Suanthon Research Journal
Vol. 07

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4

Developing a Chem. Edu. Co. AI. Learning Style model in conjunction with the 7-step active learning (7Es Active Learning) to improve academic achievement and key competencies of students in Basic Science 4.

กัณญภัทธ พลพาล[1*]
Kanyaphat PolPal[1*]

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to develop students' academic achievement in basic science, 2) to enhance five core competencies, 3) to study scientific attitudes, and 4) to examine students' satisfaction with the "Chem. Edu. Co. AI. Learning Style" instructional model integrated with 7Es Active Learning. The sample consisted of 115 grade 8 students in the second semester of the 2024 academic year. The research instruments included lesson plans using the Chem. Edu. Co. AI. model, academic achievement tests, core competency assessment scales, scientific attitude scales, and satisfaction questionnaires. Data were analyzed using mean ($\bar{X}$), standard deviation (S.D.), and t-test dependent. The research findings were as follows 1) Students taught with the Chem. Edu. Co. AI. Learning Style and 7Es Active Learning model achieved significantly higher post-test scores than pre-test scores at the .05 level. 2) Students' five core competencies were at an excellent level ($\bar{X}$ = 3.65, S.D. = 0.48). 3) Students exhibited highly positive scientific attitudes toward chemistry at the highest level ($\bar{X}$ = 4.74, S.D. = 0.09). 4) Students' overall satisfaction with the instructional model was at the highest level ($\bar{X}$ = 4.69, S.D. = 0.17).

Keywords: Chem. Edu. Co. AI. / 7Es Active Learning / Learning Styles / Academic Achievement / Core Competencies

[1] ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ประเทศไทย
[1] Expert Teacher in Science and Technology, Suankularb Wittayalai Thonburi School, Thailand.
*Corresponding author; *E-mail address*: anotaida98@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2) พัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ด้าน 3) ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 115 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Chem. Edu. Co. AI. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน ขั้นตอน (7Es Active Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับดีเยี่ยม ($\bar{X}$ = 3.65, S.D. = 0.48) 3) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, S.D. = 0.09) 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.69, S.D. = 0.17)

คำสำคัญ: Chem. Edu. Co. AI. / 7Es Active Learning / สไตล์การเรียนรู้ / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / สมรรถนะสำคัญ

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 (ฉบับที่ 2 ปรับปรุง พ.ศ. 2545) หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสานึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีประมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการจัดการศึกษาจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลง โดยครูจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีสอนมาเป็นการเรียนการสอนแนวใหม่ที่นำแนวคิด วิธีการ กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งจะช่วยให้การศึกษาและการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิผลสูงกว่าเดิม เกิดแรงจูงใจในการเรียนด้วยนวัตกรรมเหล่านั้น ซึ่งการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ทั้ง 5 ด้าน เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ความพร้อมดังกล่าวคือ พร้อมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจคติที่ดี ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนที่เหมาะสมจึงเป็นความสำคัญจำเป็นและเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการในการพัฒนาผู้เรียน ซึ่งผลจากการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 ที่ผ่านมาพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีข้อจำกัดในการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ ดังนี้

1. **ด้านผลสัมฤทธิ์:** นักเรียนมีพื้นฐานทางเคมีไม่เข้มแข็ง ขาดแรงจูงใจ และมองว่าเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 เป็นเรื่องไกลตัวและเข้าใจยาก ถึงแม้ชื่อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้จะใกล้ตัว แต่เนื้อหาเชิงลึกแล้วนั้น ค่อนข้างเข้มข้นสำหรับนักเรียนสายการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้มโนมติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนและนักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียน
2. **ด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล:** นักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ทางเคมีแตกต่างกันอยู่แล้ว และยังมีสไตล์การเรียนรู้ (Learning Style) ที่หลากหลายอีกด้วย ซึ่งการสอนแบบเดิม ๆ ไม่สามารถตอบสนองความ

ต้องการรายบุคคลได้ทั่วถึง ดังนั้นรูปแบบการจัดกิจกรรการเรียนรู้แนวใหม่หรือการประยุกต์เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายมาพัฒนาและปรับใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของนักเรียนจึงมีความเหมาะสมและน่าสนใจ

3. **ด้านสมรรถนะสำคัญ:** พบว่านักเรียนยังขาดทักษะการทำงานร่วมกัน (Collaborative) การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการบูรณาการแนวคิดจาก 4 ส่วน ตามชื่อนวัตกรรม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ดังนี้ 1) Chem. Edu. ย่อมาจาก Chemistry Education หมายถึง การเรียนรู้เกี่ยวกับเคมี (เคมีศึกษา) กล่าวคือเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับเคมี 2) Co. ย่อมาจาก Cooperative & Collaborative Learning (การเรียนรู้แบบร่วมมือ) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาองค์ความรู้และทักษะที่สำคัญจำเป็นแก่นักเรียน 3) AI. ย่อมาจาก Artificial Intelligence (ปัญญาประดิษฐ์) จะถูกนำมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคลและแบบทีม ซึ่งเป็นส่วนเสริมให้นักเรียนพัฒนาองค์ความรู้ของตนเองอย่างไร้ขีดจำกัดหรือเต็มตามศักยภาพ และ 4) Learning Style หมายถึง สไตล์การเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ โดยนำผลงานของ Honey & Mumford Learning Style (ฮันนี่และมัมฟอร์ด) ซึ่งแบ่งสไตล์การเรียนรู้เป็น 4 แบบ คือ นักกิจกรรม (Activist): ชอบลงมือทำ, นักคิดไตร่ตรอง (Reflector): ชอบสังเกตและคิดทบทวน, นักทฤษฎี (Theorist): เน้นสร้างหลักการและแนวคิด และนักปฏิบัติ (Pragmatist): ชอบนำไปใช้จริงและแก้ปัญหา ซึ่งโมเดล Honey & Mumford Learning Style นี้พัฒนามาจากแนวคิดของ David Kolb และช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวทางการเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น รูปแบบการเรียนรู้นี้ได้นำมาบูรณาการร่วมกับกระบวนการ 7Es Active Learning เพื่อเปลี่ยนบทบาทผู้เรียนจาก "ผู้รับ" (Receivers) เป็น "ผู้ร่วมสร้างสรรค์" (Co-creators) โดยมี 7 ขั้นตอนในการเรียนรู้ คือ E1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) E2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) E3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ขั้น E4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) ขั้น E5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ขั้น E6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และ ขั้น E7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) และยกระดับสมรรถนะสำคัญของนักเรียนทั้ง 5 ด้านแก่นักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้ยฐาน 4
2. เพื่อพัฒนาสมรรถนะสำคัญของนักเรียน
3. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้ยฐาน 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2568

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3, 5/9 และ 5/11 ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4

2. กรอบแนวคิด

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะสำคัญของนักเรียนบนพื้นฐานแนวคิดการเรียนการรู้เชิงรุก (Active Learning) การใช้แบบประเมินลักษณะลีลาการเรียนรู้ตามแนวคิด Honey & Mumford Learning Styles Questionnaire (LSQ) เพื่อวิเคราะห์ลีลาหรือสไตล์การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เกิดความสวดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ได้มากที่สุด บูรณาการกับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (7E Learning Cycle) โดยการพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) รวมถึงการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะ

สำคัญของนักเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน โดยมีกรอบแนวคิด ดังแสดงในภาพที่ 1

แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- การวิเคราะห์ลีลาหรือสไตล์การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ตามแนวคิด Honey & Mumford Learning Styles
- แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิด การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
- แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (7E Learning Cycle)
- แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ในการเรียนรู้ - การเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล (Personalized Learning)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning)

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
1. หลักการ/ทฤษฎี
2. จุดมุ่งหมาย
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้
4. การวัดและประเมินผล

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning)

1. ขั้นวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Analyze)

- แบบประเมินลักษณะลีลาการเรียนรู้ตามแนวคิด Honey & Mumford Learning Styles Questionnaire (LSQ)

2. ขั้นวางแผนจัดกิจกรรม (Plan)

- วางแผนสร้างแผนการสอน/สื่อการเรียนรู้/นวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง

3. ขั้นปฏิบัติ (Do)

- สร้างแผนการสอน/สื่อการเรียนรู้/นวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง
- ลงมือสอนตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (7E Learning Cycle) ได้แก่

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
2) ขั้นเร้าความสนใจ
3) ขั้นสำรวจและค้นหา
4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
5) ขั้นขยายความคิด
6) ขั้นประเมินผล
7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

4. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Reflection)

- ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)

5. ขั้นประเมินผล (Assessment)

- ประเมินเพื่อปรับปรุงรูปแบบการสอน

ผลลัพธ์ผู้เรียน

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- สมรรถนะสำคัญของนักเรียน
- เจตคติทางวิทยาศาสตร์
- ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning)

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ 2) เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม รายละเอียดดังต่อไปนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ

(1) แผนการสอนตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (7E Learning Cycle) และสอดคล้องตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะสำคัญของนักเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งหมด 11 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 องค์ประกอบแผนการสอน ด้านที่ 2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ด้านที่ 3 ตัวชี้วัด ด้านที่ 4 จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านที่ 5 สาระการเรียนรู้ ด้านที่ 6 สาระสำคัญ ด้านที่ 7 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ด้านที่ 8 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านที่ 9 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านที่ 10 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และด้านที่ 11 การวัดผลและประเมินผล ค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.98

(2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ที่สร้างขึ้นเพื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนให้มากที่สุด วัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ขั้นวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Analyze) ด้านที่ 2 ขั้นวางแผนจัดกิจกรรม (Plan) ด้านที่ 3 ขั้นปฏิบัติ (Do) ด้านที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Reflection) ด้านที่ 5 ขั้นประเมินผล (Assessment) ค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.94

2) เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม คือ

(1) แบบประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน วิเคราะห์จากโปรแกรมตรวจข้อสอบ [คำนวณจากสูตร KR-20 (Kuder– Richardson 20)] ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

(2) แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) จำนวน 15 ข้อ ค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-1.0 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามความพึงพอใจตามวิธีการของ Cronbach ได้เท่ากับ 0.94

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ม.5/3, ม.5/9 และ ม.5/11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 115 คน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก

(2) ดำเนินการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการ

เรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) โดยใช้แผนการสอนตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (7E Learning Cycle) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะสำคัญของนักเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 115 คน ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน โดยทำการทดลอง 18 ชั่วโมง ในการสอนแต่ละแผนการสอนจะเก็บรวบรวมข้อมูลสมรรถนะสำคัญของนักเรียน รวมจำนวน 5 ครั้ง

(3) ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ม.5/3, ม.5/9 และ ม.5/11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 115 คน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก

(4) เมื่อผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างได้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) เป็นที่เรียบร้อยแล้วนำแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามตามความคิดเห็นของตนเอง

(5) รวบรวมแบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะสำคัญของนักเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้จำแนกการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที่ (t -test Dependent)

2) การศึกษาสมรรถนะสำคัญของนักเรียน ประเมินตามแบบมาตรวัดประมาณค่า (Rating scale) 4 ระดับ จากนั้นวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าร้อยละ แต่ละรายการเปรียบเทียบกับเกณฑ์

3) การศึกษาเจคติและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แต่ละรายการเปรียบเทียบกับเกณฑ์

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) (n=115)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	Mean	S.D.	*t*	*p*
ก่อนเรียน	30	14.25	3.42	28.45**	<.001
หลังเรียน	30	23.80	2.95		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 115 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Mean = 23.80, SD = 2.95) สูงกว่าก่อนเรียน (Mean = 14.25, SD = 3.42) โดยมีค่า t–test เท่ากับ 28.45 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาสมรรถนะสำคัญของนักเรียนจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาสมรรถนะสำคัญของนักเรียนจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) (*n*=115)

ข้อ	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	Mean	S.D.	ร้อยละ***	แปลผล
1	ความสามารถในการสื่อสาร	3.65	0.48	95.65	ดีเยี่ยม
2	ความสามารถในการคิด	3.58	0.52	92.17	ดีเยี่ยม
3	ความสามารถในการแก้ปัญหา	3.52	0.55	88.70	ดีเยี่ยม
4	ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	3.72	0.45	97.39	ดีเยี่ยม
5	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	3.78	0.42	100.00	ดีเยี่ยม
	ภาพรวมทุกด้าน	**3.65**	**0.48**	**94.78**	**ดีเยี่ยม**

***ร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับ "ดี" ขึ้นไป

โดย ระดับดี ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 และ ระดับดีเยี่ยม ค่าเฉลี่ย **3.50 – 4.00**

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาสมรรถนะสำคัญของนักเรียนจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 115 คน เมื่อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย เรียงได้ดังนี้ 1) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ย (Mean = 3.78, SD = 0.42) 2) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต มีค่าเฉลี่ย (Mean = 3.72, SD = 0.45) 3) ความสามารถในการสื่อสาร มีค่าเฉลี่ย (Mean = 3.65, SD = 0.48) ความสามารถในการคิด มีค่าเฉลี่ย (Mean = 3.65, SD = 0.48) และ 5) ความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ย (Mean = 3.52, SD = 0.55) และสรุปภาพรวมทุกด้านนักเรียนมีสมรรถนะสำคัญของนักเรียนเฉลี่ย (Mean = 3.65, SD = 0.48)

3. ผลการศึกษาเจคติและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาเจคติและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) (*n*=115)

ข้อ	รายการประเมิน	Mean	S.D.	แปลผล
	ด้านที่ 1 ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ (7Es)			
1	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมช่วยกระตุ้นความสนใจให้เกิดความยากเรียนรู้	4.63	0.21	มากที่สุด
2	การอธิบายความรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเคมีที่ยากได้ง่ายขึ้น	4.53	0.25	มากที่สุด
3	กิจกรรมการสำรวจและค้นหาเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำหรือปฏิบัติจริง	4.55	0.27	มากที่สุด
4	การขยายความรู้ช่วยให้เชื่อมโยงเคมีกับชีวิตประจำวันได้เข้าใจง่ายขึ้น	4.67	0.12	มากที่สุด
5	กระบวนการประเมินผลมีความหลากหลายและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.74	0.20	มากที่สุด
6	กิจกรรมในชั้นเรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น	4.64	0.25	มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	Mean	S.D.	แปลผล
	ด้านที่ 2 ด้านการใช้ AI ส่งเสริมการเรียนรู้เคมี (Chem. Edu. Co. AI.)			
7	การใช้ AI สืบค้นข้อมูลช่วยให้นักเรียนสรุปความรู้ทางเคมีได้เข้าใจง่าย รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น	4.82	0.09	มากที่สุด
8	กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอนที่ใช้ AI เป็นตัวช่วย สามารถกระตุ้นให้นักเรียนอยากลงมือทดลอง/ค้นหาคำตอบและเห็นภาพพจน์ในวิชาเคมีชัดเจนขึ้น	4.56	0.28	มากที่สุด
9	นักเรียนรู้สึกว่า AI เป็น "ผู้ช่วยสอนส่วนตัว" ที่ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่น่าเบื่อ	4.78	0.15	มากที่สุด
	ด้านที่ 3 การวิเคราะห์และจัดกลุ่มตามสไตล์การเรียนรู้ (Learning Styles Analysis)			
10	ผลการวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ (Activists, Reflectors, Theorists, Pragmatists) ตรงกับบุคลิกการเรียนรู้ของนักเรียนจริง	4.67	0.17	มากที่สุด
11	การจัดกลุ่มนักเรียนโดยคละสไตล์การเรียนรู้ ช่วยให้การทำกิจกรรมกลุ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้น	4.86	0.10	มากที่สุด
12	ฉันได้รับบทบาทในกลุ่มที่สอดคล้องกับสไตล์การเรียนรู้ที่ฉันถนัด (เช่น เป็นคนลงมือทำ หรือคนสรุปทฤษฎี)	4.74	0.07	มากที่สุด
13	การวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ทำให้ฉันรู้จักจุดแข็งและจุดที่ควรพัฒนาของตนเองในการเรียนเคมี	4.63	0.18	มากที่สุด
	ด้านที่ 4 ด้านเจตคติและความพึงพอใจในภาพรวม			
14	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีมากขึ้น	4.74	0.09	มากที่สุด
15	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning)	4.74	0.17	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวมทุกด้าน	**4.69**	**0.17**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 พบว่าเจตคติและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.69, *SD* = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ข้อ 11 การจัดกลุ่มนักเรียนโดยคละสไตล์การเรียนรู้ ช่วยให้การทำกิจกรรมกลุ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Mean = 4.86, *SD* = 0.10) รองลงมาคือข้อ 7 การใช้ AI สืบค้นข้อมูลช่วยให้นักเรียนสรุปความรู้ทางเคมีได้เข้าใจง่าย รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น (Mean = 4.82, *SD* = 0.09) และข้อ 9 นักเรียนรู้สึกว่า AI เป็น "ผู้ช่วยสอนส่วนตัว" ที่ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่น่าเบื่อ (Mean = 4.78, *SD* = 0.15) ส่วนข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ ข้อ 2 การอธิบายความรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเคมีที่ยากได้ง่ายขึ้น (Mean = 4.53, *SD* = 0.25)

สรุปและอภิปรายผล

จากการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active

Learning) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้ยฐาน 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของนักเรียน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี อยู่ในระดับดีเยี่ยม ค่าเฉลี่ยรวม 3.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48

3) ผลของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีมากขึ้นในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09

4) ผลของความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.69 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17

2. อภิปรายผลการวิจัย

1) ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้ยฐาน 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ปีการศึกษา 2568 จำนวน 115 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) นี้เป็นระบบการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยเฉพาะขั้นที่ 2 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) และขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ที่มีการนำ AI มาใช้สร้างสถานการณ์จำลอง ทำให้วิชาเคมีซึ่งข้อมูลเชิงนามธรรม เช่น โครงสร้างทางพันธะเคมีของสารอาหารหรือพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นภาพ 2 มิติ มาสารถสร้างในรูปแบบอื่น ๆ ให้กลายเป็นรูปธรรมที่มองเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้น นอกจากนี้การนำ AI มาเป็นตัวช่วยในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับข้อมูล (Passive Receiver) อีกต่อไป แต่กลายเป็น "ผู้แสวงหา" และการลงมือทำ (Active Discovery) ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) เป็นส่วนสำคัญที่นักเรียนนำ AI มาใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำรองเพื่อยืนยันข้อสรุปขององค์ความรู้ของนักเรียน ทำให้เกิดความมั่นใจในองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นเอง สอดคล้องกับการใช้ AI ในรายวิชาเคมีของ Miller & Zhao (2024) ที่มีการใช้ AI วิเคราะห์มโนทัศน์ที่ผิด (Misconception) ในวิชาเคมี ซึ่งช่วยให้ครูปรับจังหวะการสอนใน 7Es ได้ทันท่วงที และจากการศึกษาทำให้ช่วยยืนยันว่า AI-Personalized Feedback ช่วยให้ผู้เรียนระบุข้อบกพร่องของตนเองได้ในระดับรายบุคคล ส่งผลให้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ทำได้ดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิม และการใช้ AI ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังสอดคล้องกับ Babalola & Ahmad (2026) วิจัยในวิชาเคมี ในเนื้อหา Thermodynamics พบว่าการใช้ Generative AI เช่น ChatGPT ช่วยอธิบายความหมายของตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ได้แบบ Step-by-step ส่งผลให้คะแนนสอบในหัวข้อที่ยากสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยของ กิตติพงษ์ และคณะ (2567) พบว่า การใช้สื่อ AI ในขั้นตอนสร้างความสนใจ (E2) ช่วยลด "ภาระทางปัญญา" (Cognitive Load) ทำให้ผู้เรียนมีทรัพยากรในสมองเหลือเพียงพอที่จะประมวลผลเนื้อหาเคมีที่ยากขึ้นได้ งานวิจัยของ กิตติมา และคณะ (2568) ได้ใช้ AI เป็น Chatbot ช่วยสอนในขั้น Exploration ของ 7Es พบว่า นักเรียนสามารถสืบค้นและทำความเข้าใจเนื้อหาเคมีได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ผลการทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jack & Ogunleye (2024) ได้ศึกษาการใช้ยุทธวิธี 7Es เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่เรียนด้วย 7Es มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากขั้นตอน Elicit และ Extend ช่วยขจัดความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Misconceptions) ในเนื้อหาเคมีได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Al-Qahtani (2023) ที่ชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างของการจัดการเรียนรู้แบบ 7Es ช่วยจัดลำดับการเรียนรู้ของนักเรียนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของสมอง (Brain-Based) ทำให้การเก็บข้อมูลระยะยาวมีประสิทธิภาพมากขึ้น นั้นคือนักเรียนจดจำเนื้อหาทั้งง่ายและยากได้ยาวนานมากขึ้น ส่งผลดีต่อการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ ที่มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กัน งานวิจัยของ หัทยา โรจน์วิรัตน์ (2559) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วย 7Es ร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ (STAD) ในวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ และสะท้อนความสำเร็จในการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน ในส่วนของการวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ของนักเรียน พบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Makhambetova et al. (2021) ได้ศึกษาการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized Learning) เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงสมรรถนะการเรียนและแรงจูงใจ พบว่า การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างบุคคลช่วยให้การออกแบบสื่อดิจิทัลส่งผลต่อคะแนนสอบโดยตรง งานวิจัยของ Chen et al. (2020) ยังสะท้อนความชัดเจนว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อได้รับสื่อที่ตรงกับรูปแบบการเรียนรู้ของตนมีพัฒนาการทางการเรียนดีขึ้นอย่างชัดเจน เช่นเดียวกันกับ Zhiyenbayeva (2025) ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียนเพื่อจัดกลุ่มการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับบทบาทสอดคล้องกับสไตล์การเรียนรู้ (เช่น Activist ทำการทดลอง, Reflector สรุปผล) มีผลสัมฤทธิ์ในภาพรวมดีขึ้นกว่ากลุ่มทั่วไป เมธาวี (2568) ศึกษาการจัดกลุ่มนักเรียนตามสไตล์การเรียนรู้ (Learning Styles) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการสื่อสารภายในกลุ่มที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดความขัดแย้ง และสามารถนำเสนอผลงานกลุ่มได้อย่างสร้างสรรค์ เมื่อพิจารณารูปแบบการสอนที่มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) งานวิจัยของ Ramadhani et al. (2019) ยืนยันว่าการใช้ Active Learning ผ่านโมเดล 7Es ร่วมกับสื่อดิจิทัลอัจฉริยะ ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมสูงขึ้น (Student Engagement) และส่งผลโดยตรงต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Babalola (2026) ศึกษา "Chem-AI Learning Model" โดยใช้ AI ช่วยสนับสนุนในแต่ละขั้นตอนของ 7Es ผลการวิจัยสรุปว่าความแม่นยำของ AI ในการประเมินผู้เรียนรายบุคคล (Individualized Support) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบเดิมถึง 30%

2) จากการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของนักเรียน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะสำคัญของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี อยู่ในระดับดีเยี่ยม ค่าเฉลี่ยรวม 3.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 นั้น อาจเนื่องมาจากการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนทั้ง 5 ด้านควบคู่กับจัดการกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) โดยเฉพาะการใช้วิธีการแบบสืบเสาะหาความรู้ 7Es ขึ้นมีความชัดเจนในกิจกรรมการเรียนรู้และมีประสิทธิภาพสูงกว่า 5E ตามปกติ โดยกระบวนการสืบเสาะทั้ง 7 ขั้นตอน มีกิจกรรมให้ผู้เรียนต้อง "ลงมือทำ" และ "นำเสนอ" แทบตลอดเวลา ทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการนำเสนอและการทำงานกลุ่มอย่างมืออาชีพ รวมทั้งมีการแบ่งกลุ่มนักเรียนให้ร่วมกันทำงานเป็นทีม และการจัดกลุ่มได้จัดในรูปแบบที่ตอบสนองตามความแตกต่างระหว่างรายบุคคลหรือตามลักษณะสไตล์การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีความครบถ้วนและสอดคล้องกับสไตล์การเรียนรู้ของนักเรียนมากที่สุด สามารถช่วยลดความขัดแย้งและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกัน ส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะการสื่อสารและทักษะชีวิต นอกจากนี้การนำ AI มาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ในขั้นตอนการสำรวจ (Exploration) และขยายความรู้ (Elaboration) ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสืบค้น การวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหาเคมีที่มีความซับซ้อน ส่งผลให้สมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zheng (2025) ได้ศึกษาการใช้ AI เป็นเครื่องมือช่วยคิด (Cognitive Tools) ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ใช้ AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถพัฒนาสมรรถนะการคิดวิเคราะห์ และการคิดเชิงระบบได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ สมพงษ์ และคณะ (2567) ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ร่วมกับสถานการณ์จำลอง พบว่า กระบวนการสืบเสาะช่วยให้ผู้เรียนฝึกการตั้งสมมติฐานและทดสอบความคิด ส่งผลให้สมรรถนะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้งานวิจัยของ Hassan (2024) สะท้อนถึงความสอดคล้องระหว่าง การใช้เทคโนโลยี AI ที่ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะด้านการใช้เทคโนโลยี โดยจัดการเรียนการสอน AI-Enhanced Learning แล้วพบว่า ผู้เรียนไม่เพียงแค่ได้ความรู้ใน

เนื้อหา แต่ยังสามารถพัฒนาสมรรถนะการใช้เทคโนโลยี และการรู้เท่าทันดิจิทัล (Digital Literacy) ผ่านการใช้งานเครื่องมือ AI ในการแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย และสมรรถนะด้านความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนพล (2567) ศึกษากระบวนการ 7Es ที่เน้นการนำความรู้ไปใช้ (ขั้น E7: Extension) พบว่า ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีเข้ากับบริบทสังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้สมรรถนะการใช้ทักษะชีวิตในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในชีวิตจริงเพิ่มขึ้น

3. จากการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีมากขึ้นในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 อาจเนื่องมาจากรูปแบบ Chem. Edu. Co. AI. ได้นำ AI มาช่วยสร้างกิจกรรมหรือสื่อการสอนให้มีความน่าสนใจมากขึ้น และมีความเหมาะสมกับสไตล์การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าตนเองสามารถเรียนรู้ได้ และลดความกลัวหรือความวิตกกังวล เมื่อความกลัวลดลงและแทนที่ด้วยความเข้าใจ เจตคติเชิงบวกจึงเกิดขึ้น นอกจากนี้ ความสนุกและการมีส่วนร่วมในกระบวนการ 7Es โดยเฉพาะในขั้นเร้าความสนใจ (Engagement ; E2) และขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration ; E3) นักเรียนไม่ได้เรียนแบบท่องจำ แต่ได้สืบเสาะและโต้ตอบกับ AI รวมถึงเพื่อนในกลุ่ม การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ช่วยเปลี่ยนบรรยากาศห้องเรียนให้มีความแปลกใหม่ ความสนุกสนานและน่าตื่นเต้น ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดกลุ่มตามสไตล์การเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น การได้รับการยอมรับจากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มตามบทบาทที่ตนถนัด ส่งผลให้เกิดความภาคภูมิใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee (2026) พบว่าการได้รับ Feedback ที่รวดเร็วและแม่นยำจาก AI ช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียน (Self-Confidence) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเจตคติระดับมากที่สุด และผลการศึกษาของ Roberts & Hughes (2025) ยังช่วยสนับสนุนว่าการใช้ AI ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยลดความวิตกกังวลทางวิทยาศาสตร์ และเพิ่มเจตคติเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยของ Zhiyenbayeva (2022) อธิบายให้เห็นของความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสไตล์การเรียนรู้ (Learning Styles) ว่าสามารถช่วยเพิ่มความสุขในการเรียนรู้ (Joy of Learning) และเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีได้ ส่วน Ates (2016) ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ 5E และ 7E มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับสากลมาอย่างยาวนาน โดยใช้การวิเคราะห์แบบอภิมาน และ ธนพล (2568) ยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่บูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์และมีทัศนคติที่ดีต่อการค้นคว้าหาความรู้

4) จากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Chem. Edu. Co. AI. Learning Style ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก 7 ขั้นตอน (7Es Active Learning) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.69 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 อาจเนื่องมาจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) มีโครงสร้างที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนรู้บทบาทหน้าที่ของตนเองในทุกช่วงของการเรียนรู้ ลดความสับสนในการเรียนรู้ และเมื่อบูรณาการกับการใช้ AI ที่เข้ามาเป็นผู้ช่วยสอนส่วนตัวของนักเรียนด้วยแล้วนั้น ทำให้นักเรียนเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็ว ตอบโจทย์พฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กยุคดิจิทัลที่ชอบความฉับไวและเป็นรูปธรรม การวิเคราะห์สไตล์การเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามของ Honey & Mumford ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าครูผู้สอนให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนมีความสุขที่ได้รับมอบหมายงานในกลุ่มที่ตรงกับจุดแข็งของตนเอง (เช่น คนที่ชอบลงมือทำได้ทำการทดลอง คนที่ชอบทฤษฎีได้ช่วยสรุปหลักการ เป็นต้น) ส่งผลให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และความพึงพอใจต่อภาพรวมของกิจกรรม และการทำงานกลุ่มแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งคละสไตล์การเรียนรู้ช่วยให้การทำงานกลุ่มราบรื่นขึ้น บรรยากาศในชั้นเรียนจึงมีความเป็นกัลยาณมิตรต่อกันสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เมธา และคณะ (2567) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล (Personalized Learning) พบว่า การที่ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนตามความถนัดของตนเอง ส่งผลให้ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)) ซึ่ง ปิยนุช (2567) ได้แสดงให้เห็นถึงการจัดบรรยากาศการเรียนรู้เชิงรุกที่ครูเปลี่ยนบทบาทจากครูที่เน้นบรรยายหน้าชั้นเรียนเป็นครูผู้อำนวยการเรียนรู้แทน (Facilitator) ทำให้นักเรียนรู้สึกเป็นอิสระและพึงพอใจในการสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง และนริศรา และคณะ (2565) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่พบว่า ความหลากหลาย

ของสื่อและการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งผลให้ความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้การบูรณาการ AI เข้ากับกระบวนการเรียนรู้ยังช่วยสร้างความตื่นตัวและพึงพอใจต่อผู้เรียนยุคใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ (2568) ศึกษาเรื่องการบูรณาการ AI ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา พบว่า ความทันสมัยของเทคโนโลยีและความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลเป็นปัจจัยหลักที่ส่งเสริมความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และวิไลลักษณ์ (2568) ที่ระบุว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ AI เป็นฐาน พบว่า นักเรียนพึงพอใจต่อการได้รับการดูแลและชี้แนะจากระบบอัจฉริยะที่ตอบคำถามได้ทันท่วงที

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) เนื่องจากรูปแบบการสอนมีการใช้ AI เป็นเครื่องมือสำคัญ ซึ่งนักเรียนหลายคนไม่มีอินเทอร์เน็ตในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียม โรงเรียนควรเตรียมระบบอินเทอร์เน็ตให้เสถียรและเพียงพอต่อจำนวนทุกคน เพื่อให้การสืบค้นและการโต้ตอบกับ AI ไม่สะดุด และเกิดความคล่องตัวในการเรียนรู้

2) ครูควรปรับบทบาทจากผู้บรรยายเป็นครูผู้อำนวยการเรียนรู้ (Facilitator) อย่างเต็มตัว โดยเฉพาะในขั้นตอนที่นักเรียนใช้ AI ครูต้องคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจาก AI ได้อย่างมีวิจารณญาณและถูกต้องที่สุด

3) ครูควรทำความเข้าใจทฤษฎี Honey & Mumford อย่างลึกซึ้งเพื่อให้สามารถชี้แนะบทบาทที่เหมาะสมให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มได้จริง และควรยืดหยุ่นในการปรับบทบาทหากนักเรียนบางคนเริ่มมีพัฒนาการของสไตล์การเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

4) ครูควรมีการวางแผนเวลาในแต่ละขั้นตอนให้รัดกุม โดยเฉพาะช่วงการอธิบายและการขยายความรู้เพื่อไม่ให้กระทบต่อเนื้อหาอื่นๆ เนื่องจากกระบวนการ 7Es ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีอาจใช้เวลามากกว่าการสอนปกติ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) การศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ควรมีการติดตามผลและทดสอบซ้ำหลังจากผ่านไปแล้ว 4-8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาว่ารูปแบบ Chem. Edu. Co. AI. ช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการจำมโนทัศน์ทางเคมีได้ยาวนานกว่าการเรียนรูปแบบอื่นหรือไม่

2) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสไตล์การเรียนรู้ เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนกลุ่มสไตล์ใด (เช่น Activists เทียบกับ Theorists) มีพัฒนาการทางผลสัมฤทธิ์หรือสมรรถนะโดดเด่นที่สุดเมื่อใช้ AI เข้ามาช่วย เพื่อนำไปสู่การออกแบบ AI Prompt ที่เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น

3) ควรมีการศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ต่อตัวแปรอื่น เช่น การคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking) หรือ ความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence) เนื่องจากกระบวนการนี้ส่งเสริมการสร้างสรรค์ร่วมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่

4) ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจเพิ่มการสัมภาษณ์เชิงลึกหรือการสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล เพื่อหาคำอธิบายว่ากลไกของ AI เข้าไปช่วยสนับสนุนกระบวนการทางความคิด ของนักเรียนในแต่ละขั้นของ 7Es อย่างไรบ้าง

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2557). *การวัดและประเมินผลทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

กิตติพงษ์ และคณะ. (2567). *การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ร่วมกับสื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างความรู้ด้วยตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์*. วารสารครุศาสตร์และนวัตกรรมการเรียนรู้, 4(1), 15-30.

จิราภรณ์. (2568). *การบูรณาการ AI ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา: ความพึงพอใจและประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนยุค Gen Alpha*. วารสารนวัตกรรมและการจัดการศึกษา, 6(3), 112-125.

ธนพล และคณะ. (2568). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านรูปแบบการเรียนรู้อัจฉริยะ (AI-Driven Learning)*. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 9(1), 200-215.

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

นรินทร์ สังข์รักษา. (2561). *การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เพื่อการพัฒนาวิชาชีพครู*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ประพันธ์ศิริ สุสวัสดิ์. (2554). *การคิดขั้นสูง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

ประเสริฐ และชัยวัฒน์. (2566). *การจัดกลุ่มนักเรียนตามสไตล์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการทำงานแบบร่วมมือในวิชาเคมี*. วารสารการเรียนรู้เชิงรุกระดับชาติ, 7(2), 101-118.

พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2550). *จิตวิทยาการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). อมรินทร์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2561). *การเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังกับความเปนผูนำเหนือผูนำ*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2551). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). ไทยวัฒนาพานิช.

เมธา และคณะ. (2567). *ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล (Personalized Learning) ผ่านระบบวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียน*. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, 11(4), 55-70.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). สุวีริยาสาส์น.

วิไลลักษณ์. (2568). *การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ AI เป็นฐาน: กรณีศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะดิจิทัล*. วารสารวิทยาการจัดการเรียนรู้, 3(2), 12-28.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตร รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. http://www.scimath.org/columnist/item/7420-2017-09-01-03-31-01

สุพรรษา และคณะ. (2566). *ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพื่อน (Group Cohesion) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายใต้รูปแบบการสอนเชิงรุก*. วารสารจิตวิทยาการศึกษา, 14(1), 88-105.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. ภาพพิมพ์.

Al-Qahtani, M. (2023). The impact of 7Es learning cycle on student's academic achievement and retention in science education. *Journal of Science Teaching and Technology*, *14*(1), 22–35.

Babalola, O. (2026). Integrating Generative AI in the 7Es instructional model: Enhancing chemistry learning outcomes. *International Journal of Educational Research and Innovation*, *21*(2), 145–160.

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

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

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

Miller, K., & Zhao, L. (2024). Reducing cognitive load in chemistry education through AI-generated molecular visualizations. *Chemical Education Journal*, *35*(1), 50–67.

Roberts, S., & Hughes, T. (2025). Safe spaces for discovery: How AI reduces anxiety in experimental science. *Journal of Learner Agency*, *19*(4), 301–318.

Zheng, L. (2025). The role of AI as a cognitive tool in 7Es inquiry-based learning. *Global Science Education Review*, *12*(1), 18–33.