะดี

ผู้วิจัย: แล้วกิจกรรมสะเต็มที่ครูเหมียวออกแบบ ครูเหมียวได้นำความรู้หรือทักษะที่เคยอบรมมาใช้ในแผนนี้บ้างมั้ยครับ?

ครูเหมียว: ใช้ค่ะ ที่สำคัญคือคิดว่า กิจกรรมที่เลือกมามันตอบโจทย์ตรงที่ นักเรียนได้ลองทำ ลองแก้ปัญหา ได้ออกแบบ หรือสืบค้น อะไรประมาณนี้ค่ะ คิดว่ามันคงเชื่อมโยงกับที่เคยไปอบรม

ผู้วิจัย: อืม ครับ แล้วทำไมครูเหมียวถึงสนใจเลือกฟางข้าวมาเป็นโจทย์ให้นักเรียนครับ?

ครูเหมียว: คิดว่าเป็นของที่หาง่ายแถว ๆ โรงเรียน อีกอย่าง ตอนสมัยเรียนก็เคยทำกระดาษจากฟางข้าวมาก่อนค่ะ

ผู้วิจัย: อ้อ! ครับ น่าสนุกครับ ผมอยากเห็นกิจกรรมแล้วครับ ว่าตอนเรียนจริงจะเป็นยังไง

จากข้อความที่ตัดตอนมาข้างต้น ได้สะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบในการประยุกต์ใช้การเรียนรู้หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ไปสู่ห้องเรียน ซึ่งมีกุญแจที่สำคัญ การนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นทักษะหรือแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนบทบาทของครูผู้อำนวยการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมบทบาทของผู้เรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม ผนวกเข้ากับกิจกรรมเชิงบูรณาการที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ในหลายๆศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยการใช้ทรัพยากรบีซีจี ในท้องถิ่นเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาของครูผู้สอนเป็นสำคัญ

6.2 การนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน

ในงานวิจัยนี้ ผลการใช้หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์จะประเมินโดยผู้วิจัย โดยใช้แบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางครูผู้อำนวยการเรียนรู้ (Facilitator Teacher) จากทั้งหมด 3 วงรอบ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิค Thematic Analysis ตามแนวทางของ Braun และ Clarke (2006) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของการประยุกต์ใช้ทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้สำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งธีมทั้งหมด 4 ธีม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ธีม 1: สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียนกับกิจกรรมการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน พบว่า ยังไม่พบการวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียนที่เด่นชัด อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยกิจกรรมสะเต็มบีซีจีทั้ง 3 วงรอบ มีองค์ประกอบที่โดดเด่นเกี่ยวกับการเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการสืบค้น ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน รวมทั้งการทำงานเป็นทีม ซึ่งมีความสอดคล้องเหมาะสมกับผู้เรียนที่หลากหลาย

ธีม 2: การประยุกต์ใช้คำถามสำหรับครูผู้อำนวยการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นผู้เรียน

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน พบว่า ครูผู้สอนมีการประยุกต์ใช้คำถามที่หลากหลายที่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ดังตัวอย่างคำถามที่ตัดตอนมา ดังนี้

หากเราเปลี่ยน ควันไฟ ให้เป็น รายได้ หรือของใช้ นักเรียนคิดว่าฟางข้าวเหล่านี้จะกลายเป็นอะไรได้บ้าง?

นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับภาพที่เห็น ? ควันที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อเราอย่างไรบ้าง ?

เราจะใช้องค์ประกอบศิลป์ (Arts) มาจัดวางวัสดุธรรมชาติอย่างไรให้กระดาษของเรามีมูลค่าเพิ่มขึ้น?

ก้อนเชื้อเห็ดที่เก็บดอกหมดแล้ว เราสามารถนำก้อนเชื้อเห็ดนั้นไปทำอะไรได้บ้าง?

เราจะเปลี่ยนมะกรูดธรรมดา ให้กลายเป็น ก้อนเจล ที่ส่งกลิ่นหอมได้สม่ำเสมอและยาวนานเหมือนที่ขายในห้างได้อย่างไร?

นักเรียนจะออกแบบบรรจุภัณฑ์อย่างไร ให้กลิ่นค่อย ๆ ระเหยออกมาทีละน้อยเพื่อให้ใช้งานได้นานที่สุด?

จากตัวอย่างคำถามที่ตัดตอนมาข้างต้น เป็นลักษณะคำถามแบบเปิด (Open-end Question) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดได้อย่างอิสระ และยังมีลักษณะร่วมกับคำถามเชิงสร้างสรรค์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

นอกกรอบหรือสร้างแนวคิดใหม่ๆ นอกจากนี้ครูผู้สอนยังเลือกคำถามที่เป็นคำถามเชิงเจาะลึก เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาคำตอบที่เจาะลึกมากขึ้น ดังตัวอย่างคำถามที่ตัดตอนมา ดังนี้

ทำไมฟางข้าวที่แข็ง ๆ ถึงสามารถกลายเป็นกระดาษที่นุ่มและเรียบเนียนได้ ? มีสารอะไรที่ซ่อนอยู่ข้างใน?

หลักการแยกสาร (การต้ม/การกรอง) จะช่วยให้เราได้เฉพาะเส้นใยที่ต้องการได้อย่างไร?

ถ้าเราส่องแว่นขยายที่ผิวมะกรูด นักเรียนเห็นจุดเล็ก ๆ หรือไม่ จุดเหล่านั้นคืออะไรและเกี่ยวข้องกับกลิ่นอย่างไร?

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้สามารถใช้คำถามในลักษณะอื่น เช่น คำถามเชิงสมมติ ซึ่งเป็นคำถามที่ตั้งสถานการณ์สมมุติเพื่อให้ผู้ตอบวิเคราะห์หรือคาดการณ์คำตอบ ดังตัวอย่างคำถามที่ตัดตอนมา ดังนี้

ถ้าต้องการให้กระดาษมีความเหนียวและทนทาน นักเรียนควรปรับอัตราส่วนเยื่อต่อน้ำอย่างไร?

ในขณะที่ช้อนเยื่อ ถ้าเรายกเฟรมขึ้นไม่ตรง จะส่งผลต่อความหนาของกระดาษอย่างไร?

ที่มากไปกว่านั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ยังพบคำถามในลักษณะคำถามกระตุ้นให้เกิดการเชื่องโยง ที่ช่วยเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่ ดังตัวอย่างคำถามที่ตัดตอนมา ดังนี้

น้ำที่เหลือจากการกรองเยื่อ เราสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรต่อได้ตามหลัก BCG?

นวัตกรรมของนักเรียนช่วยลดปัญหา PM 2.5 ในชุมชนได้อย่างไร?

กิจกรรมในวันนี้ช่วยลดปริมาณขยะในชุมชน (BCG) ได้จริงหรือไม่ อย่างไร?

นอกจากมะกรูดแล้ว นักเรียนคิดว่ามีวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ ในบ้านอีกไหมที่สามารถนำมาทำเป็นเจลปรับอากาศได้?

กล่าวโดยสรุป จากการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้และกระบวนการคิดขั้นสูงได้ โดยพบคำถามที่หลากหลายในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรกิจกรรม

ธีม 3: องค์ประกอบของการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงรุก

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน พบองค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงรุกเพื่อกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้ 1) การส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะ ผ่านแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ใบความรู้ ปฏิบัติการ การทดลอง การสังเกต การสำรวจ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ 2) การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ผ่านกระบวนการสืบเสาะ การทดลอง การออกแบบ และสร้างชิ้นงาน 3) การประยุกต์ใช้ความรู้เชิงบูรณาการในชีวิตประจำวัน ผ่านวงจรกิจกรรมสะเต็มบีซีจี ทั้ง 3 วงจร ที่เอื้อให้ผู้เรียนออกแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ที่มีความเชื่อมโยงกับการสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อกระตุ้นผู้เรียน และ 4) การใช้ทรัพยากรบีซีจีเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ได้แก่ ฟางข้าว ก้อนเห็ดเก่า และมะกรูด ซึ่งเป็นทรัพยากรที่หาได้ในท้องถิ่น และ เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน

ธีม 4: การประเมินผลและการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน พบจุดร่วมของการวัดประเมินผลที่สำคัญ คือ 1) การประเมินผลผู้เรียนทั้งทางด้าน ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ผ่านวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย โดยเฉพาะการประเมินทักษะของผู้เรียนจากชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ที่สะท้อนทักษะการประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ยังไม่พบการนำทักษะการให้ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ (Constructive Feedback) มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมได้อย่างชัดเจน

ธีม 5: การสร้างแรงบันดาลใจเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

จากการวิเคราะห์วงจรกิจกรรมสะเต็มบีซีจีทั้ง 3 กิจกรรม พบองค์ประกอบที่สำคัญที่เป็นกุญแจเชื่อมโยงหลักการสำคัญของการกระตุ้นแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ คือ 1) การเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตจริง ตามแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนจะมีแรงจูงใจมากขึ้นหากสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (Bruner, 1960) ซึ่งกิจกรรมสะเต็มบีซีจี ทั้ง 3 กิจกรรม มีความเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านสะเต็มและทรัพยากรบีซีจีในชีวิตประจำวันอย่างเด่นชัด ไม่ว่าจะเป็น การประดิษฐ์สิ่งของจากกระดาษฟางข้าว การประดิษฐ์กระถางต้นไม้จากก้อนเห็ดเก่า และการผลิตเจลหอมจากสารสกัดจากผิวมะกรูด 2) การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุน ตามแนวคิดการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตรและให้ความรู้สึกปลอดภัยช่วยให้ผู้เรียนกล้าลองผิดลองถูก (Vygotsky and Cole, 1978) ซึ่งกิจกรรมสะเต็มบีซีจี ทั้ง 3 กิจกรรม มีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบข้อนี้ ในส่วนของการเอื้อให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกจากกระบวนการออกแบบและการแก้ปัญหาในช่วงการสร้างและทดสอบชิ้นงาน ผ่านความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันจากสมาชิกภายในกลุ่ม

6.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มบีซีจี ประเมินหลังการดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้นทันทีในแต่ละวงรอบกิจกรรม ทั้งหมด 3 วงรอบ ได้แก่ 1) กระดาษและผลิตภัณฑ์จากฟางข้าว 2) กระถางชีวภาพจากก้อนเห็ดเก่า และ 3) มหัศจรรย์เจลหอมระเหยจากผิวมะกรูด ประเด็นการประเมิน ประกอบด้วยความน่าสนใจ เนื้อหา ขั้นตอนกิจกรรม การได้ลงมือปฏิบัติ วัสดุอุปกรณ์ การทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ ความสุข การเห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และความพึงพอใจในภาพรวม ผลการประเมินพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของกิจกรรมที่ 1 มีค่าเท่ากับ 4.24 ± 0.77 ซึ่งประเด็นที่ 2 คือ เนื้อหาของกิจกรรมเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับระดับชั้น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 3.75 ± 0.89 และประเด็นที่ 4 คือ นักเรียนพึงพอใจที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงในการทำกระดาษจากฟางข้าว มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.63 ± 0.74 คะแนนเฉลี่ยรวมของกิจกรรมที่ 2 มีค่าเท่ากับ 4.31 ± 0.76 ซึ่งประเด็นที่ 2 คือ เนื้อหาของกิจกรรมเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับระดับชั้น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 3.88 ± 0.35 และประเด็นที่ 3 คือ ครูอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมได้ชัดเจน มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.88 ± 0.35 และ คะแนนเฉลี่ยรวมของกิจกรรมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 4.50 ± 0.75 ซึ่งประเด็นที่ 4 คือ นักเรียนพึงพอใจที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงในการทำเจลหอมระเหยจากผิวมะกรูด มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.25 ± 0.71 และประเด็นที่ 3 คือ ครูอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมได้ชัดเจน มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.75 ± 0.46 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมจากทุกกิจกรรมเท่ากับ 4.35 ± 0.76 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และจากคำถามแบบเขียนตอบ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนชอบมากที่สุดในกิจกรรม พบว่า การได้ลงมือปฏิบัติจริงในขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือการทดลอง เป็นสิ่งที่นักเรียนชอบมากที่สุด ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การได้ลงมือปฏิบัติเป็นปัจจัยที่ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมเชิงรุกเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี ถึงแม้ประเด็นนี้จะมีคะแนนความพึงพอใจต่ำที่สุดในกิจกรรมที่ 3 แต่อย่างไรก็ตาม คะแนนความพึงพอใจในประเด็นที่ 4 ในกิจกรรมที่ 3 ยังอยู่ในระดับมาก นอกจากนั้น การอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมได้ชัดเจนของครูผู้สอน อาจช่วยสร้างบรรยากาศที่สนับสนุนความเข้าใจของผู้เรียนและความรู้สึกเป็นมิตรที่ให้ผู้เรียนกล้าคิดและกล้าลองผิดลองถูก

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้จำแนกการสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 7.1) รูปแบบการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน 7.2) ผลการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน และ 7.3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับ

ผลเชิงประจักษ์ของการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ แบบ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ผ่านดำเนินกิจกรรมสะเต็มบีซีจี

7.1 รูปแบบการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน

ในประเด็นด้านการนำรูปแบบการนำหลักสูตรไปใช้ในห้องเรียน ได้ข้อสรุปในเชิงองค์ประกอบ 2 ประเด็น คือ การบูรณาการทักษะครูผู้อำนวยการเรียนรู้ และการประยุกต์แนวคิดครูผู้อำนวยการเรียนรู้สู่กิจกรรมเชิงบูรณาการผนวกทรัพยากรในท้องถิ่น ซึ่งหลักสูตรถูกนำไปใช้ผ่านการออกแบบและดำเนินกิจกรรมสะเต็มบีซีจี โดยครูผู้สอนได้นำทักษะต่าง ๆ เข้าไปสอดแทรกในกิจกรรมที่ช่วยยืนยันถึงบทบาทของครูผู้สอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของครูผู้สอนในฐานะเป็น Facilitator ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงบทบาทเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ (Knowledge Builder) ด้วยตนเองได้ (Bruning et al., 2004) นอกจากนี้ การนำแนวคิดจากหลักสูตรเข้าไปผนวกกับกิจกรรมเชิงบูรณาการสะเต็มบีซีจีที่เอื้อให้เกิดการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความหมาย ที่เชื่อมโยงกับบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง (Bruner, 1960) จึงเป็นแนวทางในทางปฏิบัติที่เป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ

7.2 ผลการนำหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ของครูวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในห้องเรียน

ในงานวิจัยนี้ เป็นเพียงกรณีศึกษาที่เน้นศึกษาบริบทจำเพาะในห้องเรียนเพียงแห่งเดียว ซึ่งได้ข้อสรุปจำเพาะเกี่ยวกับผลการนำหลักสูตรไปใช้ในห้องเรียนในประเด็นต่าง ๆ โดยสรุป ดังนี้ 1) การวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียนกับกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในกรณีศึกษา พบว่า ยังไม่พบกระบวนการวิเคราะห์ผู้เรียนที่เด่นชัด 2) การประยุกต์ใช้คำถามสำหรับครูผู้อำนวยการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นผู้เรียน พบว่า ครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้คำถามที่หลากหลายที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนตลอดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) องค์ประกอบของการสร้างสภาพแวดล้อมเชิงรุก พบการนำแนวคิดจากหลักสูตรไปใช้ได้ทั้ง 3 วงรอบกิจกรรม ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะ การลงปฏิบัติจริง การแก้ปัญหาเชิงบูรณาการ และการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นเพื่อเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ 4) การประเมินผลและการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยพบว่า ครูผู้สอนมีกระบวนการประเมินผลที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม การให้ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ (Constructive Feedback) ยังเป็นประเด็นที่ท้าทายที่ยังไม่สามารถพบได้ในกิจกรรมทั้ง 3 วงรอบ และ 5) การสร้างแรงบันดาลใจเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง พบประเด็นที่สำคัญ คือ กิจกรรมสะเต็มบีซีจีช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันจะสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Bruner (1960) และ Vygotsky และ Cole (1978) เกี่ยวกับการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตร ผ่านความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม อันเป็นผลที่เกิดขึ้นได้ในกิจกรรมสะเต็มบีซีจี

7.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มบีซีจี คะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.35 ± 0.76 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และจากการเขียนตอบเชิงบรรยาย พบว่า การได้ลงมือปฏิบัติจริงตลอดกิจกรรม คือ สิ่งที่นักเรียนชอบมากที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

8. เอกสารอ้างอิง

มารุต พัฒผล. (2567). *การประเมินหลักสูตรเพื่อการเรียนรู้และพัฒนา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). จรัลสนิทวงศ์การพิมพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator*. สสวท. https://www.ipst.ac.th

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. กระทรวงศึกษาธิการ. http://www.onec.go.th

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580)*. สศช. https://www.nesdc.go.th

Ah-Nam, L., & Osman, K. (2017). Developing 21st century skills through a constructivist-constructionist learning environment. *K-12 Stem Education*, 3(2), 205-216.

Ben-Ari, M. (2001). Constructivism in computer science education [1]. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching,* 20(1), 45. Retrieved from shorturl.at/nxOT5

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology,* 3(2), 77-101. doi:doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard university press.

Bruning, R., Schraw, G., Norby, M., & Ronning, R. (2004). *Cognitive psychology and instruction (4th edition)*. Columbus, Merrill.

Chaiyarak, S., & Thathong, K. (2020). The development of STEM learning activities to enhance problem-solving skills in secondary school students. *Journal of Education Studies*, 48(2), 85–98. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDUCU

Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791

Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. Teachers College Press.

Greenwood, D. J., Whyte, W. F., & Harkavy, I. (1993). Participatory action research as a process and as a goal. *Human Relations*, 46(2), 175–192.

Larochelle, M., Bednarz, N., & Garrison, J. W. (Eds.). (1998). *Constructivism and education*. Cambridge University Press.

Letina, A. (2020). Development of students' learning to learn competence in primary science. *Education Sciences*, 10(11), 1-15.

Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.

MacDonald, C. (2012). Understanding participatory action research: A qualitative research methodology option. *The Canadian Journal of Action Research*, 13(2), 34-50.

McIntyre, A. (2007). *Participatory action research*. Sage publications.

McLeod, S. (2023). *Constructivism learning theory & philosophy of education*. Retrieved September, 12, 2023.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry‐based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. Journal of Research in Science Teaching: *The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.

OECD. (2019). *Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. https://www.oecd.org/education/2030-project/

OECD. (2023). *PISA 2022 Results: What Students Know and Can Do*. https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2022-results/

So, W. W. M., Zhan, Y., Chow, S. C. F., & Leung, C. F. (2018). Analysis of STEM activities in primary students' science projects in an informal learning environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 1003-1023.

Srikoon, S., Bunterm, T., & Samranjai, T. (2018). Effects of 5E learning cycle on students' science achievement and attitudes toward science learning. *Journal of Education*, 12(2), 45–56. https://so01.tci-thaijo.org

Suroso, J., Wijayanti, L. P., Alifah, I. N., & Yulita, N. (2026). The Effect of Constructivist Learning on Science Literacy and Students' Learning Outcomes. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 10(1), 43-53.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Weimer, M. (2013). *Learner-centered teaching: Five key changes to practice* (2nd ed.). Jossey-Bass.

Zajda, J. (2022). The use of constructivist pedagogies and inquiry based learning to overcome discrimination. In *Discourses of globalisation and education reforms: Overcoming discrimination* (pp. 89-103). Springer International Publishing.

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่อง กรด–เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วันเพ็ญ ยิ้มประดิษฐ์
โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย
Email: wanpen.ch.16@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการกรอบความรู้ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เรื่องกรด–เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบ โดยเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียน รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์คลาดเคลื่อน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การวิจัยเป็นการวิจัยและพัฒนา แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบ และการทดลองใช้รูปแบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบและคู่มือการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเคมี แบบวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ประสิทธิภาพ การทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นเผชิญปรากฏการณ์ ขั้นสำรวจและสืบค้น ขั้นเชื่อมโยงเคมี 3 ระดับ ขั้นสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้และประเมินผล รูปแบบมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.67/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 23.33 เป็นร้อยละ 72.67 ขณะที่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงจากร้อยละ 42.00 เหลือร้อยละ 8.00 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการบูรณาการกรอบความรู้ TPACK กับการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางเคมีในระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ ช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์เรื่องกรด–เบสได้อย่างเป็นระบบ และสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

คำสำคัญ : TPACK แนวคิดเคมี 3 ระดับ กรด–เบส

1. ที่มาและความสำคัญ

วิชาเคมีเป็นศาสตร์ที่ศึกษาสมบัติ องค์ประกอบ โครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรมและเกี่ยวข้องกับกระบวนการในระดับอนุภาค ส่งผลให้นักเรียนจำนวนมากประสบปัญหาในการทำความเข้าใจแนวคิดทางเคมีอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะเรื่องกรด–เบส ซึ่งเป็นเนื้อหาสำคัญในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่านักเรียนยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกรด – เบส หลายประการ เช่น ความเข้าใจเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดและเบส ความแตกต่างระหว่างกรดแก่และกรดอ่อน รวมถึงความหมายของค่า pH ส่งผลให้ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีได้อย่างถูกต้อง สาเหตุ

สำคัญของปัญหาดังกล่าวเกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการจดจำสูตรและการคำนวณ มากกว่าการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงการแทนความรู้ทางเคมีทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ ได้อย่างสัมพันธ์กัน นำไปสู่มโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางเคมี แนวคิดการแทนความรู้ทางเคมี 3 ระดับจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่สังเกตได้กับการอธิบายในระดับอนุภาคและการใช้สัญลักษณ์ทางเคมีได้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในระดับอนุภาคจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีและสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถช่วยสร้างภาพแทนความคิดและส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกทางเคมีได้แนวคิด TPACK เป็นกรอบแนวคิดที่บูรณาการความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม เพื่อช่วยให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาและลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะในวิชาเคมีที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม การใช้เทคโนโลยีร่วมกับวิธีการสอนที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางเคมีได้อย่างถูกต้อง และลดมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีทั้งระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง ส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกทางเคมี ลดมโนทัศน์คลาดเคลื่อน และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2.2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมี เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น.

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 223 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 จำนวน 40 คน โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง

3.2 ตัวแปร

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เรื่องกรด – เบส

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ 2.1) มโนทัศน์ทางเคมี เรื่องกรด - เบสของนักเรียน โดยพิจารณาจากคะแนนแบบวัดมโนทัศน์และการเปลี่ยนแปลงของสถานะมโนทัศน์คลาดเคลื่อนก่อนและหลังเรียน และ 2.2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น

3.3 ระยะเวลา : ระหว่างเดือนเมษายน 2568 - เดือนมีนาคม 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 การจัดการเรียนรู้เรื่องกรด - เบส

กรด - เบสเป็นเนื้อหาสำคัญในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยครอบคลุมทฤษฎีกรด - เบส คู่กรด - เบส การแตกตัวของกรดและเบส ค่า pH ปฏิกิริยาสะเทิน การไทเทรต และสารละลายบัฟเฟอร์ เนื้อหาดังกล่าวมีทั้งแนวคิดเชิงนามธรรม การทดลอง การใช้สูตร สมการเคมี และการคำนวณ นักเรียนจึงต้องใช้ความรู้และทักษะหลายด้านในการสังเกต วิเคราะห์และสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางเคมี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) การเรียนรู้เรื่องกรด - เบสไม่ควรมุ่งเน้นเพียงการจดจำสูตรและการคำนวณ แต่ควรส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักฐาน จากการสังเกตและการทดลองกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผล งานวิจัยของจิรภัทร ศรีระอุดม และกัญญารัตน์ โคจร (2566) พบว่าการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบเสาะ สร้างแบบจำลอง และประเมินคำอธิบายช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรด – เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้เรื่องกรด – เบส ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสะท้อนความคิด เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักฐานเชิงประจักษ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เกื้อกูล นามวงษ์ และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2566) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิดช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เชื่อมโยงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับความรู้เรื่องกรด – เบส ได้ถูกต้องมากขึ้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องชัดเจนภายหลังการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยียังสามารถนำมาใช้สนับสนุนการเรียนรู้เรื่องกรด – เบส ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ กิจกรรมแบบโต้ตอบ และการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด – เบส จึงควรผสมผสานการสังเกตปรากฏการณ์ การสำรวจตรวจสอบ การสร้างแบบจำลอง การใช้สูตรและสมการเคมี การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และการสะท้อนความคิดเข้าด้วยกันพร้อมเลือกใช้เทคโนโลยีที่ช่วยให้นักเรียนเข้าถึงและเชื่อมโยงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการพัฒนามโนทัศน์ทางเคมีและลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

4.2 มโนทัศน์ทางเคมีและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ทางเคมีเป็นความรู้ความเข้าใจที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ จำแนกและทำนายปรากฏการณ์ทางเคมี โดยมโนทัศน์ที่ถูกต้องควรสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ส่วนมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเป็นความเข้าใจหรือคำอธิบายของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การตอบข้อคำถามผิดเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอที่จะสรุปว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เพราะการตอบผิดอาจเกิดจากการขาดความรู้ ความไม่มั่นใจ หรือความผิดพลาดในการคิด จึงจำเป็นต้องพิจารณาคำตอบ เหตุผล และระดับความมั่นใจร่วมกัน (ศุภามณ จันทร์สกุล, 2564; ขวัญกมล ใต้สำโรง และณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2565) เรื่อง กรด – เบส เป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยมโนทัศน์หลายส่วน เช่น ทฤษฎีกรด - เบส ความแรงและความเข้มข้นของกรด - เบส การแตกตัวเป็นไอออน ค่า pH ปฏิกิริยาสะเทิน อินดิเคเตอร์ สารละลายบัฟเฟอร์ และการไทเทรต ซึ่งผู้เรียนต้องเชื่อมโยงคำอธิบายเชิงมโนทัศน์เข้ากับสูตร สมการ และการคำนวณ

4.3 แนวคิดเคมี 3 ระดับ

แนวคิดการแทนความรู้ทางเคมี 3 ระดับ (Three Levels of Chemical Representation) เสนอโดย Johnstone ซึ่งอธิบายว่าการเรียนรู้เคมีอย่างสมบูรณ์ต้องเชื่อมโยงการแทนความรู้ 3 ระดับ ได้แก่

1) ระดับมหภาค เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถสังเกตได้จากการทดลองหรือปรากฏการณ์จริง เช่น การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ การเกิดฟองแก๊ส หรือการเปลี่ยนแปลงค่า pH

2) ระดับอนุภาค เป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของอะตอม โมเลกุล และไอออน ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรง เช่น การแตกตัวของกรดและเบส หรือการถ่ายโอนโปรตอน

3) ระดับสัญลักษณ์ เป็นการใช้สูตรเคมี สมการเคมี สัญลักษณ์ และการคำนวณทางเคมี ในการอธิบายปรากฏการณ์ ผู้เรียนจำนวนมากไม่สามารถเชื่อมโยงทั้ง 3 ระดับได้ ส่งผลให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเชื่อมโยงทั้ง 3 ระดับ จึงมีความสำคัญต่อการสร้างความเข้าใจทางเคมีอย่างถูกต้อง

4.4 แนวคิดความรู้ด้านเทคโนโลยีผนวกศาสตร์การสอนและเนื้อหา (TPACK)

แนวคิด TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) พัฒนาโดย Mishra และ Koehler (2006) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดที่อธิบายความรู้ที่จำเป็นสำหรับครูในการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) เป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่สอน เช่น ความรู้เรื่องกรด–เบส การแตกตัวของกรดและเบส ค่า pH และสมดุลกรด–เบส ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge: PK) เป็นความรู้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการสอน และการวัดประเมินผลที่เหมาะสมกับผู้เรียน และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) เป็นความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและสื่อดิจิทัล เช่น โปรแกรมจำลองสถานการณ์ ภาพเคลื่อนไหว และสื่ออินเทอร์แอกทีฟ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ดังนั้นการบูรณาการองค์ความรู้ทั้ง 3 ด้านจะช่วยให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาและลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะวิชาเคมีซึ่งมีเนื้อหาเป็นนามธรรมและต้องอาศัยการสร้างภาพแทนความคิด

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการกรอบความรู้ด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และเนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่อง กรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรสถานศึกษาในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และมโนทัศน์สำคัญเกี่ยวกับกรด - เบส ตลอดจนศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบความรู้ TPACK แนวคิดเคมี 3 ระดับ การสร้างมโนทัศน์ทางเคมีและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด - เบส

จากเอกสารผลการเรียนรู้เดิม การสังเกตชั้นเรียน การสัมภาษณ์ครูผู้สอน หรือการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนตามความเหมาะสม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียน การใช้เทคโนโลยี สื่อการเรียนรู้ และแนวทางการวัดและประเมินผลของรูปแบบ

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากระยะที่ 1 มาใช้สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบให้มีความสัมพันธ์กัน ประกอบด้วย

1) หลักการและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบ
2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ
3) ขั้นตอนหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้
4) ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้
5) บทบาทของครูและนักเรียน
6) การใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาและวิธีสอน
7) การวัดและประเมินผล

การออกแบบกิจกรรมมุ่งเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ในระดับมหภาค คำอธิบายการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค และการแทนความหมายด้วยสูตร สมการเคมี กราฟ และการคำนวณในระดับสัญลักษณ์ โดยเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีสอนตามกรอบความรู้ TPACK เช่น สื่อจำลองระดับอนุภาค วิดีทัศน์ แบบทดสอบออนไลน์ และเครื่องมือสำหรับนำเสนอหรืออภิปรายผลการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเคมี และแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำรูปแบบและเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้อง ความเป็นไปได้ และความถูกต้องทางวิชาการ โดยใช้แบบประเมินมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผู้วิจัยปรับปรุงรูปแบบและเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้เบื้องต้นกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อพิจารณาความชัดเจนของคำสั่ง ความเหมาะสมของกิจกรรม ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ปัญหาที่เกิดขึ้น และคุณภาพของเครื่องมือ จากนั้นจึงปรับปรุงเป็นรูปแบบฉบับสมบูรณ์และหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ E1/E2 เท่ากับ 80/80

E1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนได้รับจากกิจกรรมและการประเมินระหว่างเรียน

E2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนได้รับจากแบบทดสอบหลังเรียน

ระยะที่ 3 การทดลองใช้และประเมินผลรูปแบบ

ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงการทดลองใช้รูปแบบใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest–Posttest Design) ดังนี้

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	O_1	X	O_2

กำหนดให้ O_1 คือ การวัดมโนทัศน์ทางเคมีก่อนเรียน

X คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

O_2 คือ การวัดมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนและการประเมินความพึงพอใจ

ก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดการจัดกิจกรรมและให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเคมีก่อนเรียน จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนด โดยเก็บข้อมูลจากกิจกรรมระหว่างเรียน ชิ้นงาน การอภิปราย แบบบันทึกการเรียนรู้ และการตอบคำถามที่สะท้อนความเข้าใจทั้ง 3 ระดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนและตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

5.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการกรอบความรู้ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ

2) คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด–เบส จำนวน 8 แผน รวม 24 ชั่วโมง

4) สื่อ เทคโนโลยี ใบกิจกรรม และแบบบันทึกการเรียนรู้

5.2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของรูปแบบ

2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางเคมีเรื่องกรด–เบส

3) แบบวิเคราะห์ระดับมโนทัศน์และมโนทัศน์คลาดเคลื่อน

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์คุณภาพและความเหมาะสมของรูปแบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบโดยใช้ค่าประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

3) เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Dependent Samples t-test)

4) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์คลาดเคลื่อนโดยใช้ความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหาจากเหตุผลประกอบคำตอบ

5) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด

6. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการกรอบความรู้ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเชื่อมโยงความรู้ด้านเนื้อหา ศาสตร์การสอน และเทคโนโลยีตามกรอบ TPACK เข้ากับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่

1. หลักการของรูปแบบ
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้
4. ระบบสนับสนุนการเรียนรู้
5. การวัดและประเมินผล

กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นเผชิญปรากฏการณ์ (Phenomenon Engagement) กระตุ้นความสนใจและตรวจสอบมโนทัศน์เดิมจากปรากฏการณ์ระดับมหภาค
2. ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration) ให้นักเรียนทดลอง สังเกต รวบรวมข้อมูล และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
3. ขั้นเชื่อมโยงเคมี 3 ระดับ (Three-Level Connection) เชื่อมโยงสิ่งที่สังเกตได้กับอนุภาคและการแทนความหมายทางเคมี
4. ขั้นสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Construction) เปรียบเทียบมโนทัศน์เดิมกับหลักฐานและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
5. ขั้นประยุกต์ใช้และประเมินผล (Application and Assessment) นำมโนทัศน์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่และสะท้อนผลการเรียนรู้

1.1 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยนำรูปแบบและเอกสารประกอบรูปแบบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
หลักการและแนวคิดพื้นฐาน	4.73	0.29	มากที่สุด
วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.67	0.33	มากที่สุด
กระบวนการจัดการเรียนรู้	4.60	0.42	มากที่สุด
การบูรณาการกรอบความรู้ TPACK	4.67	0.36	มากที่สุด
การเชื่อมโยงแนวคิดเคมี 3 ระดับ	4.80	0.27	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล	4.53	0.45	มากที่สุด
ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้	4.47	0.40	มาก
รวม	**4.64**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการเชื่อมโยงแนวคิดเคมี 3 ระดับมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$ =4.80, S.D.=0.27) รองลงมา ได้แก่ ด้านหลักการและแนวคิดพื้นฐาน ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.29) แสดงให้เห็นว่ารูปแบบมีองค์ประกอบสอดคล้องกัน มีความถูกต้องทางวิชาการ และมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้จัดการเรียนรู้เรื่องกรด – เบส

1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำรูปแบบที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน และกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 80/80 ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากกิจกรรมและการประเมินระหว่างเรียน	100	82.67	82.67
คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน	40	33.13	82.83

จากตารางที่ 2 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ **82.67/82.83** ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้เรื่องกรด–เบส ได้

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2.1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียน

ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีของนักเรียนจำนวน 30 คน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	40	17.43	4.21	18.62	< .001
หลังเรียน	30	40	33.13	3.26		

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 33.13 คะแนน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.43 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางเคมีเรื่องกรด–เบส ถูกต้องมากขึ้น

2.2 ผลคะแนนมโนทัศน์จำแนกตามเนื้อหา

ตารางที่ 4 คะแนนมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียนจำแนกตามเนื้อหา

เนื้อหา	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละหลังเรียน
ทฤษฎีกรด–เบส	8	3.57	6.77	84.63
ความแรงและการแตกตัวของกรด–เบส	8	3.17	6.43	80.38
ค่า pH และความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน	8	3.63	6.83	85.38
ปฏิกิริยาสะเทิน	8	3.87	6.73	84.13
สารละลายบัฟเฟอร์และการประยุกต์ใช้	8	3.19	6.37	79.63
รวม	**40**	**17.43**	**33.13**	**82.83**

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกเนื้อหา โดยเนื้อหาค่า pH และความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนมีคะแนนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละสูงที่สุด คือ ร้อยละ 85.38 รองลงมา ได้แก่ ทฤษฎีกรด–เบส ร้อยละ 84.63 ส่วนสารละลายบัฟเฟอร์และการประยุกต์ใช้มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79.63

2.3 ผลการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบและเหตุผลของนักเรียน และจำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มโนทัศน์ถูกต้อง มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน มโนทัศน์คลาดเคลื่อน และไม่มีมโนทัศน์ ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละของระดับมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียน

ระดับมโนทัศน์	ก่อนเรียน (ร้อยละ)	หลังเรียน (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลง
มโนทัศน์ถูกต้อง	23.33	72.67	+49.34
มโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน	24.00	17.33	-6.67
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	42.00	8.00	-34.00
ไม่มีมโนทัศน์	10.67	2.00	-8.67
รวม	**100.00**	**100.00**	

จากตารางที่ 5 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 42.00 แต่หลังเรียนลดลงเหลือร้อยละ 8.00 ขณะที่มโนทัศน์ถูกต้องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 23.33 เป็นร้อยละ 72.67 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ช่วยปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เข้าใกล้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2.4 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตารางที่ 6 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก่อนและหลังเรียน

ประเด็นมโนทัศน์	มโนทัศน์ที่พบก่อนเรียน	ความเข้าใจที่พบหลังเรียน
ความแรงของกรด	กรดที่มีความเข้มข้นสูงเป็นกรดแก่เสมอ	แยกความหมายระหว่างความแรงของกรดกับความเข้มข้นของสารละลายได้
ค่า pH	สารละลายที่มีค่า pH ต่ำทุกชนิด มีปริมาณกรดเท่ากัน	อธิบายค่า pH โดยเชื่อมโยงกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนได้
การแตกตัว	กรดทุกชนิดแตกตัวในน้ำอย่างสมบูรณ์	จำแนกการแตกตัวของกรดแก่และกรดอ่อนในระดับอนุภาคได้
ปฏิกิริยาสะเทิน	กรดทำปฏิกิริยากับเบสแล้วได้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เสมอ	อธิบายได้ว่าค่า pH หลังปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรด–เบส
สารละลายบัฟเฟอร์	บัฟเฟอร์ทำให้ค่า pH คงที่ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย	อธิบายได้ว่าบัฟเฟอร์ช่วยต้านการเปลี่ยนแปลงของค่า pH เมื่อเติมกรดหรือเบสปริมาณเล็กน้อย

เมื่อวิเคราะห์เส้นทางการเปลี่ยนแปลงรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปสู่ มโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือถูกต้องบางส่วน โดยเฉพาะประเด็นความแรงกับความเข้มข้นของกรด การแตกตัวของกรด–เบส



และความหมายของค่า pH อย่างไรก็ตาม ยังพบนักเรียนบางส่วนมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารละลายบัฟเฟอร์และค่า pH ที่จุดสมมูล จึงควรได้รับกิจกรรมเสริมและข้อมูลย้อนกลับเพิ่มเติม

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน

หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนจำนวน 40 คนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
กิจกรรมการเรียนรู้	4.52	0.47	มากที่สุด
เนื้อหาและการเชื่อมโยงเคมี 3 ระดับ	4.61	0.43	มากที่สุด
สื่อและเทคโนโลยีการเรียนรู้	4.67	0.39	มากที่สุด
การมีส่วนร่วมและการทำงานร่วมกัน	4.48	0.51	มาก
การวัดและประเมินผล	4.43	0.49	มาก
ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้	4.63	0.41	มากที่สุด
รวม	**4.56**	**0.45**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 7 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ สื่อและเทคโนโลยีการเรียนรู้ รองลงมา ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และเนื้อหากับการเชื่อมโยงเคมี 3 ระดับ ตามลำดับ นักเรียนเห็นว่าสื่อจำลองช่วยให้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง และการเชื่อมโยงระหว่างผลการทดลอง ภาพระดับอนุภาค และสมการเคมีช่วยให้เข้าใจเรื่องกรด–เบสได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ กิจกรรมยังเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย ตรวจสอบคำอธิบายของตนเอง และแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากหลักฐานที่ได้รับ

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการกรอบความรู้ TPACK ร่วมกับแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เรื่องกรด–เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของรูปแบบ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ระบบสนับสนุน และการวัดและประเมินผล กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นเผชิญปรากฏการณ์ ขั้นสำรวจและสืบค้น ขั้นเชื่อมโยงเคมี 3 ระดับ ขั้นสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้และประเมินผล ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.67/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 33.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.43 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 นอกจากนี้ สัดส่วนมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 23.33 เป็นร้อยละ 72.67 ขณะที่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงจากร้อยละ 42.00 เหลือร้อยละ 8.00

3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือสื่อและเทคโนโลยีการเรียนรู้ รองลงมาคือประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และการเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีทั้ง 3 ระดับตามลำดับ

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหาและมโนทัศน์สำคัญเรื่องกรด–เบส ศึกษาปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนสังเคราะห์กรอบความรู้ TPACK และแนวคิดเคมี 3 ระดับ เพื่อนำมากำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน รูปแบบและเครื่องมือยังได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและทดลองใช้เบื้องต้นก่อนนำไปใช้จริง จึงช่วยให้กิจกรรมมีความถูกต้องทางวิชาการ เหมาะสมกับระดับผู้เรียน และสามารถดำเนินการได้ภายในบริบทของชั้นเรียน การบูรณาการกรอบความรู้ TPACK ทำให้การใช้เทคโนโลยีไม่ได้แยกออกจากเนื้อหาและวิธีสอน แต่ได้รับการเลือกใช้ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เช่น การใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือแบบจำลองเพื่อแสดงการแตกตัวของกรดและเบสในระดับอนุภาคการใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนกับค่า pH และการใช้แบบทดสอบออนไลน์เพื่อตรวจสอบความเข้าใจระหว่างเรียน เทคโนโลยีจึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหานามธรรมและได้รับข้อมูลย้อนกลับอย่างเหมาะสม ไม่ได้เป็นเพียงส่วนประกอบเพิ่มเติมของกิจกรรม ขณะเดียวกัน แนวคิดเคมี 3 ระดับช่วยกำหนดลำดับการเรียนรู้จากปรากฏการณ์ที่นักเรียนสามารถสังเกตได้ในระดับมหภาค ไปสู่การอธิบายด้วยอนุภาคและการแสดงแทนด้วยสูตร สมการ กราฟ หรือการคำนวณในระดับสัญลักษณ์ การเชื่อมโยงดังกล่าวมีความสำคัญต่อการเรียนเรื่องกรด–เบส เนื่องจากเนื้อหานี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เช่น การแตกตัวของสาร สมดุลของไอออน และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน การออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทั้ง 3 ระดับอย่างต่อเนื่องจึงช่วยให้กระบวนการเรียนรู้มีความหมาย และส่งผลให้รูปแบบมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีก่อนและหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความเข้าใจเรื่องกรด–เบสได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการที่กิจกรรมเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้และมโนทัศน์เดิมของนักเรียนผ่านคำถาม สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ใกล้ตัว ทำให้ครูทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจในลักษณะใด และสามารถเลือกใช้หลักฐาน กิจกรรม หรือคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบความคิดของตนเองได้ตรงประเด็น กิจกรรมการทดลองและการสืบค้นเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้จากหลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ การวัดค่า pH และการนำไฟฟ้าของสารละลาย อย่างไรก็ตามการสังเกตในระดับมหภาคเพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอต่อการสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง รูปแบบจึงใช้สื่อเทคโนโลยีและแบบจำลองเข้ามาช่วยแสดงการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค แล้วเชื่อมโยงไปยังสูตร สมการเคมี และการคำนวณในระดับสัญลักษณ์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์แทนการจดจำเฉพาะผลที่สังเกตได้กระบวนการสร้างและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนเปรียบเทียบคำอธิบายเดิมกับหลักฐานใหม่ อภิปรายความแตกต่าง และสร้างคำอธิบายที่สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เมื่อเกิดความไม่สอดคล้องระหว่างมโนทัศน์เดิมกับหลักฐาน ผู้เรียนจึงมีแนวโน้มทบทวนและปรับโครงสร้างความรู้ของตน ส่งผลให้คะแนนมโนทัศน์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามผล



คะแนนจำแนกตามเนื้อหาพบว่า สารละลายบัฟเฟอร์และการประยุกต์ใช้มีคะแนนหลังเรียนต่ำกว่าเนื้อหาอื่นเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากเนื้อหาดังกล่าวต้องอาศัยความเข้าใจหลายส่วนร่วมกัน ทั้งสมดุลเคมี การแตกตัวของกรด–เบสอ่อน คู่กรด–เบสสังยุค และการคำนวณค่า pH จึงมีความซับซ้อนทางมโนทัศน์มากกว่าเนื้อหาพื้นฐาน ผู้สอนควรเพิ่มกิจกรรมแบบจำลองระดับอนุภาค ใช้สถานการณ์ที่หลากหลาย และจัดกิจกรรมเสริมสำหรับนักเรียนที่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์

3) ผลการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ภายหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น ขณะที่มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและการไม่มีมโนทัศน์ลดลงอย่างชัดเจน สะท้อนว่ารูปแบบไม่ได้ช่วยให้นักเรียนทำแบบทดสอบได้ดีขึ้นเพียงด้านคะแนน แต่ยังช่วยให้โครงสร้างความเข้าใจของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์มากขึ้นก่อนเรียน นักเรียนบางส่วนเข้าใจว่ากรดที่มีความเข้มข้นสูงเป็นกรดแก่เสมอ กรดทุกชนิดแตกตัวในน้ำอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสให้สารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 เสมอ และสารละลายบัฟเฟอร์ทำให้ค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลงเลย มโนทัศน์เหล่านี้เกิดจากการใช้คำศัพท์ในชีวิตประจำวัน การจดจำกฎโดยไม่เข้าใจเงื่อนไข และการไม่สามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์กับระดับอนุภาคได้หลังเรียน นักเรียนสามารถจำแนกความแรงออกจากความเข้มข้นของกรด อธิบายความแตกต่างระหว่างการแตกตัวของกรดแก่กับกรดอ่อน และพิจารณาค่า pH หลังปฏิกิริยาสะเทินจากชนิดและปริมาณของสารตั้งต้นได้ดีขึ้น ผลดังกล่าวอาจเกิดจากการใช้ตัวแทนหลายรูปแบบ ได้แก่ การทดลอง ภาพอนุภาค สมการเคมี กราฟ และการคำนวณ ประกอบกับการใช้คำถามวินิจฉัยและข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของคำอธิบายในแต่ละระดับและแก้ไขความเข้าใจของตนเองได้ อย่างไรก็ดี หลังเรียนยังพบนักเรียนบางส่วนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะเรื่องบัฟเฟอร์และค่า pH ที่จุดสมมูล แสดงว่าการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาและมโนทัศน์เดิมที่ฝังแน่นอาจไม่เปลี่ยนแปลงจากการเรียนรู้เพียงครั้งเดียว ดังนั้น ผู้สอนควรตรวจสอบมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง ใช้คำถามที่กำหนดให้นักเรียนอธิบายเหตุผล และจัดกิจกรรมซ่อมเสริมตามลักษณะความคลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

4) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านสื่อและเทคโนโลยีการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ และด้านการเชื่อมโยงเคมี 3 ระดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมมีความหลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลอง สังเกต อภิปราย ใช้แบบจำลอง และตรวจสอบคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากกว่าการรับฟังคำอธิบายจากครูเพียงอย่างเดียว สื่อเทคโนโลยีช่วยทำให้เนื้อหาที่เป็นนามธรรมปรากฏเป็นภาพและสามารถปรับเปลี่ยนตัวแปรเพื่อสังเกตผลได้ทันที นักเรียนจึงเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ระดับมหภาค การเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาค และการแสดงแทนระดับสัญลักษณ์ได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ การได้รับข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียนและการทำงานร่วมกับเพื่อนยังช่วยสร้างความมั่นใจและส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้เชิงบวก จึงทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของกิจกรรมและมีความพึงพอใจในระดับสูง อย่างไรก็ตาม ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่น แม้ยังอยู่ในระดับมาก อาจเกิดจากแบบทดสอบและภาระงานที่กำหนดให้นักเรียนอธิบายเหตุผล เชื่อมโยงตัวแทนทั้ง 3 ระดับ และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบมีความท้าทายมากกว่าการตอบคำถามแบบเลือกตอบทั่วไป ผู้สอนจึงควรชี้แจงเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน ใช้ตัวอย่างคำตอบ และให้ข้อมูลย้อนกลับที่ช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางพัฒนาความเข้าใจของตนเอง

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ครูผู้สอนควรศึกษาหลักการ ขั้นตอน และคู่มือการใช้รูปแบบให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะการเลือกเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับเนื้อหา วิธีสอน และความพร้อมของผู้เรียนตามกรอบความรู้ TPACK

2) การจัดกิจกรรมควรเชื่อมโยงการอธิบายทางเคมีทั้ง 3 ระดับอย่างเป็นลำดับ ได้แก่ ปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ในระดับมหภาค การอธิบายด้วยอนุภาค และการแสดงแทนด้วยสูตร สมการ กราฟ หรือการคำนวณในระดับสัญลักษณ์ เพื่อป้องกัน การเรียนรู้แบบแยกส่วนและการท่องจำ

3) ก่อนเริ่มจัดการเรียนรู้ ครูควรตรวจสอบมโนทัศน์เดิมของนักเรียนด้วยคำถามวินิจฉัย แบบทดสอบสองระดับ หรือการให้อธิบายเหตุผล เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบกิจกรรมและให้ความช่วยเหลือได้ตรงกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน

4) การใช้เทคโนโลยีควรคำนึงถึงความพร้อมด้านอุปกรณ์ ระบบอินเทอร์เน็ต และทักษะดิจิทัลของนักเรียน พร้อมจัดเตรียมสื่อสำรอง เช่น ภาพลำดับเหตุการณ์ บัตรภาพอนุภาค หรือใบกิจกรรม เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่อได้เมื่อเกิดข้อจำกัดทางเทคนิค

5) การประเมินผลควรใช้วิธีที่หลากหลาย ทั้งแบบทดสอบ ชิ้นงาน แบบจำลอง การอภิปราย และการเขียนอธิบาย เพื่อประเมินว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทั้ง 3 ระดับได้จริง ไม่ใช่เพียงคำนวณหรือจดจำคำตอบได้

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาผลของรูปแบบโดยใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลและอธิบายประสิทธิผลของรูปแบบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2) ควรศึกษาความคงทนของมโนทัศน์ทางเคมี โดยวัดผลซ้ำหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ เช่น 2–4 สัปดาห์ เพื่อพิจารณาว่านักเรียนยังคงรักษามโนทัศน์ที่ถูกต้องไว้ได้หรือไม่

3) ควรศึกษากระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์เป็นรายบุคคลด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การวิเคราะห์ภาพวาดระดับอนุภาค หรือการวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ เพื่ออธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ได้ลึกซึ้งขึ้น

4) ควรพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์แบบหลายระดับ ซึ่งประกอบด้วยคำตอบ เหตุผล และระดับความมั่นใจ เพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างความไม่รู้ การคาดเดา และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างชัดเจน

5) ควรนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาเคมีอื่นที่มีความเป็นนามธรรม เช่น สมดุลเคมี ไฟฟ้าเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเคมีอินทรีย์ เพื่อศึกษาความเหมาะสมและขอบเขตการใช้รูปแบบ

9. เอกสารอ้างอิง

เกื้อกูล นามวงษ์, และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2566). การพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด–เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดเจนร่วมกับสะท้อนคิด. *วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย, 5*(4), 809–824. จาก https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemri/article/view/263013

ขวัญกมล ใต้สำโรง, และณัฏฐภรณ์ หลาวทอง. (2565). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ*, 23(2), 106–122. *จาก* https://so13.tci-thaijo.org/index.php/SWU_JEd/article/view/2808

ขวัญหทัย อาดนารี. (2567).*การพัฒนาความสามารถในการสร้างตัวแทนความคิดเรื่องการไทเทรตกรดและเบสโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยวิธีการสืบเสาะความรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่* 5. วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้, 7(2), 17–37. จาก https://ejournals.swu.ac.th/index.php/erdi/article/view/16442

*จิรภัทร ศรีระอุดม, และกัญญารัตน์ โคจร. (*2566). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ* EIMA ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5.* วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 17(1), 44–54. จาก https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmuj/article/view/264321

จิราพร ภูวันนา. (2566). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร]. ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. จาก https://gsmis.snru.ac.th/e-thesis/thesis_detail?r=63421238211

ชัชฎาภรณ์ พิณทอง, ชฎาวรรณ สุขัมศรี, และมะยูโซ๊ะ กูโน. (2566). กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 46(2), 37–54. จาก https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/257771

ดวงใจ ดีมงคล. (2569). รายงานการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่องกรด–เบส รายวิชา ว30224 เคมี 4 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) สมุทรปราการ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ, 9(3). จาก https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JSciTech/article/view/4231

บุษรี เพ่งเล็งดี. (2561). การเรียนการสอนเคมีโดยใช้แนวคิด 3 ระดับ. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 33*(2), 145–157. จาก https://so04.tci-thaijo.org/index.php/eduku/arti

พิมพลอย ตามตระกูล. (2564). *การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส* ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* [การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร].

รัชวรรณ สังฆวัตร, พงศ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ, และสุธาสินี กิตยาการ. (2567). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปี 2567 (น. 157–168). มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

วัชราภรณ์ เขาเขจร, และนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2567). การพัฒนาความรู้ในการสอนจำเพาะเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีของนักศึกษาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ผ่านโมดูลการเรียนรู้เพื่องานวิชาชีพผสานร่วมเทคโนโลยีที่เน้นการเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์สืบเสาะ. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 7(2), 418–432. จาก https://doi.org/10.14456/jsse.2024.33

ศยามล เมฆวงค์. (2562). *การพัฒนามโนทัศน์เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้ตัวแทนความคิดทางเคมี* 3 ระดับ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม* 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* (พิมพ์ครั้งที่ *3).* โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สิขเรศ อำไพ. (2567). การศึกษาความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 15(2), 226–240. จาก https://doi.org/10.14456/jstel.2024.16

อานนท์ มีซอง, ศิริรัตน์ ศรีสอาด, และนาตยา ปิลันธนานนท์. (2565). TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในเคมี. วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 9(1), 141–153. จากhttps://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDMCU/article/view/247636

Khunpeng, C., & Pratoomtong, W. (2022). Effects of chemistry teaching emphasizing conceptual development with Polya's technique on acid-base for eleventh grade students. Journal of Education Rajabhat Maha Sarakham University, 19(1), 239–252. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edu-rmu/article/view/256509

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

การพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิทชภณ พวงแก้ว
โรงเรียนคุรุประชาสรรค์ จังหวัดชัยนาท
Email: tawatchai2538oat42@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคุรุประชาสรรค์ จำนวน 35 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 และการทดสอบ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL โดยผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.82, S.D. = 0.21) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.46/84.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$ = 17.29, S.D. = 1.84) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 12.46, S.D. = 2.31) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.76, S.D. = 0.25)

คำสำคัญ : ASTRO-K.S. MODEL ดาราศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. ที่มาและความสำคัญ

ในศตวรรษที่ 21 การจัดการศึกษาจำเป็นต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีทั้งความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับการนำไปใช้จริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Partnership for 21st Century Learning, 2019)

รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เป็นสาระการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับโลก เอกภพ ระบบสุริยะ ดวงดาว และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างหลากหลาย สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้เหตุผล และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาดังกล่าวยังพบข้อจำกัด เช่น การเน้นเนื้อหาเพื่อการสอบมากกว่าประสบการณ์จริง การขาดโอกาสใช้เครื่องมือทางดาราศาสตร์ และการขาดเวทีให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์หรือนำเสนอผลงาน

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL โดยอาศัยฐานคิดจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Vygotsky, 1978) การเรียนรู้จากประสบการณ์ (Kolb, 1984) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Thomas, 2000) และวงจรคุณภาพ PDCA (Deming, 1986) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน



เกิดแรงบันดาลใจ ได้ลงมือปฏิบัติ ใช้เครื่องมือจริง สร้างผลงาน และสื่อสารองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ อันเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้เชิงรุกด้านโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามรูปแบบ ASTRO K.S. MODEL ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

2.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ASTRO-K.S. MODEL

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคุรุประชาสรรค์ จังหวัดชัยนาท ที่เรียนรายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคุรุประชาสรรค์ จังหวัดชัยนาท จำนวน 35 คน ที่เข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 ตัวแปร

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL

3.3 ระยะเวลา: ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างองค์ความรู้

Vygotsky (1978) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการได้รับการสนับสนุนจากผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มองว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ การลงมือปฏิบัติ และการสะท้อนคิด

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้จากประสบการณ์และโครงงานเป็นฐาน

Kolb (1984) กล่าวว่า การเรียนรู้จากประสบการณ์เกิดจากการลงมือปฏิบัติจริง การสะท้อนผล การสร้างแนวคิด และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ส่วนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเน้นให้ผู้เรียนเลือกประเด็นที่สนใจ วางแผน ค้นคว้า ทดลอง สร้างผลงาน และนำเสนอผลการเรียนรู้

4.3 แนวคิดเกี่ยวกับวงจรคุณภาพ PDCA

Deming (1986) กล่าวว่า วงจรคุณภาพ PDCA ประกอบด้วย Plan การวางแผน Do การปฏิบัติ Check การตรวจสอบผล และ Act การปรับปรุงพัฒนา เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ครูออกแบบ ดำเนินการ ประเมิน และปรับปรุงกิจกรรมได้อย่างเป็นระบบ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยดำเนินการวิจัยเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาเอกสาร หลักสูตร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วสังเคราะห์เป็นรูปแบบ ASTRO K.S. MODEL

ระยะที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบและเครื่องมือวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือวัดผล

ระยะที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 35 คน และเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.2 เครื่องมือที่ใช้: เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL
2) แผนการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามรูปแบบ ASTRO K.S. MODEL
3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ
4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล: ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบ ดังนี้

1) วิเคราะห์คุณภาพและความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2
3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้การทดสอบ t-test
4) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกต ผลงานนักเรียน และการสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพ

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Awareness 2) Scientific Foundation 3) Tools & Techniques 4) Research Design 5) Output Creation 6) Knowledge Application และ 7) Skill Integration

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{X}$ = 4.82, S.D. = 0.21 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.90, S.D. = 0.18) รองลงมา คือ ด้านความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.86, S.D. = 0.23) ด้านความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.27) และด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง ($\bar{X}$ = 4.72, S.D. = 0.31) ตามลำดับ

ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.46/84.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL

6.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ ASTRO K.S. MODEL พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ $\bar{X}$ = 12.46, S.D. = 2.31 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ $\bar{X}$ = 17.29, S.D. = 1.84 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	35	20	12.46	2.31	12.58	.000
หลังเรียน	35	20	17.29	1.84		

หมายเหตุ: มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยเพิ่มขึ้น 4.83 คะแนน สะท้อนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\bar{X}$ = 4.76, S.D. = 0.25 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านกิจกรรมเปิดโอกาสให้ได้ลงมือปฏิบัติจริงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.85, S.D. = 0.22) รองลงมา คือ ด้านกิจกรรมช่วยสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ดาราศาสตร์ ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.27) ด้านกิจกรรมส่งเสริมการทำงานร่วมกันและการสื่อสาร ($\bar{X}$ = 4.73, S.D. = 0.30) และด้านกิจกรรมสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง $\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.34

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 ผลการพัฒนาและประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ตามแนวคิด ASTRO K.S. MODEL มีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$ = 4.82, S.D. = 0.21) แสดงให้เห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีความชัดเจน เป็นระบบ และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบได้บูรณาการแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้จากประสบการณ์ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และวงจรคุณภาพ PDCA ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ดาราศาสตร์ที่เน้นการสังเกต การลงมือปฏิบัติ และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

7.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 17.29, S.D. = 1.84) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 12.46, S.D. = 2.31) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ารูปแบบ ASTRO K.S. MODEL สามารถส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเรื่องโลก ดาราศาสตร์และอวกาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้น ฝึกใช้เครื่องมือจริง ออกแบบการศึกษาค้นคว้า และสร้างผลงานจากประสบการณ์ตรง

7.3 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.46/84.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้ทั้งในด้านกระบวนการและผลลัพธ์ทางการเรียน

7.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินทักษะการเรียนรู้ดาราศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.61, S.D. = 0.32) และความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.76, S.D. = 0.25) แสดงให้เห็นว่ารูปแบบ ASTRO K.S. MODEL ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การใช้เครื่องมือทางดาราศาสตร์ การสร้างผลงาน และการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังสร้างแรงจูงใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน เวลา สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ของสถานศึกษา

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาผลการใช้รูปแบบนี้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นหรือสถานศึกษาที่มีบริบทแตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลและพัฒนารูปแบบ

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ

Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. Cambridge, MA: MIT Press.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning definitions*. Washington, DC: Battelle for Kids.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

บทความ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา

(Oral Presentation)

กลุ่มการสอน การเรียนรู้ การประเมินผล ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ (M)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากปัญหาชีวิตจริงผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่”

ศรพิสิทธิ สุดคนึง
โรงเรียนบัวใหญ่พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น
Email: sronphisit.s@kkumail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบริบทชีวิตจริงผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่” และ 2) ศึกษามุมมองของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมดังกล่าว กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 การวิจัยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นหลักและข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถามเป็นข้อมูลประกอบ กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกประเด็นจากบริบทชีวิตจริงหรือคำพูดกำกวม ตั้งคำถาม วางแผนและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผล เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ผลงานและชิ้นงานของนักเรียน และแบบสอบถามมุมมองของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยอาศัยแนวคิดการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Silver (1994) และแนวคิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากบริบทจริงของ Freudenthal (1991) ส่วนข้อมูลจากแบบสอบถามวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากบริบทชีวิตจริงได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) ปัญหาเกี่ยวกับเวลา 2) ปัญหาจากแนวคิดเชิงนามธรรมในชีวิตประจำวัน และ 3) ปัญหาจากพฤติกรรมและความสัมพันธ์ทางสังคม โดยนักเรียนมักเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและมีความหมาย เช่น การรอคิว การมาสาย การนอนหลับ และการสื่อสารผ่านสื่อสังคมออนไลน์ จากนั้นสามารถกำหนดตัวแปร เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและกราฟ สำหรับมุมมองต่อการจัดกิจกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านการตระหนักถึงความหลากหลายของความคิดเห็นและการได้รับข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงผลงานอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการวิจัยสะท้อนว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกประเด็นจากบริบทชีวิตจริงและสร้างความรู้ผ่านการตั้งคำถามและการวิเคราะห์ข้อมูล ช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

คำสำคัญ : การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่

1. ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในด้านการคิดอย่างมีเหตุผล การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ การเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงไม่ควรจำกัดอยู่เพียงการจดจำสูตรหรือขั้นตอนการคำนวณ แต่ควรมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ทำความเข้าใจและจัดการกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับ Skemp (1976) ที่เสนอความแตกต่างระหว่างความเข้าใจเชิงขั้นตอนและความเข้าใจเชิงความหมาย โดยการเรียนรู้ที่นำไปสู่การประยุกต์ใช้ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์และความหมายของแนวคิดทางคณิตศาสตร์มากกว่าการจดจำวิธีการเพียงอย่างเดียว

ในบริบทของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทย นักเรียนยังประสบความยากลำบากในการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะสถานการณ์ที่มีลักษณะคลุมเครือ กำกวม หรือไม่ได้กำหนดปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน นักเรียนอาจสามารถแก้โจทย์ที่มีรูปแบบและขั้นตอนคุ้นเคยได้ แต่เมื่อเผชิญกับสถานการณ์จริงกลับไม่สามารถระบุประเด็นที่ควรศึกษา ตั้งคำถาม หรือแปลงสถานการณ์ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ปัญหาดังกล่าวสะท้อนช่องว่างระหว่างภาษาชีวิตประจำวันกับภาษาทางคณิตศาสตร์ และชี้ให้เห็นความจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความหมายทางคณิตศาสตร์จากบริบทที่ตนเองพบและมีความหมายต่อชีวิต (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2558)

แนวคิด Realistic Mathematics Education (RME) ของ Freudenthal (1991) มองว่าคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมของมนุษย์ และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความหมายต่อผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจ ตั้งคำถาม วิเคราะห์ และพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์จริง แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับการที่ผู้เรียนสามารถสร้างหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์ให้เกิดเป็นปัญหาที่สามารถศึกษาได้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการดังกล่าวจึงไม่ได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียน “แก้ปัญหา” ที่ผู้อื่นกำหนด แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกประเด็น ตั้งคำถาม และกำหนดสิ่งที่ต้องการศึกษา ซึ่งช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับบริบทชีวิตจริงได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงออกแบบกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่” โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกประเด็นหรือสถานการณ์จากชีวิตจริงที่ตนเองสนใจ รวมถึงคำพูดหรือสถานการณ์ที่มีความกำกวมในสังคม แล้วนำมาพัฒนาเป็นประเด็นปัญหาที่สามารถศึกษาได้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนดำเนินการตั้งคำถาม วางแผนและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการศึกษา กระบวนการดังกล่าวช่วยเปิดพื้นที่ให้นักเรียนได้เปลี่ยนประสบการณ์หรือข้อสงสัยในชีวิตประจำวันให้กลายเป็นประเด็นทางคณิตศาสตร์ และได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจสิ่งรอบตัว

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาว่า เมื่อนักเรียนได้รับโอกาสให้เลือกประเด็นจากบริบทชีวิตจริงและพัฒนาเป็นปัญหาที่ต้องการศึกษา นักเรียนจะตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในลักษณะใด และสามารถเชื่อมโยงบริบทดังกล่าวกับข้อมูลและแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างไร รวมทั้งศึกษามุมมองของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยจะช่วยให้เห็นลักษณะของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากบริบทชีวิตจริงของผู้เรียน และเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความหมายทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์ของตนเอง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบริบทชีวิตจริงผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่”

2. เพื่อศึกษามุมมองของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่”

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนบัวใหญ่พิทยาคม รวมทั้งสิ้น 304 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 47 คน โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากปัญหาชีวิตจริงผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่”

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ลักษณะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากผลงานของนักเรียนในหัวข้อปัญหาที่นักเรียนเลือกศึกษา

2.2 มุมมองของนักเรียนต่อผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่”

3. ระยะเวลา: พฤศจิกายน 2568 – มกราคม 2569 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

Freudenthal (1991) กล่าวว่า Realistic Mathematics Education (RME) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีรากฐานจากแนวคิดของ Freudenthal ซึ่งมองว่า “คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมของมนุษย์” (Mathematics as a Human Activity) มากกว่าการมองคณิตศาสตร์เป็นระบบความรู้สำเร็จรูปที่ผู้เรียนต้องจดจำและนำไปใช้ ดังนั้น การเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างหรือ “สร้างขึ้นใหม่” (Reinvention) ผ่านการจัดระเบียบและทำให้สถานการณ์หรือประสบการณ์ที่มีความหมายกลายเป็นคณิตศาสตร์ (Mathematization) โดยครูมีบทบาทในการชี้แนะกระบวนการดังกล่าวผ่านแนวคิด การสร้างใหม่โดยมีการชี้แนะ (Guided Reinvention) ซึ่งผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาจากวิธีคิดหรือแบบจำลองที่ไม่เป็นทางการไปสู่ความรู้และการแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการมากขึ้น กระบวนการนี้สัมพันธ์กับการทำให้เป็นคณิตศาสตร์ทั้งในแนวนอน (Horizontal Mathematization) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนสถานการณ์จากโลกของประสบการณ์ไปสู่โลกของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และในแนวตั้ง (vertical mathematization) ซึ่งเป็นการพัฒนาและจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ภายในโลกของสัญลักษณ์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนว RME จึงให้ความสำคัญกับการใช้สถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถจินตนาการและเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิมได้ เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

Brown and Walter (1993) เสนอว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ผู้เรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้แก้ปัญหาที่ครูกำหนดเท่านั้น แต่ยังสามารถสำรวจสถานการณ์ต่าง ๆ และตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์เหล่านั้นได้ด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตั้งปัญหาจึงช่วยพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

Silver (1994) อธิบายว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ใหม่หรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์ที่มีอยู่ให้กลายเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียน การเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของตนเองจึงช่วยให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research)

เครื่องมือที่ใช้:

1. กิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่ ใช้เป็นบริบทของการจัดการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกปัญหาจากชีวิตจริงหรือคำพูดกำกวมที่พบในสังคม แล้วดำเนินการวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ สรุปผล และนำเสนอผลงาน

2. ผลงานและชิ้นงานกลุ่มของนักเรียน ประกอบด้วย โปสเตอร์สรุปผลงาน คลิปสัมภาษณ์และเอกสารประกอบการนำเสนอ

3. แบบสอบถามมุมมองของนักเรียนต่อผลการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม “คณิตศาสตร์เผยความลับที่ซ่อนอยู่”

การวิเคราะห์ข้อมูล:

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากผลงานนักเรียน คำตอบปลายเปิดในแบบสอบถาม และบันทึกการสังเกต โดยจัดหมวดหมู่ข้อมูลตามแนวคิดการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Silver (1994) และแนวคิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากบริบทจริงของ Freudenthal (1991) เพื่ออธิบายลักษณะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบริบทชีวิตจริง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม ข้อมูลจากแบบสอบถามมุมมองของนักเรียนวิเคราะห์โดยใช้ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

6. ผลการวิจัย

1. ลักษณะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบริบทชีวิตจริง

1.1 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์เกี่ยวกับเวลา

จากการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน พบว่านักเรียนหลายกลุ่มสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้ “เวลา” เป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษา ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 เรื่อง “รอแคชเชียร์” กลุ่มที่ 4 เรื่อง “สายหรือยัง” และกลุ่มที่ 8 เรื่อง “เกือบเสร็จแล้ว” ซึ่งสถานการณ์ที่นักเรียนเลือกศึกษาล้วนเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนได้พัฒนาประเด็นคำถามที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาที่ส่งผลต่อความรู้สึกหรือพฤติกรรมของบุคคล เช่น ระยะเวลาในการรอคิวที่ทำให้ผู้ใช้บริการเริ่มรู้สึกหงุดหงิด ระยะเวลาที่ถือว่าเป็นการมาสายหรือระยะเวลาที่คำว่า “เกือบเสร็จแล้ว” หมายถึงในมุมมองของบุคคลทั่วไป ผลการดำเนินการดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำสถานการณ์ทางสังคมหรือพฤติกรรมในชีวิตประจำวันมาแปลงเป็นปัญหาที่สามารถศึกษาได้ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Silver (1994) ที่อธิบายว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการปรับสถานการณ์ในชีวิตจริงให้กลายเป็นปัญหาที่สามารถวิเคราะห์และอธิบายด้วยข้อมูลเชิงปริมาณ

1.2 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดเชิงนามธรรมในชีวิตประจำวัน

นอกจากการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแล้ว ผลการวิเคราะห์ยังพบว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมในชีวิตประจำวันได้ เช่น กลุ่มที่ 3 เรื่อง “นอนดีมีชีวิตดี” กลุ่มที่ 6 เรื่อง “ไม่ไกล...กี่โมง” และกลุ่มที่ 7 เรื่อง “แค่ชิมจริง ๆ หรอ” ซึ่งในกรณีเหล่านี้ นักเรียนไม่ได้เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีตัวเลขหรือข้อมูลเชิงปริมาณที่ชัดเจน แต่เริ่มต้นจากคำหรือแนวคิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น “นอนอิ่ม” “ไม่ไกล” หรือ “แค่ชิม” ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายแตกต่างกันไปตามการรับรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล การดำเนินการใน

ลักษณะนี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถกำหนดนิยาม ตัวแปร และวิธีการศึกษาเพื่อทำให้แนวคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสามารถนำมาศึกษาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Brown และ Walter (1993) ที่เสนอว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบตายตัว และสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ขึ้นด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน

1.3 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากพฤติกรรมและความสัมพันธ์ทางสังคม

ผลการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนยังพบว่านักเรียนบางกลุ่มตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เช่น กลุ่มที่ 2 เรื่อง “ออนแต่ไม่ตอบ” และกลุ่มที่ 5 เรื่อง “ขอโอกาสแหน่เด้อ... ถ้าเธอให้กันสิเฮ็ดมันให้ดี” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สะท้อนพฤติกรรมของบุคคลในบริบททางสังคม เช่น การตอบข้อความในสื่อสังคมออนไลน์ หรือการให้อภัยในความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นักเรียนได้ใช้สถานการณ์เหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นในการตั้งคำถาม ที่ต้องการศึกษา และพยายามแปลงพฤติกรรมดังกล่าวให้อยู่ในรูปของตัวแปรเชิงปริมาณ เช่น ระยะเวลาในการตอบข้อความ หรือจำนวนครั้งที่บุคคลสามารถให้อภัยผู้อื่นได้การดำเนินการในลักษณะนี้สะท้อนให้เห็นว่าคณิตศาสตร์สามารถใช้เป็นเครื่องมือ ในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางสังคมและพฤติกรรมของมนุษย์ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลข ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Silver (1994) ที่มองว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการสำรวจสถานการณ์ในชีวิตจริงและพัฒนาเป็นคำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อพิจารณาผลงานของนักเรียนทั้ง 8 กลุ่มโดยรวม พบว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะร่วมสำคัญหลายประการ ประการแรก นักเรียนมักเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การเรียน การใช้โทรศัพท์ การนอนหลับ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้ปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความหมายและเชื่อมโยงกับบริบทของผู้เรียน ประการที่สอง นักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นตัวแปรเชิงปริมาณที่สามารถศึกษาได้ เช่น เวลา จำนวนครั้ง ระยะทาง หรือจำนวนชั่วโมง ซึ่งช่วยให้สถานการณ์ดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้ ประการที่สาม นักเรียนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์จริงผ่านการใช้แบบสอบถามหรือการสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ในการศึกษา และประการสุดท้าย นักเรียนได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน เช่น การนับความถี่และการคำนวณร้อยละ พร้อมทั้งนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของตารางหรือกราฟ เพื่ออธิบายแนวโน้มของคำตอบในแต่ละประเด็น

ลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการสร้างคำถามเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการกำหนดตัวแปร การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายและเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์มุมมองของนักเรียนต่อผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์มุมมองของนักเรียนต่อผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านความพึงพอใจด้านความเข้าใจและคุณค่าทางคณิตศาสตร์	**4.10**	**0.06**	**มาก**
1.1 กิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	4.05	0.78	มาก

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1.2 นักเรียนสามารถใช้เหตุผลและข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายหรือหาคำตอบได้อย่างมีหลักการ	4.08	0.83	มาก
1.3 กิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในเชิงความหมายมากกว่าการจดจำสูตร	4.08	0.80	มาก
1.4 นักเรียนตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ในการช่วยทำให้ข้อมูลหรือความคิดที่คลุมเครือมีความชัดเจนขึ้น	4.18	0.78	มาก
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	**4.24**	**0.16**	**มาก**
2.1 กิจกรรมนี้มีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของนักเรียน	4.00	0.82	มาก
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมมีความชัดเจนและสามารถปฏิบัติตามได้	4.30	0.79	มาก
2.3 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง	4.35	0.66	มาก
2.4 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาและเอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ	4.32	0.74	มาก
3. ด้านกระบวนการเรียนรู้และการทำกิจกรรมกลุ่ม	**4.35**	**0.24**	**มาก**
3.1 กิจกรรมนี้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ	4.35	0.73	มาก
3.2 นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการตั้งคำถามและการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรม	4.20	0.82	มาก
3.3 การทำงานเป็นกลุ่มช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น	4.15	0.81	มาก
3.4 การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างช่วยส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความหลากหลายของความคิดเห็น และพัฒนาความเข้าใจเชิงมุมมองที่แตกต่าง	4.68	0.47	มากที่สุด
4. ด้านการนำเสนอผลงานและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงวุฒิ	**4.41**	**0.17**	**มาก**
4.1 การนำเสนอผลงานช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทำงานของกลุ่มตนเองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	4.20	0.72	มาก
4.2 การเตรียมการนำเสนอผลงานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการอธิบายเหตุผลและการสื่อสารอย่างเป็นระบบ	4.34	0.76	มาก
5. ด้านความพึงพอใจโดยรวมและแรงจูงใจในการเรียนรู้	**4.38**	**0.18**	**มาก**
5.1 กิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น และกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้ฉันอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	4.50	0.51	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การทำงานร่วมกับสังคม และการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา	4.45	0.50	มาก
5.3 กิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นคว้าและเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง	4.10	0.72	มาก
5.4 นักเรียนมีความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมตลอดกระบวนการเรียนรู้	4.30	0.70	มาก
ผลการประเมินโดยรวม	**4.27**	**0.19**	**มาก**

จากการศึกษามุมมองของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พบว่าโดยภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.27, S.D.=0.19) สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในภาพรวมเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความพึงพอใจต่อความเข้าใจและคุณค่า ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.05–4.18 ทั้งนี้ นักเรียนสามารถเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ($\bar{X}$= 4.05) สามารถใช้เหตุผลและข้อมูลทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายหรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการ ($\bar{X}$= 4.08) มีความเข้าใจแนวคิดเชิงความหมายมากกว่าการจดจำสูตร ($\bar{X}$= 4.08) และตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ในการอธิบายข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ($\bar{X}$= 4.18) ผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงความหมาย (Meaningful Learning) ของ Ausubel ที่เน้นการเชื่อมโยงองค์ความรู้ใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียน ตลอดจนสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิด (Conceptual Understanding) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งมากกว่าการจดจำเชิงกล

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.00–4.35 ซึ่งครอบคลุมทั้งความเหมาะสมของกิจกรรมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ($\bar{X}$= 4.00) ความชัดเจนของขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ($\bar{X}$= 4.30) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ($\bar{X}$= 4.35) และการบริหารจัดการเวลาได้อย่างเหมาะสม ($\bar{X}$= 4.30)

ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการออกแบบกิจกรรมมีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการลงมือปฏิบัติสำหรับด้านกระบวนการเรียนรู้และการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.15–4.68 โดยเฉพาะประเด็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความหลากหลายของแนวคิด ($\bar{X}$= 4.68) อยู่ในระดับมากที่สุดรวมถึงการที่กิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ($\bar{X}$= 4.35)

ผลการวิจัยในส่วนนี้สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) และสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky ในเรื่อง Zone of Proximal Development (ZPD) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งและหลากหลายมุมมองในด้านการนำเสนอผลงานและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงวุฒิ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.41) โดยนักเรียนเห็นว่าการนำเสนอผลงานช่วยให้เข้าใจแนวคิดและกระบวนการทำงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ($\bar{X}$= 4.20) และช่วยพัฒนาทักษะการอธิบายเหตุผลอย่างเป็นระบบ ($\bar{X}$= 4.34) ขณะเดียวกัน การได้รับข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ($\bar{X}$= 4.55) และการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงาน ($\bar{X}$= 4.55) อยู่ในระดับมากที่สุด ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Black และ Wiliam ที่เน้นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีคุณภาพจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

สุดท้ายในด้านความพึงพอใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.10–4.50 โดยกิจกรรมสามารถกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ ($\bar{X}$= 4.50) ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ($\bar{X}$= 4.45) และมีความต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง ($\bar{X}$= 4.10) ผลการวิจัยดังกล่าว

สะท้อนถึงการส่งเสริมแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Self-Determination Theory ของ Deci และ Ryan ที่เน้นการสนับสนุนความต้องการพื้นฐานของผู้เรียน ได้แก่ ความเป็นอิสระ ความสามารถ และความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืน

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ออกแบบบนฐานของแนวคิดเชิงสร้างองค์ความรู้ การมีส่วนร่วมของผู้เรียน การเรียนรู้ร่วมกัน และการให้ข้อเสนอแนะอย่างมีคุณภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน ทั้งในมิติของความเข้าใจเชิงแนวคิด ทักษะการคิดขั้นสูง และแรงจูงใจในการเรียนรู้ ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้เป็น 2 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ ลักษณะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบริบทชีวิตจริง และมุมมองของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประเด็นแรกในด้านลักษณะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากบริบทชีวิตจริงได้อย่างหลากหลาย โดยสามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การตั้งปัญหาจากสถานการณ์เกี่ยวกับเวลา การตั้งปัญหาจากแนวคิดเชิงนามธรรมในชีวิตประจำวัน และการตั้งปัญหาจากพฤติกรรมและความสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวและมีความหมายต่อประสบการณ์ของตนเอง เช่น การรอคิว การมาสาย การนอนหลับ หรือการสื่อสารผ่านสื่อสังคมออนไลน์ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถแปลงสถานการณ์หรือแนวคิดดังกล่าวให้อยู่ในรูปของตัวแปรเชิงปริมาณ เช่น เวลา จำนวนครั้ง หรือระดับความคิดเห็น พร้อมทั้งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน เช่น ความถี่และร้อยละ รวมถึงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือกราฟ

ประเด็นที่สอง ในด้านมุมมองของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าโดยภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.27, S.D.=0.19) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความเข้าใจและคุณค่าทางคณิตศาสตร์ ($\bar{X}$= 4.10) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}$= 4.24) ด้านกระบวนการเรียนรู้และการทำงานกลุ่ม ($\bar{X}$= 4.35) ด้านการนำเสนอและข้อเสนอแนะ ($\bar{X}$= 4.41) และด้านแรงจูงใจในการเรียนรู้ ($\bar{X}$= 4.38) ล้วนอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะประเด็นการตระหนักถึงความหลากหลายของความคิดเห็นจากการเก็บข้อมูล ($\bar{X}$= 4.68) และการได้รับข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงผลงาน ($\bar{X}$= 4.55) ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างหลากหลาย ทั้งในลักษณะของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมและแนวคิดเชิงนามธรรม สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของผู้เรียนในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Silver (1994) ที่เสนอว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนา ความเข้าใจเชิงลึก และสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริงได้ นอกจากนี้ การที่นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปร เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้ด้วยตนเอง ยังสะท้อนถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างครบถ้วน

ในส่วนของการตั้งปัญหาจากแนวคิดเชิงนามธรรม เช่น “นอนอิ่ม” หรือ “ไม่ไกล” แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแปลงแนวคิดที่คลุมเครือให้เป็นสิ่งที่สามารถวัดและศึกษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Brown และ Walter (1993) ที่มองว่า

การตั้งปัญหาเป็นกระบวนการเปิด (Open-Ended Process) ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างคำถามและกำหนดความหมายของสถานการณ์ด้วยตนเอง อันเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงนามธรรม

ในด้านมุมมองของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าค่าคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกระบวนการเรียนรู้และการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูง สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมที่เน้นการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้ร่วมกันมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky ที่เน้นบทบาทของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกรอบแนวคิด Zone of Proximal Development (ZPD) ที่ชี้ว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ได้ดีขึ้นเมื่อมีการแลกเปลี่ยนและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม

นอกจากนี้ การที่นักเรียนให้ความสำคัญกับการได้รับข้อเสนอแนะและการนำไปปรับปรุงผลงานในระดับมากที่สุด สะท้อนถึงประสิทธิภาพของกระบวนการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Black และ Wiliam ที่ระบุว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีคุณภาพสามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในด้านแรงจูงใจ พบว่ากิจกรรมสามารถกระตุ้นความสนใจและสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Self-Determination Theory ของ Deci และ Ryan ที่อธิบายว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อผู้เรียนได้รับการตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานด้านความเป็นอิสระ ความสามารถ และความสัมพันธ์ ส่งผลให้เกิดแรงจูงใจภายในและการเรียนรู้อย่างยั่งยืน

8. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากบริบทชีวิตจริงไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงแนวคิดและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียน

1.2 ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกหรือสร้างสถานการณ์ปัญหาจากประสบการณ์ใกล้ตัวของตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน

1.3 ครูควรส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและพัฒนาความเข้าใจจากมุมมองที่หลากหลาย

1.4 ควรออกแบบกิจกรรมให้มีขั้นตอนที่ชัดเจน เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และจัดสรรเวลาให้เพียงพอต่อกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการนำเสนอผลงาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น เช่น ระดับชั้นเรียนที่แตกต่างกัน หรือบริบทของสถานศึกษาที่ต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลและเพิ่มความครอบคลุมของการวิจัย

2.2 ควรศึกษาผลในระยะยาวของการจัดกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2.3 ควรมีการใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) เพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมและกระบวนการคิดของผู้เรียนลึกซึ้งขึ้น

2.4 ควรพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้สูงยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2558). *การวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Brown, S. I., & Walter, M. I. (1993). *Problem posing: Reflections and applications*. Lawrence Erlbaum Associates.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47202-3

Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics, 14*(1), 19–28.

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching, 77*, 20–26.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง การสื่อความหมาย และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์
โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครปฐม
Email: cherdsak.pak@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน PAOR ตามแนวคิดของ Kemmis โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2568 รวมทั้งสิ้น 51 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า แบบประเมินทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนทักษะเฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 74.02 ซึ่ง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ โดยทักษะการเชื่อมโยงมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (ร้อยละ 77.45) รองลงมาคือการสื่อสารและสื่อความหมาย (ร้อยละ 72.55) และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 72.06) ตามลำดับ

คำสำคัญ : ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

1. ที่มาและความสำคัญ

ท่ามกลางความสำคัญของคณิตศาสตร์ในฐานะเครื่องมือพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และนวัตกรรมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อเตรียมความพร้อมสู่ศตวรรษที่ 21 (กรมวิชาการ. 2560: 1) กลับพบวิกฤตการณ์ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนส่วนใหญ่เผชิญกับอุปสรรคเชิงประจักษ์ด้านการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมสู่การสร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ตลอดจนความบกพร่องในการสื่อสารและสื่อความหมายผ่านสัญลักษณ์ที่มีระบบ และการขาดทักษะการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลในการพิสูจน์ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้การเรียนรู้ในหน่วยดังกล่าวไม่บรรลุเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นในการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บูรณาการร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H (What, Why, How) ซึ่งเป็นกลยุทธ์เชิงรุกที่มุ่งเน้นการกระตุ้นกระบวนการสะท้อนคิดและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลทางปัญญาของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง ทักษะ

การสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาสาระเรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า เพื่อยกระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และสร้างรากฐานการคิดเชิงระบบที่ยั่งยืนให้แก่ผู้เรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรของการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 92 คน

2) กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 51 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จากนักเรียนที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

3.2 ตัวแปร

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งวัดและประเมินผลจากทำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการเขียนพิสูจน์ที่แสดงความสัมพันธ์ของ sin2A, cos2A และ tan2A

3.3 ระยะเวลา: ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและเทคนิคการตั้งคำถาม

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นกระบวนทัศน์ทางการศึกษาที่ปรับเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจาก "ผู้รับความรู้" เป็น "ผู้สร้างความรู้" โดยเน้นการมีส่วนร่วมทางสติปัญญาและการลงมือปฏิบัติ (Bonwell & Eison, 1991) งานวิจัยที่ผ่านมายืนยันว่าการเรียนรู้เชิงรุกมีผลลัพธ์ที่เหนือกว่าการสอนโดยการบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เทคนิคการตั้งคำถามถือเป็นเครื่องมือทางพุทธิปัญญาที่สำคัญที่สุดในการชี้นำกระบวนการสืบเสาะของผู้เรียน โดยเฉพาะเทคนิค 2W1H (What, Why, How) ที่ถูกพัฒนาและดัดแปลงมาจากวิธีการตั้งคำถามพื้นฐานเพื่อเป้าหมายในการแก้ปัญหาเชิงระบบ (Kipling, 1902) ในบริบทการศึกษาคณิตศาสตร์ งานวิจัยส่วนใหญ่มองว่าคำถามแบบโครงสร้าง 2W1H ทำหน้าที่เป็นนั่งร้านทางปัญญา (Scaffolding) ที่ช่วยประคับประคองผู้เรียนให้ก้าวไปสู่การคิดระดับสูง จากการสังเคราะห์พบว่า What (คืออะไร) ทำหน้าที่ระบุข้อเท็จจริงและมโนทัศน์เบื้องต้น ช่วยให้ผู้เรียนไม่หลงประเด็นในตอนเริ่มต้น Why (ทำไม) เป็นระดับคำถามที่กระตุ้นการให้เหตุผลเชิงตรรกะและการพิสูจน์ ซึ่งเป็นจุดอ่อนสำคัญของนักเรียนไทย

และ How (อย่างไร) เป็นคำถามที่มุ่งเน้นไปที่ยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงขั้นตอนการดำเนินการ การใช้ 2W1H ช่วยให้ผู้เรียนเริ่มมีความชำนาญ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการกำกับตนเองในการเรียนรู้ งานวิจัยของ Chin (2017) ระบุว่าการตั้งคำถามที่มีโครงสร้างชัดเจนจะช่วยลดความสับสนและเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนในการสำรวจแนวคิดคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน เช่น ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ซึ่งต้องการความละเอียดถี่ถ้วนในเชิงตรรกะเป็นอย่างมาก

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มิใช่เพียงเนื้อหา แต่เป็นสมรรถนะ (Competency) ที่นักเรียนต้องแสดงออกภายใต้สถานการณ์ปัญหา ตามนิยามของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) และ NCTM (2000) ทักษะสำคัญสามประการที่งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นประกอบด้วย การเชื่อมโยง (Connection) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการประสานรอยต่อระหว่างมโนทัศน์เดิมสู่ความรู้ใหม่ การสื่อสารและสื่อความหมาย (Communication and Representation) คือการถ่ายทอดความคิดผ่านสัญลักษณ์และภาษาที่เป็นระบบ และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นความสามารถในการยืนยันความถูกต้องของข้อสรุป

งานวิจัย (Boaler, 2022) ชี้ให้เห็นว่าทักษะเหล่านี้ทำงานร่วมกันแบบองค์รวม ไม่สามารถแยกขาดจากกันได้ โดยเฉพาะในเนื้อหาตรีโกณมิติที่มีความเป็นนามธรรมสูง การที่ผู้เรียนสามารถพิสูจน์เอกลักษณ์ 2θ ได้นั้น จำเป็นต้องเริ่มจากการเชื่อมโยงนิยามวงกลมหนึ่งหน่วย แล้วจึงถ่ายทอดออกมาเป็นขั้นตอนทางสัญลักษณ์ และปิดท้ายด้วยการตรวจสอบความสมเหตุสมผลในทุกขั้นตอน อุปสรรคสำคัญที่งานวิจัยในอดีตมักพบคือ ช่องว่างระหว่างทักษะ กล่าวคือ นักเรียนอาจคำนวณได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ การบูรณาการทักษะเหล่านี้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ให้เหตุผลผ่านการสื่อสาร จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการพัฒนาสมรรถนะคณิตศาสตร์อย่างยั่งยืน

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน PAOR (Classroom Action Research) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) – ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง หลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เทคนิคการตั้งคำถาม

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act) – ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H ประเมินคุณภาพของของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observe) – ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สังเกตชั้นเรียน เปิดชั้นเรียนโดยใช้กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect) – สะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน รายงานผลการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)



6. ผลการวิจัย

6.1 การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (N = 5)

รายการประเมิน	μ	σ	ระดับคุณภาพ
1. ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก/การตั้งคำถาม 2W1H	4.60	0.49	มากที่สุด
3. การกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์/การกำหนดการตั้งคำถาม 2W1H	4.40	0.49	มาก
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
รวม	**4.70**	**0.46**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ โดยพบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.70, σ = 0.46) โดยข้อที่มีคุณภาพอันดับ 1 ได้แก่ ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล (μ = 5.00, σ = 0.00) อันดับ 2 ได้แก่ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (μ = 4.80, σ = 0.40) รองลงมาสองอันดับสุดท้าย ได้แก่ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก/การตั้งคำถาม 2W1H (μ = 4.60, σ = 0.49) และการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์/เทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H (μ = 4.40, σ = 0.49) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคะแนนทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H (n = 51)

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	*S.D.*	ร้อยละ	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
การเชื่อมโยง	4	3.10	0.61	77.45	ผ่าน (อันดับ 1)
การสื่อสารและสื่อความหมาย	4	2.90	0.30	72.55	ผ่าน (อันดับ 2)
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	4	2.88	0.48	72.06	ผ่าน (อันดับ 3)
รวม	**12**	**8.88**	**1.11**	**74.02**	**ผ่าน**

จากตารางที่ 2 พบว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 51 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H มีผลการประเมินคะแนนทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.02 ($\bar{X}$ = 8.88, *S.D.* = 1.11) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า อันดับ 1 ได้แก่ ทักษะการเชื่อมโยง มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.45 ($\bar{X}$ = 3.10, *S.D.* = 0.61) รองลงมาได้แก่ การสื่อสารและสื่อความหมาย มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.55 ($\bar{X}$ = 2.90, *S.D.* = 0.30) และอันดับสุดท้าย ได้แก่ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.06 ($\bar{X}$ = 2.88, *S.D.* = 0.48) ซึ่งทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งสามผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 2W1H เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมสองเท่า มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด (μ = 4.70, σ = 0.46) โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ผลการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล

2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนทักษะเฉลี่ยรวมคิดเป็นร้อยละ 74.02 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ โดยทักษะการเชื่อมโยงมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (ร้อยละ 77.45) รองลงมาคือการสื่อสารและสื่อความหมาย (ร้อยละ 72.55) และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 72.06) ตามลำดับ

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้วยเทคนิค 2W1H สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้จริง เนื่องจากการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ยืนยันว่าการออกแบบกิจกรรมมีความเที่ยงตรงและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะได้บรรลุเกณฑ์ร้อยละ 70 ในทุกด้าน ประเด็นที่น่าสนใจคือ ทักษะการเชื่อมโยง มีคะแนนสูงสุด ซึ่งอภิปรายได้ว่าเทคนิค 2W1H ช่วยให้ผู้เรียนประสานความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ในเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ Freeman et al. (2014) ที่ระบุว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนในสาขาคณิตศาสตร์อย่างนัยสำคัญ ในขณะที่ทักษะการให้เหตุผล มีคะแนนน้อยที่สุด สะท้อนว่าแม้การตั้งคำถาม "Why" จะช่วยกระตุ้นการคิดได้ แต่การให้เหตุผลเชิงตรรกะยังเป็นทักษะระดับสูงที่ต้องใช้เวลาบ่มเพาะมากกว่าทักษะด้านอื่น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีนั่งร้านทางปัญญา (Scaffolding) ที่ต้องอาศัยการประคับประคองผ่านคำถามที่เหมาะสมจนกว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน (Chin, 2017)

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรมีการติดตามผลและทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ไปแล้วระยะหนึ่ง

8.2 อาจมีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ดิจิทัลหรือแอปพลิเคชันที่ผนวกเทคนิค 2W1H เข้าไป เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกตั้งคำถามและตอบคำถามด้วยตนเอง

9. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2561). *Active Learning: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติในห้องเรียน*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. สสวท.

Boaler, J. (2022). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Mathematics, Inspiring Messages and Innovative Teachin*g. Jossey-Bass.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. George Washington University.

Chin, C. (2017). Teacher Questioning in Science Classrooms: Approaches that Stimulate Students' Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. *44*(6), 815-843.

Freeman, S., et al. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. *111*(23), 8410-8415.

NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. *93*(3), 223-231.

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่องเส้นขนานโดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย เพื่อลดภาระทางปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ธนัชกฤศ แก้วเต็ม
โรงเรียนอำนวยศิลป์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
Email: thanatkritk@amnuaysilpa.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีฐานคิดจากทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่องเส้นขนานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย (Goal-Free Problems) และ 2) ศึกษาพัฒนาการการสร้างเส้นช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 14 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 6 คาบ ใบงานโจทย์ไร้เป้าหมาย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ และแบบสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และการทดสอบ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีพัฒนาการที่โดดเด่นในโจทย์ระดับประยุกต์ โดยมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 60 และ 3) จากการสัมภาษณ์และวิเคราะห์ร่องรอยการคิด พบว่ากลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายช่วยเปลี่ยนวิธีการคิดจากการวิเคราะห์เป้าหมายสุดท้าย (means-ends analysis) เป็นการคิดแบบไปข้างหน้า (forward-working strategy) ส่งผลให้ภาระทางปัญญาลดลง นักเรียนจึงสามารถมุ่งเน้นการสร้างมโนทัศน์ในการมองความสัมพันธ์จนนำไปสู่การสร้างเส้นช่วยแก้โจทย์ที่ซับซ้อนได้ด้วยตนเอง ซึ่งสะท้อนคุณค่าของนวัตกรรมในการออกแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดของหน่วยความจำใช้งานของผู้เรียน

คำสำคัญ : ภาระทางปัญญา โจทย์ไร้เป้าหมาย เส้นขนาน

1. ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลเชิงตรรกะ โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องเรขาคณิต ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงตามมาตรฐานการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนหลายคนประสบปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่อง “เส้นขนาน” โดยเฉพาะโจทย์ที่มีความซับซ้อนและต้องใช้การสร้างเส้นช่วย (Auxiliary Lines) อุปสรรคสำคัญเกิดจากการที่นักเรียนมุ่งเน้นเพียงการหาคำตอบสุดท้ายตามเป้าหมายเฉพาะที่โจทย์กำหนด (means-ends analysis) ทำให้เกิดการสร้างภาระทางปัญญาที่มากเกินไป (cognitive overload) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการประมวลผลความจำใช้งาน (Sweller, 1988)

ทฤษฎีภาระทางปัญญาเสนอว่า “กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย” (Goal-Free Problems) เป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพในการลดภาระทางปัญญา โดยการปรับเปลี่ยนโจทย์จากการหาค่าเฉพาะเจาะจง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจและหามุมทุกมุมที่สามารถหาได้จากรูปภาพ (Sweller et al., 2011) วิธีนี้ช่วยให้นักเรียนลดความกังวล และสามารถ

สร้างโครงสร้างความรู้ (schema) ผ่านการเชื่อมโยงสมบัติต่าง ๆ จนนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ด้วยตนเอง (Paas & Van Merriënboer, 1994)

ผู้วิจัยจึงสนใจประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญามาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่องเส้นขนาน และลดความเครียดในการเรียนของนักเรียน ซึ่งส่งผลให้เกิด “การเรียนรู้ที่ยั่งยืน” ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่องเส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย (Goal-Free Problems)

2.2 เพื่อศึกษาพัฒนาการในการสร้างเส้นช่วย (auxiliary lines) ของนักเรียน เมื่อเผชิญกับโจทย์ปัญหาเรขาคณิตเรื่องเส้นขนานที่มีความซับซ้อน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอำนวยศิลป์ รวม 43 คน จำนวน 3 ห้อง

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ 2 จำนวน 14 คน โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง

3.2 ตัวแปร

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย (Goal-Free Problems)

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเส้นขนาน

2.2 พัฒนาการในการสร้างเส้นช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

3.3 ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งสิ้น 6 คาบเรียน คาบละ 60 นาที ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

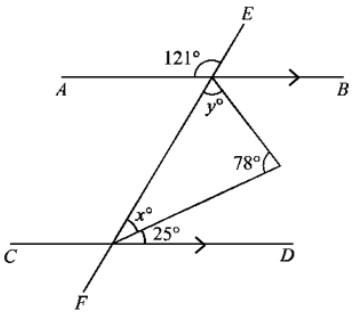
4.1 ทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory: CLT)

ภาระทางปัญญา (Cognitive Load) คือ ปริมาณความพยายามและข้อมูลที่สมองต้องใช้ประมวลผล หากรับข้อมูลมากหรือซับซ้อนเกินไป จะเกิดภาวะสมองล้าทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้และการทำงานลดลง Sweller (1988) เสนอแนวคิดการออกแบบการสอนที่อิงตามโครงสร้างพุทธิปัญญาของมนุษย์ โดยมีหลักการสำคัญคือการจัดการข้อมูลให้สอดคล้องกับขีดจำกัดของหน่วยความจำใช้งาน (working memory) หากกิจกรรมการเรียนรู้มีความซับซ้อนจะทำให้เกิดภาระทางปัญญาที่มากเกินไป โดยเฉพาะในวิชาเรขาคณิตที่นักเรียนต้องประมวลผลทั้งรูปภาพและสมบัติต่าง ๆ พร้อมกัน การจัดการเรียนรู้ควรเน้นการลดภาระทางปัญญาที่ไม่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างโครงสร้างความรู้ (schema)

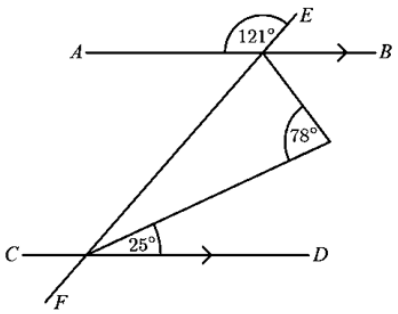
4.2 โจทย์ไร้เป้าหมาย (Goal-Free Problems)

กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการลดภาระทางปัญญา ใช้แนวคิดในการเปลี่ยนโจทย์ที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจงให้เป็นโจทย์ที่มีเป้าหมายแบบกว้างหรือไม่เฉพาะเจาะจง วิธีนี้ช่วยลดการใช้กระบวนการคิดแบบวิเคราะห์เป้าหมายสุดท้าย (means-ends analysis) ซึ่งใช้ภาระทางปัญญาสูงเปลี่ยนมาส่งเสริมการคิดแบบไปข้างหน้า (forward-working strategy) โดยใช้ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้แทน (Sweller et al., 2011) การลดภาระที่ไม่จำเป็นนี้ช่วยให้นักเรียนมีทรัพยากรทางปัญญาเหลือพอสำหรับการสร้างโครงสร้างความรู้ (schema) และการถ่ายโอนความรู้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาเรขาคณิตที่มีความซับซ้อนและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสูง (Paas & Van Merriënboer, 1994)

จากรูป จงหาค่าของ x และ y



จงสำรวจรูปภาพด้านล่างแล้วเติมขนาดของมุมให้ได้มากที่สุด



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบโจทย์แบบเดิม (ซ้าย) และโจทย์แบบไร้เป้าหมาย (ขวา)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design)

5.2 เครื่องมือที่ใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเส้นขนานโดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย จำนวน 6 แผน แผนละ 60 นาที
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอัตนัยเรื่องเส้นขนาน จำนวน 5 ข้อ
3. แบบบันทึกหลังการสอนและแบบสัมภาษณ์

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
2. จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย โดยเน้นให้นักเรียนหามุมทุกมุมที่ทราบค่าจากโจทย์ที่กำหนดให้ แทนการระบุเป้าหมายเฉพาะ
3. ดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน
4. สุ่มสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับผลลัพธ์ของการใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายและแนวคิดในการแก้ปัญหา

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน: ค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนก่อนและหลังเรียน

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \text{ และ } \text{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

2. สถิติเปรียบเทียบ: ทดสอบความแตกต่างของคะแนนด้วย t-test ชนิด Dependent Samples (บุญชม ศรีสะอา, 2532)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n(\sum D^2) - (\sum D)^2}{n-1}}} \; ; \; \text{df} = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติจากการแจกแจงแบบที (t-distribution)

D แทนความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

3. การวิเคราะห์พัฒนาการ: คำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2557)

$$\text{คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์(GS)} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ร่องรอยการคิด: วิเคราะห์จากใบงานและการสัมภาษณ์เพื่อสรุปพฤติกรรมการสร้างเส้นช่วยเพื่อแก้ปัญหา

6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องเส้นขนานโดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	df	*t*	p
ก่อนเรียน	14	5	2.64	1.28	13	3.71	.003
หลังเรียน	14	5	3.50	0.65			

หมายเหตุ **ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยใช้การทดสอบแบบสองทาง

ตารางที่ 2 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (GS) รายข้อของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องเส้นขนานโดยใช้กลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

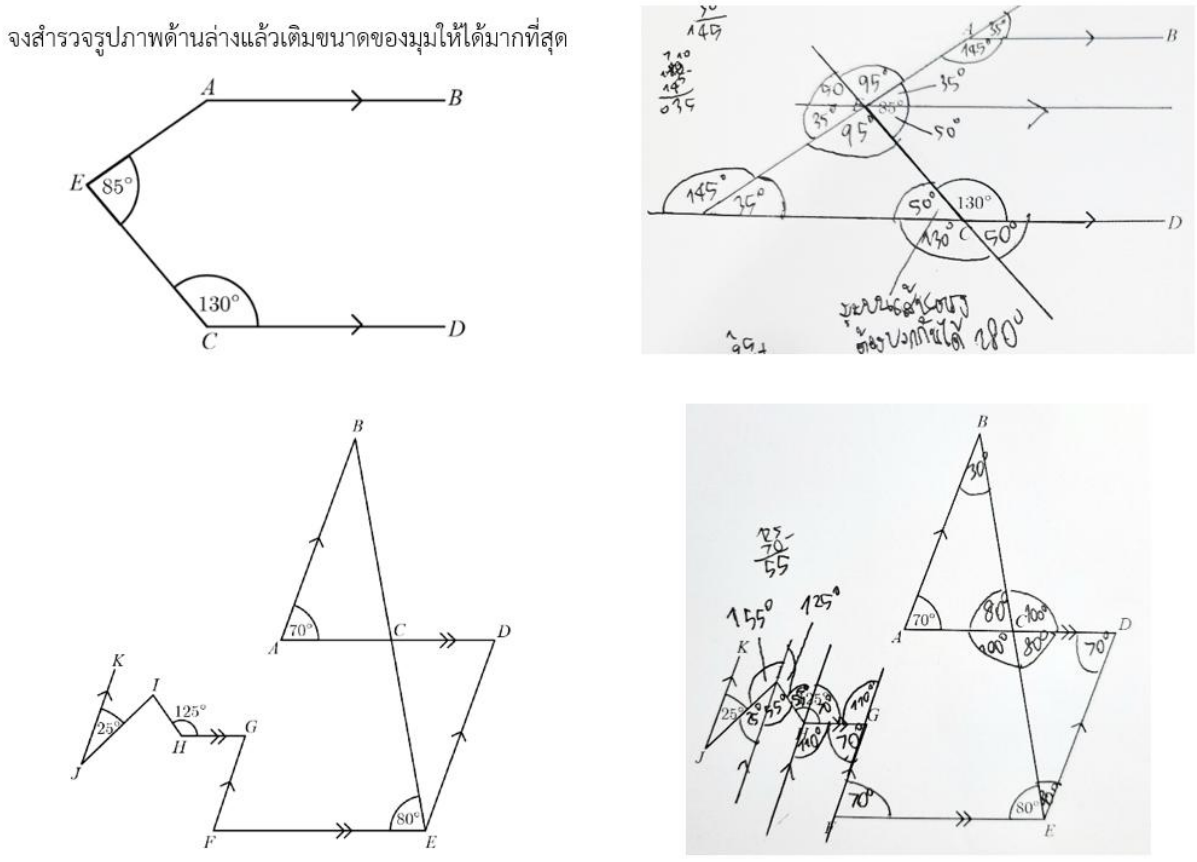
ข้อที่	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน	GS (%)
1. โจทย์พื้นฐาน	1	0.93	0.93	00.00
2. โจทย์พื้นฐาน	1	0.79	1.00	100.00
3. โจทย์ประยุกต์	1	0.50	0.86	71.43
4. โจทย์ประยุกต์	1	0.43	0.71	50.00
5. โจทย์บูรณาการ	1	0.00	0.00	00.00
รวมทั้งฉบับ	**5**	**2.64**	**3.50**	**36.36**

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติ t-test แบบกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน พบว่าคะแนนหลังเรียน $(\bar{x} = 3.50,\ \text{S.D.} = 0.65)$ สูงกว่าก่อนเรียน $(\bar{x} = 2.64,\ \text{S.D.} = 1.28)$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = 3.71, p < .01) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ากลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยและแนวคิดของ Sweller (1988) ที่เสนอว่าการลดภาระทางปัญญาเอื้อต่อการสร้างโครงสร้างความรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

7.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์รายข้อพบว่านักเรียนมีพัฒนาการโดยรวมร้อยละ 36.36 โดยโจทย์ระดับประยุกต์ (ข้อ 3 และ 4) ที่ต้องใช้การสร้างเส้นช่วย นักเรียนมีพัฒนาการเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 60 ผลดังกล่าวสะท้อนว่ากลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายช่วยลดภาระทางปัญญาในโจทย์ที่ซับซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Paas and Van Merriënboer (1994) อย่างไรก็ตาม ไม่มีนักเรียนที่สามารถแก้โจทย์ปัญหาข้อ 5 ได้ สาเหตุอาจเนื่องมาจากโจทย์ปัญหาข้อ 5 ต้องอาศัยการบูรณาการทักษะทางเรขาคณิตและพีชคณิต (การแก้สมการ) จึงจะแก้ปัญหาได้

7.3 จากการวิเคราะห์ใบงานและการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนมีความรู้สึกกดดันในการแก้โจทย์ปัญหาน้อยลงเพราะไม่ต้องมุ่งหาสิ่งที่โจทย์ถาม ส่งผลให้เกิดแนวคิดในการทดลองลากเส้นตรงเพิ่มในขณะแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนเจอโจทย์ที่ซับซ้อน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างโจทย์ปัญหาในใบงาน (ซ้าย) และการสร้างเส้นช่วยเพื่อแก้ปัญหาของนักเรียน (ขวา)

ตัวอย่างคำถามและคำตอบในการสัมภาษณ์

1. ตอนที่ทำโจทย์แบบที่ไม่มีคำถาม (ไม่มีตัว x) เทียบกับโจทย์ปกติ ความรู้สึกเราต่างกันยังไง?

นักเรียน 1: *"ต่างครับ พอไม่มีตัว x ก็จะไม่กดดันที่ต้องหา x อย่างเดียว ไปหามุมอื่นได้อิสระขึ้น"*

2. เมื่อไม่มีเป้าหมายเป็นตัวเลข x เรามีวิธีเริ่มต้นมองรูปภาพ หรือเริ่มเขียนข้อมูลลงในใบงานอย่างไร?

นักเรียน 1: *"ตอนแรกก็สับสนครับ แต่ก็ลองหามุมที่หาได้หรือมุมที่รู้ก่อน เช่น มุมแย้ง มุมตรงข้าม อะไรแบบนี้ครับ"*

3. ในข้อที่ซับซ้อน อะไรทำให้เราตัดสินใจลากเส้นเพิ่ม? และการลากเส้นนั้นช่วยให้เรา "เห็น" ข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างไร?

นักเรียน 3: *"เพราะหนูหามุมไม่เจอแล้วก็เลยลากเส้นเพิ่ม ถ้าไม่ลากก็จะไม่ได้มุมเพิ่มขึ้นอีก"*

4. การเรียนแบบนี้ทำให้เรารู้สึกกลัวโจทย์ยากน้อยลงไหม? เพราะอะไร?

นักเรียน 4: *"ก็ยังกลัวอยู่ครับ แต่ก็กลัวน้อยลง เพราะรู้ว่ามีเทคนิคนี้อยู่ ทำให้เราคิดนอกกรอบได้ครับ"*

5. หากไปเจอโจทย์ปกติที่ถามหาค่า x ในห้องสอบ เราจะนำวิธี "หามุมที่รู้ไปเรื่อยๆ" ไปใช้มั้ย?

นักเรียน 5: *"น่าจะใช้ครับ เพราะถ้าใช้วิธีนี้ก็ไม่ต้องมุ่งไปหา x อย่างเดียว พอเราหาอันรอบ ๆ ก็อาจจะ unlock x ออกมา"*

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนคณิตศาสตร์อาจพิจารณาปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาเรขาคณิตแบบดั้งเดิมที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจงมาเป็นโจทย์ไร้เป้าหมายโดยเฉพาะกับนักเรียนกลุ่ม "มือใหม่" เพื่อลดภาระทางปัญญาที่เกิดจากการใช้กลยุทธ์คิดย้อนกลับและช่วยให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างความรู้ (schema) ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ในการออกแบบสื่อควรจัดลำดับเนื้อหาให้มีโครงสร้างที่ชัดเจนและแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นส่วนย่อยเพื่อจัดการกับภาระทางปัญญาให้เหมาะสมกับขีดจำกัดของหน่วยความจำใช้งานของนักเรียน

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของกลยุทธ์โจทย์ไร้เป้าหมายในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นที่มีความซับซ้อนและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสูง เช่น ตรีโกณมิติ หรือสถิติ และศึกษาในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อยืนยันความไม่แปรเปลี่ยนของนวัตกรรม

2. ควรมีการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CLT กับตัวแปรด้านจิตวิทยาอื่น ๆ เช่น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (achievement motive) หรือ การรับรู้ความสามารถของตนเอง (self-efficacy) เพื่อดูว่าปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการลดภาระทางปัญญาของผู้เรียนที่มีภูมิหลังต่างกันอย่างไร

9. เอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด. (2532). *วิธีการทางสถิติสำหรับนักวิจัย เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญผล.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2557) การคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain Scores). *วารสารสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย, 1*(1) 1-20.

Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology, 86*(1), 122–133.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257-285.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer Science & Business Media

การพัฒนาความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์กับการเงิน

ภานุวัฒน์ เกียรตินฤมล
โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา จังหวัดชัยภูมิ
Email: jong_panu@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา จำนวน 36 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความฉลาดรู้ทางการเงิน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.45/80.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) นักเรียนมีความฉลาดรู้ทางการเงินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. = 0.49) นวัตกรรมนี้มีคุณค่าในการช่วยจัดระเบียบความคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ลดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ และสร้างภูมิคุ้มกันทางการเงินให้นักเรียนนำไปใช้ตัดสินใจในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ความฉลาดรู้ทางการเงิน, การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL), เทคนิค KWDL

1. ที่มาและความสำคัญ

ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพทางความคิด ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความฉลาดรู้ทางการเงิน (Financial Literacy) ซึ่งเป็นทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม สถานการณ์ปัจจุบันพบว่านักเรียนไทยยังมีจุดอ่อนด้านการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง สะท้อนจากผลประเมิน PISA 2022 ที่ชี้ว่านักเรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและมีจุดอ่อนด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับสภาพปัญหาของโรงเรียนแก้งคร้อวิทยา ที่พบว่าผลสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ม.3 ปีการศึกษา 2567 มีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 27.53 โดยเฉพาะสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่องอัตราส่วน ร้อยละ และดอกเบี้ย มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับสาระอื่น ข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่านักเรียนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การตีความ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้โจทย์ปัญหาทางการเงิน

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายและเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเปลี่ยนบทบาท

มาเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Barrows, 1980; ทิศนา แขมมณี, 2560) แต่เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การเงินมีความซับซ้อนและต้องอาศัยกระบวนการคิดที่เป็นระบบ ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค KWDL เข้ามาบูรณาการร่วมกับ PBL ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการช่วยนักเรียนจัดลำดับความคิด (Shaw et al., 1997; วรรณภา สุขตระกูล, 2562) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ คือ K (สิ่งที่โจทย์กำหนดให้), W (สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ), D (การลงมือดำเนินการแก้ปัญหา) และ L (สิ่งที่ได้เรียนรู้และคำตอบที่ได้)

ด้วยสภาพปัญหาและแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ทางการเงินและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน และสร้างภูมิคุ้มกันทางเศรษฐกิจให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและตัดสินใจทางการเงินในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชัยภูมิ จำนวน 6 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 232 คน

กลุ่มตัวอย่าง: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน สำหรับนักเรียน	1. ความฉลาดรู้ทางการเงิน 2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ระยะเวลา: ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2568 ถึงเดือนตุลาคม 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 ความฉลาดรู้ทางการเงิน (Financial Literacy) หมายถึง ทักษะการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และการเงินไปประยุกต์ใช้ตัดสินใจเพื่อสร้างความมั่นคงในชีวิต (OECD, 2023; ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566) ได้กำหนดองค์ประกอบหลักของความฉลาดรู้ทางการเงินไว้ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ทางการเงิน คือความเข้าใจในหลักการและแนวคิดพื้นฐานทางการเงิน 2) พฤติกรรมทางการเงิน คือ การแสดงออกและการปฏิบัติจริงในการบริหารจัดการเงิน และ 3) เจตคติทางการเงิน คือ ความเชื่อ แนวคิด และมุมมองที่ส่งผลต่อการตัดสินใจทางการเงิน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ องค์ประกอบหลักทั้ง 3 ด้าน จะถูกนำมาบูรณาการและพัฒนาผ่านบริบทเนื้อหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ภัยทางการเงิน ภาษี ดอกเบี้ยทบต้น มูลค่าของเงิน ค่างวด และการวางแผนเกษียณอายุ

4.2 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (Barrows & Tamblyn, 1980; OEC, 2560) โดยใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา 4) ขั้นค้นคว้าและแสวงหาคำตอบ 5) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ และ 6) ขั้นสรุปและประเมินผล

4.3 เทคนิค KWDL เป็นเครื่องมือที่ประยุกต์ใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบ (Shaw et al., 1997) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ K (สิ่งที่โจทย์กำหนด) W (สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ) D (วิธีดำเนินการหาคำตอบ) และ L (สิ่งที่ได้เรียนรู้และคำตอบ) โดยงานวิจัยนี้ได้ บูรณาการเทคนิค KWDL เข้าไปในขั้นตอนที่ 3 และ 4 ของกระบวนการ PBL เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์โจทย์ และช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่า การพัฒนาความฉลาดรู้ทางการเงินให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่อิงกับสถานการณ์จริง สอดคล้องกับแนวคิดของ OECD (2023) และ Supandi et al. (2023) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และบริบททางการเงินได้ลึกซึ้งกว่าการเรียนแบบปกติ เนื่องจากได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาจากชีวิตจริง อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาทางการเงินที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องมีระบบการคิดที่ชัดเจน งานวิจัยของ นันทวัฒน์ สวัสดิ์ผล (2565) และ ธนโชติ แสนตื้อ และคณะ (2566) ให้ผลสรุปตรงกันว่าการบูรณาการเทคนิค KWDL เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยคิดมีบทบาทสำคัญในการจัดระเบียบโครงสร้างทางความคิด ช่วยให้นักเรียนจำแนกข้อมูลและวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างแม่นยำ สอดคล้องกับ Permata & Wardono (2024) ที่พบว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนช่วยลดภาระทางปัญญาและส่งผลให้สมรรถนะความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิผล นอกจากนี้ ศิริลักษณ์ สุทธิอาจ และคณะ (2566) และ Hadinata et al. (2023) ยังชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์โจทย์ นอกจากจะยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ยังช่วยสร้างเจตคติที่ดีและความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-efficacy) ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจทางการเงินได้อย่างมีเหตุผลและรอบคอบ

จากการสังเคราะห์องค์ความรู้ สรุปได้ว่าการส่งเสริมความฉลาดรู้ทางการเงินจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์การตัดสินใจในสถานการณ์จริง (OECD, 2023) ซึ่งสอดรับกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ผ่านบริบทในชีวิตประจำวัน (Supandi et al., 2023) อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การเงินที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องใช้ เทคนิค KWDL เพื่อช่วยจัดระเบียบกระบวนการคิด โดยผลการศึกษาพบว่าเทคนิคดังกล่าวช่วยลดความ

คลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์โจทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นันทวัฒน์ สวัสดิ์ผล, 2565) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL จึงเป็นหนึ่งในนวัตกรรมที่เหมาะสมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และการวางแผนทางการเงิน อันนำไปสู่การสร้างภูมิคุ้มกันทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืน

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ขั้นตอนการวิจัย

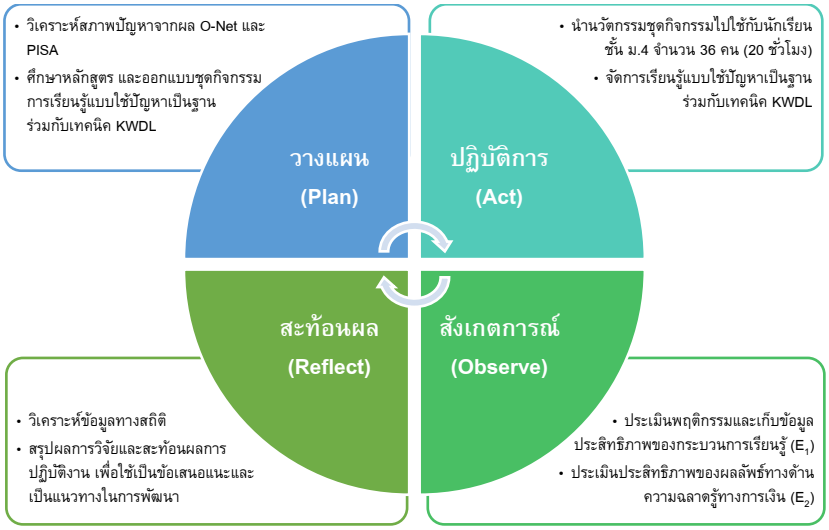
การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อมุ่งแก้ไขปัญหาและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้วงจรการวิจัยของ Kemmis & McTaggart (1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (PAOR) ดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan) ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์สภาพปัญหาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการทดสอบระดับชาติ ควบคู่กับการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางฯ เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL พร้อมทั้งดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางการเงิน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติการ (Act) นำนวัตกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา จำนวน 36 คน โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนและระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะผ่านสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้

ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ดำเนินการติดตาม สังเกตพฤติกรรม และเก็บบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (E_1) ตลอดจนดำเนินการทดสอบหลังสิ้นสุดการเรียนการสอนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์ทางด้านความฉลาดรู้ทางการเงิน (E_2) รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล (Reflect) นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ประกอบด้วย การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ 75/75 (E_1/E_2) และการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ One Sample t-test เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 จากนั้นจึงทำการสรุปผลการวิจัยและสะท้อนผลการปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นข้อเสนอแนะและเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในวงจรต่อไป



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

5.2 เครื่องมือที่ใช้

5.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ (ค30202) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 แผน รวมเวลาเรียน 20 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	เวลาสอน
1-2	ภัยทางการเงิน	2
3-5	ภาษี	3
6-7	ดอกเบี้ยทบต้น	2
8-9	มูลค่าของเงิน	2
10-13	ค่างวด	4
14-16	วางแผนการเงินเพื่อใช้จ่ายยามเกษียณ	3
17-20	โครงงานคณิตศาสตร์การเงิน (Mini Project)	4
รวม		20

แผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้

5.2.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน จำนวน 6 ชุด ได้แก่

- ชุดที่ 1 เรื่อง รู้ทันภัยทางการเงิน
- ชุดที่ 2 เรื่อง ภาษีเรื่องใกล้ตัว
- ชุดที่ 3 เรื่อง พลังของดอกเบี้ยทบต้น
- ชุดที่ 4 เรื่อง มูลค่าของเงินตามเวลา

ภาพที่ 2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์การเงิน

- ชุดที่ 5 เรื่อง การคำนวณค่างวด
- ชุดที่ 6 เรื่อง การวางแผนการเงินเพื่อวัยเกษียณ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา กิจกรรม และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.2.3 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางการเงิน เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และอัตนัย 2 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.80–1.00 ค่าความยากง่าย (p) 0.35–0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.25–0.68 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.82

5.2.4 แบบประเมินชิ้นงานและทักษะกระบวนการกลุ่ม สำหรับวัดประเมินผลภาคปฏิบัติในกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์การเงิน และการทำงานกลุ่มตามขั้นตอน PBL โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

5.2.5 แบบวัดความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) เรื่อง คณิตศาสตร์กับการเงิน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรม	คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	คะแนนหลังเรียน (E_2)
รู้ทันภัยทางการเงิน	84.00	85.00
ภาษีเรื่องใกล้ตัว	81.50	82.00
พลังของดอกเบี้ยทบต้น	79.20	78.50
มูลค่าของเงินตามเวลา	78.40	79.00
การคำนวณค่างวด	77.50	76.50
การวางแผนการเงินเพื่อวัยเกษียณ	82.10	81.50
ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย	80.45	80.42
ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.45 / 80.42		

จากตารางที่ 2 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์การเงิน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.45/80.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า คะแนนประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างเรียน (E_1) สูงกว่าคะแนนประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังเรียน (E_2) เล็กน้อย ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมและการวิเคราะห์ร่องรอยการเรียนรู้ โดยพบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ PBL นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาทางการเงินที่มีความซับซ้อน การใช้เทคนิค KWDL เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยกระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกระบวนการกลุ่มอย่างเป็นระบบ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อจำแนกสิ่งที่โจทย์กำหนด (K) และเป้าหมายของปัญหา (W) ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการตีความตัวแปรทางการเงิน

นอกจากนี้ในขั้นตอนการดำเนินการหาคำตอบ (D) นักเรียนยังได้รับการชี้แนะจากครูผู้สอนอย่างใกล้ชิด ช่วยลดความวิตกกังวลและสร้างความมั่นใจ ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำคะแนนในชุดกิจกรรมระหว่างเรียน (E1) ได้ในระดับสูง ในขณะที่การทดสอบหลังเรียน (E2) เป็นการประเมินผลรายบุคคลที่วัดความรู้คงทน นักเรียนก็ยังสามารถทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นเครื่องยืนยันว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ให้นักเรียนได้

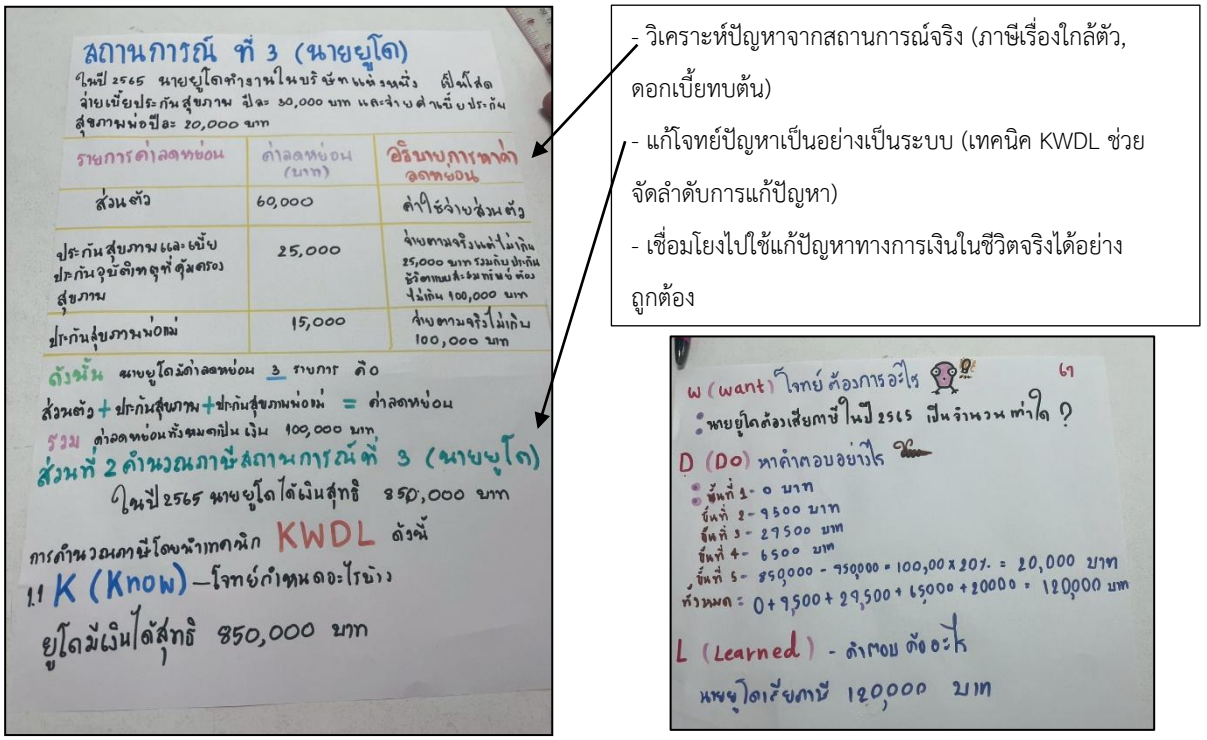
6.2 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางการเงิน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 นักเรียนมีความฉลาดรู้ทางการเงินหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ย 24.68 คะแนน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ทางการเงินหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์(ร้อยละ 75)	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	t
ความฉลาดรู้ทางการเงิน	36	30	22.5	24.68	2.89	82.27	4.53*

*p < .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน มีคะแนนความฉลาดรู้ทางการเงินหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 24.68 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 82.27 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.89 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 (22.5 คะแนน) พบว่า นักเรียนมีความฉลาดรู้ทางการเงินหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 4.53) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่สามารถยกระดับ ความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนได้ ซึ่งการที่นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงถึงร้อยละ 82.27 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำข้อสอบอัตนัยที่จำลองสถานการณ์ปัญหาทางการเงินในชีวิตจริง บ่งชี้ว่านักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการคำนวณดอกเบี้ยทบต้น ค่างวด และมูลค่าของเงิน ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ผลการประเมินจากโครงงานคณิตศาสตร์การเงิน ยังเป็นอีกหนึ่งหลักฐานสำคัญที่ช่วยยืนยันระดับความฉลาดรู้ทางการเงิน โดยในระหว่างการทำโครงงาน นักเรียนได้นำกระบวนการคิดจากเทคนิค KWDL มาใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวิเคราะห์ข้อมูลและข้อจำกัดทางการเงิน (K) การตั้งเป้าหมายของโครงงาน (W) การลงมือสืบค้นและคำนวณเพื่อสร้างแผนทางการเงิน (D) ไปจนถึงการนำเสนอและสะท้อนผลลัพธ์ที่ได้ (L) การที่นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ตอบโจทย์สถานการณ์จริงได้ สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไม่เพียงแต่มีความรู้ความเข้าใจในเชิงทฤษฎี แต่ยังสามารถบูรณาการความรู้ไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงและออกแบบแผนทางการเงินของตนเองได้จริง ผลลัพธ์นี้ยืนยันว่าชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถประมวลผลข้อมูล ประเมินทางเลือก และตัดสินใจทางการเงินได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งถือเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันทางการเงินที่ช่วยให้นักเรียนพร้อมรับมือกับสถานการณ์ทางการเงินในอนาคตได้



ภาพที่ 3 กระบวนการคิดจากเทคนิค KWDL

6.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลความพึงพอใจของนักเรียน

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านเนื้อหาชุดกิจกรรม เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน	4.62	0.48	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิค KWDL	4.68	0.52	มากที่สุด
3. ด้านสื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้	4.58	0.45	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.50	0.51	มาก
รวมเฉลี่ย	4.60	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์การเงิน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.68) รองลงมาคือ ด้านเนื้อหาชุดกิจกรรม ($\bar{x}$ = 4.62) และ ด้านสื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x}$ = 4.58) ตามลำดับ ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x}$ = 4.50) ซึ่งอยู่ในระดับมาก ซึ่งผลการประเมินนี้

สะท้อนให้เห็นว่า การนำสถานการณ์ทางการเงินในชีวิตจริงมาบูรณาการร่วมกับเครื่องมือจัดระเบียบทางปัญญา ช่วยสร้างแรงจูงใจและทำให้นักเรียนมีเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์กับการเงิน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.45/80.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ พบว่าชุดกิจกรรมดังกล่าวได้ผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ โดยเริ่มจากการศึกษาบริบท วิเคราะห์หลักสูตร และประเมินสภาพปัญหาของนักเรียน นอกจากนี้ชุดกิจกรรมยังได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้ผ่านกระบวนการทดลองใช้ (Try-out) แบบรายบุคคล แบบกลุ่มเล็ก และภาคสนาม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องด้านการใช้ภาษา ความเหมาะสมของเวลา และระดับความยากง่ายของกิจกรรมก่อนนำไปใช้จริง ส่งผลให้ชุดกิจกรรมมีคุณภาพ มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียน และสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้เพื่อยกระดับทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.2 ผลการประเมินความฉลาดรู้ทางการเงิน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความฉลาดรู้ทางการเงินหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ย 24.68 คะแนน (ร้อยละ 82.27) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ OECD (2023) ที่ระบุว่าการส่งเสริมความฉลาดรู้ทางการเงินที่มีประสิทธิผล ต้องอาศัยประสบการณ์การตัดสินใจในสถานการณ์จริง การจัดการเรียนรู้แบบ PBL ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย เช่น ภัยทางการเงิน ภาษี, ดอกเบี้ยทบต้น, มูลค่าของเงิน หรือการคำนวณค่างวด ทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่ใช่นามธรรม แต่เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เมื่อนักเรียนต้องรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อน การใช้เทคนิค KWDL เข้ามาช่วยจำแนกสิ่งที่โจทย์กำหนด (K) และสิ่งที่ต้องการทราบ (W) ช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทวัฒน์ สวัสดิ์ผล (2565) และ Permata & Wardono (2024) ที่ชี้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนช่วยจัดระเบียบโครงสร้างทางความคิด ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี้ยทบต้นและมูลค่าของเงินไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ การประเมินผ่านโครงงานคณิตศาสตร์การเงิน ยังเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงความฉลาดรู้ทางการเงินของการปฏิบัติจริงอย่างเป็นรูปธรรม โดยในขั้นตอนนี้นักเรียนได้นำองค์ความรู้มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาผ่านบริบทที่ใกล้ตัว เช่น การออกแบบบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรู้ทันภัยทางการเงิน การจำลองสถานการณ์คำนวณภาษีในชีวิตประจำวัน หรือการสืบค้นข้อมูลราคาสินค้าจริงเพื่อนำมาคำนวณเปรียบเทียบมูลค่าของเงินในอดีตและปัจจุบัน การประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด KWDL ในการทำโครงงาน ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลตั้งต้น (K) กำหนดเป้าหมายหรือโจทย์ของโครงงาน (W) ออกแบบชิ้นงานพร้อมทั้งแสดงการคำนวณสนับสนุน (D) และสะท้อนคิดเพื่อประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ (L) กระบวนการดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ไม่เพียงแต่มุ่งหาคำตอบที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ แต่ยังครอบคลุมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์รอบตัว สิ่งเหล่านี้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นระบบ สร้างความตระหนักรู้ต่อคุณค่าของคณิตศาสตร์การเงิน และสะท้อนออกมาเป็นคะแนนความฉลาดรู้ทางการเงินที่ผ่านเกณฑ์อย่างชัดเจน

7.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60) โดยเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.68) การที่นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะในด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถอธิบายได้ว่า กระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ช่วยเปลี่ยนบทบาท

ของนักเรียนจากผู้รับฟังมาเป็นผู้ร่วมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้เป็นเรื่องใกล้ตัว ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน นอกจากนี้การเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มร่วมกับการใช้ KWDL เป็นเครื่องมือช่วยคิด ยังทำให้นักเรียนได้รับการสนับสนุนจากทั้งเพื่อนและครูผู้สอน ลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ สุทธิอาจ และคณะ (2566) และ Hadinata et al. (2023) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์โจทย์ ช่วยสร้างความเชื่อมั่นในตนเองทำให้นักเรียนมีเจตคติเชิงบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

8. ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยพบว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี ดังนั้น ครูผู้สอนควรเลือกหรือสร้างสถานการณ์ปัญหาทางการเงินที่ใกล้ตัวนักเรียน มีความทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน (เช่น การผ่อนชำระสินค้าออนไลน์ การหลอกลวงทางการเงิน) เพื่อให้นักเรียนเห็นประโยชน์และตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง

2. ในการใช้เทคนิค KWDL ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญและคอยชี้แนะนักเรียนในขั้นตอน W (สิ่งที่ต้องการทราบ) และ L (สิ่งที่ได้เรียนรู้) เป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล หากนักเรียนสามารถสรุปและเชื่อมโยงองค์ความรู้ในขั้นตอนนี้ได้ชัดเจน จะส่งผลให้ความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ลดลง

3. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นรูปแบบที่ต้องอาศัยการสืบค้นและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ครูผู้สอนควรมีการบริหารจัดการเวลา อย่างยืดหยุ่นและเหมาะสมกับความยากง่ายของแต่ละสถานการณ์ปัญหาเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างเต็มที่

4. ควรมีการขยายผลนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในสาระอื่นๆ ที่มีความเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา เช่น ความน่าจะเป็น หรือ สถิติ

5. ควรมีการทำวิจัยเชิงติดตามผล เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ และพฤติกรรมความฉลาดรู้ทางการเงินของนักเรียนในระยะยาว หลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ไปแล้ว

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 21). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนโชติ แสนตื้อ และคณะ. (2566). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโจทย์ปัญหาบวก ลบ คูณ หาร ระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางการศึกษา, 8(2), 125–138.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2566). *รายงานผลสำรวจทักษะทางการเงินของไทย ปี 2565*.



นันทวัฒน์ สวัสดิ์ผล. (2565). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

วรรณภา สุขตระกูล. (2562). *ผลของการใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.* วารสารศึกษาศาสตร์, 18(3), 15-24.

ศิริลักษณ์ สุทธิอาจ และคณะ. (2566). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (JSSE), 6(1), 45–58.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา [OEC]. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. พริกหวานกราฟฟิค.

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company.

Hadinata, A., et al. (2023). *The effectiveness of problem-based learning on students' mathematical analytical thinking skills: A meta-analysis study*. Journal of Sustainability Education, 14(1), 20–35.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner (3rd ed.)*. Deakin University Press.

OECD. (2023*). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education.* OECD Publishing.

Permata, S. D., & Wardono, W. (2024). *Problem-based learning integrated with cognitive tools: Enhancing financial literacy and analytical thinking in mathematics*. International Journal of Instruction, 17(2), 112–128.

Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chamberlain, D. A., Neal, C. J., & Weaver, A. W. (1997). *Cooperative problem solving: Using K-W-D-L as an organizational technique. Teaching Children Mathematics*, 3(9), 482-486.

Supandi, S., Suwarno, & Dwijayanti, I. (2023). *The effectiveness of problem-based learning model to increase the students' critical thinking skills.* Journal of Physics: Conference Series, *1467*(1), 1-7.

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ด้วยกิจกรรม Matching สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศราวุธ พิมศร
โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1
Email: sarawut@nk.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและจัดกิจกรรม Matching ที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรูปธรรม–รูปภาพ–นามธรรม (Concrete–Pictorial–Abstract: CPA) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม และ 3) ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนแบบกลุ่มเดียววัดก่อน–หลัง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 60 นาที ชุดบัตรภาพแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ A–J และบัตรสัญลักษณ์เซต 1–10 ใบงานกลุ่ม “ภาพ–สัญลักษณ์–เหตุผล” แบบทดสอบก่อนเรียน 3 ข้อ และหลังเรียน 5 ข้อ แบบประเมินการนำเสนอโดยเพื่อน 4 ด้าน และงานมอบหมายรายบุคคล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ขนาดอิทธิพล และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 78.07 (SD = 19.42) เป็น 98.42 (SD = 5.47) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 6.52$, $df = 37$, $p < .001$) ขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับสูง ($d = 1.06$) และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 0.93 นักเรียนผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 100 ทุกกลุ่มจับคู่และเขียนเหตุผลเชิงตรรกะได้ครบ 10 จาก 10 ข้อ ค่าเฉลี่ยการประเมินโดยเพื่อนเท่ากับ 3.86 จาก 4.00 (ระดับดีมาก) และงานมอบหมายรายบุคคลผ่านเกณฑ์ร้อยละ 100 สรุปได้ว่ากิจกรรม Matching ช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพ และส่งเสริมการให้เหตุผล การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : กิจกรรม Matching เซต แผนภาพเวนน์–ออยเลอร์

1. ที่มาและความสำคัญ

เซต (Set) เป็นสาระพื้นฐานลำดับแรกของรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐาน ค 1.1 ตัวชี้วัด ม.4/1 ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียน “เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์” ความรู้เรื่องเซตจึงมิได้มีคุณค่าเฉพาะในตัวเอง แต่เป็นภาษาพื้นฐานที่ผู้เรียนต้องใช้ต่อเนื่องไปยังเรื่องตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ความน่าจะเป็น และสถิติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ระบุว่าเป้าหมายสำคัญของสาระเรื่องเซตคือการที่ผู้เรียนสามารถนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภาพและสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถแปลความหมายระหว่างการนำเสนอทั้งสองรูปแบบได้

อย่างไรก็ตาม จุดยากของเรื่องเซตมิได้อยู่ที่การจดจำสัญลักษณ์ หากอยู่ที่การ “เชื่อมโยง” ระหว่างระบบการแทนความคิดสองระบบ ได้แก่ ระบบสัญลักษณ์เชิงนามธรรม เช่น $A \cup B$, $A \cap B$, $A - B$ และ A' กับระบบภาพเชิงรูปธรรม คือพื้นที่

ที่ระบายสีในแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ Duval (2006) ชี้ว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนสามารถแปลง (Conversion) ความคิดจากระบบการแทนหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่งได้อย่างยืดหยุ่น และความล้มเหลวในการแปลงระหว่างระบบคือสาเหตุหลักของความเข้าใจที่ผิวเผิน ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ อัมพร ม้าคนอง (2557) ที่ว่าปัญหาสำคัญของผู้เรียนคณิตศาสตร์ไทยคือการไม่สามารถเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับภาพแทนแนวคิดได้อย่างมีเหตุผล

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม ในคาบเรียนก่อนหน้า ผู้วิจัยพบสภาพปัญหาที่สอดคล้องกับข้อค้นพบข้างต้น กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุชื่อและอ่านสัญลักษณ์เซตได้ แต่เมื่อครูแสดงแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ที่ระบายสีพื้นที่ต่าง ๆ แล้วให้เลือกสัญลักษณ์ที่ตรงกัน นักเรียนจำนวนหนึ่งตอบโดยการเดา และเมื่อครูถามย้อนว่า “เพราะเหตุใดจึงเลือกสัญลักษณ์นี้” นักเรียนมักตอบว่า “จำได้” หรือ “น่าจะใช่” มากกว่าจะอ้างอิงจากพื้นที่ในแผนภาพหรือเงื่อนไขความเป็นสมาชิก สะท้อนว่าผู้เรียนมีความรู้ในระดับการจำ (Remembering) แต่ยังขาดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) ที่จะนำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ใหม่ได้ ปัญหานี้หากไม่ได้รับการแก้ไขตั้งแต่หน่วยการเรียนรู้แรก จะส่งผลสะสมต่อการเรียนเรื่องตรรกศาสตร์และความน่าจะเป็นในลำดับถัดไป

แนวคิดการเรียนรู้เชิงรูปธรรม–รูปภาพ–นามธรรม (Concrete–Pictorial–Abstract: CPA) เสนอว่าการเรียนรู้มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมควรเริ่มจากการปฏิบัติกับสื่อที่จับต้องได้ ผ่านการแทนด้วยภาพ แล้วจึงพัฒนาไปสู่สัญลักษณ์ สอดคล้องกับที่ ทิศนา แขมมณี (2566) อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญควรเริ่มจากประสบการณ์ตรงและสื่อรูปธรรมก่อนนำสู่การสรุปเป็นหลักการ ในขณะเดียวกัน การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ตามที่ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) เสนอไว้ ช่วยให้ผู้เรียนต้องอธิบายเหตุผลของตนให้เพื่อนฟัง ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่เปลี่ยนความเข้าใจส่วนบุคคลให้กลายเป็นความเข้าใจที่ตรวจสอบได้

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงออกแบบ “กิจกรรม Matching” ซึ่งเป็นกิจกรรมจับคู่บัตรภาพแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ (บัตร A–J) กับบัตรสัญลักษณ์เซต (บัตร 1–10) โดยกำหนดเงื่อนไขสำคัญว่า นักเรียนต้องเขียน “เหตุผลเชิงตรรกะ” กำกับการจับคู่ทุกข้อ เงื่อนไขนี้ทำให้การเดาไม่เกิดประโยชน์ และทำให้กระบวนการคิดปรากฏออกมาเป็นหลักฐานที่ตรวจสอบได้ นอกจากนี้ยังออกแบบระบบช่วยเหลือตามความแตกต่างระหว่างบุคคล 2 ระดับ ได้แก่ “การ์ดคำใบ้” สำหรับกลุ่มที่ติดขัด และ “ภารกิจท้าทาย” สำหรับกลุ่มที่ทำเสร็จก่อนเวลา ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนที่ ทิศนา แขมมณี (2566) เสนอไว้ กรอบแนวคิดของการวิจัยแสดงดังแผนภูมิที่ 1

ตัวแปรต้น	กระบวนการจัดการเรียนรู้	ตัวแปรตาม
กิจกรรม Matching แผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ กับสัญลักษณ์เซต ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือ	ขั้นนำ (5–10 นาที): ทบทวนความรู้เดิม จัดกลุ่มคละความสามารถ ตั้งเป้าหมาย และทดสอบก่อนเรียน ขั้นจัดกิจกรรม (30–40 นาที): จับคู่บัตรภาพ กับบัตรสัญลักษณ์พร้อมเขียนเหตุผล นำเสนอหน้าชั้นเรียน และประเมินโดยเพื่อน ขั้นสรุป (10–15 นาที): ทดสอบหลังเรียน งานมอบหมายรายบุคคล และสะท้อนการเรียนรู้	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซต กับแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ 2. ทักษะการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ 3. ทักษะการทำงานร่วมกัน

แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและจัดกิจกรรม Matching ที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม Matching

2.3 เพื่อศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการทำงานร่วมกันของนักเรียนจากกิจกรรม Matching

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรม Matching สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค31101 และเป็นห้องเรียนที่พบสภาพปัญหาตามที่ระบุไว้ในที่มาและความสำคัญ

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Matching แผนภาพเวนน์–ออยเลอร์กับสัญลักษณ์เซตตามแนวคิด CPA ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ 2) ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ 3) ทักษะการทำงานร่วมกัน

3.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องเซต หัวข้อแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์และการตีความสัญลักษณ์เซต รายวิชาคณิตศาสตร์ ค31101 ครอบคลุมสัญลักษณ์ยูเนียน ($\cup$) อินเตอร์เซกชัน ($\cap$) ผลต่างของเซต (–) คอมพลีเมนต์ (′) เอกภพสัมพัทธ์ (U) และเซตว่าง ($\emptyset$)

3.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ดำเนินการจัดกิจกรรมและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2568 ใช้เวลา 1 คาบเรียน (60 นาที)

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 เรื่องเซตและแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ในหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดให้เรื่องเซตอยู่ในมาตรฐาน ค 1.1 ตัวชี้วัด ม.4/1 โดยเน้นการใช้ความรู้เรื่องเซตเพื่อ “สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์” เป้าหมายของบทเรียนจึงมิใช่การท่องจำนิยาม แต่เป็นการใช้เซตอธิบายความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูล สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ที่ให้ครูใช้กิจกรรมหลากหลายเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงและการให้เหตุผล จุดสำคัญของการอ่านแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์



คือการตีความว่าพื้นที่ที่ระบายสีตรงกับเงื่อนไขความเป็นสมาชิกแบบใด ผู้เรียนที่เข้าใจเชิงมโนทัศน์จะอธิบายได้ว่าเหตุใด A–B กับ $A \cap B'$ จึงหมายถึงพื้นที่เดียวกัน ขณะที่ผู้เรียนที่เรียนแบบท่องจำจะมองว่าเป็นคนละคำตอบ

4.2 การแทนความคิดทางคณิตศาสตร์และการแปลงข้ามระบบ

แนวคิดการเรียนรู้เชิงรูปธรรม–รูปภาพ–นามธรรม (CPA) ตั้งอยู่บนหลักการว่าการเรียนรู้มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมควรเริ่มจากสิ่งที่ผู้เรียนจับต้องได้ ผ่านการแทนด้วยภาพ แล้วจึงพัฒนาไปสู่สัญลักษณ์ สอดคล้องกับที่ ทิศนา แขมมณี (2566) อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้ควรเริ่มจากประสบการณ์ตรงและสื่อรูปธรรมก่อนนำสู่การสรุปเป็นหลักการ ในบริบทของคณิตศาสตร์ อัมพร ม้าคนอง (2557) ชี้ว่าทักษะการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ต้องพัฒนาควบคู่กับเนื้อหา สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางที่กำหนดให้การเชื่อมโยงเป็นหนึ่งในห้าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่วน Duval (2006) อธิบายกลไกนี้ไว้อย่างเฉพาะเจาะจงว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ ถูกแทนได้หลายระบบ ทั้งภาษา ภาพ และสัญลักษณ์ การทำงานภายในระบบเดียวเป็นเรื่องที่ผู้เรียนทำได้ไม่ยาก แต่การแปลงข้ามระบบ (Conversion) เช่น การอ่านพื้นที่ในแผนภาพแล้วเขียนเป็นสัญลักษณ์ เป็นงานที่ยากที่สุดและเป็นตัวชี้วัดความเข้าใจได้ดีที่สุด

อย่างไรก็ตาม การนำแนวคิด CPA มาใช้กับเรื่องเซตมีข้อพึงระวังเชิงทฤษฎีที่ควรกล่าวไว้ให้ชัด กล่าวคือ แผนภาพเวนน์–ออยเลอร์เป็นการแทนด้วยภาพที่ปรากฏในหนังสือเรียนอยู่แล้ว มิใช่สื่อรูปธรรมที่ครูสร้างขึ้นใหม่เพื่อปูทางไปสู่สัญลักษณ์ การอ้างว่ากิจกรรมนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ตามลำดับ CPA อย่างครบวงจรจึงอาจกล่าวเกินกว่าที่หลักฐานรองรับ ผู้วิจัยจึงจำกัดการอ้างอิงไว้ว่ากิจกรรม Matching นำเฉพาะ “หลักการเชื่อมโยงระหว่างการแทนความคิด” มาใช้ในการออกแบบ โดยเพิ่มมิติของการปฏิบัติในรูปของบัตรที่ผู้เรียนหยิบจับและจัดวางร่วมกันได้ ส่วนกลไกการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริงอธิบายได้ตรงกว่าด้วยกรอบการแปลงข้ามระบบการแทนของ Duval (2006)

4.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือและการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) อธิบายว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือมิใช่เพียงการให้ผู้เรียนนั่งทำงานเป็นกลุ่ม แต่ต้องออกแบบให้เกิดการพึ่งพากันเชิงบวก มีความรับผิดชอบรายบุคคล และมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ชัดเจน การจัดกลุ่มคละความสามารถพร้อมภารกิจที่มีเป้าหมายร่วมจึงช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและการคิดเชิงเหตุผลไปพร้อมกัน ในด้านการช่วยเหลือผู้เรียน ทิศนา แขมมณี (2566) เสนอว่าครูควรจัดการเรียนรู้ให้ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และควรให้ความช่วยเหลือแบบชี้แนะแนวทาง (Scaffolding) มากกว่าการบอกคำตอบ ซึ่งเป็นฐานของการออกแบบ “การ์ดคำใบ้” และ “ภารกิจท้าทาย” ในการวิจัยครั้งนี้ ส่วนในด้านการประเมิน วิจารณ์ พานิช (2556) เน้นว่าการประเมินระหว่างเรียนที่ให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างเฉพาะเจาะจง และการประเมินโดยเพื่อน (Peer Assessment) เป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะทำให้ผู้ประเมินเองต้องทำความเข้าใจเกณฑ์และตัดสินคุณภาพผลงาน จึงเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้ถูกประเมิน

4.4 กิจกรรมจับคู่ (Matching) และช่องว่างของการวิจัย

กิจกรรมจับคู่การ์ดเป็นเทคนิคการเรียนรู้เชิงรุกที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลองผิดลองถูกได้โดยไม่มีต้นทุนสูง จึงเอื้อต่อการอภิปรายและการปรับแก้ความคิด แต่มีจุดอ่อนสำคัญคือผู้เรียนอาจตัดตัวเลือกจนได้คำตอบครบโดยไม่เข้าใจ ผู้วิจัยจึงลดจุดอ่อนนี้ด้วยการกำหนดให้ทุกการจับคู่ต้องมีเหตุผลเชิงตรรกะกำกับ และให้คะแนนคอลัมน์เหตุผลแยกจากคอลัมน์การจับคู่ เมื่อพิจารณางานวิจัยในชั้นเรียนของไทยเกี่ยวกับเรื่องเซต พบว่าส่วนใหญ่มุ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อน–หลัง แต่ยังพบไม่มากที่รายงาน “คุณภาพของการให้เหตุผล” ควบคู่ไปด้วย ทั้งที่ อัมพร ม้าคนอง (2557) ชี้ว่าการให้เหตุผลเป็นหลักฐานที่ตรงกับความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์มากกว่าคะแนนสอบ การวิจัยครั้งนี้จึงออกแบบกิจกรรมที่ทำให้กระบวนการเชื่อมโยงปรากฏเป็นหลักฐานที่ประเมินได้

รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคลภายในคาบเรียนเดียว และประเมินทั้งผลสัมฤทธิ์ การให้เหตุผล และทักษะการทำงานร่วมกันไปพร้อมกัน

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจร ได้แก่ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผล โดยใช้แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง (One-Group Pretest–Posttest Design) ร่วมกับการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากใบงานกลุ่ม การสังเกตพฤติกรรม และแบบสะท้อนการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มาจากหลักฐานหลายแหล่ง

ทั้งนี้ กิจกรรม Matching ในการวิจัยครั้งนี้มิใช่กิจกรรมสอนมโนทัศน์ใหม่ แต่เป็นกิจกรรมสรุปรวบยอด (Consolidation) ที่จัดขึ้นหลังจากผู้เรียนได้เรียนเรื่องแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์และสัญลักษณ์เซตมาแล้วในคาบก่อนหน้า จุดมุ่งหมายของกิจกรรมจึงอยู่ที่การยกระดับความเข้าใจจากการจำรูปแบบไปสู่การอธิบายด้วยเหตุผล ข้อเท็จจริงนี้เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้คะแนนก่อนเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับค่อนข้างสูงตั้งแต่ต้น และเป็นเหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกใช้คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ควบคู่กับการทดสอบค่าที เพื่อควบคุมผลของเพดานคะแนน

5.2 กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จัดกลุ่มคละความสามารถโดยครูล่วงหน้า รวม 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5–6 คน โดยพิจารณาจากผลการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ก่อนหน้า เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูง ปานกลาง และต่ำอยู่ร่วมกัน

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวม 7 รายการ ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์และการตีความสัญลักษณ์เซต (กิจกรรม Matching) เวลา 60 นาที ที่ระบุมาตรฐาน ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2) บัตรภาพแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ รหัส A–J จำนวน 10 บัตร แสดงพื้นที่ระบายสีที่แตกต่างกัน และบัตรสัญลักษณ์เซต หมายเลข 1–10 จำนวน 10 บัตร ครอบคลุมสัญลักษณ์ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างของเซต คอมพลีเมนต์ และรูปแบบผสม

3) ใบงานกลุ่ม ตาราง “ภาพ–สัญลักษณ์–เหตุผล” ประกอบด้วย 3 คอลัมน์ คือ รหัสบัตรภาพ (A–J) หมายเลขบัตรสัญลักษณ์ (1–10) และเหตุผลประกอบการจับคู่ พร้อมส่วนบันทึกชื่อสมาชิกและบทบาทหน้าที่ของแต่ละคน

4) แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 3 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) 5 ข้อ ทั้งสองฉบับใช้รูปแบบเดียวกัน คือ แสดงแผนภาพที่ระบายสีแล้วให้เขียนสัญลักษณ์เซตที่ตรงกับพื้นที่นั้น แบบทดสอบก่อนเรียนวัด $A \cup B$, $A \cap B$ และ $(A \cup B)'$ ส่วนแบบทดสอบหลังเรียนวัด B', $(A \cap B)'$, $(A \cup B)'$, A' และ $A \cup B$ จึงมีมโนทัศน์ที่วัดซ้ำโดยตรง 2 จาก 3 มโนทัศน์ ได้แก่ $A \cup B$ และ $(A \cup B)'$ ส่วน $A \cap B$ ถูกวัดซ้ำในรูปคอมพลีเมนต์ คือ $(A \cap B)'$ และเพิ่มคอมพลีเมนต์ของเซตเดี่ยว (A' และ B') เข้ามา อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบทั้งสองยังมิใช่แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms) ตามความหมายทางการวัดผล ดังที่ระบุไว้ในหัวข้อ 7.3

5) แบบประเมินการนำเสนอโดยเพื่อน (Peer Assessment) มาตรประมาณค่า 4 ระดับ 4 ด้าน ได้แก่ ความถูกต้องของการเขียนสัญลักษณ์เซตจากพื้นที่แรเงา ความสอดคล้องระหว่างแผนภาพกับสัญลักษณ์ที่เลือก ความชัดเจนของเหตุผลในการเขียนสัญลักษณ์เซต และภาพรวมความสามารถในการนำเสนอ พร้อมช่องเขียนข้อเสนอแนะแก่เพื่อน

6) งานมอบหมายรายบุคคล ให้นักเรียนกำหนดเซต A และ B จากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน วาดแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์พร้อมระบายสี เขียนสัญลักษณ์เซต และอธิบายความหมาย รวม 4 ส่วน

7) การ์ดคำใบ้สำหรับกลุ่มที่ต้องการความช่วยเหลือ ภารกิจท้าทายสำหรับกลุ่มที่ทำเสร็จก่อนเวลา และแบบฟอร์มตั้งเป้าหมายและประเมินตนเองก่อน–หลังเรียน

เครื่องมือทุกรายการสร้างขึ้นจากตัวชี้วัด ค 1.1 ม.4/1 โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ไว้ล่วงหน้าเพื่อให้การตรวจมีความสอดคล้องกัน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเกณฑ์การผ่าน

สิ่งที่ต้องการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
1. ความรู้เรื่องสัญลักษณ์เซต และแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์	แบบทดสอบก่อนเรียน 3 ข้อ และหลังเรียน 5 ข้อ	ร้อยละความถูกต้องหลังเรียน ≥ 70 และไม่ต่ำกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะการวิเคราะห์และจับคู่	ใบงานกลุ่ม (คอลัมน์จับคู่)	จับคู่ถูก ≥ 8 จาก 10 ข้อ
3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ	ใบงานกลุ่ม (คอลัมน์เหตุผล)	เขียนเหตุผลเชิงตรรกะ ≥ 5 จาก 10 ข้อ
4. ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ	แบบประเมินโดยเพื่อน 4 ด้าน	ค่าเฉลี่ย ≥ 2.50 (ระดับดีขึ้นไป)
5. การประยุกต์ใช้ความรู้	งานมอบหมายรายบุคคล 4 ส่วน	ได้คะแนน ≥ 3 จาก 4
6. คุณลักษณะและการทำงานกลุ่ม	แบบฟอร์มรายชื่อกลุ่มและใบงานกลุ่ม	ผ่านครบทั้ง 3 ข้อ
7. การสะท้อนการเรียนรู้	แบบฟอร์มตั้งเป้าหมายและประเมินตนเอง	สะท้อนผล ≥ 2 ประเด็นและเชื่อมโยงกับเป้าหมาย

5.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมภายในคาบเรียน 60 นาที แบ่งเป็น 3 ขั้น รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	เวลา	กิจกรรมสำคัญ	หลักฐานที่เกิดขึ้น
ขั้นนำ	5–10 นาที	• ทบทวนสัญลักษณ์เซตด้วยการถาม–ตอบ และยกสถานการณ์ใกล้ตัว • จัดกลุ่มคละความสามารถ กลุ่มละ 5–6 คน และให้นักเรียนเขียนเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง • ทำแบบทดสอบก่อนเรียนรายบุคคล	แบบฟอร์มตั้งเป้าหมาย คะแนนก่อนเรียน
ขั้นจัดกิจกรรม	30–40 นาที	• แต่ละกลุ่มจับคู่บัตรภาพ A–J กับบัตรสัญลักษณ์ 1–10 พร้อมเขียนเหตุผลลงใบงานกลุ่ม • ครูทำหน้าที่ผู้อำนวยความสะดวก ให้การ์ดคำใบ้แก่กลุ่มที่ติดขัด และมอบภารกิจท้าทายแก่กลุ่มที่ทำเสร็จก่อนเวลา • ผู้แทนกลุ่มนำเสนอทีละกลุ่ม ผู้ฟังทำแบบประเมินโดยเพื่อน	ใบงานกลุ่ม แบบประเมินโดยเพื่อน บันทึกการสังเกต
ขั้นสรุป	10–15 นาที	• อภิปรายเปรียบเทียบสัญลักษณ์ที่มีความหมายเทียบเท่ากัน • ทำแบบทดสอบหลังเรียนและส่งงานมอบหมายรายบุคคล • เขียนสะท้อนการเรียนรู้	คะแนนหลังเรียน งานมอบหมายรายบุคคล แบบสะท้อนการเรียนรู้

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในฐานะครูผู้สอน โดยเก็บคะแนนก่อนเรียนในขั้นนำ เก็บใบงานกลุ่มและแบบประเมินโดยเพื่อนเมื่อสิ้นขั้นจัดกิจกรรม และเก็บคะแนนหลังเรียน งานมอบหมายรายบุคคล พร้อมแบบสะท้อนการเรียนรู้ในขั้นสรุป ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในตารางที่ 1 การวิจัยดำเนินการภายใต้การเรียนการสอนตามปกติ ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ให้นักเรียนทราบก่อนเริ่มกิจกรรม และนำเสนอผลในภาพรวมโดยไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลหรือภาพที่ระบุตัวตนของนักเรียน

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์ด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีจำนวนข้อไม่เท่ากัน (3 ข้อ และ 5 ข้อ ตามลำดับ) ผู้วิจัยจึงแปลงคะแนนดิบเป็นร้อยละความถูกต้องก่อนนำมาเปรียบเทียบ เพื่อให้การเทียบเคียงมีความยุติธรรม

2) เปรียบเทียบร้อยละความถูกต้องก่อนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3) คำนวณขนาดอิทธิพล (Effect Size) ด้วยค่า Cohen's d สำหรับข้อมูลคู่ และแปลผลตามเกณฑ์ของ Cohen (1988) ที่กำหนดว่า 0.20 คือระดับเล็ก 0.50 คือระดับปานกลาง และ 0.80 ขึ้นไปคือระดับสูง

4) คำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Normalized Gain) ตามสูตรของ Hake (1998) คือ (g) = (ร้อยละหลังเรียน – ร้อยละก่อนเรียน) ÷ (100 – ร้อยละก่อนเรียน) โดยค่า (g) ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไปถือว่าอยู่ในระดับสูง ค่านี้เหมาะสมกับการวิจัยครั้งนี้เป็นพิเศษ เพราะช่วยควบคุมผลของเพดานคะแนน (Ceiling Effect) ในกรณีที่ผู้เรียนมีคะแนนก่อนเรียนสูงอยู่แล้ว

5) ข้อมูลเชิงคุณภาพจากคอลัมน์เหตุผลในใบงานกลุ่ม บันทึกการสังเกตพฤติกรรม และข้อเสนอแนะในแบบประเมินโดยเพื่อน วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แล้วนำมาใช้ประกอบการอธิบายผลเชิงปริมาณ

6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามลำดับวัตถุประสงค์ 3 ข้อ โดยแบ่งเป็น 6 ส่วน ได้แก่ ผลการออกแบบและจัดกิจกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการปฏิบัติงานกลุ่ม ผลการประเมินโดยเพื่อน ผลงานมอบหมายรายบุคคล และร่องรอยการเรียนรู้จากระบบช่วยเหลือ 2 ระดับ

6.1 ผลการออกแบบและจัดกิจกรรม Matching (ตอบวัตถุประสงค์ข้อ 2.1)

ผู้วิจัยได้กิจกรรม Matching ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ 1) ชุดบัตรภาพ A–J และบัตรสัญลักษณ์ 1–10 ที่ออกแบบให้พื้นที่ระบายสีของแต่ละบัตรต่างกันชัดเจนจนเดาจากรูปร่างภายนอกไม่ได้ 2) ใบงานกลุ่มที่บังคับให้เขียนเหตุผลกำกับทุกการจับคู่ 3) ระบบช่วยเหลือ 2 ระดับ คือ การ์ดคำใบ้และภารกิจท้าทาย และ 4) ขั้นนำเสนอที่กำหนดให้อธิบายเป็นลำดับ คือ ชี้ตำแหน่งพื้นที่ในแผนภาพก่อนแล้วจึงเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์

เมื่อนำไปใช้จริง กิจกรรมดำเนินได้ครบทั้ง 3 ขั้นภายใน 60 นาทีตามที่ออกแบบไว้ ระบบช่วยเหลือ 2 ระดับทำงานได้ตามเจตนา มี 4 กลุ่มขอใช้การ์ดคำใบ้และ 3 กลุ่มดำเนินการได้เอง ทั้ง 7 กลุ่มได้รับภารกิจท้าทายและทำสำเร็จ จึงไม่มีกลุ่มใดว่างงานระหว่างรอเพื่อน จากการสังเกตพบว่าทุกกลุ่มแบ่งบทบาทเป็นผู้บันทึก ผู้จัดเรียงบัตร และผู้ตรวจสอบ และไม่พบนักเรียนที่ไม่มีส่วนร่วม

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม (ตอบวัตถุประสงค์ข้อ 2.2)

ผลการเปรียบเทียบร้อยละความถูกต้องก่อนและหลังการจัดกิจกรรมของนักเรียน 38 คน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม Matching (n = 38)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (คะแนนดิบ)	ร้อยละความถูกต้อง	SD (ร้อยละ)	t	p
ก่อนเรียน	3	2.34	78.07	19.42	6.52*	< .001
หลังเรียน	5	4.92	98.42	5.47		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (df = 37)

จากตารางที่ 3 พบว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 98.42, SD = 5.47) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 78.07, SD = 19.42) โดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 20.35 ผลการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 6.52$, $df = 37$, $p < .001$) จึงยอมรับสมมติฐานการวิจัย เมื่อคำนวณขนาดอิทธิพลได้ Cohen's d เท่ากับ 1.06 ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูงตามเกณฑ์ของ Cohen (1988) และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (g) เท่ากับ 0.93 ซึ่งอยู่ในระดับสูงตามเกณฑ์ของ Hake (1998) แสดงว่ากิจกรรมสามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนที่ยังเหลืออยู่ออกมาได้เกือบเต็มช่วง ทั้งที่ผู้เรียนมีคะแนนก่อนเรียนค่อนข้างสูงอยู่แล้ว

เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนนรายบุคคล ดังตารางที่ 4 พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 19.42 เหลือ 5.47 สะท้อนว่าความแตกต่างระหว่างผู้เรียนภายในห้องแคบลงอย่างชัดเจน กล่าวคือ กิจกรรมไม่เพียงยกระดับค่าเฉลี่ย แต่ยังช่วยดึงผู้เรียนกลุ่มที่ตามหลังให้ขึ้นมาใกล้เคียงกับกลุ่มอื่นด้วย

ตารางที่ 4 การกระจายคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามคะแนนที่ได้ (n = 38)

แบบทดสอบก่อนเรียน (3 ข้อ)			แบบทดสอบหลังเรียน (5 ข้อ)		
คะแนน	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**	**คะแนน**	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
3 (100%)	15	39.47	5 (100%)	35	92.11
2 (66.67%)	21	55.26	4 (80%)	3	7.89
1 (33.33%)	2	5.26	ต่ำกว่า 4	0	0.00
รวม	**38**	**100.00**	**รวม**	**38**	**100.00**

จากตารางที่ 4 พบว่าก่อนเรียนมีนักเรียนที่ทำถูกทุกข้อเพียง 15 คน (ร้อยละ 39.47) และยังมีนักเรียน 2 คนที่ทำถูกเพียงข้อเดียว หลังเรียนมีนักเรียนที่ทำถูกทุกข้อเพิ่มเป็น 35 คน (ร้อยละ 92.11) และไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ผ่าน เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักเรียนที่มีร้อยละความถูกต้องเพิ่มขึ้น 23 คน คงที่ 15 คน และไม่มีนักเรียนคนใดมีคะแนนลดลง ทั้งนี้ นักเรียน 15 คนที่คะแนนคงที่ คือกลุ่มที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้เต็มอยู่แล้ว จึงไม่มีช่องว่างให้พัฒนาในเชิงคะแนน แต่ยังคงแสดงพัฒนาการผ่านภารกิจท้าทาย และคุณภาพของการให้เหตุผลในใบงานกลุ่ม



6.3 ผลการปฏิบัติงานกลุ่มในกิจกรรม Matching

ผลการตรวจใบงานกลุ่มของทั้ง 7 กลุ่ม พร้อมบันทึกการใช้ระบบช่วยเหลือ 2 ระดับ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการปฏิบัติกิจกรรม Matching และการใช้ระบบช่วยเหลือ จำแนกรายกลุ่ม

กลุ่มที่	จำนวนสมาชิก (คน)	คะแนนการจับคู่ (เต็ม 10)	คะแนนการให้เหตุผล (เต็ม 10)	คุณลักษณะการทำงานกลุ่ม (เต็ม 3)	บัตรภาพที่ขอการ์ดคำใบ้	ภารกิจท้าทาย	ผล
1	6	10	10	3	D	สำเร็จ	ผ่าน
2	6	10	10	3	ไม่ขอใช้	สำเร็จ	ผ่าน
3	5	10	10	3	G	สำเร็จ	ผ่าน
4	5	10	10	3	H	สำเร็จ	ผ่าน
5	5	10	10	3	I	สำเร็จ	ผ่าน
6	5	10	10	3	ไม่ขอใช้	สำเร็จ	ผ่าน
7	6	10	10	3	ไม่ขอใช้	สำเร็จ	ผ่าน
รวม/เฉลี่ย	**38**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**4 กลุ่ม**	**7/7**	**7/7 ผ่าน**

จากตารางที่ 5 พบว่าทั้ง 7 กลุ่มจับคู่บัตรภาพ A–J กับบัตรสัญลักษณ์เซต 1–10 ได้ถูกต้องครบ 10 จาก 10 ข้อ สูงกว่าเกณฑ์ผ่านที่กำหนดไว้ที่ 8 จาก 10 ข้อ และเขียนเหตุผลเชิงตรรกะได้ครบ 10 จาก 10 ข้อ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 5 จาก 10 ข้อถึงสองเท่า คอลัมน์เหตุผลเป็นหลักฐานที่แยกความเข้าใจออกจากการเดาได้โดยตรง เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาพบว่าเหตุผลส่วนใหญ่อ้างอิงจากพื้นที่ในแผนภาพและเงื่อนไขความเป็นสมาชิก เช่น “เอาเฉพาะส่วนที่อยู่ใน A แต่ไม่อยู่ใน B จึงเป็น A–B” ต่างจากคำตอบก่อนเรียนที่มักอ้างความจำ อีกทั้งในขั้นนำเสนอยังพบว่าหลายกลุ่มเสนอสัญลักษณ์ที่ต่างกันแต่มีความหมายเทียบเท่ากันได้ เช่น เขียน A–B แทนด้วย $A \cap B'$ ซึ่งบ่งชี้ความเข้าใจในระดับที่สูงกว่าการจับคู่ตามที่กำหนด

6.4 ผลการประเมินการนำเสนอโดยเพื่อน (ตอบวัตถุประสงค์ข้อ 2.3)

ผลการประเมินการนำเสนอโดยเพื่อนทั้ง 4 ด้าน จำแนกรายกลุ่ม แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินการนำเสนอโดยเพื่อน จำแนกรายกลุ่มและรายด้าน (คะแนนเต็ม 4.00)

กลุ่มที่	ด้านที่ 1 ความถูกต้องของสัญลักษณ์	ด้านที่ 2 ความสอดคล้องภาพ–สัญลักษณ์	ด้านที่ 3 ความชัดเจนของเหตุผล	ด้านที่ 4 ภาพรวมการนำเสนอ	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1	4.00	3.89	3.92	3.92	3.93	ดีมาก
2	4.00	3.94	3.78	3.89	3.90	ดีมาก
3	4.00	3.87	3.77	3.74	3.85	ดีมาก
4	4.00	3.87	3.82	3.82	3.88	ดีมาก
5	3.97	3.82	3.76	3.68	3.81	ดีมาก
6	3.89	3.71	3.63	3.66	3.72	ดีมาก
7	3.97	3.95	3.95	3.92	3.95	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**3.98**	**3.86**	**3.80**	**3.80**	**3.86**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการประเมินโดยเพื่อนของทั้งชั้นเรียนเท่ากับ 3.86 จาก 4.00 อยู่ในระดับดีมาก และผ่านเกณฑ์ 2.50 ครบทั้ง 7 กลุ่ม เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านความถูกต้องของการเขียนสัญลักษณ์จากพื้นที่แรเงามีค่าเฉลี่ยสูงสุด (3.98) รองลงมาคือความสอดคล้องระหว่างแผนภาพกับสัญลักษณ์ที่เลือก (3.86) ส่วนความชัดเจนของเหตุผลและภาพรวมการนำเสนอมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 3.80 ลำดับนี้มีความหมาย กล่าวคือ เพื่อนร่วมชั้นตัดสินว่าผลงานของแต่ละกลุ่ม “ถูกต้อง” ได้ง่ายกว่าการตัดสินว่า “อธิบายเหตุผลได้ชัดเจน” ซึ่งชี้ว่าการให้เหตุผลยังเป็นด้านที่ควรพัฒนาต่อ แม้คะแนนจะอยู่ในระดับดีมากแล้วก็ตาม กลุ่มที่ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือกลุ่มที่ 7 (3.95) โดยเพื่อนให้ข้อเสนอแนะว่า “นำเสนอดีมาก อธิบายชัดเจน เข้าใจง่ายที่สุด” ส่วนกลุ่มที่ 6 ได้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (3.72) ซึ่งยังอยู่ในระดับดีมาก โดยได้รับข้อเสนอแนะให้เพิ่มความมั่นใจในการพูด

ข้อสังเกตที่สำคัญคือ ข้อเสนอแนะที่นักเรียนเขียนให้เพื่อนมีความเฉพาะเจาะจง เช่น “ควรพูดช้าลงอีกเล็กน้อยและเพิ่มรายละเอียดสัญลักษณ์ให้ครบถ้วน” หรือ “ควรปรับปรุงความชัดเจนของเส้นและสัญลักษณ์ในแผนภาพ” มิใช่การให้คะแนนแบบผ่าน ๆ แสดงว่าผู้เรียนเข้าใจเกณฑ์และใช้เกณฑ์ในการตัดสินจริง ส่วนทักษะการทำงานร่วมกันนั้น ประเมินจากเกณฑ์คุณลักษณะการทำงานกลุ่ม ซึ่งทั้ง 7 กลุ่มผ่านครบ 3 จาก 3 ข้อ ประกอบกับบันทึกการสังเกตที่ไม่พบนักเรียนที่ไม่มีส่วนร่วม

6.5 ผลงานมอบหมายรายบุคคลและการสะท้อนการเรียนรู้

ผลการตรวจงานมอบหมายรายบุคคล จำแนกตามองค์ประกอบ 4 ส่วน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลงานมอบหมายรายบุคคลจำแนกตามองค์ประกอบ (n = 38)

องค์ประกอบที่ประเมิน	จำนวนที่ผ่าน (คน)	ร้อยละ
ส่วนที่ 1 กำหนดเซต A และ B จากสถานการณ์จริง	38	100.00
ส่วนที่ 2 วาดแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์พร้อมระบายสี	38	100.00
ส่วนที่ 3 เขียนสัญลักษณ์เซตให้ตรงกับพื้นที่ที่ระบายสี	37	97.37
ส่วนที่ 4 อธิบายความหมายเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง	37	97.37
คะแนนเฉลี่ยรวม (เต็ม 4 คะแนน)	**3.95**	**98.68**
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (≥ 3 คะแนน)	**38**	**100.00**

จากตารางที่ 7 พบว่านักเรียนทั้ง 38 คน (ร้อยละ 100) ผ่านเกณฑ์งานมอบหมายรายบุคคล โดยได้คะแนนเต็ม 4 จาก 4 จำนวน 36 คน (ร้อยละ 94.74) และได้ 3 จาก 4 จำนวน 2 คน คะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.95 จาก 4.00 องค์ประกอบที่ยังมีนักเรียนไม่ผ่านคือการเขียนสัญลักษณ์ให้ตรงกับพื้นที่ที่ระบายสี และการอธิบายความหมายเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง อย่างละ 1 คน ซึ่งเป็นจุดที่ต้องใช้การแปลข้ามระบบการแทนความคิด สอดคล้องกับข้อเสนอของ Duval (2006) ที่ว่าการแปลงข้ามระบบเป็นกิจกรรมที่ยากที่สุด

ผลงานรายบุคคลนี้เป็นหลักฐานที่มีน้ำหนักมากกว่าคะแนนแบบทดสอบ เพราะนักเรียนต้องสร้างสถานการณ์ขึ้นเองจากชีวิตประจำวัน เช่น กลุ่มเพื่อนที่เล่นกีฬากับกลุ่มที่อยู่ชุมนุมดนตรี แล้ววาดแผนภาพและเขียนสัญลักษณ์ให้สอดคล้องกัน จึงไม่สามารถทำได้ด้วยการจดจำรูปแบบคำตอบ นอกจากนี้ ผลการตรวจแบบฟอร์มตั้งเป้าหมายและประเมินตนเองพบว่า นักเรียนทั้ง 38 คน (ร้อยละ 100) เขียนเป้าหมายก่อนเรียน สะท้อนผลหลังเรียนอย่างน้อย 2 ประเด็น และเชื่อมโยงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ครบทุกด้าน

6.6 ร่องรอยการเรียนรู้จากระบบช่วยเหลือ 2 ระดับ

บัตรภาพที่ถูกขอการ์ดคำใบ้ตามตารางที่ 5 มีเพียง 4 ใบจาก 10 ใบ และทั้งสี่ใบชี้จุดยากของมโนทัศน์ได้อย่างเจาะจง ได้แก่ บัตร D “สมาชิกที่ไม่อยู่ใน A” คือ A' บัตร G “สมาชิกที่ไม่อยู่ในส่วนร่วมของ A และ B” คือ $(A \cap B)'$ บัตร I “สมาชิกที่ไม่อยู่ใน A อย่างเดียว” คือ $(A-B)'$ ทั้งสามใบนี้ต้องตีความจาก “ส่วนที่ไม่ถูกเลือก” แล้วเขียนแทนด้วยคอมพลีเมนต์ ส่วนบัตร H “สมาชิกที่อยู่ใน A หรือ B (รวมส่วนร่วม)” คือ $A \cup B$ ซึ่งแม้เป็นการดำเนินการพื้นฐาน แต่สับสนได้ง่ายกับบัตร B ที่หมายถึง “อยู่ใน A หรือ B แต่ไม่ใช่ส่วนร่วม” จุดยากจึงมิได้อยู่ที่ยูเนียนหรืออินเตอร์เซกชันโดยตรง แต่อยู่ที่การตีความเชิงปฏิเสธและการแยกแยะคำว่า “หรือ” แบบรวมกับไม่รวมส่วนร่วม ซึ่งเป็นสารสนเทศที่ครูนำไปวางแผนการสอนครั้งต่อไปได้ทันที นอกจากนี้ ทั้ง 4 กลุ่มแก้ปัญหาได้สำเร็จและขอรับภารกิจท้าทายต่อ จึงมีผลงานเทียบเท่ากลุ่มที่ไม่ขอความช่วยเหลือ แสดงว่าการ์ดคำใบ้ทำหน้าที่เป็นนั่งร้านที่ถอดออกได้ มิใช่การลดมาตรฐานของงาน

เมื่อพิจารณาร่องรอยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งขอการ์ดคำใบ้สำหรับบัตรภาพ D เป็นตัวอย่าง ช่วงต้นคาบสมาชิกตอบคำถามทบทวนได้ในระดับการจำ กล่าวคือ อ่านสัญลักษณ์ได้ แต่เมื่อครูถามย้อนว่าเหตุใดจึงเลือกสัญลักษณ์นั้น ตอบเพียงว่า “จำได้” เมื่อเข้าสู่ขั้นจัดกิจกรรม กลุ่มติดขัดที่บัตรภาพ D ซึ่งมีพื้นที่ไม่ระบายสีอยู่ด้วย จึงขอการ์ดคำใบ้ซึ่งมิได้เฉลยคำตอบ แต่ตั้งคำถาม

กลับว่า “ส่วนที่ไม่ระบายคืออะไร” และ “ถ้าเราไม่เอาส่วนนี้ จะเขียนสัญลักษณ์อย่างไร” หลังอภิปรายภายในกลุ่มสมาชิกจึงเขียนเหตุผลได้ด้วยการอ้างอิงจากพื้นที่ในแผนภาพแทนการอ้างความจำ

ในขั้นภารกิจท้าทาย ครูให้แต่ละกลุ่มเขียนสัญลักษณ์เซตอีกหนึ่งรูปแบบที่มีความหมายเทียบเท่ากับแผนภาพที่กำหนด ตัวอย่างผลงานที่ชัดเจนคือ กลุ่มที่ได้รับบัตรภาพ C ซึ่งหมายถึง “สมาชิกที่ไม่อยู่ใน B อย่างเดียว” หรือ $(B-A)'$ นักเรียนเขียนคำตอบว่า $A \cup (A \cup B)'$ ซึ่งเมื่อตรวจสอบทางคณิตศาสตร์แล้วเทียบเท่ากับ $A \cup B'$ และเท่ากับ $(B-A)'$ จริง คำตอบนี้มิได้ปรากฏอยู่ในชุดบัตรสัญลักษณ์ที่ครูเตรียมไว้ จึงเป็นหลักฐานว่าผู้เรียนสร้างนิพจน์ขึ้นเองจากการวิเคราะห์พื้นที่ในแผนภาพ มิใช่การจดจำรูปแบบคำตอบ จากนั้นในขั้นนำเสนอ ผู้แทนกลุ่มอธิบายโดยชี้ตำแหน่งพื้นที่ในแผนภาพก่อนแล้วจึงเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ ร่องรอยชุดนี้แสดงเส้นทางการเปลี่ยนแปลงจาก “จำได้” ไปสู่ “อธิบายได้” และ “สร้างขึ้นใหม่ได้” ภายในกิจกรรมเดียว ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงคุณภาพที่คะแนนแบบทดสอบเพียงอย่างเดียวไม่อาจแสดงให้เห็นได้

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า กิจกรรม Matching ที่ออกแบบโดยยึดหลักการเชื่อมโยงระหว่างการแทนความคิดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เซตกับแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้จริง ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 6.52$, $df = 37$, $p < .001$) ขนาดอิทธิพลระดับสูง ($d = 1.06$) คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 0.93 ทุกกลุ่มจับคู่และเขียนเหตุผลได้ครบ 10 จาก 10 ข้อ ค่าเฉลี่ยการประเมินโดยเพื่อน 3.86 จาก 4.00 ระดับดีมาก และนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์งานมอบหมายรายบุคคล

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 การออกแบบกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรม Matching ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างการแทนความคิดเชิงภาพกับเชิงสัญลักษณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2566) ที่ว่าการเริ่มจากประสบการณ์ตรงช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจที่ยั่งยืน ประเด็นที่ควรอภิปรายคือ องค์ประกอบที่ทำให้กิจกรรมได้ผลไม่ใช่ “การจับคู่” เพียงลำพัง แต่เป็นเงื่อนไขที่บังคับให้เขียนเหตุผลกำกับทุกข้อ เพราะเปลี่ยนงานจากการเลือกคำตอบไปเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ในภาพกับความหมายของสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นการแปลงข้ามระบบการแทนตามที่ Duval (2006) เสนอไว้ หลักฐานสนับสนุนคือทุกกลุ่มเขียนเหตุผลได้ครบ 10 ข้อ สูงกว่าเกณฑ์ถึงสองเท่า และหลายกลุ่มเสนอสัญลักษณ์ที่มีความหมายเทียบเท่ากันได้เอง

อย่างไรก็ตาม ควรอภิปรายอย่างตรงไปตรงมาว่าการอ้างแนวคิด CPA กับเรื่องนี้มีข้อจำกัด เนื่องจากแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์เป็นการแทนด้วยภาพที่มีอยู่ในหนังสือเรียนอยู่แล้ว กิจกรรมนี้จึงเป็นการนำการแทนสองรูปแบบที่มีอยู่แล้วมาวางคู่กันและบังคับให้ผู้เรียนอธิบายความสัมพันธ์ มิใช่การสร้างสื่อรูปธรรมขึ้นใหม่ตามลำดับ CPA อย่างครบวงจร ผู้วิจัยจึงถือว่า CPA เป็นเพียงหลักการออกแบบที่อธิบายว่าเหตุใดจึงต้องให้ผู้เรียนปฏิบัติกับบัตรจริงก่อนเขียนสัญลักษณ์ ส่วนการอธิบายกลไกการเรียนรู้ใช้กรอบของ Duval (2006) เป็นหลัก

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละความถูกต้องเพิ่มขึ้นจาก 78.07 เป็น 98.42 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2557) ที่ระบุว่ากิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือคิดและสื่อสารความคิดช่วยยกระดับทั้งผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการ ประเด็นที่น่าสนใจคือผู้เรียนมีคะแนนก่อนเรียนสูงอยู่แล้ว (ร้อยละ 78.07) เพราะกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมสรุปรวบยอดหลังเรียนเนื้อหามาแล้ว ซึ่งตามปกติจะเกิดผลเพดานคะแนนทำให้วัดพัฒนาการได้ยาก แต่คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ที่ 0.93 ชี้ว่ากิจกรรมปิดช่องว่างที่เหลืออยู่ได้เกือบทั้งหมด ผู้วิจัยอธิบายว่าเกิดจากระบบช่วยเหลือ 2 ระดับ

กล่าวคือ การ์ดคำใบ้ทำหน้าที่เป็นนั่งร้านทางความคิด ขณะที่ภารกิจท้าทายยกระดับความยากให้ผู้เรียนที่พร้อมแล้ว สอดคล้องกับข้อเสนอของ ทิศนา แขมมณี (2566) เรื่องการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล หลักฐานที่สนับสนุนคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 19.42 เหลือ 5.47 และไม่มีนักเรียนคนใดมีคะแนนลดลง

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน ค่าเฉลี่ยการประเมินโดยเพื่อน เท่ากับ 3.86 จาก 4.00 โดยเครื่องมือนี้ประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยตรง คือ ความถูกต้องของสัญลักษณ์ ความสอดคล้องระหว่างภาพกับสัญลักษณ์ ความชัดเจนของเหตุผล และภาพรวมการนำเสนอ ส่วนทักษะการทำงานร่วมกันประเมินจากเกณฑ์คุณลักษณะการทำงานกลุ่ม ซึ่งทุกกลุ่มผ่านครบ 3 จาก 3 ข้อ ผลทั้งสองส่วนสอดคล้องกับ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ที่ระบุว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือพัฒนาทักษะทางสังคมไปพร้อมกับเนื้อหา อีกทั้งการที่ผู้ฟังต้องประเมินเพื่อนตามเกณฑ์ 4 ด้านขณะฟังการนำเสนอทำให้ผู้ฟังมีบทบาทเชิงรุก ซึ่งเป็นกลไกที่ วิจารณ์ พานิช (2556) อธิบายว่าเป็นหัวใจของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

เมื่อพิจารณาภาพรวม ข้อค้นพบที่สำคัญที่สุดคือพัฒนาการของผู้เรียนปรากฏชัดเจนในเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ กล่าวคือ ก่อนทำกิจกรรม นักเรียนจำนวนหนึ่ง “ตอบถูก” ได้โดยอาศัยความจำ แต่หลังทำกิจกรรม นักเรียน “อธิบายได้” ว่าเหตุใดจึงเลือกสัญลักษณ์นั้น เสนอสัญลักษณ์ที่มีความหมายเทียบเท่ากัน และสร้างสถานการณ์พร้อมแผนภาพขึ้นใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนระดับพฤติกรรมการเรียนรู้จากการจำไปสู่การวิเคราะห์และการสร้างสรรค์

7.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

การแปลผลการวิจัยครั้งนี้ควรคำนึงถึงข้อจำกัด 6 ประการ ประการแรก เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อน–หลัง ไม่มีกลุ่มควบคุม จึงไม่อาจตัดอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อน เช่น ความคุ้นเคยกับรูปแบบข้อสอบหรือผลของการทดสอบซ้ำออกไปได้ทั้งหมด ประการที่สอง แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแม้จะวัดจุดประสงค์เดียวกันและใช้รูปแบบข้อคำถามเดียวกัน แต่ยังมิใช่แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms) ตามความหมายทางการวัดผล กล่าวคือ จำนวนข้อไม่เท่ากัน (3 ข้อ และ 5 ข้อ) และยังมิได้ตรวจสอบให้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของทั้งสองฉบับเทียบเคียงกันได้ ผู้วิจัยลดผลกระทบด้วยการแปลงคะแนนเป็นร้อยละก่อนเปรียบเทียบ แต่ยังไม่อาจยืนยันอย่างเข้มงวดว่ามโนทัศน์ที่ผู้เรียนบกพร่องก่อนเรียนถูกวัดซ้ำครบถ้วนหลังเรียน

ประการที่สาม เครื่องมือวัดเป็นเครื่องมือที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเองจากตัวชี้วัดและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ล่วงหน้า แต่ยังมิได้ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญและค่าความเชื่อมั่น ประการที่สี่ ผู้วิจัยให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนผ่านการอภิปรายรวมชั้นและการซักถามระหว่างการนำเสนอเป็นหลัก แต่ยังมิได้เขียนข้อมูลย้อนกลับเป็นรายข้อกำกับเหตุผลที่แต่ละกลุ่มเขียนไว้ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามข้อเสนอของ วิจารณ์ พานิช (2556)

ประการที่ห้า การวิจัยดำเนินการภายในคาบเรียนเดียวกับกลุ่มเป้าหมายเพียงห้องเดียว ตามหลักการวิจัยเชิงทดลองการจัดกิจกรรมเพียงครั้งเดียวไม่เพียงพอที่จะอ้างการเปลี่ยนแปลงที่คงทน ข้อสรุปครั้งนี้จึงจำกัดอยู่ที่ผลทันทีหลังกิจกรรม และประการที่หก กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมสรุปรวบยอดที่จัดหลังผู้เรียนเรียนเนื้อหามาแล้ว ผลที่ได้จึงไม่ควรตีความว่ากิจกรรม Matching ใช้แทนการสอนมโนทัศน์เรื่องแผนภาพเวนน์–ออยเลอร์ได้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ครูคณิตศาสตร์นำรูปแบบกิจกรรม Matching ไปใช้กับหัวข้ออื่นที่ต้องเชื่อมโยงภาพกับสัญลักษณ์ได้ทันที เช่น กราฟฟังก์ชันกับสมการ วงกลมหนึ่งหน่วยกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ และแผนภาพต้นไม้กับความน่าจะเป็น โดยหัวใจที่ต้องคงไว้คือการบังคับให้เขียนเหตุผลกำกับทุกการจับคู่ และให้คะแนนคอลัมน์เหตุผลแยกจากคอลัมน์คำตอบ

2) ระบบช่วยเหลือ 2 ระดับ คือ การ์ดคำใบ้และภารกิจท้าทาย เป็นกลไกที่ใช้ได้ในทุกกลุ่มสาระ เพื่อรองรับผู้เรียนที่แตกต่างกันภายในคาบเดียวโดยไม่ต้องแยกชั้นเรียนหรือเพิ่มเวลาสอน

3) การให้ผู้ฟังทำแบบประเมินการนำเสนอของเพื่อนตามเกณฑ์ที่ชัดเจน เปลี่ยนขั้นนำเสนอให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ของทั้งชั้น ครูควรชี้แจงเกณฑ์ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนนำเสนอทุกครั้ง

4) การจะให้ครูโรงเรียนอื่นนำกิจกรรมนี้ไปใช้ได้จริง ควรพัฒนาผลงานให้อยู่ในรูป “ชุดการจัดการเรียนรู้” ที่สมบูรณ์ ประกอบด้วย คู่มือการใช้ที่มีคำชี้แจงและแนวทางการนำไปใช้ แผนการจัดการเรียนรู้ ชุดสื่อ (บัตรภาพ บัตรสัญลักษณ์ การ์ดคำใบ้และภารกิจท้าทาย) ใบงานกลุ่มและงานมอบหมายรายบุคคล แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมเฉลย และเกณฑ์การประเมินทุกรายการ มิใช่เผยแพร่เพียงชุดบัตรภาพเท่านั้น เพราะความสมบูรณ์ของชุดเป็นเงื่อนไขที่ทำให้ผู้อื่นนำไปใช้ซ้ำได้โดยไม่ต้องอาศัยผู้วิจัย

5) สถานศึกษาสามารถใช้ชุดการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นสื่อกลางในการทำชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อร่วมกันพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือให้เข้มแข็งยิ่งขึ้น

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรพัฒนาแบบทดสอบก่อน–หลังเรียนให้เป็นแบบทดสอบคู่ขนานอย่างแท้จริง คือ วัดจุดประสงค์เดียวกัน จำนวนข้อเท่ากัน (เช่น 5 ข้อ ทั้งสองฉบับ) ค่าความยากและอำนาจจำแนกเทียบเคียงกัน พร้อมหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญและค่าความเชื่อมั่นก่อนนำไปใช้ เพื่อยืนยันว่ามโนทัศน์ที่ผู้เรียนบกพร่องก่อนเรียนได้รับการวัดซ้ำหลังเรียนอย่างครบถ้วน

2) ควรเพิ่มระดับความท้าทายของชุดบัตรให้สอดคล้องกับพื้นฐานผู้เรียนที่สูงอยู่แล้ว เช่น ออกแบบบัตรภาพหนึ่งใบให้จับคู่ได้กับสัญลักษณ์มากกว่าหนึ่งรูปแบบที่มีความหมายเทียบเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนที่ยังไม่พร้อมเขียนนิพจน์เองได้ฝึกคิดเรื่องความสมมูลผ่านการจับคู่ก่อน และเพิ่มบัตรโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์จริง เช่น กลุ่มผู้เล่นบาสเกตบอลกับวอลเลย์บอล ให้เลือกแผนภาพและสัญลักษณ์ที่ตรงกับคำถามก่อนหาคำตอบ เพื่อเชื่อมสู่เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตที่ต้องเรียนในลำดับถัดไป

3) ควรเพิ่มขั้นตอนการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายข้อต่อเหตุผลที่ผู้เรียนเขียน และเก็บข้อมูลว่าข้อมูลย้อนกลับนั้นเปลี่ยนคุณภาพการให้เหตุผลในครั้งถัดไปอย่างไร

4) ควรจัดกิจกรรมเป็นชุดต่อเนื่องหลายคาบแทนการจัดครั้งเดียว ทดสอบซ้ำหลังจบกิจกรรม 2–4 สัปดาห์เพื่อยืนยันความคงทน และออกแบบการวิจัยกึ่งทดลองที่มีกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีสอนอื่น เช่น การใช้ซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์แบบพลวัต (GeoGebra)

5) ควรขยายกลุ่มเป้าหมายไปยังสถานศึกษาอื่นที่มีบริบทแตกต่างกัน โดยเฉพาะห้องเรียนที่ผู้เรียนมีคะแนนพื้นฐานต่ำกว่าในการวิจัยครั้งนี้ และควรศึกษาผลต่อตัวแปรด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยสังเกตเห็นแต่ยังมิได้วัดอย่างเป็นระบบ

9. เอกสารอ้างอิง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 7). แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

ทิศนา แขมมณี. (2566). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 25). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. มูลนิธิสยามกัมมาจล.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 2). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 61(1–2), 103–131.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of Physics, 66(1), 64–74.

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์
โรงเรียนบ้านนาชุม จังหวัดอุบลราชธานี
Email: sukrit61010556027@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้มีดังนี้ (1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test แบบ (Dependent Samples t-test) ซึ่งผลปรากฏดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 21.13 คิดเป็นร้อยละ 52.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.93 คิดเป็นร้อยละ 67.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.87 คิดเป็นร้อยละ 72.18 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 14.20 คิดเป็นร้อยละ 71 และค่าสถิติ t-test มีค่าเท่ากับ 8.75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์พลังสิบ การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps

1. ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็น ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ กระทรวงศึกษาธิการ (2560) การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์พลังสิบเป็นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ (Hands-on) ผ่านกระบวนการของเพื่อพัฒนาสมรรถนะนักเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นการวางรากฐานสำคัญของทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตพัฒนานักเรียนให้เติบโตเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทั้งทักษะการคิด ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในระยะยาว จรรยา ดาสา (2563)

การเรียนการสอนของวิชาคณิตศาสตร์ จากการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเกิดจากหลายสาเหตุ ส่วนหนึ่งคือตัวนักเรียน เช่น นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบฝึกทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจาก วิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ว่าโจทย์ให้ทำอะไร ต้องการอะไร จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสอนแบบต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ท้าทายผู้เรียนให้มีความตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบเป็นวิชาที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บูรณาการ STEAM 4 INNOVATOR เพื่อพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นนวัตกร ลดการเรียนแบบจำ เน้นการลงมือทำและแก้ปัญหาจริง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงเชิงระบบเพื่อพัฒนาผู้เรียนเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ วิเคราะห์ สรุป ลงมือปฏิบัติ นำเสนอและสร้างคุณค่าด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps มาเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้เลือกในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนบ้านนาชุม ที่จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบ ระดับประถม รวมจำนวนทั้งสิ้น 37 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม รวมจำนวนทั้งสิ้น 15 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 ตัวแปร

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.3 ระยะเวลา ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2568 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชิดชนก ตะโกพร (2565) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการดำเนินการที่เป็นขั้นเป็นตอนและเป็นระบบซึ่งนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ Polya (1980) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาเป็นการสำรวจว่าในปัญหามีคำหรือวลีอะไรบ้าง มีความหมายอย่างไร แล้วจำแนกเป็นส่วนๆ ว่า โจทย์กำหนดอะไรให้ สิ่งที่ต้องการหาคืออะไร ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์รายละเอียดและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดกับ

สิ่งที่ต้องการหา โดยใช้บทนิยาม สมบัติ และทฤษฎีบทต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้วในการพิจารณาอาจใช้วิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ ได้ เช่น การวาดรูปประกอบ การสร้างตารางวิเคราะห์ เป็นต้น ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และ มีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่

4.2 การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์พลังสิบเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ (Hands-on) ผ่านกระบวนการของหลักสูตร (Curriculum) เพื่อพัฒนาสมรรถนะนักเรียน (Competencies) ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นการวางรากฐานสำคัญของทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตพัฒนานักเรียนให้เติบโตเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทั้งทักษะการคิด ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในระยะยาว จรรยา ดาสา (2563) แนวทางดังกล่าวได้รับการส่งเสริมและขับเคลื่อนโดยเครือข่ายการพัฒนาศักยภาพมหาวิทยาลัย โรงเรียน ครูผู้สอน และนักเรียน (Peer Learning Network) โดยดำเนินการบูรณาการกิจกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์พลังสิบ เข้ากับการจัดการเรียนการสอน ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์พลังสิบ ทำให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้และทักษะจำเป็นของโลกศตวรรษที่ 21 และยังเป็นโครงการที่ริเริ่มขึ้นเพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ เด็กได้เรียนรู้กิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ครูมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564)

4.3 การจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ศศิกานต์ หลวงนุช (2564) กล่าวว่า กระบวนการ GPAS 5 Steps มี 5 ขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (Gathering) เริ่มจากคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้สังเกต สงสัย กระตุ้นความสนใจ ตั้งสมมุติฐาน 2. ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) เป็นการจัดกระทำข้อมูลมาช่วยจัดความคิดให้เป็นระบบนำไปสู่การวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ 3. ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) เขียนขั้นตอนการปฏิบัติงาน และลงมือทำจริง โดยมีการตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน สรุปเป็นความรู้ 4. ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill) นำร่องรอยการคิดการคิดสร้างสรรค์ ร่องรอยการทำงาน การแก้ปัญหา สรุปเป็นหลักการนำเสนอเป็นรายงาน การอภิปราย 5. ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) เป็นการพัฒนาการเพื่อให้เห็นจุดอ่อนจุดแข็งของกลไก ทีมงานและตนเอง เพื่อปรับปรุง แก้ไข

การเรียนการสอนของวิชาคณิตศาสตร์ ถ้าเรียนแบบท่องจำกฎเกณฑ์ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียน ไม่สนใจที่จะนำเอากฎ นิยาม หรือ ทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเกิดจากหลายสาเหตุ ส่วนหนึ่งคือตัวนักเรียน เช่น นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในเนื้อหาที่เรียนได้ ทำให้เรียนไม่เข้าใจแล้วส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในวิชาเรียน โดยนักเรียนส่วนมากคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก มักเกิดคำถามอยู่เสมอว่าเรียนคณิตศาสตร์ไปเพื่ออะไร เอาไปใช้อย่างไรในชีวิตประจำวัน จากการตรวจแบบทดสอบ และแบบฝึกทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจาก วิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ว่าโจทย์ให้ทำอะไร ต้องการอะไร ไม่สามารถนำเนื้อหา กฎ ทฤษฎี บทนิยามต่างๆในบทเรียน มาใช้ในการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสอนแบบต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ท้าทาย

ผู้เรียนให้มีความตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสอนวิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เป็นรูปแบบการสอนสอนที่สามารถยกประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ที่มีผลต่อนักเรียน ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มาเป็นประเด็นศึกษา และส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้จากวิชาคณิตศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริงได้

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ดำเนินการเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 จัดทำเครื่องมือในการวิจัย

ระยะที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน

ระยะที่ 3 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเก็บข้อมูลเพื่อจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5.2 เครื่องมือที่ใช้ การวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือในการวิจัย 4 ชนิดดังนี้

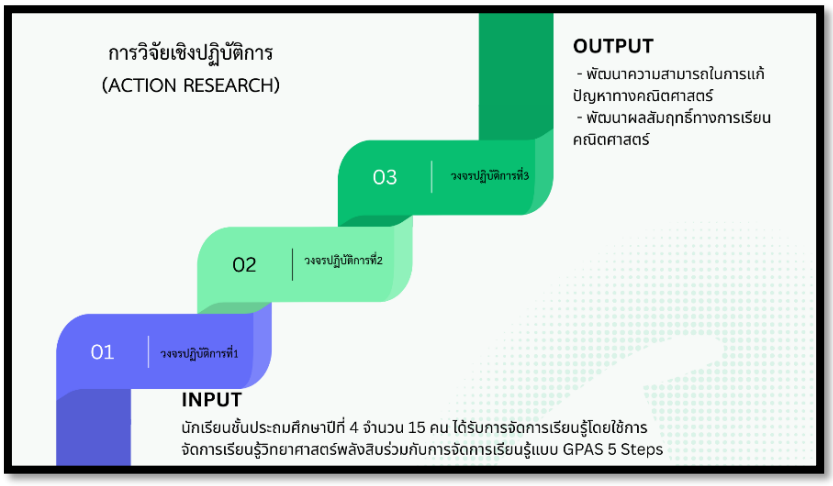
1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 3 แผน วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 4 แผน และ วงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 4 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง มีคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 มีคุณภาพระดับดี

2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ วงจรปฏิบัติการละ 5 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.60-1.00

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.60-1.00

4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยดำเนินการวิจัย 3 วงจรปฏิบัติการ โดยทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุมจำนวน 15 คน ซึ่งมีกระบวนการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ที่ใช้การวิจัย 3 วงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม

3. ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 40 คะแนน กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม

4. ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวัดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม

2. ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 40 คะแนน กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม

3. ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวัดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม

2. ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 40 คะแนน กลุ่มตัวอย่าง 15 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาชุม

3. ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวัดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการปฐมนิเทศนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แผนการจัการเรียนรู้จำนวน 11 แผนการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เรื่อง เรขาคณิตแปลงร่าง และ เรื่อง ออกลายมาเลย จำนวน 3 แผนการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เรื่อง ทุ่งดอกไม้สร้างรายได้และเรื่องสารพันพืชดอก จำนวน 4 แผนการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps เรื่องแอบบอก..ทุ่งดอกไม้ และ เรื่องทุ่งดอกไม้งาม จำนวน 4 แผนการเรียนรู้

4. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากสอนครบจำนวนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ และสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

5. นำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์และประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาเทียบกับเกณฑ์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ย หรือค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) โดยสูตร บุญชม ศรีสะอาด (2560)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เรียน

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยสูตร บุญชม ศรีสะอาด (2560)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแบบทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐานค่า t-test แบบ (Dependent Samples t-test) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ บุญชม ศรีสะอาด (2545)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$ เมื่อ df = n-1

เมื่อ $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการใช้กับก่อนการใช้

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการใช้กับก่อนการใช้

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

df แทน องศาความเป็นอิสระ

6. ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ นั่นคือนำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ มาหาค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ

4.1 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัยวงจรปฏิบัติการละ 5 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน รวม 40 คะแนน และใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ Rubric Score

4.2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 วงจรปฏิบัติการ จำนวน 11 ชั่วโมง ใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ Rubric Score ของกระบวนการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3

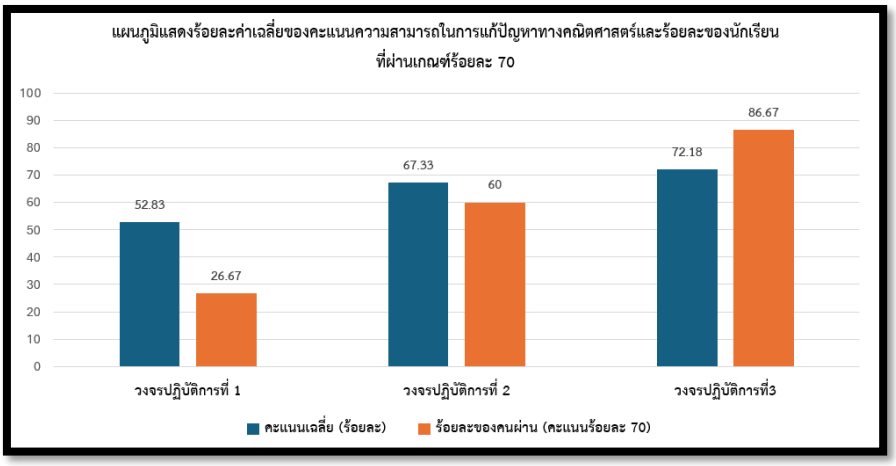
4.3 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3

ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps สรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

วงจรปฏิบัติการที่	คะแนนนักเรียน		ผ่านเกณฑ์		
	เฉลี่ย	ร้อยละ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่านร้อยละ
1	21.13	52.83	4	11	26.67
2	26.93	67.33	9	6	60.00
3	28.87	72.18	13	2	86.67

จากตาราง 1 พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 21.13 คิดเป็นร้อยละ 52.83 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 26.93 คิดเป็นร้อยละ 67.33 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 28.87 คิดเป็นร้อยละ 72.18 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ทั้งนี้พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแสดงในแผนภาพที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 : แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2 คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัดวงจรปฏิบัติการที่ 1

วงจรที่	กระบวนการแก้ปัญหา	คะแนน			
		เต็ม	เฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
1	1. การกำหนดปัญหาจากโจทย์	8	3.73	1.48	46.67
	2. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	8	3.67	1.54	45.83
	3. การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา	8	3.93	1.83	49.17
	4. การสรุปคำตอบ	8	3.47	1.80	43.33

จากตาราง 2 พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ขั้นที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.73 ขั้นที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.67 ขั้นที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.93 และขั้นที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 คิดเป็นร้อยละ 46.67, 45.83, 49.17 และ 43.33 ตามลำดับ

ตาราง 3 คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัดวงจรปฏิบัติการที่ 2

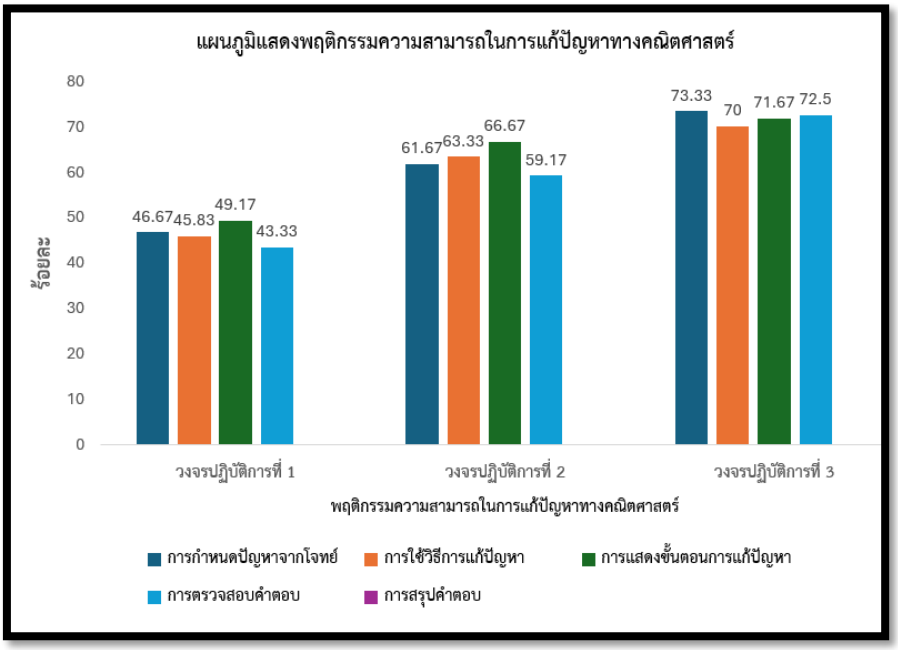
วงจรที่	กระบวนการแก้ปัญหา	คะแนน			
		เต็ม	เฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
2	1. การกำหนดปัญหาจากโจทย์	8	4.93	1.75	61.67
	2. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	8	5.07	1.71	63.33
	3. การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา	8	5.33	1.84	66.67
	4. การสรุปคำตอบ	8	4.73	1.91	59.17

จากตาราง 3 พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ขั้นที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 4.93 ขั้นที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.07 ขั้นที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.33 และขั้นที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คิดเป็นร้อยละ 61.67, 63.33, 66.67 และ 59.17 ตามลำดับ

ตาราง 4 คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัดวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรที่	กระบวนการแก้ปัญหา	คะแนน			
		เต็ม	เฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
3	1. การกำหนดปัญหาจากโจทย์	8	5.86	1.64	73.33
	2. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	8	5.60	1.96	70
	3. การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา	8	5.73	1.87	71.67
	4. การสรุปคำตอบ	8	5.80	1.74	72.50

จากตาราง 4 พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ขั้นที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.86 ขั้นที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.60 ขั้นที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.73 และขั้นที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.80 คิดเป็นร้อยละ 73.33, 70.00, 71.67 และ 72.50 ตามลำดับ ทั้งนี้พัฒนาการพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแสดงในแผนภาพที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps โดยใช้ Dependent Samples t-test เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การทดสอบ	n	n-1	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t - test
ก่อนเรียน	15	14	20	7.60	1.50	8.75
หลังเรียน	15	14	20	14.20	3.06	

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าสถิติ t-test มีค่าเท่ากับ 8.75 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.06 และมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.60 ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน 1.50

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.87 คิดเป็นร้อยละ 72.18 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด และเมื่อพิจารณาตามจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้นจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 87.67 ของจำนวนกลุ่มเป้าหมาย โดยผลการวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ (1) ขั้นสังเกตรวบรวมข้อมูลร่วมกับการใช้คำถาม (Gathering: G) (2) ขั้นวิเคราะห์ความรู้ (Processing : P) (3) ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge: A1) (4) ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill: A2) (5)ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating: S)

จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละแผน การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and Taggart ประสาท เนืองเฉลิม (2561) เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาและคุณลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการ โดยดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในทุกๆกิจกรรมมีการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ของตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป ทำให้สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากการสะท้อนผลเป็นวงจรปฏิบัติการ

ผู้วิจัยพบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจปัญหาจากโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งเรียนรู้ทฤษฎี หลักการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้สถานการณ์ใหม่ๆที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทฤษฎี หลักการ กฎหรือข้อสรุปนั้นๆ อย่างลึกซึ้งและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้งานได้ โดยในชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 3 นักเรียนยังแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกมาน้อยเนื่องจากนักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ละเอียด ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ยังขาดความมั่นใจและใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานทำให้เวลาไม่พอ โดยทำให้มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้าน 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ขั้นที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.73 ขั้นที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.67 ขั้นที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.93 และขั้นที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 คิดเป็นร้อยละ 46.67, 45.83, 49.17 และ 43.33 ตามลำดับ นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 21.13 คิดเป็นร้อยละ 52.83 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยนำปัญหาไปพัฒนา และปรับแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้น 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ มาช่วยในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาให้เป็นขั้นตอนมากขึ้น และการกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้ตัวในชีวิตประจำวันนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียน มีการอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาให้ละเอียด เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน การอธิบายทฤษฎีหลักการ พร้อมยกตัวอย่างให้ครอบคลุม ไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไปเพื่อที่จำเข้าใจหลักการนำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่อไป ทำให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกมาได้มากขึ้น แต่ก็ยังพบปัญหาในวงจรปฏิบัติการ และนักเรียนบางส่วนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร จะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาในด้าน 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ขั้นที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 4.93 ขั้นที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.07 ขั้นที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.33 และขั้นที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คิดเป็นร้อยละ 61.67, 63.33, 66.67 และ 59.17 ตามลำดับ นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 26.93 คิดเป็นร้อยละ 67.33 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00

โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้กระตุ้นนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการแข่งขันโดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาและแข่งขันกันระหว่างกลุ่มและออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนพร้อมกับอภิปราย โต้แย้งการแสดงคำตอบหน้าชั้นเรียน ก่อนที่ผู้สอนจะสรุปความรู้ในท้ายชั่วโมง ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้นและกล้าที่จะแสดงออกโต้แย้งถึงคำตอบและการแสดงวิธีทำของกลุ่มอื่น ดังนั้นทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาใน1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ขั้นที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.86 ขั้นที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.60 ขั้นที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.73 และขั้นที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.80 คิดเป็นร้อยละ 73.33, 70.00, 71.67 และ 72.50 ตามลำดับ นักเรียนได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 28.87 คิดเป็นร้อยละ 72.18 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 14.20 คิดเป็นร้อยละ 71.00 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 โดยวิธีการสอนที่ฝึกให้นักเรียนนำสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันและอยู่ใกล้ตัวจะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้นและกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวโดยการจัดการเข่งขันกัน พร้อมกับการอภิปรายในชั้นเรียนร่วมกันทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าทำกล้าแสดงออก

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์พลังสิบร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Step ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นสังเกตรวบรวมข้อมูลร่วมกับการใช้คำถาม (Gathering: G) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนใช้สถานการณ์จากวิชาวิทยาศาสตร์พลังสิบเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสงสัย เช่น ปัญหาเรขาคณิตแปลงร่าง ทุ่งดอกไม้สร้างรายได้ เป็นต้น ขั้นวิเคราะห์ความรู้ (Processing : P) นักเรียนและครูร่วมกันรวบรวมข้อมูล สูตร เช่น การรู้จักรูปเรขาคณิต การหาพื้นที่ และวิเคราะสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้สถานการณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบและการสรุปความรู้ ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge: A1) แก้โจทย์ปัญหาหรือแก้สถานการณ์ปัญหา (Solving) โดยใช้ทักษะกระบวนการ เช่นการ การหาผลลัพธ์บวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ เพื่อสรุปเป็นหลักการหรือวิธีทำที่ถูกต้อง ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill: A2) นำเสนอวิธีคิดและคำตอบในรูปแบบที่หลากหลาย เช่นอธิบายหน้าชั้น ทำแผนภาพสรุป นำเสนอ

ชิ้นงาน หรือใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการสื่อสารความกล้าแสดงออกต่อสาธารณชนและขั้นสุดท้ายขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating: S) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาจริงในสถานการณ์อื่นหรือสร้างชิ้นงาน นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยในขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สัตตรัตน์ แซ่ย้าง (2565) ได้ทำการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รอบรู้รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้การเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับสื่อประสม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮุสนา เจะนิ (2567) ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามกรอบแนวคิดของโพลยา โดยการ จัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบ GPAS 5 ขั้นตอน

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ผู้สอนควรกำหนดเวลาในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนเพื่อควบคุมเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้สำเร็จตามเป้าหมายและเน้นการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาร่วมกันและฝึกการสร้างปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning รูปแบบอื่นๆ ให้มีความหลากหลายเพื่อให้เข้ากับบริบทและเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอน

9. เอกสารอ้างอิง

Polya George. (1980). *On solving Mathematics Problem in high scool*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จรรยา ดาสา. (2563). *โครงงานตามแนวทางนักวิทยาศาสตร์น้อย*. กรุงเทพมหานคร: นามมีบุ๊คส์

ชิดชนก ตะโกพร. (2565*). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต *ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน* บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศศิกานต์ หลวงนุช. (2564). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ GPAS 5 Steps ร่วมกับแหล่งเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ฮุสนา เจะนิ. (2567). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามกรอบแนวคิดของโพลยา โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบ GPAS 5 ขั้นตอน. สงขลา:* มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สัตตรัตน์ แซ่ย้าง. (2565*). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รอบรู้รูปสี่เหลี่ยมโดยใช้การ เรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ร่วมกับสื่อประสม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสันป่าตอง (สุวรรณราษฎร์ วิทยาคาร).* เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2561). *วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

การพัฒนานวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A โดยบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้และยกระดับคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บัณฑิต ปาริฉัตรกานน และเยาวดี รูปพรม
โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
Email: bundit_k@suthi.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A รวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) เปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ใช้แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ นวัตกรรม ISP–A แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 ชุด แบบประเมินคุณภาพ แบบสอบถามทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ และแบบประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน และขนาดอิทธิพล ผลการวิจัยพบว่า 1) นวัตกรรม ISP–A มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.74$, $SD = 0.44$) และแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.68$, $SD = 0.35$) 2) คะแนนทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $t(34) = 12.16$, $p < .001$ โดยมีขนาดอิทธิพลภายในกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 2.06 และ 3) โครงงานคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 86.42 คะแนน ($SD = 2.24$) อยู่ในระดับดีมาก ผลการวิจัยเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงการกำกับตนเอง การพัฒนาโครงงาน และการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีจริยธรรม

คำสำคัญ : นวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A การกำกับตนเองในการเรียนรู้ การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในโครงงานคณิตศาสตร์

1. ที่มาและความสำคัญ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและเรียนรู้ได้ในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้เหตุผล เลือกวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบความสมเหตุสมผล และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ มิใช่มุ่งเพียงการจดจำเนื้อหาหรือการคำนวณตามขั้นตอนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA 2022 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ซึ่งอยู่ที่ 472 คะแนน ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายในการยกระดับคุณภาพ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถคิด แก้ปัญหา และรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนได้อย่างเป็นระบบ (OECD, 2023)

ความสามารถในการรับผิดชอบและกำกับการเรียนรู้ของตนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการทำงานที่ต้องใช้ระยะเวลาและมีหลายขั้นตอน เช่น การพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องสามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผนการทำงาน เลือกวิธีดำเนินการ ติดตามความก้าวหน้า ตรวจสอบข้อผิดพลาด และปรับปรุงผลงานของตน กระบวนการเหล่านี้สอดคล้องกับแนวคิดการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Self-Regulated Learning: SRL) ซึ่งมองว่าผู้เรียนควรมีบทบาทเชิงรุกในการกำกับความคิด พฤติกรรม และการปฏิบัติงานของตนให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพิจารณาทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ใน 3 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการเรียนรู้ การติดตามและควบคุมการเรียนรู้ และการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนและที่ปรึกษาโครงงานคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนจำนวนหนึ่งยังไม่สามารถกำกับกระบวนการทำโครงงานของตนได้อย่างเป็นระบบ ข้อมูลเบื้องต้นจากบันทึกการให้คำปรึกษาและแบบประเมินความก้าวหน้าของโครงงานที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จากนักเรียนจำนวน 252 คน พบว่า นักเรียนร้อยละ 68.42 ไม่สามารถกำหนดหัวข้อโครงงานได้ด้วยตนเอง และร้อยละ 72.81 ดำเนินงานล่าช้ากว่าแผนที่กำหนด ปัญหาที่พบครอบคลุมตั้งแต่การกำหนดประเด็นศึกษา การวางแผนและแบ่งหน้าที่ การบริหารเวลา การตรวจสอบความถูกต้องทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการปรับปรุงผลงานตามข้อเสนอแนะ ส่งผลให้นักเรียนต้องพึ่งพาคำแนะนำจากครูอย่างต่อเนื่อง และยังไม่สามารถรับผิดชอบต่อกระบวนการเรียนรู้ของตนได้อย่างเต็มที่

ขณะเดียวกัน การเข้าถึงปัญญาประดิษฐ์ที่สะดวกและรวดเร็วได้เปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ปัญญาประดิษฐ์สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยสืบค้นข้อมูล อธิบายแนวคิด เปรียบเทียบวิธีคิด ตรวจสอบตรรกะ และให้ข้อมูลย้อนกลับได้ อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตระหว่างการให้คำปรึกษาโครงงาน พบว่า นักเรียนบางส่วนมีแนวโน้มใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อขอหัวข้อ แนวทางดำเนินงาน หรือคำตอบสำเร็จรูป มากกว่าการใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการคิดอีกทั้งยังขาดการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล และแหล่งที่มาของข้อมูลอย่างเพียงพอ การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลต่อความเป็นเจ้าของผลงาน คุณภาพของกระบวนการเรียนรู้ และจริยธรรมทางวิชาการ จึงจำเป็นต้องกำหนดแนวทางการใช้ที่ชัดเจน เพื่อให้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยส่งเสริมการคิดของผู้เรียน โดยไม่ทำหน้าที่คิดหรือตัดสินใจแทนผู้เรียน

แนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเอง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ต่างมีส่วนสนับสนุนการพัฒนาผู้เรียนในมิติที่เกี่ยวข้องกัน กล่าวคือ การเรียนรู้แบบนำตนเองให้ความสำคัญกับความริเริ่มและความรับผิดชอบของผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านภาระงานที่มีความหมายและต้องลงมือปฏิบัติจริง ส่วนวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยจัดลำดับประสบการณ์เรียนรู้ตั้งแต่การตรวจสอบความรู้เดิมไปจนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ เมื่อพิจารณาในบริบทการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ พบว่าแนวคิดดังกล่าวสามารถนำมาสังเคราะห์ร่วมกัน เพื่อสร้างกระบวนการที่เชื่อมโยงการตระหนักรู้ การกำหนดเป้าหมาย การวางแผน การลงมือปฏิบัติ การติดตามควบคุม และการสะท้อนผลได้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การนำแนวคิดเหล่านี้มาใช้ยังจำเป็นต้องมีกรอบการใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่กำหนดบทบาทของครูผู้เรียน และเทคโนโลยีอย่างชัดเจน เพื่อให้การใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นไปอย่างมีวิจารณญาณ มีจริยธรรม และสามารถตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ได้

จากประเด็นดังกล่าว สะท้อนความจำเป็นของกระบวนการเรียนรู้ที่มิได้มุ่งเพียงการจัดกิจกรรมโครงงานหรือการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้แยกส่วน แต่เชื่อมโยงการกำกับตนเอง การดำเนินโครงงาน และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ภายใต้กรอบการตรวจสอบและการตัดสินใจของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์แนวคิดดังกล่าวและพัฒนาเป็นนวัตกรรม

กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ 1) **Inspire through Awareness** การสร้างแรงบันดาลใจผ่านการตระหนักรู้ ตรวจสอบความรู้เดิม และวิเคราะห์ตนเอง 2) **Set** การกำหนดเป้าหมายและออกแบบแผนการเรียนรู้และการดำเนินโครงงาน 3) **Perform with AI** การลงมือปฏิบัติ ติดตามและควบคุมการทำงานโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือช่วยสืบค้น ตั้งคำถาม ตรวจสอบตรรกะ และพิจารณาทางเลือก และ 4) **Apply** การนำเสนอ ประเมิน สะท้อนผล ปรับปรุงผลงาน และประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทอื่น ทั้งนี้ ผู้เรียนยังคงเป็นผู้คิด ตรวจสอบ และตัดสินใจเกี่ยวกับผลงานของตน ขณะที่ครูทำหน้าที่กำกับ ให้คำแนะนำ และติดตามร่องรอยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ตลอดกระบวนการ

การพัฒนานวัตกรรม ISP–A จึงมีเป้าหมายเพื่อสร้างกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ของตน ควบคู่กับการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์และการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างรับผิดชอบ การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรม เปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้นวัตกรรม และศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้แนวทางที่สามารถนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ตลอดจนแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามกระบวนการดังกล่าว

2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A

2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โรงเรียนวัดสุทธิวราราม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 7 ห้องเรียน รวม 261 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มด้วยวิธีจับสลากจากห้องเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A และตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการเรียนรู้ การติดตามและควบคุมการเรียนรู้ และการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ และ 2) คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม ผลงาน และการนำเสนอ

3.3 ระยะเวลาและลักษณะการดำเนินการ การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยจัดกิจกรรมตามนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A จำนวนรวม 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที กิจกรรมดังกล่าวจัดแทรกเป็นระยะระหว่างการเรียนเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามปกติ โดยกำหนดช่วงเวลาของกิจกรรม ให้สัมพันธ์กับลำดับและความก้าวหน้าในการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

4. การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนานวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A อาศัยการสังเคราะห์แนวคิดสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ การเรียนรู้แบบนำตนเอง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน วัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษา ส่วนแนวคิดการกำกับตนเองในการเรียนรู้ใช้เป็นกรอบอธิบายกระบวนการที่ผู้เรียนวางแผน ติดตาม ควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตน ตลอดจนเป็นผลลัพธ์สำคัญที่การวิจัยมุ่งส่งเสริม แนวคิดแต่ละส่วนมีบทบาทแตกต่างกัน แต่สามารถนำมาเชื่อมโยงเพื่อออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะกับการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ

4.1 การเรียนรู้แบบนำตนเองและการกำกับตนเองในการเรียนรู้

Knowles (1975) อธิบายว่า การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning: SDL) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนริเริ่มวิเคราะห์ความต้องการเรียนรู้ของตน กำหนดเป้าหมาย แสวงหาแหล่งเรียนรู้ เลือกวิธีดำเนินการ และประเมินผลการเรียนรู้ โดยอาจได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่นตามความเหมาะสม แนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับความรับผิดชอบและความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องตัดสินใจ วางแผน และดำเนินงานอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มกำหนดประเด็นศึกษาจนถึงการนำเสนอผลงาน

การเรียนรู้แบบนำตนเองมีความสัมพันธ์กับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Self-Regulated Learning: SRL) แต่มีจุดเน้นแตกต่างกัน การเรียนรู้แบบนำตนเองเน้นความริเริ่มและความรับผิดชอบของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ในภาพรวม ส่วนการกำกับตนเองในการเรียนรู้มุ่งอธิบายกระบวนการที่ผู้เรียนใช้กำกับความคิด แรงจูงใจ และพฤติกรรมของตนให้บรรลุเป้าหมาย Zimmerman (2000) และ Pintrich (2004) เสนอว่า ผู้เรียนที่สามารถกำกับตนเองได้จะมีบทบาทเชิงรุก ในการกำหนดเป้าหมาย เลือกกลยุทธ์ ติดตามความก้าวหน้า ควบคุมการปฏิบัติงาน และสะท้อนผลเพื่อนำไปปรับปรุงการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำแนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตัดสินใจและรับผิดชอบต่อการพัฒนาโครงงานของตน ขณะที่ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้เป็นตัวแปรที่ต้องการส่งเสริมและประเมิน โดยกำหนดไว้ 3 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการเรียนรู้ การติดตามและควบคุมการเรียนรู้ และการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการทำโครงงานที่ผู้เรียนต้องดำเนินงานเป็นระยะและปรับปรุงการทำงานของตนอย่างต่อเนื่อง

4.2 การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) เป็นแนวทางที่จัดให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการศึกษาปัญหาหรือประเด็นที่มีความหมาย โดยผู้เรียนต้องร่วมกันกำหนดแนวทาง วางแผน แสวงหาความรู้ ลงมือปฏิบัติ ตรวจสอบผล และนำเสนอผลงาน Krajcik และ Shin (2022) ระบุว่า การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้เชิงลึก และการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง

ในบริบทของโครงงานคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมิได้ทำเพียงชิ้นงานให้เสร็จสมบูรณ์ แต่ต้องกำหนดประเด็นที่สามารถศึกษาได้ด้วยแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ เลือกวิธีดำเนินงาน รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้อง ตลอดจนสื่อสารเหตุผลและข้อค้นพบอย่างเป็นระบบ กระบวนการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการวางแผนการทำงานร่วมกัน การติดตามความก้าวหน้า และการปรับปรุงผลงานตามข้อมูลย้อนกลับ

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงทำหน้าที่เป็นบริบทของการปฏิบัติจริงที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการกำกับตนเองผ่านภาระงานที่มีความต่อเนื่อง ขณะเดียวกันยังช่วยให้ครูสามารถติดตามกระบวนการคิดและการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้จากแผนการดำเนินงาน หลักฐานระหว่างการทำโครงงาน ผลงาน และการนำเสนอ

4.3 วัฏจักรการเรียนรู้ 7E

Eisenkraft (2003) พัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ การตรวจสอบความรู้เดิมการเร้าความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบาย การขยายความรู้ การประเมินผล และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้วัฏจักรดังกล่าวให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับความรู้ใหม่ การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ และการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น

ในการพัฒนานวัตกรรม ISP–A ผู้วิจัยมิได้นำขั้นตอนทั้ง 7 ขั้นมาใช้โดยตรง แต่สังเคราะห์หน้าที่ของแต่ละขั้นร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเองและการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยนำการตรวจสอบความรู้เดิมและการเร้าความสนใจมาใช้เป็นฐานของการสร้างความตระหนักรู้ นำการสำรวจ การอธิบาย และการขยายความรู้มาเชื่อมกับการลงมือ ปฏิบัติและตรวจสอบความเข้าใจ และนำการประเมินกับการประยุกต์ใช้มาเชื่อมกับการนำเสนอ การสะท้อนผล และการนำความรู้ไปใช้ การสังเคราะห์ในลักษณะนี้ช่วยให้กระบวนการมีลำดับชัดเจน แต่ยังยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนอาจต้องย้อนกลับไปทบทวนและปรับปรุงการดำเนินงานเป็นระยะ

4.4 การใช้ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษาและจริยธรรมในการใช้ AI

ปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative AI) สามารถนำมาใช้สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้หลายด้าน เช่น การอธิบายแนวคิด การตั้งคำถาม การเสนอวิธีคิดที่หลากหลาย การเปรียบเทียบแนวทางแก้ปัญหา การตรวจสอบความสมเหตุสมผล และการให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม คำตอบหรือเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์สร้างขึ้นอาจมีข้อผิดพลาด ไม่ครบถ้วน หรือไม่สอดคล้องกับบริบทของปัญหา ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้และวิจารณญาณในการตรวจสอบก่อนนำไปใช้ หากผู้เรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อขอคำตอบสำเร็จรูปโดยไม่ผ่านกระบวนการคิด อาจทำให้เกิดการพึ่งพาเทคโนโลยีและลดโอกาสในการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง (Kasneci et al., 2023)

Miao และ Holmes (2023) เสนอแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษาโดยยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง และให้ความสำคัญกับความรับผิดชอบ ความโปร่งใส ความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และความเป็นธรรม การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนรู้จึงต้องกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และวิธีตรวจสอบผลลัพธ์อย่างชัดเจน เพื่อให้ครูและผู้เรียนยังคงมีบทบาทในการพิจารณาและตัดสินใจขั้นสุดท้าย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการคิด มิใช่เครื่องมือสร้างหัวข้อ คำตอบ หรือโครงงานแทนผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยตั้งคำถาม สืบค้นและเปรียบเทียบข้อมูล ตรวจสอบตรรกะ หรือสะท้อนจุดที่ควรปรับปรุง แต่ต้องพิจารณาผลลัพธ์ด้วยความรู้ทางคณิตศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งอื่น พร้อมแสดงร่องรอยการใช้เพื่อให้ครูติดตามกระบวนการคิดได้ แนวทางดังกล่าวทำให้ผู้เรียนยังคงเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้และรับผิดชอบต่อผลงานของตน ขณะที่ครูทำหน้าที่กำกับ ตรวจสอบ และให้ข้อมูลย้อนกลับตลอดกระบวนการ

4.5 การสังเคราะห์แนวคิดสู่กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยนำองค์ประกอบที่มีหน้าที่สัมพันธ์กันมาจัดกลุ่มและสังเคราะห์เป็นนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A โดยยึดหลักการว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ควรประกอบด้วยองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ หลักการและแนวคิดพื้นฐาน วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการหรือขั้นตอนการจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผล และเงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้เกิดผลตามที่มุ่งหวัง (ทิศนา แขมมณี, 2563) ด้วยเหตุนี้ กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A จึงมิได้เป็นเพียงลำดับขั้นของกิจกรรมแต่มีหลักการพื้นฐานร่วมกันเป็นแกนกลาง คือ การให้ผู้เรียนเป็นผู้กำกับกระบวนการเรียนรู้และการพัฒนาโครงงานของตนอย่างมีเป้าหมาย โดยมีปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการคิดภายใต้การกำกับดูแลของครู มิใช่เป็นผู้ตัดสินใจหรือสร้างผลงานแทนผู้เรียน หลักการนี้เป็นแกนที่ร้อยเรียงทั้ง 4 ขั้นของกระบวนการให้มีทิศทางเดียวกัน โดยแต่ละขั้นมีสาระสำคัญดังนี้

1) Inspire through Awareness เป็นขั้นสร้างแรงบันดาลใจผ่านการตระหนักรู้ ผู้เรียนตรวจสอบความรู้เดิม วิเคราะห์ความสนใจ ความพร้อม จุดแข็ง และข้อจำกัดของตน เพื่อกำหนดทิศทางการเรียนรู้ ขั้นนี้สังเคราะห์จากการวิเคราะห์ความต้องการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเอง การกระตุ้นความสนใจตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการตรวจสอบความรู้เดิมกับการเร้าความสนใจของวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

2) Set เป็นขั้นกำหนดเป้าหมายและออกแบบแผนการเรียนรู้ ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย วางแผนการดำเนินโครงงาน แบ่งบทบาท กำหนดระยะเวลา และกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ ขั้นนี้เชื่อมโยงกับการกำหนดเป้าหมายและการวางแผนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเอง ตลอดจนการวางแผนและออกแบบโครงงานตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

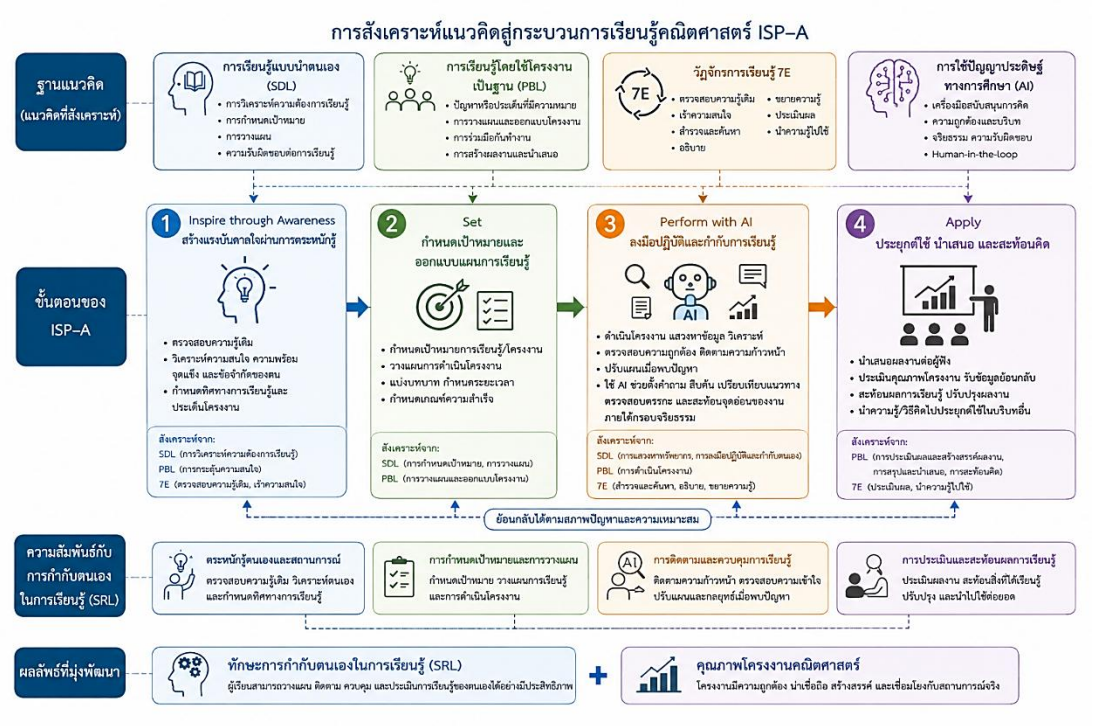
3) Perform with AI เป็นขั้นลงมือปฏิบัติและกำกับการเรียนรู้ ผู้เรียนดำเนินโครงงาน แสวงหาข้อมูล วิเคราะห์ ตรวจสอบความถูกต้อง ติดตามความก้าวหน้า และปรับแผนเมื่อพบปัญหา โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ ช่วยตั้งคำถาม สืบค้น เปรียบเทียบแนวทาง ตรวจสอบตรรกะ และสะท้อนจุดอ่อนของการทำงานภายใต้กรอบจริยธรรม ขั้นนี้สังเคราะห์จากการแสวงหาทรัพยากร การลงมือปฏิบัติและกำกับตนเอง การดำเนินโครงงาน ตลอดจนการสำรวจ การอธิบาย และการขยายความรู้ของวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

4) Apply เป็นขั้นประยุกต์ใช้ นำเสนอ และสะท้อนคิด ผู้เรียนนำเสนอผลงานต่อผู้ฟัง ประเมินคุณภาพโครงงาน รับข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนผลการเรียนรู้ ปรับปรุงผลงาน และนำความรู้หรือวิธีคิดไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ขั้นนี้สังเคราะห์จากการประเมินผลและสร้างสรรค์ผลงาน การสรุปและนำเสนอ การสะท้อนคิด ตลอดจนการประเมิน และการนำความรู้ไปใช้ของวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับการกำกับตนเองในการเรียนรู้ ขั้น Inspire through Awareness และ Set มีบทบาทเด่นในการส่งเสริมการตระหนักรู้ การกำหนดเป้าหมาย และการวางแผน ขั้น Perform with AI มีบทบาทเด่น ในการติดตามและควบคุมการเรียนรู้ ส่วนขั้น Apply มีบทบาทเด่นในการประเมินและสะท้อนผล อย่างไรก็ตาม แต่ละขั้นมิได้แยกขาดจากกัน ผู้เรียนอาจย้อนกลับไปทบทวนเป้าหมาย ปรับแผน ตรวจสอบการดำเนินงาน หรือสะท้อนผลได้ ตามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ปัญญาประดิษฐ์สามารถนำมาใช้สนับสนุนการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสมในทุกขั้น แต่มีบทบาทชัดเจนที่สุดในขั้น Perform with AI โดยผู้เรียนยังคงเป็นผู้คิด ตรวจสอบ ตัดสินใจ และรับผิดชอบต่อผลงานของตน

สำหรับเงื่อนไขสำคัญในการนำกระบวนการ ISP–A ไปใช้ให้เกิดผลตามที่มุ่งหวัง ผู้วิจัยพิจารณาว่าครูผู้สอน ต้องมีความเข้าใจบทบาทของตนในฐานะผู้กำกับและให้ข้อมูลย้อนกลับตลอดกระบวนการ มิใช่เพียงผู้ถ่ายทอดเนื้อหา ขณะเดียวกันนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานเพียงพอในการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีวิจารณญาณ และสถานศึกษาต้องจัดสรรระยะเวลาที่ต่อเนื่องเพียงพอสำหรับการดำเนินโครงงานแต่ละขั้น เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวอาศัยการติดตามและปรับปรุงงานอย่างเป็นระยะ มิใช่กิจกรรมที่เสร็จสิ้นในครั้งเดียว

จากการสังเคราะห์ดังกล่าว นวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A จึงเชื่อมโยงหลักการพื้นฐานกระบวนการจัดการเรียนรู้ และผลลัพธ์ที่มุ่งพัฒนา ได้แก่ ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้และคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การสังเคราะห์แนวคิดสู่กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A

ที่มา: ผู้วิจัยสังเคราะห์เนื้อหาและกำหนดองค์ประกอบของภาพ โดยใช้ ChatGPT ช่วยสร้างภาพ และผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้อง (OpenAI, 2026)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้นวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A ตลอดจนแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามกระบวนการดังกล่าว และระยะที่ 2 การทดลองใช้นวัตกรรมกับนักเรียน โดยใช้แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest–Posttest Design) ดังนี้

O_1	X	O_2

เมื่อ O_1 หมายถึง การประเมินทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ก่อนการทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A

O_2 หมายถึง การประเมินทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้หลังการทดลอง

ส่วนคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ประเมินภายหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริงในลักษณะรูบริก

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มด้วยวิธีจับสลากจากห้องเรียนทั้งหมด 7 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม การทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ในรายวิชา ค32208 คณิตศาสตร์เพิ่มเติมแบบเข้ม 4 โดยจัดกิจกรรมตามนวัตกรรม ISP–A จำนวนรวม 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที กิจกรรมดังกล่าวจัดแทรกเป็นระยะระหว่างการเรียนเนื้อหาตามปกติ และกำหนดช่วงเวลาให้สัมพันธ์กับลำดับและความก้าวหน้าในการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในระยะพัฒนานวัตกรรม ผู้วิจัยศึกษาปัญหาและข้อมูลพื้นฐานจากการจัดการเรียนรู้และการให้คำปรึกษาโครงงานคณิตศาสตร์ ทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วสังเคราะห์แนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเอง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน วัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษาภายใต้กรอบจริยธรรมเป็นกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A จำนวน 4 ขั้น ได้แก่ Inspire through Awareness, Set, Perform with AI และ Apply จากนั้นกำหนดหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทของครู บทบาทของนักเรียน และแนวปฏิบัติในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ก่อนนำร่างนวัตกรรมเสนอผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

เมื่อกระบวนการ ISP–A ผ่านการประเมินคุณภาพแล้ว ผู้วิจัยจึงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 ชุด ให้สอดคล้องกับขั้นตอนของ ISP–A การพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ และแนวปฏิบัติในการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีจริยธรรม จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมเสนอผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความสอดคล้องและประเมินคุณภาพ ก่อนปรับปรุงและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ทั้งนี้ก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัย และสิทธิ์ของผู้เข้าร่วมวิจัยแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครอง พร้อมขอความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยนักเรียนสามารถถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะโดยไม่มีผลกระทบต่อการเรียนหรือผลการประเมินในรายวิชา ทั้งนี้ ข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนถูกเก็บรักษาเป็นความลับและนำเสนอผลในภาพรวมเท่านั้น

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. นวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่

1) Inspire through Awareness การสร้างแรงบันดาลใจผ่านการตระหนักรู้และวิเคราะห์ตนเอง

2) Set การกำหนดเป้าหมายและออกแบบแผนการเรียนรู้

3) Perform with AI การลงมือปฏิบัติและกำกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการคิด

4) Apply การประยุกต์ใช้ การนำเสนอ และการสะท้อนผล

2. แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 ชุด ออกแบบตามกระบวนการ ISP–A และจัดให้สัมพันธ์กับลำดับการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์ โดยมีกิจกรรมที่ส่งเสริมการวางแผน การติดตามและควบคุม การประเมินและสะท้อนผล ตลอดจนการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนการคิดโดยไม่ใช้แทนการคิดของนักเรียน

5.2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 19 ข้อ ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้ประโยชน์ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม และด้านความแม่นยำ

พร้อมช่องสำหรับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คนประเมินคุณภาพของนวัตกรรม และผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม

2. แบบประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ใช้ประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ กิจกรรม และการวัดและประเมินผล ความสอดคล้องกับกระบวนการ ISP–A ความเหมาะสมของเวลาและกิจกรรม ตลอดจนความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมเป็นรายข้อก่อนนำไปใช้

3. แบบสอบถามทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 18 ข้อ ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการเรียนรู้ การติดตามและควบคุมการเรียนรู้ และการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) รายข้ออยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือ พบว่า แบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครูอนุบาล

4. แบบประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ตามสภาพจริง มีลักษณะเป็นรูบริก คะแนนเต็ม 100 คะแนน ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม 30 คะแนน ผลงาน 30 คะแนน และการนำเสนอ 40 คะแนน ใช้ประเมินกระบวนการดำเนินงาน คุณภาพของผลงาน และความสามารถในการสื่อสารและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการประเมินโครงงานจริง ใช้ผู้ประเมินจำนวน 5 คน โดยผู้ประเมินได้ร่วมกันทำความเข้าใจเกณฑ์การให้คะแนนและพิจารณาตัวอย่างผลงานก่อนการประเมิน เพื่อให้มีความเข้าใจในการใช้เกณฑ์รูบริกแต่ละด้านในทิศทางเดียวกัน

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน และแนวปฏิบัติในการใช้ปัญญาประดิษฐ์แก่กลุ่มตัวอย่าง โดยเน้นให้นักเรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือช่วยตั้งคำถาม ตรวจสอบเหตุผล และสะท้อนจุดที่ควรปรับปรุง ไม่ใช้เพื่อสร้างหัวข้อ คำตอบ หรือผลงานแทนนักเรียน

2. ประเมินทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม ISP–A

3. จัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรม จำนวนรวม 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยจัดแทรกเป็นระยะระหว่างการเรียนเนื้อหาตามปกติ และจัดให้สัมพันธ์กับความก้าวหน้าในการพัฒนาโครงงานคณิตศาสตร์

4. ติดตามการกำหนดเป้าหมาย การวางแผน การแบ่งบทบาท การดำเนินโครงงาน การตรวจสอบความก้าวหน้า การใช้ปัญญาประดิษฐ์ และการปรับปรุงผลงานของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงร่องรอยคำสั่งหรือบทสนทนาที่ใช้กับปัญญาประดิษฐ์ เพื่อให้ครูติดตามกระบวนการคิดและให้ข้อมูลย้อนกลับได้

5. ประเมินทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนภายหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามฉบับเดียวกับที่ใช้ก่อนการทดลอง

6. ประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากกระบวนการกลุ่ม ผลงาน และการนำเสนอ โดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริงในลักษณะรูบริก

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A และคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กับชุดกิจกรรม โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมเป็นรายข้อโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ กิจกรรม และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง มิได้ใช้ตัดสินระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมโดยตรง

3. วิเคราะห์คะแนนทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. เปรียบเทียบคะแนนทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Dependent Samples t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และรายงานขนาดอิทธิพลด้วยค่า Cohen's d_z

5. วิเคราะห์คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนเต็ม แล้วแปลผลระดับคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

การแปลผลค่าเฉลี่ยจากแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ใช้เกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับมาก 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับน้อย และ 1.00 – 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ส่วนการแปลผลคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์จากคะแนนรูบริก ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ตามสัดส่วนของคะแนนเต็ม โดยร้อยละ 80.00 – 100.00 หมายถึง ระดับดีมาก ร้อยละ 70.00 – 79.99 หมายถึง ระดับดี ร้อยละ 60.00 – 69.99 หมายถึง ระดับพอใช้ และต่ำกว่าร้อยละ 60.00 หมายถึง ระดับปรับปรุง

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A

ผลการพัฒนานวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A ได้กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้น ได้แก่ 1) Inspire through Awareness การสร้างแรงบันดาลใจผ่านการตระหนักรู้ 2) Set การกำหนดเป้าหมายและออกแบบแผนการเรียนรู้ 3) Perform with AI การลงมือปฏิบัติและกำกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนการคิด และ 4) Apply การประยุกต์ใช้ การนำเสนอ และการสะท้อนผล โดยแต่ละขั้นเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนย้อนกลับไปทบทวนเป้าหมาย ปรับแผน ตรวจสอบการดำเนินงาน และปรับปรุงผลงานตามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ด้วยแบบประเมินมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 19 ข้อ ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้ประโยชน์ด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม และด้านความแม่นยำ พบว่า นวัตกรรมมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.74, SD = 0.44) ผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงรายละเอียดของกระบวนการก่อนนำไปใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้

จากนั้น ผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ ISP–A รวม 12 ชุด ผลการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมมีคุณภาพ



และความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.68, SD = 0.35) ส่วนผลการตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ และชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความถูกต้องของเนื้อหา สอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ กิจกรรม และการวัดและประเมินผล สอดคล้องกับกระบวนการ ISP–A ตลอดจนมีความเหมาะสมด้านเวลา กิจกรรม และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง ผู้วิจัยจึงปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้

ผลการเปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม ISP–A

ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ก่อนใช้นวัตกรรม		หลังใช้นวัตกรรม		ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t	p
		M	SD	M	SD			
การวางแผนการเรียนรู้	5	3.54	0.52	4.23	0.43	0.69	8.68	<.001
การติดตามและควบคุมการเรียนรู้	5	3.48	0.60	4.29	0.40	0.81	7.02	<.001
การประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้	5	3.44	0.39	4.19	0.42	0.75	9.40	<.001
รวม	**5**	**3.49**	**0.31**	**4.24**	**0.26**	**0.75**	**12.16**	**<.001**

หมายเหตุ. n = 35, df = 34

จากตารางที่ 1 พบว่า ภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม ISP–A นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ทุกด้าน โดยคะแนนเฉลี่ยรวมเพิ่มขึ้นจาก 3.49 (SD = 0.31) เป็น 4.24 (SD = 0.26) มีผลต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.75 คะแนน

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการติดตามและควบคุมการเรียนรู้มีผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.81 คะแนน รองลงมา ได้แก่ ด้านการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ มีผลต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.75 คะแนน และด้านการวางแผนการเรียนรู้ มีผลต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 คะแนน ตามลำดับ

ผลการทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กันพบว่า คะแนนทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $t(34) = 12.16$, $p < .001$ โดยมีขนาดอิทธิพล(Cohen's d_z) ภายในกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 2.06 แสดงว่าความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่พบในกลุ่มตัวอย่างมีขนาดสูงมาก

6.3 ผลการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม ISP–A

ผลการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม ISP–A โดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริงในลักษณะรูบริก ซึ่งครอบคลุมด้านกระบวนการกลุ่ม ผลงาน และการนำเสนอ ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม ISP–A

ด้านการประเมิน	คะแนนเต็ม	M	SD	ร้อยละของคะแนนเต็ม	ระดับคุณภาพ
กระบวนการกลุ่ม	30	25.91	0.82	86.37	ดีมาก
ผลงาน	30	26.80	0.72	89.33	ดีมาก
การนำเสนอ	40	33.71	0.98	84.28	ดีมาก
รวม	**100**	**86.42**	**2.24**	**86.42**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 86.42 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (SD = 2.24) คิดเป็นร้อยละ 86.42 และอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านโดยเทียบกับคะแนนเต็มของแต่ละด้าน พบว่า ด้านผลงานมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 89.33 รองลงมา ได้แก่ ด้านกระบวนการกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 86.37 และด้านการนำเสนอ คิดเป็นร้อยละ 84.28 ตามลำดับ โดยผลการประเมินทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) นวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาตามกระบวนการดังกล่าวมีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) นักเรียนมีคะแนนทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 3) โครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยอภิปรายผลได้ดังนี้

ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า นวัตกรรมกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ISP–A มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.74, SD = 0.44) ขณะที่แผนการจัดการเรียนรู้พร้อมชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพและความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.68, SD = 0.35) และมีค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้ออยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ผลดังกล่าวสะท้อนว่า องค์ประกอบของกระบวนการ ISP–A ตลอดจนแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องและเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการพัฒนานวัตกรรม เริ่มต้นจากการศึกษาปัญหาและบริบทของผู้เรียน ก่อนสังเคราะห์แนวคิดการเรียนรู้แบบนำตนเอง การกำกับตนเองในการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน วัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษา ให้เชื่อมโยงกันเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีลำดับและบทบาทของผู้เรียนอย่างชัดเจน ตั้งแต่การตระหนักรู้และสำรวจความพร้อม การกำหนดเป้าหมายและวางแผน การลงมือปฏิบัติและติดตามความก้าวหน้า ตลอดจนการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นหลักฐานที่แสดงถึงคุณภาพและความเหมาะสมของนวัตกรรมก่อนนำไปใช้ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จึงไม่ควรตีความว่าเป็นหลักฐานยืนยันผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรง

ผลการเปรียบเทียบทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $t(34) = 12.16$, $p < .001$ และมีขนาดอิทธิพลภายในกลุ่มตัวอย่าง (d_Z) เท่ากับ 2.06 สะท้อนว่า ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังที่พบภายในกลุ่มตัวอย่างมีขนาดมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านการติดตามและควบคุมการเรียนรู้มีผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 0.81 คะแนน รองลงมา ได้แก่ ด้านการประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ และด้านการวางแผนการเรียนรู้ ซึ่งมีผลต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.75 และ 0.69 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้

ขนาดอิทธิพลที่พบเป็นการแสดงขนาดของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังภายในกลุ่มตัวอย่าง ไม่ได้เพิ่มความสามารถในการสรุปความเป็นเหตุเป็นผลของนวัตกรรม เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ไม่มีกลุ่มควบคุม

ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะของกระบวนการ ISP–A ที่กำหนดให้นักเรียนมีบทบาทในการกำกับการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดการพัฒนาโครงงาน ในขั้น Inspire through Awareness นักเรียนทบทวนความรู้เดิม สำรวจความสนใจ ความพร้อม จุดแข็ง และข้อจำกัดของตนเอง เพื่อสร้างความตระหนักต่อการเรียนรู้และภาระงานที่จะดำเนินการ ขั้น Set นักเรียนกำหนดเป้าหมาย วางแผนการดำเนินงาน แบ่งบทบาท กำหนดระยะเวลา และกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จ ขั้น Perform with AI นักเรียนลงมือดำเนินโครงงาน ติดตามความก้าวหน้า ตรวจสอบความถูกต้อง เปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับเป้าหมาย และปรับแผนเมื่อพบปัญหา ส่วนขั้น Apply เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินผลงานรับข้อมูลย้อนกลับ ปรับปรุงผลงาน และสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ กระบวนการดังกล่าวมีลักษณะสอดคล้องกับแนวคิดของ Zimmerman (2000) และ Pintrich (2004) ที่อธิบายการกำกับตนเองในการเรียนรู้ว่าเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีบทบาทในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน ติดตาม ควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

เมื่อพิจารณาหลักฐานในบริบทการเรียนคณิตศาสตร์ของไทย พบข้อค้นพบที่สนับสนุนกลไกดังกล่าว สาลินี จงใจสุรธรรม และคณะ (2559) พบว่า นักเรียนใช้กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลายลักษณะ ได้แก่ การตั้งเป้าหมายทางการเรียน การประเมินตนเอง การสืบค้นข้อมูล การขอความช่วยเหลือ การทบทวนสิ่งที่เรียน และของการดำเนินกิจกรรม นักเรียนมีความรอบคอบในการกำหนดเป้าหมายและแสดงรายละเอียดของการวางแผนมากขึ้น รวมทั้งใช้การควบคุมตนเอง การสังเกตตนเอง การตรวจสอบแนวคิด และการประเมินผลงานของตนเองในระหว่างการเรียนรู้ ขณะเดียวกัน งานดังกล่าวยังชี้ให้เห็นความสำคัญของบทบาทครูในการกำหนดขอบเขตของกิจกรรมและเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำกับการทำงานของตนเองได้อย่างเป็นระบบ ข้อค้นพบดังกล่าวช่วยสนับสนุนการออกแบบ ISP–A ที่ให้อิสระแก่ผู้เรียนควบคู่กับการกำหนดโครงสร้าง เป้าหมาย และจุดติดตามความก้าวหน้า มิใช่ปล่อยให้ผู้เรียนดำเนินงานโดยปราศจากการสนับสนุน

ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ Wu (2024) ซึ่งศึกษาพลวัตของการกำกับตนเองในการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบโครงงาน และพบว่า การเรียนรู้แบบโครงงานเอื้อต่อการเกิดพฤติกรรมการกำกับตนเองและช่วยเชื่อมโยงกระบวนการกำกับตนเองในระยะต่าง ๆ ของการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม รูปแบบการกำกับตนเองของผู้เรียนไม่ได้เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันทั้งหมด จึงสะท้อนความสำคัญของการออกแบบกิจกรรมและการสนับสนุนที่เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ในประเด็นนี้ ISP–A มิได้กำหนดเพียงให้นักเรียนรับผิดชอบโครงงานด้วยตนเอง แต่จัดลำดับกิจกรรมตั้งแต่การตระหนักรู้ การกำหนดเป้าหมาย การดำเนินงาน การติดตาม ไปจนถึงการสะท้อนผล ซึ่งอาจเป็นเงื่อนไขหนึ่งที่เอื้อต่อการใช้ทักษะการกำกับตนเองอย่างต่อเนื่อง

การที่ด้านการติดตามและควบคุมการเรียนรู้มีผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงกว่าด้านอื่น อาจเกี่ยวข้องกับลักษณะกิจกรรมในขั้น Perform with AI ซึ่งนักเรียนต้องติดตามความก้าวหน้าของโครงงาน เปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับเป้าหมาย ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลและวิธีดำเนินงาน ตลอดจนตัดสินใจปรับแผนเมื่อพบข้อบกพร่อง นักเรียนจึงไม่ได้เพียงดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้ แต่ต้องตรวจสอบและปรับการทำงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการติดตามและควบคุมการเรียนรู้ ข้ออธิบายนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุพัฒพงศ์ พรหมสวรรค์ (2560) ที่พบว่า นักเรียนใช้กลวิธีควบคุมตนเองแตกต่างกันตามสถานการณ์และความถนัด เช่น การดำเนินงานตามแผนการปรึกษาเพื่อนหรือครู การแลกเปลี่ยนแนวคิด การบันทึก และการเปรียบเทียบวิธีการเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา ดังนั้น ผลต่างที่สูงในด้านการติดตามและควบคุมในการวิจัยครั้งนี้จึงมีความสอดคล้องเชิงกลไกกับลักษณะกิจกรรมที่นักเรียน ต้องตรวจสอบการดำเนินงานและตัดสินใจปรับเปลี่ยนแนวทางระหว่างการพัฒนาโครงงาน

สำหรับคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 86.42 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (SD = 2.24) อยู่ในระดับดีมาก และผลการประเมินรายด้านอยู่ในระดับดีมากทุกด้าน เมื่อพิจารณาตามสัดส่วนของคะแนนเต็มพบว่า ด้านผลงานมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ด้านกระบวนการกลุ่มและด้านการนำเสนอ ตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงว่า ภายหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถดำเนินโครงงาน สร้างผลงาน และสื่อสารความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการวิจัยไม่ได้ประเมินคุณภาพโครงงานก่อนการจัดการเรียนรู้และไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ ผลดังกล่าวจึงควรตีความในฐานะระดับคุณภาพของโครงงานภายหลัง การจัดการเรียนรู้ ไม่ใช่หลักฐานโดยตรงว่านวัตกรรมทำให้คุณภาพโครงงานเพิ่มสูงขึ้น

คุณภาพโครงงานที่พบอาจเกี่ยวข้องกับการที่กระบวนการ ISP–A กำหนดให้นักเรียนดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การสำรวจความสนใจและเลือกประเด็น การกำหนดเป้าหมาย การวางแผนและแบ่งบทบาท การแสวงหาและตรวจสอบข้อมูล การดำเนินงานตามแผน ตลอดจนการนำเสนอ รับข้อมูลย้อนกลับ สะท้อนผล และปรับปรุงผลงาน ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านปัญหาหรือคำถามที่มีความหมาย การสืบค้น การร่วมมือ การใช้เครื่องมือ และการสร้างผลงานจากกระบวนการเรียนรู้ (Krajcik & Shin, 2022)

เมื่อพิจารณางานวิจัยในบริบทไทย พบผลที่มีส่วนสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ จุไรรัตน์ ปิ้งผลพูล (2555) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และพบว่า ความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับสูง โดยด้านการวางแผน การลงมือทำโครงงาน และการนำเสนอผลงานอยู่ในระดับสูงมาก นอกจากนี้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับสูง โดยด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอรวมทั้งด้านการให้เหตุผลอยู่ในระดับสูงมาก ข้อค้นพบดังกล่าวช่วยสนับสนุนว่า การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีการวางแผน ลงมือดำเนินงาน และนำเสนออย่างเป็นระบบสามารถเป็นบริบทที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการทำงานและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างด้านเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม เครื่องมือประเมิน และกลุ่มตัวอย่างทำให้ไม่ควรนำระดับคะแนนของทั้งสองการศึกษามาเปรียบเทียบกันโดยตรง

ขณะเดียวกัน ผลการศึกษาของ Rijken และ Fraser (2024) ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงาน มิได้ก่อให้เกิดผลเชิงบวกโดยอัตโนมัติ โดยนักเรียนบางส่วนประสบความยากลำบากกับลักษณะงานที่เปิดกว้างและการทำงานเป็นกลุ่ม และในการศึกษาดังกล่าวกลุ่มที่เรียนแบบโครงงานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยแนวทางที่ไม่ใช้โครงงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบนี้มีความสำคัญต่อการอธิบายผลการวิจัยครั้งนี้ เพราะแสดงให้เห็นว่า การมอบหมายให้นักเรียนทำโครงงานเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะรับประกันคุณภาพการเรียนรู้ แต่จำเป็นต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน โครงสร้างกิจกรรม การติดตามความก้าวหน้า และการสนับสนุนจากครูอย่างเหมาะสม ดังนั้น คุณภาพโครงงานที่พบในการวิจัยครั้งนี้จึงอาจเกี่ยวข้องกับการใช้กระบวนการ ISP–A ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมที่กำหนดแนวทางการดำเนินงานไว้อย่างเป็นระบบ มิใช่เกิดจากการให้นักเรียนทำโครงงานเพียงอย่างเดียว อีกองค์ประกอบหนึ่งที่อาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ คือ การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในขั้น Perform with AI โดยกำหนดให้นักเรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยตั้งคำถาม ขอคำอธิบายเพิ่มเติม เสนอหรือเปรียบเทียบแนวทาง ตรวจสอบเหตุผล และพิจารณาจุดที่ควรปรับปรุง มากกว่าการใช้เพื่อขอคำตอบหรือสร้างผลงานสำเร็จรูป นักเรียนยังคงต้องตรวจสอบข้อมูล พิจารณาความสมเหตุสมผล ตัดสินใจเลือกแนวทาง และรับผิดชอบต่อผลงานของตนเอง บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับข้อเสนอของ Kasneci et al. (2023) ที่ชี้ว่า โมเดลภาษาขนาดใหญ่มีศักยภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้และการให้ข้อมูลย้อนกลับ แต่การนำมาใช้ทางการศึกษาจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของผลลัพธ์ ความถูกต้องของข้อมูล และความจำเป็นที่ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และวิจารณญาณในการประเมินสิ่งที่ระบบสร้างขึ้น

ในบริบทการเรียนคณิตศาสตร์ของไทย จิราภรณ์ วงษ์ทัน และอาทร นกแก้ว (2568) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และพบแนวทางสำคัญ ได้แก่ การเลือกใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ให้เหมาะสมกับแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหา การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้และเปรียบเทียบวิธีการที่หลากหลาย ตลอดจนการนำผลจากปัญญาประดิษฐ์มาใช้ประกอบการอภิปรายและตรวจสอบผลทางคณิตศาสตร์ แนวทางดังกล่าวมีส่วนสอดคล้องกับการออกแบบขั้น Perform with AI ของ ISP–A ที่ไม่ได้กำหนดให้ปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่แทนผู้เรียน แต่ใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการคิด การตรวจสอบ และการพิจารณาทางเลือก ขณะที่ผู้เรียนยังคงเป็นผู้ตัดสินใจและรับผิดชอบต่อกระบวนการและผลงานของตนเอง ทั้งนี้งานดังกล่าวใช้แอปพลิเคชันและเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากการวิจัยครั้งนี้ จึงควรใช้เพื่อสนับสนุนหลักการออกแบบการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่ใช่เพื่อยืนยันผลของ ISP–A โดยตรง

หลักการดังกล่าวยังสอดคล้องกับ Kestin et al. (2025) ซึ่งศึกษาระบบสอนเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ออกแบบโดยอาศัยหลักการทางการเรียนรู้และการช่วยเหลือเป็นขั้น พบว่า ผู้เรียนในเงื่อนไขที่ใช้ระบบดังกล่าวมีผลการเรียนรู้สูงกว่าและใช้เวลาเรียนรู้น้อยกว่าเงื่อนไขการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นเรียน อย่างไรก็ตาม จุดสำคัญของงานดังกล่าวมิใช่เพียงการมีปัญญาประดิษฐ์ แต่เป็นการออกแบบระบบให้มีการช่วยเหลือ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการจัดประสบการณ์เรียนรู้อย่างเป็นระบบ ประเด็นนี้สนับสนุนแนวคิดของ ISP–A ที่วางปัญญาประดิษฐ์ไว้ภายในกระบวนการเรียนรู้ที่ครูกำหนดเป้าหมาย ขอบเขต และแนวทางการใช้อย่างชัดเจน มากกว่าการเปิดให้ผู้เรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างอิสระโดยไม่มีโครงสร้างกำกับ

นอกจากนี้ Yin et al. (2025) พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับเชิงอภิปัญญาจากแชตบอตมีผลด้านการถ่ายโอนการเรียนรู้และความไวเชิงอภิปัญญาสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับบางรูปแบบ ข้อค้นพบดังกล่าวช่วยอธิบายความเป็นไปได้ของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะเครื่องมือกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบวิธีคิด ตั้งคำถาม และสะท้อนกระบวนการเรียนรู้ของตน ซึ่งมีส่วนสอดคล้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในขั้น Perform with AI และการประเมินและ สะท้อนผลในขั้น Apply อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Yin et al. ดำเนินการในบริบทและกลุ่มผู้เรียนที่แตกต่างจากการวิจัยครั้งนี้จึงควรนำมาใช้เพื่ออธิบายกลไกที่เป็นไปได้ของข้อมูลย้อนกลับจากปัญญาประดิษฐ์เท่านั้น

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยโดยรวม กระบวนการ ISP–A มีลักษณะสำคัญที่เชื่อมโยงการตระหนักรู้เกี่ยวกับตนเอง การกำหนดเป้าหมายและวางแผน การลงมือดำเนินโครงงาน การติดตามและปรับการทำงาน การใช้ปัญญาประดิษฐ์ภายใต้การตรวจสอบและการตัดสินใจของผู้เรียน ตลอดจนการประเมินและสะท้อนผลไว้ในกระบวนการเดียวกัน ลักษณะดังกล่าวอาจเป็นเงื่อนไขหนึ่งที่เอื้อต่อการใช้ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้และการดำเนินโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะเมื่อกิจกรรมมิได้เน้นเพียงผลลัพธ์ของโครงงาน แต่กำหนดให้ผู้เรียนต้องวางแผน ติดตาม ตรวจสอบ ตัดสินใจ และสะท้อนกระบวนการทำงานของตนเองอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ข้ออธิบายดังกล่าวเป็นการตีความจากลักษณะของนวัตกรรมประกอบกับผลที่พบและหลักฐานจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มิใช่ข้อยืนยันเชิงสาเหตุว่ากระบวนการ ISP–A เป็นปัจจัยเดียวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

ทั้งนี้การตีความผลการวิจัยจำเป็นต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของแบบแผนการวิจัย เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังโดยไม่มีกลุ่มควบคุม จึงยังไม่สามารถแยกอิทธิพลของนวัตกรรมออกจากปัจจัยอื่นที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน และไม่อาจยืนยันได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของคะแนนทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้เกิดจาก ISP–A เพียงปัจจัยเดียว นอกจากนี้ ทักษะการกำกับตนเองในการเรียนรู้วัดด้วยแบบสอบถามซึ่งสะท้อนการรับรู้ของนักเรียน จึงควรพิจารณาผลร่วมกับข้อจำกัดของข้อมูลแบบรายงานตนเอง ขณะที่คุณภาพโครงงานได้รับการประเมินเฉพาะภายหลังการจัดการเรียนรู้ จึงสรุปได้เพียงว่าโครงงานของนักเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่ไม่ควรสรุปว่านวัตกรรมทำให้

คุณภาพโครงงานสูงขึ้นจากก่อนการทดลอง หรือมีประสิทธิผลเหนือกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงควรใช้เป็นหลักฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของการนำกระบวนการ ISP–A ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเป็นฐานสำหรับการศึกษาครั้งต่อไปที่ใช้แบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มเปรียบเทียบหรือสามารถควบคุมปัจจัยแทรกซ้อนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนที่นำกระบวนการเรียนรู้ ISP–A ไปประยุกต์ใช้ ควรกำหนดเป้าหมาย ขั้นตอน บทบาทของผู้เรียน และจุดติดตามความก้าวหน้าให้ชัดเจน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนวางแผน ติดตาม ปรับการดำเนินงาน และประเมินการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำตามความเหมาะสม

2. การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในขั้น Perform with AI ควรกำหนดขอบเขตให้ชัดเจน โดยใช้เพื่อสนับสนุนการตั้งคำถาม การตรวจสอบเหตุผล การเปรียบเทียบแนวทาง และการปรับปรุงผลงาน ไม่ใช้เพื่อสร้างคำตอบหรือผลงานแทนผู้เรียน ทั้งนี้นักเรียนควรตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลก่อนนำไปใช้

3. สถานศึกษาควรขยายผลกระบวนการ ISP–A อย่างเป็นขั้นตอนผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อให้ครูร่วมกันออกแบบกิจกรรม แลกเปลี่ยนผลการนำไปใช้ และพัฒนาแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษาอย่างเหมาะสมและมีจริยธรรม

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการใช้กระบวนการ ISP–A ด้วยแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มเปรียบเทียบ เช่น การวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อเพิ่มความชัดเจนในการอธิบายผลที่สัมพันธ์กับการใช้นวัตกรรม

2. ควรศึกษากระบวนการใช้ปัญญาประดิษฐ์ของผู้เรียนควบคู่กับผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากคำสั่ง บทสนทนา การตรวจสอบข้อมูล และการตัดสินใจนำผลลัพธ์ไปใช้ เพื่อให้เห็นรูปแบบการใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่สัมพันธ์กับการคิดและการกำกับตนเองในการเรียนรู้

3. ควรใช้วิธีเก็บข้อมูลการกำกับตนเองในการเรียนรู้ที่หลากหลายร่วมกับแบบสอบถาม เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ บันทึกการเรียนรู้ หรือหลักฐานจากการดำเนินโครงงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่รอบด้านมากขึ้น

4. ควรทดลองใช้กระบวนการ ISP–A กับนักเรียนต่างระดับชั้น เนื้อหา หรือบริบทของสถานศึกษาที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและขอบเขตของการนำไปใช้ให้กว้างขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

จิราภรณ์ วงษ์ทัน, และอาทร นกแก้ว. (2568). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 22*(96), 135–151. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/SNGSJ/article/view/270685

จุไรรัตน์ ปิ้งผลพูล. (2555). *การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. https://sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/7565

ทิศนา แขมมณี. (2563). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 24). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). สุวีริยาสาส์น.

สาลินี จงใจสุรธรรม, นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล, และวินัย ดำสุวรรณ. (2559). กลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนและกลวิธีการกำกับตนเองในการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 8*(1), 241–259. https://doi.org/10.14456/jbsd.2016.14

สุพัฒพงศ์ พรหมสวรรค์. (2560). *การใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2560/emath80760spsw_tpg.pdf

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher, 70*(6), 56–59.

Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., … Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103*, Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Kestin, G., Miller, K., Klales, A., Milbourne, T., & Ponti, G. (2025). AI tutoring outperforms in-class active learning: An RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting. *Scientific Reports, 15*, Article 17458. https://doi.org/10.1038/s41598-025-97652-6

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Association Press.

Krajcik, J. S., & Shin, N. (2022). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (3rd ed., pp. 72–92). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108888295.006

Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693

OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

OpenAI. (2026). *ChatGPT* [Large language model]. https://chatgpt.com/

Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review, 16*(4), 385–407. https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x

Rijken, P. E., & Fraser, B. J. (2024). Effectiveness of project-based mathematics in first-year high school in terms of learning environment and student outcomes. *Learning Environments Research, 27*, 241–263. https://doi.org/10.1007/s10984-023-09477-7

Wu, X.-Y. (2024). Unveiling the dynamics of self-regulated learning in project-based learning environments. *Heliyon, 10*(5), Article e27335. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27335

Yin, J., Xu, H., Pan, Y., & Hu, Y. (2025). Effects of different AI-driven chatbot feedback on learning outcomes and brain activity. *npj Science of Learning, 10*, Article 17. https://doi.org/10.1038/s41539-025-00311-8

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

บทความ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา

(Oral Presentation)

กลุ่มสะเต็มเพื่อโลกยั่งยืน (GS)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ LIFE-EcoSTEM : นวัตกรรมอาหาร จากทรัพยากรท้องถิ่นสู่ความยั่งยืน

สุพรรณษา อินทพงค์
โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” จังหวัดแม่ฮ่องสอน
Email: shinniyong@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ LIFE-Eco STEM โดยบูรณาการทรัพยากรท้องถิ่นและวัตถุดิบเหลือใช้สู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร (2) เปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ LIFE-Eco STEM กับนักเรียนกลุ่มควบคุมกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3–6 โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน ดำเนินการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยจัดกิจกรรมตาม LIFE-Eco STEM จำนวน 20 คาบ ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ Local Exploration, Innovation Design, Food Development และ Environmental and Community Sustainabilityโดยบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและแนวคิด Green STEM วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Normalized Gain ($\langle g \rangle$) ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกตและการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 กลุ่มทดลองมีค่า $\langle g \rangle$ เฉลี่ยรวม 0.66 สูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.33 โดยมีพัฒนาการสูงสุดด้านความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ($\langle g \rangle$ = 0.69) รองลงมา ได้แก่ ทักษะสะเต็ม ($\langle g \rangle$ = 0.66) และความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ($\langle g \rangle$ = 0.62) ข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา ทำงานร่วมกัน สื่อสาร สร้างและปรับปรุงต้นแบบอาหารจากทรัพยากรท้องถิ่น และตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า LIFE-Eco STEM สามารถเชื่อมโยงสะเต็มศึกษา นวัตกรรมอาหาร และความยั่งยืนกับทรัพยากร ภูมิปัญญา และปัญหาของชุมชน มาประยุกต์ใช้ในโรงเรียนที่มีบริบทท้องถิ่นหลากหลาย

คำสำคัญ : สะเต็มสีเขียว นวัตกรรมอาหาร ความยั่งยืน

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันเยาวชนไทยมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว ขณะเดียวกันกระบวนการผลิตอาหารในชุมชน เช่น การผลิตน้ำนมถั่วเหลือง ก่อให้เกิดขยะอาหารปริมาณมาก โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ซึ่งมีคุณค่าโภชนาการสูง แต่กลับถูกทิ้งเป็นขยะอาหาร สอดคล้องกับปัญหาในพื้นที่อำเภอแม่สะเรียงที่ทรัพยากรท้องถิ่น เช่น “ตูน” และพริกกะเหรี่ยง ยังขาดการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจและวัฒนธรรมอาหารอย่างเป็นรูปธรรมการจัดการปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องใช้การบูรณาการวัตถุดิบเหลือใช้ร่วมกับทรัพยากรท้องถิ่นตามแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อตอบโจทย์เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน SDG 12 ด้านการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ยังคงขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงแนวคิด Eco STEM เข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นในบริบทของโรงเรียนพื้นที่ห่างไกล เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาจริงอย่างเป็นระบบ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ LIFE - Eco STEM ซึ่งบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับบริบทความ

ยั่งยืน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้นวัตกรรมอาหารสมัยใหม่ยกระดับวัสดุเหลือใช้ในชุมชนสู่ผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อพัฒนาทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ LIFE-Eco STEM โดยบูรณาการทรัพยากรท้องถิ่นและวัตถุดิบเหลือใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร

2. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ LIFE-Eco STEM กับนักเรียนกลุ่มควบคุม

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนแกนนำนวัตกรรมอาหาร ม.3–6 โรงเรียนแม่สะเรียง“บริพัตรศึกษา” สังกัด สพม. แม่ฮ่องสอน ปีการศึกษา 2568 จำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแกนนำนวัตกรรมอาหาร จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน โดยก่อนเริ่มการวิจัยได้ตรวจสอบความเท่าเทียมของกลุ่มด้วยการทดสอบ t-test สำหรับคะแนนก่อนเรียน พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ในทุกด้าน แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันเพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบตัวแปร

ตัวแปรต้น : การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ LIFE-Eco STEM ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1) Local Exploration

2) Innovation Design

3) Food Development

4) Environmental and Community Sustainability

ตัวแปรตาม

1. ผลการประเมินทักษะสะเต็มได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์

2. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร

3. ผลการประเมินความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตด้านเนื้อหา: ครอบคลุมเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์อาหาร กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน และการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ระยะเวลา: เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

สะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยมุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ขณะที่ Thibaut et al. (2018) เสนอว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แบบบูรณาการควรเชื่อมโยงเนื้อหากับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การสืบเสาะ การออกแบบ และการทำงานร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในบริบทจริง สอดคล้องกับ Bybee (2013) ที่เสนอว่า STEM Education ควรเชื่อมโยงความรู้กับปัญหาและสถานการณ์จริง เพื่อส่งเสริมการคิดและการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน นอกจากนี้ Nguyen et al. (2020) พบว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในระดับมัธยมศึกษาสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับปัญหาในบริบทจริงและประเด็นการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้สะเต็มศึกษา ในการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสังคม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process: EDP)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกลไกสำคัญในการเชื่อมโยงความรู้ สะเต็มศึกษา กับการแก้ปัญหา โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) นำเสนอการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวทางให้ผู้เรียนกำหนดปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบแนวทางแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการสร้างต้นแบบ ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ อภิสิทธิ์ ธงไชย (2559) ที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อกำหนดปัญหา ออกแบบ สร้าง และทดสอบแนวทางแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยครั้งนี้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถูกบูรณาการไว้ในขั้น Innovation Design ของ LIFE-Eco STEM โดยผู้เรียนเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาและทรัพยากรในท้องถิ่น รวบรวมข้อมูล ออกแบบแนวคิดและสร้างต้นแบบนวัตกรรมอาหาร ทดลองและประเมินผล ตลอดจนปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับผู้บริโภค ก่อนนำเสนอแนวทางการต่อยอดผ่าน Business Model Canvas และการทดสอบการใช้ประโยชน์ในบริบทจริง

นวัตกรรมอาหารและการจัดการทรัพยากรท้องถิ่น

นวัตกรรมอาหารเป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยสามารถเชื่อมโยงกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบหรือทรัพยากรในท้องถิ่น (วิจิตรา เหลียวตระกูล, 2563) การนำทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้เป็นฐานการเรียนรู้จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบผลิตภัณฑ์ และพัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชน แนวคิดดังกล่าวสามารถเชื่อมโยงกับการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งมุ่งพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติของผู้เรียนให้สามารถรับมือกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และการพัฒนาที่ยั่งยืน (UNESCO, 2017) รวมทั้งสอดคล้องกับ Nguyen et al. (2020) ที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่เชื่อมโยงกับประเด็นการพัฒนาที่ยั่งยืนและปัญหาในบริบทจริง ดังนั้น การนำทรัพยากรและปัญหาของชุมชนมาเป็นฐานในการพัฒนานวัตกรรมอาหารจึงสามารถส่งเสริมทั้งการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ และความตระหนักต่อการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุดงูเหลือม และคณะ (2026) ศึกษาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวเหนียวดำและมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยใช้กระบวนการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมสุขภาพจิตในชุมชน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารได้ 6 รายการตามเกณฑ์ด้านโภชนาการ ความเป็นไปได้ในการผลิต และการยอมรับของผู้บริโภค ขณะที่ระดับความเครียด

ของอาสาสมัครลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เข้าร่วมมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในระดับมากถึงมากที่สุด ผลการศึกษาสะท้อนว่ากระบวนการสะเต็มศึกษา สามารถใช้เป็นกรอบในการบูรณาการความรู้เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากทรัพยากรท้องถิ่นและเชื่อมโยงการเรียนรู้กับประโยชน์ต่อชุมชน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวมุ่งเน้นผลด้านสุขภาพจิตและการยอมรับผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ ขณะที่การวิจัยครั้งนี้มุ่งขยายผลไปสู่การพัฒนา ทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

นภัสชนันท์พร เหมือนจันทร์ และคณะ (2025) ศึกษานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ทักษะการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่นโดยใช้ชุมชนเป็นฐานสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทชุมชนในระดับมาก และนวัตกรรม THALOM Model มีประสิทธิภาพ 80.92/81.01 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ผลการศึกษาสะท้อนว่าการใช้ชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นฐานสามารถส่งเสริมความรู้ ทักษะการปฏิบัติ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริง ซึ่งสนับสนุนแนวทางของ LIFE-Eco STEM ที่นำทรัพยากรและปัญหาของชุมชนมาเป็นฐานในการพัฒนานวัตกรรมอาหาร

สังเคราะห์กรอบแนวคิดจากการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า สะเต็มศึกษา มีศักยภาพในการพัฒนาการคิดและการลงมือปฏิบัติผ่านปัญหาในบริบทจริง ขณะที่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดปัญหา ออกแบบ สร้างต้นแบบ ทดสอบ และปรับปรุงแนวทางแก้ปัญหา ส่วนการใช้ ทรัพยากรและบริบทชุมชนเป็นฐาน ช่วยเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการใช้ประโยชน์จริง ดังปรากฏในงานของนภัสชนันท์พร เหมือนจันทร์ และคณะ (2025) และสุดงูเหลือม และคณะ (2026) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่บูรณาการ ทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และคความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ไว้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เดียวกันยังมีจำกัด

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงพัฒนา LIFE-Eco STEM โดยใช้บริบท ทรัพยากร ภูมิปัญญา และปัญหาของชุมชนอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นฐาน เชื่อมโยงกระบวนการ สะเต็มศึกษา และการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการพัฒนานวัตกรรมอาหารสุขภาพ พร้อมบูรณาการมิติด้านความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนทรัพยากรและปัญหาในท้องถิ่นไปสู่การสร้างนวัตกรรมและคุณค่าแก่ชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยใช้รูปแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบบมีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (Nonequivalent Control Group Design) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตาม LIFE-Eco STEM ที่มีต่อทักษะสะเต็ม ทักษะนวัตกรรม และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง LIFE-Eco STEM สำหรับการจัดการเรียนรู้ผ่านนวัตกรรมอาหารจากทรัพยากรท้องถิ่นและวัตถุดิบเหลือใช้ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาเรียนแผนละ 5 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งหมด 20 คาบเรียน โดยใช้เวลานอกห้องเรียน

2. แบบประเมินทักษะสะเต็ม แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร แบบประเมิน ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ข้อมูล

เชิงปริมาณ: โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่มด้วย Paired Samples t-test และคำนวณคะแนนพัฒนาการ (Gain score) จากผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนและคะแนนก่อนเรียน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนพัฒนาการระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วย Independent Samples t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นอกจากนี้คำนวณค่า Normalized Gain ($\langle g \rangle$) เพื่อแสดงระดับพัฒนาการของผู้เรียน เสนอโดย Richard R.Hake ซึ่งเป็นวิธีการประเมินที่สามารถทำได้ด้วยการพิจารณาผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้น

จากสูตร $\langle g \rangle$ = (% post–test) - (% Pre-test) / (100 %) - (% Pre-test)

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือค่า normalized gain

% Post-test คือค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนเป็นร้อยละ

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเป็นร้อยละ

ซึ่งค่า normalized gain เป็นผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน

(Actual gain = (%post–test)-(% Pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain =(100 %)-(% Pre-test)) ซึ่งการประเมินนี้ทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ ดังนี้

High gain: $\langle g \rangle \geq 0.70$

Medium gain: $0.30 \leq \langle g \rangle < 0.70$

Low gain: $\langle g \rangle < 0.30$

เชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมและการสัมภาษณ์

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพฤติกรรมและข้อมูลเชิงคุณภาพ จำนวน 2 เครื่องมือ ได้แก่ (1) แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมตาม LIFE-Eco STEM และ (2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อใช้ตรวจสอบ อธิบาย และสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนใน 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งประกอบกันเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย

1. แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมใช้สำหรับบันทึกพฤติกรรมที่ปรากฏจริงของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมตาม 4 ขั้นตอนของ LIFE-Eco STEM ได้แก่

(1) Local Exploration

(2) Innovation Design

(3) Food Development

4) Environmental and Community Sustainability

โดยใช้มาตรประมาณค่า 4 ระดับ ได้แก่

4 = แสดงพฤติกรรมได้อย่างชัดเจนและสม่ำเสมอด้วยตนเอง

3 = แสดงพฤติกรรมได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่และปฏิบัติได้โดยได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อย

2 = แสดงพฤติกรรมบางครั้งและต้องได้รับคำแนะนำ

1 = แสดงพฤติกรรมน้อยหรือไม่แสดงพฤติกรรม

แบบสังเกตครอบคลุมผลลัพธ์การเรียนรู้ 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ทักษะสะเต็ม (STEM Skills) จำนวน 20 รายการ ครอบคลุม 4 องค์ประกอบ ได้แก่

(1) การคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 รายการ

(2) การทำงานร่วมกัน จำนวน 5 รายการ

(3) การสื่อสาร จำนวน 5 รายการ

(4) ความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 รายการ

โดยพิจารณาจากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกระหว่างการสำรวจข้อมูล การออกแบบ การทดลอง การแก้ไขปัญหา และการนำเสนอผลงาน

ด้านที่ 2 ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร จำนวน 14 รายการ ครอบคลุม 5 องค์ประกอบ ได้แก่

(1) การค้นหาโอกาสและปัญหา

(2) การสร้างแนวคิดนวัตกรรม

(3) การออกแบบและสร้างต้นแบบ

(4) การทดลองและปรับปรุง

(5) การประเมินความเป็นไปได้และการต่อยอด

โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการนำปัญหาและทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้ในการสร้างแนวคิด การออกแบบผลิตภัณฑ์ การสร้างและทดสอบต้นแบบ ตลอดจนการปรับปรุงผลิตภัณฑ์จากข้อมูลและข้อเสนอแนะ

ด้านที่ 3 ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม พิจารณาจากพฤติกรรมที่สะท้อนการตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดของเสีย การคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบต่อชุมชน โดยผู้วิจัยบันทึกทั้งระดับพฤติกรรมและหลักฐานเชิงพฤติกรรมที่ปรากฏระหว่างกิจกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการอธิบายการเปลี่ยนแปลงด้านความตระหนักของผู้เรียน

นอกจากการให้คะแนนตามเกณฑ์แล้ว แบบสังเกตยังมีช่องสำหรับบันทึก พฤติกรรมสำคัญ คำพูด การตัดสินใจ วิธีการแก้ปัญหา และหลักฐานการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่สะท้อนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละขั้นของ LIFE-Eco STEM

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างใช้เพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับอธิบายประสบการณ์ มุมมอง เหตุผล กระบวนการคิด และการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนภายหลังเข้าร่วมกิจกรรมตาม LIFE-Eco STEM โดยใช้คำถามปลายเปิดที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอธิบายประสบการณ์ของตนเองอย่างอิสระ

ประเด็นการสัมภาษณ์ครอบคลุม 3 กลุ่มสาระสำคัญ ได้แก่

(1) ทักษะสะเต็ม ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์ โดยมุ่งศึกษาวิธีที่ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา ตัดสินใจ ทำงานร่วมกับผู้อื่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

(2) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ครอบคลุมการค้นหาโอกาสและปัญหา การสร้างแนวคิด การออกแบบและสร้างต้นแบบ การทดลองและปรับปรุง และการต่อยอดนวัตกรรม โดยมุ่งศึกษากระบวนการคิด เหตุผลในการเลือกวัตถุดิบและแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการนำข้อเสนอแนะจากผู้บริโภคหรือชุมชนมาใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์

(3) ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมการเห็นคุณค่าของทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดของเสีย การตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบต่อชุมชน โดยมุ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านการรับรู้ มุมมอง เหตุผล และแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากร การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการสร้างคุณค่าอย่างยั่งยืนให้แก่ชุมชนแม่สะเรียง

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและเชิงคุณภาพ

ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างได้รับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ได้แก่ (1) การจัดเตรียมและตรวจสอบข้อมูล (2) การอ่านและทำความเข้าใจข้อมูลอย่างเป็นระบบ (3) การกำหนดข้อมูลจากพฤติกรรม คำพูด และสาระสำคัญที่ปรากฏ (4) การจัดกลุ่มตามประเด็นหรือองค์ประกอบของตัวแปร และ (5) การสังเคราะห์และตีความข้อมูลเพื่ออธิบายพัฒนาการของผู้เรียน

สำหรับข้อมูลด้านความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยจัดกลุ่มหลักฐานตามประเด็น ได้แก่ การเห็นคุณค่าของทรัพยากรท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดของเสีย การคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบต่อชุมชน จากนั้นเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสังเกตกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์และหลักฐานจากชิ้นงาน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนตลอดกระบวนการจัดการเรียนรู้

ข้อมูลจากแบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ และหลักฐานจากชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ต้นแบบถูกนำมาใช้ร่วมกันในการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) โดยข้อมูลจากแบบสังเกตสะท้อนพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงระหว่างกระบวนการเรียนรู้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์สะท้อนการรับรู้ มุมมอง เหตุผล และประสบการณ์ของผู้เรียน และหลักฐานจากชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สะท้อนผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้จริง การวิเคราะห์ร่วมกันดังกล่าวช่วยให้สามารถอธิบายได้ทั้งระดับพฤติกรรม กระบวนการคิด และผลลัพธ์ของการเรียนรู้ และช่วยยืนยันว่าการเปลี่ยนแปลงด้านทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นภายใต้กระบวนการ LIFE-Eco STEM

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย โดยนำ แผนการจัดการเรียนรู้ตาม LIFE-Eco STEM แบบประเมินทักษะสะเต็ม แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และแบบประเมินความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา การวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา และนวัตกรรมอาหาร เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ องค์ประกอบ ตัวชี้วัด และข้อรายการประเมินกับกรอบแนวคิดและนิยามเชิงปฏิบัติการของการวิจัย

ความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินด้วย ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อรายการกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดคะแนน +1 เมื่อข้อรายการสอดคล้อง 0 เมื่อไม่แน่ใจ และ -1 เมื่อไม่สอดคล้อง และกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ข้อรายการที่ไม่ผ่านเกณฑ์ได้รับการปรับปรุงหรือตัดออกตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องของกระบวนการทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ Local Exploration, Innovation Design, Food Development และ Environmental and Community Sustainability กับจุดประสงค์ กิจกรรมการบูรณาการสะเต็ม ภาระงาน ชิ้นงาน และผลลัพธ์การเรียนรู้ ส่วนเครื่องมือประเมินผลพิจารณาตามองค์ประกอบของตัวแปร ได้แก่ ทักษะสะเต็ม 4 ด้าน คือ การคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร 5 ด้าน ได้แก่ การค้นหาโอกาสและปัญหา การสร้างแนวคิด การออกแบบและสร้างต้นแบบ การทดลองและปรับปรุง และการประเมินความเป็นไปได้และการต่อยอด และ ความตระหนักด้านความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม 4 ด้าน ได้แก่ การเห็นคุณค่าของทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบต่อชุมชนและความยั่งยืน

ภายหลังการตรวจสอบ ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ความชัดเจนของข้อรายการ และความเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนในอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ก่อนนำเครื่องมือไปทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 1 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม LIFE-Eco STEM

ขั้นตอน	สถานการณ์/โจทย์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้และการบูรณาการ STEM	ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด ทักษะสะเต็ม	ตัวชี้วัดความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร	ตัวชี้วัดความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม
L Local Exploration	**“แม่สะเรียงมีทรัพยากรใดที่สามารถพัฒนาเป็นอาหารสุขภาพได้?”** สำรวจทรัพยากร ผลผลิตอาหารพื้นถิ่น ภูมิปัญญา และปัญหาของชุมชน	ศึกษาคุณสมบัติและคุณค่าของวัตถุดิบ รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสำรวจชุมชน	Local Resource Map, ฐานข้อมูลวัตถุดิบ, Community Problem Map, Opportunity Statement	วิเคราะห์ปัญหา ทำงานร่วมกัน สื่อสารข้อมูล และสร้างสรรค์แนวคิด	ระบุปัญหา/โอกาส คัดเลือกวัตถุดิบ วิเคราะห์คุณค่าทางสุขภาพ และเชื่อมโยงภูมิปัญญาท้องถิ่น	ตระหนักถึงคุณค่าทรัพยากร ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และรับผิดชอบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม
I Innovation Design	**“จะเปลี่ยนทรัพยากรท้องถิ่นให้เป็นอาหารสุขภาพที่ตอบสนองผู้บริโภคได้อย่างไร?”**	วิเคราะห์คุณสมบัติและโภชนาการ ค้นคว้าใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และคำนวณสูตร/ต้นทุน	Problem Statement, Ideation Canvas, Prototype Design, สูตรผลิตภัณฑ์, แผนการทดลอง, Pitching	วิเคราะห์ทางเลือก ร่วมออกแบบ สื่อสาร และสร้างสรรค์แนวคิด	พัฒนาความแปลกใหม่ ใช้วัตถุดิบท้องถิ่น เพิ่มคุณค่าด้านสุขภาพ ตอบสนองผู้บริโภค และมีความเป็นไปได้	คำนึงถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ลดของเสีย และเลือกแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
F Food Development	**“ต้นแบบมีคุณภาพและตอบสนองผู้บริโภคหรือไม่ และจะปรับปรุงอย่างไร?”**	ทดลองและพัฒนาต้นแบบ ใช้เทคโนโลยีวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุน และความพึงพอใจ	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ, Experimental Data, Product Testing, Sensory Evaluation, สูตรปรับปรุง, Cost Analysis	วิเคราะห์ข้อมูลทำงานร่วมกัน สื่อสารผล และปรับปรุงจากหลักฐาน	สร้างต้นแบบทดสอบอย่างเป็นระบบ ปรับปรุงจากข้อมูล และเพิ่มคุณค่าด้านสุขภาพและผู้บริโภค	ลดการสูญเสียวัตถุดิบ ใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างประหยัด จัดการของเสีย และปฏิบัติอย่างรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอน	สถานการณ์/โจทย์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้และการบูรณาการ STEM	ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด ทักษะสะเต็ม	ตัวชี้วัดความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร	ตัวชี้วัดความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม
E Environmental & Community Sustainability	**“ทำอย่างไรให้นวัตกรรมอาหารสร้างคุณค่าแก่แม่สะเรียงอย่างยั่งยืน?”**	วิเคราะห์ผลกระทบออกแบบบรรจุภัณฑ์และการใช้ทรัพยากร วิเคราะห์ต้นทุนความคุ้มค่า และคาร์บอนฟุตพรินต์เบื้องต้น	Product Life Cycle, Waste Reduction Plan, Sustainable Packaging, BMC, Community Value Proposition, Innovation Pitch	วิเคราะห์ผลกระทบ วางแผนต่อยอด สื่อสารคุณค่า และออกแบบแนวทางเพื่อความยั่งยืน	เพิ่มมูลค่าทรัพยากร ลดของเสีย ออกแบบอย่างยั่งยืน สร้างคุณค่าทางเศรษฐกิจ–สังคม และต่อยอดสู่การใช้จริง	เข้าใจผลกระทบ ตัดสินใจอย่างยั่งยืน ใช้ทรัพยากรอย่างรับผิดชอบ เห็นคุณค่าเศรษฐกิจหมุนเวียน และพร้อมนำไปใช้จริง

จากตารางที่ 1 พบว่า LIFE-Eco STEM เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบท ทรัพยากร และภูมิปัญญาท้องถิ่นของอำเภอแม่สะเรียงเป็นฐาน เชื่อมโยงกระบวนการสะเต็มศึกษา กับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมอาหาร โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นหาปัญหาจากชุมชน ออกแบบ สร้างต้นแบบ ทดลอง ปรับปรุง และประเมินความยั่งยืนร่วมกับผู้ใช้จริง เพื่อพัฒนาทักษะสะเต็มและความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารสุขภาพที่สามารถสร้างคุณค่าให้แก่ท้องถิ่นได้

6. ผลการวิจัย

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (IOC)

เครื่องมือวิจัยทุกชิ้นผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับ (0.50)แสดงว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดีถึงสูงและได้ปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้จริง

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยด้านความตรงเชิงเนื้อหา

เครื่องมือวิจัย	ผู้ตรวจสอบ	ค่า IOC	เกณฑ์การยอมรับ	ผลการพิจารณา
แผนการจัดการเรียนรู้ LIFE-Eco STEM	3 ท่าน	0.67–1.00	≥ 0.50	ผ่าน
แบบประเมินทักษะสะเต็ม	3 ท่าน	0.67–1.00	≥ 0.50	ผ่าน
แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร	3 ท่าน	0.67–1.00	≥ 0.50	ผ่าน
แบบประเมินความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	3 ท่าน	0.67–1.00	≥ 0.50	ผ่าน

หมายเหตุ: ค่า IOC เป็นช่วงค่าที่ได้จากการตรวจสอบเครื่องมือทั้งหมด

จากตารางที่ 2 พบว่า เครื่องมือวิจัยทุกฉบับมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้ที่ 0.50 แสดงว่าเครื่องมือมีความตรงเชิงเนื้อหาเพียงพอสำหรับนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเนื้อหา ภาษา และความชัดเจนของข้อรายการตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้จริง

ผลการพัฒนาการของผู้เรียน(เชิงปริมาณ)

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนและคะแนนพัฒนาการภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนเรียน Mean (S.D.)	หลังเรียน Mean (S.D.)	Gain score	*t*	*p*
ทักษะสะเต็ม	ทดลอง	7.13 (1.20)	15.60 (1.14)	8.47	23.30	< .001
	ควบคุม	7.33 (0.94)	11.27 (0.77)	3.94	11.90	< .001
ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร	ทดลอง	7.27 (0.57)	15.20 (1.28)	7.93	21.37	< .001
	ควบคุม	7.07 (0.68)	10.00 (0.52)	2.93	14.22	< .001
ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	ทดลอง	7.60 (0.71)	16.13 (1.02)	8.53	21.95	< .001
	ควบคุม	7.87 (0.72)	12.87 (0.88)	5.00	13.69	< .001

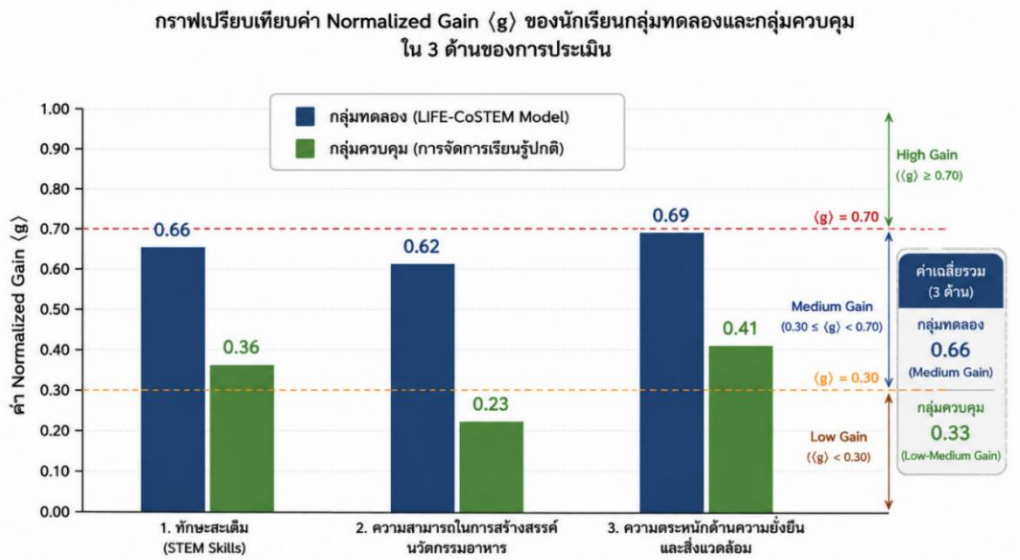
หมายเหตุ: t = Paired Samples t-test, df = 14, $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะสะเต็ม ($t(14) = 23.30$, $p < .001$) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารสุขภาพ ($t(14) = 21.37$, $p < .001$) และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ($t(14) = 21.95$, $p < .001$) เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทักษะสะเต็ม ($t(14) = 11.90$, $p < .001$) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ($t(14) = 14.22$, $p < .001$) และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ($t(14) = 13.69$, $p < .001$)และเมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการ (Gain score) พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนพัฒนาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกด้าน ผลดังกล่าวสะท้อนว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ LIFE-Eco STEM มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนหลังเรียนในระดับที่มากกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4 ผลการประเมินพัฒนาการทักษะสะเต็มและความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

รายการประเมิน	Pre-test (%)		Post-test (%)		Actual Gain		Normalized Gain ⟨g⟩	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ทักษะสะเต็ม	35.67	36.67	78.00	59.33	42.33	22.66	**0.66**	**0.36**
ความสามารถสร้างนวัตกรรมอาหาร	36.33	35.33	76.00	50.00	39.67	14.67	**0.62**	**0.23**
ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	38.00	39.33	80.67	64.33	42.67	25.00	**0.69**	**0.41**
ค่าเฉลี่ยรวม	36.67	37.11	78.22	57.89	41.56	20.78	0.66	0.33

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่า Normalized Gain ⟨g⟩ สูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกด้าน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.66 ขณะที่กลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.33 เมื่อพิจารณารายด้าน กลุ่มทดลองมีค่า ⟨g⟩ สูงสุดด้านความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม(0.69) รองลงมา คือ ทักษะสะเต็ม (0.66) และความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร (0.62) สะท้อนว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทั้งสามด้าน โดยค่า Normalized Gain ของกลุ่มทดลองอยู่ที่ 0.62–0.69 ขณะที่กลุ่มควบคุมอยู่ที่ 0.23–0.41



ภาพที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่า Normalized Gain ⟨g⟩ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลเชิงคุณภาพ (พฤติกรรมและทัศนคติระหว่างกิจกรรม)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลอง สามารถสังเคราะห์ผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตัวแปรการวิจัย 3 ด้าน โดยนักเรียนแสดงพัฒนาการจากการ วิเคราะห์ปัญหาและใช้หลักฐานในการแก้ปัญหา ซึ่งสะท้อนทักษะสะเต็ม ไปสู่การ สร้างและพัฒนานวัตกรรมอาหารจากทรัพยากรท้องถิ่น และเชื่อมโยงการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดของเสีย และความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่า LIFE-Eco STEM สนับสนุน การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสร้างนวัตกรรม และการพัฒนาที่ยั่งยืนเข้าด้วยกัน

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	ประเด็นเชิงคุณภาพ	พฤติกรรม/หลักฐานที่พบ
ทักษะสะเต็ม	การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา	วิเคราะห์ผลการทดลอง ใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ทดลองซ้ำ และปรับสูตร
	การทำงานร่วมกันและการสื่อสาร	แบ่งบทบาท แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมตัดสินใจ และนำเสนอผลงาน
	ความคิดสร้างสรรค์	เสนอแนวทางใหม่และปรับเปลี่ยนวิธีการจากผลการทดลอง
ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร	การสร้างสรรค์และเพิ่มมูลค่า	นำวัตถุดิบหรือสิ่งเหลือใช้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และปรับสูตร
	การคำนึงถึงผู้บริโภค	ใช้ความคิดเห็นและข้อมูลจากผู้บริโภคเพื่อปรับรสชาติ รูปแบบ และบรรจุภัณฑ์
	การพัฒนาต้นแบบและการต่อยอด	สร้างต้นแบบ ทดลอง ปรับปรุง วิเคราะห์ต้นทุน และใช้ Business Model Canvas วางแนวทางต่อยอด
	การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	นำสิ่งเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์และลดของเสีย

ตัวแปร	ประเด็นเชิงคุณภาพ	พฤติกรรม/หลักฐานที่พบ
ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	การตระหนักถึงผลกระทบ	วิเคราะห์ Carbon Footprint และผลกระทบจากกระบวนการผลิต
	ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน	เสนอแนวทางลดการใช้ทรัพยากร และเชื่อมโยงแนวทางไปใช้ในครัวเรือนและชุมชน

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงพัฒนาการสอดคล้องกับผลเชิงปริมาณทั้ง 3 ด้าน ด้านทักษะสะเต็ม นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา ใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และปรับปรุงแนวทางแก้ปัญหาจากผลการทดลอง ด้านความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร นักเรียนสามารถนำวัตถุดิบเหลือใช้และทรัพยากรท้องถิ่นมาสร้างแนวคิด พัฒนาต้นแบบทดลอง ปรับปรุง และพิจารณาความเป็นไปได้ในการต่อยอดผลิตภัณฑ์ ส่วนด้านความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม พบพฤติกรรมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดของเสีย การพิจารณาผลกระทบจากกระบวนการผลิตและการเสนอแนวทางนำไปใช้ในครัวเรือนและชุมชน

ผู้วิจัยตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลโดยใช้การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) จาก 3 แหล่ง ได้แก่ (1) ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงระหว่างกิจกรรม (2) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งสะท้อนการรับรู้ เหตุผล และมุมมองของผู้เรียน และ (3) หลักฐานจากชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งสะท้อนผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ ผลการตรวจสอบพบว่าข้อมูลทั้งสามแหล่งมีแนวโน้มสอดคล้องกัน โดยสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนด้านทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ LIFE-Eco STEM ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ Local Exploration, Innovation Design, Food Development และ Environmental and Community Sustainability มีศักยภาพในการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนด้านทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม โดยผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะสะเต็ม ($t(14) = 23.30$, $p < .001$) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ($t(14) = 21.37$, $p < .001$) และความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ($t(14) = 21.95$, $p < .001$) ขณะที่กลุ่มควบคุมก็มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเช่นกัน แต่มีค่า Normalized Gain โดยรวมต่ำกว่ากลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองมีค่า $\langle g \rangle$ เฉลี่ยรวม 0.66 เทียบกับกลุ่มควบคุม 0.33 และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม มีพัฒนาการสูงสุด ($\langle g \rangle = 0.69$) รองลงมาได้แก่ ทักษะสะเต็ม ($\langle g \rangle = 0.66$) และความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร ($\langle g \rangle = 0.62$)

ด้านทักษะสะเต็ม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งจากคะแนนพัฒนาการและค่า Normalized Gain โดยกลุ่มทดลองมีค่า $\langle g \rangle = 0.66$ ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจาก LIFE-Eco STEM เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ปัญหาและทรัพยากรในชุมชนเป็นฐานในการเรียนรู้ และนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การสร้างต้นแบบ การทดสอบ และการปรับปรุง ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และความคิดสร้างสรรค์ผ่านสถานการณ์จริง ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิด STEM ของ สสวท. และแนวคิดของ Bybee (2013) และ Thibaut et al. (2018) ที่เน้นการบูรณาการความรู้และการเรียนรู้ผ่านปัญหาและบริบทจริง

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ เหมือนจันทร์ สอนเนย และแก้วศรีทอง (2025) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานช่วยพัฒนาความรู้และทักษะการปฏิบัติของผู้เรียน

ด้านความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร พบว่ากลุ่มทดลองมีค่า Normalized Gain เท่ากับ 0.62 อยู่ในระดับปานกลาง และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้พัฒนาการด้านนี้จะต่ำกว่าทักษะสะเต็มและความตระหนักด้านความยั่งยืนเล็กน้อย แต่สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถตั้งแต่การค้นหาปัญหาและโอกาส การสร้างแนวคิด การออกแบบและสร้างต้นแบบ การทดลองและปรับปรุง ตลอดจนการประเมินความเป็นไปได้และแนวทางต่อยอดผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ ความสามารถด้านนวัตกรรมอาหารมีความซับซ้อน เนื่องจากต้องบูรณาการความรู้ ทักษะการออกแบบ ความคิดสร้างสรรค์ การทดลอง และการพิจารณาความต้องการของผู้บริโภคเข้าด้วยกัน ผลเชิงคุณภาพสนับสนุนข้อค้นพบดังกล่าว โดยพบว่าผู้เรียนสามารถสร้างต้นแบบ ทดสอบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์จากข้อมูลที่ได้ รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนและแนวทางการต่อยอดผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมอาหารของ วิจิตรา เหลียวตระกูล (2563) และผลการศึกษาของ เหมือนจันทร์ สอนเนย และแก้วศรีทอง (2025) ที่ชี้ให้เห็นว่าการเชื่อมโยงการเรียนรู้กับทรัพยากรและบริบทของชุมชนช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการแปรรูปและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อาหารได้

ด้านความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่ามีค่า Normalized Gain สูงที่สุด คือ 0.69 และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวอาจเกิดจากการที่ LIFE-Eco STEM บูรณาการมิติด้านความยั่งยืนไว้ตลอดกระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่การสำรวจและเห็นคุณค่าของทรัพยากรท้องถิ่น การเลือกใช้วัตถุดิบอย่างคุ้มค่า การลดของเสีย การพิจารณาผลกระทบจากกระบวนการผลิต ตลอดจนการคำนึงถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม ทำให้ความยั่งยืนไม่ได้เป็นเพียงเนื้อหาที่ผู้เรียนรับรู้ แต่เป็นเกณฑ์ที่ผู้เรียนต้องนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการสร้างนวัตกรรม ข้อมูลเชิงคุณภาพสนับสนุนผลดังกล่าว โดยพบพฤติกรรมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ การลดของเสีย และการพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนของ Nguyen et al., 2020; UNESCO, 2017) ที่เน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กับการใช้ทรัพยากรอย่างรับผิดชอบและการพัฒนาที่ยั่งยืน

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกัน จุดเด่นของ LIFE-Eco STEM คือการบูรณาการบริบทท้องถิ่น กระบวนการ STEM การสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหาร และความยั่งยืนไว้ในกระบวนการเรียนรู้เดียวกัน ผู้เรียนเริ่มจากการสำรวจทรัพยากร ปัญหา และความต้องการของชุมชนแม่สะเรียง ก่อนนำความรู้ STEM มาใช้ในการออกแบบ ทดลอง และปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ตลอดจนพิจารณาความเป็นไปได้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เช่น Crispy Okara-Toon และกิมจิพริกกะเหรี่ยง รวมถึงการจัดทำ Business Model Canvas สะท้อนการนำความรู้จากห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในบริบทจริง ซึ่งสอดคล้องกับ เหมือนจันทร์ สอนเนย และแก้วศรีทอง (2025) และสุดงูเหลือม และคณะ (2026) ที่พบว่าการใช้ชุมชนและทรัพยากรท้องถิ่นเป็นฐานสามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะและการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อาหารของผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตาม LIFE-Eco STEM ขยายผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไปสู่การพัฒนาทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารและความตระหนักด้านความยั่งยืนร่วมกัน จึงเป็นจุดเด่นของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ควรนำ LIFE-Eco STEM ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษา โดยปรับสถานการณ์ ปัญหา ทรัพยากร และภูมิปัญญาให้สอดคล้องกับบริบทของแต่ละชุมชน เพื่อส่งเสริม

ทักษะสะเต็ม ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารสุขภาพและความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมควรส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง โรงเรียน ชุมชน ผู้ประกอบการ และหน่วยงานท้องถิ่น เพื่อสนับสนุนการทดสอบพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมของผู้เรียนสู่การใช้ประโยชน์จริง การสร้างมูลค่าเพิ่ม และการแก้ปัญหาของชุมชนอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการประยุกต์ใช้ LIFE-Eco STEM กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดและบริบทหลากหลาย เพื่อยืนยันประสิทธิผลและความสามารถในการนำไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกันรวมทั้งควรศึกษาผลในระยะยาวเพื่อตรวจสอบความคงทนของทักษะสะเต็มความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารและความตระหนักด้านความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนศึกษาผลจากการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้จริงในด้านการยอมรับของผู้บริโภคความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ และคุณค่าที่เกิดขึ้นต่อชุมชน

9. เอกสารอ้างอิง

นภัสชนันท์พร เหมือนจันทร์, กีรติญา สอนเนย, และจิราพัทธ์ แก้วศรีทอง. (2025). นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ทักษะการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่นโดยใช้ชุมชนเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย, 9(4), 2166–2186.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษา. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุดงูเหลือม, ธ., บุญผิว, น., มีเพชร, อ., และขำทอง, พ. (2026). การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวเหนียวดำและมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยใช้กระบวนการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมสุขภาพจิตในชุมชน. วารสารวิชาการสหศาสตร์ศึกษา, 2(1), 1–15.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2559). ความสำคัญของวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 31(3), 48–53.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.

Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H., & Tran, T. K. (2020). STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. Sustainability, 12(21), 8865. https://doi.org/10.3390/su12218865

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. European Journal of STEM Education, 3(1), Article 2. https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525

UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444

การพัฒนาหลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน กรณีศึกษา โรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร

พิรุณ ศิริศักดิ์ น้ำค้าง นงค์เยาว์ สมฤทัย แปลงศรี และอัญธิกา พิทักษ์ศฤงคาร
โรงเรียนราชินีบน จังหวัดกรุงเทพมหานคร
Email: anthika.p@rajinibon.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน และ (2) ประเมินคุณภาพของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น โดยมีแนวคิดเศรษฐกิจ BCG (Bioeconomy, Circular Economy, Green Economy) เป็นฐานคิดร่วมกับการศึกษาฐานสมรรถนะ และการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 231 คน มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 192 คน และมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 201 คน ในปีการศึกษา 2567 รวมจำนวน 624 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ หลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ บันทึกการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน และแบบประเมินสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติร้อยละ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย (1) จุดมุ่งหมายในการพัฒนาสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน จำนวน 9 สมรรถนะย่อย (2) เนื้อหาในการจัดกระบวนการเรียนรู้ 3 ส่วน (3) วงจรการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สอดแทรกคำถามเชิงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและหลักการ BCG และ (4) การประเมินตามสภาพจริง ส่วนคุณภาพของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น คือ (1) จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาในการนำหลักสูตรไปใช้ (2) ระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน พบว่า นักเรียนชั้น ม.6 มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในภาพรวมสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 30.35 รองลงมาเป็นชั้น ม.3 และ ป.6 ตามลำดับ และ (3) คุณภาพผลงานนักเรียนทุกชั้นส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ : โมเดลเศรษฐกิจบีซีจี สมรรถนะ ความยั่งยืน

1. ที่มาและความสำคัญ

หลังจากที่สถานการณ์โควิดคลี่คลายลง นานาประเทศหันมาทบทวนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ประเทศไทยได้นำโมเดลเศรษฐกิจ BCG ซึ่งบูรณาการเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) มาเป็นแผนปฏิบัติการขับเคลื่อนประเทศ พ.ศ. 2564 – 2570 (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2565) โรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร ได้พัฒนาวิสัยทัศน์ในการจัดการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยปีการศึกษา 2563–2565 ได้พัฒนาสมรรถนะชีวิตวิถีใหม่ ซึ่งประกอบด้วย 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ สมรรถนะสุขภาพ ดิจิทัล และนวัตกรรม (พิรุณ ศิริศักดิ์, 2565) จากนั้น นำสมรรถนะย่อยดังกล่าวมาบูรณาการเข้ากับโมเดลเศรษฐกิจ BCG เกิดเป็น **"สมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน" (BCG for Sustainable New Normal Competency)** อันเป็นความสามารถในการนำทรัพยากรชีวภาพมาสร้างมูลค่า พัฒนานวัตกรรม และเทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการผลิตที่มีการหมุนเวียนทรัพยากรเพื่อให้เกิดสมดุลทางสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม นำไปสู่สุขภาวะที่ยั่งยืน

การพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม จำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ ที่แตกต่างจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานที่มุ่งพัฒนานักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ งานวิจัยนี้ โรงเรียนราชินีบน ในการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืนจึงพัฒนาการจัดการเรียนรู้โครงงานนวัตกรรมแบบผสมผสาน โดยมีคำถามวิจัยว่า หลักสูตรฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะอย่างไร การจัดการเรียนรู้และประเมินการเรียนรู้มีกระบวนการอย่างไรให้ส่งเสริมต่อการพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาหลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืนในบริบทของโรงเรียนราชินีบน

2.2 เพื่อประเมินคุณภาพของหลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืนในด้านการนำหลักสูตรไปใช้จัดการเรียนรู้ระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน และระดับคุณภาพผลงานนักเรียน

3. ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา: นักเรียนชั้นปีสุดท้ายของแต่ละช่วงชั้น ในปีการศึกษา 2567 ได้แก่ นักเรียนชั้น ป.6 จำนวน 231 คน ชั้น ม.3 จำนวน 192 คน และชั้นม.6 จำนวน 201 คน รวมทั้งสิ้น 624 คน

ตัวแปร: ตัวแปรอิสระ คือ หลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน

ตัวแปรตาม คือ ระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน และระดับคุณภาพผลงานนวัตกรรมของนักเรียน

ระยะเวลา: ปีการศึกษา 2567 (พฤษภาคม 2567 – มีนาคม 2568)

4. การทบทวนวรรณกรรม

สถานการณ์โควิด ส่งผลให้เกิดการพลิกผันของวิถีการดำเนินชีวิตที่เรียกว่า “ชีวิตวิถีใหม่” (สุรเกียรติ เสถียรไทย, 2563) เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) จึงเป็นการพัฒนาประเทศที่พึงประสงค์ โดยเน้นการบูรณาการและการมีส่วนร่วม (มานะ สินธุวงษานนท์และคณะ, 2566) ในขณะเดียวกัน ประเทศไทยได้นำโมเดลเศรษฐกิจ BCG มาเป็นนโยบายขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจและสังคม 3 ด้าน ได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว พร้อมทั้งลดความเหลื่อมล้ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (ESD) มีหลักการจัดการศึกษาที่มุ่งสร้างสมรรถนะ ซึ่งเป็นทางออกของประเทศไทยที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้วางแผนเส้นทางการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองตามความถนัด ความสนใจ และศักยภาพที่แตกต่างกัน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) โรงเรียนราชินีบน ใช้แนวคิดสำคัญจากการวิจัยของ พิรุณ ศิริศักดิ์, 2565 ที่พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะชีวิตวิถีใหม่ทั้งในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะย่อยได้

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพในขั้นตอนพัฒนา และนำหลักสูตรไปใช้จัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ จากนั้น เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อทำการประเมินคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้: แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

เครื่องมือดำเนินการวิจัย ได้แก่ หลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน และแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ 7 หน่วยการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้วยค่า IOC โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และได้ค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00 นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนก่อนนำไปใช้จริง

เครื่องมือรวบรวมข้อมูล ได้แก่

(1) บันทึกการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน ซึ่งครูใช้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้วยค่า IOC โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และได้ค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00 นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนก่อนนำไปใช้จริง

(2) แบบประเมินสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน 9 สมรรถนะย่อย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่เป็นอิสระต่อเนื้อหา จำนวน 18 ข้อ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้วยค่า IOC โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และได้ค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00 นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนก่อนนำไปใช้จริง มีค่าความยาก (p) 0.29–0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.28–0.37 และค่าความเที่ยงของแบบประเมินทั้งฉบับด้วย KR-20 คือ 0.65 โดยมีเกณฑ์การประเมินระดับสมรรถนะ แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 – 79	ระดับดี
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60 – 69	ระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50 – 59	ระดับผ่าน
คะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่า 50	ระดับไม่ผ่าน

(3) เกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพผลงานของนักเรียน ใช้ตรวจสอบคุณลักษณะของนวัตกรรม ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้วยค่า IOC โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และได้ค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00 นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงก่อนนำไปทดลองให้ครู 3 ท่านนำเกณฑ์ไปใช้การตรวจสอบผลงานนักเรียน ปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์จนกว่าครูทั้ง 3 ท่าน จะตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน กล่าวคือ มีความเที่ยง โดยใช้เกณฑ์ระดับคุณภาพผลงานของนักเรียน แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง ผ่าน และไม่ผ่าน เช่นเดียวกับเกณฑ์การประเมินระดับสมรรถนะของแบบประเมินสมรรถนะฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล: ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหาด้านการพัฒนาการสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน จากนั้น เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินสมรรถนะฯ และคุณภาพผลงานของนักเรียนด้วยสถิติร้อยละ

6. ผลการวิจัย

1. หลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

(1) จุดมุ่งหมาย พัฒนาสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน จำนวน 9 สมรรถนะย่อย โดยบูรณาการหลักการ BCG เข้ากับสมรรถนะชีวิตวิถีใหม่ 3 ด้าน คือ นวัตกรรม ดิจิทัล และสุขภาพ และกำหนดระดับสมรรถนะแยกเป็นระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ดังตารางที่ 1 ระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน

(2) เนื้อหา แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อหาบูรณาการระหว่างวิชาครอบคลุมทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ภายใต้เรื่อง "บีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน" เนื้อหาเชิงสถานการณ์ที่บูรณาการข้ามวิชาเข้ากันพื้นที่เรียนรู้ในโลกจริง และเนื้อหาของโมเดลเศรษฐกิจ BCG ที่นักเรียนใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับหลักการ BCG

(3) กระบวนการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับคำถามเชิงปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงผสานหลักการ BCG ที่เปิดโอกาสให้วิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างนวัตกรรม

(4) การประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ การประเมินระหว่างเรียนรู้ด้วยการสนทนาเชิงปรัชญา และการประเมินสรุปผลการเรียนรู้ด้วยแบบประเมินสมรรถนะหลังพัฒนาผลงานของนักเรียน

ตารางที่ 1 ระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน

สมรรถนะย่อย	ประถมศึกษา (Primary)	มัธยมศึกษา (Secondary)
1. นวัตกรรมทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน IB	IBP: พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่โดยนำทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่น	IBS: พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่นที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ
2. นวัตกรรมหมุนเวียนทรัพยากรอย่างยั่งยืน IC	ICP: พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ช่วยหมุนเวียนทรัพยากรเพื่อการอนุรักษ์	ICS: พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ช่วยหมุนเวียนทรัพยากรในกระบวนการผลิต
3. นวัตกรรมเพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม IG	IGP: พัฒนาชุมชนท้องถิ่นด้วยสิ่งประดิษฐ์ใหม่เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	IGS: พัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
4. ดิจิทัลเพื่อการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน DB	DBP: ใช้ดิจิทัลในการนำทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์	DBS: พัฒนาผลงานดิจิทัลเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่น
5. ดิจิทัลเพื่อการหมุนเวียนทรัพยากรอย่างยั่งยืน DC	DCP: ใช้ดิจิทัลในการหมุนเวียนทรัพยากรในชีวิตประจำวัน	DCS: พัฒนาผลงานดิจิทัลที่ช่วยหมุนเวียนทรัพยากรในกระบวนการผลิต
6. ดิจิทัลเพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม DG	DGP: ใช้ดิจิทัลเพื่อพัฒนาชุมชนท้องถิ่นโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม	DGS: พัฒนาผลงานดิจิทัลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยคำนึงถึงการสิ่งแวดล้อม
7. การใช้ทรัพยากรชีวภาพเพื่อสุขภาพอย่างยั่งยืน HB	HBP: นำทรัพยากรชีวภาพมาใช้ประโยชน์ด้านสุขภาพของตนเองและชุมชน	HBS: นำทรัพยากรชีวภาพมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการด้านสุขภาพ
8. การหมุนเวียนทรัพยากรเพื่อสุขภาพอย่างยั่งยืน HC	HCP: นำหลักการหมุนเวียนทรัพยากรมาเชื่อมโยงกับการส่งเสริมสุขภาพ	HCS: หมุนเวียนทรัพยากรในกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการด้านสุขภาพ
9. การส่งเสริมสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน HG	HGP: ทำกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่น	HGS: พัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการด้านสุขภาพโดยคำนึงถึงการอนุรักษ์และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

2. คุณภาพของหลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน แบ่งเป็น 3 ประเด็นดังนี้

(1) จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาในการนำหลักสูตรไปใช้จัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ มีผลการวิจัย ดังนี้

ด้านบริบท โรงเรียนตั้งอยู่ในชุมชนเมืองที่มีปัญหาสิ่งแวดล้อมหลากหลาย สามารถใช้เป็นสถานการณ์จริง และมีพื้นที่สีเขียวเป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพ



ด้านปัจจัยนำเข้า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ตามมาตรฐานหลักสูตรในระดับดีขึ้นไป และครูส่วนใหญ่มุ่งมั่นออกแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ แต่ควรเตรียมครูให้มีทักษะการสอนคิดและการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้ควรเพิ่มการสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก

ด้านกระบวนการ วงจรการเรียนรู้ 7 ขั้นส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการยกระดับคุณภาพผลงานได้ดี แต่ควรเพิ่มการสำรวจพื้นที่จริง เพื่อให้นักเรียนได้รู้สภาพปัญหา

ด้านการประเมินสมรรถนะผู้เรียน แบบประเมินที่อิสระจากเนื้อหาส่งเสริมให้การวัดสมรรถนะมีความตรงมาก แต่ควรพัฒนาแบบประเมินแยกระหว่างระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา

(2) ระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน พบว่า นักเรียนชั้น ม.6 มีจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะในภาพรวมสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 30.35 รองลงมาเป็นชั้น ม.3 และ ป.6 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 แต่เมื่อประเมินระดับสมรรถนะของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ของทุกระดับมีสมรรถนะฯ ในระดับไม่ผ่าน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน

สมรรถนะย่อย	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะ		
	ป.6 (n=231)	ม.3 (n=192)	ม.6 (n=201)
1. นวัตกรรมทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน IB	4.69	16.67	12.99
2. นวัตกรรมหมุนเวียนทรัพยากรอย่างยั่งยืน IC	9.38	26.37	42.42
3. นวัตกรรมเพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม IG	46.61	34.08	60.17
4. ดิจิทัลเพื่อการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน DB	7.55	25.12	23.38
5. ดิจิทัลเพื่อการหมุนเวียนทรัพยากรอย่างยั่งยืน DC	14.84	20.90	36.15
6. ดิจิทัลเพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม DG	11.20	20.65	31.17
7. การใช้ทรัพยากรชีวภาพเพื่อส่งเสริมสุขภาพอย่างยั่งยืน HB	12.50	20.90	39.39
8. การหมุนเวียนทรัพยากรเพื่อส่งเสริมสุขภาพอย่างยั่งยืน HC	4.43	11.69	12.12
9. การส่งเสริมสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน HG	14.06	26.62	19.48
ภาพรวม	**13.85**	**22.40**	**30.35**

ตารางที่ 3 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืนในระดับต่าง ๆ

ระดับชั้น	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืน					รวม
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ไม่ผ่าน	
ป.6	0.00	0.00	0.86	12.99	86.15	100.00
ม.3	0.00	1.04	14.58	6.78	77.60	100.00
ม.6	0.00	3.48	16.42	10.45	69.65	100.00

(3) คุณภาพผลงานนักเรียน พบว่า ผลงานของนักเรียนทุกชั้นอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของจำนวนผลงานนักเรียนในระดับคุณภาพต่าง ๆ

ระดับชั้น	ร้อยละของจำนวนผลงานของนักเรียนในระดับคุณภาพต่าง ๆ					รวม
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ไม่ผ่าน	
ป.6	12.00	28.00	40.00	20.00	0.00	**100.00**
ม.3	23.33	26.67	43.33	6.67	0.00	**100.00**
ม.6	25.71	31.43	37.14	5.71	0.00	**100.00**

7. สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

หลักสูตรสมรรถนะบีซีจีเพื่อชีวิตวิถีใหม่ที่ยั่งยืนที่พัฒนาขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของสถานศึกษาในการยกระดับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 ไปสู่สมรรถนะผู้เรียนที่สอดคล้องกับบริบทโลกที่เปลี่ยนแปลง จุดมุ่งหมาย 9 สมรรถนะย่อยมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะหลักของร่างกรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะด้านการคิดขั้นสูงและการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ การบูรณาการข้ามวิชา การใช้สถานการณ์จริง ร่วมกับการประเมินตามสภาพจริง เป็นกลไกสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะ และคุณภาพผลงานของนักเรียนมากกว่าการตัดสินผลการเรียน (ศิวะลักษณ์ มหาชัย และเอกราช โฆษิตพิมานเวช, 2565)

อย่างไรก็ตาม ยังพบว่า คุณภาพผลงานนวัตกรรมของนักเรียนไม่ได้สัมพันธ์โดยตรงกับการมีมรรถนะบีซีจีในภาพรวม เนื่องจากการพัฒนาผลงานนวัตกรรมแต่ละชิ้นมีความจำเพาะเกี่ยวกับสมรรถนะย่อยเพียงบางด้านเท่านั้น นักเรียนแต่ละคนจึงได้รับการพัฒนาสมรรถนะย่อยอย่างจำกัด ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562) ที่กล่าวว่า สมรรถนะต้องอาศัยองค์ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่สะสมอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน การใช้คำถามเชิงปรัชญาระหว่างการเรียนรู้จึงช่วยกระตุ้นการคิด และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมุ่งพัฒนาผลงานจนสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Floridi (2013)

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้บริหารสถานศึกษาในท้องถิ่นอื่น สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อยกระดับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางฯ ไปสู่การพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนตามบริบทความต้องการของชุมชนท้องถิ่นได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะแยกตามระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา เพื่อให้สามรรถประเมินสมรรถนะได้ตรงกับช่วงวัยมากขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

พิรุณ ศิริศักดิ์. (2565). การจัดการเรียนรู้โครงงานนวัตกรรมแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะชีวิตวิถีใหม่ของพลเมืองไทย 4.0 กรณีศึกษาโรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิชาการ,* 25(1)1, 49-64.

มานะ สินธุวงษานนท์ ณัฐยา บุญกองแสน และกชกร หวังเติมกลาง. (2566). การศึกษากับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs). *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี*, 5(6), 527-544.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช .... ระดับประถมศึกษา. https://cbethailand.com/หลักสูตร-2/กรอบหลักสูตร/ดาวน์โหลด-ร่าง-กรอบหลัก/

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2565). แผนปฏิบัติการด้านการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไทยด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG พ.ศ.2564-2570. https://www.bcg.in.th/bcg-action-plan/

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (1). นนทบุรี. บริษัท 21 เซ็นจูรี่ จำกัด.

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

บทความ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา

(Oral Presentation)

กลุ่มความฉลาดรู้เรื่องเอไอ หุ่นยนต์ และวิทยาการข้อมูลในโรงเรียน (AI)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

การพัฒนาสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาด้วย PBL–Storyline ร่วมกับ AI

สุดาวรรณ สุทธิอาจ
โรงเรียนสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
Email: muggle19@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์บูรณาการ AI Chatbots เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) พัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา และ 3) ศึกษาผลการทดลองใช้เบื้องต้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มทดลองภาคสนามคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา แบบวัดสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test) เกณฑ์การประเมินสมรรถนะและแบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (PSI) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และการทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมี 4 องค์ประกอบ (แนวคิด/หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการ 6 ขั้น และการวัดและประเมินผล) มีความเหมาะสมและสอดคล้องในระดับมากที่สุด (CVI = 1.00) และมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 76.09/74.96 2) เครื่องมือประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม 3) ผลการทดลองใช้เบื้องต้นพบว่านักเรียนมีสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเองดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : สมรรถนะการคิดแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน AI Chatbots

1. ที่มาและความสำคัญ

ในศตวรรษที่ 21 สมรรถนะการคิดแก้ปัญหา (Problem-solving competency) เป็นสมรรถนะสำคัญที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีเพื่อใช้ในการตัดสินใจและรับมือกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนในชีวิตจริง ซึ่งได้รับการเน้นย้ำจากองค์กรระดับนานาชาติอย่างต่อเนื่อง (OECD, 2018; UNESCO, 2015; World Economic Forum, 2023) อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนไทยยังมีข้อจำกัดด้านสมรรถนะดังกล่าวเมื่อเทียบกับมาตรฐานสากล จึงทำให้การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเสริมสร้างสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาเป็นประเด็นสำคัญของการศึกษาไทยในปัจจุบัน ทั้งนี้ สมรรถนะการคิดแก้ปัญหาไม่ได้ครอบคลุมเฉพาะด้านความรู้และทักษะทางปัญญาเท่านั้น แต่ยังรวมถึงเจตคติและความเชื่อมั่นในการเผชิญปัญหาอีกด้วย (Heppner & Petersen, 1982) แนวทางดังกล่าวยังสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, 2560) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้สามารถคิดและประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

สำหรับรายวิชาชีววิทยา เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เป็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและปัญหาสุขภาพของผู้เรียนโดยตรง โดยเฉพาะเมื่อสัมพันธ์กับประเด็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ซึ่งสามารถใช้เป็นบริบทของการเรียนรู้ที่มีความหมายและเอื้อต่อการวิเคราะห์สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย

จึงบูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Hmelo-Silver, 2004) ร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาให้ต่อเนื่องและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน พร้อมทั้งนำ AI Chatbots มาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ในลักษณะของนั่งร้านทางปัญญา (cognitive scaffolding) เพื่อช่วยกระตุ้นการตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูล การสะท้อนคิด และการให้ผลป้อนกลับอย่างทันท่วงที (Wu & Yu, 2024) ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ บูรณาการ AI Chatbots เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ (Storyline) บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots) เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา ได้แก่ แบบทดสอบสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา (Scoring Rubric) เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และแบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (Personal Problem-Solving Inventory: PSI) ฉบับภาษาไทย

3. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ (Storyline) บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots) เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ที่มีต่อสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

3. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสว่างแดนดิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ตัวแปรต้นคือรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ บูรณาการ AI Chatbots เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ส่วนตัวแปรตามคือสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ โดยใช้เนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 18 ชั่วโมง

4. การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สถานการณ์ การตัดสินใจ และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Arora & Kaur, 2024) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ สมรรถนะการคิดแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทคนิคสตอรี่ไลน์ และปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นกรอบในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

4.1 สมรรถนะการคิดแก้ปัญหา (Problem-solving competency)

การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนต้องอาศัยทั้งองค์ความรู้ ทักษะการคิด และความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อจัดการกับสถานการณ์ที่ท้าทายอย่างมีประสิทธิภาพ นักการศึกษาได้เสนอกรอบการแก้ปัญหาไว้อย่างหลากหลาย โดย Polya (1945) เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ได้แก่ การเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการ และการทบทวนผล ขณะที่ Jonassen (2000) เน้นว่าปัญหาในชีวิตจริงส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างชัดเจน (ill-structured

problems) ซึ่งควรวัดผ่านสถานการณ์วัดที่ใกล้เคียงบริบทจริง (task performance และ open-ended problem tasks) มากกว่าการใช้แบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม สมรรถนะการคิดแก้ปัญหาไม่ได้ครอบคลุมเฉพาะด้านความรู้และทักษะทางปัญญาเท่านั้น แต่ยังรวมถึงเจตคติและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเผชิญปัญหาด้วย โดย Heppner และ Petersen (1982) ได้พัฒนาแบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (Personal Problem-Solving Inventory: PSI) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความมั่นใจในการแก้ปัญหา (Problem-Solving Confidence) รูปแบบการเข้าเผชิญหรือหลีกเลี่ยงปัญหา (Approach-Avoidance Style) และการควบคุมตนเอง (Personal Control) แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับนิยามสมรรถนะของ Weinert (2001) ที่มองว่าสมรรถนะเป็นการบูรณาการระหว่างความรู้ ทักษะ และเจตคติเข้าด้วยกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบการวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

4.2 การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL)

การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) มีต้นกำเนิดจากวิทยาลัยแพทย์มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ ประเทศแคนาดา และตั้งอยู่บนแนวคิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) โดย Barrows และ Tamblyn (1980) อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาบนพื้นฐานของเหตุและผล ควบคู่กับการสืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางแก้ไข การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาที่มีความซับซ้อน ฝึกการสืบค้นข้อมูล และพัฒนาการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ (Hmelo-Silver, 2004) ทั้งนี้ ผลการศึกษาเชิงวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) ของ Juandi และ Tamur (2021) ยังยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียน จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา

4.3 เทคนิคสตอรี่ไลน์ (Storyline)

เทคนิคสตอรี่ไลน์ (Storyline) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง พัฒนาขึ้นในประเทศสกอตแลนด์ โดยใช้ "เส้นเรื่อง" เชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์ปัญหาให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและมีความหมายต่อผู้เรียน (Creswell, 1997) องค์ประกอบสำคัญของการสอนแบบสตอรี่ไลน์ประกอบด้วย ฉาก ตัวละคร วิถีชีวิตของตัวละคร เหตุการณ์หรือปัญหาที่ต้องแก้ไข และคำถามหลัก ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมการมีส่วนร่วม และเปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นจากมุมมองของตนเอง (อุบลวรรณ เลี้ยวอุดมชัย, 2558) การนำเทคนิคสตอรี่ไลน์มาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน จึงช่วยเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ให้เป็นเรื่องราวที่ใกล้ตัวและต่อเนื่อง เอื้อต่อการสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของปัญหาของผู้เรียน

4.4 ปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots) ในการจัดการเรียนรู้

ปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (Generative AI) โดยเฉพาะในรูปแบบของแชตบอต (AI Chatbots) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ในบริบทดิจิทัลที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง Luckin และคณะ (2016) ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของปัญญาประดิษฐ์ในการสนับสนุนการเรียนรู้แบบรายบุคคลและการให้ผลป้อนกลับ ขณะที่ผลการวิเคราะห์อภิมานของ Wu และ Yu (2024) พบว่า AI Chatbots สามารถส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้และกระตุ้นกระบวนการคิดของผู้เรียนได้ ในบริบทของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน AI Chatbots สามารถทำหน้าที่เป็นนั่งร้านทางปัญญา (cognitive scaffolding) เพื่อช่วยกระตุ้นการตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูล การสะท้อนคิด และการให้ผลป้อนกลับอย่างทันท่วงที อย่างไรก็ตาม การใช้ AI ในการเรียนรู้จำเป็นต้องอยู่บนพื้นฐานของการรู้เท่าทันและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้เรียนควรใช้ข้อมูลจาก AI เป็นจุดเริ่มต้นและตรวจสอบความถูกต้องจากแหล่งข้อมูลวิชาการอื่นควบคู่ไปด้วย ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงออกแบบให้ใช้ AI Chatbots เฉพาะในช่วงสืบค้นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ก่อนให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์และสะท้อนคิดด้วยตนเองในเส้นเรื่องถัดไป

4.5 การสังเคราะห์แนวคิดสู่การพัฒนารูปแบบ

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จุดแข็งของแต่ละแนวคิดเข้าด้วยกัน กล่าวคือ ใช้เทคนิคสตอรี่ไลน์เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาให้มีความหมายและต่อเนื่อง ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และใช้ AI Chatbots เป็นเครื่องมือสนับสนุนการสืบค้นและการสะท้อนคิดในจังหวะที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติอย่างเป็นองค์รวม ทั้งนี้ การสังเคราะห์ดังกล่าวนำไปสู่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านแนวคิด ทฤษฎี และหลักการพื้นฐาน ด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ด้านกระบวนการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดในผลการวิจัยต่อไป

5. วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยบทความนี้นำเสนอผลการดำเนินการในระยะทดลองใช้เบื้องต้น (Preliminary Study) ซึ่งใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest–Posttest Design) การดำเนินการแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และการทดลองใช้เบื้องต้นกับกลุ่มทดลองภาคสนาม

5.1 ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน กล่าวคือ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ร่วมกับการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เทคนิคการสอนสตอรี่ไลน์ (Storyline) และปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots) ควบคู่กับการสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์แก่นสาร (thematic analysis) เพื่อใช้เป็นฐานในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อสภาพปัญหาที่แท้จริง

จากนั้นผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยนำองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและเทคนิคการสอนสตอรี่ไลน์มาวิเคราะห์เปรียบเทียบใน 4 ประเด็น ได้แก่ ด้านแนวคิด ทฤษฎี และหลักการพื้นฐาน ด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ด้านกระบวนการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล แล้วหลอมรวมกับสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นที่ค้นพบ เพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบที่สอดคล้องกับบริบทปัญหาอย่างแท้จริง ผลการสังเคราะห์ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน จากนั้นนำร่างรูปแบบไปตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องกับผู้ทรงคุณวุฒิด้วยการสนทนากลุ่ม และประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ซึ่งพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

5.2 ระยะที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านการวัดและประเมินผล ด้านเนื้อหาชีววิทยา และด้านสื่อนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ประกอบด้วยเครื่องมือ 4 ชนิด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 8 แผน รวม 18 ชั่วโมง ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนที่พัฒนาขึ้น และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ทั้งรายข้อ (Item-level CVI: I-CVI) และทั้งฉบับ (Scale-level CVI: S-CVI/Ave)

แบบทดสอบวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา แบบวัดสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test) วัดสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) และด้านทักษะ (Skill) โดยระดับที่ 1 (Tier 1) วัดความรู้และผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา และระดับที่ 2 (Tier 2) วัดเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในระดับที่ 1 พัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Treagust (1988) ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะ รวม 10 ขั้นตอน ครอบคลุมเนื้อหา 8 เรื่องย่อยและตัวชี้วัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา 4 ด้าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยใช้เกณฑ์การยอมรับที่ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring Rubric) กำหนดตัวชี้วัดหลัก 4 ด้าน ได้แก่ การระบุปัญหาและการประเมินผลกระทบของปัญหา การแยกปัญหาที่ซับซ้อน การออกแบบวิธีแก้ปัญหา และการวางแผนการปฏิบัติงาน โดยแบ่งระดับคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (CVI) และหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-Rater Reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICC)

แบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (Personal Problem-Solving Inventory: PSI) ฉบับภาษาไทย ประยุกต์จากแบบวัดของ Heppner และ Petersen (1982) จำนวน 32 ข้อ ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ความมั่นใจในการแก้ปัญหา (Problem-Solving Confidence) รูปแบบการเข้าเผชิญหรือหลีกเลี่ยงปัญหา (Approach-Avoidance Style) และการควบคุมตนเอง (Personal Control) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item Discrimination) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation) โดยใช้เกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

5.3 ระยะที่ 3 การทดลองใช้เบื้องต้น

กลุ่มทดลองภาคสนาม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสว่างแดนดิน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม การทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest–Posttest Design) ดังนี้

$$O_1 \quad X \quad O_2$$

โดย O_1 คือ การวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียน X คือ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอนสตอรี่ไลน์ บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง และ O_2 คือ การวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน ผู้วิจัยดำเนินการวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา แบบวัดสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test) และแบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (PSI) จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่พัฒนาขึ้น แล้วจึงวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาและเจตคติหลังเรียนด้วยเครื่องมือชุดเดิม เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของผู้เรียน

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) สถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (2) สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (CVI) ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item-Total Correlation) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น

(ICC) และค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ E_1/E_2 (70/70) และ (3) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent Samples) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาและเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเองระหว่างก่อนและหลังเรียน

6. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ (Storyline) บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นจากการบูรณาการแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทคนิคสตอรี่ไลน์ และการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้างอย่างมีโครงสร้าง โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านแนวคิด ทฤษฎี และหลักการพื้นฐาน ด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ด้านกระบวนการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านแนวคิด ทฤษฎี และหลักการพื้นฐาน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตั้งอยู่บนฐานแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เรื่องเล่า (Storyline) และสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริงเป็นแกนในการแปลงเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมและมีความหมายต่อผู้เรียน ผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ที่ใช้ปัญหาที่เป็นจริงและซับซ้อนเป็นจุดเริ่มต้นเพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ในลักษณะนั่งร้านทางปัญญา (cognitive scaffolding) ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อสภาพปัญหาที่ผู้เรียนใช้การท่องจำแทนความเข้าใจ ส่งผลให้ความรู้ไม่คงทนและไม่สามารถเชื่อมโยงสู่บริบทชีวิตจริงได้

2. ด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้กำหนดการพัฒนาสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาและการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) เป็นเป้าหมายหลัก โดยครอบคลุมทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย (การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการคิดสร้างสรรค์) ด้านทักษะพิสัย (การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการรู้เท่าทัน AI) และด้านเจตพิสัย (แรงจูงใจและการเห็นคุณค่าในตนเอง) ตลอดจนการประยุกต์ความรู้สู่บริบทชีวิตจริง ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อสภาพปัญหาที่ผู้เรียนขาดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาตลอดทั้งกระบวนการ และเกิดภาวะถดถอยทางปัญญาจากการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างไร้โครงสร้าง

3. ด้านกระบวนการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผลการสังเคราะห์นำไปสู่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เปิดฉากเรื่อง (S: Situate the Story) ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจและดึงความรู้เดิม แล้วนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาผ่านเส้นเรื่องและคอมมิคสตริป เพื่อมอบบทบาทสมมติและสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของปัญหา

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา (P: Problem Identification) ผู้เรียนร่วมกันระบุปัญหา ผลกระทบ และสาเหตุของปัญหา โดยยึดหลัก "คิดให้รอบ–แยกให้ถูก–แก้ให้ครบ–ลงมือให้ชัด"

ขั้นที่ 3 สืบค้นและรวบรวมข้อมูล (I: Inquiry) — ช่วง AI ON ผู้เรียนใช้แหล่งเรียนรู้ 3 แหล่ง (AI Chatbots 2 แหล่ง และหนังสือเรียน 1 แหล่ง) ฝึกการตั้งคำถาม (prompt) การเปรียบเทียบข้อมูลจาก AI และการตรวจสอบแหล่งที่มา

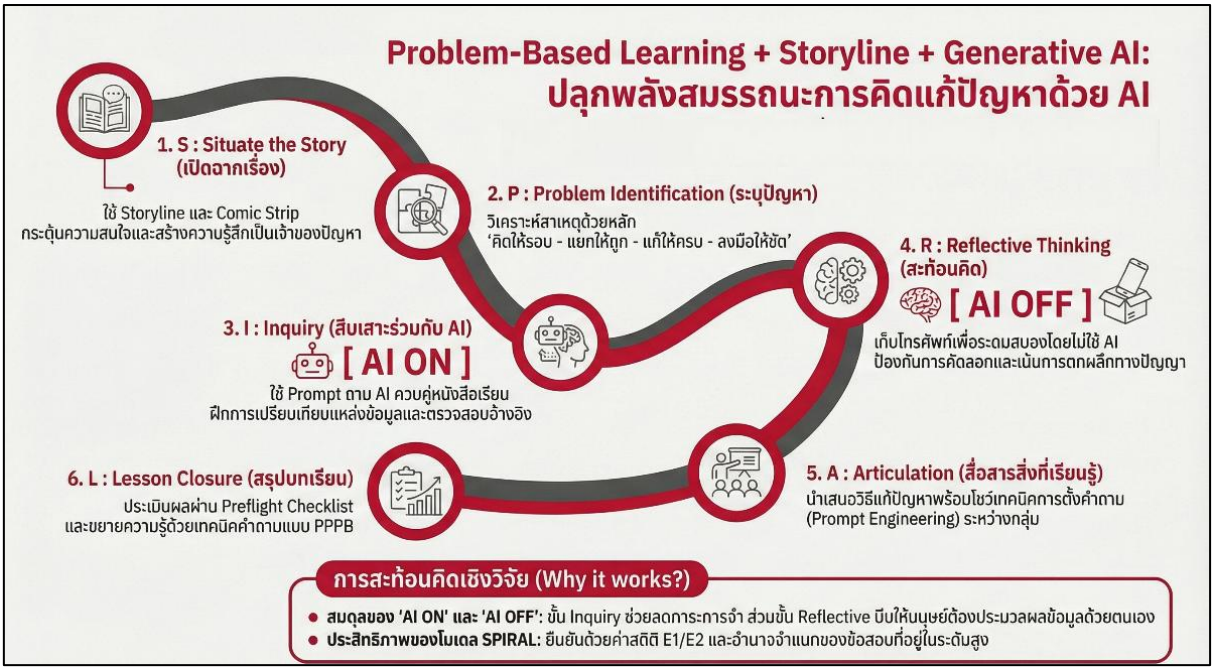
ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด (R: Reflective Thinking) — ช่วง AI OFF ในเส้นเรื่องช่วงที่ 2 ผู้เรียนยุติการใช้ AI และนำข้อมูลที่สืบค้นไว้มาวิเคราะห์ สรุป และออกแบบแนวทางแก้ปัญหาด้วยเหตุผลของตนเอง

ขั้นที่ 5 สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ (A: Articulation) ผู้เรียนนำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวทางแก้ปัญหา รวมถึงสะท้อนพัฒนาการการใช้คำสั่งและการพิจารณาข้อมูลจาก AI ระหว่างกลุ่ม

ขั้นที่ 6 สรุปบทเรียน (L: Lesson Closure) ผู้เรียนประเมินผลงานเพื่อนด้วย Preflight Checklist และร่วมกับครูสรุปและขยายความรู้ด้วยเทคนิคการตั้งคำถามแบบ Pose-Pause-Pounce-Bounce (PPPB)

4. ด้านการวัดและประเมินผล รูปแบบการจัดการเรียนรู้ใช้การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) อย่างต่อเนื่องและฝังตัวตลอดกระบวนการ โดยเน้นการประเมินกระบวนการคิดและการสะท้อนคิดมากกว่าการวัดความจำปลายทาง อาศัยเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (rubric) ที่ชัดเจน และการประเมินจากหลายฝ่าย ทั้งการประเมินตนเอง การประเมินโดยเพื่อน และการประเมินโดยผู้สอน ครอบคลุมสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ พร้อมทั้งเก็บหลักฐานการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อสภาพปัญหาที่ผู้เรียนมุ่งทำเฉพาะภาระงานที่มีคะแนนและคัดลอกผลลัพธ์จากปัญญาประดิษฐ์มาส่งโดยไม่ผ่านการกลั่นกรอง

จุดเด่นของรูปแบบอยู่ที่การกำหนดจังหวะการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีโครงสร้าง คือเปิดใช้ (AI ON) ในขั้นสืบเสาะเพื่อสนับสนุนการเข้าถึงข้อมูล และงดใช้ (AI OFF) ในขั้นสะท้อนคิดเพื่อป้องกันการลัดขั้นตอนทางปัญญาและภาวะถดถอยทางปัญญาจากการพึ่งพา AI ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ร่วมกับเทคนิคสตอรี่ไลน์ (Storyline) บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง (AI Chatbots)

ผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ครอบคลุม 6 องค์ประกอบ (จุดประสงค์ เนื้อหา ความสอดคล้องกับ PBL สตอรี่ไลน์ การบูรณาการ AI และการวัดประเมินผล) พบว่ามีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) เท่ากับ 1.00 ทุกองค์ประกอบและทั้งฉบับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (≥ 0.80) และเมื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองภาคสนาม พบว่ามีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 76.09/74.96 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2)

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)
ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน (E_1)	128	97.52	76.09
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังเรียน (E_2)	96	71.96	74.96
ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2)			76.09/74.96

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา (ด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ)

เครื่องมือประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ดังนี้

แบบทดสอบวัดสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา แบบวัดสองระดับ (Two-Tier Diagnostic Test) จำนวน 24 ข้อ (6 สถานการณ์ ครอบคลุมตัวชี้วัด 4 ด้าน) มีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (Item-level CVI: I-CVI) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Cronbach's alpha) เท่ากับ 0.919 ความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) เท่ากับ 0.976 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.281–0.811 และค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.663–0.816 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกรายการ

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring Rubric) มีความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) เท่ากับ 1.00 ทั้งฉบับ

แบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (Personal Problem-Solving Inventory: PSI) ฉบับภาษาไทย จำนวน 32 ข้อ ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ (ความมั่นใจในการแก้ปัญหา 11 ข้อ ลักษณะการเข้าหา–หลีกเลี่ยงปัญหา 16 ข้อ และการควบคุมตนเอง 5 ข้อ) มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.212–0.769 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Cronbach's alpha) เท่ากับ 0.922

ผลดังกล่าวสะท้อนว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการทดลองใช้เบื้องต้น (Preliminary Study)

ผลการทดลองใช้เบื้องต้นพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (PSI) ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา และเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองภาคสนาม (n = 25)

เครื่องมือ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		*t*-test	*p*-value
		$\bar{x}$	*SD*	$\bar{x}$	*SD*		
แบบทดสอบสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา (K+S)	96	24.00	4.58	71.96	9.71	28.51	<.01**
แบบวัดเจตคติ ฯ (PSI) (A)	192	107.52	15.02	90.16	18.93	13.26	<.01**

*หมายเหตุ: ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 / *สำหรับแบบวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (Personal Problem-Solving Inventory : PSI) คะแนนเฉลี่ยที่ลดลง หมายถึง ผู้เรียนมีเจตคติและการรับรู้ตนเองในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น*

7. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดลองใช้เบื้องต้นสะท้อนแนวโน้มเชิงบวกของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถอภิปรายได้ตามประเด็นสำคัญ ดังนี้

7.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 76.09/74.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนด อาจอธิบายได้จากการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ประการแรก การใช้เทคนิคสตอรี่ไลน์เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัว ทำให้สถานการณ์ปัญหามีความหมายต่อผู้เรียนและเอื้อต่อการมีส่วนร่วม สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเชื่อมโยงเรื่องราวกับบริบทที่มีความหมาย (Creswell, 1997; อุบลวรรณ เลี้ยวอุดมชัย, 2558) และสอดคล้องกับ Arora และ Kaur (2024) ที่ชี้ว่าการเรียนรู้ผ่านปัญหาในชีวิตจริงส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ประการที่สอง กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนผ่านการสืบค้นข้อมูลอย่างเป็นระบบ (Barrows & Tamblyn, 1980; Hmelo-Silver, 2004) ซึ่งผลการวิเคราะห์อภิมานของ Juandi และ Tamur (2021) ยืนยันว่าส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียน และประการที่สาม การใช้ AI Chatbots เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเข้าถึงข้อมูลและการสะท้อนคิด สอดคล้องกับ Wu และ Yu (2024) และ Luckin และคณะ (2016) ที่พบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถสนับสนุนการเรียนรู้และกระตุ้นกระบวนการคิดของผู้เรียนได้ ทั้งนี้ การที่ค่า E_1 สูงกว่า E_2 เพียงเล็กน้อยอาจสะท้อนความสอดคล้องระหว่างกระบวนการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียนกับผลลัพธ์หลังเรียน

7.2 การส่งเสริมสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้และทักษะ

การที่นักเรียนมีสมรรถนะการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้และทักษะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สะท้อนแนวโน้มเชิงบวกของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจอธิบายได้จากการที่การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาที่มีลักษณะซับซ้อนผ่านการสืบค้นและการทำงานร่วมกันอย่างมีความหมาย (Hmelo-Silver, 2004; Juandi & Tamur, 2021) ประกอบกับการที่ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตั้งแต่การเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการ และการทบทวนผล ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบตามแนวคิดของ Polya (1945) นอกจากนี้ การออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้มีลักษณะใกล้เคียงบริบทจริงและไม่มีคำตอบตายตัวยังเอื้อให้ผู้เรียนได้แสดงกระบวนการคิดและการตัดสินใจอย่างแท้จริง สอดคล้องกับแนวคิดการแก้ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างชัดเจน (ill-structured problems) ของ Jonassen (2000) โดยมี AI Chatbots ทำหน้าที่เป็นนั่งร้านทางปัญญาที่ช่วยกระตุ้นการตั้งคำถามและการสืบค้นข้อมูล (Wu & Yu, 2024) อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวควรตีความด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากเป็นผลจากการทดลองใช้เบื้องต้นในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและการวัดก่อน–หลังในกลุ่มเดียว จึงควรมีการตรวจสอบประสิทธิผลเพิ่มเติมในการวิจัยภาคสนามที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้นต่อไป

7.3 การส่งเสริมเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง

ผลการวัดเจตคติการคิดแก้ปัญหาต่อตนเอง (PSI) ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สะท้อนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอาจมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการเผชิญและจัดการกับปัญหามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Heppner และ Petersen (1982) ที่มองว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ทั้งด้านความมั่นใจ ลักษณะการเข้าเผชิญปัญหา และการควบคุมตนเอง เป็นองค์ประกอบสำคัญของการแก้ปัญหา นอกจากนี้ การที่รูปแบบสามารถส่งเสริมได้ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติไปพร้อมกัน ยังสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องสมรรถนะของ Weinert (2001) ที่มองว่าสมรรถนะเป็นการบูรณาการระหว่างความรู้ ทักษะ และเจตคติเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวม



7.4 การใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีโครงสร้าง (AI ON/AI OFF)

แม้ผลการศึกษาที่ผ่านมาจะชี้ว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถสนับสนุนการเรียนรู้และการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนได้ (Luckin et al., 2016; Wu & Yu, 2024) แต่จากการศึกษาสภาพปัญหาในระยะแรกของการวิจัย ผู้วิจัยพบช่องว่างสำคัญที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขในงานที่ผ่านมา กล่าวคือ การเปิดให้ผู้เรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างไร้โครงสร้างมีแนวโน้มทำให้ผู้เรียนลัดขั้นตอนทางปัญญา คัดลอกผลลัพธ์จากปัญญาประดิษฐ์โดยตรง และเกิดการพึ่งพาจนไม่ได้ฝึกกระบวนการคิดด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้ ลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจึงอยู่ที่การกำหนดจังหวะการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีโครงสร้าง คือ เปิดใช้ (AI ON) ในขั้นสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ก่อนจะยุติการใช้ (AI OFF) ในขั้นสะท้อนคิด เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์และตัดสินใจด้วยเหตุผลของตนเอง การออกแบบดังกล่าวเป็นการนำศักยภาพของปัญญาประดิษฐ์มาใช้สนับสนุนการเรียนรู้ (Wu & Yu, 2024) ควบคู่กับการรักษากระบวนการคิดเชิงลึกของผู้เรียนไว้ ผลการทดลองใช้เบื้องต้นจึงสะท้อนว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการส่งเสริมสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา และควรได้รับการตรวจสอบประสิทธิผลเพิ่มเติมในการวิจัยภาคสนามต่อไป

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ก่อนจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรปฐมนิเทศทักษะการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) และเทคนิคการตั้งคำถาม (Prompt Engineering) ให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งฝึกให้ผู้เรียนเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จาก AI Chatbots กับแหล่งข้อมูลอื่น เพื่อให้ผู้เรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างมีวิจารณญาณและมีประสิทธิภาพ

2. หัวใจสำคัญของรูปแบบอยู่ที่การกำหนดจังหวะการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีโครงสร้าง (AI ON/AI OFF) ครูผู้สอนจึงควรกำหนดสัญญาณหรือข้อตกลงในชั้นเรียนให้ชัดเจนสำหรับช่วงยุติการใช้ AI (AI OFF) ในขั้นสะท้อนคิด เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์และตัดสินใจด้วยเหตุผลของตนเอง และป้องกันการลัดขั้นตอนทางปัญญาหรือการคัดลอกผลลัพธ์จากปัญญาประดิษฐ์โดยตรง

3. ครูผู้สอนสามารถปรับบริบทสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) และภาระงานให้สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพและอาหารพื้นบ้านในท้องถิ่นของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นความรู้สึกเป็นเจ้าของปัญหาและทำให้สถานการณ์การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

4. เนื่องจากรูปแบบเน้นการประเมินตามสภาพจริงด้วยเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring Rubric) และการประเมินจากหลายฝ่าย ทั้งตนเอง เพื่อน และผู้สอน ครูผู้สอนจึงควรศึกษาเกณฑ์การประเมินให้เข้าใจตรงกันก่อนนำไปใช้ เพื่อให้การประเมินสมรรถนะการคิดแก้ปัญหามีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้เบื้องต้นกับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest–Posttest Design) การวิจัยครั้งต่อไปจึงควรนำรูปแบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นและหลากหลายมากขึ้น พร้อมทั้งใช้แบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ เพื่อยืนยันประสิทธิผลของรูปแบบอย่างหนักแน่นยิ่งขึ้น

2. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาชีววิทยาเรื่องอื่นหรือรายวิชาอื่น เพื่อตรวจสอบความสามารถในการนำไปใช้ได้ (generalizability) ในบริบทที่แตกต่างกัน

3. ควรศึกษาผลในระยะยาว เช่น ความคงทนของสมรรถนะการคิดแก้ปัญหา และตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ หรือความพึงพอใจของผู้เรียน เพื่อให้เห็นผลของรูปแบบอย่างรอบด้านมากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อุบลวรรณ เลี้ยวอุดมชัย. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* .วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพาhttps://digital_collect.lib.buu.ac.th/dcms/files/56910218.pdf

Arora, S., & Kaur, A. (2024). Role of problem-solving ability in promoting sustainable development. *Edumania-An International Multidisciplinary Journal, 2*(2), 158–164. https://doi.org/10.59231/edumania/9044

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company.

Creswell, J. (1997). *Creating worlds, constructing meaning: The Scottish storyline method*. Heinemann.

Heppner, P. P., & Petersen, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of Counseling Psychology, 29*(1), 66–75. https://doi.org/10.1037/0022-0167.29.1.66

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review, 16*(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development, 48*(4), 63–85. https://doi.org/10.1007/BF02300500

Juandi, D., & Tamur, M. (2021). The impact of problem-based learning toward enhancing mathematical thinking: A meta-analysis study. *Journal of Engineering Science and Technology, 16*(4), 3548–3561.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.

OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/position-paper/PositionPaper.pdf

Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education, 10*(2), 159–169. https://doi.org/10.1080/0950069880100204

UNESCO. (2015). *Rethinking education: Towards a global common good?* UNESCO Publishing. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232555/PDF/232555eng.pdf.multi

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), *Defining and selecting key competencies* (pp. 45–65). Hogrefe & Huber Publishers. https://pure.mpg.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_720863

World Economic Forum. (2023). *Education 4.0: Catalysing education 4.0 investing in the future of learning for a human-centric recovery*. World Economic Forum. https://www.weforum.org/publications/catalysing-education-4-0-investing-in-the-future-of-learning-for-a-human-centric-recovery/

Wu, R., & Yu, Z. (2024). Do AI chatbots improve students' learning outcomes? Evidence from a meta-analysis. *British Journal of Educational Technology, 55*(1), 10–33. https://doi.org/10.1111/bjet.13334

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

บทความ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา

(Oral Presentation)

กลุ่มเทคโนโลยีและนวัตกรรม ในห้องเรียนแห่งอนาคต (TD)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วม (Collaborative Learning Platform) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า เพื่อยกระดับสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ
โรงเรียนศรัทธาสมุทร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม
E-mail: kittiwat@sattha.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันที่บูรณาการ การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) ศึกษาผลการใช้แพลตฟอร์มต่อสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน แบบทดสอบสมรรถนะ ใบกิจกรรม และแบบประเมินพฤติกรรม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ประสิทธิภาพ E1/E2 และดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

ผลการวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.25/85.71 และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8231 เป็นไปตามเกณฑ์ นักเรียนมีสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนสูงขึ้นหลังเรียนทุกด้าน โดยมีพัฒนาการสัมพัทธ์รวมร้อยละ 77.43 (ระดับสูงมาก) โดยด้านการสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีมีพัฒนาการสูงสุด งานวิจัยนี้มีคุณค่าในการเป็นนวัตกรรมที่บูรณาการปรัชญาตะวันออกเข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลและการเรียนรู้เชิงรุก ช่วยส่งเสริมการสืบค้น การสะท้อนคิดอย่างสมดุล และยกระดับสมรรถนะเพื่อความยั่งยืนของผู้เรียนได้อย่างมีรูปธรรม

คำสำคัญ : แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า สมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน

1. ที่มาและความสำคัญ

ในบริบทของสังคมดิจิทัลและการพัฒนาอย่างยั่งยืน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากการถ่ายทอดความรู้ไปสู่การพัฒนาสมรรถนะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการมีส่วนร่วม การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน(Collaborative Learning Platform) จึงเป็นกลไกสำคัญที่บูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ซึ่งช่วยยกระดับการมีส่วนร่วม ความรับผิดชอบ และความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน (Dillenbourg, 2022) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมมือของ Johnson และ Johnson (2009) และทฤษฎีสังคมวัฒนธรรมของ Vygotsky (1978) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้อื่นและการสร้างความรู้ร่วมกันผ่านบริบททางสังคม

ขณะเดียวกันกรอบสมรรถนะของ OECD (2023) ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ตัดสินใจ และรับผิดชอบต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม และสิ่งแวดล้อม การประเมินจึงควรสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้

จากการปฏิบัติจริงผ่านเครื่องมือที่หลากหลายและติดตามพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ยังคงเน้นการเรียนรู้เชิงเนื้อหาและการวัดผลปลายทาง ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสจำกัดในการคิดวิเคราะห์ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบทจริง

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยในช่วงปีการศึกษา 2566–2567 พบว่า การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสจำกัดในการลงมือปฏิบัติ การทำงานร่วมกัน และการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง จึงยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนตามแนวทางที่ OECD (2023) และ UNESCO (2023) ให้ความสำคัญ ซึ่งมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้สามารถใช้ความรู้ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creative-based Learning: CBL) จะสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การคิดขั้นสูง และการทำงานร่วมกันของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กัลยาลักษณ์ ไชยศิริ และศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย, 2565; วิริยะ ฤๅชัยพานิชย์, 2558) แต่การพัฒนาสมรรถนะเพื่อความยั่งยืนยังจำเป็นต้องเสริมมิติด้านคุณค่า จิตสำนึก และความสมดุลระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนศรัทธาสมุทรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง (กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ, 2567) ผู้วิจัยจึงบูรณาการแนวคิดลัทธิเต๋า ซึ่งเน้นความกลมกลืน ความสมดุลและการเรียนรู้ตามธรรมชาติ (Wu Wei) เข้ากับการจัดการเรียนรู้ เชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมการใคร่ครวญ การสะท้อนคิด และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล อันเป็นพื้นฐานของการพัฒนาสมรรถนะเพื่อความยั่งยืน (Miller, 2022)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แม้จะมีงานวิจัยเกี่ยวกับแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วม การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐาน และการศึกษาเพื่อความยั่งยืนอยู่จำนวนมาก แต่ยังขาดการบูรณาการองค์ประกอบดังกล่าวเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการผสานแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันกับการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning Platform) ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า และศึกษาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม รวมทั้งผลที่มีต่อสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ และสนับสนุนการพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับทิศทางการศึกษาเพื่อความยั่งยืนในศตวรรษที่ 21

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning Platform) ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อศึกษาผลการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาต่อสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 150 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย มีความพร้อมในการเรียนรู้ และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอดระยะเวลา

การวิจัยเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ นักเรียนที่ขาดเรียนเกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด หรือไม่ส่งงานเกิน 2 ชิ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง และดำเนินการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ตัวแปร ดังนี้ **ตัวแปรอิสระ** คือ แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning Platform) ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า และ**ตัวแปรตาม** คือ สมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระยะเวลา คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

1) การพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นกลไกในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลและการออกแบบกิจกรรมที่เอื้อต่อการสื่อสารผสานการร่วมมือและการแบ่งปันความรู้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือและทักษะทางสังคมของผู้เรียนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานของ Dillenbourg (2022) พบว่า การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ช่วยเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมและการสื่อสารเชิงโต้ตอบของผู้เรียน นำไปสู่ความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมมือของ Johnson และ Johnson (2009) และทฤษฎีสังคมวัฒนธรรมของ Vygotsky (1978) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม อีกทั้งการผสานแนวคิดลัทธิเต๋าที่มุ่งความสมดุลและความกลมกลืนยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อย่างพอดีและยั่งยืนระหว่างมนุษย์ ธรรมชาติ และเทคโนโลยี

2) สมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน ในงานวิจัยนี้ยึดกรอบสมรรถนะของ OECD ซึ่งมุ่งบูรณาการความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตและตัดสินใจอย่างรับผิดชอบต่อธรรมชาติ สังคม และเทคโนโลยี (OECD, 2023) แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวโน้มสากลที่เน้นการประเมินพัฒนาการสัมพัทธ์ของผู้เรียน ซึ่งสะท้อนสมรรถนะเชิงพฤติกรรมและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องได้อย่างเหมาะสม สมรรถนะที่ใช้เป็นกรอบในการวิจัยประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน การสร้างใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี และการมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืน

3) การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐาน มีรากฐานจากแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก โดยมุ่งให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของกัลยาลักษณ์ ไชยศิริ และ ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย (2565) ชี้ว่า CBL สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ ในงานวิจัยนี้ใช้กรอบกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) กระตุ้นความสนใจ (2) ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ (3) ค้นคว้าและคิด (4) การนำเสนอ และ (5) การประเมินผล (วิริยะ ฤๅชัยพานิชย์, 2558) พร้อมทั้งช่วยส่งเสริมสมรรถนะสำหรับศตวรรษที่ 21 และการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน

4) แนวคิดลัทธิเต๋า เป็นฐานคิดที่เน้นความกลมกลืนกับธรรมชาติ ความสมดุล (Yin–Yang) และการเรียนรู้ตามธรรมชาติของมนุษย์ (Wu Wei) ซึ่งสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ฝืนผู้เรียนและเปิดโอกาสให้เรียนรู้อย่างมีความหมาย (พนมกร คำวัง, 2562) โดยช่วยหล่อหลอมการตัดสินใจอย่างสมดุลระหว่างมนุษย์ ธรรมชาติ และเทคโนโลยี พร้อมกับการออกแบบการเรียนรู้และการประเมินที่พัฒนาผู้เรียนอย่างสมดุล (Miller, 2022; Springer, 2025)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ตามแนวคิดของ Borg และ Gall (2007) โดยใช้การวิจัยแบบผสมวิธีพหุระยะ (Multiphase Mixed Methods Research) เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า และศึกษาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม รวมทั้งผลที่มีต่อสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยดำเนินการทดลองโดยใช้รูปแบบแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest–Posttest Design) เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 ทั้งนี้การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ความต้องการในการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ

1) แบบแผนการวิจัย การวิจัยระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ความต้องการที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า

2) แหล่งข้อมูล

2.1) ผู้ให้ข้อมูล ผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้การนิเทศการศึกษา และการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน รวม 9 คน ตามข้อเสนอแนะของ Creswell & Creswell (2018) ประกอบด้วย (1) ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2) นักวิชาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และ (3) ศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงครามและผู้ให้ข้อมูลรอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2567 ที่มีประสบการณ์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์คัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 40 คนแบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน โดยใช้การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสะท้อนประสบการณ์และความต้องการของผู้เรียนในฐานะผู้ใช้รูปแบบการประเมินสมรรถนะ

2.2) แหล่งข้อมูลเอกสาร ผู้วิจัยศึกษาจากเอกสาร หนังสือ คู่มือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) เอกสารด้านอนาคตการศึกษาและทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้แก่ The OECD Learning Compass 2030

2) หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน

3) หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐาน

4) หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดลัทธิเต๋า

3) เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและนักเรียน อย่างละ 1 ฉบับ และแบบบันทึกการสังเคราะห์เอกสาร จำนวน 1 ฉบับ โดยผู้วิจัยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิและคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ผลการตรวจสอบพบว่า ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.88 แสดงว่าเครื่องมือมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขอความร่วมมือและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ผ่านระบบออนไลน์โดยมีผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการสนทนาทั้งนี้ ใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีบทบาทแตกต่างกันและข้อมูลจากนักเรียนจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบสมรรถนะฯและตัวชี้วัดในการวิจัยในระยะต่อไป

5) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ด้วยการจัดหมวดหมู่ สังเคราะห์ประเด็น และตีความข้อมูลตามมุมมองของผู้ทรงคุณวุฒิและนักเรียน เพื่อระบุความต้องการที่สอดคล้องกันและแตกต่างกันอันนำไปสู่การกำหนดองค์ประกอบของพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ

ระยะที่ 2 การออกแบบและการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ

1) แบบแผนการวิจัย การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยใช้กระบวนการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ เพื่อการประเมินสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า ประกอบด้วยการสังเคราะห์แนวคิด การออกแบบเครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพ และการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ ตามลำดับ

2) ผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ การนิเทศการศึกษา และการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน รวม 9 คน ตามข้อเสนอแนะของ Creswell & Creswell (2018) ประกอบด้วย (1) ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2) นักวิชาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและ (3) ศึกษานิเทศก์วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาครสมุทรสงคราม

3) เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แผนละ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ประกอบด้วย 1) ระบบนิเวศในท้องถิ่น 2) ชีวิตในสิ่งแวดล้อม 3) ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 4) ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม และ 5) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ตามลำดับ

แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้รับการสังเคราะห์และพัฒนาจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งจัดทำแบบประเมินคุณภาพของแผนเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้อง และความเหมาะสมขององค์ประกอบภายใน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพว่าต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.85 ขึ้นไป จึงถือว่าสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตามแนวคิดของศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ผลการตรวจสอบพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) เท่ากับ 0.85 และผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2) แบบทดสอบสมรรถนะฯ แบบทดสอบสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ พัฒนาตามกรอบเครื่องมือประเมินสมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2565) ครอบคลุมสมรรถนะตามแนวคิดลัทธิเต๋าทั้ง 4 องค์ประกอบ ซึ่งผลการตรวจสอบ IOC มีค่า 0.89 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.71 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75 ซึ่งสะท้อนว่าแบบทดสอบมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีความเชื่อมั่นสูง เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3) ใบกิจกรรม ใบกิจกรรมประเมินสมรรถนะฯ จำนวน 5 ใบกิจกรรม สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การบูรณาการความรู้ และการสะท้อนคิด โดยผลการตรวจสอบ IOC (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) มีค่า 0.90 และคุณภาพใบกิจกรรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.4) แบบประเมินพฤติกรรมสมรรถนะฯ แบบประเมินพฤติกรรมสมรรถนะในแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ โดยการประเมินแบบรูบริก ประกอบด้วย 2 ตอน รวม 10 ข้อ ปรับปรุงจากแนวคิดของ Borg & Gall (2007) ผลการตรวจสอบ IOC (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) มีค่า 0.89 และทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 40 คน วิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่า ตอนที่ 1 เท่ากับ 0.76 และตอนที่ 2 เท่ากับ 0.78 อยู่ในระดับดีมาก โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายโดยอ้างอิงจาก Hair et al. (2019)

4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน จากนั้นเก็บข้อมูลก่อนเรียน (Pre-test) พร้อมกับดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนจำนวน 5 แผน และเก็บข้อมูลหลังเรียน (Post-test) ตามลำดับ

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1) วิเคราะห์คุณภาพหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2) วิเคราะห์พัฒนาการสมรรถนะจากแบบทดสอบ โดยคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ตามเกณฑ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ดังนี้

คะแนนพัฒนาการ 76-100 คะแนน หมายถึง มีพัฒนาการระดับสูงมาก

คะแนนพัฒนาการ 51-75 คะแนน หมายถึง มีพัฒนาการระดับสูง

คะแนนพัฒนาการ 26-50 คะแนน หมายถึง มีพัฒนาการระดับปานกลาง

คะแนนพัฒนาการ 0-25 คะแนน หมายถึง มีพัฒนาการระดับต้น

5.3) วิเคราะห์พฤติกรรมสมรรถนะจากแบบประเมินแบบรูบริก โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ระยะที่ 3 การใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ

1) แบบแผนการวิจัย

การวิจัยระยะที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อใช้และตรวจสอบประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ ในการประเมินสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า

2) การตรวจสอบประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ

แพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ≥ 85/85 (มนตรี แย้มกสิกร, 2546) และการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ≥ 0.50 (Goodman et al., 1980) ผลการวิเคราะห์พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการ (E1) เท่ากับ 83.25 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 85.71 แสดงว่ารูปแบบมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.25/85.71 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8231 หมายความว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3) กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย มีความพร้อมในการเรียนรู้



และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอดระยะเวลาในการวิจัย เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ นักเรียนที่ขาดเรียนเกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด หรือไม่ส่งงานเกิน 2 ชิ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง และดำเนินการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนตามหลักจริยธรรมการวิจัย

. **4) เครื่องมือวิจัย**

4.1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แผนละ 2 คาบ (คาบละ 50 นาที) ได้แก่ ระบบนิเวศในท้องถิ่น ชีวิตในสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.85 และคุณภาพแผนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.2) แบบทดสอบสมรรถนะ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ พัฒนาตามกรอบเครื่องมือประเมินสมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2565) ครอบคลุมสมรรถนะตามแนวคิดลัทธิเต๋า 4 องค์ประกอบผลการตรวจสอบ IOC เท่ากับ 0.89 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81

4.3) ใบกิจกรรมประเมินสมรรถนะ จำนวน 5 ใบกิจกรรม สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ เน้นการลงมือปฏิบัติการบูรณาการความรู้ และการสะท้อนคิด โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.93และคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.4) แบบประเมินพฤติกรรมสมรรถนะ เป็นแบบการประเมินแบบรูบริก จำนวน 2 ตอน รวม 10 ข้อ ผลการตรวจสอบ IOC เท่ากับ 1.00 และค่าความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.81 ตามลำดับ อยู่ในระดับดีมาก (Hair et al., 2019)

5) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างโดยการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน และเก็บข้อมูลหลังเรียน (Post-test) พร้อมกับประเมินพฤติกรรมสมรรถนะระหว่างการจัดกิจกรรม

6) การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์พัฒนาการสมรรถนะจากแบบทดสอบโดยคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ตามเกณฑ์ของศิริชัย กาญจนวาสี (2556) และวิเคราะห์พฤติกรรมสมรรถนะจากแบบประเมินการประเมินแบบรูบริก โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

ระยะที่ 4 การประเมินและปรับปรุงแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ

1) แบบแผนการวิจัย การวิจัยระยะที่ 4 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) เพื่อประเมินความเหมาะสมและปรับปรุงการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ ในการประเมินสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋า เพื่อให้รูปแบบมีความสมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้ให้ข้อมูลหลักเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้ การนิเทศการศึกษา และการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน รวม 9 คน ตามข้อเสนอแนะของ Creswell & Creswell (2018) ได้แก่ 1) ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) นักวิชาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 3) ศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขอความร่วมมือและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ผ่านระบบออนไลน์ โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการสนทนา ใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีบทบาทแตกต่างกันร่วมกับข้อมูลจากนักเรียน

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์และใช้ในการประเมินและปรับปรุงแพลตฟอร์มการเรียนรู้ฯ ดำเนินการในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568

4) การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสนทนากลุ่มโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อสังเคราะห์ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบ ประกอบกับการพิจารณาผลการพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนจากคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) รวมทั้งการวิเคราะห์ใบกิจกรรมและแบบประเมินพฤติกรรมสมรรถนะด้วยการประเมินแบบรูบริก โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจปรับปรุงรูปแบบให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. ผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มฯ ที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เท่ากับ 83.25 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 85.71 โดยมีค่าประสิทธิภาพรวม 83.25/85.71 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) เท่ากับ 0.8231 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (E.I. ≥ 0.50) สะท้อนให้เห็นว่าแพลตฟอร์มดังกล่าวสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิผล

2) ผลการใช้แพลตฟอร์มฯ ที่พัฒนาต่อสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 1 ผลการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมที่พัฒนาต่อสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

องค์ประกอบของสมรรถนะ (ด้าน)	ก่อนเรียน (n=40)		หลังเรียน (n=40)		พัฒนาการสัมพัทธ์ (%)	ระดับพัฒนาการ
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
1. การเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ	7.55	0.26	14.23	0.49	58.85	สูง
2. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน	8.35	0.17	17.23	0.37	74.41	สูง
3. การสร้างใช้และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี	11.52	0.21	20.78	0.85	95.68	สูงมาก
4. การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับการเข้าใจระบบธรรมชาติและการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืน	7.33	0.82	18.56	0.61	80.77	สูงมาก
รวม	**8.68**	**0.36**	**17.70**	**0.58**	**77.43**	**สูงมาก**

ผลการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วม พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนสูงขึ้นหลังเรียนทุกด้าน โดยมีค่าพัฒนาการสัมพัทธ์รวมร้อยละ 77.43 อยู่ในระดับสูงมาก เมื่อเรียงจากมากไปน้อย พบว่า ด้านการสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยีมีพัฒนาการสูงสุด (95.68) รองลงมาคือ ด้านคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (80.77) ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (74.41) และด้านการเข้าใจปรากฏการณ์บนโลกและในเอกภพ (58.85) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิผลในการยกระดับสมรรถนะของนักเรียนอย่างชัดเจน

7. สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มฯ พบว่า แพลตฟอร์มที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐานตามแนวคิดลัทธิเต๋ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เท่ากับ 83.25 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 85.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) เท่ากับ 0.8231 แสดงให้เห็นว่าแพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิผล

2) ผลการใช้แพลตฟอร์มฯ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกองค์ประกอบของสมรรถนะ โดยมีค่าพัฒนาการสัมพัทธ์ อยู่ในระดับสูงมาก ด้านที่มีพัฒนาการสูงสุดคือ การสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี รองลงมาคือ การมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และการเข้าใจปรากฏการณ์บนโลกและในเอกภพ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มฯ พบว่า ผลการวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2 = 83.25/85.71) สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.8231 แสดงให้เห็นว่าแพลตฟอร์มสามารถส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบแพลตฟอร์มที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างองค์ความรู้ร่วมกันผ่านกิจกรรมบนแพลตฟอร์มดิจิทัล ทำให้ผู้เรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับสาร แต่เป็นผู้ร่วมสร้างความรู้จากการอภิปราย การสะท้อนคิด และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเชิงลึกและสามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Dillenbourg (2022) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้ร่วมกันช่วยพัฒนากระบวนการคิด การสร้างความหมายร่วม และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสอดคล้องกับทฤษฎี Social Interdependence Theory ของ Johnson และ Johnson (2009) ที่ระบุว่าการพึ่งพาอาศัยกันเชิงบวกในการทำงานร่วมกันจะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสื่อสาร และความรับผิดชอบของผู้เรียน

นอกจากนี้ การพัฒนาแพลตฟอร์มยังบูรณาการ การจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์เป็นฐาน ตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การกระตุ้นความสนใจ การตั้งปัญหา การค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ การนำเสนอ และการประเมินผล ทำให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริง คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างชิ้นงานจากการลงมือปฏิบัติ ส่งผลให้การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมีความหมายและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จริง สอดคล้องกับ วิริยะ ฤๅชัยพาณิชย์ (2558) ที่เสนอว่าการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ช่วยพัฒนาการคิดขั้นสูงและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถยกระดับสมรรถนะการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืนและความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

อีกประการหนึ่ง การออกแบบแพลตฟอร์มได้บูรณาการ แนวคิดลัทธิเต๋า โดยเฉพาะแนวคิด Wu Wei ที่เน้นการเรียนรู้ตามธรรมชาติ ความสมดุล และการพัฒนาผู้เรียนอย่างค่อยเป็นค่อยไป ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ไม่เร่งรัดหรือมุ่งเน้นเพียงผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใคร่ครวญ สะท้อนคิด และตัดสินใจด้วยเหตุผลจากสถานการณ์จริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติและมีแรงจูงใจภายในในการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Miller (2022) ที่ระบุว่าแนวคิดปรัชญาตะวันออกสามารถสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืน โดยช่วยพัฒนาความสมดุลระหว่างมนุษย์ ธรรมชาติ และเทคโนโลยี อันเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะในศตวรรษที่ 21

2) ผลการใช้แพลตฟอร์มฯ พบว่า หลังการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนมีสมรรถนะการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืนสูงขึ้นทุกองค์ประกอบ โดยมีค่าพัฒนาการสัมพัทธ์รวมร้อยละ 77.43 อยู่ในระดับสูงมาก และด้านที่มีพัฒนาการสูงสุดคือ การสร้าง ใช้ และรู้เท่าทันวิทยาการเทคโนโลยี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสืบค้นข้อมูล การทำงานร่วมกัน การอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสร้างชิ้นงานบนแพลตฟอร์มดิจิทัล ทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น วิเคราะห์ ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และสื่อสารองค์ความรู้ได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบสมรรถนะของ OECD (2023) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้สามารถใช้ความรู้ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาเพื่อการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน

ผลการวิจัยดังกล่าวยังสะท้อนให้เห็นว่าการใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมกันเป็นพื้นที่แห่งการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหา และร่วมกันสร้างองค์ความรู้ใหม่ จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะทั้งด้านการคิด การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีควบคู่กัน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี Social Constructivism ของ Vygotsky (1978) ที่อธิบายว่าความรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการเรียนรู้ผ่านสังคม รวมทั้งสอดคล้องกับแนวคิดของ Johnson และ Johnson (2009) ที่ชี้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมความรับผิดชอบ การยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง และการสร้างความรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ การประเมินสมรรถนะในงานวิจัยนี้ไม่ได้อาศัยเพียงแบบทดสอบหลังเรียน แต่ใช้การประเมินตามสภาพจริงผ่านใบกิจกรรม ชิ้นงาน การอภิปราย การทำงานกลุ่ม และรูบริกประเมินสมรรถนะ จึงสามารถสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ กระบวนการคิด และการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน มากกว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับแนวคิดการประเมินฐานสมรรถนะของ กานดา วิทยา (2567) ที่เสนอว่าการประเมินควรสะท้อนความสามารถของผู้เรียนจากการปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่องจากภาระงานจริงช่วยส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะเพื่อความยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้เรียนสามารถสะท้อนคิด ปรับปรุงการเรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทจริงได้

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ควรนำแพลตฟอร์มการเรียนรู้ร่วมไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือรายวิชาบูรณาการระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา

2) ควรส่งเสริมการใช้การประเมินเชิงสมรรถนะร่วมกับการประเมินแบบรูบริก เพื่อสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังระดับชั้นหรือบริบทสถานศึกษาที่หลากหลาย เพื่อยืนยันความทั่วไปของผลการวิจัย

2) ควรศึกษาผลของแพลตฟอร์มในระยะยาวหรือเปรียบเทียบกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น เพื่อวิเคราะห์ผลต่อการพัฒนาสมรรถนะอย่างรอบด้าน

9. เอกสารอ้างอิง

กานดา วิทยา. (2567). นวัตกรรมการประเมินฐานสมรรถนะเพื่อสร้างพลเมืองสีเขียว. *วารสารวิชาการครูไทย, 15*(2), 45–58.

กัลยาลักษณ์ ไชยศิริ, และศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย. (2565). การออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างสรรค์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุพรรณบุรี, 5*(2), 5–18.

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2567). การประเมินทักษะการสร้างแผนผังความคิดอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับการจัดนิเวศการเรียนรู้ดิจิทัลตามแนวคิดนวัตกรพลิกผัน เรื่อง ไบโอม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารปัญญาภาวนา, 1*(1), 1–14.

มนตรี แย้มกสิกร. (2546). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา* [ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

พนมกร คำวัง. (2562). ความเป็นมาและพัฒนาการของลัทธิเต๋า. *วารสารวิจัยธรรมศึกษา, 2*(2), 25–39.

วิริยะ ฤๅชัยพาณิชย์. (2558). การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity-Based Learning: CBL). *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, 1*(2), 23–37.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). *แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ. 2566–2570)*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Dillenbourg, P. (2022). *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. Elsevier.

Fletcher, J. M., & Vaughn, S. R. (2023). *Response to intervention: A framework for reading difficulties*. Guilford Press.

Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational research: An introduction* (8th ed.). Pearson Education.

Goodman, R. I., Fletcher, K. A., & Schneider, E. W. (1980). The effectiveness index as a comparative measure in media product evaluation. *Educational Technology, 20*(9), 30–34.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher, 38*(5), 365–379. https://doi.org/10.3102/0013189X09339057

Miller, J. P. (2022). *Education and sustainability: Eastern philosophy perspectives*. Routledge.

OECD. (2023). *OECD learning compass 2030: Building sustainable futures*. OECD Publishing.

UNESCO. (2023). *Education for sustainable development*. https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

.

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน (Interactive Simulation) เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน

เจษฎา ฤทธิ์ศรีบุญ
โรงเรียนเต่างอยพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร
Email: party8900@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่ออินเตอร์แอ็กทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต ใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและแนวคิดการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นฐานคิดในการออกแบบกิจกรรม กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ฯ สื่ออินเตอร์แอ็กทีฟซิมูเลชันจาก สสวท. แบบทดสอบชนิดปรนัย และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนฯ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการแจกแจงความถี่ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในภาพรวมเฉลี่ยร้อยละ 82.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยด้านความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐาน มีคะแนนสูงสุด (ร้อยละ 88.00) และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.57) งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน ช่วยให้นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับเชิงรุกที่จำเพาะเจาะจงต่อมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ทันที ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถกำกับตนเองและพัฒนาทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต

คำสำคัญ : สื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน การต่อวงจรไฟฟ้า

1. ที่มาและความสำคัญ

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567) อันได้แก่ หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้ ความเชื่อมโยงและความสอดคล้องกันของทั้งสามองค์ประกอบดังกล่าว จะส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีคุณค่าต่อผู้เรียนและช่วยให้การจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดและประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องโดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม แต่สถานการณ์ของโลกในศตวรรษที่ 21 ได้เผชิญหน้ากับการระบาดครั้งใหญ่จากโควิด-19 ความแน่นอนคือความไม่แน่นอน วิธีการรับมือที่ดีจึงไม่ควรประมาทในการดำเนินชีวิตทั้งชีวิตและการทำงาน (เทอดศักดิ์ ณ สงขลา, 2567) การเตรียมผู้เรียนเพื่อให้มีต้นทุนทักษะสำคัญในการที่จะแก้ปัญหากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น มีความยืดหยุ่น สร้างแผนสำรองและพร้อมเผชิญหน้ากับความท้าทายที่เกิดขึ้นได้อย่างไม่วิตกกังวล

จึงจำเป็นและเร่งด่วน ครูต้องมีทักษะรับมือกับยุค BANI World ด้วยการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ (Technology Integration) ควรมีความเข้าใจและสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพการสร้างและสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) พร้อมทั้งนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาปรับใช้กับการทำงานได้นั้นจะช่วยเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จได้ง่ายขึ้น โดยครูควรเป็นแบบอย่างในการพัฒนาตนเองและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (เทอดศักดิ์ ณ สงขลา, 2567)

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า โดยการนำสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน (Interactive Simulation) มาใช้เป็นนวัตกรรมหลักในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริง ควบคู่ไปกับการประยุกต์ใช้กระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (Formative Assessment) ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การใช้คำถามกระตุ้นคิด และการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้ เพื่อเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจากผู้รับความรู้สู่การเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต ผู้วิจัยมุ่งหวังว่าผลการวิจัยในครั้งนี้จะไม่เพียงแต่ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความถูกต้องและคงทนเท่านั้น แต่ยังจะเป็นแนวทางสำคัญสำหรับครูผู้สอนในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่น ทันสมัย และสอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้ยั่งยืนต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเนื้อหาเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มาตรฐาน ว 2.3 ครอบคลุมสาระสำคัญ ได้แก่ 1) องค์ประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม 3) การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน 4) การวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ และ 5) การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับกระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน จำนวน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 3 คาบเรียน

3.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเต่างอยพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนโดยตรง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนด้านครูผู้สอนและสภาพแวดล้อมของการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดการทดลอง

3.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2568 ถึงเดือนธันวาคม 2568 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเตรียมการและพัฒนาเครื่องมือ (พฤษภาคม-มิถุนายน 2568) ระยะดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล (กรกฎาคม-กันยายน 2568) และระยะวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปรายงานผลการวิจัย (ตุลาคม-ธันวาคม 2568)

4. การทบทวนวรรณกรรม

สภาพปัญหาและแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเต่างอยพัฒนศึกษา ปัจจุบันยังเผชิญความท้าทายจากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่อาจขัดขวางไม่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567) แนวคิดเรื่องไฟฟ้าเป็นแนวคิดที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าส่วนใหญ่คือผู้เรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้ จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2567 รายวิชาวิทยาศาสตร์ (95) มาตรฐาน ว 2.3 คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ จึงเห็นควรเร่งพัฒนา จากตารางแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ศุภณัฐ คุ้มโหมด (2567) นำเสนอไว้ในนิตยสาร สสวท. ปีที่ 52 ฉบับที่ 246 โดยบทความดังกล่าวอธิบายว่าแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าส่วนใหญ่จัดอยู่ในประเภท "ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับมโนทัศน์" (Conceptual Misunderstanding) ตามกรอบของ NRC (1997) ดังตารางที่ 1 ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าและแนวคิดที่ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าและแนวคิดที่ถูกต้อง

ลำดับ	แนวคิดที่คาดเคลื่อนของผู้เรียน	แนวคิดที่ถูกต้อง
1	เข้าใจว่าแบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดที่ให้ กระแสไฟฟ้าคงที่ เสมอ ไม่ว่าจะต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบใด	แบตเตอรี่ให้ ความต่างศักย์ไฟฟ้าคงที่ ส่วนกระแสไฟฟ้าจะมีค่าต่างกันไปตามความต้านทานของอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า
2	เชื่อว่าประจุบวกเคลื่อนที่ออกจากขั้วบวกและประจุลบเคลื่อนที่ออกจากขั้วลบ แล้วมา "ชนกัน" ที่อุปกรณ์ไฟฟ้า (Clashing Current Model)	กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำเพียงทิศทางเดียว ไม่มีการชนกันของประจุบวก-ลบ
3	คิดว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็น "ผลจาก" กระแสไฟฟ้า ถ้าวงจรเปิด (ไม่มีกระแส) ก็จะไม่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าด้วย	ความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดจากความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแหล่งกำเนิด แม้วงจรเปิดก็ยังมีความต่างศักย์ไฟฟ้าอยู่
4	เข้าใจว่ากระแสไฟฟ้าจะ "ลดลง" หลังไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า (Weakening Current Model)	กระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ตลอดวงจรอนุกรม สิ่งที่ลดลงคือพลังงานไฟฟ้าที่ถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่นโดยอุปกรณ์

ลำดับ	แนวคิดที่คาดเคลื่อนของผู้เรียน	แนวคิดที่ถูกต้อง
5	ในวงจรอนุกรมที่มีหลอดไฟเหมือนกัน 2 ดวง เชื่อว่าหลอดที่อยู่ไกลจากแบตเตอรี่จะสว่าง น้อยกว่าหลอดที่อยู่ใกล้	ในวงจรอนุกรม กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากันทุกจุด หลอดไฟที่เหมือนกันจึงสว่าง เท่ากัน ไม่ว่าจะอยู่ใกล้หรือไกลจากแบตเตอรี่
6	ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบ อนุกรม กับแบบ ขนาน ทั้งด้านโครงสร้างและค่ากระแส/ความต่างศักย์	วงจรอนุกรม: กระแสเท่ากันทุกจุด ความต่างศักย์แบ่งตามความต้านทาน / วงจรขนาน: ความต่างศักย์เท่ากันทุกสาขา กระแสแบ่งตามความต้านทาน
7	สับสนวิธีการต่อ แอมมิเตอร์ (ต้องต่ออนุกรม) กับโวลต์มิเตอร์ (ต้องต่อขนาน) เข้ากับวงจร	แอมมิเตอร์ต้องต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัดกระแส ส่วนโวลต์มิเตอร์ต้องต่อแบบขนานคร่อมอุปกรณ์ที่ต้องการวัดความต่างศักย์
8	ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่าง ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า ว่าเป็นปริมาณคนละชนิดกัน	ทั้งสี่ปริมาณมีนิยามและหน่วยต่างกัน (โวลต์, แอมแปร์, วัตต์, วัตต์-ชั่วโมง/จูล) และมีความสัมพันธ์กันตามสมการทางไฟฟ้า

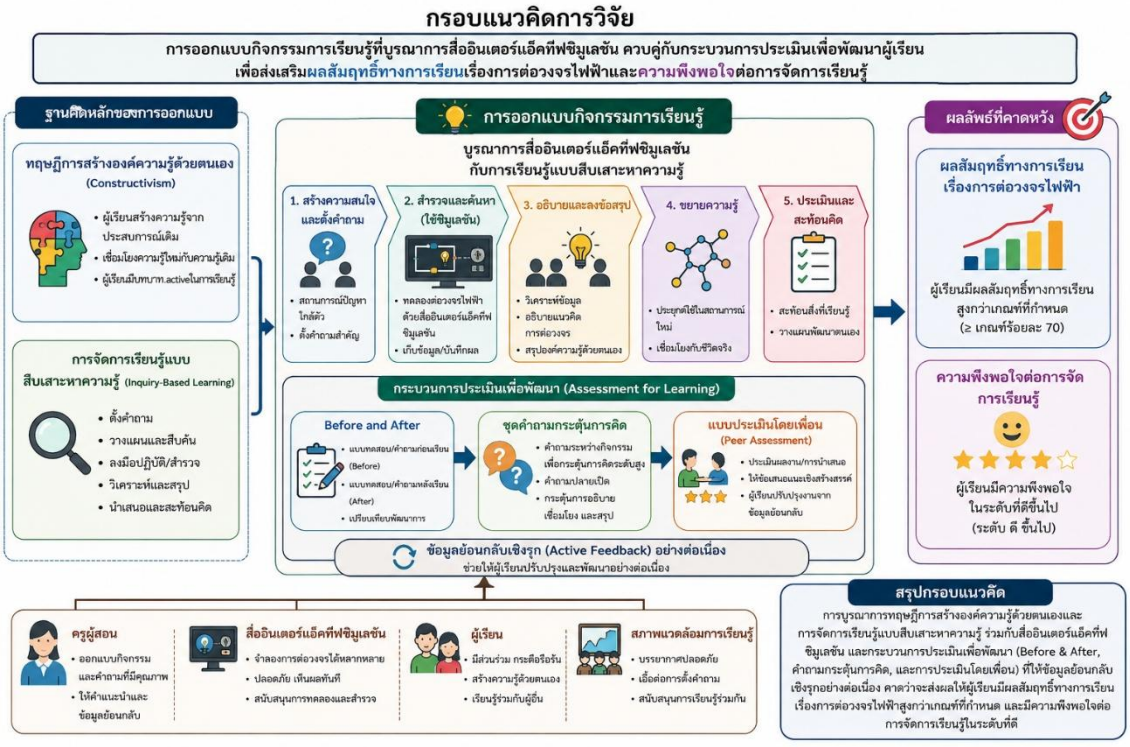
ผู้วิจัยจึงได้บูรณาการทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นฐานคิดหลัก โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างความหมายผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ซึ่งมีสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน เป็นสื่อจำลองการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ผู้ใช้สื่อสามารถต่อวงจรไฟฟ้าได้ตามต้องการ ได้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์จากการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ได้ (ศุภณัฐ คุ้มโหมด, 2567) กระบวนการนี้ทำงานควบคู่กับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามแนวทางของ สสวท. (2567) และลฎาภา ลดาชาติ (2568) เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีและวินิจฉัยความเข้าใจที่ผิดพลาดได้ในขณะปฏิบัติกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่ระบุว่าการใช้สื่อจำลองร่วมกับการประเมินระหว่างเรียนช่วยปิดช่องว่างการเรียนรู้และยกระดับผลสัมฤทธิ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและคงทนในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต

งานวิจัยในต่างประเทศยืนยันประสิทธิภาพของสื่อจำลองเชิงโต้ตอบในการสอนเรื่องไฟฟ้า Dantic และ Fularon (2022) ศึกษาการใช้สื่อ PhET Interactive Simulation ในการสอนเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กแก่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ พบว่าหลังการจัดกิจกรรมผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กดีขึ้นอยู่ในระดับสูงมาก และผู้เรียนสะท้อนว่าสื่อจำลองช่วยให้เห็นภาพปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมได้ชัดเจนขึ้น เช่นเดียวกับ Dorji, Subba และ Zangmo (2024) ที่ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 9 ในประเทศภูฏาน โดยเปรียบเทียบกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อ PhET เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงกับกลุ่มที่เรียนแบบบรรยายปกติ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังมีระดับการมีส่วนร่วมและความพึงพอใจต่อการเรียนสูงกว่า โดยเครื่องมือวัดความพึงพอใจที่พัฒนาขึ้นผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

นอกจากนี้ ฐานข้อมูลงานวิจัยของโครงการ PhET มหาวิทยาลัยโคโลราโด (PhET Interactive Simulations, n.d.) ยังรวบรวมงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการใช้สื่อจำลองเชิงโต้ตอบในการสอนวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน ทั้งในรูปแบบเปรียบเทียบกับการสาธิตด้วยอุปกรณ์จริงและการสอนวิชาไฟฟ้าในระดับมัธยมศึกษา ล้วนแสดงผลบวกต่อความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียนอย่างสอดคล้องกัน ซึ่งสนับสนุนแนวทางการออกแบบกิจกรรมของงานวิจัยนี้ที่นำสื่อจำลองมาบูรณาการร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

การศึกษาวิจัยของชาญวิทย์ คำเจริญและดารกา พลัง (2562) ใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่องการเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง ส่งผลให้นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องการเคลื่อนที่แนววิถีโค้งได้ดีขึ้น เป็นสื่อการสอนที่มีความสะดวกในการสอน ประหยัดเวลาในการจัดเตรียมสื่อ เช่นเดียวกับรัชณีวัลย์ อัครวิกรัยและคณะ (2564) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และศุภณัฐ คุ้มโหมด (2567) ได้ศึกษาการแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน พบว่าสื่อดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์จากการวัดค่าทางไฟฟ้าด้วยตนเอง ส่งผลให้แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยเหล่านี้ล้วนชี้ให้เห็นทิศทางเดียวกันว่าสื่อจำลองเชิงโต้ตอบเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการยกระดับความเข้าใจมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไทย และเมื่อนำมาบูรณาการร่วมกับกระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามแนวทางของ สสวท. (2567) และลฎาภา ลดาชาติ (2568) จะยิ่งช่วยเสริมให้ครูสามารถวินิจฉัยและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ทันท่วงทีระหว่างการจัดกิจกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดการวิจัย โดยใช้ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นฐานคิดหลักของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน ควบคู่กับกระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนที่ประกอบด้วยกิจกรรม Before and After ชุดคำถามกระตุ้นการคิด และแบบประเมินโดยเพื่อน เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงรุกแก่ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคาดว่าจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับที่ดี ดังภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย (หมายเหตุ: กรอบแนวคิดการวิจัยสังเคราะห์และออกแบบโดยผู้วิจัย และจัดทำภาพประกอบโดยใช้ ChatGPT (OpenAI) เป็นเครื่องมือช่วยสร้างภาพ)

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย ผู้วิจัยใช้สื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันเป็นเครื่องมือในการสร้างประสบการณ์เรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อให้นักเรียนสามารถทดสอบสมมติฐานและปรับปรุงความเข้าใจคลาดเคลื่อนผ่านผลลัพธ์ที่ปรากฏบนสื่อแบบทันท่วงที โดยดำเนินการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design)

5.2 เครื่องมือที่ใช้ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 แผน รวม 3 คาบ ซึ่งออกแบบโดยใช้ฐานคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้และแนวทางการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนเน้นกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีและสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (Formative Assessment Tools) ประกอบด้วยเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในระหว่างการจัดกิจกรรม เพื่อวินิจฉัยและปรับปรุงการเรียนรู้ ได้แก่

- กิจกรรม Before and After แบบบันทึกความรู้และความเข้าใจก่อนและหลังเรียน
- ชุดคำถามกระตุ้นการคิด (Effective Questioning) รายการคำถามเชิงวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยใช้ปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเพื่อดึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกมา
- แบบประเมินโดยเพื่อน (Peer Assessment) เกณฑ์การตรวจสอบความถูกต้องของการต่อวงจรที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มและช่วยเสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาโดยเพื่อนช่วยเพื่อน
- สื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (ipst.me/10653) ดังภาพที่ 2 QR Code ของสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า

ภาพที่ 2 QR Code ของสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวัดความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปไว้ใช้งาน

จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่เคยเรียนเนื้อหาเดียวกันมาแล้ว เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่ายรายข้อ (Difficulty Index: p) ให้อยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination Index: r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3) แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ 1) วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ 2) แบบสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนฯ ได้แก่ ด้านเนื้อหาและตัวสื่อ ด้านการใช้งานและนวัตกรรม และด้านการส่งเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ (1) แบบมาตรส่วนประมาณค่า (rating scale) วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้ 4.51-5.00 ดีมาก 3.51-4.50 ดี 2.51-3.50 ปานกลาง 1.51-2.50 พอใช้ และ 1.00-1.50 ควรปรับปรุง และ (2) การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ และ 3) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถามจากกิจกรรม Before and after การใช้คำถามกระตุ้นคิด และข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ระหว่างเรียน การประเมินเพื่อน รวมถึงบันทึกหลังการสอน

6. ผลการวิจัย

6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้สื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน สามารถสรุปผลได้ดังนี้ 1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 82.70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน

การประเมิน	สมรรถนะที่เกี่ยวข้อง	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ
1.ด้านความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐาน (ข้อ 1, 6, 8, 9)	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	4	3.52	88.00
2.ด้านการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ (ข้อ 2, 3, 5, 10)	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4	3.20	80.00
3.ด้านการประยุกต์ใช้และการออกแบบ (ข้อ 4, 7)	การใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	2	1.55	77.50
รวมเฉลี่ยทั้งหมด		**10**	**8.27**	**82.70**

6.2 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.57) โดยองค์ประกอบการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการใช้งานและนวัตกรรมมีคะแนนความพึงพอใจสูงสุด เท่ากับ 4.67 แปลความหมาย ระดับ ดีมาก ด้านการส่งเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้ มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย เท่ากับ 4.57 แปลความหมาย ระดับ ดีมาก และด้านเนื้อหาและตัวสื่อ มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 แปลความหมาย ระดับ ดี ดังตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจ

ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน

องค์ประกอบ	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลความหมาย
1.ด้านเนื้อหาและตัวสื่อ	4.48	0.64	ดี
2.ด้านการใช้งานและนวัตกรรม	4.67	0.59	ดีมาก
3.ด้านการส่งเสริมสมรรถนะและการเรียนรู้	4.57	0.56	ดีมาก

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) ด้านความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐาน มีคะแนนร้อยละ 88 ด้านการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ มีคะแนนร้อยละ 80 และด้านการประยุกต์ใช้และออกแบบ มีคะแนนร้อยละ 77.50 ซึ่งสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันช่วยให้สิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น การไหลของกระแสไฟฟ้าหรือความต่างศักย์ กลายเป็นภาพที่มองเห็นได้ชัดเจน สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่นักเรียนได้ลงมือทดลองต่อวงจรไฟฟ้าในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ปลอดภัย ทำให้กล้าที่จะทดลองผิดลองถูก (Trial and Error) จนเกิดความเข้าใจ สอดคล้องกับผลการศึกษาของชาญวิทย์ คำเจริญและดารกา พลัง (2562) ที่ใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่องการเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง ส่งผลให้นักศึกษามีความเข้าใจเรื่องการเคลื่อนที่แนววิถีโค้งได้ดีขึ้น เป็นสื่อการสอนที่มีความสะดวกในการสอน ประหยัดเวลาในการจัดเตรียมสื่อ ผลการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับ Dantic และ Fularon (2022) และ Dorji, Subba และ Zangmo (2024) ที่พบว่าการใช้สื่อ PhET ในการสอนเรื่องไฟฟ้าช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคุณลักษณะของสื่อจำลองเชิงโต้ตอบที่ให้ผู้เรียนได้จัดการตัวแปรและเห็นผลลัพธ์ทันทีเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องไฟฟ้าในบริบทที่หลากหลาย ไม่จำกัดเฉพาะบริบทของประเทศไทยเท่านั้น ในสาขาวิชาอื่นๆ เช่น เคมี ผลการศึกษาของ Tabthaisong T. (2025) ที่ได้นำสื่อจำลองเชิงปฏิสัมพันธออนไลนไปใชกับกลุมตัวอย่างในรายวิชาพอลิเมอรและไฟฟาเคมี พบวานักเรียนมีความสนใจและมีสวนร่วมในการเรียนรูมากขึ้นนอย่างชัดเจน นักเรียนสามารถใช้สื่อร่วมกันบนระบบออนไลนผ่านอินเทอรเน็ตเพื่อทดลอง ปรับเปลี่ยนตัวแปรและสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร ทั้งทางกายภาพและภายในโครงสร้างได้ด้วยตนเองและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรูระหว่างการใชสื่อทำใหเขาใจแนวคิดเรื่องโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอรทางความร่อนได้อย่างเป็นรูปธรรม สื่อจำลองเชิงปฏิสัมพันธออนไลนชวยลดขอจำกัดของการทดลองจริงที่ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงภายในโครงสร้างของพอลิเมอรได้ ข้อจำกัดด้านเวลา อุปกรณไม่เพียงพอ ความปลอดภัยของผู้เรียน รวมถึงความยากในการควบคุมตัวแปรให้ได้ผลลัพธ์ที่ชัดเจนทำให้ผู้เรียนบางคนไม่สามารถสังเกตปรากฏการณหรือเข้าใจกลไกเชิงลึกของแนวคิดทางวิทยาศาสตรได้อย่างครบถ้วน ดังนั้นสื่อจำลองเชิงปฏิสัมพันธ (Interactive simulation) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการแกไขขอจำกัดดังกล่าว โดยชวยจำลองสถานการณหรือการทดลองที่ซับซอนให้ผู้เรียนสามารถสังเกตปรับเปลี่ยนตัวแปรและเห็นผลได้ทันทีอย่างปลอดภัยอีกทั้งยังชวยให้ผู้เรียนเขาใจแนวคิดเชิงนามธรรมผ่านการมีปฏิสัมพันธกับแบบจำลองได้อย่างเป็นรูปธรรม ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนช่วยลดช่องว่างการเรียนรู้ ผู้วิจัยไม่ได้ใช้การประเมินเพื่อตัดสินผล แต่ใช้เพื่อวินิจฉัยความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น นักเรียนบางส่วนมักสับสนการต่อ

แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ เมื่อผู้วิจัยพบปัญหาผ่านการสังเกตและใช้คำถามกระตุ้นในขณะนักเรียนใช้สื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน ผู้วิจัยสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีตามแนวทางของ สสวท. (2567) ส่งผลให้ นักเรียนมีความกล้าในการแสดงออกและแลกเปลี่ยนความเห็นกับเพื่อนมากขึ้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของ Black และ Wiliam (1998) ที่ระบุว่า การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนที่มีคุณภาพส่งผลบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่สูงกว่านวัตกรรมทางการศึกษาโดยทั่วไป และส่งผลดีอย่างยิ่งต่อผู้เรียนที่มีพื้นฐานความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งในงานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นจากคะแนนเฉลี่ยด้านการวิเคราะห์ปรากฏการณ์และด้านการประยุกต์ใช้ที่แม้จะต่ำกว่าด้านความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานเล็กน้อย แต่ก็ยังคงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ทุกด้าน เมื่อนักเรียนไม่กังวลส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในระดับดีมาก โดยพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจสูงสุดด้านการใช้งานและนวัตกรรม นักเรียนสามารถลองผิดลองถูกในการต่อวงจรได้ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องอุปกรณ์เสียหาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 รองลงมาคือสื่อช่วยให้เข้าใจความแตกต่างระหว่างวงจรอนุกรมและวงจรขนานได้ชัดเจนขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 สอดคล้องกับการศึกษาของรัชณีวัลย์ อัครวิกรัยและคณะ (2564) พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงอยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การประเมินโดยเพื่อน (Peer Assessment) ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ของตนเอง และพัฒนาทักษะ soft skills ด้วย ดังผลการศึกษาของ Chorrojprasert (2021) พบว่า กิจกรรมการประเมินโดยเพื่อนในห้องเรียน TBL มีประสิทธิผลในการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้เชิงบวกและ soft skills ของผู้เรียน เช่น การสะท้อนคิด การคิดเชิงวิพากษ์ และทักษะการสื่อสาร ที่ถือว่ามีประโยชน์และจำเป็นที่สุดในหลากหลายวิชาชีพได้ ด้านการใช้คำถามกระตุ้นการคิด (Effective Questioning) งานวิจัยนี้ได้ใช้ชุดคำถามที่มีจุดมุ่งหมายสอดคล้องกับข้อสรุปในงานวิจัยของจิตณรงค์ เอี่ยมสำอาง (2566) คือ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่ก่อนเข้าสู่เนื้อหาการสอน ซึ่งมีการใช้คำถามในการสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจและความมั่นใจในการเรียน ระหว่างการสอน ซึ่งมีการใช้คำถามในการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ ตรวจสอบความเข้าใจ (formative) กระตุ้นการคิด พัฒนาทักษะการคิด ควบคุมพฤติกรรมและทิศทางการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด และสร้างการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และสิ้นสุดการสอน การใช้คำถามจะให้ความสำคัญกับการประเมินสรุป (summative) ผลการจัดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ นอกจากนี้การใช้คำถามยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้เรียนด้วย

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้ ยืนยันว่าการบูรณาการสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชันเข้ากับกระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า ทั้งสองปัจจัยทำงานเสริมกัน กล่าวคือ สื่อจำลองทำหน้าที่ทำให้ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าที่เป็นนามธรรมกลายเป็นรูปธรรมที่สังเกตได้ ขณะที่การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนทำหน้าที่เป็นกลไกที่ทำให้ครูสามารถวินิจฉัยและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ทันเวลา ก่อนที่ความคลาดเคลื่อนนั้นจะฝังแน่นกลายเป็นแนวคิดที่ผิดที่คงทน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ ครูสามารถใช้สื่ออินเตอร์แอ็กทีฟซิมูเลชันเป็นเครื่องมือให้นักเรียนฝึกฝนทักษะก่อนการใช้อุปกรณ์จริง เพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้เรียน สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือประเมินออนไลน์ เช่น Exit Ticket ออนไลน์ หรือ Poll Real-time ควบคู่ไปกับสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟซิมูเลชัน เพื่อให้ครูได้รับข้อมูลสารสนเทศหรือคำถามจากผู้เรียนที่รวดเร็วและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ครูควรวางแผนจุดหยุดพัก (Checkpoint) ระหว่างกิจกรรมเพื่อสอดแทรกคำถามกระตุ้นคิดและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะ แทนที่จะรอให้ผู้เรียนทำกิจกรรมจนจบแล้วจึงประเมิน เพื่อป้องกันไม่ให้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนสะสมและฝังแน่น ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกประเมินตนเองและประเมิน

เพื่อนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อพัฒนาทักษะการกำกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Regulated Learning) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในบริบทห้องเรียนแห่งอนาคต ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อหาอื่นที่มีลักษณะเป็นนามธรรมใกล้เคียงกัน เช่น เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าหรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สามารถประยุกต์ใช้รูปแบบกิจกรรมและเครื่องมือประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนในลักษณะเดียวกันนี้ได้

8.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย สถานศึกษาควรสนับสนุนงบประมาณและโครงสร้างพื้นฐานด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อดิจิทัลอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะโรงเรียนในพื้นที่ห่างไกลที่มีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ควรจัดให้มีการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องในประเด็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสื่อดิจิทัลร่วมกับการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน เพื่อให้ครูมีความมั่นใจและมีทักษะเพียงพอในการนำแนวทางดังกล่าวไปปรับใช้ในชั้นเรียนของตนเอง ผู้บริหารสถานศึกษาควรส่งเสริมให้เกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community) ระหว่างครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เพื่อแลกเปลี่ยนแนวปฏิบัติที่ดีในการใช้สื่อจำลองและเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนร่วมกัน

8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาเปรียบเทียบผลของรูปแบบการจัดกิจกรรมนี้กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เพื่อยืนยันขนาดอิทธิพลของนวัตกรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมนักเรียนหลายห้องเรียนหรือหลายโรงเรียน เพื่อเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยไปสู่ประชากรกลุ่มใหญ่ ควรศึกษาความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในระยะยาวหลังสิ้นสุดการทดลอง ควรศึกษาผลของรูปแบบการจัดกิจกรรมนี้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นที่มีลักษณะเป็นนามธรรมใกล้เคียงกัน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ในวงกว้าง อาจใช้วิธีวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Methods) โดยเพิ่มการสัมภาษณ์เชิงลึกหรือการวิเคราะห์ชิ้นงานของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับกระบวนการคิดและการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

จิตณรงค์ เอี่ยมสำอาง. (2566). คำถามและกลยุทธ์การใช้คำถามเพื่อการจัดการเรียนรู้. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2566. 54-74.

ชาญวิทย์ คำเจริญและดารกา พลัง. (2562). การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง: การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม, 13-24.

เทอดศักดิ์ ณ สงขลา. 2567. เตรียมรับมืออย่างไร ในการจัดการศึกษายุค BANI World. นิตยสาร สสวท. ปีที่ 52 (ฉบับที่ 248), 28-34.

รัชณีวัลย์ อัครวิกรัยและคณะ. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยี โลกเสมือนผสานโลกจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นม.3. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. ปีที่ 32 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2564, 43-58.

ลฎาภา ลดาชาติ. (2568). การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน: จากงานวิจัยสู่การปฏิบัติในชั้นเรียน. เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ FA Showcase 2025. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ศุภณัฐ คุ้มโหมด (2567). การแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องไฟฟ้าของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยสื่ออินเตอร์แอ็คทีฟ

ชิมูลชัน. นิตยสาร สสวท. ปีที่ 52 ฉบับที่ 246 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2567, 17-22.สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2567).

แนวทางการส่งเสริมการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (Formative Assessment) วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในสถานศึกษา. สืบค้น เมื่อ 16 เมษายน 2568. จาก https://www.ipst.ac.th/ebook-resource/. E-book.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. Phi Delta Kappan, 80(2), 139-148.

Chorrojprasert, L. (2021). Learners' perceptions on peer assessment inteam-based learning classroom. LEARN Journal: Language Education and Acquisition Research Network,14(1), 522-545.

Dantic, M. J. P., & Fularon, A. R. (2022). PhET interactive simulation approach in teaching electricity and magnetism among science teacher education students. Journal of Science and Education (JSE), 2(2), 88-98. https://doi.org/10.56003/jse.v2i2.101.

Dorji, T., Subba, S., & Zangmo, T. (2024). De-mystifying the influence of PhET simulation on engagement, satisfaction, and academic achievement of Bhutanese students in the physics classroom. Journal of Science Education and Technology, 33, 892-909. https://doi.org/10.1007/s10956-024-10131-x.

Heller, P. M. & Finley, F. N. (1992). Variable Uses of Alternative Conceptions: a case study in current electricity. Journal of Research in Science Teaching, 29(3): 259-275.

Tabthaisong T. (2025). Development of online interactive simulation media on polymers to promote scientific explanation skills of grade 12 students. Journal of Industrial Education, 24(3),65-78. https://doi.org/10.55003/JIE.24309.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในสามจังหวัดชายแดนใต้ ผ่านหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้

โรซวรรณา เซฟโฆลาม[1] พรรณี แพงทิพย์[2] ฟูไดละห์ ดือมอง[2*]
[1]สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[2]สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[2*]Email: fudailah.d@yru.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาครูด้วยกระบวนการออกแบบการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการยกระดับคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งมีบทบาทสำคัญใน การส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของผู้เรียน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมก่อนและหลังการฝึกอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ และ 2) ประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อหลักสูตรดังกล่าว กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ จำนวน 122 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบอาสาสมัครตามเกณฑ์ที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของครูต่อหลักสูตร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของครูหลังอบรม ($\bar{X}$=28.20, S.D.=2.01) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม ($\bar{X}$=22.57, S.D.=5.29) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และครูมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.53, S.D.=0.57) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาครูเพื่อส่งเสริมการออกแบบการเรียนรู้ในบทบาทผู้อำนวยการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ที่มาและความสำคัญ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในยุคที่เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมในระดับโลก การส่งเสริมความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีไม่เพียงแค่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในศาสตร์เหล่านี้เท่านั้น แต่ยังพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดเชิงตรรกะ ตลอดจนการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ตอบโจทย์ความต้องการในยุคศตวรรษที่ 21 (National Research Council, 2012) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ยังเผชิญกับความท้าทายเฉพาะด้าน ทั้งในเชิงบริบทพหุวัฒนธรรมและข้อจำกัดด้านทรัพยากรการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในพื้นที่ (สุวิมล และคณะ, 2564) การยกระดับคุณภาพครูให้เปลี่ยนบทบาทจาก “ผู้สอน” มาเป็น “ผู้อำนวยการเรียนรู้” (Facilitator) จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่จะช่วยให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่มีความหลากหลายได้ (วิจารณ์ พานิช, 2562)

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ในฐานะสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น จึงได้ร่วมมือกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินโครงการพัฒนาศักยภาพครูในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่มุ่งเน้นกระบวนการ Facilitation ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตุ้นการคิดและนวัตกรรม (ประพันธ์ศิริ สุสอรรถกุล, 2565) ถึงแม้จะมีความพยายามในการพัฒนาครูในพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ ทว่างานวิจัยที่มุ่งเน้นการประเมินผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจต่อหลักสูตรในบทบาทผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้สำหรับครูในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้นั้นยังมีไม่มากนัก

ด้วยเหตุนี้ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ซึ่งประกอบด้วย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ศึกษาได้ร่วมมือกับสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในการพัฒนาศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในเชิงพื้นที่ เพื่อให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ก่อนและหลังการเข้ารับการอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้

2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีต่อหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้

3. ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานี จำนวน 122 คน ซึ่งได้มาจากการเปิดรับสมัครและคัดเลือกผู้สมัครใจเข้าร่วมโครงการตามเกณฑ์ที่กำหนด ตัวแปรต้น คือ การจัดอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ ส่วนตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมและความพึงพอใจของครูต่อหลักสูตรดังกล่าว โดยดำเนินการวิจัยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม พ.ศ. 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปสาระสำคัญดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับผู้อำนวยการเรียนรู้ (Facilitator) คือ การสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นการสร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Brookfield, 2013) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประพันธ์ศิริ สุสอรรถกุล (2565) ที่ระบุว่าทักษะการเป็นผู้อำนวยความสะดวกเป็นการฟังอย่างลึกซึ้งและการตั้งคำถามเป็นการกระตุ้นการคิด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน นอกจากนี้พฤกษา สินลือนาม และคณะ (2561) ได้ศึกษากระบวนการของผู้อำนวยการเรียนรู้ ในบริบทการพัฒนาครู พบว่า การที่วิทยากรเปลี่ยนบทบาทจากการบรรยายมาเป็นการประคองกระบวนการ (Scaffolding) ช่วยให้ครูผู้เข้ารับการอบรมสามารถสะท้อนคิดและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม คือ เครื่องบ่งชี้ความสำเร็จในการบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือระดับความรู้ที่เพิ่มขึ้น (Bloom, 1976) ในบริบทการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นเครื่องชี้ความสำเร็จในการจัดการศึกษาของหลักสูตรนั้น ๆ ซึ่งการจัดการศึกษาตามหลักสูตรต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระ การจัดการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผล ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นตัวชี้วัด

ความสำเร็จของการจัดการศึกษาตามจุดมุ่งหมายและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การสอบในการวัดความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนและเครื่องมือที่ใช้วัดคือ แบบทดสอบ โดยวัดตามจุดมุ่งหมายของการสอน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, 2553; โชติกา ภาษีผล และคณะ, 2559)

3. ความพึงพอใจต่อการจัดการอบรม คือ ความรู้สึกเชิงบวกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองตามความคาดหวัง (Locke, 1976) โดยมีปัจจัยสำคัญคือบรรยากาศการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้นำกระบวนการ นอกจากนี้ พัฒนา พรหมณี และคณะ (2563) อธิบายว่าความพึงพอใจเป็นแรงจูงใจภายในที่ส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนในการนำความรู้ไปใช้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ หทัยทิพย์ แก้วแสนตอ (2567) ที่พบว่า ครูสายวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจต่อหลักสูตรพัฒนาครูในระดับมากที่สุด เมื่อหลักสูตรนั้นมีความยืดหยุ่นและมีกระบวนการดูแล (Mentoring) ที่เป็นมิตร ซึ่งความพึงพอใจนี้เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนในลำดับถัดไป

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design)

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อหลักสูตรฯ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) จำนวน 15 ข้อ

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1) การหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้วยสูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient)

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมระหว่างก่อนและหลังการเข้ารับการอบรม โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-Test for Dependent Samples) การประเมินความพึงพอใจต่อหลักสูตร โดยวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำค่าเฉลี่ยมาเทียบเกณฑ์ตามแนวคิดของบุญชม ศรีสะอาด (2560)

3) การดำเนินการทดลอง

คณะผู้วิจัยดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการตามหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ จำนวน 145 คน ระหว่างวันที่ 28 กุมภาพันธ์ ถึง 1 มีนาคม พ.ศ.2569 เป็นระยะเวลา 2 วัน โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งภาคบรรยาย การอภิปราย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการฝึกปฏิบัติการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการทำกิจกรรมและใบงานทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของครูก่อนและหลังการฝึกอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ และผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อหลักสูตรดังกล่าว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมก่อนและหลังการอบรม

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของครูก่อนและหลังการฝึกอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ จำนวน 122 คน แสดงได้ดังข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังอบรม

ผลสัมฤทธิ์	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนอบรม	122	30	22.57	5.29	11.92*	<.001
หลังอบรม	122	30	28.20	2.01		

หมายเหตุ*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังอบรม ($\bar{X}$=28.20, S.D.=2.01) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม ($\bar{X}$=22.57, S.D.=5.29) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังอบรมของครูกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของครูต่อหลักสูตร

ผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมอบรม จำนวน 122 คน ที่มีต่อหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ พบว่า ความพึงพอใจของครูที่มีต่อหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.53, S.D.=0.57) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของครูเป็นรายข้อ พบว่า รายการประเมินส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อองค์ประกอบของหลักสูตรในหลายด้าน ทั้งด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และบทบาทของวิทยากร โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูง ได้แก่ วิทยากรให้คำชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เกี่ยวกับผู้เข้าอบรม ($\bar{X}$=4.62, S.D.=0.57) วิทยากรให้มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ($\bar{X}$=4.61, S.D.=0.55) และสื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ($\bar{X}$=4.58, S.D.=0.56) ขณะที่รายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าข้ออื่น ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาในแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม ($\bar{X}$=4.35, S.D.=0.60) สาระการเรียนรู้มีการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม ($\bar{X}$=4.41, S.D.=0.64) และวิทยากรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ($\bar{X}$=4.47, S.D.=0.58) อย่างไรก็ตาม รายการดังกล่าวยังอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า ครูที่เข้ารับการอบรมด้วยหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าหลักสูตรสามารถพัฒนาความรู้และความเข้าใจของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลักสูตรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้ผ่านการบรรยาย อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และฝึกปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวราภรณ์ แก้วสีขาว (2567) และงานวิจัยของ เบญจพร วรรณูปถัมภ์ และคณะ (2568) พบว่า การใช้หลักสูตรฝึกอบรมช่วยให้คะแนนหลังอบรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ส่วนความพึงพอใจของครูต่อหลักสูตรโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนว่าหลักสูตรมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหา กิจกรรม สื่อ และการดำเนินการอบรมของวิทยากร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดวงใจ สีเขียว และคณะ (2565) รวมถึง ประทินทิพย์ พรไชยยา และคณะ (2564) พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจต่อหลักสูตร อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

8. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้แบบผู้อำนวยการเรียนรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของครูได้ และครูมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้น หน่วยงานทางการศึกษาและสถานศึกษาควรนำหลักสูตรนี้ไปใช้ในการพัฒนาครูอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งส่งเสริมให้ครูนำแนวคิดผู้อำนวยการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริงในชั้นเรียน โดยควรปรับปรุงการจัดอบรมด้านระยะเวลา การลำดับเนื้อหา และการเตรียมสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาผลของหลักสูตรที่มีต่อผู้เรียนโดยตรง ติดตามผลการนำความรู้ไปใช้ของครูในระยะยาว และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการใช้หลักสูตรในบริบทสถานศึกษาที่แตกต่างกัน

9. เอกสารอ้างอิง

โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, และ กมลวรรณ ตันธนกานนท์. (2559). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงใจ สีเขียว. (2565). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับครูประถมศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, *13*(1), 223–247.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เบญจพร วรรณูปถัมภ์, วิไลวรรณ ศิริเมฆา, เฉลิมชัย เจริญเกียรติกานต์, ณัฐวัฒน์ โฆษิตดิษยนันท์, วิภารัตน์ อิ่มรัมย์, กัลยา พวงมะลิ, และชัษษพณชิ์ จันวงค์เดือน. (2568). การพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้ทักษะแห่งอนาคต. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์*, *14*(1), 1–14.

ประทินทิพย์ พรไชยยา, สำราญ กำจัดภัย, และพจมาน ชำนาญกิจ. (2564). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างความรู้ความสามารถของครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของผู้เรียนตามแนวคิดชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23. *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*, *6*(6), 177–187.

ประพันธ์ศิริ สุสอรรถกุล. (2565). บทบาทผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้: ทักษะสำคัญของครูยุคใหม่. *วารสารครุศาสตร์ปริทัศน์*, *9*(1), 112-125.

พฤกษา สินลือนาม, ชัยฤทธิ์ โพธิสุวรรณ และปิยะพงษ์ ไสยโสภณ. (2561). การศึกษาเทคนิคการเสริมต่อความรู้ (Scaffolding) ในการฝึกอบรม Microsoft Excel 2010. *Veridian E-Journal,Silpakorn University*, *11*(2), 850-866.

พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒนชัย และจีระศักดิ์ ทัพผา. (2563). แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในงาน. *วารสารสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*, *26*(1), 59-66.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. (2553). *ประมวลสาระชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา Development of Education Evaluation Instruments 24703 หน่วยที่ 1-7*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วราภรณ์ แก้วสีขาว. (2567). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 2. *วารสารสังคมศาสตร์และวัฒนธรรม*, *8*(11), 13–24.

วิจารณ์ พานิช. (2562). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.

หทัยทิพย์ แก้วแสนตอ. (2567). การพัฒนารูปแบบการนิเทศ SPIRE MODEL เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ของครูในโรงเรียนอนุบาลแม่พริก (สุนันทสังฆประสิทธิ์). *Journal of Roi Kaensarn Academi, 9*(9), 1303–1318.

Bloom, B. S. (1976). Human characteristics and school learning. New York: McGraw-Hill.

Brookfield, S. D. (2013). Powerful techniques for teaching adults. San Francisco: Jossey-Bass.

Locke, E. A. (1976). The nature and causes of job satisfaction. In M. D. Dunnette (Ed.), Handbook of industrial and organizational psychology (pp. 1297-1349). Chicago: Rand McNally.

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press.

การพัฒนานวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS เรื่องการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสระแก้ว

สุนันทา สร้อยสวัสดิ์
โรงเรียนวัดสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1
Email: sunantafon2016@gmail.com

บทคัดย่อ

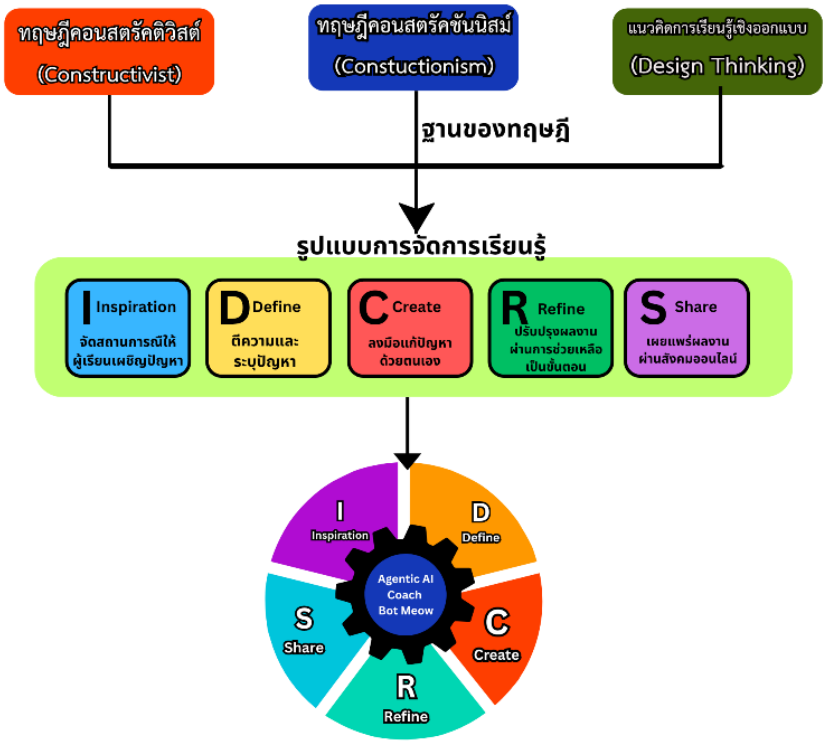
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม โดยใช้แบบแผนกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS เรื่องการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม วิชาวิทยาการคำนวณ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนของ นักเรียนก่อนและหลังการใช้นวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นวัตกรรม Agentic AI “โค้ชบอทเหมียว” แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ IDCRS จำนวน 5 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน จำนวน 30 ข้อ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 และ t-test for Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 80.33/80.89 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง เป็นขั้นตอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 6.26$, $p < .001$) โดยมีขนาดอิทธิพลสำหรับข้อมูลแบบจับคู่ (Cohen’s d_z) เท่ากับ 1.14 ซึ่งเป็นขนาดอิทธิพลระดับสูง ทั้งนี้ การตีความผลควรคำนึงถึงข้อจำกัดของแบบแผนกลุ่มเดียวและขนาดกลุ่มตัวอย่าง

คำสำคัญ : Agentic AI รูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

1. ที่มาและความสำคัญ

ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ พ.ศ. 2561–2580 กำหนด แนวทางปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะ การเรียนรู้ตลอดชีวิต และเปลี่ยนบทบาทครูจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปสู่การเป็นโค้ชหรือผู้อำนวยการเรียนรู้ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) สอดคล้องกับการที่สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ปรับหลักสูตรสู่สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่มุ่งพัฒนาทักษะ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยเฉพาะตัวชี้วัด ว 4.2 ป.5/2 ที่กำหนดให้ผู้เรียนออกแบบและ เขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข ทักษะการแก้ไขข้อผิดพลาด ของโปรแกรมหรือการดีบัก (Debugging) จึงเป็นสมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียนวิชาวิทยาการคำนวณจากการสังเกตการสอนและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสระแก้ว ในปีการศึกษา 2567 ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนจำนวนมากยังขาดทักษะการดีบักอย่างเป็นระบบ เมื่อพบข้อผิดพลาด ของโปรแกรมมักรู้สึกว่างานยาก ขาดความมั่นใจ

ขอความช่วยเหลือจากครูทันที และมีแนวโน้ม หลีกเลี่ยงโจทย์ที่ซับซ้อน ขณะที่ครูหนึ่งคนไม่สามารถให้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) และคำใบ้ (Hints) ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคลทั้งห้องได้พร้อมกัน ปัญหาดังกล่าวจึงสะท้อน ความจำเป็นในการพัฒนา เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์และแก้ปัญหาของผู้เรียนอย่างเป็นขั้นตอน โดยไม่บอกคำตอบโดยตรง ในขณะเดียวกัน ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ ในการจัดการศึกษา สอดรับกับแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย พ.ศ. 2565–2570 (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจ และสังคม, 2565) โดยเฉพาะเทคโนโลยี Agentic AI ที่สามารถวางแผน ตัดสินใจ และดำเนินการอย่างอิสระ เพื่อบรรลุเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงบูรณาการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978) ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสม์ (Papert, 1980) และแนวคิดการเรียนรู้เชิงออกแบบ (Brown, 2009) พัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนต่อเนื่อง ได้แก่ Inspiration, Define, Create, Refine และ Share และออกแบบนวัตกรรม Agentic AI “โค้ชบอทเหมียว” ให้ทำหน้าที่เป็นโค้ชส่วนตัวที่ใช้คำถามชี้นำแทนการบอกคำตอบ พร้อมให้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) 4 ระดับที่ปรับตามความสามารถของผู้เรียนรายบุคคล และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ทันที เพื่อนำพาผู้เรียนค้นพบและแก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรม Scratch ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ เปิดใช้งานผ่านเว็บไซต์ https://sites.google.com/view/idcrs2?usp=sharing ภายใต้เว็บไซต์ kroofon.com รองรับการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS ที่บูรณาการฐานทฤษฎี 3 ฐาน กับนวัตกรรม Agentic AI “โค้ชบอทเหมียว”

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนานวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS เรื่องการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อันจะเป็นประโยชน์ทั้งเชิงนโยบาย เชิงหลักสูตร และเชิงปฏิบัติในห้องเรียน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS เรื่องการแก้ไขข้อผิดพลาด ของโปรแกรม วิชาวิทยาการคำนวณ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 ก่อนและหลังการใช้นวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS

สมมติฐานการวิจัย

1. นวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนหลัง การใช้นวัตกรรม สูงกว่าก่อนการใช้นวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ขอบเขตการวิจัย

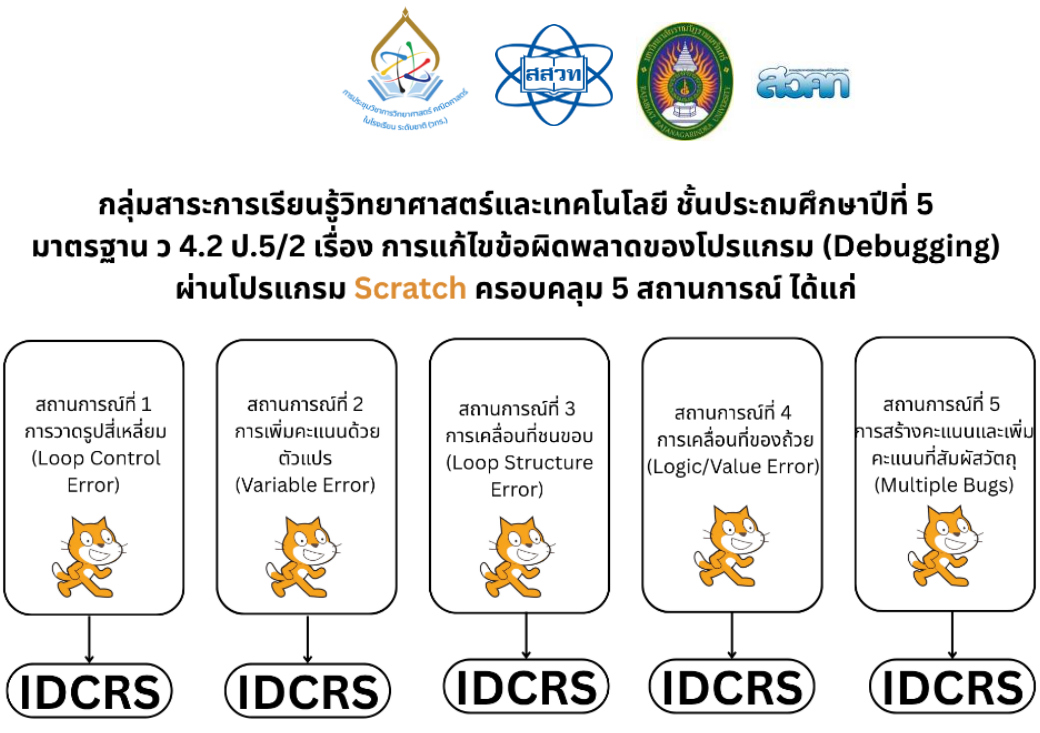
ประชากร: นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสระแก้ว สพป.นครราชสีมา เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ตัวแปร: **ตัวแปรต้น** คือ นวัตกรรม Agentic AI “โค้ชบอทเหมียว” ที่ออกแบบตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ IDCRS

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัย เป็นครูผู้สอนโดยตรง มีพื้นฐานการใช้ โปรแกรม Scratch มาก่อนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมีความหลากหลายด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เก่ง ปานกลาง อ่อน)

ขอบเขตด้านเนื้อหา ครอบคลุมตัวชี้วัด ว 4.2 ป.5/2 เรื่องการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Debugging) ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดสระแก้ว พุทธศักราช 2568 หน่วยที่ 4 “โค้ชบอทเหมียว” (โรงเรียนวัดสระแก้ว, 2568) ผ่านโปรแกรม Scratch จำนวน 5 สถานการณ์ เรียงลำดับจากง่ายไปยาก ได้แก่ (1) Loop Control Error (2) Variable Error (3) Loop Structure Error (4) Logic/Value Error และ (5) Multiple Bugs ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมด้วย **Scratch** จำนวน **5** สถานการณ์ตามรูปแบบ **IDCRS**

ขอบเขตด้านระยะเวลา ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยระยะทดลอง ใช้นวัตกรรม 8 สัปดาห์ และระยะดำเนินการวิจัยรวม 12 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2568 – 28 กุมภาพันธ์ 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้บูรณาการแนวคิดและทฤษฎีสำคัญ 3 ฐาน เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS ดังนี้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) Piaget (1952) เสนอว่าผู้เรียนสร้างความรู้อย่างกระตือรือร้น ผ่านกระบวน การดูดซึม (Assimilation) และปรับโครงสร้างความรู้ (Accommodation) เมื่อพบสถานการณ์ ที่ขัดแย้งกับความรู้เดิมจะเกิด “ความไม่สมดุลทางปัญญา” (Cognitive Conflict) อันเป็นแรงขับให้เกิด การเรียนรู้ใหม่ ส่วน Vygotsky (1978) เสนอแนวคิดเขตพัฒนาการใกล้เคียง (Zone of Proximal Development: ZPD) ซึ่งการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือที่เหมาะสมจากผู้มีความรู้มากกว่า (More Knowledgeable Other) โดย Wood et al. (1976) พัฒนาแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นลำดับขั้นและถอนความ ช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสม์ (Constructionism) ของ Papert (1980) ต่อยอดจากคอนสตรัคติวิสต์ด้วย แนวคิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือสร้างชิ้นงานจริง (Learning by Making) โดยเชื่อว่าการเขียนโปรแกรมเป็น สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ลักษณะนี้ เพราะผู้เรียนได้ลงมือสร้าง เห็นผลลัพธ์ทันที และเรียนรู้จากกระบวนการดีบัก ขณะที่แนวคิดการเรียนรู้เชิงออกแบบ (Design Thinking) ของ Brown (2009) เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง เน้นการลงมือทำ ยอมรับความล้มเหลว เป็นส่วนหนึ่งของ กระบวนการเรียนรู้ และใช้การทำซ้ำ (Iteration) เป็นเครื่องมือพัฒนา ผู้วิจัยบูรณาการทั้งสามฐานทฤษฎีข้างต้น เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบขั้นตอน IDCRS กับฐานทฤษฎีที่บูรณาการ

ขั้นตอน IDCRS	ความหมาย	ฐานทฤษฎีที่สัมพันธ์
Inspiration (I)	กระตุ้นแรงบันดาลใจผ่านการที่นักเรียนได้เห็นโปรแกรมทำงานผิดพลาด	Cognitive Conflict (Piaget, 1952)
Define (D)	นิยามและวิเคราะห์ปัญหาโดยมี AI Coach ตั้งคำถามชี้แนะ	ZPD และ Scaffolding (Vygotsky, 1978; Wood et al., 1976)
Create (C)	ลงมือแก้ไขโค้ดจริงในโปรแกรม Scratch	Learning by Making (Papert, 1980)
Refine (R)	ทดสอบซ้ำจนโปรแกรมทำงานถูกต้อง	Accommodation / Iteration (Piaget, 1952; Brown, 2009)
Share (S)	เผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน	Social Constructivism (Vygotsky, 1978)

ด้านทักษะที่เกี่ยวข้อง ทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนอ้างอิงกระบวนการ 4 ขั้นของ Polya (1945) ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการ และการตรวจสอบ ซึ่งผู้วิจัยปรับเป็น ขั้นตอนการดีบัก 4 ขั้นสำหรับบริบท Scratch คือ Identify, Analyze, Plan & Fix และ Test & Verify สอดคล้องกับแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ของ Wing (2006) ที่ประกอบด้วย การแบ่งส่วนปัญหา (Decomposition) การจำแนกรูปแบบ (Pattern Recognition) การสร้างนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design)

ด้านเทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษา (AI in Education) ถูกนำมาใช้เพื่อการเรียนรู้ เฉพาะบุคคลและ ระบบติวเตอร์อัจฉริยะ (Holmes et al., 2019) ขณะที่ Agentic AI มีความสามารถวางแผน ตัดสินใจ และปรับตัวตามบริบท ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยของ Keuning et al. (2018) ที่ทบทวนเครื่องมือให้ข้อเสนอแนะอัตโนมัติ 101 ตัว พบว่าเครื่องมือส่วนใหญ่เน้น ชี้ข้อผิดพลาดมากกว่า การให้คำใบ้แบบเป็นลำดับขั้น สะท้อนช่องว่างที่งาน วิจัยนี้มุ่งเติมเต็ม สอดคล้องกับ VanLehn (2011) ที่พบว่าระบบติวเตอร์อัจฉริยะที่ให้ Feedback แบบปรับตัวมีประสิทธิภาพ ใกล้เคียงกับการสอนแบบตัวต่อตัว และงานวิจัยของ Kestin และคณะ (2025) ที่พบว่า AI Tutor ที่ออกแบบให้คำแนะนำ ทีละขั้นและไม่เฉลย คำตอบทันทีมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการเรียนแบบ active learning ในชั้นเรียน ส่วน Létourneau และคณะ (2025) ทบทวนวรรณกรรมระบบติวเตอร์อัจฉริยะในระดับ K-12 จำนวน 28 งาน รวมนักเรียน 4,597 คน พบว่าผลของระบบ ติวเตอร์อัจฉริยะต่อการเรียนรู้เป็นบวกโดยรวม แต่ผลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ ระบบติวเตอร์ที่ไม่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ และเสนอว่าควรมีการวิจัย ที่ใช้ระยะเวลานานขึ้นและกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายกว่าเดิม สะท้อนว่าการออกแบบ เชิงการสอนสำคัญ ไม่น้อยไปกว่าตัวเทคโนโลยี เช่นเดียวกับ Sun et al. (2024) ที่วิเคราะห์อภิมานและพบว่า การแทรกแซงเพื่อพัฒนาทักษะ Debugging ให้ผลเชิงบวกโดยรวมในระดับปานกลาง ($g = 0.64$) งานวิจัยในประเทศ เช่น สุวัจนา จริตกาย (2563) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐานร่วมกับ Scratch ขณะที่ราตรี งาชัยภูมิ (2564) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายเรื่อง Scratch โดยทั้งสองงานรายงานผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมในทิศทางที่ดีขึ้น ขณะที่งานวิจัยด้านแชทบอท เพื่อการเรียนรู้ เช่น นวพรรษ จันทร์คำ และธิดารัตน์ กุลณัฐรวงศ์ (2568) ซึ่งพัฒนาแพลตฟอร์มแนะแนวการศึกษาด้วย AI Chatbot และณัฐสิทธิ์ รัตนพาณิชย์ และคณะ (2568) ซึ่งพัฒนา AI Chatbot สำหรับตอบคำถามด้านกัญชาทางการแพทย์ แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้แชทบอทเพื่อให้ข้อมูลและตอบสนองผู้ใช้ในบริบทเฉพาะ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยในบริบทไทย ที่นำ Agentic AI

มาออกแบบเป็นโค้ชส่วนตัวเพื่อพัฒนาทักษะ Debugging ในระดับ ประถมศึกษาโดยเฉพาะ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม โดยใช้แบบแผนกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนานวัตกรรมและ ตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน และระยะที่ 2 การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีแบบแผนการทดลองดังนี้

O_1 X O_2

โดยที่ O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

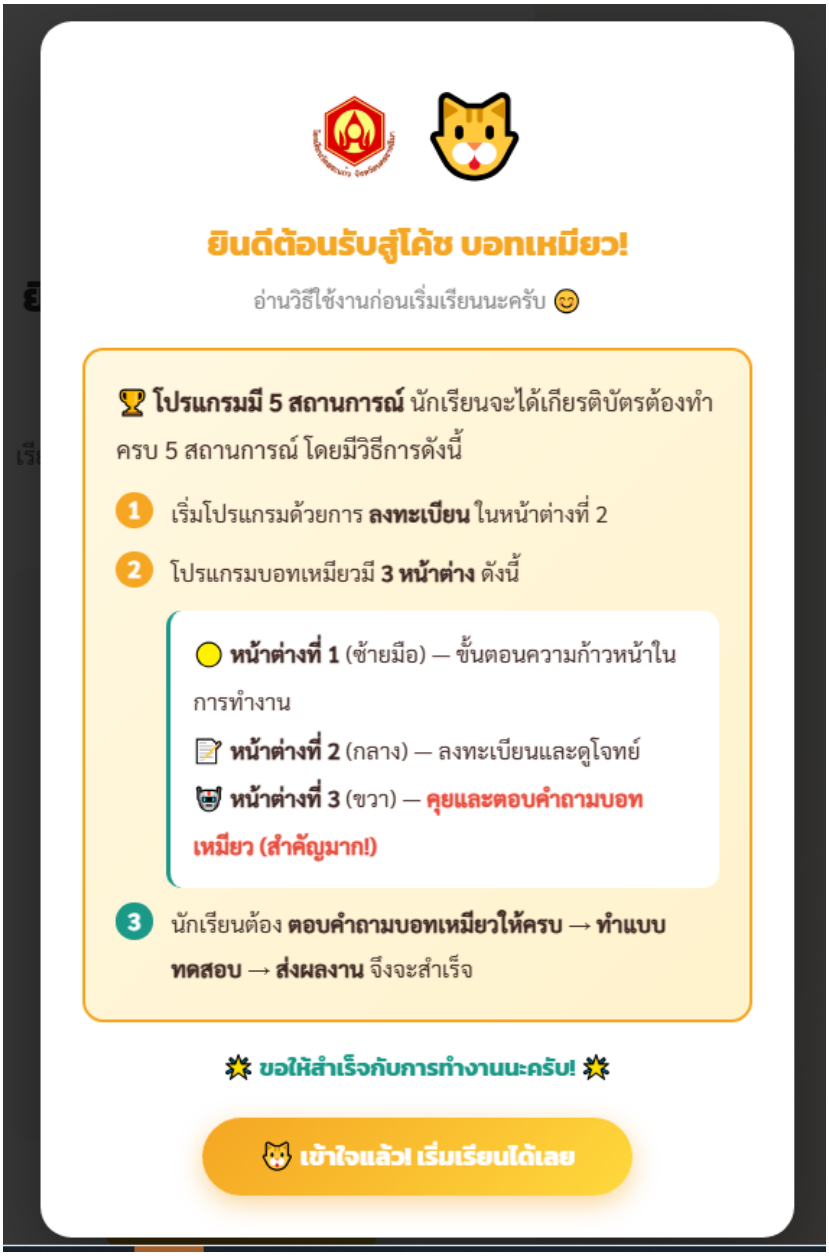
X คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรม Agentic AI ตามรูปแบบ IDCRS ระยะเวลา 8 สัปดาห์ และ

O_2 คือ การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน

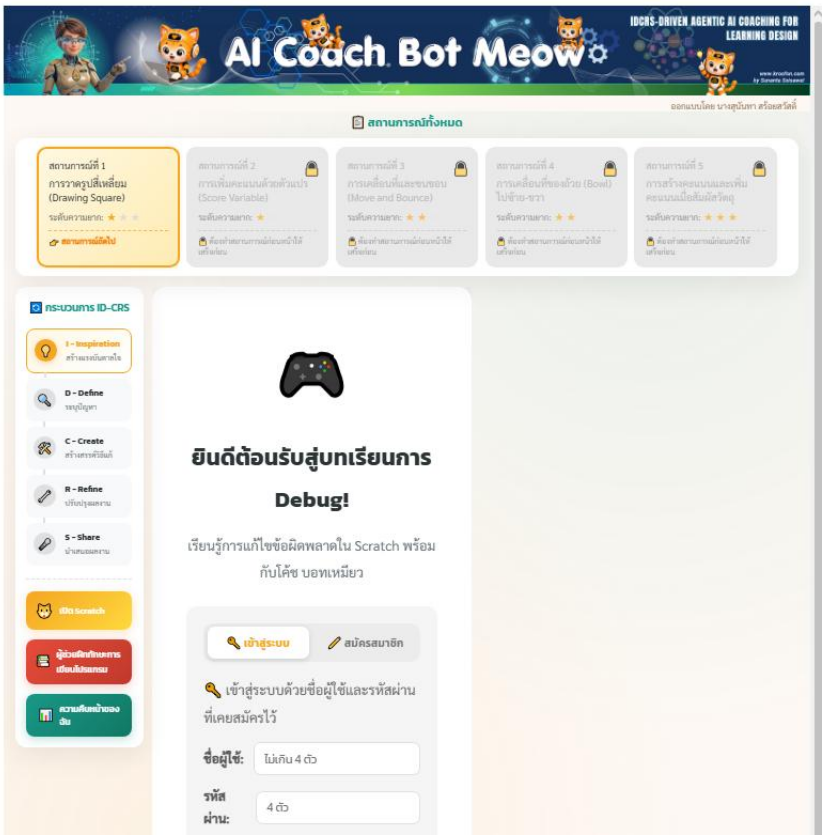
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง: ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท ดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย (1.1) นวัตกรรม Agentic AI “โค้ชบอทเหมียว” ที่ผู้วิจัยพัฒนาด้วย Claude API เป็นเว็บแอปพลิเคชันเปิดใช้งานผ่าน kroofon.com link https://sites.google.com/view/idcrs2?usp=sharing (ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4) ทำหน้าที่เป็นโค้ชโดยใช้คำถามนำ (Guiding Questions) แทนการบอกคำตอบ ให้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) 4 ระดับ (คำใบ้ทั่วไป ชี้ตำแหน่งปัญหา อธิบายหลักการ และสาธิตวิธีแก้ไข) ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และบันทึกข้อมูลการเรียนรู้อัตโนมัติลง Google Sheets และ (1.2) แผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบ IDCRS จำนวน 5 แผน (สอดคล้องกับ 5 สถานการณ์)



ภาพที่ 3 หน้าปกนวัตกรรม Agentic AI “โค้ชบอทเหมียว” บนเว็บไซต์



ภาพที่ 4 ภาพหน้าลงทะเบียนเพื่อเข้าเรียน และสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาได้อย่างต่อเนื่อง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งพัฒนาจากข้อคำถามที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ครอบคลุม 4 องค์ประกอบ ได้แก่ Identify, Analyze, Plan & Fix และ Test & Verify และใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนฉบับเดียวกัน สำหรับการคำนวณ E_2 ใช้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน ซึ่งกำหนดเป็นชุดวัดผลลัพธ์ปลายทาง โดยพิจารณาความครอบคลุม ของเนื้อหาและพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นหลัก ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก รายข้อจากการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ใช้เป็นข้อมูลประกอบการตรวจสอบและ ปรับปรุงคุณภาพ ข้อสอบก่อนนำไปใช้ซ้ำ ทั้งนี้ข้อสอบที่ใช้คำนวณ E_2 ได้แก่ ข้อ 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 26 และ 27

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ นวัตกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน โดยนวัตกรรมมีคุณภาพเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.85 (S.D. = 0.11) อยู่ในระดับมากที่สุด แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่า IOC เฉลี่ย 0.982 และแบบทดสอบมีค่า IOC เฉลี่ย 0.919 หลังผ่านการทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่ ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน ได้ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.167–0.958 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง -0.167–0.500 และค่าความเชื่อมั่น KR-20 ทั้งฉบับเท่ากับ 0.70 อยู่ในระดับดี ก่อนนำไปใช้จริงนวัตกรรม ยังผ่านการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน จำนวน 3 คน แบบกลุ่ม และแบบกลุ่มใหญ่ ตามลำดับ เพื่อปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขออนุญาตผู้บริหารและนักเรียนเพื่อให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำ แบบทดสอบก่อนเรียน จัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมครบ 5 สถานการณ์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เก็บคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) จากระบบให้คะแนนอัตโนมัติ ทดสอบหลังเรียนด้วย แบบทดสอบ ฉบับเดียวกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ได้แก่ (1) หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมด้วยสูตร E_1/E_2 ตามแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) เทียบกับเกณฑ์ 75/75 (2) เปรียบเทียบคะแนนก่อนและ หลังเรียนด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test for Dependent Samples ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ (3) วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม จากจำนวนครั้งที่ทำซ้ำและอัตราการตอบผิดรายสถานการณ์

6. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์การวิจัยและนำเสนอข้อมูลพฤติกรรม การเรียนรู้จากระบบ เป็นข้อมูลประกอบเพิ่มเติม ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม (E_1/E_2)

ผลการวิเคราะห์ค่า E_1 จากคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน 5 สถานการณ์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 24.10 (S.D. = 1.65) คิดเป็น E_1 = 80.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (≥75) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) จำแนกตามสถานการณ์ (N = 30)

สถานการณ์	ประเภท Bug	เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
1	Loop Control Error	5	4.17	1.34	83.3
2	Variable Error	5	4.10	0.66	82.0
3	Loop Structure Error	5	4.23	0.63	84.7
4	Logic/Value Error	5	3.53	0.63	70.7
5	Multiple Bugs	10	8.07	0.98	80.7
รวม		**30**	**24.10**	**1.65**	**80.33**

จากตารางที่ 2 พบว่าสถานการณ์ที่ 3 (Loop Structure Error) มีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุด (84.7) รองลงมาคือสถานการณ์ที่ 1 (Loop Control Error) ร้อยละ 83.3 และสถานการณ์ที่ 2 (Variable Error) ร้อยละ 82.0 ตามลำดับ ขณะที่สถานการณ์ที่ 4 (Logic/Value Error) มีค่าเฉลี่ยร้อยละต่ำสุด (70.7) เนื่องจากเป็นข้อผิดพลาด เชิงตรรกะที่ไม่ปรากฏร่องรอยชัดเจนบนหน้าจอ ผู้เรียนต้องติดตามค่าของตัวแปร และเงื่อนไขไปพร้อมกัน เป็นที่น่าสังเกตว่าสถานการณ์ที่ 5 (Multiple Bugs) ซึ่งออกแบบให้มีความซับซ้อน สูงสุด กลับมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.7 สูงกว่าสถานการณ์ที่ 4 อย่างไรก็ตามทุกสถานการณ์ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70

สำหรับค่า คำนวณจากคะแนนแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ฉบับ 15 ข้อ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 12.13 (S.D. = 2.69) คิดเป็น E_2 = 80.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 รายบุคคลจำนวน 20 คน จาก 30 คน (ร้อยละ 66.7) สรุปได้ว่านวัตกรรม มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 80.33/80.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน การวิจัยข้อที่ 1 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม E_1/E_2

รายการ	E_1 (กระบวนการ)	E_2 (ผลลัพธ์)
คะแนนเต็ม	30	15
N	30	30
$\bar{X}$	24.10	12.13
S.D.	1.65	2.69
ค่า E	80.33	80.89
เกณฑ์	75	75
ผลการพิจารณา	**ผ่านเกณฑ์**	**ผ่านเกณฑ์**

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนก่อนและหลังการใช้นวัตกรรม

ผลการเปรียบเทียบด้วยสถิติ t-test for Dependent Samples พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 19.70, S.D. = 4.23) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 15.37, S.D. = 4.92) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 6.26, df = 29, p < .001) คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 4.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.2 เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และมีขนาดอิทธิพลสำหรับข้อมูลแบบจับคู่ (Cohen's d_z = t/√n) เท่ากับ 1.14 ซึ่งอยู่ในระดับสูง จึงเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนก่อนและหลังการใช้นวัตกรรม

รายการ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.
ก่อนเรียน (Pretest)	30	15.37	4.92	6.26*	29	.000
หลังเรียน (Posttest)	30	19.70	4.23			

$p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ **15.37 คะแนน** (S.D. = 4.92) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ **19.70 คะแนน** (S.D. = 4.23) โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน **4.33 คะแนน**

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขนาดอิทธิพล (Effect Size) ด้วยค่า Cohen's d พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.14 (คำนวณจากค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนน 4.33 หารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง 3.79) ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Cohen, 1988) แสดงว่านวัตกรรมส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนในระดับที่มีนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ มิใช่เพียงมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างการใช้นวัตกรรม

จากการวิเคราะห์จำนวนครั้งที่ทำซ้ำและอัตราการตอบผิดรายสถานการณ์ (ตารางที่ 5) พบว่า สถานการณ์ที่ 1 (Loop Control Error) มีอัตราตอบผิดต่ำที่สุด (ร้อยละ 12.5) และมีนักเรียนทำซ้ำเพียง 3 คน สอดคล้องกับการออกแบบให้เป็นสถานการณ์ที่ง่ายที่สุด ขณะที่สถานการณ์ที่ 4 (Logic/Value Error) มีอัตราตอบผิดสูงที่สุด (ร้อยละ 37.6) และมีนักเรียนทำซ้ำมากที่สุด 9 คน ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยคะแนนกิจกรรมที่ต่ำที่สุดเช่นกัน (ร้อยละ 70.7) เนื่องจากเป็นข้อผิดพลาดเชิงตรรกะที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ที่น่าสนใจคือสถานการณ์ที่ 5 (Multiple Bugs) ซึ่งบูรณาการข้อผิดพลาดจากสถานการณ์ก่อนหน้ากลับมีอัตราตอบผิดร้อยละ 27.4 ซึ่งลดลงจากสถานการณ์ที่ 4 อย่างชัดเจน และมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงกว่า (ร้อยละ 80.7) สะท้อนว่า

นักเรียนสะสมความเข้าใจจากสถานการณ์ก่อนหน้าและนำมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ซับซ้อนขึ้นได้ ทั้งนี้ ค่าร้อยละของคะแนนกิจกรรม และอัตราการตอบผิดไม่ได้เป็นส่วนเติมเต็มของกันและกัน เนื่องจากคะแนนกิจกรรมใช้ผลการทำครั้งที่ดีที่สุดเป็นคะแนนตัวแทน ขณะที่อัตราการตอบผิดคำนวณจากการตอบทุกครั้งรวมถึงครั้งที่ยังไม่ผ่าน

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบซ้ำ ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้ง และร้อยละการตอบผิดรายสถานการณ์ **(N = 30)**

สถานการณ์	ประเภท Bug	ทำซ้ำ (คน)	เฉลี่ย (ครั้ง)	% ตอบผิด
1	Loop Control Error	3	1.10	12.5
2	Variable Error	7	1.35	28.6
3	Loop Structure Error	3	1.20	24.0
4	Logic/Value Error	9	1.37	37.6
5	Multiple Bugs	9	1.40	27.4

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 30 คนมีจำนวนครั้งในการทำแบบทดสอบซ้ำแตกต่างกันตามประเภทและความซับซ้อนของข้อผิดพลาด (Bug) ในแต่ละสถานการณ์ โดย **สถานการณ์ที่ 5 Multiple Bugs** มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการทำแบบทดสอบสูงที่สุด ($\bar{X}$ = 1.40 ครั้ง) รองลงมา ได้แก่ **สถานการณ์ที่ 4 Logic/Value Error** ($\bar{X}$ = 1.37 ครั้ง) **สถานการณ์ที่ 2 Variable Error** ($\bar{X}$ = 1.35 ครั้ง) **สถานการณ์ที่ 3 Loop Structure Error** ($\bar{X}$ = 1.20 ครั้ง) และ **สถานการณ์ที่ 1 Loop Control Error** มีค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งต่ำที่สุด ($\bar{X}$ = 1.10 ครั้ง) จำแนกรายด้าน **(N = 30)**

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

(1) นวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 80.33/80.89 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 จึงเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และ (2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง เป็นขั้นตอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 6.26, df = 29, p < .001) โดยมีขนาดอิทธิพลสำหรับข้อมูลแบบจับคู่ (Cohen's d_z) เท่ากับ 1.14 ซึ่งอยู่ในระดับสูง จึงเป็นไปตามสมมติฐาน การวิจัยข้อที่ 2

อภิปรายผล

ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สูงกว่าเกณฑ์ทั้ง E_1 และ E_2 อาจอธิบายได้จากการที่ระบบ Agentic AI "โค้ชบอทเหมียว" ทำหน้าที่เป็นโค้ชที่ใช้คำถามนำแทนการบอกคำตอบ และให้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) 4 ระดับที่ปรับตามความสามารถของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) และ VanLehn (2011) การออกแบบ 5 สถานการณ์ เรียงจากง่ายไปยากยังสอดคล้องกับแนวคิด ZPD โดยผลการวิจัยพบว่าสถานการณ์ ที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ เชิงตรรกะขั้นสูง (สถานการณ์ที่ 4) มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ขณะที่สถานการณ์ที่เน้นโครงสร้างคำสั่ง ซึ่งผู้เรียนสังเกตร่องรอยได้ชัดเจน (สถานการณ์ที่ 1 และ 3) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าข้อค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนอาจต้องการ การช่วยเหลือเพิ่มเติมเมื่อเผชิญข้อผิดพลาดเชิงตรรกะที่ซับซ้อน

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนหลังเรียนที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับแนวคิด Constructionism ของ Papert (1980) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือสร้างและปรับแก้ชิ้นงานจริง ผู้เรียนได้ลงมือแก้ไขโค้ด Scratch ในทุกสถานการณ์และทดสอบผลซ้ำตามกระบวนการ IDCRS ข้อมูลพฤติกรรม ยังพบว่าอัตราการตอบผิดในสถานการณ์ที่ 5 ซึ่งมีข้อผิดพลาดหลายประเภทร่วมกันต่ำกว่าสถานการณ์ที่ 4 แม้สถานการณ์ที่ 5 มีความซับซ้อนสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักฐานเชิงพรรณนา จึงยังไม่เพียงพอที่จะสรุปเชิงสาเหตุว่า เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้โดยตรง

ผลโดยรวมสอดคล้องกับ Kestin และคณะ (2025) และงานวิจัยในบริบทไทยของสุวัจนา จริตกาย (2563) และราตรี งาชัยภูมิ (2564) ที่สนับสนุนการใช้การเรียนรู้ผ่านปัญหา และการให้คำแนะนำ อย่างเป็นขั้นตอนอย่างไรก็ตาม นักเรียนร้อยละ 33.3 ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 รายบุคคล แสดงให้เห็นว่านวัตกรรม ยังไม่สามารถตอบสนอง ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้อย่างสมบูรณ์ นักเรียนกลุ่มนี้อาจต้องการเวลา การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) หรือการช่วยเหลือจากครูและเพื่อนเพิ่มเติม สอดคล้องกับข้อเสนอของ Létourneau และคณะ (2025) ที่ชี้ว่าประสิทธิผลของระบบติวเตอร์อัจฉริยะขึ้นอยู่กับบริบทและการออกแบบการสนับสนุนผู้เรียน ดังนั้น Agentic AI ในงานวิจัยนี้ควรทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกับบทบาทของครู มากกว่าการทดแทนครู

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนกลุ่มเดียวโดยไม่มีกลุ่มควบคุม จึงไม่สามารถยืนยันได้อย่างสมบูรณ์ ว่าผลที่เกิดขึ้นมาจากนวัตกรรมเพียงอย่างเดียว

2. กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก (30 คน) และได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงจากโรงเรียนเดียว จึงควรระมัดระวัง ในการนำผลไปอ้างอิงกับประชากรกลุ่มอื่น

3. การวัดผลกระทำทันทีภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ยังไม่ได้ศึกษาความคงทนของทักษะในระยะยาว

8. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ผู้สอนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สามารถนำนวัตกรรม Agentic AI ที่ออกแบบ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ IDCRS ไปใช้จัดการเรียนรู้เรื่องการแก้ไขข้อผิดพลาด ของโปรแกรม ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้โดยตรง เนื่องจากมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์แล้วและเข้าถึงง่ายผ่านระบบออนไลน์ ทั้งนี้ควรใช้ควบคู่กับการเสริม ต่อการเรียนรู้จากครูสำหรับผู้เรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์รายบุคคล

2) ควรเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตให้นักเรียนเข้าถึงนวัตกรรม ได้พร้อมกัน

3) ควรใช้รูปแบบ IDCRS ครบทุกขั้นตอน โดยเฉพาะขั้น Share ที่ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับ เพื่อน ซึ่ง AI Coach ไม่สามารถทดแทนได้

4) สำหรับนักเรียนที่มีทักษะต่ำกว่าเกณฑ์ ครูควรให้ความช่วยเหลือเพิ่มเติม เช่น การจับคู่เรียนรู้กับ เพื่อนที่เก่งกว่า (Peer Tutoring)

5) ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำรูปแบบ IDCRS ไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่นที่เน้นการแก้ปัญหา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือ STEAM Education

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาผลของนวัตกรรมกับนักเรียนระดับชั้นอื่น เพื่อตรวจสอบความสามารถ ในการนำไปใช้ในวงกว้าง

2) ควรใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มควบคุม (Control Group Design) เพื่อยืนยันประสิทธิผล ของนวัตกรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3) ควรศึกษาผลของนวัตกรรมต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณในมิติอื่น เช่น Algorithmic Thinking และ Decomposition

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2565). แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย *(พ.ศ. 2565–2570)*.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551 (*ฉบับปรับปรุง พ.ศ. *2560)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5*(1), 7–20.

ณัฐสิทธิ์ รัตนพาณิชย์, ลาวัลย์ ศรัทธาพุทธ, และนัทที พรประภา. (2568). การพัฒนาเอไอแชทบอทเพื่อตอบคำถามเรื่องกัญชาทางการแพทย์. วารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล*, 35*(2), 147–159.

นวพรรษ จันทร์คำ, และธิดารัตน์ กุลณัฐรวงศ์. (2568). การพัฒนาแพลตฟอร์มแนะแนวการศึกษาอัจฉริยะด้วย AI Chatbot เพื่อส่งเสริมการประชาสัมพันธ์หลักสูตรเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 15*(1), 214–228. https://doi.org/10.14456/npuj.2025.15

ราตรี งาชัยภูมิ. (2564). การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่าย เรื่อง การแก้ปัญหาด้วย *Scratch* โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3* [รายงานการวิจัย]. โรงเรียนโนนกอกวิทยา.

โรงเรียนวัดสระแก้ว. (2568). หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดสระแก้ว พุทธศักราช *2568*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการจัดการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ *5*.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. *2561–2580*.

สุวัจนา จริตกาย. (2563). การพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้โปรแกรม *Scratch* ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์].

Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. HarperBusiness.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Kestin, G., Miller, K., Klales, A., Milbourne, T., & Ponti, G. (2025). AI tutoring outperforms in-class active learning: An RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting. *Scientific Reports, 15*, 17458. https://doi.org/10.1038/s41598-025-97652-6

Keuning, H., Jeuring, J. T., & Heeren, B. (2018). A systematic literature review of automated feedback generation for programming exercises. *ACM Transactions on Computing Education, 19*(1), Article 3. https://doi.org/10.1145/3231711

Létourneau, A., Deslandes Martineau, M., Charland, P., Karran, J. A., Boasen, J., & Léger, P. M. (2025). A systematic review of AI-driven intelligent tutoring systems (ITS) in K-12 education. *npj Science of Learning, 10*(1), Article 29. https://doi.org/10.1038/s41539-025-00320-7

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.



Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.

Sun, C., Yang, S., & Becker, B. (2024). Debugging in computational thinking: A meta-analysis on the effects of interventions on debugging skills. *Journal of Educational Computing Research, 62*(4), 867–901. https://doi.org/10.1177/07356331241227793

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist, 46*(4), 197–221. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

แพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es บูรณาการปัญญาประดิษฐ์และเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจในการเรียน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

อัศวิน จุลมูล
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช
Email: koki.assawin@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es บูรณาการปัญญาประดิษฐ์และเกมมิฟิเคชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้แพลตฟอร์ม และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคใต้ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้น ซึ่งกำหนดชื่อระบบว่า AI-Powered Coding Coach (APCC) พัฒนาด้วย React, Cloud Firestore, Piston API และ Gemini API บูรณาการโค้ชปัญญาประดิษฐ์ 5 บทบาทตามวัฏจักร 5Es ระบบชี้แนะแบบลดการช่วยเหลือ 3 ระดับ เกมฝึกทักษะ 3 ประเภท และระบบเกมมิฟิเคชัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 30 คะแนน (KR-20 = 0.87) แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบถามความพึงพอใจ 25 ข้อ (สัมประสิทธิ์แอลฟา = 0.92) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.78, SD = 0.22) มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.44/84.20 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 15.68$, $df = 31$, $p < .001$) โดยมีขนาดอิทธิพลระดับใหญ่ ($d = 2.77$) และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.65) ผลการวิจัยให้ต้นแบบสถาปัตยกรรมแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนวิทยาการคำนวณสามารถนำไปติดตั้งใช้งานซ้ำได้บนโครงสร้างพื้นฐานของโรงเรียนโดยไม่ต้องใช้เครื่องแม่ข่ายเฉพาะ และสามารถขยายผลสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาได้

คำสำคัญ : โค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es ปัญญาประดิษฐ์ เกมมิฟิเคชัน

1. ที่มาและความสำคัญ

ในศตวรรษที่ 21 ทักษะการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงคำนวณได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นสมรรถนะพื้นฐานของพลเมืองยุคดิจิทัล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงบรรจุรายวิชาวิทยาการคำนวณไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีวิจารณญาณ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) โดยเฉพาะการเรียนภาษาซีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของวิทยาการคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ อย่างไรก็ตาม ภาษาซีเป็นภาษาที่มีวากยสัมพันธ์เข้มงวด ผู้เรียนระดับเริ่มต้นจึงพบข้อผิดพลาดจากการคอมไพล์บ่อยครั้งตั้งแต่ชั่วโมงแรกของการเรียน

การจัดการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมยังเผชิญปัญหาสำคัญ 3 ประการ ประการแรก ผู้เรียนท้อแท้เมื่อพบข้อผิดพลาดในโค้ดและหลีกเลี่ยงการฝึกปฏิบัติ ทำให้จำนวนครั้งของการลงมือเขียนโปรแกรมต่ำกว่าที่หลักสูตรคาดหวัง ซึ่ง Marwan et al. (2020) ชี้ว่าลักษณะของข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนระดับเริ่มต้นได้รับจากสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมส่งผลโดยตรงต่อความตั้งใจที่จะเรียนต่อในสาขานี้ ประการที่สอง ครูผู้สอนต้องตรวจงานของนักเรียนรายบุคคลจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถแก้ไขงานได้ทันเวลา ผลการสำรวจครูและผู้บริหารสถานศึกษา 280,000 คน จาก 55 ระบบการศึกษา พบว่างานตรวจและแก้ไขผลงานของผู้เรียนเป็นภาระงานที่ใช้เวลามากเป็นอันดับสามของครู คิดเป็นร้อยละ 9 ของเวลาทำงานทั้งหมด รองจากการสอนและการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ (OECD, 2025) เมื่อพิจารณาในบริบทของรายวิชา ว31281 ซึ่งผู้สอนรับผิดชอบผู้เรียน 32 คนต่อห้อง การมอบหมายโจทย์เขียนโปรแกรมเพียง 1 ข้อ หมายถึงการตรวจสอบผลลัพธ์ของโปรแกรม 32 ชุด ที่มีเงื่อนไขนำเข้าและกรณีทดสอบแตกต่างกัน จึงไม่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคลได้ทันภายในคาบเรียนเดียวกัน และประการที่สาม ผู้เรียนขาดแรงจูงใจในการฝึกปฏิบัตินอกเวลาเรียน

จากการสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคใต้ ปีการศึกษา 2568 ก่อนเริ่มการวิจัย พบประเด็นที่นำมาสู่การกำหนดคุณลักษณะของนวัตกรรมโดยตรง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจสภาพปัญหาการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมและนัยต่อการออกแบบนวัตกรรม

ประเด็นสภาพปัญหา	ร้อยละ	คุณลักษณะของนวัตกรรมที่กำหนดขึ้นเพื่อตอบปัญหา
ต้องการข้อมูลย้อนกลับทันทีเมื่อส่งงาน	72.5	ระบบตรวจโค้ดอัตโนมัติด้วย Piston API พร้อมกรณีทดสอบแบบเปิดเผยและซ่อน
ขาดความมั่นใจในการเขียนโปรแกรม	65.0	ระบบชี้แนะแบบลดการช่วยเหลือ 3 ระดับ ที่ไม่เฉลยคำตอบโดยตรง
รู้สึกว่าการเรียนแบบปกติขาดความท้าทาย	57.5	ระบบเกมมิฟิเคชัน (XP ระดับชั้น สถิติต่อเนื่อง กระดานอันดับ) และเกมฝึกทักษะ 3 ประเภท

ผู้วิจัยจึงออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติขึ้น โดยกำหนดชื่อระบบว่า AI-Powered Coding Coach (APCC) และใช้กรอบแนวคิดหลัก 3 ทฤษฎี ได้แก่ (1) วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es (Bybee, 1997) ประกอบด้วยขั้น Engage, Explore, Explain, Elaborate และ Evaluate ใช้เป็นโครงสร้างหลักในการจัดวางองค์ประกอบของแพลตฟอร์ม (2) ทฤษฎีการเสริมต่อการเรียนรู้ตามแนวคิดพื้นที่พัฒนาการใกล้เคียง (Vygotsky, 1978; Wood et al., 1976) นำมาแปลงเป็นระบบชี้แนะ 3 ระดับที่ค่อย ๆ ลดการช่วยเหลือลงตามความสามารถที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน และ (3) ทฤษฎีการกำหนดตนเอง (Seaborn & Fels, 2015) ใช้ออกแบบระบบเกมมิฟิเคชันให้ตอบสนององค์ประกอบด้านความเป็นอิสระ ความสามารถ และความสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งสามทฤษฎีถูกบูรณาการเข้ากับ Gemini API สำหรับทำหน้าที่โค้ช 5 บทบาท และ Piston API สำหรับการตรวจโค้ดอัตโนมัติ

ความแตกต่างของงานวิจัยนี้จากงานที่ผ่านมา คือ งานส่วนใหญ่นำปัญญาประดิษฐ์หรือเกมมิฟิเคชันไปใช้เป็นส่วนเสริมของบทเรียน แต่งานวิจัยนี้ใช้วัฏจักร 5Es เป็นสถาปัตยกรรมของระบบโดยตรง กล่าวคือ ทุกฟังก์ชันของแพลตฟอร์มถูกผูกกับขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของวัฏจักร 5Es และมีเงื่อนไขการทำงานอัตโนมัติที่ตรวจจับพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นตัวกระตุ้น จึงเป็นระบบที่ครูผู้สอนสามารถนำไปติดตั้งใช้งานซ้ำได้ทั้งระบบ มิใช่เพียงชุดสื่อประกอบการสอน



2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es บูรณาการปัญญาประดิษฐ์และเกมมิฟิเคชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการเขียนโปรแกรมของนักเรียนก่อนและหลังการใช้แพลตฟอร์ม

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้น

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคใต้ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนรายวิชา ว31281 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และเป็นห้องที่ผู้เรียนได้รับเครื่องคอมพิวเตอร์พกพาในอัตราส่วน 1 เครื่องต่อ 1 คน ครบทั้งห้อง

ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es ตัวแปรตาม ประกอบด้วย 3 ตัวแปร ได้แก่ (1) ประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มตามเกณฑ์ E_1/E_2 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการเขียนโปรแกรมภาษาซี และ (3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์ม

เนื้อหา ครอบคลุม 5 หน่วยการเรียนรู้ของรายวิชา ว31281 ได้แก่ พื้นฐานภาษาซีและการรับ-แสดงผลข้อมูล ตัวแปรและชนิดข้อมูล คำสั่งควบคุมแบบมีเงื่อนไข คำสั่งควบคุมแบบวนซ้ำ และอาร์เรย์กับฟังก์ชัน รวม 25 หัวข้อย่อย

ระยะเวลา ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 ปัญญาประดิษฐ์และระบบโค้ชชิงอัตโนมัติในการเรียนการเขียนโปรแกรม

Ouyang และ Jiao (2021) จัดแบ่งบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษาออกเป็น 3 กระบวนทัศน์ ได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะผู้สอนที่ควบคุมลำดับการเรียนรู้แทนผู้เรียน ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะเครื่องมือที่สนับสนุนการทำงานของผู้เรียน และปัญญาประดิษฐ์ในฐานะผู้เรียนที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายสอนระบบ งานวิจัยนี้ออกแบบให้ระบบทำหน้าที่ในกระบวนทัศน์ที่สองเป็นหลัก คือ ไม่แทนที่บทบาทของครูและไม่เฉลยคำตอบ แต่เป็นเครื่องมือที่ขยายขีดความสามารถของผู้เรียนในการวินิจฉัยปัญหาของตนเอง

Keuning et al. (2018) ทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างข้อมูลย้อนกลับอัตโนมัติสำหรับแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรมอย่างเป็นระบบ โดยวิเคราะห์เครื่องมือรวม 101 รายการ พบว่าระบบส่วนใหญ่ให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงความถูกต้องของผลลัพธ์เป็นหลัก มีเพียงส่วนน้อยที่ให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงกระบวนการคิด และเสนอว่าการพัฒนาในอนาคตควรมุ่งไปที่ข้อมูลย้อนกลับที่ชี้แนะเส้นทางการแก้ปัญหามากกว่าการบอกว่าถูกหรือผิด ข้อเสนอดังกล่าวเป็นที่มาโดยตรงของการออกแบบระบบชี้แนะแบบโสเครติสในงานวิจัยนี้ ส่วน Hwang และ Chen (2023) ยืนยันว่าข้อมูลย้อนกลับที่สร้างโดยปัญญาประดิษฐ์และปรับให้เหมาะกับรายบุคคลส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ

4.2 ทฤษฎีการเสริมต่อการเรียนรู้และวัฏจักรการเรียนรู้ 5Es

Vygotsky (1978) เสนอแนวคิดพื้นที่พัฒนาการใกล้เคียง ว่าผู้เรียนจะบรรลุศักยภาพสูงสุดได้เมื่อได้รับการสนับสนุนจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญมากกว่าในระดับที่เหมาะสม และการสนับสนุนนั้นต้องถูกถอดถอนออกทีละน้อย เมื่อผู้เรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น (Wood et al., 1976) แนวคิดนี้ถูกแปลงเป็นข้อกำหนดเชิงระบบในงานวิจัยนี้ผ่านระบบชี้แนะ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ตั้งคำถามชวนคิดโดยไม่บอกคำตอบและไม่แสดงโค้ด ระดับที่ 2 อธิบายมโนทัศน์พร้อมตัวอย่างที่คล้ายกันแต่ไม่ใช่โจทย์เดิม และ

ระดับที่ 3 ให้รหัสลำลองเป็นแนวทางทีละขั้น โดยระบบบันทึกระดับที่ผู้เรียนเรียกใช้ทุกครั้ง ทำให้สามารถวัดการถอดถอนการช่วยเหลือได้เชิงประจักษ์

วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es (Bybee, 1997) เป็นกรอบการจัดการเรียนรู้เชิงสืบเสาะที่ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ Engage Explore, Explain, Elaborate และ Evaluate จุดเด่นของกรอบนี้คือกำหนดให้ผู้เรียนสำรวจก่อนได้รับคำอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนเขียนโปรแกรมที่ผู้เรียนต้องพบข้อผิดพลาดด้วยตนเองก่อนจึงจะเข้าใจหลักการ งานวิจัยนี้จึงใช้วัฏจักร 5Es เป็นโครงสร้างของระบบ ดังแสดงการสังเคราะห์ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ทฤษฎีสู่องค์ประกอบเชิงฟังก์ชันของแพลตฟอร์ม

ขั้น 5Es	องค์ประกอบของแพลตฟอร์ม	ทฤษฎีที่รองรับ	พฤติกรรมที่มุ่งให้เกิด
Engage	สถิติการเข้าใช้ต่อเนื่อง แถบคะแนน ประสบการณ์ ระดับชั้น และรางวัลรายวัน	ทฤษฎีการกำหนดตนเอง (ความสามารถ)	เข้าใช้ระบบและฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ
Explore	เกมฝึกทักษะ 3 ประเภท และพื้นที่เขียนโค้ดอิสระ	การเรียนรู้เชิงสืบเสาะ	ทดลองด้วยตนเองก่อนได้รับคำอธิบาย
Explain	ระบบชี้แนะแบบโสเครติส 3 ระดับ และโค้ชวินิจฉัย	การเสริมต่อการเรียนรู้และพื้นที่พัฒนาการใกล้เคียง	อธิบายเหตุของข้อผิดพลาดได้ด้วยตนเอง
Elaborate	โจทย์ระดับยาก โครงงานย่อย และโค้ชท้าทาย	การถ่ายโยงการเรียนรู้	ประยุกต์แนวคิดกับสถานการณ์ใหม่
Evaluate	กระดานอันดับ ความสำเร็จ 13 รายการ และแดชบอร์ดวิเคราะห์ผล	การประเมินเพื่อพัฒนาและการกำกับตนเอง	สะท้อนผลและวางเป้าหมายถัดไป

4.3 เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

Dichev และ Dicheva (2017) ทบทวนงานวิจัยด้านเกมมิฟิเคชันในการศึกษาและพบว่าการใช้คะแนนประสบการณ์ เครื่องหมายความสำเร็จ และกระดานอันดับ ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในสาขาสะเต็มได้ประมาณร้อยละ 34 แต่ตั้งข้อสังเกตว่าผลดังกล่าวไม่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติจากการเพิ่มกลไกเกม หากขึ้นอยู่กับการออกแบบที่เชื่อมโยงกลไกเข้ากับเป้าหมายการเรียนรู้ สอดคล้องกับ Seaborn และ Fels (2015) ที่ยืนยันว่าเกมมิฟิเคชันมีประสิทธิผลสูงเมื่อกลไกที่ใช้ตอบสนองความต้องการพื้นฐานตามทฤษฎีการกำหนดตนเอง ข้อค้นพบทั้งสองนำมาสู่การออกแบบระบบเกมมิฟิเคชันในงานวิจัยนี้ให้ผูกคะแนนประสบการณ์เข้ากับการส่งงานที่ผ่านกรณีทดสอบเท่านั้น มิใช่การเข้าใช้ระบบเพียงอย่างเดียว

ในบริบทของประเทศไทย ชลธิชา นิติธรรมสถิต และคณะ (2565) พัฒนาระบบตรวจให้คะแนนการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่าระบบมีความแม่นยำร้อยละ 94.2 และผู้เรียนมีความพึงพอใจสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวมุ่งเน้นการตรวจให้คะแนนเป็นหลัก และยังไม่ได้บูรณาการกลไกการชี้แนะเชิงกระบวนการคิดหรือกรอบการจัดการเรียนรู้เข้าไว้ในระบบ จึงเป็นช่องว่างที่งานวิจัยนี้มุ่งเติมเต็ม โดยพัฒนาระบบที่รวมการตรวจอัตโนมัติ การชี้แนะเชิงกระบวนการคิด และกรอบการจัดการเรียนรู้ 5Es เข้าไว้ในสถาปัตยกรรมเดียวกัน สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งยังมีงานวิจัยจำนวนจำกัด

4.4 การเปรียบเทียบกับแนวทางที่มีอยู่และช่องว่างของงานวิจัย

เมื่อประมวลงานวิจัยข้างต้นเข้าด้วยกัน จะเห็นว่าแนวทางที่มีอยู่แต่ละกลุ่มตอบโจทย์คนละส่วนของปัญหา และยังไม่มีแนวทางใดที่ตอบครบทั้งสามด้านพร้อมกันในบริบทของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังการเปรียบเทียบในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบแนวทางที่มีอยู่กับแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้

แนวทาง	ลักษณะของข้อมูลย้อนกลับ	กลไกรักษาการมีส่วนร่วม	กรอบการจัดการเรียนรู้ที่ฝังในระบบ
ระบบตรวจให้คะแนนอัตโนมัติทั่วไป (Keuning et al., 2018)	บอกความถูกต้องของผลลัพธ์เป็นหลัก มีส่วนน้อยที่ชี้แนะเชิงกระบวนการคิด	ไม่มีกลไกเฉพาะ อาศัยการมอบหมายงานของครู	ไม่ระบุ ระบบทำหน้าที่เป็นเครื่องมือตรวจงานเท่านั้น
ระบบข้อมูลย้อนกลับทันทีเชิงปรับตัว (Marwan et al., 2020)	ปรับตามความก้าวหน้าของผู้เรียนรายบุคคล ให้ทั้งคำชมและคำแนะนำแก้ไข	มีกลไกเสริมแรงเชิงบวกในตัวระบบ	ไม่ผูกกับกรอบการจัดการเรียนรู้ใดโดยตรง ศึกษาในผู้เรียนระดับอุดมศึกษา
ระบบตรวจโค้ดอัตโนมัติในบริบทไทย (ชลธิชา นิติธรรมสถิต และคณะ, 2565)	ตรวจและให้คะแนนอัตโนมัติด้วยความแม่นยำสูง	ไม่มีกลไกเฉพาะ	ไม่ระบุ ศึกษาในผู้เรียนระดับปริญญาตรี
แพลตฟอร์มในงานวิจัยนี้ (APCC)	ตรวจอัตโนมัติร่วมกับการชี้แนะเชิงกระบวนการคิด 3 ระดับ ที่ไม่เฉลยคำตอบ และทำงานเชิงรุกเมื่อตรวจพบการติดขัด	ระบบเกมมิฟิเคชันที่ผูกคะแนนประสบการณ์กับการส่งงานที่ผ่านกรณีทดสอบเท่านั้น	วัฏจักร 5Es เป็นสถาปัตยกรรมของระบบ ทุกฟังก์ชันผูกกับขั้นใดขั้นหนึ่ง ศึกษาในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ช่องว่างที่งานวิจัยนี้มุ่งเติมเต็มจึงมี 2 ประการ ประการแรก การรวมการตรวจอัตโนมัติ การชี้แนะเชิงกระบวนการคิด และกลไกรักษาการมีส่วนร่วม ไว้ในระบบเดียวกันแทนที่จะแยกเป็นเครื่องมือคนละชิ้น และประการที่สอง การใช้กรอบการจัดการเรียนรู้เป็นสถาปัตยกรรมของระบบ ซึ่งทำให้ครูผู้สอนที่นำไปใช้ได้ทั้งเครื่องมือและลำดับกิจกรรมการสอนไปพร้อมกัน โดยศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งยังมีงานวิจัยจำนวนจำกัดเมื่อเทียบกับระดับอุดมศึกษา

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง ดำเนินการ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแพลตฟอร์ม ผู้วิจัยวิเคราะห์สภาพปัญหาจากการสำรวจผู้เรียน วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้ของรายวิชา ว31281 แล้วสังเคราะห์ทฤษฎีทั้งสามเป็นข้อกำหนดเชิงฟังก์ชัน จากนั้นออกแบบสถาปัตยกรรมระบบแบบ 5 ชั้น พัฒนาด้วยกระบวนการพัฒนาแบบวนซ้ำ และทดสอบการทำงานของทุกฟังก์ชันก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาการคำนวณ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา และด้านการวัดและประเมินผล ตรวจสอบคุณภาพของแพลตฟอร์มใน 4 ด้าน และ

ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามในเครื่องมือวัดกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยปรับปรุงแพลตฟอร์มตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้

ระยะที่ 3 การทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามวัฏจักร 5Es ครบ 5 หน่วยการเรียนรู้ โดยทดสอบก่อนเรียนในสัปดาห์แรก เก็บคะแนนระหว่างเรียนจากใบงานและภาระงานย่อยที่ระบบตรวจให้อัตโนมัติ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการเรียกใช้ระบบชี้แนะ ข้อมูลการส่งงาน และข้อมูลการเข้าใช้ต่อเนื่องจากฐานข้อมูลของระบบ จากนั้นทดสอบหลังเรียนและให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในสัปดาห์สุดท้าย

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.2.1 แพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es บูรณาการปัญญาประดิษฐ์และเกมมิฟิเคชัน ชื่อระบบ AI-Powered Coding Coach (APCC) รุ่นที่ใช้ในการวิจัยนี้เผยแพร่และเข้าถึงได้ที่ https://koki-assawin.github.io/AI-Powered-C

5.2.2 แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านเทคโนโลยีและระบบ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 5Es และด้านประโยชน์ต่อผู้เรียน

5.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็นแบบปรนัย 20 ข้อ (20 คะแนน) และภาคปฏิบัติการเขียนโปรแกรม 2 โจทย์ (10 คะแนน) รวม 30 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ 0.80–1.00 ค่าความยากง่าย 0.25–0.75 ค่าอำนาจจำแนก 0.20–0.80 และค่าความเชื่อมั่นแบบ KR-20 เท่ากับ 0.87

5.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ 5 ด้าน มีค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.92

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยแต่ละข้อ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการบรรยายผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์ม คะแนนก่อนและหลังเรียน และระดับความพึงพอใจ ตามแนวทางของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) และ ไพศาล วรคำ (2564) ใช้การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในการตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ตามสูตรของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ดังนี้

$$E_1 = [(\Sigma X / N) / A] \times 100 \qquad E_2 = [(\Sigma F / N) / B] \times 100$$

โดยที่ ΣX คือ ผลรวมคะแนนระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน N คือ จำนวนผู้เรียน A คือ คะแนนเต็มของงานระหว่างเรียน ΣF คือ ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน และ B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งนี้ค่า E_1 สะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ระหว่างการใช้แพลตฟอร์ม และค่า E_2 สะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ เมื่อค่าทั้งสองเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ย่อมแสดงว่ากระบวนการและผลลัพธ์ของนวัตกรรมมีความสมดุลกัน

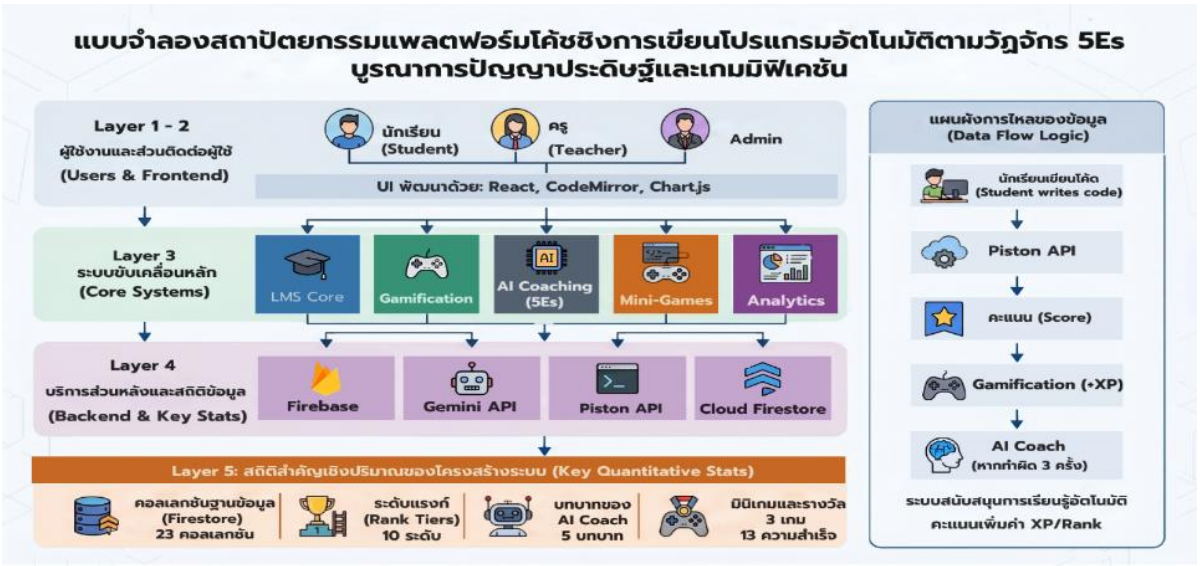
สำหรับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการใช้สถิติ กล่าวคือ ข้อมูลอยู่ในระดับอันตรภาคขึ้นไป เป็นการวัดซ้ำในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน และมีขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561; Gravetter & Wallnau, 2022) พร้อมทั้งรายงานขนาดอิทธิพลด้วยค่าโคเฮนดีสำหรับข้อมูลวัดซ้ำ เพื่อระบุความหมายเชิงปฏิบัติเพิ่มเติมจากนัยสำคัญทางสถิติ โดยคำนวณจากค่าทีและขนาดกลุ่มตัวอย่างตามความสัมพันธ์ d เท่ากับ t หารด้วยรากที่สองของ n ซึ่งทำให้ผู้อ่านตรวจสอบ

ย้อนกลับได้จากค่าสถิติที่รายงานไว้ในตาราง และแปลผลตามเกณฑ์ 0.20 (เล็ก) 0.50 (ปานกลาง) และตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป (ใหญ่) (Field, 2024) ส่วนวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลตามเกณฑ์การแปลความหมายของมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ระบบบันทึกไว้โดยอัตโนมัติ ได้แก่ ระดับของการเรียกใช้ระบบชี้แนะและจำนวนวันเข้าใช้ต่อเนื่อง เพื่อใช้อธิบายผลเชิงปริมาณเพิ่มเติม

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนาแพลตฟอร์มและสถาปัตยกรรมของระบบ

ผลการพัฒนาได้แพลตฟอร์ม AI-Powered Coding Coach (APCC) ที่มีสถาปัตยกรรมแบบ 5 ชั้น ทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ทั้งหมดโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมแปลภาษาซีที่เครื่องผู้เรียน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบจำลองสถาปัตยกรรมแพลตฟอร์มโค้ชชิงการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติตามวัฏจักร 5Es บูรณาการปัญญาประดิษฐ์และเกมมิฟิเคชัน

จากภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบแบ่งออกเป็น 5 ชั้น โดยชั้นที่ 1–2 เป็นชั้นผู้ใช้และส่วนติดต่อผู้ใช้ รองรับผู้ใช้ 3 บทบาท คือ นักเรียน ครู และผู้ดูแลระบบ ซึ่งแต่ละบทบาทเข้าถึงเส้นทางการใช้งานที่แยกจากกันด้วยกลไกตรวจสอบสิทธิ์ ชั้นที่ 3 เป็นระบบขับเคลื่อนหลัก 5 ระบบย่อยที่ทำงานประสานกัน ชั้นที่ 4 เป็นบริการส่วนหลังที่เรียกใช้ผ่านส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ และชั้นที่ 5 เป็นสถิติเชิงโครงสร้างของระบบ รายละเอียดของแต่ละชั้นแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบและเทคโนโลยีที่ใช้ในสถาปัตยกรรมแต่ละชั้นของแพลตฟอร์ม

ชั้นของระบบ	องค์ประกอบเชิงหน้าที่	เทคโนโลยีที่ใช้และคุณลักษณะสำคัญ
ชั้นที่ 1–2 ผู้ใช้และส่วนติดต่อผู้ใช้	ผู้ใช้ 3 บทบาท (นักเรียน ครู ผู้ดูแลระบบ) หน้าจอเรียนรู้ พื้นที่เขียนโค้ด และแดชบอร์ด	React 17, CodeMirror 5 (เน้นสีวากยสัมพันธ์ภาษาซี), Chart.js, Bootstrap 5.3 ทำงานแบบหน้าเดียว ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่ม

ชั้นของระบบ	องค์ประกอบเชิงหน้าที่	เทคโนโลยีที่ใช้และคุณลักษณะสำคัญ
ชั้นที่ 3 ระบบขับเคลื่อนหลัก	ระบบจัดการเรียนรู้ ระบบเกมมิฟิเคชัน ระบบโค้ชปัญญาประดิษฐ์ตาม 5Es เกมฝึกทักษะ และระบบวิเคราะห์ผล	ตรรกะการทำงานเขียนด้วย JavaScript แยกเป็นมอดูลอิสระ ทำให้เพิ่มหรือถอดระบบย่อยได้โดยไม่กระทบส่วนอื่น
ชั้นที่ 4 บริการส่วนหลัง	การยืนยันตัวตน ฐานข้อมูลเวลาจริง การประมวลผลภาษาธรรมชาติ และการคอมไพล์-รันโค้ด	Firebase Authentication, Cloud Firestore, Gemini API (gemini-2.0-flash) และ Piston API ซึ่งจำกัดเวลาประมวลผล 8 วินาทีต่อกรณีทดสอบ
ชั้นที่ 5 สถิติเชิงโครงสร้าง	ตัวเลขที่บ่งบอกขนาดและความครอบคลุมของระบบที่พัฒนาขึ้น	ระดับชั้นผู้เรียน 10 ระดับ โค้ชปัญญาประดิษฐ์ 5 บทบาท เกมฝึกทักษะ 3 ประเภท และความสำเร็จ 13 รายการ (จำนวนคอลเลกชันฐานข้อมูลเปลี่ยนแปลงตามรุ่นของระบบจึงไม่นับเป็นคุณลักษณะคงที่ของสถาปัตยกรรม)

กลไกที่ทำให้ระบบทำงานได้โดยอัตโนมัติ คือ ลำดับการไหลของข้อมูลที่แสดงในแผนผังด้านขวาของภาพที่ 1 เมื่อผู้เรียนส่งโค้ด ระบบจะส่งต่อไปยัง Piston API เพื่อคอมไพล์และรันด้วยกรณีทดสอบที่ครูกำหนดไว้ แล้วคำนวณคะแนนกลับมาภายในเวลาไม่กี่วินาที คะแนนที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ระบบเกมมิฟิเคชันเพื่อเพิ่มคะแนนประสบการณ์และปรับระดับชั้นทันที ขณะเดียวกันหากระบบตรวจพบว่าผู้เรียนส่งงานไม่ผ่านในโจทย์เดียวกันครบ 3 ครั้งติดต่อกัน ระบบจะเรียกโค้ชปัญญาประดิษฐ์ให้ทำงานเชิงรุกโดยที่ผู้เรียนไม่ต้องร้องขอ จุดนี้เป็นความแตกต่างสำคัญจากระบบตรวจโค้ดอัตโนมัติทั่วไปซึ่งรอให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายขอความช่วยเหลือเท่านั้น

การแบ่งบทบาทของโค้ชปัญญาประดิษฐ์ตามขั้นของวัฏจักร 5Es พร้อมเงื่อนไขการทำงานอัตโนมัติของแต่ละบทบาทแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 บทบาทของโค้ชปัญญาประดิษฐ์ตามวัฏจักร 5Es และเงื่อนไขการทำงานอัตโนมัติ

ขั้น 5Es	บทบาทของโค้ช	เงื่อนไขที่กระตุ้นการทำงาน	ผลลัพธ์ที่ผู้เรียนได้รับ
Engage	โค้ชด้านกรอบความคิด	ส่งงานไม่ผ่านในโจทย์เดียวกันครบ 3 ครั้งติดต่อกัน (ระบบเรียกเอง)	ข้อความให้กำลังใจเชิงบวก ช่วยลดการถอดใจและการละทิ้งโจทย์
Explore	โค้ชแบบโสเครติส	ผู้เรียนกดขอคำชี้แนะในพื้นที่เขียนโค้ด	คำชี้แนะ 3 ระดับ จากคำถามชวนคิดสู่มโนทัศน์ และรหัสลำลอง โดยไม่เฉลยโค้ด
Explain	โค้ชด้านการวิเคราะห์	ผู้เรียนเปิดดูรายงานสรุปรายสัปดาห์	สรุปแนวโน้มคะแนนประสบการณ์และความสม่ำเสมอ พร้อมคำแนะนำเฉพาะบุคคล

ขั้น 5Es	บทบาทของโค้ช	เงื่อนไขที่กระตุ้นการทำงาน	ผลลัพธ์ที่ผู้เรียนได้รับ
Elaborate	โค้ชด้านความท้าทาย	ทำคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง	ข้อเสนอโจทย์ระดับสูงขึ้นและมโนทัศน์ที่ควรศึกษาต่อยอด
Evaluate	โค้ชด้านการวินิจฉัย	ครูหรือผู้เรียนสั่งวิเคราะห์จุดอ่อน	รายงานจุดแข็ง จุดอ่อน และรูปแบบข้อผิดพลาดจากการส่งงาน 30 รายการล่าสุด

หัวใจของระบบซึ่งผู้เชี่ยวชาญระบุว่าเป็นจุดเด่นที่แตกต่างจากระบบตรวจโค้ดทั่วไป คือ ระบบชี้แนะแบบลดการช่วยเหลือ 3 ระดับ ผู้วิจัยแปลงหลักการถอดถอนการช่วยเหลือให้เป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่บังคับใช้ได้จริง โดยเขียนเป็นเงื่อนไขในคำสั่งที่ส่งให้แบบจำลองภาษา ระบุทั้งสิ่งที่ต้องให้และสิ่งที่ห้ามให้ในแต่ละระดับ พร้อมจำกัดความยาวคำตอบไม่เกิน 180 คำ เพื่อไม่ให้ระบบอธิบายจนกลายเป็นการเฉลย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อกำหนดของระบบชี้แนะแบบลดการช่วยเหลือ 3 ระดับ

ระดับ	สิ่งที่ระบบให้แก่ผู้เรียน	ข้อกำหนดที่ห้ามระบบทำ	หลักการที่รองรับ
1	ตั้งคำถามชวนคิดที่ชี้ไปยังจุดที่ผู้เรียนน่าจะเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น ให้ลองไล่ค่าของตัวแปรในรอบแรกของการวนซ้ำ	ห้ามบอกคำตอบ ห้ามแสดงโค้ด และห้ามระบุบรรทัดที่ผิดโดยตรง	การช่วยเหลือระดับต่ำสุดที่ยังอยู่ในพื้นที่พัฒนาการใกล้เคียง
2	อธิบายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องพร้อมตัวอย่างสถานการณ์ที่คล้ายกัน	ห้ามใช้โจทย์เดิมเป็นตัวอย่าง และห้ามแสดงโครงสร้างคำตอบของโจทย์นั้น	การเชื่อมความรู้เดิมกับปัญหาปัจจุบันก่อนให้แนวทางแก้
3	ให้รหัสลำลองที่แสดงลำดับขั้นตอนวิธีของการแก้ปัญหา	ห้ามให้โค้ดภาษาซีที่คอมไพล์ผ่านได้ทันที ผู้เรียนต้องแปลงเป็นโค้ดเอง	การให้โครงร่างที่ยังคงเหลือภาระทางปัญญาไว้กับผู้เรียน

ตัวอย่างการทำงานจริงของกลไกนี้แสดงในภาพที่ 2 ซึ่งเป็นภาพหน้าจอขณะผู้เรียนส่งโค้ดที่ยังไม่ผ่านกรณีทดสอบ ระบบรายงานว่ากรณีทดสอบที่ 3 คาดหวังผลลัพธ์เท่ากับ 1 แต่ได้รับค่าที่ผิดปกติ ซึ่งเกิดจากการไม่กำหนดค่าเริ่มต้นให้ตัวแปรสะสมผลรวม จากนั้นระบบชี้แนะระดับที่ 1 จึงทำงานโดยตั้งคำถามให้ผู้เรียนย้อนไปพิจารณาค่าของตัวแปรก่อนที่การวนซ้ำจะเริ่มทำงาน โดยไม่ระบุบรรทัดที่ผิดและไม่แสดงโค้ดที่ถูกต้อง ผู้เรียนที่ยังแก้ไม่ได้สามารถกดขอคำชี้แนะระดับถัดไปได้ด้วยตนเอง



ภาพที่ 2 หน้าพื้นที่เขียนโค้ดขณะระบบตรวจโค้ดอัตโนมัติและระบบชี้แนะระดับที่ 1 ทำงาน

ทั้งนี้ภาพที่ 2 เป็นภาพหน้าจอจากรุ่นปัจจุบันของแพลตฟอร์ม ซึ่งภายหลังการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มคำชี้แนะระดับที่ 4 สำหรับการวิเคราะห์ข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และขยายการรองรับภาษาโปรแกรมเพิ่มเติมจากภาษาซี ส่วนผลที่รายงานในบทความนี้ทั้งหมดมาจากรุ่นที่มีคำชี้แนะ 3 ระดับ และใช้ภาษาซีเพียงภาษาเดียว ตามที่ระบุไว้ในขอบเขตการวิจัยและตารางที่ 6

การบันทึกระดับที่ผู้เรียนเรียกใช้ทุกครั้งไว้ในฐานข้อมูล ทำให้การถอดถอนการช่วยเหลือซึ่งเดิมเป็นแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ วัดได้ยาก กลายเป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่ติดตามได้ตลอดภาคเรียน และเป็นที่มาของผลการวิเคราะห์พฤติกรรมในหัวข้อ 6.6 นอกจากองค์ประกอบเชิงเทคนิคแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ใช้และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการนำแพลตฟอร์มไปใช้ไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้ครูผู้สอนในโรงเรียนอื่นสามารถประเมินความพร้อมของบริบทตนเองก่อนนำไปใช้ได้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณลักษณะของผู้ใช้และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการนำแพลตฟอร์มไปใช้

รายการ	ข้อกำหนดและสภาพแวดล้อมที่ใช้จริงในการวิจัย
เครื่องของผู้เรียน	คอมพิวเตอร์พกพาที่มีหน่วยความจำตั้งแต่ 4 กิกะไบต์ขึ้นไป รองรับเว็บเบราว์เซอร์รุ่นปัจจุบัน ในอัตราส่วน 1 เครื่องต่อผู้เรียน 1 คน
เว็บเบราว์เซอร์	เบราว์เซอร์ที่รองรับมาตรฐาน ES6 เช่น Chrome, Edge หรือ Safari รุ่นปัจจุบัน ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมแปลภาษาซีหรือส่วนขยายใด ๆ ที่เครื่องผู้เรียน
การเชื่อมต่อเครือข่าย	อินเทอร์เน็ตความเร็วไม่ต่ำกว่า 2 เมกะบิตต่อวินาทีต่อเครื่อง จำเป็นเฉพาะช่วงที่ส่งโค้ดเข้าตรวจและช่วงที่เรียกใช้โค้ชปัญญาประดิษฐ์
คุณลักษณะของผู้เรียน	ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานภาษาซีมาก่อน แต่ควรใช้เว็บเบราว์เซอร์และพิมพ์ข้อความภาษาอังกฤษได้คล่องพอสมควร และมีบัญชีอีเมลสำหรับยืนยันตัวตน

รายการ	ข้อกำหนดและสภาพแวดล้อมที่ใช้จริงในการวิจัย
คุณลักษณะของครูผู้สอน	ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการพัฒนาเว็บหรือการดูแลเครื่องแม่ข่าย แต่ต้องสามารถออกแบบกรณีทดสอบทั้งแบบเปิดเผยและแบบซ่อนให้ครอบคลุมกรณีขอบ และอ่านผลจากแดชบอร์ดวิเคราะห์เพื่อปรับการสอนได้
การติดตั้งและค่าใช้จ่าย	เผยแพร่เป็นเว็บสถิตผ่านบริการโฮสต์แบบไม่มีค่าใช้จ่าย ครูผู้สอนโรงเรียนอื่นสามารถสร้างรายวิชาและกำหนดรหัสเข้าชั้นเรียนของตนเองได้ทันทีโดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องแม่ข่าย
ข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึง	ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตขณะตรวจโค้ด และการเรียกใช้โค้ชปัญญาประดิษฐ์อยู่ภายใต้โควตาการเรียกใช้ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์รายวัน จึงควรวางแผนกิจกรรมให้การเรียกใช้กระจายตัวตลอดคาบเรียน

ในด้านการใช้งานของครูผู้สอน ระบบจัดเตรียมเครื่องมือไว้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนสร้างรายวิชาและกำหนดรหัสเข้าชั้นเรียน ซึ่งทำให้ครูผู้สอนแต่ละคนมีพื้นที่ข้อมูลของตนเองแยกจากกัน ส่วนจัดการเนื้อหาและโจทย์ที่ครูสามารถกำหนดกรณีทดสอบทั้งแบบเปิดเผยและแบบซ่อนได้เอง และส่วนแดชบอร์ดวิเคราะห์ผลซึ่งแสดงคะแนนรายบุคคล ความถี่ของการส่งงาน และรูปแบบข้อผิดพลาดที่พบบ่อยของทั้งห้องเรียน ครูจึงสามารถระบุได้ว่ามโนทัศน์ใดที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจก่อนเข้าสอนคาบถัดไป โครงสร้างนี้เป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้นวัตกรรมสามารถส่งมอบให้ครูผู้สอนคนอื่นนำไปใช้ต่อได้จริง เพราะครูไม่จำเป็นต้องแก้ไขรหัสโปรแกรมใด ๆ เพียงสร้างรายวิชาและนำเข้าโจทย์ของตนเองเท่านั้น

6.2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 8 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหาสาระ	4.89	0.19	มากที่สุด
2. ด้านเทคโนโลยีและระบบ	4.67	0.38	มากที่สุด
3. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 5Es	4.89	0.19	มากที่สุด
4. ด้านประโยชน์ต่อผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมทุกด้าน	**4.78**	**0.22**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 8 คุณภาพโดยรวมของแพลตฟอร์มอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.78, SD = 0.22) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระและด้านการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 5Es ($\bar{X}$ 4.89 เท่ากันทั้งสองด้าน) ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นสอดคล้องกันว่า ระบบชี้แนะแบบลดการช่วยเหลือ 3 ระดับ เป็นจุดเด่นที่แตกต่างจากระบบตรวจโค้ดอัตโนมัติทั่วไป เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนคิดต่อยอดได้เองโดยไม่ต้องพึ่งพาคำตอบสำเร็จรูป ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือด้านเทคโนโลยีและระบบและด้านประโยชน์ต่อผู้เรียน ($\bar{X}$= 4.67 เท่ากัน) โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เพิ่มการแจ้งเตือนเมื่อการเชื่อมต่อเครือข่ายขัดข้องระหว่างส่งโค้ด ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้จริง



6.3 ผลการหาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม

ตารางที่ 9 ผลการหาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มตามเกณฑ์ 80/80 (n = 32)

ค่าประสิทธิภาพ	ที่มาของคะแนน	ค่าที่คำนวณได้	ผลการเทียบเกณฑ์
E_1	คะแนนระหว่างเรียนจากใบงานและภาระงานย่อยที่ระบบตรวจอัตโนมัติ รวม 5 หน่วยการเรียนรู้	82.44	เป็นไปตามเกณฑ์
E_2	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน	84.20	เป็นไปตามเกณฑ์

จากตารางที่ 9 แพลตฟอร์มมีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.44/84.20 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วยการเรียนรู้ พบว่าหน่วยที่ 3 เรื่องคำสั่งควบคุมแบบมีเงื่อนไข มีค่า E_1 สูงที่สุด คือ ร้อยละ 85.41 นอกจากนี้ค่า E_2 ที่สูงกว่าค่า E_1 เล็กน้อย แสดงว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโยงสิ่งที่ฝึกระหว่างเรียนไปสู่สถานการณ์การทดสอบได้ มิใช่การจดจำคำตอบเฉพาะโจทย์ที่เคยทำ

6.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์ม (n = 32)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	df	t
ก่อนเรียน	30	12.30	2.10	41.00	31	15.68*
หลังเรียน	30	25.27	1.56	84.20		

*หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าวิกฤตของ t แบบสองทาง ที่ df = 31 เท่ากับ 2.04)*

จากตารางที่ 10 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$= 25.27, SD = 1.56 คิดเป็นร้อยละ 84.20) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$= 12.30, SD = 2.10 คิดเป็นร้อยละ 41.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 15.68, df = 31, p < .001) และมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับใหญ่ (d = 2.77) คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 12.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.23 ของคะแนนเต็ม นอกจากนี้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ลดลงจาก 2.10 เหลือ 1.56 ยังชี้ว่าความแตกต่างของผลการเรียนภายในห้องแคบลงหลังการใช้แพลตฟอร์ม กล่าวคือ ผู้เรียนกลุ่มที่มีคะแนนต่ำในตอนต้นสามารถไล่ตามกลุ่มอื่นได้

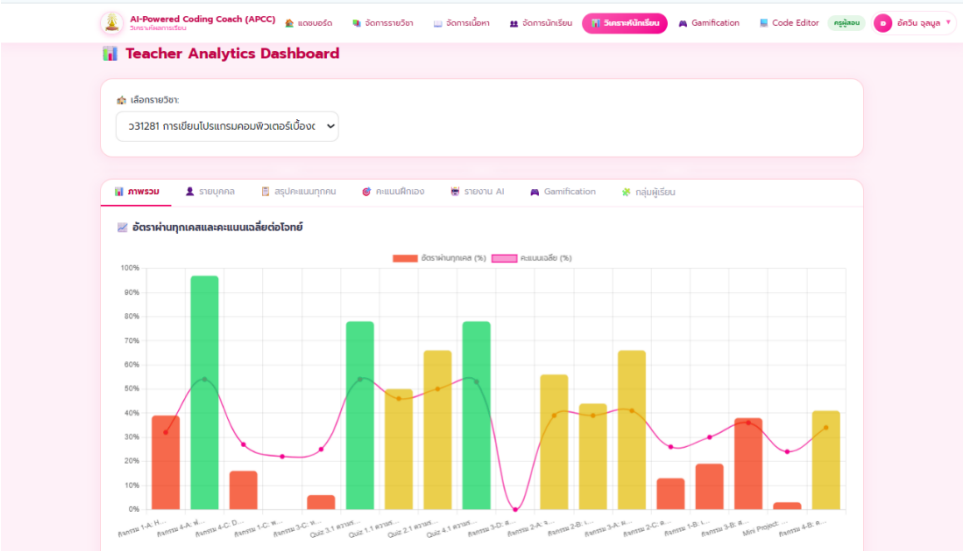
6.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.65) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าด้านคุณภาพของโค้ชปัญญาประดิษฐ์และข้อมูลย้อนกลับมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$= 4.80) รองลงมาคือด้านความง่ายในการใช้งาน ($\bar{X}$= 4.73) และด้านแรงเสริมจากระบบเกมมิฟิเคชัน ($\bar{X}$= 4.66) ตามลำดับ ข้อค้นพบนี้ชี้ว่าองค์ประกอบที่ผู้เรียนให้คุณค่ามากที่สุดคือการได้รับข้อมูลย้อนกลับที่ตรงจุดและทันเวลา ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจสภาพปัญหาก่อนการวิจัยในตารางที่ 1 ที่ผู้เรียนร้อยละ 72.5 ระบุความต้องการข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นลำดับแรก

6.6 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้จากข้อมูลที่ระบบบันทึก

ข้อมูลที่ระบบบันทึกโดยอัตโนมัติตลอดการทดลองให้หลักฐานเชิงพฤติกรรมเพิ่มเติมจากคะแนนสอบ 2 ประการ ประการแรก สัดส่วนการเรียกใช้คำชี้แนะระดับที่ 3 ซึ่งเป็นระดับที่ให้ความช่วยเหลือมากที่สุด ลดลงจากร้อยละ 42.3 ในช่วงต้นของการทดลอง เหลือร้อยละ 18.7 ในช่วงท้าย ขณะที่จำนวนครั้งของการส่งงานโดยรวมไม่ได้ลดลง แสดงว่าผู้เรียนยังคงลงมือทำแต่ต้องการความช่วยเหลือระดับสูงน้อยลง ประการที่สอง ผู้เรียนที่มีจำนวนวันเข้าใช้ระบบต่อเนื่องตั้งแต่ 7 วันขึ้นไป มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเข้าใช้ต่อเนื่องร้อยละ 12.4 ซึ่งสะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างความสม่ำเสมอในการฝึกปฏิบัติกับผลการเรียน

ข้อมูลทั้งสองส่วนถูกประมวลผลและแสดงผลอัตโนมัติผ่านแดชบอร์ดวิเคราะห์ผลฝั่งครู ดังภาพที่ 3 ซึ่งแสดงอัตราการผ่านกรณีทดสอบครบทุกกรณีและคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งห้องแยกเป็นรายโจทย์ ทำให้ครูผู้สอนระบุได้ทันทีว่าโจทย์ใดที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังทำไม่ผ่าน และควรนำมโนทัศน์ใดกลับมาอธิบายซ้ำในคาบถัดไป โดยไม่ต้องตรวจผลงานทีละชิ้น



ภาพที่ 3 แดชบอร์ดวิเคราะห์ผลฝั่งครู แสดงอัตราการผ่านกรณีทดสอบและคะแนนเฉลี่ยรายโจทย์

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 ด้านคุณภาพและประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม (ตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1)

แพลตฟอร์มผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.78) และมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.44/84.20 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ในสองประเด็น ประเด็นแรก ชัยยงค์ เสนอว่าค่าประสิทธิภาพทั้งสองตัวควรใกล้เคียงกัน เพราะหากค่าของกระบวนการสูงกว่าผลลัพธ์มาก แสดงว่าคะแนนระหว่างเรียนอาจได้มาจากการช่วยเหลือที่มากเกินไป ผลการวิจัยนี้พบว่าค่าทั้งสองต่างกันเพียง 1.76 หน่วย และค่าของผลลัพธ์สูงกว่าค่าของกระบวนการเล็กน้อย จึงเป็นรูปแบบที่บ่งชี้ว่าการช่วยเหลือระหว่างเรียนอยู่ในระดับพอเหมาะ ประเด็นที่สอง ชัยยงค์ระบุว่าคะแนนระหว่างเรียนต้องมาจากภาระงานที่ผู้เรียนทำจริงในทุกหน่วย มิใช่การสุ่มเก็บบางหน่วย ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้คะแนนจากระบบตรวจอัตโนมัติครบทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้

ข้อสังเกตที่น่าสนใจคือหน่วยที่ 3 เรื่องคำสั่งควบคุมแบบมีเงื่อนไข มีค่า E_1 สูงที่สุด คือ ร้อยละ 85.41 ทั้งที่เป็นหน่วยที่ผู้เรียนมักมีปัญหาในการสอนแบบเดิม ผู้วิจัยอธิบายว่าเป็นผลจากเกมฝึกทักษะประเภทวิเคราะห์โค้ดและประเภทค้นหา

ข้อผิดพลาด ซึ่งแสดงลำดับการทำงานของเงื่อนไขทีละขั้นเป็นภาพ ทำให้ผู้เรียนเห็นว่าโปรแกรมเลือกเส้นทางใดในแต่ละกรณีทดสอบ แทนที่จะต้องจินตนาการเอง

7.2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับใหญ่ ผลนี้สอดคล้องกับ Leinonen et al. (2022) ที่เปรียบเทียบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีกับแบบตามกำหนดเวลาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ความสอดคล้องมิได้อยู่ที่ทิศทางของผลเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่กลไกที่งานทั้งสองระบุตรงกัน กล่าวคือ Leinonen และคณะอธิบายว่าคุณค่าของข้อมูลย้อนกลับขึ้นอยู่กับการที่ผู้เรียนยังมีโอกาสนำผลนั้นกลับไปแก้ไขงานของตนเองในขณะที่ยังจดจำเหตุผลเบื้องหลังโค้ดได้ ซึ่งตรงกับการออกแบบของงานวิจัยนี้ที่กำหนดเวลาประมวลผลไม่เกิน 8 วินาทีต่อกรณีทดสอบ และเปิดให้ส่งงานซ้ำได้ไม่จำกัดครั้ง ผู้เรียนจึงได้รับผลและแก้ไขงานภายในคาบเรียนเดียวกัน เช่นเดียวกับ Marwan et al. (2020) ที่พบว่าข้อมูลย้อนกลับทันทีซึ่งปรับตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและความตั้งใจที่จะเรียนต่อ ซึ่งงานวิจัยนี้ตอบสนองด้วยการให้โค้ชวินิจฉัยอ้างอิงรูปแบบข้อผิดพลาดจากการส่งงาน 30 รายการล่าสุดของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และให้โค้ชด้านกรอบความคิดทำงานเชิงรุกเมื่อระบบตรวจพบการส่งงานไม่ผ่านติดต่อกัน 3 ครั้ง ส่วน Hwang และ Chen (2023) ยืนยันในทิศทางเดียวกันว่าข้อมูลย้อนกลับที่ปรับตามรายบุคคลให้ผลสูงกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบเดียวกันทั้งชั้นเรียน

การที่สัดส่วนการเรียกใช้คำชี้แนะระดับที่ 3 ลดลงจากร้อยละ 42.3 เหลือร้อยละ 18.7 เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ของการถอดถอนการช่วยเหลือตามแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ (Wood et al., 1976) ประเด็นสำคัญคือการลดลงนี้เกิดขึ้นเองจากพฤติกรรมของผู้เรียน มิใช่จากการที่ระบบจำกัดสิทธิ์การขอความช่วยเหลือ ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ Wood และคณะระบุว่าจำเป็นต่อการยืนยันว่าผู้เรียนพัฒนาความสามารถขึ้นจริง มิใช่เพียงถูกบังคับให้ทำเอง ส่วนข้อค้นพบที่ว่าผู้เรียนที่เข้าใช้ระบบต่อเนื่องตั้งแต่ 7 วันขึ้นไปมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มอื่นร้อยละ 12.4 สอดคล้องกับ Hamari et al. (2016) ที่พบว่าเกมที่ท้าทายในระดับพอเหมาะจะทำให้ผู้เรียนเข้าสู่ภาวะลื่นไหลและคงการมีส่วนร่วมไว้ได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยตระหนักว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์เชิงสหสัมพันธ์ มิใช่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เนื่องจากผู้เรียนที่มีแรงจูงใจสูงอยู่แล้วอาจเป็นทั้งผู้ที่เข้าใช้ต่อเนื่องและผู้ที่ทำคะแนนได้ดี

7.3 ด้านความพึงพอใจ (ตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.65) โดยด้านคุณภาพของโค้ชปัญญาประดิษฐ์และข้อมูลย้อนกลับมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$= 4.80) สะท้อนว่าการออกแบบระบบชี้แนะที่ไม่บอกคำตอบโดยตรงแต่ตั้งคำถามชวนคิด ช่วยส่งเสริมการต่อสู้กับปัญหาอย่างมีผลิตภาพและสร้างความภาคภูมิใจเมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ข้อค้นพบนี้ให้หลักฐานสนับสนุนข้อเสนอของ Keuning et al. (2018) ที่ระบุว่าระบบข้อมูลย้อนกลับอัตโนมัติในอนาคตควรมุ่งไปที่การชี้แนะเชิงกระบวนการมากกว่าการตัดสินความถูกผิด เพราะเมื่อระบบชี้แนะเชิงกระบวนการถูกนำไปใช้จริงกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้เรียนกลับให้คะแนนความพึงพอใจสูงกว่าองค์ประกอบอื่นทั้งหมด

ด้านความง่ายในการใช้งาน ($\overline{X}$= 4.73) บ่งชี้ว่าการเลือกใช้ตัวแก้ไขโค้ดบนเบราว์เซอร์ที่ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มช่วยลดอุปสรรคเชิงเทคนิคของผู้เรียนระดับเริ่มต้นได้จริง ส่วนด้านแรงเสริมจากระบบเกมมิฟิเคชัน ($\overline{X}$= 4.66) สอดคล้องกับ Dichev และ Dicheva (2017) และ Seaborn และ Fels (2015) โดยเฉพาะประเด็นที่ผู้วิจัยทั้งสองกลุ่มเน้นตรงกันว่ากลไกเกมจะให้ผลก็ต่อเมื่อเชื่อมโยงกับเป้าหมายการเรียนรู้ ซึ่งงานวิจัยนี้ออกแบบให้คะแนนประสบการณ์เพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อโค้ดผ่านกรณีทดสอบเท่านั้น ผู้เรียนจึงไม่สามารถสะสมคะแนนจากการเข้าใช้ระบบโดยไม่ลงมือเขียนโปรแกรมได้

7.4 คุณค่าของงานวิจัยและข้อจำกัด

ผลการวิจัยทั้งสามข้อชี้ตรงกันว่า การนำวัฏจักร 5Es มาใช้เป็นสถาปัตยกรรมของระบบ ไม่เพียงแต่เป็นกรอบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ทำให้เกิดนวัตกรรมที่ทำงานประสานกันทั้งระบบและสามารถส่งมอบให้ครูผู้สอนคนอื่นนำไปใช้ซ้ำได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัด 3 ประการที่ต้องระบุไว้เพื่อความถูกต้องในการตีความ ประการแรก การใช้แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง ทำให้ไม่สามารถตัดอิทธิพลของวุฒิภาวะและประสบการณ์การเรียนตามปกติออกจากผลที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ประการที่สอง กลุ่มตัวอย่างมาจากห้องเรียนเดียวจำนวน 32 คน ซึ่งเป็นห้องที่มีความพร้อมด้านอุปกรณ์ครบทุกคน การนำผลไปใช้กับบริบทที่มีอัตราส่วนเครื่องต่อผู้เรียนต่ำกว่านี้จึงต้องระมัดระวัง และประการที่สาม ระยะเวลาการทดลอง 1 ภาคเรียนอาจสั้นเกินกว่าจะสรุปได้ว่าผลที่เกิดขึ้นคงทนในระยะยาว

7.5 คุณค่าต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

แม้งานวิจัยนี้ดำเนินการในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น แต่หลักการที่ได้จากการวิจัยสามารถถ่ายโยงไปสู่การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาพรวมได้ 3 ประการ ประการแรก แนวคิดการให้ข้อมูลย้อนกลับภายในคาบเรียนเดียวกันสามารถประยุกต์กับทุกเนื้อหาที่ตรวจคำตอบด้วยกฎเกณฑ์ได้ เช่น การคำนวณเชิงตัวเลข การดุลสมการเคมี หรือการแปลผลกราฟ ประการที่สอง การออกแบบระบบชี้แนะที่ลดการช่วยเหลือลงเป็นลำดับแทนการเฉลยคำตอบ เป็นแนวทางที่ครูสามารถนำไปใช้ได้แม้ไม่มีระบบดิจิทัล โดยเตรียมชุดคำถามชวนคิดไว้ล่วงหน้าเป็นระดับ และประการที่สาม ข้อมูลพฤติกรรมที่ระบบบันทึกโดยอัตโนมัติเปิดโอกาสให้ครูใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการตัดสินใจปรับการสอน แทนการอาศัยการสังเกตในชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นทิศทางที่สอดคล้องกับการยกระดับวิชาชีพครูด้วยข้อมูล

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

8.1.1 ครูผู้สอนควรออกแบบกรณีทดสอบให้ครอบคลุมทั้งแบบเปิดเผยที่ผู้เรียนมองเห็น 3 - 5 กรณี และแบบซ่อนที่ใช้ตัดสินคะแนน 5 - 10 กรณี เพื่อป้องกันการเขียนโค้ดให้ผ่านเฉพาะกรณีที่เห็น และกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงกรณีขอบอย่างครอบคลุม

8.1.2 ควรชี้แจงกติกาการใช้ระบบชี้แนะกับผู้เรียนตั้งแต่คาบแรกว่าการขอคำชี้แนะไม่ถูกหักคะแนน เพื่อให้ข้อมูลการเรียกใช้ที่ระบบบันทึกสะท้อนความต้องการช่วยเหลือที่แท้จริง และครูสามารถใช้ข้อมูลนั้นวางแผนการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

8.1.3 โรงเรียนที่มีข้อจำกัดด้านเครือข่ายควรจัดกิจกรรมให้การส่งโค้ดเข้าตรวจกระจายตัวตลอดคาบ แทนการกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนส่งพร้อมกันในช่วงท้ายคาบ เพื่อลดปัญหาความหน่วงของการเรียกใช้บริการภายนอก

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 ควรใช้แบบแผนการวิจัยแบบสองกลุ่มที่มีการสุ่ม เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้แพลตฟอร์มกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ เพื่อยืนยันผลเชิงสาเหตุและควบคุมอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อนได้ดียิ่งขึ้น

8.2.2 ควรขยายระยะเวลาการทดลองเป็น 2 ภาคเรียนขึ้นไป และเพิ่มการทดสอบความคงทนของการเรียนรู้หลังสิ้นสุดการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าผลที่เกิดขึ้นคงอยู่ในระยะยาวหรือไม่

8.2.3 ควรศึกษาการนำสถาปัตยกรรมเดียวกันไปประยุกต์กับรายวิชาอื่นในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีลักษณะการฝึกปฏิบัติซ้ำและสามารถตรวจคำตอบด้วยกฎเกณฑ์ได้ เพื่อทดสอบความสามารถในการถ่ายโยงของนวัตกรรมข้ามสาขาวิชา

9. เอกสารอ้างอิง

ชลธิชา นิติธรรมสถิต, สมชาย วงษ์พานิช, และอรรถพล บุญตระกูล. (2565). การพัฒนาระบบตรวจให้คะแนนการเขียนโปรแกรมอัตโนมัติสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์*, *8*(2), 45–56.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, *5*(1), 7–20.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 8). ตักสิลาการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *วิธีการทางสถิติสำหรับนักวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). สุวีริยาสาส์น.

ไพศาล วรคำ. (2564). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). ตักสิลาการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาการคำนวณ ระดับมัธยมศึกษา*. ผู้แต่ง.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann.

Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: What is known, what is believed and what remains uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 14*(9), 1–36. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5

Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6th ed.). SAGE Publications.

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2022). *Statistics for the behavioral sciences* (11th ed.). Cengage Learning.

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior, 54*, 170–179. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045

Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2023). Editorial: Artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 4*, 100125. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100125

Keuning, H., Jeuring, J., & Heeren, B. (2018). A systematic literature review of automated feedback generation for programming exercises. *ACM Transactions on Computing Education, 19*(1), 1–43. https://doi.org/10.1145/3231711

Leinonen, J., Denny, P., & Whalley, J. (2022). A comparison of immediate and scheduled feedback in introductory programming projects. In *Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE 2022)* (pp. 885–891). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3478431.3499372

Marwan, S., Gao, G., Fisk, S., Price, T. W., & Barnes, T. (2020). Adaptive immediate feedback can improve novice programming engagement and intention to persist in computer science. In *Proceedings of the 2020 ACM Conference on International Computing Education Research (ICER '20)* (pp. 194–203). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3372782.3406264

OECD. (2025). *Results from TALIS 2024: The state of teaching*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/90df6235-en

Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100020. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020

Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies, 74*, 14–31. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา เพื่อลดภาระทางปัญญาและทลายกำแพงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม

วิจิตตา อำไพจิตต์
โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี
Email: u.wijitta@thk.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน 3) ประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และ 4) ศึกษาพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น แบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน รวม 8 ชั่วโมง โปรแกรมจำลองสถานการณ์ PhET Interactive Simulations เครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ และค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 83.35/79.88 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.65 3) นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเฉลี่ยร้อยละ 80.39 และ 4) มีพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 89.25 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญาช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสถานการณ์ หลักการทางฟิสิกส์ และการใช้สมการในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ : CSI-CARE Model เครื่องมือทางปัญญา การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1. ที่มาและความสำคัญ

ฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่ศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติผ่านการสังเกต การทดลอง และการอธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ร่วมกับคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2561) กำหนดให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ วิเคราะห์สถานการณ์ และประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตาม เนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งเป็นเนื้อหาสำคัญในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นการบูรณาการความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ การเคลื่อนที่สองมิติ และการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนจำนวนมากประสบปัญหาในการเชื่อมโยงแนวคิดและประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถจดจำหลักการทางฟิสิกส์และสมการที่เกี่ยวข้องได้ แต่เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา กลับไม่สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ หลักการทางฟิสิกส์ และการเลือกใช้สมการได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้การแก้ปัญหามุ่งเน้นการคำนวณมากกว่าการวิเคราะห์หลักการทางฟิสิกส์ นอกจากนี้ ข้อมูลผลการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนก่อนหน้าสะท้อนให้เห็นว่า แม้ผู้เรียนจะมีผลการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนอยู่ในระดับสูง (E_1 = 91.18) แต่ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีประสิทธิภาพเพียง 55.75 และมีความแตกต่างของผลการเรียนระหว่างผู้เรียนค่อนข้างมาก (S.D. = 7.00) ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ว่าข้อจำกัดดังกล่าวอาจเกิดจากการที่ผู้เรียนต้องใช้ทรัพยากรทางความคิดไปกับกระบวนการคำนวณและการจัดการข้อมูล จนเหลือทรัพยากรสำหรับการวิเคราะห์หลักการทางฟิสิกส์ลดลง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญาโดยบูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เข้ากับโปรแกรมจำลองสถานการณ์ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการสร้างมโนทัศน์ ลดความซับซ้อนของกระบวนการคำนวณ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ หลักการทางฟิสิกส์ และการใช้สมการในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา

3) เพื่อประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา

4) เพื่อศึกษาพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา

3. ขอบเขตการวิจัย

ประชากร: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 400 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปร:

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 2) ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม ซึ่งครอบคลุมความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ วางแผนใช้เครื่องมือและข้อมูล ปรับเทียบความคลาดเคลื่อน และตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และ 3) พฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งศึกษา 2 ด้าน ได้แก่ ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ (Academic Integrity) และ การตัดสินใจบนฐานข้อมูล (Data-Driven Decision Making)

ระยะเวลา: ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน รวมเวลา 8 ชั่วโมง

4. การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา ผู้วิจัยศึกษาและสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการภาระทางปัญญา การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือทางปัญญา การเสริมต่อการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม เพื่อใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงการสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในสภาวะอุดมคติกับการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง

4.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์

การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มิได้มุ่งเพียงการคำนวณหาคำตอบ แต่ต้องให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ด้วยมโนทัศน์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของ สสวท. (2561) โดยเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์มีความซับซ้อนจากการพิจารณาการเคลื่อนที่สองมิติพร้อมกัน ผู้เรียนต้องเข้าใจความเป็นอิสระของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง ตลอดจนใช้ความรู้เรื่องเวกเตอร์ ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และสมการการเคลื่อนที่ในการวิเคราะห์สถานการณ์

ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มาเป็นฐานในการจัดลำดับประสบการณ์เรียนรู้ โดยกระบวนการ 5E ประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) สำรวจและค้นหา (Exploration) อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขยายความรู้ (Elaboration) และประเมินผล (Evaluation) (Bybee et al., 2006) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเริ่มจากสถานการณ์ปัญหา ลงมือสำรวจข้อมูล สร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

จากกรอบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ของ Bybee et al. (2006) ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์และเชื่อมโยงกับกระบวนการ CSI โดยกำหนดให้ Challenge สนับสนุนการสร้างความสนใจและกระตุ้นความรู้เดิม Simulation สนับสนุนการสำรวจปรากฏการณ์และการสร้างคำอธิบาย และ Investigation สนับสนุนการสืบเสาะเชิงปริมาณ อภิปราย และสร้างคำอธิบายหรือแบบจำลองทางฟิสิกส์ (Explain) ทั้งนี้ CSI มิได้ใช้ทดแทนกระบวนการ 5E แต่ทำหน้าที่เป็นกระบวนการเฉพาะที่บูรณาการอยู่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบ 5E เพื่อสร้างมโนทัศน์ในสภาวะอุดมคติ ก่อนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในระยะ CARE

4.2 ทฤษฎีภาระทางปัญญาและเครื่องมือทางปัญญา

ทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) ของ Sweller (1988) อธิบายว่าหน่วยความจำขณะทำงาน (Working Memory) มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลจำกัด เมื่อผู้เรียนต้องจัดการข้อมูลหรือขั้นตอนหลายส่วนพร้อมกันอาจทำให้ภาระทางปัญญาสูงเกินความสามารถในการประมวลผล ทฤษฎีดังกล่าวจำแนกภาระทางปัญญาออกเป็นภาระที่เกิดจากความซับซ้อนของเนื้อหา (Intrinsic Cognitive Load) ภาระส่วนเกินที่เกิดจากกระบวนการหรือรูปแบบการนำเสนอ (Extraneous Cognitive Load) และภาระที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโครงสร้างความรู้ (Germane Cognitive Load) ในบริบทของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ผู้เรียนต้องประมวลผลมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ควบคู่กับการแยกเวกเตอร์ การใช้ตรีโกณมิติ และการจัดการสมการ ทำให้กระบวนการคำนวณอาจกลายเป็น “กำแพงทางคณิตศาสตร์” ที่ดึงทรัพยากรของหน่วยความจำขณะทำงานออกจากการทำความเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงออกแบบกิจกรรมโดยใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการจัดกระทำข้อมูลและการคำนวณบางส่วน เพื่อลดขั้นตอนการประมวลผลที่ไม่ใช่จุดเน้นของกิจกรรม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจไปที่การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์มากขึ้น

แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive Tools หรือ Mindtools) ของ Jonassen (1996) ซึ่งมองเทคโนโลยีมิใช่เพียงสื่อถ่ายทอดความรู้หรือเครื่องมือหาคำตอบ แต่เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนและขยายความสามารถ

ในการคิดของผู้เรียน การวิจัยครั้งนี้จึงใช้ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ Casio ClassWiz fx-991CW ในฐานะเครื่องมือทางปัญญาที่มีบทบาทแตกต่างและต่อเนื่องกัน

ในการออกแบบกิจกรรม ผู้วิจัยกำหนดให้ PhET Interactive Simulations ทำหน้าที่สนับสนุนการสร้างมโนทัศน์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกตพฤติกรรมของเวกเตอร์และวิถีการเคลื่อนที่ ปรับเปลี่ยนตัวแปร และสำรวจความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ในสภาวะอุดมคติ ส่วน เครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่สนับสนุนการจัดกระทำข้อมูลและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น การสร้างตารางค่าจากสมการวิถีโค้ง และการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองจริง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรและใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ

4.3 การเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยประยุกต์แนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) โดยอาศัยแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development: ZPD) ของ Vygotsky (1978) ซึ่งอธิบายว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถจากสิ่งที่ทำได้ด้วยตนเองไปสู่ระดับที่สูงขึ้นเมื่อได้รับการสนับสนุนที่เหมาะสม

ในการพัฒนา CSI-CARE Model ผู้วิจัยจัดสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหา คำถามชี้นำ ใบกิจกรรม PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยพยุงกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระยะเริ่มต้น เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถใช้เครื่องมือในการสืบเสาะและวิเคราะห์ข้อมูลได้มากขึ้น จึงค่อยลดการช่วยเหลือและเพิ่มความรับผิดชอบในการคิดและตัดสินใจให้แก่ผู้เรียน แนวทางดังกล่าวทำให้กระบวนการเรียนรู้เคลื่อนจากการเรียนรู้ที่ได้รับการช่วยพยุงในระยะ CSI ไปสู่การแก้ปัญหาที่มีความเป็นอิสระมากขึ้นในระยะ CARE

4.4 การแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมและการเชื่อมโยงจาก Ideal World สู่ Real World

National Research Council (2012) เสนอกรอบการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Scientific and Engineering Practices) ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหา การพัฒนาและใช้แบบจำลอง การวางแผนและดำเนินการสืบสวน การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การใช้คณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ ตลอดจนการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักฐาน แนวคิดดังกล่าวสะท้อนว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ วิศวกรรมไม่ควรจำกัดอยู่เพียงการเรียนรู้เนื้อหา แต่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความรู้ แบบจำลอง ข้อมูล และหลักฐานในการแก้ปัญหาและประเมินแนวทางที่เหมาะสม

ผู้วิจัยนำแนวคิดดังกล่าวมาเป็นฐานในการออกแบบการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงแบบจำลองทางฟิสิกส์ในสภาวะอุดมคติ (Ideal World) กับข้อมูลจากสถานการณ์จริง (Real World) ซึ่งผลที่ได้อาจแตกต่างจากค่าที่ทำนายด้วยแบบจำลอง ผู้เรียนจึงต้องเปรียบเทียบผลทางทฤษฎีกับข้อมูลจริง วิเคราะห์สาเหตุของความคลาดเคลื่อน ใช้ข้อมูลและหลักฐานประกอบการพิจารณา ตลอดจนปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาระยะ CARE เพื่อเชื่อมโยงความรู้และแบบจำลองที่สร้างขึ้นในระยะ CSI ไปสู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ประกอบด้วย Calibration การเปรียบเทียบและปรับเทียบผลทางทฤษฎีกับข้อมูลจริง Analysis การวิเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุของความคลาดเคลื่อน Reflection การสะท้อนกระบวนการคิด หลักฐาน และวิธีการแก้ปัญหา และ Evaluation การประเมินผลและตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม



4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสนับสนุนการใช้การสืบเสาะ สถานการณ์จำลอง และแบบจำลองในการส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ จิรัชชา รุ่นประพันธ์ (2567) ศึกษาการใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E และพบว่าการให้ผู้เรียนควบคุมตัวแปรและทดสอบสมมติฐานผ่านสถานการณ์จำลองช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ขณะที่ชาญวิทย์ คำเจริญ และขวัญหทัย กวดนอก (2566) พบว่าการใช้สื่อจำลองโต้ตอบจากโครงการ PhET ร่วมกับการบันทึกผลอย่างเป็นระบบสามารถสนับสนุนการจัดปฏิบัติการฟิสิกส์และช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ชัดเจนขึ้น

สำหรับเนื้อหาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ปิยธิดา ฤทธิรณ (2562) พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง สามารถส่งเสริมแบบจำลองทางความคิดและช่วยแก้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความเป็นอิสระของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่งได้ ข้อค้นพบเหล่านี้จึงเป็นฐานในการออกแบบระยะ CSI ให้ผู้เรียนเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์และสร้างแบบจำลองก่อนเข้าสู่การใช้สมการและข้อมูลเชิงปริมาณ

อย่างไรก็ตาม จากการสังเคราะห์งานที่ผู้วิจัยทบทวน พบว่างานดังกล่าวให้ความสำคัญกับการสร้างมโนทัศน์ การสืบเสาะและการใช้สถานการณ์จำลองเป็นหลัก ขณะที่การเชื่อมโยงแบบจำลองในสภาวะอุดมคติไปสู่การแก้ปัญหาจากข้อมูลจริงที่มีความคลาดเคลื่อนยังเป็นประเด็นที่สามารถพัฒนาต่อได้ ผู้วิจัยจึงกำหนดช่องว่างในการพัฒนา (Research Gap) ไว้ที่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ซึ่งเชื่อมโยงฟิสิกส์ในสภาวะอุดมคติ (Ideal World) กับการนำความรู้ไปใช้วิเคราะห์และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (Real World) โดยไม่หยุดเพียงการเข้าใจมโนทัศน์หรือใช้สมการ แต่ให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบแบบจำลอง วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน ปรับเทียบ และตัดสินใจจากหลักฐานได้ด้วย

4.6 การสังเคราะห์สู่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model

จากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัย ผู้วิจัยสังเคราะห์ CSI-CARE Model โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ 5E เป็นโครงสร้างในการจัดลำดับการเรียนรู้ ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญาเป็นฐานในการออกแบบกิจกรรมเพื่อลดภาระทางปัญญาส่วนเกิน ใช้แนวคิดเครื่องมือทางปัญญาในการกำหนดบทบาทของ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ ใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เพื่อพยุงการเรียนรู้และค่อย ๆ เพิ่มความเป็นอิสระของผู้เรียน และใช้แนวคิดการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเป็นฐานในการเชื่อมโยงแบบจำลองทางฟิสิกส์กับข้อมูลจากสถานการณ์จริง

ระยะ CSI (Challenge–Simulation–Investigation) เป็นกระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ โดยเริ่มจาก Challenge การนำผู้เรียนเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายเพื่อกระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม Simulation การใช้สถานการณ์จำลองเพื่อให้ผู้เรียนสำรวจ ปรับตัวแปร สังเกต และค้นหาความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ และ Investigation การสืบเสาะ วิเคราะห์ข้อมูลและหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายและแบบจำลองทางฟิสิกส์ กระบวนการ CSI จึงมุ่งให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในสภาวะอุดมคติ (Ideal World) ก่อนนำความรู้และแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในระยะ CARE

ระยะ CARE (Calibration–Analysis–Reflection–Evaluation) เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้และแบบจำลองทางฟิสิกส์สู่สถานการณ์จริง (Real World) โดย Calibration ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบและปรับเทียบผลจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง Analysis วิเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุของความคลาดเคลื่อน Reflection สะท้อนกระบวนการคิด ผลการเรียนรู้ และพิจารณาสาเหตุของความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับสถานการณ์จริง และ Evaluation ประเมินผลและใช้หลักฐานประกอบการ

ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา กระบวนการ CARE จึงทำให้ผู้เรียนมิได้หยุดอยู่เพียงการใช้สมการในสภาวะอุดมคติ แต่สามารถเชื่อมโยงหลักการทางฟิสิกส์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลจากสถานการณ์จริงได้อย่างเป็นระบบ

โดยตลอดกระบวนการ ผู้วิจัยใช้ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือทางปัญญา (Cognitive Tools) เพื่อสนับสนุนการสร้างภาพทัศน์ การสำรวจความสัมพันธ์ของตัวแปร การคำนวณ การจัดการทำข้อมูล และการตรวจสอบผล โดยมีแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ช่วยกำหนดระดับความช่วยเหลือให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และค่อย ๆ ลดการช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง

ดังนั้น CSI-CARE Model จึงมีลักษณะสำคัญเป็นเส้นทางการเรียนรู้จาก Ideal World สู่ Real World โดยระยะ CSI ทำหน้าที่สร้างมโนทัศน์และแบบจำลองทางฟิสิกส์ ส่วนระยะ CARE ทำหน้าที่นำมโนทัศน์และแบบจำลองดังกล่าวไปตรวจสอบ ปรับเทียบ วิเคราะห์ และประเมินกับข้อมูลจริง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จากการสังเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง CSI-CARE Model กับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง CSI-CARE Model กับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E	กระบวนการ CSI-CARE	บทบาทในการจัดการเรียนรู้
Engage	Challenge	นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย กระตุ้นความสนใจ เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
Explore	Simulation	ใช้สถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนสำรวจ ปรับตัวแปร สังเกตผล และค้นหาความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์
Explain	Investigation	สืบเสาะ วิเคราะห์ข้อมูลและหลักฐาน อภิปราย และสร้างคำอธิบายหรือแบบจำลองทางฟิสิกส์
Elaborate	Calibration–Analysis	นำความรู้และแบบจำลองไปใช้กับข้อมูลจริง ปรับเทียบผล วิเคราะห์ข้อมูลและความคลาดเคลื่อน
Evaluate	Reflection–Evaluation	สะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบความเข้าใจ ประเมินหลักฐานและผลการแก้ปัญหา

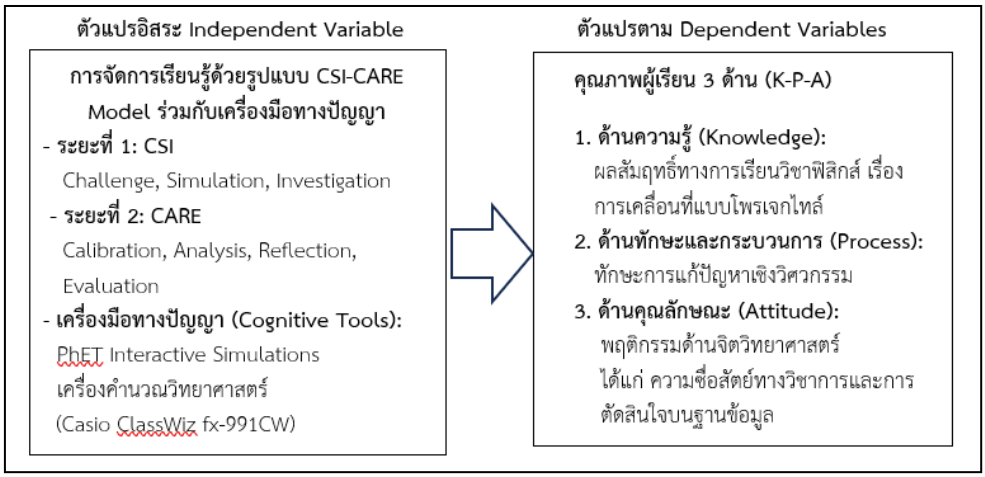
ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า CSI-CARE Model ใช้กระบวนการ 5E เป็นฐาน แต่เพิ่มเติมการเชื่อมโยงการเรียนรู้จากการสร้างมโนทัศน์และแบบจำลองใน Ideal World ไปสู่การใช้ข้อมูล วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน และแก้ปัญหาใน Real World โดยใช้เครื่องมือทางปัญญาสนับสนุนกระบวนการคิดของผู้เรียน

จากกรอบการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยนำ CSI-CARE Model ไปออกแบบการจัดการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 4 แผน รวม 8 ชั่วโมง โดยกำหนดจุดเน้น กระบวนการ CSI-CARE เครื่องมือทางปัญญา และผลลัพธ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การนำรูปแบบ CSI-CARE Model สู่การจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	จุดเน้นการเรียนรู้	มิติการเรียนรู้ (CSI-CARE Phase)	เครื่องมือทางปัญญา	ผลลัพธ์ที่มุ่งพัฒนา
แผนการเรียนรู้ที่ 1 The Drop Zone *(ปฏิบัติการโดรนกู้ภัย)*	สร้างมโนทัศน์พื้นฐานของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และความเป็นอิสระของการเคลื่อนที่ในแนวระดับและแนวดิ่ง	CSI Phase (จำลองภาพทัศน์แนวราบ)	PhET Simulation (โหมด Intro)	ความเข้าใจมโนทัศน์ การเชื่อมโยงสถานการณ์กับหลักการทางฟิสิกส์ และทักษะการสืบเสาะ
แผนการเรียนรู้ที่ 2 Operation Artillery *(ปฏิบัติการปืนใหญ่วิถีโค้ง)*	ประยุกต์มโนทัศน์และสมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหา	CSI Phase (วิเคราะห์เวกเตอร์และมุมยิง)	PhET Simulation (โหมด Vectors) และ Casio ClassWiz	การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการแก้ปัญหา
แผนการเรียนรู้ที่ 3 CSI Ballistics *(ภารกิจพิชิตกำแพงล่องหน)*	ใช้ข้อมูลและหลักฐานในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่และตรวจสอบคำอธิบายทางฟิสิกส์	**รอยต่อ CSI สู่ CARE** (สมการวิถีโค้ง) เชื่อมการสืบเสาะสู่การวิเคราะห์และประยุกต์ใช้	Casio ClassWiz fx-991CW (โหมด Table และ QR Code)	การสืบเสาะจากหลักฐาน การวิเคราะห์ข้อมูล และทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม
แผนการเรียนรู้ที่ 4 Code Red Calibration *(วิศวกรวิเคราะห์วิถีโค้ง)*	เปรียบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลจริง วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน ปรับเทียบ และประเมินผลการแก้ปัญหา	CARE Phase (การทดลองจริงและวิเคราะห์ Error)	Casio ClassWiz fx-991CW (โหมด Spreadsheet) ข้อมูลจากสถานการณ์จริง	การเชื่อม Ideal World สู่ Real World การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน การสะท้อนคิด และการตัดสินใจจากหลักฐาน

จากการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย โดยศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา ที่มีต่อคุณภาพผู้เรียน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ (Knowledge): ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะและกระบวนการ (Process): ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และด้านคุณลักษณะ (Attitude): พฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย: การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนธรรมศาสตร์คลองหลวงวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ CSI-CARE Model จำนวน 4 แผน รวมเวลา 8 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล : เครื่องมือแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ CSI-CARE Model ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 4 แผน รวมเวลา 8 ชั่วโมง โดยศึกษาหลักสูตรและผลการเรียนรู้ ตลอดจนแนวคิดและทฤษฎีที่เป็นฐานในการพัฒนารูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ทฤษฎีภาระทางปัญญา และการใช้เครื่องมือทางปัญญา จากนั้นนำร่างแผนเข้าสู่กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เพื่อร่วมวิพากษ์ สะท้อนคิด และปรับปรุง ก่อนนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพและความเหมาะสมด้านสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและนวัตกรรม และการวัดและประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการประเมินพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพและความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จากนั้นนำแผนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา การดำเนินกิจกรรม และการใช้เทคโนโลยีก่อนนำไปใช้จริง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ เครื่องมือผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ (IOC) และคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 จากนั้นทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหานี้แล้ว วิเคราะห์ค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20–0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกใช้จริงจำนวน 20 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับด้วยสูตร KR-20

2.2 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร แล้วกำหนดองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ให้สอดคล้องกับ

ภารกิจในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยครอบคลุมความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การวางแผนและประยุกต์ใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีเพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล การปรับเทียบและชดเชยค่าความคลาดเคลื่อน และการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา จากนั้นสร้างเกณฑ์การให้คะแนนเชิงวิเคราะห์ (Analytic Rubrics) 4 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง เพื่อประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยนำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผลการตรวจสอบพบว่ารายการประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองใช้ โดยให้ผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คน ประเมินนักเรียนกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) และนำผลที่ได้มาปรับปรุงถ้อยคำและเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยกำหนดพฤติกรรมที่มุ่งประเมินในบริบทของการวิจัยครั้งนี้ 2 ด้าน ได้แก่ (1) ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ (Academic Integrity) และ (2) การตัดสินใจบนฐานข้อมูล (Data-Driven Decision Making) แล้วกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตได้ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม พร้อมสร้างเกณฑ์การให้คะแนนเชิงวิเคราะห์ (Analytic Rubrics) 4 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง ผู้วิจัยนำแบบสังเกตเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้กับนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และปรับปรุงรายการประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้โดยให้ผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คน สังเกตและประเมินนักเรียนกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) และปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้สามารถสังเกตและจำแนกระดับพฤติกรรมได้ชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างตามลำดับ ดังนี้

1) ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ จำนวน 20 ข้อ เพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐานก่อนการจัดการเรียนรู้

2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ CSI-CARE Model จำนวน 4 แผน รวมเวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือทางปัญญาสนับสนุนการเรียนรู้ตามกิจกรรมที่กำหนดในแต่ละแผน

3) ระหว่างการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูล ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมจากการปฏิบัติภารกิจของผู้เรียนตามเกณฑ์ Analytic Rubrics และสังเกต พฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ ใน 2 ด้าน ได้แก่ ความซื่อสัตย์ทางวิชาการและการตัดสินใจบนฐานข้อมูล โดยใช้แบบสังเกตและเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ทั้งนี้มีครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ร่วมประเมินเพื่อให้การประเมินพฤติกรรมเป็นไปตามเกณฑ์เดียวกัน

4) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน แล้วนำข้อมูลจากแบบทดสอบ แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ไปวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติที่กำหนดไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล: ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย โดยดำเนินการดังนี้

1) ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 = 80/80 โดย E_1 แทนประสิทธิภาพของกระบวนการ คำนวณจากคะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คำนวณจากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน โดยประยุกต์ใช้เกณฑ์ E_1/E_2 ตามแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556)

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Dependent *t*-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3) ความก้าวหน้าทางการเรียน วิเคราะห์ความก้าวหน้าของผู้เรียนจากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) และแปลผลตามเกณฑ์ของ Hake (1998) เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง (High Gain) ระดับปานกลาง (Medium Gain) และระดับต่ำ (Low Gain)

4) ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละ เพื่อศึกษาระดับและพัฒนาการของทักษะตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5) พฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ใน 2 ด้าน ได้แก่ ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ และการตัดสินใจบนฐานข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละ เพื่อศึกษาระดับและแนวโน้มของพฤติกรรมตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย จำนวน 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 3) ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และ 4) พฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

6.1 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model

ผู้วิจัยวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยพิจารณาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา ตามเกณฑ์ 80/80

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E1) (คะแนนเก็บระหว่างเรียน)	68	56.68	**83.35**	**83.35 / 79.88**
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2) (คะแนน Post-test)	20	15.98	**79.88**	

จากตารางที่ 3 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญามีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 83.35/79.88 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่า 79.88 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพระหว่างเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และมีประสิทธิภาพหลังเรียน ใกล้เคียงเกณฑ์ 80/80

6.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

ผู้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Dependent *t*-test) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา (N = 40)

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน (Pre-test)	40	20	8.45	1.38		
หลังเรียน (Post-test)	40	20	15.98	1.67	21.912	< .05

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 8.45 คะแนน (S.D. = 1.38) และหลังเรียนเท่ากับ 15.98 คะแนน (S.D. = 1.67) โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 21.912, p < .05)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$)	Normalized Gain <g>	ระดับความก้าวหน้า
ก่อนเรียน	20	8.45		
หลังเรียน	20	15.98	0.65	ระดับปานกลาง (Medium Gain)

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gain) เท่ากับ **0.65** ซึ่งแปลผลตามเกณฑ์ของ Hake (1998) อยู่ใน ระดับปานกลาง (Medium Gain) และมีค่าเข้าใกล้เกณฑ์ระดับสูงที่ 0.70 แสดงให้เห็นว่าภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญา นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับความรู้เดิมอย่างชัดเจน

6.3 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม

ผู้วิจัยประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model โดยใช้แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เป็นร้อยละ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม (ร้อยละ)
แผนที่ 1: The Drop Zone	62.25
แผนที่ 2: Operation Artillery	79.75
แผนที่ 3: CSI Ballistics	86.25
แผนที่ 4: CARE Model	89.00
เฉลี่ยรวม	**80.39**

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเฉลี่ยตลอดการจัดกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 80.39 โดยคะแนนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 62.25 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นร้อยละ 89.00 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 สะท้อนให้เห็นแนวโน้มของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมที่เพิ่มขึ้นตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6.4 ผลการประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model โดยพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกระหว่างการปฏิบัติภารกิจในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ CSI-CARE Model

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ)
แผนที่ 1: The Drop Zone	75.00
แผนที่ 2: Operation Artillery	97.50
แผนที่ 3: CSI Ballistics	88.25
แผนที่ 4: CARE Model	96.25
เฉลี่ยรวม	**89.25**

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์โดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 89.25 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1–4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.00, 97.50, 88.25 และ 96.25 ตามลำดับ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 95

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1) ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ร่วมกับเครื่องมือทางปัญญามีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 83.35/79.88 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์มีค่าใกล้เคียงเกณฑ์ 80/80 ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้จากการออกแบบกิจกรรมที่จัดลำดับการเรียนรู้จากการสร้างมโนทัศน์ในระยะ CSI ไปสู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงในระยะ CARE และใช้ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือทางปัญญาสนับสนุนการคิดของผู้เรียน โดยเฉพาะการสร้างภาพทัศน์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการลดภาระจากกระบวนการคำนวณที่ซับซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Cognitive Load Theory และ Cognitive Tools ที่ใช้เป็นฐานในการพัฒนารูปแบบ

2) ผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าทางการเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย 15.98 คะแนน สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8.45 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 21.912) และมีค่า Normalized Gain เฉลี่ย 0.65 (Hake, 1998) แสดงถึงความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลางค่อนข้างสูง (เข้าใกล้เกณฑ์ระดับสูง) ผลดังกล่าวสะท้อนว่าการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากสถานการณ์ท้าทาย ให้ผู้เรียนสำรวจความสัมพันธ์ของตัวแปรผ่านสถานการณ์จำลองและสืบเสาะจากหลักฐาน ช่วยให้ผู้เรียนค่อย ๆ สร้างมโนทัศน์ก่อนเชื่อมโยงสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิด Constructivism และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E รวมทั้งสอดคล้องกับงานของจิรัชชา รุ่นประพันธ์ (2567) อภิวัฒน์ โชติมุข และกัญญารัตน์ โคจร (2567) ตลอดจนชาญวิทย์ คำเจริญ และขวัญหทัย กวดนอก (2566) ที่รายงานผลเชิงบวกของการใช้กระบวนการสืบเสาะและสถานการณ์จำลองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3) ทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเฉลี่ยตลอดการจัดกิจกรรมร้อยละ 80.39 โดยคะแนนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 62.25 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นร้อยละ 89.00 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 สะท้อนแนวโน้มของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมที่เพิ่มขึ้นตลอดการจัดกิจกรรม แนวโน้มดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะสำคัญของ CSI-CARE Model ที่มิได้หยุดอยู่เพียงการเรียนรู้สมการในสภาวะอุดมคติ แต่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำแบบจำลองไปใช้กับข้อมูลจริง วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน และปรับเทียบผลในขั้น Calibration และ Analysis โดยมีเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ช่วยสนับสนุนการจัดกระทำข้อมูลและการคำนวณ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจไปที่การวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจแก้ปัญหามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Cognitive Tools และกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมที่เป็นฐานของรูปแบบ

4) พฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์โดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 89.25 โดยมีค่าเฉลี่ยในแต่ละแผนอยู่ระหว่างร้อยละ 75.00–97.50 ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะกิจกรรม ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งข้อสงสัย ทดลอง ตรวจสอบข้อมูล ทำงานร่วมกัน ยอมรับหลักฐาน และสะท้อนผลการเรียนรู้ โดยเฉพาะระยะ CARE ที่ผู้เรียนต้องเผชิญกับความแตกต่างระหว่างค่าทางทฤษฎีกับผลจากสถานการณ์จริง แล้วใช้ข้อมูลและหลักฐานในการวิเคราะห์ ปรับเทียบ และประเมินผล ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมด้านความซื่อสัตย์ทางวิชาการในการรายงานและยอมรับข้อมูลตามที่ปรากฏ และการตัดสินใจบนฐานข้อมูลในการเลือกหรือประเมินแนวทางการแก้ปัญหา

โดยสรุป CSI-CARE Model มีจุดเด่นที่การเชื่อมโยงการเรียนรู้จาก Ideal World สู่ Real World โดยระยะ CSI ช่วยให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์และแบบจำลองทางฟิสิกส์ผ่าน Challenge–Simulation–Investigation ก่อนนำความรู้ไปตรวจสอบและประยุกต์ใช้กับข้อมูลจริงผ่าน Calibration–Analysis–Reflection–Evaluation ในระยะ CARE พร้อมใช้เทคโนโลยีในฐานะเครื่องมือทางปัญญา กระบวนการดังกล่าวจึงช่วยเชื่อมโยงสถานการณ์ หลักการทางฟิสิกส์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลจากสถานการณ์จริง และสัมพันธ์กับผลที่พบทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา เชิงวิศวกรรม และพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ก่อนนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CSI-CARE Model ไปใช้ ครูควรเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการใช้ PhET Interactive Simulations และเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมฝึกใช้งานเบื้องต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับเครื่องมือ และป้องกันไม่ให้ความไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีกลายเป็นภาระทางปัญญาส่วนเกิน (Extraneous Cognitive Load)

2) ครูควรบริหารการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน โดยให้ความช่วยเหลืออย่างเพียงพอในระยะแรก และค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือ (Fading) เมื่อผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่อง

3) การนำเครื่องคำนวณวิทยาศาสตร์มาใช้ควรเน้นบทบาทของ เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive Tool) มากกว่าการใช้เพื่อหาคำตอบ โดยให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือในการจัดกระทำข้อมูล ตรวจสอบความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน และปรับเทียบผล เพื่อสนับสนุนการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองทางฟิสิกส์กับสถานการณ์จริง ทั้งนี้ควรตรวจสอบการตั้งค่าหน่วยมุม Degree/Radian ก่อนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการใช้เครื่องมือ



8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาประสิทธิผลของ CSI-CARE Model กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถและบริบทแตกต่างกัน เพื่อพิจารณาความสามารถในการนำรูปแบบไปใช้ในบริบทที่กว้างขึ้น

2) ควรศึกษาการประยุกต์ใช้ CSI-CARE Model กับเนื้อหาฟิสิกส์อื่นที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลจากสถานการณ์จริง เพื่อศึกษาความเหมาะสมและขอบเขตการประยุกต์ใช้ของรูปแบบ

3) ควรพัฒนาการวิจัยโดยใช้แบบแผนที่มีกลุ่มเปรียบเทียบ เพื่อให้สามารถตรวจสอบผลของ CSI-CARE Model ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผน One-Group Pretest-Posttest Design

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จิรัชชา รุ่นประพันธ์. (2567). *การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, *5*(1), 7–20.

ชาญวิทย์ คำเจริญ และขวัญหทัย กวดนอก. (2566). การพัฒนาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานด้วยการใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริงจากโครงการ PhET. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *14*(1), 51–61.

ปิยธิดา ฤทธิรณ. (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาฟิสิกส์*.

อภิวัฒน์ โชติมุข และกัญญารัตน์ โคจร. (2567). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, *18*(1), 252–262.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. BSCS.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74.

Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. Merrill/Prentice Hall.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257–285.

การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 25 (วทร.25)

โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
และสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวคท.)

บทความ

การนำเสนอผลงานด้วยวาจา

(Oral Presentation)

กลุ่มชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)

วันที่ 24-26 กรกฎาคม 2569
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C เพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู โรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ระดับประถมศึกษา

วรรณงาม คุณวศินสมบัติ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 จังหวัดอุบลราชธานี
Email: wanngam@esdc.go.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ (1) ศึกษาการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C (2) พัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนระดับประถมศึกษา (3) ประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนระดับประถมศึกษาที่มีต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C กลุ่มเป้าหมายคือครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 40 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) คู่มือชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับการนิเทศแบบ 4C ซึ่งประกอบด้วย การขับเคลื่อน PLC และการใช้กระบวนการนิเทศแบบ 4C เป็นการที่ผู้นิเทศเข้าไปกระตุ้นผ่าน 4 ขั้นตอน ได้แก่ Challenge, Connect, Construct, Celebrate (2) แบบประเมินการนิเทศด้วยชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C (3) แบบประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู (4) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า การนิเทศด้วยชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.84, S.D. = 0.36) ครูมีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.26, S.D. = 0.44) หลังจากได้รับการนิเทศด้วยการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C นอกจากนี้ครูผู้สอนยังมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90, S.D. = 0.29) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้กระบวนการนิเทศนี้มีประสิทธิภาพสำหรับการพัฒนาสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ กระบวนการนิเทศแบบ 4C สมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. ที่มาและความสำคัญ

ในยุคศตวรรษที่ 21 การปูพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดเชิงเหตุผลให้แก่นักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง กระทรวงศึกษาธิการจึงได้ขับเคลื่อน โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ระดับประถมศึกษา ขึ้นมาโดยโครงการนี้มีหลักการสำคัญคือ มุ่งปลูกฝังให้เด็ก ๆ มีนิสัยรักวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on) ผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) โดยเน้นการฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะการสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน (Co-Construction) ควบคู่ไปกับกระบวนการรู้คิด (metacognition) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักสังเกต คิด ตั้งคำถาม และหาคำตอบด้วยตนเอง อันเป็นการวางรากฐานสำคัญของทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต พัฒนานักเรียนให้เติบโตเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทั้งทักษะการคิด ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในระยะยาว (จรรยา ดาสา , 2563)

แนวทางดังกล่าวได้รับการส่งเสริมและขับเคลื่อนโดยมูลนิธิสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ กลุ่มบริษัท บีกริม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและบริษัท นานมีบุ๊คส์ จำกัด อย่างไรก็ตาม การบรรลุเป้าหมายดังกล่าวจำเป็นต้องพึ่งพา สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู เป็นสำคัญ ทั้งในด้านการออกแบบกิจกรรมการสืบเสาะ การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลตามสภาพจริง

ปัจจุบันสภาพปัญหาและช่องว่างในการจัดการเรียนรู้ แม้ว่าโครงการจะมีแนวทางที่ชัดเจน แต่ในภาคปฏิบัติ ครูผู้สอนระดับประถมศึกษามักประสบปัญหาด้านสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ เช่น การขาดเทคนิคการตั้งคำถามกระตุ้นการคิดการออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน หรือความไม่มั่นใจในเนื้อหาเชิงลึก นอกจากนี้ การนิเทศภายในโรงเรียนแบบเดิมมักเป็นแบบสั่งการ มากกว่าร่วมมือ ทำให้ครูรู้สึกโดดเดี่ยวและไม่เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แนวคิดการแก้ปัญหาด้วยชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับการนิเทศแบบ 4C เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืน การรวมพลังของ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเป็นกลไกขับเคลื่อน โดยเปิดโอกาสให้ครูได้ร่วมกันวางแผน สังเกตการณ์สอน สะท้อนคิด และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนร่วมกัน แต่การดำเนินงาน PLC เพียงอย่างเดียวนั้น อาจขาดทิศทางหรือแนวทางการโค้ชที่ชัดเจน จึงจำเป็นต้องนำ กระบวนการนิเทศแบบ 4C เข้ามาบูรณาการร่วมกัน เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการทำงานของครูอย่างเป็นรูปธรรม โดยกระบวนการนิเทศแบบ 4C ประกอบด้วย Challenge (การท้าทายด้วยคำถาม), Connect (การเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์), Construct (การสนับสนุนให้ครูสร้างความรู้ผ่านการทดลองจริงในห้องเรียน), Celebrate (การเสริมแรงและสะท้อนผลเชิงบวกสรุปความสำเร็จเพื่อสร้างขวัญกำลังใจ) เพื่อเปลี่ยนบทบาทผู้นิเทศจาก ผู้ตรวจตราเป็น พี่เลี้ยง (Coach) ที่ช่วยดึงศักยภาพของครูออกมาได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการนิเทศที่ผสมผสานทั้ง PLC และ 4C เข้าด้วยกัน เพื่อยกระดับสมรรถนะของครูในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ระดับประถมศึกษา อันจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ให้มีความพร้อมในการก้าวสู่โลกยุคใหม่ได้อย่างมั่นคง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการขับเคลื่อน ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C เพราะเป็นการผสานพลังระหว่าง การร่วมมือภายในกลุ่มเพื่อนครู (PLC) และ การหนุนเสริมศักยภาพอย่างเป็นระบบจากกระบวนการนิเทศ (4C) ซึ่งช่วยเปลี่ยนบทบาทของการนิเทศจากการจับผิดมาเป็นการร่วมสร้างสรรค์ ทำให้ครูได้รับการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง มีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมสืบเสาะ และส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในโรงเรียนโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ระดับประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 อันจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน ให้มีความพร้อมในการก้าวสู่โลกยุคใหม่ได้อย่างมั่นคงและอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

2.2 เพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนระดับประถมศึกษา

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนระดับประถมศึกษาที่มีต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้เลือกในการวิจัย คือ ครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 ในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย ระดับประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 รุ่นที่ 1 - 4 รวมทั้งสิ้น 108 โรงเรียน จำนวน 320 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เลือกในการวิจัย คือ ครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 จำนวน จำนวน 40 คน จาก 40 โรงเรียน โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การนิเทศโดยใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 สมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู (วัดผล 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้เนื้อหา, ความสามารถในการจัดกิจกรรม PCK, และคุณลักษณะความเป็นครูวิทยาศาสตร์)

2.2 ความพึงพอใจของครูต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

3.3 ระยะเวลา ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2568 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดและหลักการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)

PLC หมายถึง การรวมตัวกันของครู ผู้บริหาร และบุคลากรทางการศึกษาที่มีเป้าหมายร่วมกันในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้กระบวนการทำงานร่วมกันแบบกัลยาณมิตร มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สะท้อนคิดผลการปฏิบัติงาน และร่วมกันแก้ไขปัญหาหน้างานจริงอย่างเป็นระบบ (Senge, 1990; Hord, 1997) จากการสังเคราะห์แนวคิดของ Richard DuFour และ Shirley Hord องค์ประกอบของชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ในงานวิจัย ประกอบด้วย (1) เป้าหมายและวิสัยทัศน์ร่วมกัน ทุกคนในกลุ่มต้องมองภาพความสำเร็จของ บ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ไปในทิศทางเดียวกัน (2) การเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ร่วมกัน ครูนำสมรรถนะการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนไปลองใช้จริงในห้องเรียน (3) การเรียนรู้จากวิธีปฏิบัติของเพื่อนร่วมงานมีการเปิดห้องเรียนให้เพื่อนครูหรือผู้นิเทศเข้าสังเกตการสอนโดยไม่จับผิดสัมพันธภาพแบบกัลยาณมิตร (4) การสร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยในการยอมรับความผิดพลาดเพื่อนำมาปรับปรุง

จากแนวคิดของ Logos (2012) กระบวนการหรือวงจรของ PLC ประกอบด้วย (1) Plan ร่วมกัน วางแผน ค้นหาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ และออกแบบกิจกรรมการทดลองร่วมกัน (2) Do ร่วมกันปฏิบัติ นำแผนไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย (3) See ร่วมกันสังเกต สมาชิกในกลุ่มสังเกตการสอนและรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน (4) Reflect ร่วมกันสะท้อนคิด นำข้อมูลมาวิพากษ์และสรุปบทเรียน (Lesson Study) เพื่อหาแนวทางพัฒนาในรอบถัดไป ซึ่งประโยชน์ของ PLC ต่อการพัฒนาสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์นั้นจะลดความโดดเดี่ยวให้ครูช่วยให้ครูได้มีพื้นที่ปรึกษาหารือ เกิดนวัตกรรมการสอน มีการระดมสมองช่วยให้ได้เทคนิคการสอนใหม่ๆ เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

4.2 แนวคิดและหลักการกระบวนการนิเทศแบบ 4C

การนิเทศแบบ 4C คือ รูปแบบการนิเทศเชิงรุกที่มุ่งเน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้นิเทศและผู้รับการนิเทศ โดยเปลี่ยนจากการ ตรวจสอบ เป็นการ สนับสนุน เพื่อให้ครูเกิดสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างยั่งยืน ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญคือ (1) Challenge ท้าทายการตั้งคำถามให้ครูคิดแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมการสอนใหม่ๆ ท้าทายให้ครู

ตั้งคำถามปลายเปิดกับนักเรียนมากขึ้น (2) Connect ช่วยครูเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทของนักเรียน ช่วยครูเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน (3) Construct สนับสนุนให้ครูลงมือปฏิบัติจริงและสนับสนุนให้ครูสร้างความรู้ผ่านการทดลองจริงในห้องเรียน สรุปบทเรียนเป็นการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง (4) Celebrate ร่วมชื่นชมเป็นการเสริมแรงและสะท้อนผลเชิงบวกและชื่นชมความสำเร็จเล็กๆ ในชั้นเรียน

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นระเบียบวิธีวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยมุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมกระบวนการนิเทศเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาและพัฒนาครูผู้สอนอย่างเป็นระบบ มีการแบ่ง การดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ปัญหาการสอนวิเคราะห์สมรรถนะที่จำเป็นของครูประถม ทำการศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จริงในระดับประถมศึกษา รวมถึงวิเคราะห์ว่าครูยังขาดสมรรถนะในด้านใด (เช่น เทคนิคการตั้งคำถาม หรือการออกแบบกิจกรรมสืบเสาะ) เพื่อนำข้อมูลมาเป็นฐานในการสร้างระบบนิเทศ

ระยะที่ 2 พัฒนากระบวนการนิเทศ ยกร่างกระบวนการนิเทศ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของกระบวนการนิเทศ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากระยะที่ 1 ร่วมกับทฤษฎี (PLC + 4C) มายกร่างคู่มือกระบวนการนิเทศ ซึ่งประกอบด้วยการวางลูป PLC (Plan-Do-See-Reflect) ร่วมกับการกระตุ้นของผู้นิเทศผ่าน 4 ขั้นตอน (Challenge, Connect, Construct, Celebrate) จากนั้นนำนวัตกรรมนี้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) เพื่อปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

ระยะที่ 3 ทดลองใช้กระบวนการนิเทศ นำนวัตกรรมคู่มือการนิเทศที่พัฒนาขึ้นไปลงมือปฏิบัติจริงกับครูกลุ่มเป้าหมายทั้ง 40 คน เพื่อขับเคลื่อนการทำงานร่วมกันในสถานศึกษาจริง

ระยะที่ 4 ประเมินผลและปรับปรุง เปรียบเทียบสมรรถนะก่อน-หลัง ประเมินความพึงพอใจ และสรุปทำการรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองเสร็จสิ้น โดยทำการเปรียบเทียบสมรรถนะการสอนของครูก่อนและหลังได้รับการนิเทศรวมถึงวัดความพึงพอใจเพื่อนำผลสถิติและข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพมาสรุปและปรับปรุงกระบวนการนิเทศให้สมบูรณ์

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) สูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย

Σx = ผลรวมของข้อมูล

N = จำนวนข้อมูล

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division: S.D.) สูตร $S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$

เมื่อ $S.D.$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Σx = ผลรวมของข้อมูล

n = จำนวนข้อมูล

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C



ภาพที่ 1 ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

จากภาพ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C เพื่อพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู โรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ระดับประถมศึกษา มีการแบ่งโครงสร้างตามระบบการดำเนินงานออกเป็น 5 ส่วนหลัก ได้แก่ INPUT, PROCESS, OUTPUT, OUTCOME และวงรอบการสะท้อนกลับ FEEDBACK โดยมีรายละเอียดการอธิบายเชิงระบบ ดังนี้

1. INPUT (ปัจจัยนำเข้า) เป็นองค์ประกอบและความพร้อมพื้นฐานที่นำเข้ามาใช้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ (1) บุคลากร ประกอบด้วย ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา, ผู้นิเทศ (ผู้บริหาร/หัวหน้าสายชั้น) และผู้เชี่ยวชาญโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย (2) หลักสูตรและเนื้อหา อิงแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะ (Inquiry), จิตวิทยาการเรียนรู้เด็กประถม และมาตรฐานโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย (3) นวัตกรรม การบูรณาการระหว่าง ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ร่วมกับกระบวนการนิเทศ (4C Supervision)

2. PROCESS (กระบวนการดำเนินงาน) เป็นขั้นตอนการลงมือปฏิบัติที่ขับเคลื่อนผ่าน 2 กลไกสำคัญที่ทำงานร่วมกัน ได้แก่ กลไกที่ 1 ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน ออกแบบแผนการสอนร่วมกัน สังเกตและแลกเปลี่ยนสร้างนวัตกรรม) ท้าทายและกระตุ้นให้ครูคิดสร้างสรรค์กิจกรรม, Connect (เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง) เน้นให้การสอนเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตและสิ่งที่เด็กพบเจอ, Construct (ลงมือปฏิบัติสร้างองค์ความรู้) เน้นการเรียนรู้แบบ Active Learning ให้เด็กได้ลงมือทำจริง, Celebrate (สะท้อนผล ชื่นชม และเสริมกำลังใจ) ให้แรงใจ ชื่นชมความสำเร็จ และสะท้อนคิดร่วมกันอย่างสร้างสรรค์

3. OUTPUT (ผลผลิต) ผลที่เกิดขึ้นทันทีหลังจากการผ่านกระบวนการดำเนินงาน ครูมีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่สูงขึ้น ได้แผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนต้นแบบ ที่ผ่านการคัดสรรและทดลองใช้แล้ว เกิดแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4. OUTCOME (ผลลัพธ์) ผลประโยชน์และผลกระทบในระยะยาวที่เกิดขึ้นกับผู้เกี่ยวข้องและองค์กร แบ่งออกเป็น (1) ด้านครู ครูมีความพึงพอใจต่อการใช้ PLC ร่วมกับ 4C อยู่ในระดับมากที่สุด (2) ด้านนักเรียน นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สนุกกับการเรียนรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (3) ด้านวัฒนธรรมองค์กร เกิดวัฒนธรรมการทำงานร่วมกันและการแบ่งปันเรียนรู้ (2) ด้านระบบงาน เกิดรูปแบบการนิเทศและ PLC ที่สามารถขยายผลและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง

5. FEEDBACK (การสะท้อนผลและพัฒนา) เป็นกระบวนการป้อนกลับเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาโมเดลอย่างยั่งยืน โดยเชื่อมโยงจาก OUTCOME กลับไปยัง INPUT/PROCESS ผ่าน 2 กิจกรรม ได้แก่ (1) Reflection / Lesson Studyวิเคราะห์ผลการสังเกตการสอน สรุปบทเรียน และวางแผนพัฒนารอบถัดไป (2) AAR (After Action Review) สรุปผลการนิเทศ และปรับปรุงแผนการสอนร่วมกัน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C (N = 40 คน)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	SD	ระดับ
ขั้นตอนที่ 1 ท้าทาย (Challenge-C1)	**4.87**	**0.34**	**มากที่สุด**
1. ผู้นิเทศช่วยกระตุ้นให้ผู้รับการนิเทศมองเห็นปัญหาหรือโอกาสใหม่ๆ ในการจัดการเรียนรู้	4.93	0.27	มากที่สุด
2. มีการตั้งเป้าหมายหรือประเด็นท้าทายความสามารถ แต่สามารถปฏิบัติได้จริง	4.83	0.38	มากที่สุด
3. บรรยากาศกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตนเอง	4.85	0.36	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยง (Connect-C2)	**4.80**	**0.40**	**มากที่สุด**
4. มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยนำประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม มาเชื่อมโยงกับแนวคิดใหม่	4.78	0.42	มากที่สุด
5. กระบวนการนิเทศช่วยเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎี เครือข่าย PLC และการนำไปใช้จริงในห้องเรียน	4.83	0.38	มากที่สุด
6. สมาชิกในกลุ่ม PLC มีความสัมพันธ์ที่ดีและร่วมมือกันอย่างกัลยาณมิตร	4.80	0.41	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 3 สร้างความรู้ (Construct-C3)	**4.79**	**0.41**	**มากที่สุด**
7. ผู้รับการนิเทศสามารถออกแบบนวัตกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.78	0.42	มากที่สุด
8. มีการลงมือปฏิบัติจริง (Action Learning) และสังเกตการสอนในชั้นเรียนร่วมกัน	4.83	0.38	มากที่สุด
9. เกิดการสะท้อนคิด (Reflection) เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 4 ชื่นชม (Celebrate-C4)	**4.94**	**0.24**	**มากที่สุด**
10. มีการเสริมแรงเชิงบวก ชื่นชมความตั้งใจ และความสำเร็จของผู้รับการนิเทศ	4.95	0.22	มากที่สุด
11. มีการสรุปและเผยแพร่ผลสำเร็จหรือแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ร่วมกันในกลุ่ม PLC	4.93	0.27	มากที่สุด
12. ผู้นิเทศและผู้รับการนิเทศเกิดความภาคภูมิใจและมีแรงบันดาลใจในการพัฒนาต่อยอด	4.95	0.22	มากที่สุด
การดำเนินงานชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)	**4.81**	**0.40**	**มากที่สุด**
13.กระบวนการนิเทศช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม	4.80	0.41	มากที่สุด
14.เกิดวัฒนธรรมการทำงานร่วมกันแบบร่วมแรงร่วมใจในสถานศึกษา	4.80	0.41	มากที่สุด
15.รูปแบบการนิเทศมีความยืดหยุ่น เหมาะสม และเอื้อต่อการพัฒนาวิชาชีพครู	4.83	0.38	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.84**	**0.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.84, SD = 0.36) เมื่อพิจารณารายด้านและรายข้อ พบว่า ขั้นตอนที่ 4 ชื่นชม (Celebrate-C4) มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.94, SD = 0.24) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การเสริมแรงเชิงบวก ชื่นชมความตั้งใจและความสำเร็จของผู้รับการนิเทศ ($\bar{X}$ = 4.95, SD = 0.22) และผู้นิเทศและผู้รับการนิเทศเกิดความ ภาคภูมิใจและมีแรงบันดาลใจในการพัฒนาต่อยอด ($\bar{X}$ = 4.95, SD = 0.22) รองลงมาคือการสรุปและเผยแพร่ผลสำเร็จหรือแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ร่วมกันในกลุ่ม PLC ($\bar{X}$ = 4.93, SD = 0.27) ขั้นตอนที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาคือ ขั้นตอนที่ 1 ท้าทาย (Challenge-C1) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.87, SD = 0.34) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้นิเทศช่วยกระตุ้นให้ผู้รับการนิเทศมองเห็นปัญหาหรือโอกาสใหม่ๆ ในการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.93, SD = 0.27) รองลงมาคือ บรรยากาศกระตุ้นให้เกิด ความ ต้องการที่จะพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตนเอง ($\bar{X}$ = 4.85, SD = 0.36) ตามลำดับ

6.2 ผลการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนระดับประถมศึกษา

ตารางที่ 2 ผลการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู เปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

รายการประเมิน	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
ด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge)	**2.48**	**0.48**	**น้อย**	**4.43**	**0.49**	**มาก**
1. เข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนอย่างถูกต้อง	2.63	0.49	ปานกลาง	4.53	0.51	มากที่สุด
2. สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	2.33	0.47	น้อย	4.33	0.47	มาก
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (PCK)	**2.42**	**0.45**	**น้อย**	**4.07**	**0.60**	**มาก**
3. ออกแบบแผนการสอนโดยใช้แนวทางบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยได้อย่างเหมาะสม	2.98	0.42	ปานกลาง	3.93	0.69	มาก
4. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมและผลลัพธ์การเรียนรู้	2.60	0.50	ปานกลาง	4.35	0.48	มาก
5. เลือกสื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย	2.80	0.61	ปานกลาง	4.20	0.65	มาก
6. จัดกิจกรรมแบบลงมือปฏิบัติ (Hands-on) อย่างเป็นระบบ	2.35	0.48	น้อย	3.85	0.62	มาก
7. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry)	2.48	0.51	น้อย	3.75	0.54	มาก
8. กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม คาดคะเน และแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง	2.28	0.45	น้อย	3.90	0.59	มาก
9. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์	2.25	0.44	น้อย	4.50	0.51	มากที่สุด
10. ใช้เครื่องมือวัดผลที่หลากหลายและเหมาะสมกับกิจกรรม	2.18	0.38	น้อย	4.00	0.64	มาก
11. ประเมินพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง	2.13	0.33	น้อย	4.18	0.59	มาก
12. ใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	2.15	0.36	น้อย	4.08	0.66	มาก

รายการประเมิน	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ
ด้านคุณลักษณะความเป็นครูวิทยาศาสตร์ (Professional Qualities)	**2.44**	**0.50**	**น้อย**	**4.28**	**0.57**	**มาก**
13. มีการสะท้อนผลการสอนร่วมกับนักเรียนและเพื่อนครู	2.43	0.50	น้อย	4.18	0.64	มาก
14. มีความกระตือรือร้นและแรงบันดาลใจในการสอนวิทยาศาสตร์	2.38	0.49	น้อย	4.50	0.51	มากที่สุด
15. แสวงหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	2.45	0.50	น้อย	4.20	0.56	มาก
16. เข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน	2.53	0.51	ปานกลาง	4.25	0.59	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**2.45**	**0.22**	**น้อย**	**4.26**	**0.44**	**มาก**

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู เปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C พบว่า ผลการประเมินก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$= 2.45, S.D. = 0.22) อยู่ในระดับน้อย และหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.26, S.D. = 0.44) อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านและรายข้อ พบว่า ด้านความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge) มีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงที่สุด อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.43, SD = 0.49) เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองซึ่งอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}$ = 2.48, SD = 0.48) โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงสุดคือ เข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนอย่างถูกต้อง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, SD = 0.51) รองลงมาคือ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.33, SD = 0.47) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาคือ ด้านคุณลักษณะความเป็นครูวิทยาศาสตร์ (Professional Qualities) มีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.28, SD = 0.57) เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองซึ่งอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}$ = 2.44, SD = 0.50) โดยรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยหลังการทดลองสูงสุดคือ มีความกระตือรือร้นและแรงบันดาลใจในการสอนวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.50, SD = 0.51) รองลงมาคือ เข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ($\bar{X}$ = 4.25, SD = 0.59) ตามลำดับ

6.3 ผลประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนระดับประถมศึกษาที่มีต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนระดับประถมศึกษาที่มีต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C ในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ (N = 40 คน)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	SD	ระดับ
ด้านกระบวนการนิเทศ (ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C)	**4.87**	**0.33**	**มากที่สุด**
1. ขั้นตอนการนิเทศมีความชัดเจน เป็นระบบ และสามารถปฏิบัติตามได้	4.90	0.30	มากที่สุด
2. การนิเทศมีการวางแผนล่วงหน้าและแจ้งให้ทราบล่วงหน้า	4.83	0.38	มากที่สุด
3. การนิเทศมีความยืดหยุ่น สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน	4.85	0.36	มากที่สุด
4. ครูมีส่วนร่วมในการออกแบบหรือกำหนดแนวทางการนิเทศร่วมกับผู้นิเทศ	4.83	0.38	มากที่สุด
5. ผู้นิเทศมีมนุษยสัมพันธ์ดี และให้เกียรติผู้รับการนิเทศ	4.98	0.16	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	SD	ระดับ
6. ผู้นิเทศสามารถให้คำแนะนำได้อย่างสร้างสรรค์และตรงประเด็น	4.93	0.27	มากที่สุด
7. กิจกรรม PLC ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแก้ไขปัญหาผู้เรียนได้ตรงจุด	4.80	0.41	มากที่สุด
8. การทำงานเป็นทีมช่วยลดภาระและสร้างความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้	4.85	0.36	มากที่สุด
9. บรรยากาศในกลุ่ม PLC เปิดกว้างสำหรับการแสดงความคิดเห็นและคำถามใหม่ๆ	4.88	0.33	มากที่สุด
ด้านผลลัพธ์และการนำไปใช้	**4.93**	**0.25**	**มากที่สุด**
10. ครูสามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการนิเทศไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนจริงได้	4.88	0.33	มากที่สุด
11. กระบวนการนิเทศนี้ช่วยส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนของครู ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.93	0.27	มากที่สุด
12. ครูมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการพัฒนาวิชาชีพด้วยกระบวนการนิเทศนี้	4.98	0.16	มากที่สุด
13. ครูต้องการให้มีการนิเทศในลักษณะเช่นนี้อย่างต่อเนื่องในอนาคต	4.95	0.22	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.90**	**0.29**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนระดับประถมศึกษาที่มีต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C ในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90, S.D. = 0.29) เมื่อพิจารณารายด้านและรายข้อ พบว่า ด้านผลลัพธ์และการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.93, SD = 0.25) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ครูมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการพัฒนาวิชาชีพด้วยกระบวนการนิเทศนี้ ($\bar{X}$ = 4.98, SD = 0.16) รองลงมาคือ ครูต้องการให้มีการนิเทศในลักษณะเช่นนี้อย่างต่อเนื่องในอนาคต ($\bar{X}$ = 4.95, SD = 0.22) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาคือ ด้านกระบวนการนิเทศ (ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.87, SD = 0.33) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ผู้นิเทศมีมนุษยสัมพันธ์ดี และให้เกียรติผู้รับการนิเทศ ($\bar{X}$ = 4.98, SD = 0.16) รองลงมาคือ ผู้นิเทศสามารถให้คำแนะนำได้อย่างสร้างสรรค์และตรงประเด็น ($\bar{X}$ = 4.93, SD = 0.27) ตามลำดับ

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากการนำ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C ไปทดลองใช้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (ป.1 - ป.3) จำนวน 40 คน จาก 40 โรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย ผลการวิจัยสามารถสรุปได้เป็น 3 ประเด็นหลักดังนี้

7.1 การใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

การใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C มีผลการประเมิน ภาพรวมในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.84, S.D. = 0.36) เมื่อพิจารณารายขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนที่ 4 ชื่นชม (Celebrate) มีผลการประเมินในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.94, S.D. = 0.24) รองลงมาคือ ขั้นตอนที่ 1 ท้าทาย (Challenge) มีผลการประเมินในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.87, S.D. = 0.34)

7.2 การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนระดับประถมศึกษา

การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด โดยคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะของครูก่อนการทดลองอยู่ในระดับ น้อย ($\overline{X}$= 2.45, S.D. = 0.22) แต่หลังจากได้รับการนิเทศเชิงรุก คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นไปอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.44) อย่างมีนัยสำคัญ

7.3 การประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนระดับประถมศึกษาที่มีต่อการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C

ครูผู้สอนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการนิเทศและผลลัพธ์ในภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.90, S.D. = 0.29) โดยเฉพาะด้านผลลัพธ์และการนำไปใช้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 4.93 ($\overline{X}$ = 4.93, SD = 0.25)

อภิปรายผลการวิจัย

พลังของการนิเทศเชิงบวก เมื่อขั้นตอนชื่นชม (Celebrate) และ ขั้นตอนท้าทาย (Challenge) นำทางการเรียนรู้สะท้อนให้เห็นจุดเปลี่ยนสำคัญจากการนิเทศแบบเดิมที่ครูมักมองว่าเป็นการจับผิดหรือสั่งการเปลี่ยนเป็นการสร้างพื้นที่ปลอดภัยด้วยการชื่นชม (Celebrate) ช่วยลดกำแพงความกลัวของครู เปลี่ยนห้องเรียนให้เป็นพื้นที่ปลอดภัย (Safe Zone) ที่ครูกล้าที่จะทดลองเทคนิคใหม่ ๆ และยอมรับความผิดพลาดเพื่อนำมาปรับปรุง นอกจากนี้ยังกระตุ้นการเติบโตด้วยความท้าทาย เมื่อครูรู้สึกปลอดภัย การ Challenge หรือการตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของผู้นิเทศ จะไม่ถูกมองว่าเป็นการตำหนิ แต่เป็นการจุดประกายให้ครูกล้าก้าวออกจากเซฟโซน เพื่อออกแบบกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการสืบเสาะ (Inquiry-based) ที่สนุกและท้าทายความสามารถของนักเรียนประถมมากขึ้น

การทลายความโดดเดี่ยวของครูสู่วิชาชีพที่ยั่งยืนผ่านกระบวนการ PLC ผลลัพธ์สมรรถนะของครูที่ก้าวกระโดดจากระดับน้อย สู่ระดับมาก เป็นเครื่องยืนยันว่า วงจร PLC (Plan-Do-See-Reflect) สามารถปิดช่องว่าง (Gap) ด้านความไม่มั่นใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เชิงลึกและเทคนิคการสอนของครูประถมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวคิด Collaborative Supervision ของ Glickman (1991) และแนวคิด PCK (Pedagogical Content Knowledge) ของ Shulman (1986) การพัฒนาครูจะไม่เกิดผลสำเร็จหากแยกส่วนเฉพาะทฤษฎี แต่กระบวนการนิเทศนี้ทำให้ครูได้พูดคุยกัน ร่วมกันออกแบบแผนการสอน เปิดห้องเรียนให้เพื่อนครูสังเกต และสะท้อนคิด (Lesson Study) ร่วมกันแบบกัลยาณมิตร การเรียนรู้จากวิธีปฏิบัติของเพื่อนร่วมงานที่เปลี่ยนความรู้เชิงทฤษฎีให้กลายเป็นการปฏิบัติจริงในห้องเรียนโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ระดับประถมศึกษา ได้อย่างราบรื่น

การเติบโตในพื้นที่ศักยภาพ (Zone of Proximal Development: ZPD) ความพึงพอใจในระดับมากที่สุดของครูสามารถอธิบายได้อย่างลึกซึ้งผ่าน ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของ Vygotsky (1978) ในเรื่อง ZPDครูผู้สอนระดับประถมส่วนใหญ่โดยเฉพาะช่วงชั้นที่ 1 อาจไม่ได้จบสายตรงทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีข้อจำกัดในการดึงศักยภาพของตัวเองออกมา การเข้ามาของศึกษานิเทศก์หรือผู้บริหารในบทบาท พี่เลี้ยงและโค้ช (Coach) ผ่านกระบวนการ 4C ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจตรา แต่ทำหน้าที่เป็น MKO (More Knowledgeable Other) หรือผู้ให้คำแนะนำที่เข้าใจบริบทจริง ผู้นิเทศช่วยคอยประคับประคอง ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันของเด็ก (Connect) และสนับสนุนให้ครูลงมือสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construct) เมื่อครูได้รับการหนุนเสริมที่ถูกจุด จึงส่งผลให้เกิดความพึงพอใจสูงสุดและเกิดความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Hands-on) ให้แก่ผู้เรียนในที่สุด

8. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ควรใช้ผลการวิจัยเพื่อแต่งตั้ง ครูต้นแบบ (Master Teacher) ที่มีสมรรถนะสูงหลังผ่านกระบวนการนิเทศด้วยชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C ให้เป็นผู้นำในการนิเทศครูท่านอื่น ในโรงเรียนหรือเครือข่ายใกล้เคียง

1.2 ครูควรนำทักษะจากการนิเทศด้วยชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Active Learning) และเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงตามบริบทของโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย อย่างต่อเนื่อง

1.3 ควรส่งเสริมให้เกิดเครือข่ายการนิเทศระหว่างโรงเรียนในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย โดยใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C เป็นตัวเชื่อม เพื่อลดช่องว่างและสร้างมาตรฐานคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C กับโรงเรียนในสังกัดเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถนะครูและการตอบสนองของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย

2.2 ควรเน้นศึกษาผลกระทบโดยตรงที่เกิดกับนักเรียน (Student Outcome) เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังจากที่ครูได้รับการพัฒนาสมรรถนะผ่านการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C แล้ว

2.3 ควรศึกษาการนำระบบการนิเทศออนไลน์ (Online Coaching) หรือการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลมาผสมผสานกับการใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับกระบวนการนิเทศแบบ 4C เพื่อช่วยให้การนิเทศมีความยืดหยุ่นและเข้าถึงครูได้บ่อยครั้งขึ้นโดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562).* สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จรรยา ดาสา. (2563). *โครงงานตามแนวทางนักวิทย์น้อย*. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์.

ชาคริยา ชายเกลี้ยง. รูปแบบการนิเทศแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมการวิจัยของครูระดับมัธยมศึกษา. *ปริญญานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมเพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช*, 2562.

นัยนา ฉายวงค์. การพัฒนารูปแบบการนิเทศตามแนวคิดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการวิจัยในชั้นเรียนของครูผู้สอนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปรถมศึกษา นครพนม เขต 1. *วิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร*, 2560.

มูลนิธิสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2565). *คู่มือการดำเนินงานโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสมเด็จพระเทพฯ.

ยุภาลัย มะลิซ้อน และกาญจน์ เรื่องมนตรี. “การพัฒนาสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 2”. *วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์*. 7(8): 230-243; 2563.

วัชรา เล่าเรียนดี. *การนิเทศการสอน.* พิมพ์ครั้งที่ 5. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.



สมหญิง ชูชื่น. (2565). การพัฒนารูปแบบการนิเทศภายในโดยใช้กระบวนการ 4C เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 45(1),112–125

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *คู่มือประเมินสมรรถนะครูด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับปฐมวัยและประถมศึกษา*. สืบค้นจาก https://pisces.ipst.ac.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *แนวทางการดำเนินงานโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2564). *แนวทางการนิเทศแบบ 4C เพื่อพัฒนาครูและการเรียนรู้ของผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: สพฐ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *การพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *กรอบสมรรถนะสำหรับครูในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

Glickman, C. D. (1991). *Supervision of instruction: A developmental approach* (2nd ed.). Allyn and Bacon.

Joyce, B., & Showers, B. (2002). *Student achievement through staff development* (3rd ed.). ASCD.

Phumsaidorn, S., & Julsuwan, S. (2022). *Development of a supervision model to promote teachers' research competency in educational institutions under Chonburi Primary Educational Service Area Office 2*. Journal of Education and Learning, 11(5), 36–48. https://doi.org/10.5539/jel.v11n5p36

Saharat, L. (2023). *The development of the internal supervision model based on coaching and mentoring to enhance teachers' learning management competency in Chonburi and Rayong Primary Education Service Areas*. Interdisciplinary Journal of Rural Development, 8(1), 89–102. https://so07.tci-thaijo.org/index.php/IJSASR/article/view/1007

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

ทัศนีย์ มณีวรรณ
โรงเรียนอนุบาลกุดข้าวปุ้น (ศาสนานุเคราะห์) จังหวัดอุบลราชธานี
Email: sanannoi282519@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงาน 2) สร้างและตรวจสอบรูปแบบ 3) ทดลองใช้รูปแบบ และ 4) ประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง การวิจัยเป็นการวิจัยและพัฒนาโดยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน ดำเนินการ 4 ขั้นตอน กลุ่มเป้าหมาย 1) ระยะศึกษาสภาพและแนวทาง 223 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ 9 คน 2) ระยะสร้างและตรวจสอบรูปแบบใช้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 12 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ 12 คน 3) ระยะทดลองใช้ ดำเนินการผ่าน 4 กลยุทธ์กับกลุ่มเป้าหมาย 329, 25, 77 และ 33 คนตามลำดับ และ 4) ระยะประเมินผลใช้กลุ่มเป้าหมาย 329 คน เครื่องมือประกอบด้วยแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน และคู่มือการใช้รูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัจจุบันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมี 4 องค์ประกอบ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด การทดลองใช้มีประสิทธิผลและความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินหลังใช้รูปแบบ พบว่า ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภูมิคุ้มกันยาเสพติด และความสำเร็จของการดำเนินงานอยู่ในระดับมากที่สุด รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สะท้อนว่ารูปแบบมีคุณค่าในการยกระดับคุณภาพผู้เรียนผ่านการบริหารเชิงบูรณาการบนฐานการมีส่วนร่วม

คำสำคัญ : การบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ กลไกการมีส่วนร่วม ภูมิคุ้มกันยาเสพติด

1. ที่มาและความสำคัญ

สภาวการณ์ความเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีสารสนเทศในศตวรรษที่ 21 ได้ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อรูปแบบการดำเนินชีวิต สภาพแวดล้อม และพฤติกรรมของเด็กและเยาวชน การขยายตัวของสื่อดิจิทัลและสภาพแวดล้อมทางสังคมที่ซับซ้อน ได้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาพฤติกรรม ปัญหาสารเสพติด และการขาดทักษะการดำเนินชีวิตที่เหมาะสม การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบันจึงไม่อาจมุ่งเน้นเพียงการพัฒนาความรู้ทางวิชาการแต่เพียงประการเดียว หากแต่ต้องมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม (Holistic Development) ทั้งในด้านสติปัญญา คุณธรรม จริยธรรม ทักษะชีวิต และความสามารถในการสร้างภูมิคุ้มกันตนเองจากปัจจัยเสี่ยงรอบด้าน

เจตนารมณ์แห่งรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 มาตรา 54 ได้บัญญัติให้รัฐมีหน้าที่ดำเนินการให้เด็กทุกคนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพมาตรฐาน และมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีวินัย และมีความรับผิดชอบต่อสังคม สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่กำหนดหลักการจัดการศึกษาให้เป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต

สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข นอกจากนี้ ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) โดยเฉพาะยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ และยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาคนในทุกมิติและทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีคุณภาพ ควบคู่กับการสร้างความเข้มแข็งของกลไกการบริหารจัดการภาครัฐผ่านการบูรณาการความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ซึ่งสอดรับกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) ที่ให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างศักยภาพของคนไทยให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจนนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ที่มุ่งเน้นการสร้างความปลอดภัยในสถานศึกษา การส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดอย่างเข้มแข็ง และการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 เป็นสถานศึกษาขนาดกลาง เปิดจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวนผู้เรียนรวม 193 คน แม้ว่าสถานศึกษาจะมีภารกิจหลักในการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของการบริหารจัดการสถานศึกษา พบว่า ภาพรวมการดำเนินงานยังคงอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.85) โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ด้านกลไกการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่าย (μ = 2.77) สภาพการณ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าระบบการบริหารจัดการเดิมยังขาดโครงสร้างการทำงานที่เชื่อมโยงงานวิชาการ งานกิจการนักเรียน งานระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียน และการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายภายนอกอย่างเป็นเอกภาพและเป็นรูปธรรม ส่งผลให้การขับเคลื่อนงานด้านการบ่มเพาะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนยังไม่บรรลุผลตามเป้าหมายสูงสุดได้อย่างยั่งยืน

จากปัญหาและความท้าทายดังที่กล่าวมา การบริหารจัดการสถานศึกษาในรูปแบบดั้งเดิมที่มีลักษณะการทำงานแบบแยกส่วน (Silo Management) ไม่สามารถตอบสนองต่อการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนในเชิงโครงสร้างและพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการพัฒนานวัตกรรมการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ (Integrated School Management Model) ที่เชื่อมโยงภารกิจหลักของสถานศึกษาเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ขับเคลื่อนด้วยกลไกการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่าย 5 ฝ่าย ได้แก่ สถานศึกษา ผู้ปกครอง ชุมชน องค์กรศาสนา และหน่วยงานภาครัฐ/เอกชน ในลักษณะการร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมดำเนินการ และร่วมประเมินผล โดยใช้วงจรบริหารงานคุณภาพ PDCA (Plan-Do-Check-Act) เป็นฐานในการขับเคลื่อนร่วมกับระบบสารสนเทศดิจิทัล เพื่อวางแผนการดำเนินงานเชิงรุก เฝ้าระวังปัจจัยเสี่ยง และสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) อันจะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนอย่างครอบคลุมทุกมิติ

ผู้วิจัยในฐานะผู้บริหารสถานศึกษา จึงมีความตระหนักและเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนานวัตกรรมทางการบริหารอย่างเป็นระบบ จึงได้ทำการวิจัยเรื่อง "การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง" โดยประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) เพื่อให้ได้รูปแบบและคู่มือการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติสูง และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีภูมิคุ้มกันยาเสพติดที่เข้มแข็ง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นองค์ความรู้ทางการบริหารจัดการศึกษาที่เป็นประโยชน์ และสามารถใช้เป็นแนวทางประยุกต์ใช้สำหรับสถานศึกษาอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกันต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงานการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2. เพื่อสร้างและตรวจสอบรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียนโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

3. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

4. เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมี ส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถาม 223 คน และผู้ทรงคุณวุฒิสัมภาษณ์ 9 คน

ระยะที่ 2 ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องยกร่างรูปแบบ 12 คน และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบ 12 คน

ระยะที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบผ่าน 4 กลยุทธ์กับกลุ่มเป้าหมาย 329, 25, 77 และ 33 คน

ระยะที่ 4 ประเมินผลหลังใช้รูปแบบกับกลุ่มเป้าหมาย 329 คน

3.2 ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ภูมิคุ้มกันยาเสพติด ความสำเร็จของการดำเนินงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3.3 ระยะเวลา ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบ

Keeves (1988) นิยามรูปแบบว่าเป็นการจำลองความจริงเชิงโครงสร้างและระบบ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรในปรากฏการณ์หนึ่งๆ

Joyce & Weil (2009) เสนอองค์ประกอบหลักของรูปแบบ ซึ่งต้องประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงาน และระบบสนับสนุน

ทิศนา แขมมณี (2564) สรุปว่ารูปแบบการบริหารหรือการจัดการเรียนรู้ที่ดี ต้องมีความสมเหตุสมผลเชิงทฤษฎี มีความน่าเชื่อถือ และนำไปปฏิบัติได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษานั้น ต้องเริ่มต้นจากการออกแบบโครงสร้าง องค์ประกอบ และขั้นตอนการดำเนินงานที่ชัดเจน โดยอิงฐานทฤษฎีที่น่าเชื่อถือ มีกระบวนการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่ประเมินได้จริง เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน



4.2 แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการบริหารสถานศึกษา

Deming (1986) / วงจรคุณภาพ PDCA กระบวนการบริหารงานคุณภาพ 4 ขั้นตอน (Plan-Do-Check-Act) เพื่อการพัฒนาต่อเนื่อง

Drucker (1954) / การบริหารมุ่งผลสัมฤทธิ์ (RBM) การบริหารจัดการที่เน้นเป้าหมาย ผลผลิต (Outputs) และผลลัพธ์ (Outcomes) เป็นหลัก

ธีระ รุญเจริญ (2553) การบริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่เน้นกระจายอำนาจ การทำงานเป็นทีม และการบริหารจัดการภารกิจ 4 ด้านอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การบริหารจัดการสถานศึกษาขยายโอกาสอย่างโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ต้องใช้วงจรคุณภาพ PDCA เป็นฐานในการขับเคลื่อนงานร่วมกับการบริหารมุ่งผลสัมฤทธิ์ (RBM) เพื่อให้เกิดการวางแผน ดำเนินการ ตรวจสอบ และปรับปรุงคุณภาพผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม

4.3 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม

Cohen & Uphoff (1980) เสนอระดับและขั้นตอนการมีส่วนร่วม 4 ขั้นตอน (ร่วมคิด/วางแผน, ร่วมดำเนินงาน, ร่วมรับผลประโยชน์ และร่วมประเมินผล)

Arnstein (1969) / Ladder of Citizen Participation ทฤษฎีบันไดแห่งการมีส่วนร่วมที่อธิบายระดับการอำนาจตัดสินใจของชุมชนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

พะนอม แก้วกำเนิด (2545) การสร้างความร่วมมือระหว่างบ้าน วัด โรงเรียน และราชการ (บวร / พหุภาคี) ในการจัดการศึกษา

สรุปได้ว่า กลไกการมีส่วนร่วมในการบริหารสถานศึกษา ต้องเปิดโอกาสให้ภาคีเครือข่าย 5 ฝ่าย (ครอบครัว, ชุมชน, ภาครัฐ, ภาคเอกชน และสถานศึกษา) เข้ามามีส่วนร่วมครอบคลุมทุกขั้นตอน ตั้งแต่การร่วมคิด ร่วมวางแผน ไปจนถึงการร่วมติดตามประเมินผล เพื่อสร้างความเป็นเจ้าของและการสนับสนุนที่ยั่งยืน

4.4 แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการแบบบูรณาการ

Fogarty (1991) รูปแบบการบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาและภารกิจ เพื่อลดความซ้ำซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้/การทำงาน

ชูชาติ พ่วงสมจิตร์ (2561) การบริหารจัดการแบบบูรณาการในสถานศึกษา โดยการเชื่อมโยงนโยบาย ทรัพยากร และภารกิจต่างสายงานเข้าด้วยกัน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560) แนวทางการบูรณาการงานพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม (Holistic Development) ทั้งด้านกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม

สรุปได้ว่า การบริหารจัดการแบบบูรณาการเป็นการหลอมรวมภารกิจด้านการส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การป้องกันยาเสพติด และการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ดำเนินการไปพร้อมกันในกระบวนการเดียว โดยใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่าและไม่เพิ่มภาระซ้ำซ้อนให้แก่ครูผู้สอน



4.5 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด

Hawkins & Catalano (1992) / Social Development Model แนวคิดปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors) และปัจจัยคุ้มกัน (Protective Factors) ในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงของเยาวชน

Bandura (1977) / Social Learning Theory ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมที่เน้นการเรียนรู้ผ่านตัวแบบ การเลียนแบบ และแรงเสริมทางสังคมในการหลีกเลี่ยงสารเสพติด

สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด. (2563). กรอบมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดในสถานศึกษา (โครงการสถานศึกษาสีขาว ปลอดยาเสพติดและอบายมุข)

สรุปได้ว่า การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติดเชิงรุกในสถานศึกษา ต้องมุ่งเน้นการลดปัจจัยเสี่ยงรอบตัวนักเรียน ควบคู่กับการเพิ่มปัจจัยคุ้มกัน โดยใช้มาตรการสถานศึกษาสีขาวและการสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยด้วยความร่วมมือของเครือข่ายรอบสถานศึกษา

4.6 แนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์และภูมิคุ้มกัน

Lickona (1991) / Character Education ทฤษฎีการศึกษาคุณธรรมจริยธรรมที่เน้น 3 มิติ (ความรู้เชิงคุณธรรม, ความรู้สึกเชิงคุณธรรม และพฤติกรรมเชิงคุณธรรม)

WHO (1997) / Life Skills Framework กรอบทักษะชีวิต 10 ประการขององค์การอนามัยโลก รวมถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการปฏิเสธ

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข (2561) แนวทางการสร้างภูมิคุ้มกันทางจิตใจ (Resilience) และการบ่มเพาะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางฯ

สรุปได้ว่า การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์และการสร้างภูมิคุ้มกันทางจิตใจให้นักเรียน จำเป็นต้องฝึกฝนผ่านทักษะชีวิต (Life Skills) การปลูกฝังคุณธรรมเชิงพฤติกรรม และการสร้างความเข้มแข็งทางอารมณ์ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการเลือกทำสิ่งที่ดีและปฏิเสธสิ่งเสพติดหรืออบายมุขได้ด้วยตนเอง

4.7 แนวคิดและกลยุทธ์การขับเคลื่อนการบริหารจัดการสถานศึกษา

Wheelen & Hunger (2012) กระบวนการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ (Strategic Management) ตั้งแต่การวิเคราะห์บริบท การจัดทำกลยุทธ์ การนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติ และการประเมินผล

Kaplan & Norton (1996) / Balanced Scorecard (BSC) การขับเคลื่อนกลยุทธ์ผ่านมุมมองที่สมดุล เพื่อแปลงวิสัยทัศน์ไปสู่การปฏิบัติในทุกระดับ

อุทัย บุญประเสริฐ (2545) แนวทางการจัดทำแผนกลยุทธ์การพัฒนาสถานศึกษาที่เน้นการและการตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน

สรุปได้ว่า การขับเคลื่อนรูปแบบการบริหารให้ประสบความสำเร็จ จำเป็นต้องมีการกำหนดกลยุทธ์การดำเนินงานที่ชัดเจน สมดุล และสอดคล้องกับบริบท โดยมีระบบการติดตามและประเมินผลเชิงกลยุทธ์เพื่อกำกับการทำงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้

4.8 กลยุทธ์การบริหารจัดการสถานศึกษาเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติดเชิงรุก

สำนักงาน ป.ป.ส. (2563) ยุทธศาสตร์การป้องกันยาเสพติดในกลุ่มเด็กและเยาวชนด้วยระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนและการเฝ้าระวังเชิงรุก

Sanders (2001) / School-Community Partnerships การสร้างพันธมิตรระหว่างโรงเรียน ชุมชน และครอบครัวเพื่อดูแลพฤติกรรมนักเรียน

สมศักดิ์ ดลคือ (2561) กลยุทธ์การบริหารสถานศึกษาเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดโดยใช้พื้นที่เป็นฐาน (Area-based Prevention Strategy)

สรุปได้ว่า กลยุทธ์การป้องกันยาเสพติดเชิงรุก 4 กลยุทธ์หลักของโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ได้รับการสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อบูรณาการการทำงานร่วมกับภาคีเครือข่าย การใช้ฐานข้อมูล (Big Data) ในการดูแลช่วยเหลือนักเรียน การสร้างพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ (Creative Space) และการสร้างผู้นำเยาวชนเข้มแข็ง

4.9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ สมชาย วงษ์ทอง (2562) การพัฒนารูปแบบการบริหารสถานศึกษาเพื่อส่งเสริมวินัยและภูมิคุ้มกันยาเสพติดในโรงเรียนขยายโอกาส

งานวิจัยของ นภาภรณ์ ประเสริฐสังข์ (2563) การสร้างเครือข่ายการมีส่วนร่วมของชุมชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

งานวิจัยของ Smith et al. (2020) งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสนับสนุนและป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงของนักเรียนในโรงเรียนพื้นที่ห่างไกล (Multi-tiered System of Supports: MTSS)

สรุปได้ว่า จากการทบทวนงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ชี้ให้เห็นตรงกันว่า การบริหารจัดการที่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหานักเรียนและยกระดับคุณภาพผู้เรียนได้อย่างยั่งยืน ต้องอาศัยการพัฒนารูปแบบที่เป็นระบบ มีกลไกการมีส่วนร่วมที่เข้มแข็ง และมีการบูรณาการงานทุกด้านเข้าด้วยกันอย่างเป็นเอกภาพ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการตามวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงานการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

ในการศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงานการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ระดับการดำเนินงานในปัจจุบันของโรงเรียน ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลักของรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง และนำไปสู่การกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนารูปแบบในขั้นตอนต่อไป

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย (Population & Samples) แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนการศึกษาสภาพปัจจุบัน ใช้กลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive Sampling) รวมทั้งสิ้น 223 คน ประกอบด้วย ครูผู้สอน 15 คนคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน 7 คน ผู้ปกครองนักเรียน (ปีการศึกษา 2566) 201 คน ส่วนการศึกษาแนวทางพัฒนา สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เกี่ยวข้องรวม 9 คน (เช่น ผู้บริหารสถานศึกษา, สพป., ตำรวจ, สาธารณสุข, ผู้นำชุมชน และตัวแทนครู/ผู้ปกครอง)

2. เครื่องมือวิจัย (Research Instruments) แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไป ตอนที่ 2 สภาพปัจจุบันการดำเนินงาน 6 ด้าน (บริหารจัดการ, มีส่วนร่วม, คุณลักษณะอันพึงประสงค์, ภูมิคุ้มกันยาเสพติด, คุณภาพผู้เรียน, และความยั่งยืน) คุณภาพเครื่องมือ ค่า IOC (0.80–1.00) และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.921 แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง (Structured Interview) ที่เน้นเจาะลึกประเด็นจุดอ่อนที่พบจากผลแบบสอบถาม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) เชิงปริมาณ เก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Google Form/QR Code) ในช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน 2566 โดยได้ข้อมูลกลับมาครบถ้วน 100% (223 ฉบับ) เชิงคุณภาพ ดำเนินการนัดหมายและสัมภาษณ์เชิงลึก บันทึกเสียงและจดบันทึกในช่วงเดือนกรกฎาคม – ตุลาคม 2566

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์ด้วยค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ย, และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการจัดหมวดหมู่และตีความเพื่อสรุปแนวทางการพัฒนารูปแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ดังนี้

2.1 การศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2.2 ยกร่างรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2.3 การตรวจสอบร่างรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2.4 ตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2.5 การสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย (Purposive Sampling) แบ่งกลุ่มผู้ให้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้ กลุ่มสนทนากลุ่มเพื่อยกร่างรูปแบบ (Focus Group) จำนวน 12 คน ประกอบด้วย ตัวแทนครู, นักเรียนแกนนำ, ผู้ปกครอง, ผู้นำชุมชน และนักวิชาการจาก สพป. และสาธารณสุขกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบและคู่มือ จำนวน 12 คน (กลุ่มเดียวกับขั้นประเมินความเหมาะสม) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารการศึกษา, ผู้บริหารสถานศึกษา/ศึกษานิเทศก์ และผู้นำชุมชน/เครือข่ายที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี กลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ (Try-out) ผู้ทรงคุณวุฒิที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 12 คน

2. เครื่องมือวิจัย (Research Instruments) ร่างรูปแบบฯ และประเด็นสนทนากลุ่ม ใช้เพื่อกำหนด 4 องค์ประกอบหลัก (หลักการ, กลไกขับเคลื่อน, กระบวนการบริหาร, และผลลัพธ์/ตัวชี้วัด) แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ (รูปแบบฯ) มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิดคุณภาพเครื่องมือ IOC (0.80–1.00), ค่าความเชื่อมั่น = 0.937 คู่มือการใช้รูปแบบฯ และแบบประเมินคู่มือ เอกสารเชิงแนวปฏิบัติ 5 ส่วน และแบบประเมินความเหมาะสมคุณภาพเครื่องมือ IOC (0.80–1.00), ค่าความเชื่อมั่น = 0.912

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดำเนินการ สนทนากลุ่ม (Focus Group) ณ ห้องประชุมโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง โดยมีการส่งเอกสารร่างรูปแบบให้ศึกษาก่อนล่วงหน้า บันทึกข้อมูลด้วยการจดบันทึกภาพ และเสียงข้อมูลเชิงปริมาณ ส่งแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิในช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน 2567 โดยได้รับข้อมูลกลับมาครบถ้วนร้อยละ 100

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) สถิติบรรยาย วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สังเคราะห์ข้อคิดเห็นจากการสนทนากลุ่มและข้อเสนอแนะปลายเปิด เพื่อนำมาปรับปรุง (Revision) รูปแบบและคู่มือให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

การนำรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ภาคสนาม โดยดำเนินการทดลองตามคู่มือการใช้รูปแบบฯ และกลยุทธ์สำหรับทดลองใช้รูปแบบ จำนวน 4 กลยุทธ์ ได้แก่ กลยุทธ์ที่ 1 การผนึกกำลังภาคีเครือข่ายร่วมสร้างภูมิคุ้มกันเชิงรุก กลยุทธ์ที่ 2 การบริหารจัดการโครงสร้างเครือข่ายอัจฉริยะเพื่อความยั่งยืน กลยุทธ์ที่ 3 การบ่มเพาะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ผ่านพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ และ กลยุทธ์ที่ 4 การเสริมสร้างศักยภาพผู้นำเยาวชนและพลเมืองที่รับผิดชอบ

3.1 การประเมินประสิทธิผลของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อกลยุทธ์ 4 กลยุทธ์ ที่ใช้ในการทดลองรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

3.2 ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อกลยุทธ์ 4 กลยุทธ์ ที่ใช้ในการทดลองรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. ประชากร (Population) กลุ่มบุคลากรและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง และภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติดและการยกระดับคุณภาพผู้เรียน

2. กลุ่มเป้าหมาย (Target Group) ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยจำแนกตามภารกิจ 4 กลยุทธ์หลัก รวมทั้งสิ้น 464 คน (นับแยกตามกิจกรรม) ประกอบด้วยกลยุทธ์ที่ 1 (329 คน) ครู, นักเรียน, ผู้ปกครอง, ผู้นำชุมชน, ตำรวจ และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข กลยุทธ์ที่ 2 (25 คน) ครูแกนนำ, นักเรียนแกนนำ และผู้ปกครองแกนนำ กลยุทธ์ที่ 3 (77 คน) ครูผู้รับผิดชอบ และนักเรียนในกิจกรรมสร้างสรรค์ (กีฬา ดนตรี ศิลปะ จิตอาสา) กลยุทธ์ที่ 4 (33 คน) ครูที่ปรึกษา และนักเรียนแกนนำ

3. เครื่องมือวิจัย (Research Instruments) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก (รวม 8 ฉบับ) ประเภทเครื่องมือ แบบประเมินประสิทธิผล (4 ฉบับ) และแบบสอบถามความพึงพอใจ (4 ฉบับ) ลักษณะเครื่องมือ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คุณภาพเครื่องมือ ความเที่ยงตรง (Validity) ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ความเชื่อมั่น (Reliability) ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค อยู่ระหว่าง 0.925 – 0.954 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงมาก

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ (Data Collection & Analysis) ระยะเวลาดำเนินงาน ภาคเรียนที่ 1-2 ปีการศึกษา 2567 (กรกฎาคม 2567 – มีนาคม 2568) กระบวนการ เริ่มจากการสร้างความเข้าใจ ประชุมกลุ่มเป้าหมาย ชี้แจงปฏิทินปฏิบัติงาน และประเมินผลหลังสิ้นสุดการทดลองตามคู่มือสถิติที่ใช้ ข้อมูลสถานภาพ ใช้ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage) ระดับประสิทธิผลและความพึงพอใจ ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยแปลความหมายตามเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ดำเนินการดังนี้

1. ประชากร (Population) บุคลากรและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ภาคีเครือข่ายป้องกันยาเสพติด และผู้เรียนในโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2. กลุ่มตัวอย่าง/กรณีศึกษา (Target Group) ใช้วิธีการเลือกแบบ เจาะจง (Purposive Sampling) รวมทั้งสิ้น 329 คน ประกอบด้วย กลุ่มภายใน ครูผู้สอน (15 คน) และนักเรียนระดับประถมศึกษา-มัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2567 (149 คน) กลุ่มภายนอก/ภาคีเครือข่าย ผู้ปกครอง (149 คน), ผู้นำชุมชนและผู้แทนท้องถิ่น (10 คน), ตำรวจ (4 คน) และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข (2 คน)

3. เครื่องมือวิจัย (Research Instruments) ประกอบด้วยเครื่องมือประเมินผลหลังการทดลองใช้รูปแบบฯ จำนวน 4 ฉบับ เครื่องมือวัดผลผู้เรียน แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Reliability = 0.945) และแบบประเมินภูมิคุ้มกันยาเสพติด (Reliability = 0.915)เครื่องมือวัดผลการดำเนินงาน แบบประเมินความสำเร็จของรูปแบบการบริหารจัดการ (Reliability = 0.924) เครื่องมือวัดคุณภาพวิชาการ แบบรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เปรียบเทียบปีการศึกษา 2566 และ 2567) คุณภาพเครื่องมือ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ค่า IOC ระหว่าง 0.80 - 1.00) และใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) ระยะเวลา ดำเนินการหลังสิ้นสุดการทดลองใช้รูปแบบฯ ระหว่างเดือนเมษายน – พฤษภาคม 2568 กระบวนการ 1) ประชุมชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการประเมินแก่ กลุ่มเป้าหมาย 2) ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลผ่านแบบประเมินและแบบรายงานทั้ง 4 ด้าน 3) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

6. ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธี เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งใช้ทั้งการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพดำเนินการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ 1) การศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงานการบริหารจัดการสถานศึกษา แบบบูรณาการด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกัน ยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน



โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง เก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูผู้สอน จำนวน 15 คน คณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 7 คน ยกเว้นตัวแทนครูและตัวแทนผู้ปกครอง ตัวแทนผู้ปกครองนักเรียนทั้งหมดที่มีบุตรหลานเรียนในปีการศึกษา 2566 ตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 201 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 223 คน กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 9 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา 2) การสร้างและตรวจสอบรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ประกอบด้วยการศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง จากการศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การยกร่างรูปแบบโดยการสนทนากลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย จำนวน 12 คน โดยนำผลการศึกษาสภาพและแนวทางการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง มาประกอบการยกร่าง และตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ โดยการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 คน รวมทั้งประเมินคุณภาพรูปแบบด้านความเหมาะสม และความเป็นไปได้ใช้แบบประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 คน แล้วดำเนินการสร้างคู่มือการใช้รูปแบบ ประเมินด้วยแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา 3) การทดลองใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง โดยดำเนินการทดลองตามคู่มือการใช้รูปแบบ โดยประเมินประสิทธิผลของกลยุทธ์ และความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 4 กลยุทธ์ ได้แก่ (1) กลยุทธ์ที่ 1 การผนึกกำลังภาคีเครือข่ายร่วมสร้างภูมิคุ้มกันเชิงรุก ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 329 คน (2) กลยุทธ์ที่ 2 การบริหารจัดการโครงสร้างเครือข่ายอัจฉริยะเพื่อความยั่งยืน ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 25 คน (3) กลยุทธ์ที่ 3 การบ่มเพาะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ผ่านพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 77 คน และ (4) กลยุทธ์ที่ 4 การเสริมสร้างศักยภาพผู้นำเยาวชนและพลเมืองที่รับผิดชอบ ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน และ 4) การประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 329 คน ศึกษาในการประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหาร จัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง ประกอบด้วย 1) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน หลังใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง 2) ภูมิคุ้มกันยาเสพติดของผู้เรียน หลังใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษา แบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง 3) ความสำเร็จของการดำเนินงานรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง และ 4) ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของผู้เรียน หลังใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการตามวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงานการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

1.1 สภาพปัจจุบัน ในภาพรวมการดำเนินงานอยู่ในระดับ ปานกลาง (μ = 2.85, σ = 0.53) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (μ = 2.97) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ กลไกการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่าย (μ = 2.77)

1.2 แนวทางการดำเนินงาน ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นว่าควรเน้นการนำผลการประเมินในอดีตมาวางแผนกิจกรรมดนตรีและกีฬาเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน รวมถึงการประสานความร่วมมือกับภาคีเครือข่ายชุมชนและปราชญ์ชาวบ้าน เพื่อเฝ้าระวังพฤติกรรมเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 2 ผลการสร้างและตรวจสอบรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

2.1 องค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วยหลักการบริหารมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ (RBM) และวงจร PDCA

2.2 การตรวจสอบรูปแบบ ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบในระดับ มากที่สุด (μ = 4.71 และ 4.68 ตามลำดับ)

2.3 คู่มือการใช้รูปแบบ มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด (μ = 4.77)

ขั้นตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

3.1 ประสิทธิผลของกลยุทธ์ ในภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด (μ = 4.68) โดยกลยุทธ์ที่ 2 (โครงสร้างเครือข่ายอัจฉริยะ) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

3.2 ความพึงพอใจ กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อกลยุทธ์ทั้ง 4 ในระดับ มากที่สุด (μ = 4.65)

ขั้นตอนที่ 4 ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

4.1 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผู้เรียนมีคุณลักษณะในระดับ มากที่สุด (μ = 4.65)

4.2 ภูมิคุ้มกันยาเสพติด อยู่ในระดับ มากที่สุด (μ = 4.68)

4.3 ความสำเร็จของรูปแบบ การดำเนินงานในภาพรวมประสบความสำเร็จในระดับ มากที่สุด โดยประเด็นที่โดดเด่นที่สุดคือการสร้างกลไกการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่าย

4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการใช้รูปแบบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกภาคเรียน รายวิชาพื้นฐาน ปีการศึกษา 2566 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.66 และปี 2567 เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.94 รายวิชาเพิ่มเติม ปีการศึกษา 2566 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.50 และปี 2567 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.15



รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ 4 ขั้นตอน ได้ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันและแนวทางการดำเนินงานการศึกษาสภาพปัจจุบันของการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง พบว่า ในภาพรวมมีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง (μ =2.85, σ =0.53) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (μ =2.97, σ =0.51) ในขณะที่ด้านกลไกการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่าย มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (μ =2.77, σ =0.55) สำหรับแนวทางการดำเนินงานที่สังเคราะห์ได้ ชี้ให้เห็นว่าสถานศึกษาควรใช้ข้อมูล

สารสนเทศเป็นฐานในการจัดกิจกรรมเชิงรุกควบคู่กับมาตรการเฝ้าระวัง และเสริมสร้างความเข้มแข็งของภาคีเครือข่ายระหว่างบ้าน วัด โรงเรียน ชุมชน และหน่วยงานภายนอกอย่างเป็นระบบ

2. ผลการสร้างและตรวจสอบรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการด้วยกลไกการมีส่วนร่วมฯ ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1) หลักการและแนวคิดพื้นฐานที่มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ (RBM) และการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) 2) กลไกการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่าย 5 ฝ่าย 3) กระบวนการบริหารจัดการตามวงจรคุณภาพ (PDCA) ผ่าน 4 กลยุทธ์หลัก และ 4) ผลลัพธ์และตัวชี้วัดความสำเร็จ ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.71, σ =0.03) มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.68, σ =0.03) และคู่มือการใช้รูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.77, σ =0.03) เช่นเดียวกัน

3. ผลการทดลองใช้รูปแบบผลการทดลองใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาผ่านกลยุทธ์หลัก 4 ด้าน พบว่าประสิทธิผลของการดำเนินงานตามกลยุทธ์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.68, σ =0.46) โดยกลยุทธ์การบริหารจัดการโครงสร้างเครือข่ายอัจฉริยะเพื่อความยั่งยืนมีค่าเฉลี่ยประสิทธิผลสูงสุด (μ =4.70, σ =0.40) และกลุ่มเป้าหมายผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานตามรูปแบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.65, σ =0.45)

4. ผลการประเมินหลังการใช้รูปแบบผลการประเมินหลังการใช้นวัตกรรมรูปแบบการบริหารจัดการ พบว่า ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.65, σ =0.40) โดยเฉพาะด้านความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ และด้านจิตสาธารณะ (μ =4.75, σ =0.43) มีภูมิคุ้มกันยาเสพติดอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.68, σ =0.40) โดยมีความโดดเด่นด้านทักษะการปฏิเสธยาเสพติดและความเข้าใจโทษภัยอย่างชัดเจน (μ =4.75, σ =0.43) ด้านความสำเร็จของการดำเนินงานภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.67, σ =0.40) โดดเด่นที่สุดในด้านการสร้างเครือข่ายและการมีส่วนร่วม (μ =4.78, σ =0.38) นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีร้อยละความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในกลุ่มสาระวิชาพื้นฐาน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.94 – 2.66) และรายวิชาเพิ่มเติม (เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.15 – 2.50)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการ ด้วยกลไกการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด และยกระดับคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

ประเด็นสภาพปัจจุบันของการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการในโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (μ =2.85) โดยเฉพาะด้านกลไกการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่ายมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (μ =2.77) สภาพการณ์ดังกล่าวสะท้อนถึงบริบทเฉพาะของโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในพื้นที่ต่างจังหวัด ซึ่งมักประสบปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรและการมีส่วนร่วมที่ขาดความต่อเนื่องจากผู้ปกครองเนื่องจากภาระทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้ภารกิจด้านการป้องกันยาเสพติดและการพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนดำเนินไปอย่างแยกส่วน ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับแนวคิดการบริหารจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่ระบุว่า การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในสถานศึกษาจำเป็นต้องเปลี่ยนจากการทำงานแบบแยกส่วนมาเป็นการเชื่อมโยงบทบาทของทุกภาคส่วน ดังนั้น แนวทางการแก้ปัญหาจึงต้องเริ่มต้นจากการปรับฐานข้อมูลสารสนเทศให้เป็นปัจจุบันและเชิงรุกเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนร่วมกับภาคีเครือข่ายชุมชนได้อย่างตรงจุด

ประเด็นการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการบริหารจัดการ พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นได้รับผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด (μ =4.71 และ μ =4.68 ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการพัฒนารูปแบบได้หลอมรวมแนวคิดการบริหารจัดการที่เน้นผลสัมฤทธิ์ (RBM) วงจรบริหารงานคุณภาพ (PDCA) และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ประกอบกับการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้ทรงคุณวุฒิเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินและสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่งผลให้โครงสร้างองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านของรูปแบบมีความเป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องกับบริบทจริงของโรงเรียน และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงผ่านคู่มือการใช้รูปแบบที่มีคุณภาพสูง (μ =4.77) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบการบริหารสถานศึกษาของ ทิศนา แขมมณี (2564) และ นิรุตต์ ยะมหา (2565) ที่เน้นย้ำว่า นวัตกรรมการบริหารที่มีประสิทธิผลต้องเกิดจากการวิเคราะห์บริบทจริงและมีคู่มือการปฏิบัติงานที่ชัดเจน

ประเด็นประสิทธิผลจากการทดลองใช้รูปแบบและการประเมินผลหลังการใช้ พบว่า ประสิทธิผลของการดำเนินงานตามกลยุทธ์อยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.68) โดยเฉพาะกลยุทธ์การบริหารจัดการโครงสร้างเครือข่ายอัจฉริยะเพื่อความยั่งยืนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (μ =4.70) เหตุผลสำคัญคือการนำระบบสารสนเทศดิจิทัลและเทคโนโลยีการนิเทศติดตาม (Smart Supervision & Big Data) มาใช้เป็นกลไกกลางในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโรงเรียน บ้าน ชุมชน และหน่วยงานภายนอก การขับเคลื่อนผ่านกลไก 5 ฝ่ายนี้ทำให้เกิดการเฝ้าระวังความเสี่ยงด้านยาเสพติดและการดูแลช่วยเหลือนักเรียนอย่างทันท่วงที ส่งผลกระทบเชิงบวกโดยตรงต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดภูมิคุ้มกันยาเสพติด มีทักษะการปฏิเสธ มีจิตสาธารณะ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับมากที่สุด (μ =4.68 และ μ =4.65)

นอกจากนี้ การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีร้อยละความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ สามารถอภิปรายได้ว่า เมื่อสถานศึกษาสามารถจัดการสภาพแวดล้อมให้ปลอดภัยจากปัจจัยเสี่ยงยาเสพติด ด้วยความร่วมมือของชุมชนและเข้มแข็งด้วยระบบดูแลช่วยเหลือ ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีสุขภาวะทางจิตใจที่ดี มีสมาธิ และมีความพร้อมในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม Active Learning และการส่งเสริมทักษะอาชีพ ซึ่งเป็นการยืนยันถึงความสำเร็จของการยกระดับคุณภาพการศึกษาแบบองค์รวม ตามแนวทางยุทธศาสตร์ชาติและการปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างยั่งยืน

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สถานศึกษาควรนำรูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการที่พัฒนาขึ้นไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของตนเองโดย คำนึงถึงสภาพแวดล้อม ขนาดโรงเรียน ทรัพยากร บุคลากร และความร่วมมือของชุมชน เพื่อให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิผลสูงสุด

2. ผู้บริหารสถานศึกษาควรให้ความสำคัญกับบทบาทผู้นำเชิงรุก โดยการกำหนดนโยบายที่ชัดเจน สนับสนุนการทำงานแบบมีส่วนร่วม ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม และเปิดโอกาสให้ครู บุคลากร นักเรียน ผู้ปกครอง และเครือข่ายภายนอกมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน

3. ควรส่งเสริมให้ครูผู้สอนบูรณาการการเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทักษะชีวิต และการสร้างภูมิคุ้มกันยาเสพติด เข้าไปในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกกลุ่มสาระอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาอย่างรอบด้าน

4. สถานศึกษาควรสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับผู้ปกครอง ชุมชน และหน่วยงานภายนอกอย่างเป็นรูปธรรม เช่น หน่วยงานด้านสาธารณสุข หน่วยงานความมั่นคง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อร่วมกันขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดอย่างยั่งยืน

5. ควรมีระบบติดตาม ประเมินผล และสะท้อนผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนา และยกระดับคุณภาพการบริหารจัดการให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไป

6. ควรให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่ส่งเสริมความผูกพันกับโรงเรียน บรรยากาศเชิงบวก และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ควบคู่กับการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงของผู้เรียน

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลการใช้รูปแบบการบริหารจัดการสถานศึกษาแบบบูรณาการนี้ในโรงเรียนที่มีบริบทแตกต่างกัน เช่น โรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดใหญ่ หรือโรงเรียนในเขตเมืองและชนบท เพื่อเปรียบเทียบผลและขยายผลการวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

2. ควรศึกษาผลในระยะยาวของรูปแบบการบริหารจัดการที่พัฒนาขึ้น เพื่อวิเคราะห์ความยั่งยืนของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ทั้งด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภูมิคุ้มกันยาเสพติด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ควรมีการวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับบทบาทของแต่ละภาคีเครือข่าย เช่น ผู้ปกครอง ชุมชน และหน่วยงานภายนอก ว่าส่งผลต่อความสำเร็จของรูปแบบในมิติใดมากที่สุด เพื่อพัฒนากลไกการมีส่วนร่วมให้มีประสิทธิภาพชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ควรนำรูปแบบการบริหารจัดการนี้ไปพัฒนาเป็นชุดนวัตกรรม หรือโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสถานศึกษา เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบและแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *คู่มือการสร้างภูมิคุ้มกันทางจิตใจและทักษะชีวิตสำหรับเด็กและเยาวชน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2563*). นโยบายการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดในสถานศึกษา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ชูชาติ พ่วงสมจิตร์. (2561). *การบริหารจัดการสถานศึกษายุคใหม่: หลักการ นวัตกรรม และการประยุกต์ใช้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2564). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 24). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระ รุญเจริญ. (2553). *ความเป็นมืออาชีพในการจัดและบริหารการศึกษาทศวรรษที่สอง.* กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.

นภาภรณ์ ประเสริฐสังข์. (2563). *การสร้างเครือข่ายการมีส่วนร่วมของชุมชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

พะนอม แก้วกำเนิด. (2545). *การสร้างความร่วมมือระหว่างบ้าน วัด โรงเรียน และราชการในการจัดการศึกษา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง. (2565). *รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR) ประจำปีการศึกษา 2564-2565*. อุบลราชธานี: โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง.

สมชาย วงษ์ทอง. (2562). *การพัฒนารูปแบบการบริหารสถานศึกษาเพื่อส่งเสริมวินัยและภูมิคุ้มกันยาเสพติดในโรงเรียนขยายโอกาส*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สมศักดิ์ ดลคือ. (2561). *กลยุทธ์การบริหารสถานศึกษาเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดโดยใช้พื้นที่เป็นฐาน.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม.* กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). *แนวทางการสร้างเครือข่ายและการมีส่วนร่วมเพื่อการป้องกันยาเสพติดในสถานศึกษา.* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด. (2563). *ยุทธศาสตร์การป้องกันยาเสพติดในกลุ่มเด็กและเยาวชน.* กรุงเทพฯ: กระทรวงยุติธรรม.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580).* กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565*). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13* (พ.ศ. 2566-2570). กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ. (2563). *รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ: สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ.

อุทัย บุญประเสริฐ. (2545). *การศึกษาแนวทางการจัดทำแผนกลยุทธ์การพัฒนาสถานศึกษา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Arnstein, S. R. (1969). *A Ladder of Citizen Participation. Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216-224.

Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory. Englewood Cliffs*, NJ: Prentice-Hall.

Cohen, J. M., & Uphoff, N. T. (1980). *Participation's Place in Rural Development: Seeking Clarity through Specificity.* World Development, 8(3), 213-235.

Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology*, Center for Advanced Engineering Study.

Drucker, P. F. (1954). *The Practice of Management*. New York: Harper & Row.

Fogarty, R. (1991). *Ten Ways to Integrate Curriculum*. Educational Leadership, 49(2), 61-65.

Hawkins, J. D., & Catalano, R. F. (1992). *Communities That Care: Action for Drug Abuse Prevention*. San Francisco: Jossey-Bass.

Joyce, B., & Weil, M. (2009). *Models of Teaching (8th ed.). Boston*: Allyn & Bacon.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston: Harvard Business School Press.

Keeves, J. P. (1988). *Educational Research, Methodology, and Measurement*: An International Handbook. Oxford: Pergamon Press.

Lickona, T. (1991). *Educating for Character: How Our Schools Can Teach Respect and Responsibility*. New York: Bantam Books.

Sanders, M. G. (2001). *Building Effective School-Community Partnerships. Urban Education*, 36(1), 19-47.

Smith, R., Johnson, K., & Williams, L. (2020). *Multi-tiered System of Supports (MTSS) in Rural Schools: Prevention and Intervention Strategies*. Journal of Rural Education, 38(2), 112-128.

Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (2012). *Strategic Management and Business Policy: Toward Global Sustainability (13th ed.)*. Boston: Pearson.

World Health Organization. (1997). *Life Skills Education for Children and Adolescents in Schools*. Geneva: World Health Organization.

การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

ปัญจาภรณ์ โชติแก้ว
โรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว จังหวัดภูเก็ต
Email: panchapon.t@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว 2) ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว กลุ่มเป้าหมายได้แก่ ครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว จำนวน 71 คน ได้มาโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง 2) แบบประเมินการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง 3) แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว 4) แบบประเมินผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพฯ มี 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ (P) ขั้นเปิดชั้นเรียน (A) ขั้นสังเกตชั้นเรียน (O) และขั้นสะท้อนคิด (R) โดยปฏิบัติการ 3 วงรอบ (Spiral) คือ รอบที่ 1 เพื่อนคู่คิด (P) รอบที่ 2 คือผู้นำ L) และรอบที่ 3 คือการเปิดห้องเรียนเป็นสาธารณะ (C) 4) การวัดและประเมินผล 5) เงื่อนไขความสำเร็จ 2. ประสิทธิผลของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพฯ พบว่า 1) คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง อยู่ในระดับมากที่สุด 2) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู อยู่ในระดับมากที่สุด 3) คุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพฯ อยู่ในระดับมากที่สุด 4) ผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง อยู่ในระดับมากที่สุด และ 5) สัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2566 สูงกว่าปีการศึกษา 2565

คำสำคัญ : การพัฒนารูปแบบ ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง

1. ที่มาและความสำคัญ

การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานการศึกษา จะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นโรงเรียนที่ประกอบไปด้วยผู้บริหารและคณะครู โดยผู้บริหารจะต้องให้การสนับสนุนแก่คณะครู ทั้งในด้านงบประมาณ ความรู้และการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ตลอดจนต้นสังกัด องค์กรภายนอก และชุมชน ซึ่งสอดคล้องตามแนวคิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) (Thompson, Gregg and Niska, 2004) ซึ่งเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างต่อเนื่องด้วยการรวมตัว รวมใจ รวมพลัง ร่วมทำ และร่วมเรียนรู้ บนพื้นฐานความสัมพันธ์แบบกัลยาณมิตร สถานศึกษาที่นำแนวทางการสร้าง PLC ไปใช้จะพบการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลดีต่อครูผู้สอน นั่นคือจะทำให้ครูและบุคลากรในสถานศึกษาได้เกิดการพูดคุย เข้าใจกันมากขึ้น ลดความรู้สึกโดดเดี่ยวของครู เพิ่มความรู้สึกผูกพันต่อพันธกิจและเป้าหมาย มีความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติงานอย่างเข้มแข็ง มีความแตกฉานในสาระและการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มากขึ้น เกิดเป็นวัฒนธรรม

ของสถานศึกษาที่เน้นการเรียนรู้แบบรวมพลังของครู มีความเชื่อด้วยหัวใจที่เต็มเปี่ยมว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้ และคุณครูจะพยายามริเริ่มพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนของตนเอง สำหรับผลดีที่เกิดกับผู้เรียน คือผู้เรียนมีความกระตือรือร้นสนใจจะเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้เกิดความเท่าเทียมกัน ไม่ทิ้งเด็กคนใดไว้ข้างหลัง (No Child Left Behind) (พิมพันธ์ เคชะคุปต์ และคณะ, 2565, น. 58)

โรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียวจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 ดำเนินการพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว โดยเลือกพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง (Collaborative Active Learning) เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งให้ผู้เรียนได้มีส่วนในกระบวนการเรียนรู้ โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน มีความร่วมมือ ร่วมกันรับผิดชอบ มีการช่วยเหลือ จัดสรรหน้าที่กันตามความถนัด มีการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง และสะท้อนคิดจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การสร้างความรู้ของผู้เรียนจากสิ่งที่ลงมือปฏิบัติในระหว่างเรียน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ มีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมในการสอน โดยการวิเคราะห์ผู้เรียน กำหนดเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง จัดเตรียมสื่อการเรียนและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม จัดกิจกรรมที่หลากหลาย จัดบรรยากาศในชั้นเรียน และสร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียนตามความถนัด ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสามารถของตนเอง เกิดการเรียนรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงของชีวิตประจำวัน (ณิรดา เวชญาลักษณ์, 2561, น.80-81) สำหรับรูปแบบการขับเคลื่อนของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ จะต้องเริ่มต้นจากการเปิดใจยอมรับการเปลี่ยนแปลงของครู อาจจะเป็นอาสาสมัคร หรือกลุ่มตัวอย่าง แล้วเกิดการดำเนินการจนเห็นผลเพื่อก่อเกิดเป็นวัฒนธรรมองค์กรที่ยอมรับร่วมกันในอนาคต (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2565, น. 56, ชวลิต ชูกำแพง, 2566, น. 6 และ Lunenburg and Ornstein, 2012, p. 56) โดยการดำเนินการจะสมบูรณ์ได้จะต้องมีระยะเวลาในการดำเนินการ 2-3 ปีการศึกษา ภายใต้การประยุกต์ใช้แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ที่จะต้องดำเนินการปฏิบัติซ้ำหลายวงรอบในลักษณะเกลียวสว่าน (spiral) เพื่อเกิดการปรับปรุงและพัฒนา (Kemmis, McTaggart and Nixon, 2014, pp. 18-19)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านประชากร กลุ่มตัวอย่าง และ กลุ่มเป้าหมาย

3.1.1 ระยะศึกษาความต้องการ (Research: R1) ครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว จำนวน 7 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการบริหารจัดการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ จำนวน 8 คน

3.1.2 ระยะการพัฒนาและหาคุณภาพ (Development: D1) ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารจัดการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ จำนวน 9 คน ได้มาโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

3.1.3 ระยะทดลองใช้ (Research: R2) ครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว ปีการศึกษา 2566 จำนวน 71 คน ได้มาโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

3.1.4 ประเมินคุณภาพของรูปแบบ (Development: D2) ครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว จำนวน 71 คน ได้มาโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง และนักเรียน ปีการศึกษา 2566

3.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

3.2.1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ รูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

3.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

1) ตัวแปรตามที่เกิดกับครู ประกอบด้วย คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู และคุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

2) ตัวแปรตามที่เกิดกับนักเรียน ประกอบด้วย ผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในปีการศึกษา 2566

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบ

การพัฒนารูปแบบ คือ กระบวนการหรือขั้นตอนการพัฒนาการดำเนินงานโดยมีขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ ดังต่อไปนี้ 1) การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นขั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการ โดยสัมภาษณ์ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอนที่ได้รับเลือก รวมทั้งการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สำหรับสร้างรูปแบบ 2) การออกแบบและพัฒนารูปแบบ เป็นขั้นการสร้างและหาประสิทธิภาพของรูปแบบโดยสังเคราะห์แบบสัมภาษณ์จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 นำมาสร้างเป็นรูปแบบจำลองด้วยการสร้างเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเป็นไปได้นำมาศึกษาวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบ 3) การนำรูปแบบไปใช้ เป็นขั้นการทดลองใช้รูปแบบ และวิเคราะห์หาความเหมาะสมของรูปแบบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้ปฏิบัติงานในสถานศึกษาคือผู้บริหาร สถานศึกษา ครูผู้สอน และกรรมการสถานศึกษา 4) การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบ เป็นขั้นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ ในขั้นนี้จะประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดจากบทเรียนทุกองค์ประกอบในการออกแบบรูปแบบทั้งหมด ซึ่งจะประเมินกระบวนการภายในของรูปแบบหลังจากการนำไปใช้ และการรับรองรูปแบบ เป็นการรับรองรูปแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้ได้รูปแบบที่ดีขึ้น โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเคราะห์แนวคิดกระบวนการหรือขั้นตอนการพัฒนารูปแบบจากงานวิจัยของ (Branch, 2005; Clark, 2005; สมุทร ชำนาญ, 2546; รุ่งชัชดาพร เวหะชาติ, 2548; ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย, 2552; ทิศนา แขมมณี, 2562)

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC)

ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หมายถึง การรวมกลุ่มของบุคลากรภายในโรงเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์และแนวปฏิบัติด้านวิชาชีพ ร่วมกันยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอน โดยมีผู้บริหาร ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษามีส่วนร่วม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แนวคิดนี้พัฒนามาจากกลยุทธ์องค์กรที่เน้นการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมอย่างรวดเร็ว โดยมีรากฐานจากแนวคิด “องค์กรแห่งการเรียนรู้” ที่ถูกประยุกต์ให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน และมุ่งเน้นการเรียนรู้ร่วมกันในวิชาชีพ โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ การร่วมกันรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน การมีชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพจึงสร้างประโยชน์ทั้งต่อครูผู้สอนและต่อตัวผู้เรียน โดยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู ตามแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2565) และ

ซาโต มานาบุ (2562) โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของ Kemmis (2014) ได้กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Plan) ขั้นเปิดชั้นเรียน (Act) ขั้นสังเกตชั้นเรียน (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflet) ปฏิบัติการ 3 วงรอบ (Spiral) ประกอบด้วย วงรอบที่ 1 Partner คือดำเนินการร่วมกับเพื่อนคู่คิด รอบที่ 2 Leader คือ การดำเนินการร่วมกับผู้นำ เช่น หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และรอบที่ 3 Classroom Open คือการเปิดห้องเรียนเป็นสาธารณะ

4.3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน (Lesson Study)

การพัฒนาบทเรียนร่วมกัน (Lesson Study) เป็นแนวคิดหนึ่งในการพัฒนาวิชาชีพครู (Professional development) ที่ว่าด้วยการเรียนรู้ในชั้นเรียนแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในระยะยาวในบริบทการทำงานจริงของครู เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนและเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน การดำเนินงานใช้กระบวนการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน ซึ่งเป็นการพัฒนาวิชาชีพร่วมกันของครู โดยเน้นการสังเกตพฤติกรรมที่สะท้อนการคิดและการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน พร้อมการอภิปรายแลกเปลี่ยน เพื่อพัฒนาบทเรียนต่อเนื่อง จนได้บทเรียนคุณภาพที่สามารถไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศุภวรรณ สัจจพิบูล, 2560; Fernandez & Yoshida, 2004; ชาริณี ตรีวรัญญู, 2557)

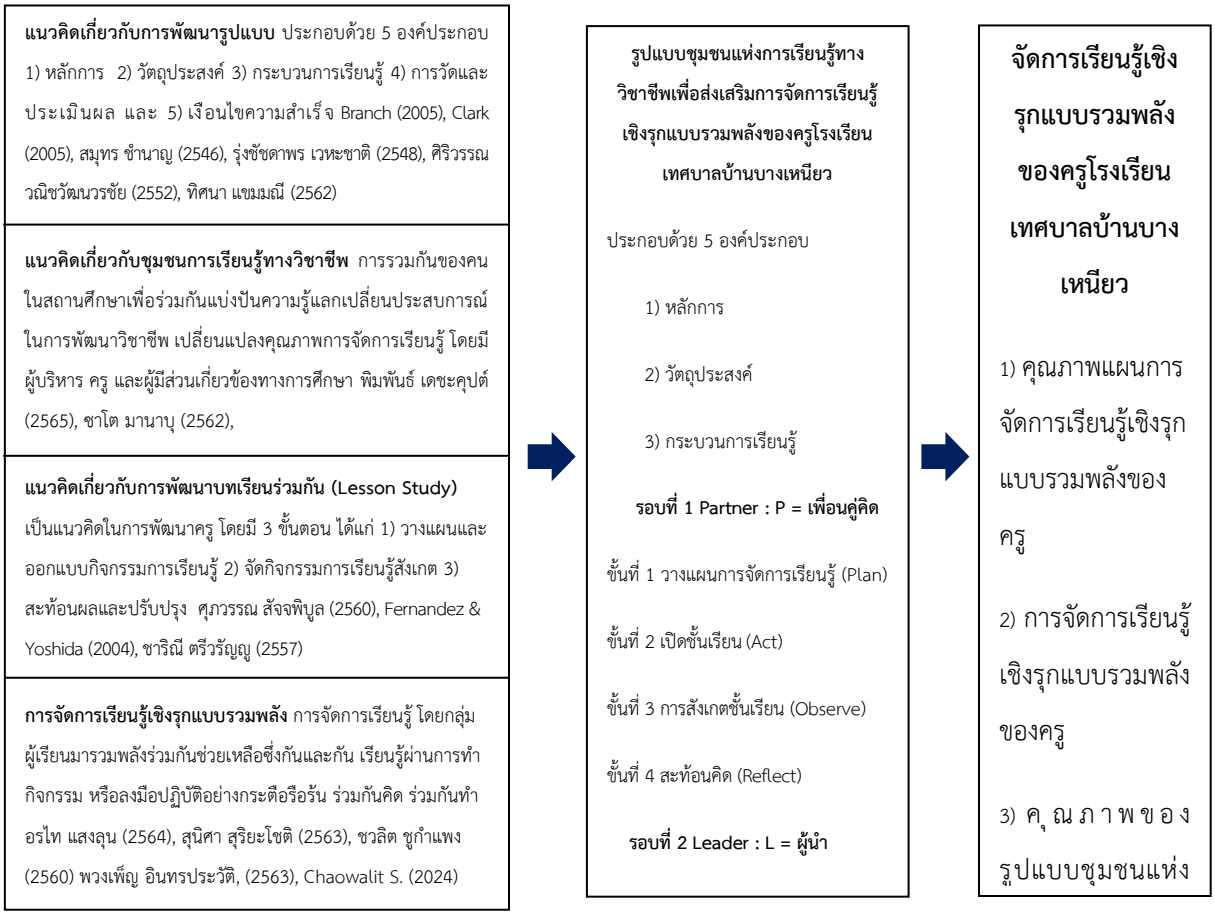
4.4 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง หมายถึง การจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มผู้เรียนที่คละเพศ คละความสามารถ หรือความถนัด หรือความสนใจ มารวมพลังร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม หรือลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้น ร่วมกันคิด ร่วมกันทำ ร่วมกันค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จนกระทั่งสามารถสร้างความรู้ หรือสรุปความรู้ด้วยตนเอง เกิดผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถรู้ด้วยความเข้าใจ เกิดทักษะการคิดและการปฏิบัติ ตลอดจนมีคุณลักษณะและค่านิยม โดยสิ่งที่สำคัญ คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ รวมทั้งบทเรียนที่ได้ไปใช้ หรือประยุกต์สร้างผลงานเพื่อเผยแพร่และบริการสังคมได้ โรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว ขับเคลื่อนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครู โดยมี รศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ รศ.พเยาว์ ยินดีสุข และ ผศ.ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ เข้ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญพาครูและบุคลากรทางการศึกษาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีการศึกษา 2561 จนถึงปัจจุบัน ตามแนวคิดกำลังหลักในฐานะอาจารย์มหาวิทยาลัยผู้ให้คำแนะนำที่ดีในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามโครงสร้างสนับสนุนการเรียนรู้ของครู มีชั้นเรียนเป็นศูนย์กลางของทุกกลไกที่เกี่ยวข้องพื้นที่สำคัญในการพัฒนาเชิงวิชาชีพของ EDUCA (อรไท แสงลุน, 2564; สุนิศา สุริยะโชติ, 2563; ชวลิต ชูกำแพง, 2560; พวงเพ็ญ อินทรประวัติ, 2563; Chaowalit S., 2024)

4.5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม หมายถึง กระบวนการดำเนินงานร่วมกันขององค์กรหรือกลุ่มบุคคลเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการร่วมมือกันดำเนินงานเน้นวิเคราะห์/วิพากษ์โดยใช้กระบวนการกลุ่ม กระบวนการวิจัย เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาพความจริงเกิดการเรียนรู้และพัฒนาไปสู่การเปลี่ยนแปลงใหม่ซึ่งในทางปฏิบัติจะเห็นว่าเป็นทั้งการทำวิจัย การบริหารจัดการ การพัฒนา และการทำงานเพื่อการแก้ปัญหาในเวลาเดียวกัน มีการกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์นั้น และ เป้าหมายแล้วนำแผนไปสู่การปฏิบัติในช่วงการปฏิบัติงานตามแผน ก็จะมีการติดตามและตรวจสอบผลการ ดำเนินงานเพื่อการปรับปรุงแก้ไข และเมื่อสิ้นสุดการดำเนินงานตามแผน ก็มีการประเมินผลสรุปโดยภาพรวม แล้วมีข้อมูลย้อนกลับ โดยผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบของวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis (1988) ที่ได้นำเสนอวงจร P-A-O-R สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวงจรการวิจัยต่อเนื่องกันไป เนื่องจากไม่ซับซ้อนและจดจำรูปแบบได้ง่าย ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน (P) ขั้นการปฏิบัติการ (A) ขั้นการสังเกต (O) และขั้นการคิดสะท้อนผล (R) จากนั้นจะเริ่มเข้าวงจรการวิจัยที่ 2 สืบเนื่องต่อกันไปจนกว่าปัญหาได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมากำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยในการพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย: ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีรายละเอียดกระบวนการวิจัยดังนี้

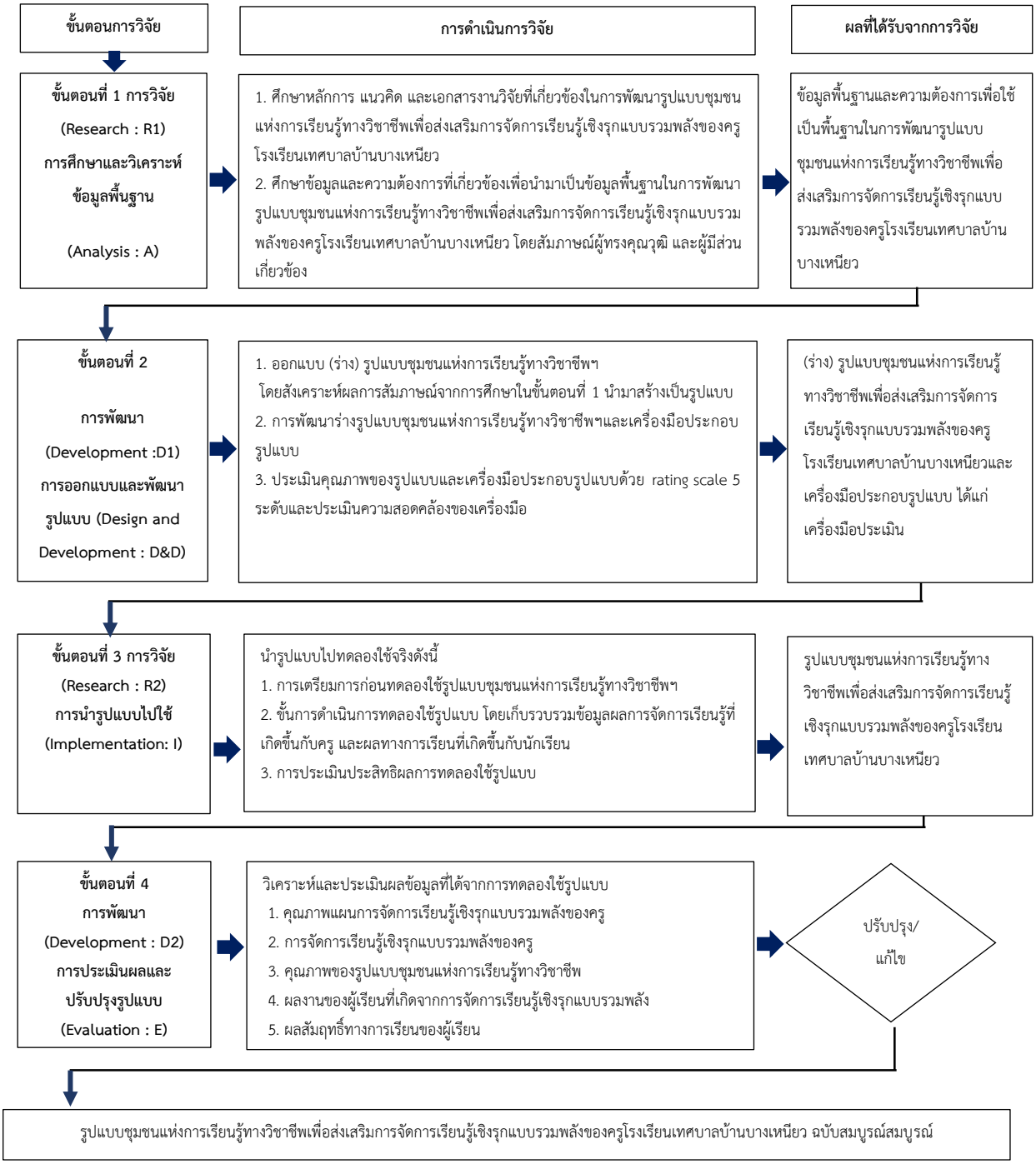
ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R1) การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A) เป็นขั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ โดยสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ รวมทั้งการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สำหรับสร้างรูปแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D1) การออกแบบและพัฒนารูปแบบ (Design and Development : D&D) เป็นขั้นการพัฒนาร่างรูปแบบ โดยสังเคราะห์แบบสัมภาษณ์จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 นำมาสร้างเป็นรูปแบบจำลอง ตรวจสอบ พัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือประกอบการใช้ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพฯ

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R2) การนำรูปแบบไปใช้ (Implementation : I) เป็นขั้นการทดลองใช้รูปแบบ และวิเคราะห์หาความเหมาะสมของรูปแบบเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ โดยผู้ปฏิบัติงานในสถานศึกษาคือผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D2) การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบ (Evaluation : E) เป็นขั้นการประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบในขั้นนี้จะประเมินประสิทธิผล ที่เกิดจากบทเรียนทุกองค์ประกอบที่ออกแบบจำลองทั้งหมด ซึ่งจะประเมินกระบวนการภายในแบบจำลองหลังจากการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยการพัฒนารูปแบบรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว ผู้วิจัยดำเนินการตามกรอบดำเนินการวิจัย ดังภาพที่ 2



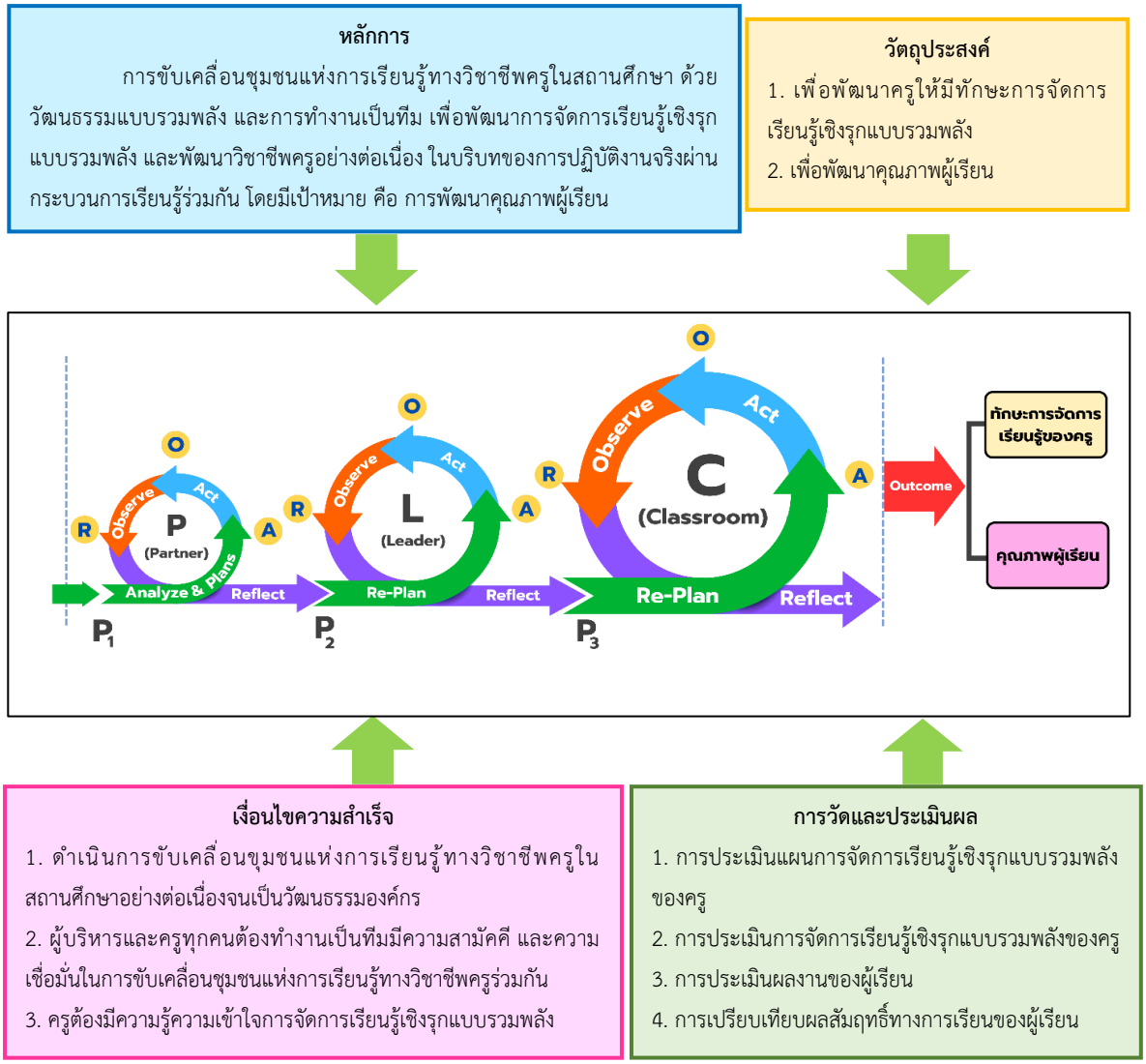
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5.2 เครื่องมือที่ใช้: จำนวน 4 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง ฉบับที่ 2 แบบประเมินการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง ฉบับที่ 3 แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว และฉบับที่ 4 แบบประเมินผลงานผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล: ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การวิเคราะห์เนื้อหา

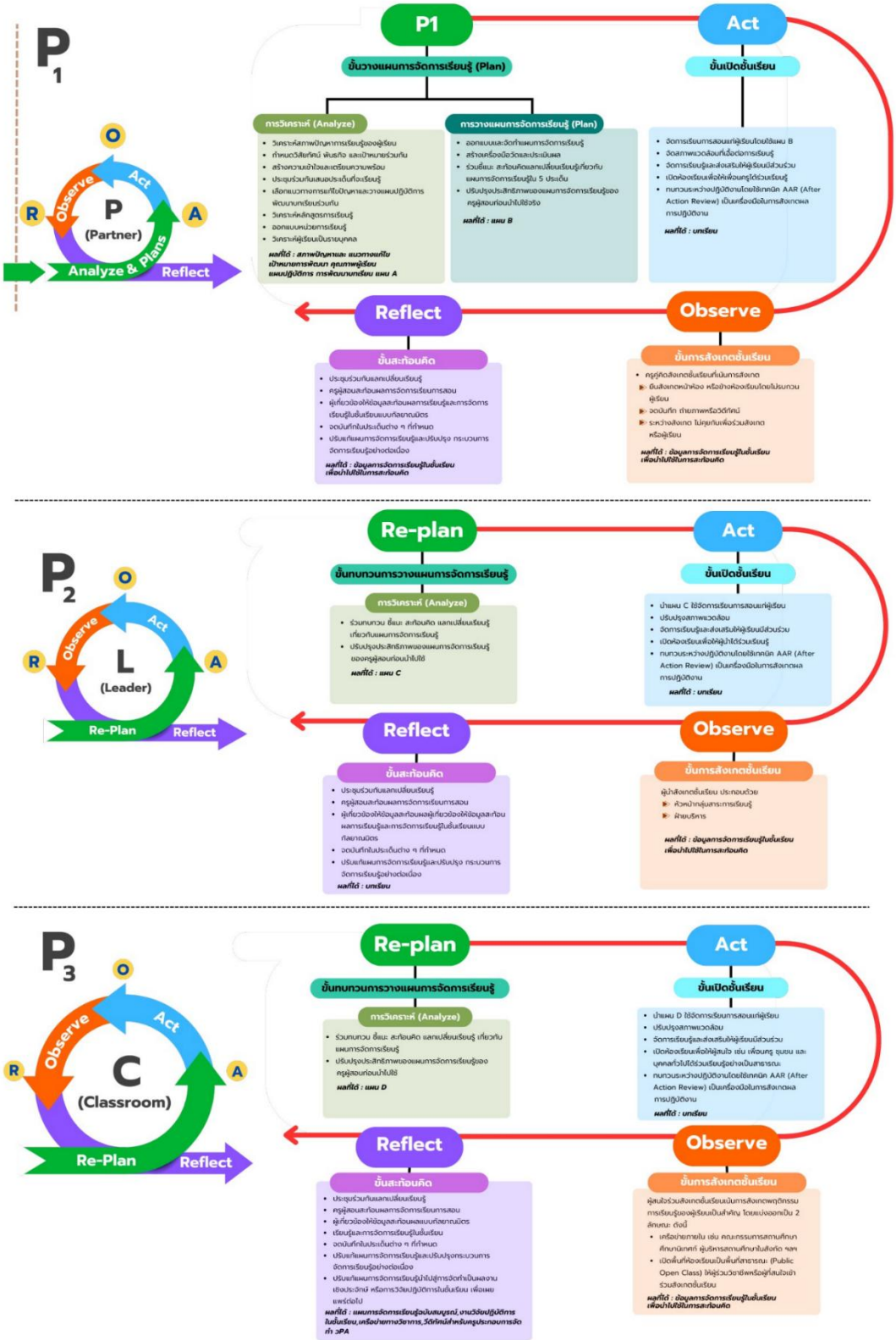
6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว



*** กระบวนการประยุกต์ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของ Kemmis**

ภาพที่ 3 รูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว



ภาพที่ 4 ผังอธิบายขั้นกระบวนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

คำอธิบาย

รูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว

1. หลักการของรูปแบบ

"การขับเคลื่อนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูในสถานศึกษาด้วยวัฒนธรรมแบบรวมพลังและการทำงานเป็นทีม เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังและพัฒนาวิชาชีพครูอย่างต่อเนื่อง ในบริบทของการปฏิบัติงานจริงผ่านกระบวนการ เรียนรู้ร่วมกัน โดยมีเป้าหมาย คือ การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน"

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

2.1 เพื่อพัฒนาครูให้มีทักษะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง

2.2 เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

3. กระบวนการเรียนรู้

ดำเนินการ 4 ขั้นตอน ภายใต้การดำเนินงานอย่าง 3 รอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ของรูปแบบ

ขั้นตอน	วิธีการ/กิจกรรม	ผลที่ได้รับ
รอบที่ 1 Partner : P = เพื่อนคู่คิด		
ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Plan)	การวิเคราะห์ (Analyze) 1. วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ ของผู้เรียน 2. กำหนดวิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าหมาย ร่วมกัน 3. สร้างความเข้าใจและเตรียมความพร้อมใน "ระบบงาน-คน-กิจกรรม-การสนับสนุนต่าง ๆ" ของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ 4. ประชุมร่วมกันเสนอประเด็นที่จะเรียนรู้ ร่วมกันเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและแก้ปัญหาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน 5. เลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาและ วางแผนปฏิบัติการการพัฒนาบทเรียนร่วมกัน 6. วิเคราะห์หลักสูตรการเรียนรู้ มาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ และนำไปจัดทำรายวิชา 7. ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษาและเหมาะสมกับผู้เรียน 8. วิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล การวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Plan) 9. ออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ 10. มีกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบ และเทคนิคการสอนที่เน้นการปฏิบัติที่ หลากหลาย เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้ และ ธรรมชาติผู้เรียน	1. สภาพปัญหาและ แนวทางการแก้ไข ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน 2. เป้าหมายการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 3. แผนปฏิบัติการ การพัฒนาบทเรียนร่วมกัน 4. แผนการจัดการ เรียนรู้ (แผน A) 5. แผนการจัดการ เรียนรู้ (แผน B)

ขั้นตอน	วิธีการ/กิจกรรม	ผลที่ได้รับ
	11. สร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลที่ หลากหลายเหมาะสมกับผู้เรียน 12. ร่วมชี้แนะ สะท้อนคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ใน 5 ประเด็น (1) วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (2) เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และ สื่อการเรียนรู้ (4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (5) เรียนรู้ของครูผู้สอนก่อนนำไปใช้จริง 13. ปรับปรุงประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนก่อนนำไปใช้จริง	
ขั้นเปิดชั้นเรียน (Act)	1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไป ใช้จัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน 2. จัดสภาพแวดล้อมบรรยากาศที่เอื้อต่อการ เรียนรู้ 3. จัดการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในการเรียนรู้ 4. เปิดห้องเรียนเพื่อให้เพื่อนครูได้ร่วมเรียนรู้ 5. ทบทวนระหว่างปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิค AAR (After Action Review) เป็นเครื่องมือในการสังเกตผลการ ปฏิบัติงาน	ได้บทเรียน คือ การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
ขั้นการสังเกตชั้นเรียน (Observe)	ครูคู่คิดสังเกตชั้นเรียนเน้นการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดย 1. ยืนสังเกตหน้าห้อง หรือข้างห้องเรียน โดยไม่รบกวนผู้เรียน 2. จดบันทึก ถ่ายภาพหรือวิดีทัศน์ 3. ระหว่างสังเกต ไม่คุยกับเพื่อร่วมสังเกต หรือผู้เรียน	ได้ข้อมูลการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อนำไปใช้ในการสะท้อนคิด
ขั้นสะท้อนคิด (Reflect)	1. ประชุมร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้อภิปรายผลการปฏิบัติงานจากข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตชั้นเรียน 2. ครูผู้สอนสะท้อนผลการจัดการเรียนการสอนของตนเอง 3. ผู้เกี่ยวข้องให้ข้อมูลสะท้อนผลชี้แนะแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเชิงบวกที่นำไปสู่การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 4. จดบันทึกในประเด็นต่อไปนี้ (1) สิ่งที่ตนเองได้ทำ (2) ผลที่เกิดขึ้น (3) บทเรียนที่ครูได้เรียนรู้ (4) การนำประสบการณ์และบทเรียนไปใช้ประโยชน์ต่อไป 5. ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุง กระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	ได้บทเรียน คือ ความรู้ประสบการณ์ ในการปรับปรุงและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ขั้นตอน	วิธีการ/กิจกรรม	ผลที่ได้รับ
รอบที่ 2 Leader : L = ผู้นำ		
ขั้นทบทวนการวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Re-Plan)	1. ร่วมทบทวน ชี้แนะ สะท้อนคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ใน 5 ประเด็น (1) วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (2) เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ (4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (5) การบริหารจัดการชั้นเรียน 2. ปรับปรุงประสิทธิภาพของแผนการจัดการ เรียนรู้ของครูผู้สอนก่อนนำไปใช้	แผนการจัดการเรียนรู้ (แผน C)
ขั้นเปิดชั้นเรียน (Act)	1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไป ใช้จัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน 2. ปรับปรุงสภาพแวดล้อมบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ 3. จัดการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในการเรียนรู้ 4. เปิดห้องเรียนเพื่อให้ผู้นำได้ร่วมเรียนรู้ 5. ทบทวนระหว่างปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิค AAR (After Action Review) เป็นเครื่องมือในการสังเกตผลการปฏิบัติงาน	ได้บทเรียน คือ การจัดการเรียนรู้ใน ชั้นเรียน
ขั้นการสังเกตชั้นเรียน (Observe)	ผู้นำ ประกอบด้วยหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ และฝ่ายบริหาร สังเกตชั้นเรียนเน้นการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ	ได้ข้อมูลการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อยำไปใช้ในการสะท้อนคิด
ขั้นสะท้อนคิด (Reflect)	1. ประชุมร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้อภิปรายผลการปฏิบัติงานจากข้อมูลและหลักฐาน เชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตชั้นเรียน 2. ครูผู้สอนสะท้อนผลการจัดการเรียนการสอนของตนเอง 3. ผู้เกี่ยวข้องให้ข้อมูลสะท้อนผลชี้แนะแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเชิงบวกที่นำไปสู่การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 4. จดบันทึกในประเด็นต่อไปนี้ (1) สิ่งที่ตนเองได้ทำ (2) ผลที่เกิดขึ้น (3) บทเรียนที่ครูได้เรียนรู้ (4) การนำประสบการณ์และบทเรียนไปใช้ประโยชน์ต่อไป 5. ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุง กระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	ได้บทเรียน คือ ความรู้ประสบการณ์ ในการปรับปรุงและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ขั้นตอน	วิธีการ/กิจกรรม	ผลที่ได้รับ
รอบที่ 3 Classroom Open : C = เปิดชั้นเรียนเป็นสาธารณะ		
ขั้นทบทวนการวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Re-Plan)	1. ร่วมทบทวน ชี้แนะ สะท้อนคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ใน 5 ประเด็น (1) วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (2) เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ (4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (5) การบริหารจัดการชั้นเรียน ปรับปรุงประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนก่อนนำไปใช้	แผนการจัดการเรียนรู้ (แผน D)
ขั้นเปิดชั้นเรียน (Act)	1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไป ใช้จัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน 2. ปรับปรุงสภาพแวดล้อมบรรยากาศที่ เอื้อต่อการเรียนรู้ 3. จัดการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในการเรียนรู้ 4. เปิดห้องเรียนเพื่อให้ผู้สนใจ เช่น เพื่อนครู ชุมชน และบุคคลทั่วไป ได้ร่วมเรียนรู้อย่างเป็นสาธารณะ 5. ทบทวนระหว่างปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิค AAR (After Action Review) เป็นเครื่องมือในการสังเกตผลการปฏิบัติงาน	ได้บทเรียน คือ การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
ขั้นการสังเกตชั้นเรียน (Observe)	ผู้สนใจร่วมสังเกตชั้นเรียนเน้นการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ	ได้ข้อมูลการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อนำไปใช้ในการสะท้อนคิด
ขั้นสะท้อนคิด (Reflect)	1. ประชุมร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปราย ผลการปฏิบัติงานจากข้อมูลและหลักฐาน เชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตชั้นเรียน 2. ครูผู้สอนสะท้อนผลการจัดการเรียน การสอนของตนเอง 3. ผู้เกี่ยวข้องให้ข้อมูลสะท้อนผล ชี้แนะ แสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เชิงบวกที่นำไปสู่การปรับปรุงแผนการจัด การเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 4. จดบันทึกในประเด็นต่อไปนี้ (1) สิ่งที่ตนเองได้ทำ (2) ผลที่เกิดขึ้น (3) บทเรียนที่ครูได้เรียนรู้ (4) การนำประสบการณ์และบทเรียนไปใช้ ประโยชน์ต่อไป 5. ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุง กระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อ พัฒนาความชำนาญ และความเชี่ยวชาญของ ครู และจัดทำเป็นผลงานเชิงประจักษ์ หรือ การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อเผยแพร่ต่อไป	1. ได้บทเรียน คือ ความรู้ประสบการณ์ ในการปรับปรุงและการจัดการ เรียนรู้ในชั้นเรียน 2. แผนการจัดการ เรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ สามารถนำไปสู่การจัดทำคลิป การสอนสำหรับการประเมิน วPA ได้ 3. งานวิจัย ปฏิบัติการในชั้นเรียนเกิดการสร้าง เครือข่ายทางวิชาการ

4. การวัดและประเมินผล

4.1 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู

4.2 การประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู

4.3 การประเมินผลงานของผู้เรียน

4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

5. เงื่อนไขความสำเร็จ

5.1 ดำเนินการขับเคลื่อนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูในสถานศึกษา อย่างต่อเนื่องจนเป็นวัฒนธรรมองค์กร

5.2 สนับสนุนปัจจัยที่ส่งผลให้การบริหารจัดการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูประสบความสำเร็จ

5.3 ผู้บริหารและครูทุกคนต้องทำงานเป็นทีม มีความสามัคคี และความเชื่อมั่นใน การขับเคลื่อนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูร่วมกัน

5.4 ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง

6.2 ผลการประเมินประสิทธิผลของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว พบว่า 1) คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.71, S.D = 0.44) 2) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.62, S.D = 0.49) 3) คุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียวโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.82, S.D = 0.37) 4) ผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.66, S.D = 0.46) และ 5) สัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2566 (ร้อยละ 84.61) สูงกว่าปีการศึกษา 2565 (ร้อยละ 82.15)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 รูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพฯ มี 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของ Kemmis (2014) ได้แก่ ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ (Plan) ขั้นเปิดชั้นเรียน (Act) ขั้นสังเกตชั้นเรียน (Observe) และขั้นสะท้อนคิด (Reflect) โดยปฏิบัติการ 3 วงรอบ (Spiral) คือ รอบที่ 1 เพื่อนคู่คิด (Partner : P) รอบที่ 2 คือผู้นำ (Leader : L) และรอบที่ 3 คือการเปิดห้องเรียนเป็นสาธารณะ (Classroom Open : C) 4) การวัดและประเมินผล และ 5) เงื่อนไขความสำเร็จ ผลการประเมินในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

7.2 ประสิทธิผลของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพฯ ในภาพรวม พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ด้านครู

1) คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว พบว่าคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

2) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครู ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

3) คุณภาพของรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังของครูโรงเรียนเทศบาลบ้านบางเหนียว ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านนักเรียน

4) ผลงานของผู้เรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

5) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปีการศึกษา 2565 กับปีการศึกษา 2566 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในปีการศึกษา 2566 สูงกว่าปีการศึกษา 2565

แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังที่ครูได้ร่วมกันออกแบบ และนำมาใช้ในชั้นเรียนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการทำงานเป็นกลุ่ม ตามแนวคิดกลุ่มสี่ (gang of four) (Atsushi Tsukui and Naomi Takasawa, 2017, p.20) การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออก ลงมือปฏิบัติร่วมอภิปรายเพื่อสะท้อนความคิดอย่างสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) จากผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ตามรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง ในการพัฒนาครูให้มีทักษะการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง และการสร้างสรรค์นวัตกรรมการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริงอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง และเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ควรมีการดำเนินงานตามวิธีการเชิงระบบ และผู้บริหารสถานศึกษาควรเป็นผู้นำทางวิชาการ และผู้นำความเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมให้ครูเกิดความตระหนักและความรับผิดชอบใน การพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูร่วมกันทุกขั้นตอนของกระบวนการ และให้ การสนับสนุนการจัดสภาพที่เอื้ออำนวย (Supportive Conditions) เพื่อให้เกิดการพัฒนาชุมชนแห่ง การเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังอย่างต่อเนื่องจนเป็นวัฒนธรรมขององค์กร

2) จากกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง ครูผู้สอนและสมาชิกในชุมชนจะต้องรวมพลังกันในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดมีความเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม ควรมีกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รวมพลังกันในการพัฒนาความรู้ และทักษะการคิดขั้นสูงในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล เน้นให้ผู้เรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ตามความรู้และความถนัดของตนเอง และควรมีการประเมินผลตามสภาพจริงและสอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด

3) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังตามรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง ครูผู้สอนจะต้องตื่นตัวในการจัดเตรียมความพร้อม โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนที่สร้างสรรค์อย่างหลากหลาย และควรมีการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับความรู้ใหม่

4) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง และการบริหารจัดการชั้นเรียน ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัว ฝึกปฏิบัติ พัฒนาความรู้และทักษะการคิดขั้นสูงในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล เน้นกระบวนการคิดกระบวนการกลุ่ม สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ไปสู่ การสร้างผลงาน ควรมีการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างเรียนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ใช้สื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยีททางการศึกษาที่ทันสมัย และหลากหลาย

8.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรพัฒนาการศึกษาวิจัยจากชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) ไปสู่การปฏิรูปโรงเรียนเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ (School as Learning Community : SLC)

2) ควรศึกษาปัจจัยความสำเร็จในการพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลัง โดยการเทียบเคียงสมรรถนะ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิชาชีพครู และการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

9. เอกสารอ้างอิง

ชวลิต ชูกำแพง. (2560). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต ชูกำแพง. (2566). *ชุมชนแห่งการเรียนรู้สู่การวิจัยในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาริณี ตรีวรัญญู. (2557). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). *การพัฒนาครูด้วยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2562). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงเพ็ญ อินทรประวัติ. (2563). *การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, และคณะ. (2565). *สมรรถนะการนิเทศเชิงรุก: ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุ่งชัชดาพร เวหะชาติ. (2548). *การบริหารสถานศึกษา.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย. (2552). การจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินผล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ.

ศุภวรรณ สัจจพิบูล. (2560). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียน.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมุทร ชำนาญ. (2546). *จิตวิทยาการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนิศา สุริยะโชติ. (2563). *การพัฒนาสมรรถนะครูและการจัดการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรไท แสงลุน. (2564). *การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาผู้เรียน.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Atsushi Tsukui and Naomi Takasawa. (2017). *Ethnography of Lesson Study in ASEAN and Japan : School Reform Initiatives in the 21st Century*. นนทบุรี: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

Branch, R. M. (2005). *Instructional design models*. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. Athens, GA: University of Georgia.

Chaowalit, S. (2024). *Professional learning community and active learning development in Thai schools*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Clark, R. C. (2005). *Building expertise: Cognitive methods for training and performance improvement*. Washington, DC: International Society for Performance Improvement.

Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Kemmis, S. (1988). *Action research and the politics of reflection*. In S. Kemmis & R. McTaggart (Eds.), The action research reader (3rd ed., pp. 139–163). Geelong, Australia: Deakin University Press.

Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Singapore: Springer.

Lunenburg, F. C., & Ornstein, A. C. (2012*). Educational administration: Concepts and practices* (6th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.

Manabu Sato. (2562). *การปฏิรูปโรงเรียน: แนวความคิด "ชุมชนแห่งการเรียนรู้" กับการนำทฤษฎีมาปฏิบัติจริง* (แปลจาก Manabiau Kyoushitsu โดยกุลกัลยา ภู่สิงห์) (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

Thompson, S. C., Gregg, L., & Niska, J. M. (2004). *Professional learning communities, leadership, and student learning*. Research in Middle Level Education Online, 28(1), 1–15.

การศึกษาผลของการพัฒนาการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูผู้สอนสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร

อัจฉรา ไชยสี ขูรีรัง, ณฤดี เนตรโสภา, ปิยะนันท์ ปลื้มโชค, ผกาพรรณ วะนานาม, ชัยณรงค์ เพียรภายลุน,
กฤตภาส วงค์มา และวสันต์ ศรีหิรัญ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ นวัตกรรมและคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
Email: adchara.c@snru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูตามแนวทาง Facilitation (FA) ในการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูผู้สอนสู่การเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ 2) ศึกษาการนำองค์ความรู้และทักษะจากการอบรมไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของครูต่อการอบรมกลุ่มเป้าหมายคือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จำนวน 65 คน ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับบทบาทผู้อำนวยการเรียนรู้ แบบสอบถามแนวคิดการนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และ Wilcoxon Signed Rank Test ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบคะแนนด้านความรู้ก่อนและหลังการอบรมโดยใช้ Wilcoxon Signed-Rank Test พบว่า ครูจำนวน 49 คน มีคะแนนหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม จำนวน 1 คน มีคะแนนหลังการอบรมต่ำกว่าก่อนการอบรม และจำนวน 15 คน มีคะแนนเท่าเดิม เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนน พบว่า ค่า Z เท่ากับ -5.875 และค่า Sig. (1-tailed) เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนหลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ครูสามารถนำองค์ความรู้ประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนจริงได้ในระดับมากที่สุด และ 3) ครูมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการพัฒนาและการทำหน้าที่ผู้อำนวยการเรียนรู้ในระดับมาก

คำสำคัญ : ผู้อำนวยการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แนวทาง Facilitation การอบรมพัฒนาครู

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคศตวรรษที่ 21 (ค.ศ. 2001-2100) เป็นยุคที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล การศึกษาจำเป็นต้องมีการปฏิรูปอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะบทบาทของครูผู้สอนที่ต้องเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้ (Knowledge Transmitter) ไปสู่การเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ (Learning Facilitator) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student-centered) โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (SMT) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ ครูยุคใหม่ต้องเป็นผู้ที่ เข้าใจ และเข้าถึงผู้เรียนผ่านการสร้างแรงบันดาลใจ การสร้างพื้นที่ปลอดภัย (Safe Space) และการจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (พฤติยา เชื้อผู้ดี และพงษ์ลิขิต เพชรผล, 2568)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครและมหาวิทยาลัยราชภัฏ 38 แห่ง ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีการดำเนินงานโครงการยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเชิงพื้นที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ปีงบประมาณ 2569 ในระหว่างเดือน

ธันวาคม 2568 - สิงหาคม 2569 เพื่อสร้างความร่วมมือเครือข่ายทางวิชาการ โดยมีมหาวิทยาลัยราชภัฏในพื้นที่เป็นศูนย์ประสานงานในการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร ขยายผลหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator ให้ครูและบุคลากรทางการศึกษา รวมทั้งติดตามยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พัฒนางานวิจัยในเชิงพื้นที่ (คู่มือหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้หนุนนำครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้, 2568) หลักสูตรการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 จากผู้สอนสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 ทักษะสำคัญของผู้อำนวยการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และหน่วยที่ 4 การจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี AI การดำเนินงานโครงการนั้น คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จัดอบรมเชิงปฏิบัติการรูปแบบออนไซน์ ปีงบประมาณ 2568 และจัดอบรมรูปแบบออนไลน์ ปีงบประมาณ 2569 ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เก็บข้อมูลของครูผู้เข้ารับการอบรมให้ครอบคลุมทุกมิติ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านแนวคิดในการนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนจริง และด้านความพึงพอใจในการเข้ารับการอบรมโครงการยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเชิงพื้นที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จากบทบาทของมหาวิทยาลัยราชภัฏ สู่การปฏิบัติพบว่าการพัฒนาครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการอบรมเชิงปริมาณ ซึ่งมุ่งเน้นจำนวนครั้งหรือชั่วโมงการอบรมมากกว่าคุณภาพของกระบวนการเรียนรู้ การอบรมเป็นการถ่ายทอดเนื้อหาในระยะสั้นขาดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง การสะท้อนคิด และการติดตามผล (ประฎิชญา สร้อยจิตร และคณะ, 2568) สภาพปัญหาเชิงพื้นที่บริบทของการอบรมพัฒนาครู มีความคล้ายคลึงกันซึ่งเป็นมาระยะเวลายาวนาน หลักสูตรการอบรมพัฒนาครูพัฒนาระยะสั้น 2-3 วัน มีกิจกรรมลงมือปฏิบัติ จากนั้นก็ไม่มีการติดตามการนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนจริง ครูมีความยากในการนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร มีอุปสรรคอย่างไร หรือทางหน่วยงานผู้จัดการอบรมเข้าไปช่วยเหลือในสิ่งที่ครูเผชิญอยู่อย่างไร ซึ่งหากมีการติดตาม และมีการนิเทศ แบบพี่เลี้ยง และการโค้ช (Coaching) อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในการอบรมพัฒนาครูเชิงพื้นที่

ดังนั้นจากความสำคัญข้างต้นและสภาพปัญหาร่วมถึงการดำเนินโครงการ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูตามแนวทาง Facilitation (FA) ในการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูผู้สอนสู่การเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร และศึกษาการนำองค์ความรู้และทักษะจากการอบรมตามแนวทาง Facilitation (FA) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครู อีกทั้งศึกษาความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทาง Facilitation (FA) ในการเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูตามแนวทาง Facilitation (FA) ในการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูผู้สอนสู่การเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของครูในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร

2.2 เพื่อศึกษาการนำองค์ความรู้และทักษะจากการอบรมตามแนวทาง Facilitation (FA) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครู

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทาง Facilitation (FA) ในการเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ในชั้นเรียน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จำนวน 240 คน ที่เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้หนุนนำสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ ปี 2568-2569 จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร

3.2 กลุ่มเป้าหมาย คือ ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สกลนคร นครพนม และมุกดาหาร ที่เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 65 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการอบรมครูตามแนวทาง Facilitation (FA) หลักสูตรอบรมพัฒนาครู สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ปี 2568-2569

3.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ประสิทธิผลของรูปแบบการอบรม 2) แนวคิดการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในชั้นเรียนจริง และ 3) ความพึงพอใจของครูในการเข้ารับการอบรม

3.4 ระยะเวลาการวิจัย ระหว่างเดือนมิถุนายน 2568 ถึง พฤษภาคม 2569

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 การเปลี่ยนผ่านบทบาทครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล บทบาทของครูผู้สอนจำเป็นต้องได้รับการปฏิรูปอย่างเร่งด่วน โดยเปลี่ยนจากเดิมที่เป็นเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้ (Knowledge Transmitter) ไปสู่การเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ (Learning Facilitator) (ไอยฤทธิ์ ไทยพิสุทธิกุล, 2559) ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student-centered) ในยุคปัจจุบันที่ข้อมูลข่าวสารสามารถสืบค้นได้ง่ายในเวลาอันรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้บทบาทของครูต้องปรับตัว ครูจึงไม่ใช่เพียงผู้บรรยายหน้าชั้นเรียนอีกต่อไป หากแต่ต้องปรับเปลี่ยนไปสู่การเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Learning Facilitator) มีหน้าที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ การสร้างแรงบันดาลใจ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างสร้างสรรค์ (King, 1993; พีชานิกา เพชรสังข์, 2567)

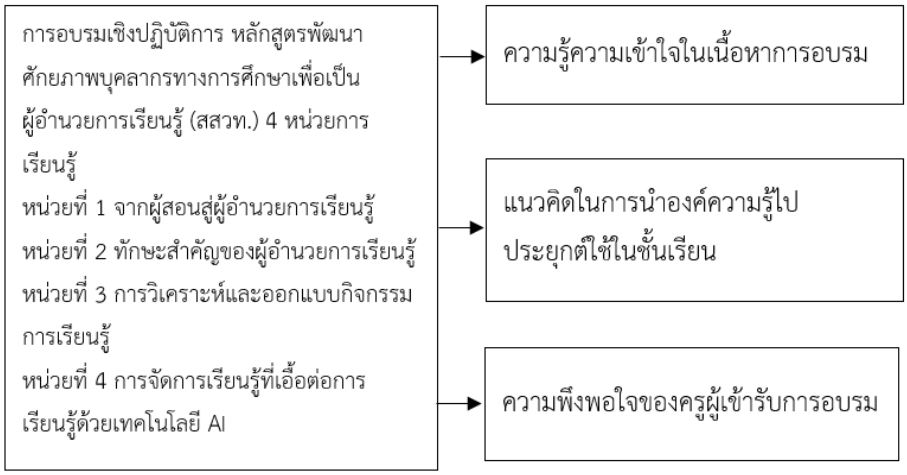
4.2 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิด Facilitation ในรายวิชา SMT

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (SMT) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการเตรียมคนเพื่อเป็นพลเมืองที่เป็นกำลังพัฒนาประเทศ ควรเน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning) มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง ครูผู้ทำหน้าที่ Facilitator จะต้องเปลี่ยนจากการบรรยาย (Passive Learning) มาเป็นการออกแบบกิจกรรมที่ท้าทาย (Activity Designer) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิด STEAM Education ที่บูรณาการศิลปะเข้ากับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับทักษะในชีวิตจริง เมื่อครูนำแนวทาง Facilitation มาใช้ในชั้นเรียน SMT จะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียน และมีสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ครูจึงต้องพัฒนาสมรรถนะในการเป็น "โค้ช" (Coach) ที่สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล การนำระบบ AI เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยครูให้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม (ณิชชยาวรรณ พันธ์ศุภะ และคณะ, 2568)

4.3 ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพและการพัฒนาครูเชิงพื้นที่

การพัฒนาครูให้สามารถเปลี่ยนแปลงบทบาทได้อย่างยั่งยืน จำเป็นต้องอาศัยกลไกของ ชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) และการนิเทศแบบพี่เลี้ยง (Mentoring) ที่ช่วยให้ครูได้ร่วมกันสะท้อนคิด และพัฒนาบทเรียนร่วมกัน การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ เพื่อแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในบริบทจริงของโรงเรียน เพื่อส่งผลโดยตรงต่อการ พัฒนาคุณภาพและศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มที่ (ธรรศยา หล่าอุดม, 2568; อรไท แสงลุน, 2564)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่เน้นการวิเคราะห์และตีความการเรียนรู้ของครูที่เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ คณะผู้วิจัยมีขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาหลักสูตรการอบรม ออกแบบวางแผนจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการติดต่อประสานงานหน่วยงานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา จัดทำเอกสารเพื่อประชาสัมพันธ์ให้ครูเข้ารับการอบรม

ขั้นตอนที่ 2 การนำรูปแบบไปใช้ คือ ดำเนินการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยหลักสูตรการอบรมครูตามแนวทาง Facilitator (FA) ซึ่งพัฒนาโดย สสวท.

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผล ทำการศึกษาประสิทธิผลผ่านแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับบทบาทผู้อำนวยการเรียนรู้ แบบสอบถามแนวคิดการนำองค์ความรู้ประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของครูต่อรูปแบบการอบรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ รูปแบบการอบรมครูตามแนวทาง Facilitators (FA)

2. เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ได้แก่ 2.1) แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับบทบาทผู้อำนวยการเรียนรู้ 2.2) แบบสอบถามแนวคิดการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในชั้นเรียน และ 2.3) แบบสอบถามความพึงพอใจของครู

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ประสิทธิผลความรู้ความเข้าใจแบบทดสอบบทบาทของครูผู้อำนวยการเรียนรู้ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการตรวจสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov และ Shapiro-Wilk พบว่า คะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังการอบรมมีค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติแบบไม่อาศัยพารามิเตอร์ โดยใช้ Wilcoxon Signed-Rank Test เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลัง เปรียบเทียบคะแนนความรู้ก่อนและหลังการอบรม

2. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามแนวคิดการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในชั้นเรียน และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจของครูผู้เข้ารับการอบรม โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการวิจัยศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมครูตามแนวทาง FA จากการอบรมพบว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนด้านความรู้ของครูระหว่างก่อนและหลังการอบรมโดยตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

การวัด	**N**	**คะแนนเต็ม**	$\bar{x}$	**S.D.**		**ผลการทดสอบโดยใช้ Wilcoxon Signed-Rank Test**				
						ก่อน-หลัง	N	Mean Rank	Z	Sig. (1-tailed)
ก่อนอบรม	65	30	24.65	6.503		Negative Ranks	1	30.50	-5.875*	.00
หลังอบรม	65	30	29.28	1.193		Positive Ranks	49	25.40		
						Ties	15	-		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนด้านความรู้ของครูระหว่างก่อนอบรมและหลังการอบรม

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนด้านความรู้ก่อนการอบรมและหลังการอบรมโดยใช้ Wilcoxon Signed-Rank Test พบว่า ครูจำนวน 49 คน มีคะแนนหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม จำนวน 1 คน มีคะแนนหลังการอบรมต่ำกว่าก่อนการอบรม และจำนวน 15 คน มีคะแนนเท่าเดิม เมื่อทดสอบความแตกต่าง ของคะแนน พบว่า ค่า Z เท่ากับ -5.875 และค่า Sig. (1-tailed) เท่ากับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 การนำทักษะ FA ไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน ครูสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดจากการเป็นผู้สอนมาเป็นผู้เอื้ออำนวยความสะดวก มีการใช้คำถามกระตุ้นความคิด (Scaffolding) และออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ตนเองสอน ครูสามารถใช้เครื่องมือดิจิทัลและ AI ในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผลการวิเคราะห์การนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ลงสู่ชั้นเรียนจริง จากตารางที่ 2 ดังนี้

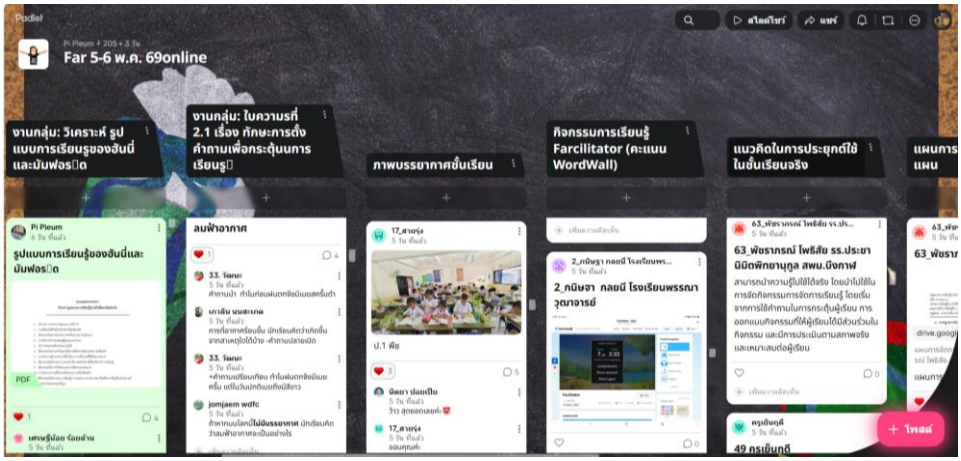
ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความสามารถในการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชั้นเรียน		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จากผู้สอนเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้			
1.1	ท่านมีความเข้าใจในลักษณะสำคัญของ Learning Facilitator	2.85	0.36	มากที่สุด
1.2	ท่านมีความเข้าใจแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน	2.83	0.38	มากที่สุด
1.3	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของ Learning Facilitator	2.82	0.39	มากที่สุด
1.4	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน	2.80	0.40	มากที่สุด
1.5	สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ลักษณะสำคัญของ Learning Facilitator และการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนเพื่อใช้ในชั้นเรียนจริงได้	2.72	0.45	มากที่สุด
	รวม	2.80	0.31	มากที่สุด
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทักษะสำคัญของผู้อำนวยการเรียนรู้			
2.1	ท่านมีความเข้าใจทักษะการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้	2.86	0.35	มากที่สุด
2.2	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับทักษะการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริง	2.83	0.38	มากที่สุด
2.3	ท่านมีความเข้าใจการวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรมสารพันพืชดอก	2.66	0.48	มากที่สุด
2.4	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรมสารพันพืชดอกในชั้นเรียนจริง	2.69	0.47	มากที่สุด
2.5	ท่านมีความเข้าใจทักษะการสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้	2.86	0.35	มากที่สุด
2.6	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับทักษะการสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริง	2.83	0.38	มากที่สุด
2.7	ท่านมีความเข้าใจทักษะการประเมินระหว่างเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับ	2.74	0.44	มากที่สุด
2.8	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับทักษะการประเมินระหว่างเรียนและการให้ข้อมูลย้อนกลับในชั้นเรียนจริง	2.75	0.43	มากที่สุด
2.9	ท่านมีความเข้าใจทักษะการกระตุ้นและเสริมสร้างแรงบันดาลใจเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	2.89	0.31	มากที่สุด
2.10	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับทักษะการกระตุ้นและเสริมสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในชั้นเรียนจริง	2.86	0.35	มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความสามารถในการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชั้นเรียน		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
2.11	สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้ 5 เรื่อง ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เพื่อใช้ในชั้นเรียนจริงได้	2.82	0.39	มากที่สุด
	รวม	2.80	0.30	มากที่สุด
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบกิจกรรม			
3.1	ท่านมีความเข้าใจการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้	2.75	0.43	มากที่สุด
3.2	ท่านมีความเข้าใจการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการสอนโดยผู้อำนวยการเรียนรู้	2.75	0.47	มากที่สุด
3.3	ท่านมีความเข้าใจแบบสังเกตการนำเสนอสถานการณ์จำลอง	2.74	0.44	มากที่สุด
3.4	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในชั้นเรียนจริง เกี่ยวกับการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการสอนโดยผู้อำนวยการเรียนรู้ และแบบสังเกตการนำเสนอสถานการณ์จำลอง	2.74	0.44	มากที่สุด
3.5	สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้ 3 เรื่อง ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เพื่อใช้ในชั้นเรียนจริงได้	2.78	0.41	มากที่สุด
	รวม	2.75	0.38	มากที่สุด
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การประยุกต์ใช้ AI เพื่อเป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการเรียนรู้			
4.1	ท่านมีความเข้าใจในการประยุกต์ใช้ AI สำหรับ Facilitator	2.82	0.39	มากที่สุด
4.2	สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ AI สำหรับ Facilitator ในชั้นเรียนได้	2.80	0.40	มากที่สุด
4.3	สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วย AI ที่หลากหลายเพื่อใช้ในชั้นเรียน	2.82	0.39	มากที่สุด
4.4	สามารถสื่อสาร อภิปราย แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้าน AI กับผู้อื่นได้	2.85	0.36	มากที่สุด
	รวม	**2.82**	**0.37**	**มากที่สุด**
	รวมทุกด้าน	**2.79**	**0.29**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ลงสู่ชั้นเรียนจริง

จากตารางที่ 2 พบว่า ครูที่ได้เข้ารับการอบรมหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้หนุนนำครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ ได้มีการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ลงสู่ชั้นเรียนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 2.79, S.D. 0.29) เมื่อพิจารณาในแต่ละหน่วยของหลักสูตร จะเห็นได้ว่า เรียงตามลำดับได้ดังนี้ 1) หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การประยุกต์ใช้ AI เพื่อเป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ใช้ AI สำหรับ Facilitator ($\bar{X}$ = 2.82, S.D. = 0.37 2)หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทักษะ

สำคัญของผู้อำนวยการเรียนรู้($\bar{X}$ = 2.80, S.D. = 0.3) 3) หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จากผู้สอนเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 2.80, S.D. = 0.31) และ 4) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบกิจกรรม ($\bar{X}$ = 2.75, S.D. = 0.38) และผลการวิจัยยังพบว่า ครูมีแนวคิดในการนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน ครูตอบแบบสอบถามและอธิบายคำตอบในแพลตฟอร์มออนไลน์แพทเลท (Padlet) โดยอธิบายว่า “สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยนำไปใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการใช้คำถามในการกระตุ้นผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมและมีการประเมินตามสภาพจริง และเหมาะสมต่อผู้เรียน ” (ครูลำดับการอบรมที่ 63) และครูผู้เข้าอบรมตอบว่า จะสามารถนำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนขั้นนำข้าสู่บทเรียนจะเริ่มด้วยการพิจารณาความแตกต่างของผู้เรียน และจะสร้างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เหมาะสมมากขึ้น



ภาพที่ 2 คำตอบแนวคิดของครูผู้เข้ารับการอบรม ในการนำองค์ความรู้ประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน

6.3 ศึกษาด้านความพึงพอใจของครูผู้เข้ารับการอบรม ครูมีความพึงพอใจต่อการอบรม จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของครูผู้เข้าอบรมที่มีต่อหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้หนุนนำครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความรู้				
1.1	การอบรมครั้งนี้ช่วยเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับการใช้ AI ในการจัดการเรียนรู้	4.68	0.56	มากที่สุด
1.2	ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทครูในยุค AI มากขึ้น	4.54	0.56	มากที่สุด
1.3	ท่านเข้าใจแนวคิดการเป็น Facilitator ในการจัดการเรียนรู้	4.45	0.64	มาก
1.4	เนื้อหาที่อบรมมีความทันสมัยและสอดคล้องกับบริบทปัจจุบัน	4.57	0.59	มากที่สุด
รวม		**4.52**	**0.48**	**มากที่สุด**
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน				
2.1	เนื้อหาที่อบรมสามารถนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้	4.58	0.56	มากที่สุด
2.2	ตัวอย่างกิจกรรมมีความชัดเจนและนำไปใช้ได้จริง	4.52	0.59	มากที่สุด
2.3	เนื้อหาสอดคล้องกับระดับผู้เรียนของท่าน	4.43	0.68	มาก
2.4	ท่านสามารถนำ AI ไปช่วยสร้างสื่อการสอนได้	4.66	0.57	มากที่สุด
รวม		**4.56**	**0.48**	**มากที่สุด**



ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. ด้านการนำไปประยุกต์ใช้				
3.1	ท่านสามารถนำความรู้จากการอบรมไปใช้ในการสอนได้จริง	4.51	0.62	มากที่สุด
3.2	การอบรมช่วยเพิ่มความมั่นใจในการใช้ AI	4.55	0.59	มากที่สุด
3.3	ท่านสามารถปรับใช้ AI ให้เหมาะสมกับบริบทของตนเอง	4.51	0.69	มากที่สุด
3.4	ท่านสามารถใช้ AI เพื่อช่วยประเมินผลผู้เรียน	4.46	0.59	มาก
รวม		**4.49**	**0.56**	**มาก**
4. ด้านการนำไปใช้เพื่อต่อยอดในการทำวิจัย				
4.1	การอบรมช่วยให้ท่านเห็นแนวทางการทำวิจัยในชั้นเรียน	4.48	0.66	มาก
4.2	ท่านสามารถนำ AI ไปใช้ในการออกแบบงานวิจัย	4.37	0.67	มาก
4.3	ท่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ AI	4.45	0.66	มาก
4.4	ท่านสามารถนำองค์ความรู้ไปพัฒนาเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา	4.48	0.66	มากที่สุด
รวม		**4.45**	**0.59**	**มาก**
รวมทุกด้าน		**4.50**	**0.50**	**มาก**

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของครูผู้เข้าอบรมที่มีต่อหลักสูตร

จากตารางที่ 3 พบว่า ครูที่ได้เข้ารับการอบรมหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้หนุนนำครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.50, S.D. 0.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสูงสุดอันดับแรก คือ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{X}$ = 4.56, S.D. = 0.48) 2) ด้านความรู้ ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.48) 3) ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ ($\bar{X}$ = 4.49, S.D. = 0.56) และ 4) ด้านการนำไปใช้เพื่อต่อยอดในการทำวิจัย ($\bar{X}$ = 4.45, S.D. = 0.59) ตามลำดับ

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

รูปแบบการอบรมตามแนวทาง Facilitators (FA) ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้คะแนนหลังอบรม ($\bar{X}$= 29.28, S.D. = 1.193) สูงกว่าก่อนอบรม ($\bar{X}$ = 24.65, S.D. = 6.503) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (Z = -5.875) การลงมือปฏิบัติผ่าน 4 หน่วยการเรียนรู้ช่วยให้ครูเกิดการเรียนรู้เชิงลึก สอดคล้องกับ ไอยฤทธิ์ ไทยพิสุทธิกุล (2559) และ King (1993) ที่ชี้ว่าการเปลี่ยนผ่านจาก “sage on the stage” สู่ “guide on the side” ต้องอาศัยประสบการณ์ตรงและการสะท้อนคิด ครูนำทักษะไปใช้ในชั้นเรียนระดับมากที่สุดทุกหน่วย ($\bar{X}$ รวม = 2.79, S.D. = 0.29) สูงสุดในหน่วยที่ 4 การประยุกต์ใช้ AI ($\bar{X}$ = 2.82) สะท้อนความพร้อมในการบูรณาการเทคโนโลยี สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2561) ที่เสนอว่าการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ PLC ช่วยให้ครูพัฒนากระบวนการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม รองลงมาคือหน่วยที่ 1 และ 2 ที่ครูสามารถนำทักษะการตั้งคำถามและการออกแบบกิจกรรมที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนไปใช้ได้จริง ส่วนหน่วย 3 ($\bar{X}$= 2.75) สะท้อนว่าการแปลง FA สู่แผนการสอนเชิงระบบยังเป็นความท้าทาย สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2561) ที่ชี้ว่าการพัฒนาทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ของครูจำเป็นต้องอาศัยทั้งการชี้แนะทางปัญญาและการศึกษาชั้นเรียนผ่าน PLC อย่างเป็นระบบ ครูพึงพอใจระดับมาก ($\bar{X}$= 4.50, S.D. = 0.50) สูงสุดด้านการจัดกิจกรรม ($\bar{X}$ = 4.56) สะท้อนว่าการส่งเสริม

Active Learning เป็นจุดแข็ง ส่วนด้านการต่อยอดวิจัยต่ำสุด ($\overline{X}$= 4.45) ควรเชื่อมโยง FA กับ PLC (นพดล เจนอักษร, 2558) โดยสรุป FA สร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพทั้งด้านความรู้ การประยุกต์ใช้ และความพึงพอใจ เป็นแนวทางที่มีศักยภาพขับเคลื่อนผู้อำนวยการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ SMT อย่างยั่งยืน ประสิทธิผลของการเปลี่ยนแปลงบทบาทครูเกิดจากการที่รูปแบบการพัฒนาเน้นประสบการณ์ตรง มากกว่าการบรรยายเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับแนวคิดของซาโต มานาบุ ที่เน้นการร่วมมือ รวมพลัง (Collaboration) และการสะท้อนคิด (Reflection) ผ่านกระบวนการ Lesson Study และ PLC นอกจากนี้การสนับสนุนจากนโยบายพื้นที่นวัตกรรมในมุกดาหารและเครือข่ายวิชาการในสกลนครมีส่วนสำคัญในการสร้างความมั่นใจให้แก่ครู สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประฎิชญา สร้อยจิตร และคณะ (2568) ที่ศึกษาพบว่า ครูในพื้นที่มีศักยภาพและแรงจูงใจ หากได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม การพัฒนาครูในหลักสูตรการจัดการออกแบบการเรียนรู้ Facilitator จะช่วยสร้างการเปลี่ยนแปลงที่มีคุณภาพในห้องเรียนได้จริง และส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนอย่างยั่งยืน

ดังนั้นสิ่งที่ควรเน้นในการเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ที่ดีต้องทำหน้าที่เป็นผู้จัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการค้นคว้าและใช้คำถามเป็นเครื่องมือหลักในการกระตุ้นความคิด นอกจากนี้ Facilitators ยังต้องมีทักษะสำคัญ ทักษะการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ทักษะการฟังอย่างลึกซึ้ง การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนการแก้ปัญหาการแก้ไขข้อขัดแย้ง การยอมรับผู้อื่น การนำเข้าสู่การอภิปราย ทักษะเหล่านี้ช่วยสร้าง "พื้นที่ปลอดภัย" (Safe Space) ให้ผู้เรียนกล้าที่จะสำรวจพื้นที่ใหม่ ๆ ภายในจิตใจและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย หน่วยงานหรือสถานศึกษาควรออกแบบการอบรมพัฒนาครู โดยรูปแบบการพัฒนาเชิงปฏิบัติการ ระยะเวลาต่อเนื่องในโครงการ เพื่อให้ครูมีเวลาในการฝึกฝนทักษะการเป็น Facilitator อย่างต่อเนื่อง

8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความยั่งยืนของการเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ในโรงเรียน ในลักษณะของการติดตามหลังการอบรมพัฒนาแล้ว นิเทศชั้นเรียนจริงของครูผู้เข้ารับการอบรม ทั้งนี้รูปแบบอาจจะต้องเอื้อต่องานสอนที่ครูปฏิบัติในโรงเรียน

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับจัดสรรงบประมาณ ทุนวิจัยและขยายผลการอบรมพัฒนาครู จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ปีงบประมาณ 2568-2569

10. เอกสารอ้างอิง

ณิชชยาวรรณ พันธ์ศุภะ อังษณีภรณ์ ศรีคำสุข และอิสสริยภรณ์ วานิชพิพัฒน์. (2568). การเปลี่ยนบทบาทครูและนักศึกษาครูในภาคเหนือ: จากผู้ถ่ายทอดความรู้สู่ผู้อำนวยการเรียนรู้ในยุค AI. *วารสารสังคมล้านนา, 3*(3), 124-138.

ธรรศยา หล่าอุดม. (2568). บทบาทของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในการสนับสนุนการนิเทศการศึกษาในชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ.*วารสารพัฒนศึกษาศาสตร์, 1*(3), 40-53.

นพดล เจนอักษร. (2558). ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC). ใน *สารานุกรมวิชาชีพครู เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.

ประฏิชญา สร้อยจิตร และคณะ. (2568). การยกระดับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเชิงพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้กระบวนการพัฒนาครูสู่บทบาทผู้อำนวยการเรียนรู้. *วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์, 3*(3), 493-507.

พฤติยา เชื้อผู้ดี และพงษ์ลิขิต เพชรผล. (2568). ความต้องการจำเป็นของการพัฒนาทักษะผู้อำนวยการเรียนรู้ของครูโรงเรียนญามีอุ้ลอิควาน. วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร, 16(1), 88-103.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2561). *การเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังกับ PLC เพื่อการพัฒนา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีชานิกา เพชรสังข์. (2567). การพัฒนากระบวนการสร้างเสริมศักยภาพครูผู้อำนวยการเรียนรู้สู่คุณภาพผู้เรียนตามแนวคิดการพัฒนาครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน และแนวคิดการชี้แนะทางปัญญา.รายงานวิจัย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2568). *คู่มือหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาเพื่อเป็นผู้หนุนนำครูสู่ผู้อำนวยการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อรไท แสงลุน. (2564). การพัฒนารูปแบบการส่งเสริมความสามารถในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของครูโดยใช้การศึกษาชั้นเรียนผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ไอยฤทธิ์ ไทยพิสุทธิกุล. (2559). การอำนวยกระบวนการเรียนรู้แบบเป็นทีม (Facilitation in Team-Based Learning). เวชบันทึกศิริราช, 9(2), 75-83.

King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College Teaching, 41*(1), 30-35. https://doi.org/10.1080/87567555.1993.9926781

The 25 National Conference on K-12 Science and Mathematics Education



https://wtr25.rru.ac.th/homepage/