ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ ที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อาณาจักรพืช ของนักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

EFFECTS OF STEM EDUCATION ENHANCED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CRITICAL THINKING IN THE PLANT KINGDOM AMONG BACHELOR OF EDUCATION STUDENTS IN BIOLOGY

กฤษฎา สีจันดี
Kritsada Seejandee
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
Program in Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
ช่อทิพย์ กัณฑโชติ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา*
Chortip Kantachot and Karntarat Wuttisela
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
*Corresponding Author E-mail: karntarat.w@ubu.ac.th
Received April 9, 2026; **Revised** June 29, 2026; **Accepted** July 24, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 19 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 82.54/86.32 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 2) นักศึกษามีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.53 ค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.80 (Mean Difference = 16.26, 95% CI = 13.88–18.65, $t(18) = 14.34$, $p < .001$, Cohen's $dz = 3.29$) เมื่อวิเคราะห์รายด้านพบว่าด้านการประเมินข้อโต้แย้งมีพัฒนาการมากที่สุด 3) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ดังนั้นการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยสนับสนุนการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

คำสำคัญ: การคิดอย่างมีวิจารณญาณ, สะเต็มศึกษา, ปัญญาประดิษฐ์, การจัดการเรียนรู้

Abstract

This research aimed to: 1) to develop instructional learning activities based on STEM education integrated with Artificial Intelligence (AI) to enhance students' critical thinking skills, matching the efficiency criterion of 80/80; 2) to compare the critical thinking skills of undergraduate biology education students before and after experiencing the learning activities; and 3) to investigate the overall satisfaction of undergraduate students toward the developed learning activities. The sample group utilized in this study consisted of 19 undergraduate students majoring in biology education at Ubon Ratchathani Rajabhat University, who were selected through a purposive sampling method. The research methodology employed a one-group pretest-posttest design. The comprehensive research instruments utilized for data collection included: 1) structured lesson plans; 2) a standardized critical thinking assessment test; and 3) a satisfaction evaluation questionnaire. The collected data were statistically analyzed using mean, standard deviation, and a dependent samples t-test. The research results were found as follows: 1) The efficiency of the developed learning activities reached 82.54/86.32, which substantially exceeded the pre-established 80/80 efficiency criterion. 2) The students' post-intervention critical thinking skills were statistically significantly higher than their pre-intervention scores at the .05 level Specifically, the mean score significantly increased from 9.53 before the intervention to 25.80 after the implementation (Mean Difference = 16.26, 95% CI = 13.88–18.65, $t(18) = 14.34$, $p < .001$, Cohen's $dz = 3.29$). Sub-dimension analysis further indicated that the specific aspect of "evaluation of arguments" exhibited the highest level of improvement. 3) The students expressed the highest level of satisfaction toward the developed learning activities, yielding an average score of 4.61. These findings explicitly demonstrate that integrating Artificial Intelligence as an augmented learning system within STEM education activities can effectively support and enhance students' critical thinking skills.

Keywords: Critical Thinking, STEM Education, Artificial Intelligence, Learning Management

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 สังคมโลกกำลังเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) ซึ่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกมิติของชีวิตมนุษย์ ตั้งแต่เศรษฐกิจ การแพทย์ การศึกษา ไปจนถึงการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ในยุคปัญญาประดิษฐ์จึงต้องมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล และตัดสินใจอย่างมีเหตุผลมากกว่าการจดจำข้อมูล (Barak and Shahab, 2023) ในยุคที่ข้อมูลและเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) จึงถูกยกให้

เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนต้องพัฒนา เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ แยกแยะ และใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผลในบริบทที่ซับซ้อนได้ (Rivas et al., 2022)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นสมรรถนะหลักที่มหาวิทยาลัยทั่วโลกคาดหวังจากผู้สำเร็จการศึกษา เพราะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หลักฐาน เหตุผลเชิงตรรกะ และการตัดสินใจอย่างมีข้อมูลรองรับงานทบทวนอย่างเป็นระบบในระดับอุดมศึกษาเน้นย้ำว่าการพัฒนาและการวัดผลทักษะดังกล่าวยังต้องพึ่งพากรอบแนวคิดและเครื่องมือที่ชัดเจน ควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการไตร่ตรองของผู้เรียน (Andreucci-Annunziata et al., 2023) การส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นปัญหา (Problem-based learning: PBL) และการสืบเสาะ (Inquiry-based learning) เป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการคิดเชิงตรรกะและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการตั้งสมมติฐาน ทดสอบหลักฐาน และอภิปรายผลอย่างมีหลักการซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Yu and Zin, 2023)

สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่มุ่งบูรณาการองค์ความรู้จากสี่ศาสตร์หลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bui et al., 2024) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Asri et al., (2025) ซึ่งได้พัฒนากรอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้การปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นสื่อหลักในการเรียนรู้ พบว่าการบูรณาการกิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอีกทั้งยังเป็นแนวทางที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืชและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัญญาประดิษฐ์ มีบทบาทเพิ่มขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ทั้งด้านการสอน การประเมินผล และการสนับสนุนผู้เรียน โดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Xu and Ouyang, 2022) จากผลการศึกษาของ Ouyang et al., (2023) พบว่า ปัญญาประดิษฐ์ถูกใช้ในกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า แม้จะมีการตื่นตัวเรื่องเทคโนโลยี แต่ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาการบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (STEM + AI) เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยังไม่มีงานวิจัยในระดับอุดมศึกษาของไทยที่นำนวัตกรรมดังกล่าวมาใช้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) ซึ่งเป็นเนื้อหาชีววิทยาที่มีความซับซ้อนด้านการจำแนกประเภทและวิวัฒนาการที่ผู้เรียนมักมองว่าเป็นเรื่องยาก (Papaneophytou and Nicolaou, 2025)

ในบริบทของการจัดการศึกษาไทย การพัฒนากระบวนการคิดดังกล่าวยังคงเป็นปัญหาและมีความท้าทายอย่างมาก จากผลการประเมินสมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล (PISA 2022) สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนไทยยังมีข้อจำกัดด้านการคิดวิเคราะห์และการประเมินหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ ปัญหาดังกล่าวยังปรากฏชัดเจนในกลุ่มนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการจัดการศึกษาในอนาคต โดยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา โดยเฉพาะในหัวข้อที่มีความซับซ้อน มักมีผลการประเมินที่สะท้อนถึงข้อจำกัดด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังคงพึ่งพาการท่องจำเนื้อหามากกว่าการฝึกใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ข้อมูลเหล่านี้ยืนยันถึงความจำเป็นเร่งด่วน

ในการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างเป็นรูปธรรม (OECD, 2023)

จากข้อความข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกดำเนินการศึกษา เพื่อพัฒนาและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาชีววิทยา ที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ รวมถึงศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีต่อนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่สำหรับการศึกษาชีววิทยา และเป็นต้นแบบในการผลิตครูวิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน เรื่อง อาณาจักรพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์

การทบทวนวรรณกรรม

1. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เนื้อหารายวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรพืช

เนื้อหาอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) เป็นบทเรียนแกนกลางที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในหลักสูตรชีววิทยาระดับอุดมศึกษา เนื่องจากเป็นรากฐานในการทำความเข้าใจวิวัฒนาการและความหลากหลายทางชีวภาพ (Uno, 2009) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิจัยด้านชีววิทยาศึกษาพบว่าเนื้อหาดังกล่าวเป็นหนึ่งในหัวข้อที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการทำความเข้าใจมากที่สุด เนื่องจากโครงสร้างเนื้อหามีลักษณะเป็นอนุกรมวิธาน (Taxonomy) ที่มีความซับซ้อน มีคำศัพท์ทางเทคนิคเฉพาะจำนวนมาก และต้องอาศัยการจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาและวงจรชีวิตแบบสลับ (Alternation of Generations) ของพืชกลุ่มต่าง ๆ (Arif et al., 2025)

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับความท้าทายในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสมรรถนะหลักที่สถาบันอุดมศึกษาให้ความสำคัญ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถวิเคราะห์หลักฐานและให้เหตุผลเชิงตรรกะได้อย่างเป็นระบบ (Kumar, 2024) ดังนั้น เพื่อยกระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในบริบทดังกล่าว การจัดการเรียนรู้จึงควรเปลี่ยนผ่านจากการมุ่งเน้นข้อมูลเชิงทฤษฎี ไปสู่การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาจริง อันเป็นกลไกสำคัญที่ผลักดันให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Jaramillo Gómez et al., 2025)

3. สะเต็มศึกษากับการขับเคลื่อนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การระบุปัญหาไปจนถึงการประเมินและสะท้อนผลลัพธ์นั้น นับเป็นกลไกสำคัญในการสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้แบบสหวิทยาการ กระบวนการดังกล่าวเป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนทักษะการ คิดอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านการกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดสมมติฐาน ออกแบบวิธีการ ตลอดจนทดสอบและประเมินหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างมีเหตุผล (Shahbazloo and Mirzaie, 2023) สอดคล้องกับผลการศึกษาเชิงประจักษ์ที่พบว่า การบูรณาการแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถยกระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา และความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Suherman et al., 2025)

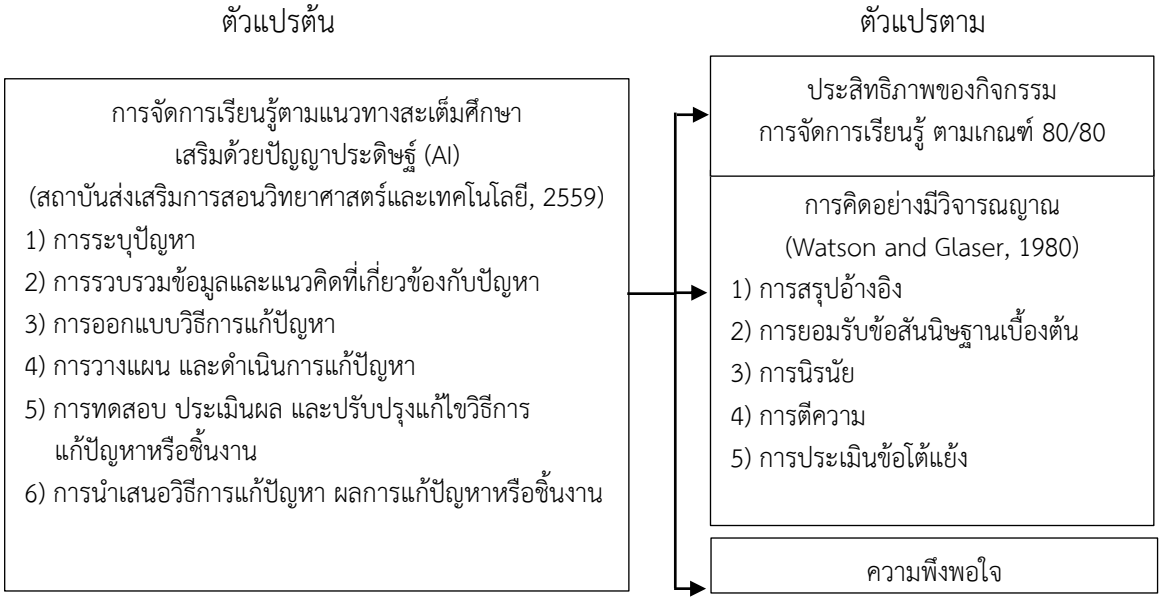
4. ปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ากับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นับเป็นการเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่สำคัญยิ่งในการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยบทบาทของเทคโนโลยีได้ถูกยกระดับจากการเป็นเพียงเครื่องมือสืบค้นสารสนเทศ ไปสู่การเป็นกลไกสนับสนุนทางปัญญาที่ช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ปัญญาประดิษฐ์จะทำหน้าที่เครื่องมือสนับสนุนกระบวนการคิด ผ่านการกระตุ้นด้วยคำถาม การจำลองสถานการณ์ และการให้ข้อมูลย้อนกลับในทันที กลไกดังกล่าวผลักดันให้ผู้เรียนเกิดภาวะความขัดแย้งทางปัญญา โดยเฉพาะในการศึกษาวิชาชีววิทยา ซึ่งพบว่าปัญญาประดิษฐ์มีส่วนช่วยสนับสนุนกระบวนการสืบเสาะ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการประเมินข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล (Nawaz, 2024)

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยามักเผชิญข้อจำกัดจากการเรียนรู้แบบท่องจำเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการพัฒนาสมรรถนะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ากับกระบวนการสะเต็มศึกษาจะทำหน้าที่เสมือนกลไกสนับสนุนกระบวนการคิดระดับบุคคลที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ และตัวแปรตามได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของ Watson and Glaser (1980)



แผนภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบทดลองกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากร ได้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 2 ห้อง รวม 36 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรพืช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จำนวน 19 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากเป็นกลุ่มนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาบังคับดังกล่าวทั้งชั้นเรียน ทั้งนี้ แม้กลุ่มตัวอย่างจะมีขนาดเล็ก ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ พบว่าข้อมูลคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถเลือกใช้สถิติเชิงอนุมานประเภท Parametric ในการทดสอบสมมติฐานครั้งนี้ได้อย่างเหมาะสม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้การยกระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง อาณาจักรพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 1 แผน ได้ผ่านการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

2.2 แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เรื่อง อาณาจักรพืช โดยมีประเด็นเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดังนี้ 1) การสรุปอ้างอิง 2) การยอมรับข้อสันนิษฐานเบื้องต้น 3) การนิรนัย 4) การตีความ และ 5) การประเมินข้อโต้แย้ง ข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ได้ผ่านการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) รายข้อ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.05-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.29-0.57 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง อาณาจักรพืช โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ 2) ด้านผู้สอน และ 3) ด้านความพึงพอใจโดยรวม เป็นแบบประเมินแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้ผ่านการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.89

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ปฐมนิเทศ ชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยให้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่างรับทราบ และชี้แจงบทบาทหน้าที่ของนักศึกษาและผู้วิจัย

3.2 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ

3.3 ผู้วิจัยทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 แผน ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ

3.5 ให้นักศึกษาทำแบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์

3.6 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics data) ใช้สำหรับทดสอบสมมติฐานและเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษาก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้สถิติค่าที (Paired sample t-test) เนื่องจากข้อมูลได้ผ่านการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) แล้ว เพื่อทดสอบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (Significant level) .05

4.2 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics data) ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ โดยคำนวณ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่ออธิบายแนวโน้มของข้อมูลการแปลผลของค่าเฉลี่ยเป็นไปตามเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2560)

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.54/86.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

การหาประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย (E_1/E_2)
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	19	110	90.79	3.81	82.54/86.32
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	19	30	25.89	0.99	

จากตารางที่ 1 พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 82.54/86.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) พิจารณาจากคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 19 คน (คะแนนเต็ม 110 คะแนน) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 90.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.81 คิดเป็นร้อยละ 82.54 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) พิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเดิม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 25.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.99 คิดเป็นร้อยละ 86.32

วัตถุประสงค์ที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่างของคะแนน	t	Sig. (2 tailed)
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.			
1. การสรุปอ้างอิง	2.32	1.70	5.37	0.76	3.05	7.61*	.00
2. การยอมรับข้อสันนิษฐานเบื้องต้น	2.21	1.23	5.42	1.02	3.21	8.65*	.00
3. การนิรนัย	1.95	1.08	4.32	1.00	2.37	7.69*	.00
4. การตีความ	1.37	1.01	5.11	1.20	3.74	10.70*	.00
5. การประเมินข้อโต้แย้ง	1.68	1.38	5.58	0.84	3.90	10.64*	.00
ภาพรวม	**9.53**	-	**25.80**	-	**16.26**	**14.34***	**.00**
Mean Difference = 16.26 คะแนน, 95% CI = 13.88–18.65, Cohen's dz = 3.29 (Very Large Effect Size)							

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษามีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.17 และค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.36 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (Mean Difference) พบว่าผู้เรียนมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 16.26 คะแนน โดยมีช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อยู่ระหว่าง 13.88–18.65 คะแนน ซึ่งช่วงความเชื่อมั่นดังกล่าวไม่ครอบคลุมศูนย์ แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งเมื่อพิจารณาขนาดอิทธิพลด้วย Cohen's dz พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.29 ซึ่งจัดอยู่ในระดับขนาดอิทธิพลใหญ่มาก (Very Large Effect Size) ตามเกณฑ์ของ Cohen (1988) สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์มีผลต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในระดับสูง ทั้งในเชิงสถิติและเชิงปฏิบัติ

วัตถุประสงค์ที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาบูรณาการร่วมกับการเรียนวิชาชีววิทยาในลักษณะระบบขับเคลื่อนทางปัญญาเป็นสิ่งแปลกใหม่ที่นักศึกษาไม่เคยสัมผัสมาก่อนในการเรียนรูปแบบเดิม ความตื่นเต้นและความน่าสนใจของเทคโนโลยีจึงส่งผลเชิงพฤติกรรม ทำให้นักศึกษามีเจตคติเชิงบวก

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 82.54/86.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของกระบวนการถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสมและใช้งานได้จริง สะท้อนให้เห็นว่าในระหว่างที่นักศึกษาลงมือทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาและทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ ทำให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจเนื้อหา ปฏิบัติงานตามขั้นตอน และทำแบบฝึกหัด/ใบงานระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 82.54 สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าตัวกิจกรรม แผนการสอน และภาระงานที่ผู้วิจัยออกแบบมา มีความยากง่ายที่พอดี มีความน่าสนใจ และมีการจัดลำดับขั้นตอนที่ช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ สะท้อนให้เห็นว่า นักศึกษาได้เรียนรู้และสะสมในระหว่างทำกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gyulsina (2024) ที่ศึกษาเรื่องผลกระทบของปัญญาประดิษฐ์ต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งพบว่าการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์เข้ากับกระบวนการสะเต็มไม่ได้ทำให้ผู้เรียนคิดน้อยลง แต่กลับทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่บังคับให้ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินทางเลือกต่างๆ อย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมจากการรับและท่องจำความรู้ มาเป็นการสะท้อนคิดและประยุกต์ใช้ ซึ่งส่งผลให้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณพัฒนาขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

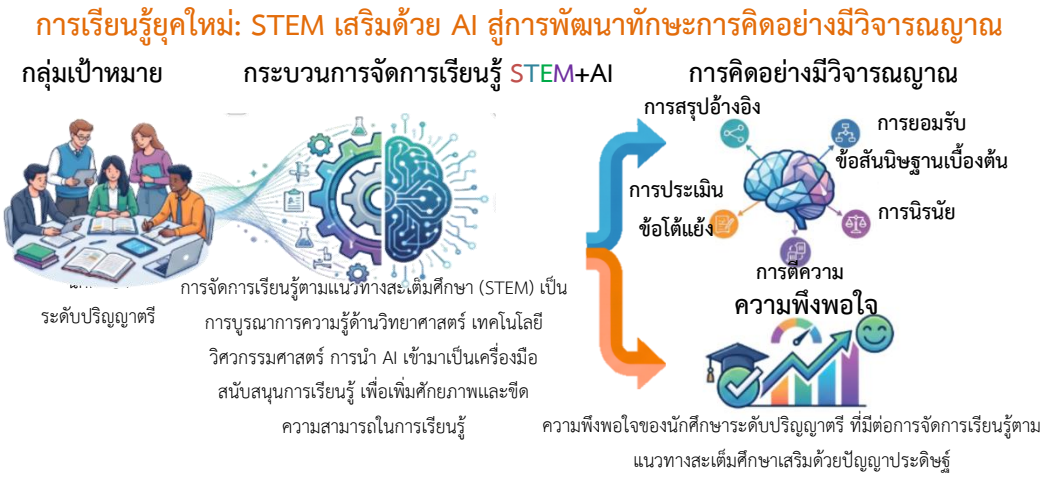
ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์มีประสิทธิภาพในการยกระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (Kasmiruddin et al., 2025) การประเมินข้อโต้แย้งมีพัฒนาการสูงสุด อย่างไรก็ตามการนิรนัยมีพัฒนาการน้อยที่สุดสอดคล้องกับการจัดการสอนโดยใช้แผนผังเชิงโต้แย้งต่อความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิตและระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ (Mankong and Suppapittayaporn, 2018) แต่ไม่สอดคล้องกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งพัฒนาการมากที่สุดและน้อยที่สุดคือการสรุปความและการตีความ ตามลำดับ (Satidgosol and Art-in, 2024) ในขณะเดียวกัน Schei et al., (2024) กล่าวว่าการใช้ปัญญาประดิษฐ์ทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับและสะท้อนคิดได้รวดเร็วส่งผลให้การพัฒนาในข้อที่ต้องอาศัยการอธิบายเชิงกลไก และความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้น กลไกสำคัญคือ AI ทำหน้าที่ป้อนคำถามกระตุ้น (Prompting) ให้ผู้เรียนตรวจสอบเหตุผลของตนเอง ช่วยจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินหลักฐาน และเป็นฐานข้อมูลให้ฝึกคัดกรองความน่าเชื่อถือ ซึ่งกระบวนการนี้ช่วยขับเคลื่อนระบบคิดวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งอย่างเป็นระบบ แตกต่างจากการเรียนสะเต็มปกติ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์มีกิจกรรมและคำถามที่ถามเกี่ยวกับการประเมินข้อโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนกิจกรรมและคำถามที่เกี่ยวกับการนิรนัยต้องปรับปรุงหรือเพิ่มคำถามในส่วนของการนิรนัย สะท้อนให้เห็นว่านักศึกษามีความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง นักศึกษามีความสามารถจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ แสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ในระดับมากที่สุดในทุกด้านและทุกประเด็น มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมเท่ากับ 4.61 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 อย่างไรก็ตาม คะแนนที่สูงมากที่สุดทุกข้อนี้ อาจอธิบายได้จากปรากฏการณ์เพดาน (Ceiling Effect) ซึ่งเกิดจากความแปลกใหม่ของเทคโนโลยี AI ที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเนื่องจากไม่เคยใช้ในวิชาชีววิทยามาก่อน ส่งผลให้แนวโน้มคะแนนพึงพอใจสูงเกือบเต็มทุกด้านจากผลการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้ออกแบบกิจกรรมเชิงบูรณาการระหว่างสะเต็มศึกษา และปัญญาประดิษฐ์ ทำให้นักศึกษารู้สึกมีส่วนร่วม สนุกกับการเรียน และเห็นคุณค่าของการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยสร้างความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ploenchai and Chaijaroen (2025) ระบุว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับสูงเมื่อผู้สอนใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยอธิบายแนวคิดเชิงซับซ้อนและออกแบบกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือคิดมากกว่ารับข้อมูลผลดังกล่าวสะท้อนว่าผู้สอนมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้รับการสนับสนุนและไว้วางใจ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด และยังสอดคล้องกับ Achhibat et al., (2025) กล่าวว่าความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จะสูงขึ้นเมื่อผู้สอนสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการโต้ตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างต่อเนื่องส่งผลให้นักศึกษารู้สึกว่าตนเองได้รับการสนับสนุนทางอารมณ์และทางวิชาการอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อยกระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่าเมื่อนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไปใช้งานกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถทำให้นักศึกษามีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ มีกลไกสำคัญในการขับเคลื่อน ระบบขับเคลื่อนทางปัญญา โดย AI จะทำหน้าที่ป้อนคำถามกระตุ้นคิดย้อนกลับให้ผู้เรียนตรวจสอบตรรกะเหตุผล ทำหน้าที่จำลองสถานการณ์เพื่อประเมินหลักฐานเชิงประจักษ์ และเป็นฐานข้อมูลอัจฉริยะที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการสะท้อนคิดและการจำแนกความสมเหตุสมผลของข้อมูลอนุกรมวิธานพืชที่มีความซับซ้อนอย่างเป็นระบบ ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 สรุปองค์ความรู้ใหม่จากการวิจัยครั้งนี้

สรุป

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นรากฐานสำคัญจากการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้วิชาชีววิทยาจากเดิมที่เน้นการท่องจำเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ไปสู่การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เสริมประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนทางปัญญาระดับบุคคลในการกระตุ้นการสืบเสาะและให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ส่งผลให้นักศึกษามีระดับคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากการที่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่บังคับให้มีการวิเคราะห์ ประเมินหลักฐาน และจำแนกความสมเหตุสมผลของข้อโต้แย้งอย่างเป็นระบบผ่านโครงสร้างการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ในขณะเดียวกันการที่นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดนั้นมีปัจจัยมาจากบรรยากาศการเรียนรู้ที่ทันสมัยซึ่งช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วม สนุกกับการเรียน และเห็นคุณค่าของการใช้เทคโนโลยีสร้างองค์ความรู้ใหม่ภายใต้การสนับสนุนอย่างใกล้ชิดจากผู้สอน ซึ่งทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาที่สร้างแรงจูงใจและปฏิสัมพันธ์เชิงบวกในการพัฒนาสมรรถนะการคิดขั้นสูงสำหรับศตวรรษที่ 21 อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีประสิทธิภาพ 82.54/86.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ดังนั้นสถาบันอุดมศึกษา สถานศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมให้นำรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้เป็นต้นแบบในการยกระดับสมรรถนะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า นักศึกษามีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อวิเคราะห์รายด้านพบว่า ด้านการนิรนัยมีพัฒนาการน้อยที่สุด ดังนั้นในการนำกระบวนการนี้ไปใช้ ผู้สอนควรปรับปรุงหรือเพิ่มสัดส่วนของกิจกรรมและชุดคำถามที่เน้นการฝึกทักษะด้านการนิรนัยให้มากขึ้น ควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยกระตุ้นการสะท้อนคิด

1.3 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยด้านผู้สอนสูงที่สุด ดังนั้น ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับบทบาทของตนเองในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการโต้ตอบ คอยให้ข้อมูลย้อนกลับ และทำหน้าที่เป็นผู้กำกับดูแลโครงสร้างการเรียนรู้ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเกิดภาวะพึ่งพาเทคโนโลยีมากเกินไปจนลดทอนการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งต่อไปควรดำเนินการในลักษณะของการทดลองที่มีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลของการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเสริมด้วยปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น. https://library.catc.or.th/book-detail/9918

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *คู่มือการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษา (ม.1-6)*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. https://www.scimath.org/ebook-stem/item/13063-1-6-1-4

Achhibat, I., Ait Lbour, D., & Lebzar, B. (2025). The impact of artificial intelligence on student satisfaction in higher education: Opportunities and ethical challenges. *International Journal of Information and* Education *Technology, 15*(6), 1182–1192. https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.6.2321

Andreucci-Annunziata, P., Riedemann, A., Cortés, S., Mellado, A., del Río, M. T., & Vega-Muñoz, A. (2023). Conceptualizations and instructional strategies on critical thinking in

higher education: A systematic review of systematic reviews. *Frontiers in Education, 8*, Article 1141686. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1141686

Arif, W. P., Sari, M. S., & Lestari, S. R. (2025). Unveiling the roots of botanical literacy: A systematic literature review on its concepts and domains. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(4), Article em2612. https://doi.org/10.29333/ejmste/16121

Asri, K., Gita, R. S. D., Priawasana, E., & Marsidi. (2025, November 12-13). *Developing the framework of hydroponic farming to enhance students' science literacy for the implementation of RBL-STEM learning activities* [Conference presentation]. The AIP Conference on Physics Education and Its Application (PESIP 2025), Surabaya, Indonesia. https://doi.org/10.1063/5.0299315

Barak, M., & Shahab, C. (2023). The conceptualization of critical thinking: Toward a culturally inclusive framework for technology-enhanced instruction in higher education. *Journal of Science Education and Technology, 32*, 872–883. https://doi.org/10.1007/s10956-022-09999-4

Bui, T., Nguyen, T., Nguyen, M., Tran, T., Nguyen, T., Tran, V., Dang, U. P., Vu, C., & Hoang, A. (2024). Research on STEM in early childhood education from 1992 to 2022: A bibliometric analysis from the Web of Science database. *European Journal of Educational Research*, *13*(3), 1057–1075. https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.3.1057

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. https://utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf

Gyulsina, B. (2024). The impact of artificial intelligence on the development of critical thinking in the process of learning STEM disciplines. ***Холодная наука***, *8*, 47–55. https://cyberleninka.ru/article/n/the-impact-of-artificial-intelligence-on-the-development-of-critical-thinking-in-the-process-of-learning-stem-disciplines

Jaramillo Gómez, D. L., Álvarez Maestre, A. J., Parada Trujillo, E., Pérez Fuentes, C. A., Bedoya Ortiz, D. H., & Sanabria Alarcón, R. K. (2025). Determining factors for the development of critical thinking in higher education. *Journal of Intelligence, 13*(6), Article 59. https://doi.org/10.3390/jintelligence13060059

Kasmiruddin, K., Winarni, E. W., & Rahman, A. (2025). Enhancing critical thinking skills of biology students through the development of STEM-based invertebrate zoology teaching materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *11*(9), 237–244. https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i9.11637

Kumar, J. M. (2024). The imperative of critical thinking in higher education. *IETE Technical Review, 41*(5), 509–510. https://doi.org/10.1080/02564602.2024.2390290

Mankong, P., & Suppapittayaporn, D. (2018). Critical thinking ability in science of grade 8 students learned through argument mapping. *Journal of Education Naresuan University*, *20*(4), 129 –143. https://search.asean-cites.org/article.html?b3BlbkFydGljbGUmaWQ9MjI3MjQw

Nawaz, M. (2024). AI in STEM education: Enhancing problem-solving and critical thinking skills. *AI EDIFY Journal*, 1(4). https://researchcorridor.org/index.php/aiej/article/view/252

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Ouyang, F., Dinh, T. A., & Xu, W. (2023). A systematic review of AI-driven educational assessment in STEM education. *Journal for STEM Education Research, 6*(2), 408–426. https://doi.org/10.1007/s41979-023-00112-x

Papaneophytou, C., & Nicolaou, S. A. (2025). Promoting critical thinking in biological sciences in the era of artificial intelligence: The role of higher education. *Trends in Higher Education, 4*(2), Article 24. https://doi.org/10.3390/higheredu4020024

Ploenchai, K., & Chaijaroen, S. (2025). The development of critical thinking of grade 9 students learning with constructivist web-based learning environment integrated with artificial intelligence in computing science. *Journal of Information and Learning*, *36*(2), Article e280693. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/280693

Rivas, B., Saiz, C., & Ossa, C. (2022). Metacognitive strategies and development of critical thinking in higher education. *Frontiers in Psychology, 13*, Article 913219. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.913219

Satidgosol, R., & Art-in, S. (2024). Development of problem-solving and critical thinking abilities of grade 10 students using problem-based learning with flipped classroom. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University*, *14*(3), 241–255. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/npuj/article/view/281247

Schei, O. M., Møgelvang, A., & Ludvigsen, K. (2024). Perceptions and use of AI chatbots among students in higher education: A scoping review of empirical studies. *Education Sciences, 14*(8), Article 922. https://doi.org/10.3390/educsci14080922

Shahbazloo, F., & Mirzaie, R. A. (2023). Investigating the effect of 5E-based STEM education in solar energy context on creativity and academic achievement of

female junior high school students. *Thinking Skills and Creativity, 49*, Article 101336. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101336

Suherman, S., Vidákovich, T., Mujib, M., Hidayatulloh, H., Andari, T., & Susanti, V. D. (2025). The role of STEM teaching in education: An empirical study to enhance creativity and computational thinking. *Journal of Intelligence, 13*(7), Article 88. https://doi.org/10.3390/jintelligence13070088

Uno, G. E. (2009). Botanical literacy: What and how should students learn about plants? *American Journal of Botany*, *96*(10), 1753-1759. https://doi.org/10.3732/ajb.0900025

Watson, G., & Glaser, E. M. (1980). *Watson-Glaser critical thinking appraisal*. The Psychological Corporation. https://books.google.com/books/about/Watson_Glaser_Critical_Thinking_Apprais a.html?id=jtGJnQEACAAJ

Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The applications of artificial intelligence in STEM education: A systematic review (2011–2021). *International Journal of STEM Education, 9*, Article 59. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5

Yu, L., & Zin, Z. M. (2023). The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models: A systematic review. *Frontiers in Education, 8*, Article 1139987. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1139987