

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*
Problem-Based Learning (PBL) Integrated with the Scientific Writing Heuristic (SWH) Technique to Develop Critical Thinking and Problem-Solving Skills on the Topic of Applying Chemical Knowledge to Solve Problems among Grade 12 Students



¹พร้อมพงศ์ นันทเวช และ สกนธ์ชัย ชะนูนันท์

¹Prompong Nantawach and Sknochai Chanunan

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Faculty of Education, Naresuan University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: prompongn59@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นกำหนดปัญหา (2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา (3) ขั้นรวบรวมและจัดการข้อมูล (4) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าร่วมกับ SWH (5) ขั้นประเมินและตัดสินใจ และ (6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 24 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ใบกิจกรรม แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผล รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 วงจร ได้แก่ วงจรที่ 1 ปัญหาขยะพลาสติก วงจรที่ 2 ปัญหาน้ำมันในแหล่งน้ำ และวงจรที่ 3 ปัญหาขยะอินทรีย์ เวลา 12 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการตรวจสอบแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า (1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ PBL ร่วมกับ SWH ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะสำคัญคือ การเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียน การตั้งคำถามขึ้นเพื่อส่งเสริมการวิเคราะห์ การใช้ใบกิจกรรมที่มีโครงสร้างชัดเจน และการจัดกิจกรรม Gallery Walk เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ใช้เหตุผลที่หลากหลาย และสะท้อนผลจากการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ

ได้แก่ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ และการแก้ปัญหา โดยองค์ประกอบที่พัฒนาเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือการแก้ปัญหา รองลงมาคือการคิดอย่างเป็นระบบ ขณะที่องค์ประกอบที่พัฒนาน้อยที่สุดคือการให้เหตุผลและการใช้วิจารณญาณ อย่างไรก็ตาม พัฒนาการของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามลำดับวงจรที่ 1 ถึง 3 อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน; เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์; ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา; การเรียนรู้วิชาเคมี

Abstract

This research article was a classroom action research aimed at: (1) examining approaches to implementing Problem-Based Learning (PBL) integrated with the Scientific Writing Heuristic (SWH) technique to enhance critical thinking and problem-solving skills in applying chemical knowledge among Grade 12 students, and (2) investigating the effects on students' critical thinking and problem-solving skills following PBL integrated with SWH in chemical problem-solving. The learning model consisted of six steps: (1) identifying the problem, (2) understanding the problem, (3) collecting and organizing information, (4) conducting research collaboratively using SWH, (5) evaluating and making decisions, and (6) presenting and assessing work. The sample comprised 24 Grade 12 students selected purposively. Research instruments included three lesson plans, activity sheets, an assessment form for critical thinking and problem-solving skills, a learning behavior observation checklist, and a reflection form. The study was conducted in three cycles: Cycle 1 refers to plastic waste problem, Cycle 2 refers to oil contamination in water sources, and Cycle 3 refers to organic waste problem, over a total of 12 hours. Data were analyzed using content analysis, and credibility was ensured through triangulation.

The research findings revealed as follows: (1) The developed learning approach integrating PBL with SWH was characterized by selecting situations relevant to students' lives, using guiding questions to promote analysis, employing clearly structured activity sheets, and organizing Gallery Walk activities for exchanging ideas. This approach enabled students to systematically analyze problems, apply diverse reasoning, and effectively reflect on their learning; and (2) students' critical thinking and problem-solving skills improved across all components, including reasoning, systematic thinking, judgment and decision-making, and problem-solving. The greatest improvement was observed in problem-solving, followed by systematic thinking, while reasoning and judgment showed the least improvement. Nevertheless, students' skills showed continuous growth across the three cycles, demonstrating the effectiveness of the implemented learning approach.

Keywords: Problem-Based Learning; Scientific Writing Heuristic; Critical Thinking and Problem-Solving Skills; Chemistry Learning

บทนำ

ในยุคศตวรรษที่ 21 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาถูกจัดให้เป็นทักษะสำคัญในการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสำหรับการใช้ชีวิตและทำงานในสังคมที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Partnership for 21st Century Skills, 2019) โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถาม ตรวจสอบหลักฐาน วิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาความเข้าใจผ่านกระบวนการสืบเสาะอย่างเป็นระบบ (National Research Council, 2012) ทักษะเหล่านี้ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ (Facione, 2011; Two Rivers Learning Institute, 2023)

อย่างไรก็ตาม รายงานจากองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2018) ผ่านผลการประเมิน PISA พบว่านักเรียนไทยยังขาดความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Rahman, 2019) โดยมีสาเหตุสำคัญมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการท่องจำและการบรรยายมากกว่าการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และตัดสินใจ แก้ปัญหาจริง (Office of the Basic Education Commission (OBEC), 2019; Office of the Basic Education Commission (OBEC), 2023) สอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีของผู้วิจัย ซึ่งพบว่านักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงวิทยาศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นระบบ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์จริง ฝึกตั้งคำถาม ค้นคว้า แลกเปลี่ยนความคิด และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Hmelo-Silver, 2004) แต่ในทางปฏิบัติ PBL ยังมีข้อจำกัด โดยเฉพาะความไม่ชัดเจนในการจัดลำดับความคิด และความไม่มั่นใจของนักเรียนในการใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ (Suwannanoi, 2014) เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) จึงเป็นแนวทางเสริมที่มีศักยภาพในการช่วยให้การเรียนรู้มีความเป็นระบบ โดยการใช้การเขียนเป็นเครื่องมือในการตั้งคำถาม วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และสะท้อนความคิดอย่างมีหลักฐานสนับสนุน (Ruangtham, 2016; Burke et al., 2006) งานวิจัยของ Nam et al. (2010) และ Nurnberg (2017) พบว่า SWH สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงข้อมูล และการสื่อสารผลการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเมื่อผสมผสานระหว่าง SWH และ PBL จึงเป็นแนวทางที่จะทำให้นักเรียนต้องจัดระบบความคิดและเขียนอธิบายความคิดเหล่านั้นเป็นขั้นตอน ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hand and Keys, 1999) ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายด้านการศึกษาในระดับประเทศ (Ministry of Education, 2017; 2018) และกรอบแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเนื้อหาเอกสารแนวคิดทฤษฎี โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ผู้วิจัยได้วางแผน โดยเริ่มจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนทั้งจากการสังเกต การตรวจใบกิจกรรม สืบหาสาเหตุของปัญหา

1.2 ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัย หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เพื่อนำข้อมูลมาวางแผนเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการดำเนินการในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH), (2) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยเครื่องมือทั้งหมดได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (Srisawat, 2554) ซึ่งกำหนดว่าเครื่องมือจะถือว่ามีความเหมาะสม หากมีค่าเฉลี่ยของการประเมินไม่ต่ำกว่า 3.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ย่อย 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ครอบคลุมเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อประเมินความเหมาะสม พบว่าแผนมีค่าเฉลี่ย = 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.58 อยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

2.1.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบเพื่อให้ผู้วิจัยและผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ครูประจำการ ได้สะท้อนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน โดยประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ย = 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.10 จัดอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ได้แก่

2.2.1 แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยแบบเขียนตอบอิสระ พัฒนาแบบวัดจากกรอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 สถานการณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามย่อย สถานการณ์ละ 7 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 21 ข้อ โดยสถานการณ์ของแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียนจะแตกต่าง ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ พบว่ามีค่าระหว่าง 0.67 - 1.00 แสดงว่า ข้อคำถามสามารถใช้วัดตามวัตถุประสงค์ได้

2.2.2 ใบกิจกรรม สร้างขึ้นเพื่อสะท้อนพฤติกรรมของผู้เรียนตามองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 4 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าข้อนั้นสามารถนำไปประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ พบว่าทุกข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งถือว่า สามารถใช้ประเมินได้

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 24 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง ภายใต้บริบทการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง “การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา” โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการในรูปแบบวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ ปัญหาขยะพลาสติก ปัญหาน้ำมันในแหล่งน้ำ และปัญหาขยะอินทรีย์ แต่ละวงจรดำเนินการตามขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ วางแผน (Plan), ปฏิบัติ (Act), สังเกต (Observe), และสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งตามเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลได้เป็น 3 เครื่องมือ ดังนี้

- 1) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ นำข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้จากการบันทึกของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต ซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 8 ปี มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)
- 2) แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เป็นการวัดองค์ประกอบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ได้แก่ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา
- 3) ใบกิจกรรมเป็นการวัดองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ได้แก่ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน การจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง จากนั้นใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 วงจร ได้แก่ วงจรที่ 1 เรื่อง ปัญหาขยะพลาสติก วงจรที่ 2 เรื่อง ปัญหาน้ำมันในแหล่งน้ำ และวงจรที่ 3 ปัญหาขยะอินทรีย์ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นรวบรวมและจัดการข้อมูล 4) ขั้น

ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ร่วมกับ SWH 5) ขึ้นเนินและตัดสินใจ 6) ชื่นนำเสนอและประเมินผลงาน โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยที่เป็นครูประจำการทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ใน 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรที่ 1 เรื่องปัญหาขยะพลาสติก วงจรที่ 2 เรื่องปัญหาน้ำมันในแหล่งน้ำ และวงจรที่ 3 เรื่องปัญหาขยะอินทรีย์ พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดปัญหา (2) การทำความเข้าใจกับปัญหา (3) การรวบรวมและจัดการข้อมูล (4) การศึกษาค้นคว้าร่วมกับ SWH (5) การประเมินและตัดสินใจ และ (6) การนำเสนอและประเมินผล ลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ได้แก่

1) การเลือกสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนของครูประจำการที่กล่าวว่า

“นักเรียนทุกคนทุกกลุ่มได้ใช้ความคิด มีส่วนร่วมในการอภิปราย จึงทำให้นักเรียนสามารถนำสถานการณ์ตัวอย่างที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริงไปเทียบเคียงกับสถานการณ์หลัก และสามารถตั้งสมมติฐานและเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมีได้ถูกต้อง”

(In-service teacher, Learning Reflection Form - Cycle 3, February 19, 2025)

2) การตั้งคำถามขึ้นนำที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ ซึ่งครูจะใช้คำถามขึ้นนำเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ และมองตัวอย่างที่ครูยกให้ละเอียดมากขึ้น โดยตัวอย่างคำถามเช่น “สิ่งนี้เราเคยเรียนมาก่อนหรือไม่?” “ข้อมูลนี้เพียงพอหรือยัง?” “ถ้าจะใช้ข้อมูลนี้แก้ปัญหา ต้องรู้เพิ่มเติมอะไรอีก?” เมื่อใช้คำถามเหล่านี้แล้วผลจากการสังเกตพบว่าเมื่อให้ทำกิจกรรมในสถานการณ์หลักในวงจรปฏิบัติการนี้ นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่ต้องใช้ และข้อมีความมั่นใจในข้อมูลเดิมมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนของครูประจำการที่กล่าวว่า

“เมื่อครูมีการถามไถ่ไลน์ให้นักเรียน นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมได้เร็ว และถูกต้องมากขึ้น”

(In-service teacher, Learning Reflection Form - Cycle 3, February 20, 2025)

3) การใช้ใบกิจกรรมที่มีโครงสร้างชัดเจนทำให้นักเรียนสามารถระบุการทดลองที่มีความละเอียดมากขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถบรรลุสู่ผลการทดลองที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ โดยการระบุสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ได้ครบและถูกต้อง การออกแบบตารางบันทึกผลที่แสดงให้เห็นถึงผลการทดลองและข้อมูลที่จะนำไปสนับสนุนในการแก้ปัญหา เช่น การบอกความเหมาะสม ข้อจำกัดของวิธีที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนผลของครูประจำการที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการสรุปผลการทดลองที่กระชับตรงประเด็น และมีการบอกถึงความแตกต่างของวิธีที่ใช้”

(In-service teacher, Learning Reflection Form - Cycle 3, February 20, 2025)

4) การจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เช่น Gallery Walk สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจข้อสรุปของเพื่อน ข้อสรุปภายนอก และสามารถสะท้อนความคิดได้ดีขึ้น องค์ประกอบเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ แสดงเหตุผลที่หลากหลาย และสะท้อนผลการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนมีการจัดระบบข้อมูลที่ได้รับมามากขึ้น สามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมาโดยสามารถบอกความเหมือน ชี้ข้อแตกต่าง บอกข้อพัฒนาที่ควรปรับ และสามารถอธิบายก่อน-หลังเรียนรู้ พร้อมระบุเหตุผลและหลักฐานสนับสนุน ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนผลของครูประจำการและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“จากการสังเกตนักเรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มมากขึ้น ละเอียดยิ่งขึ้น มีการแลกเปลี่ยนในความคิดเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ในข้อมูลที่รับมา ทำให้นักเรียนสามารถเขียนสะท้อนข้อสรุปของกลุ่มตนเองได้ดียิ่งขึ้น”

(In-service teacher, Learning Reflection Form - Cycle 3, February 20, 2025)

“ในการดำเนินกิจกรรมนักเรียนอภิปรายข้อมูลที่ได้ดีขึ้นมาก จากการตรวจใบกิจกรรมของนักเรียนพบว่าในการเขียนการสะท้อนข้อสรุปของนักเรียนมีความชัดเจนมากขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติก่อนหน้า”

(Researcher, Learning Reflection Form - Cycle 3, February 20, 2025)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผลการพัฒนาของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยแสดงผลการวิจัยเป็น

2.1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมและอินโฟกราฟิกที่นักเรียนได้ร่วมกันสร้างขึ้นในชั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มของนักเรียนจำนวน 24 คน โดยความสามารถของนักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และนำผลมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ระหว่างการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบการ คิดอย่างมี วิจารณญาณและ การแก้ปัญหาตาม กรอบทักษะ ศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 st Century Skills, 2019)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	ระดับ 1 (ต่ำ)	ระดับ 2 (ปาน กลาง)	ระดับ 3 (สูง)	ระดับ 1 (ต่ำ)	ระดับ 2 (ปาน กลาง)	ระดับ 3 (สูง)	ระดับ 1 (ต่ำ)	ระดับ 2 (ปาน กลาง)	ระดับ 3 (สูง)
1. การให้เหตุผล อย่างมี ประสิทธิภาพ	83.33	16.67	0	16.67	66.67	16.67	0	33.33	66.67
2. การใช้การคิด อย่างเป็นระบบ	100	0	0	0	83.33	16.67	0	33.33	66.67
3. การใช้ วิจารณญาณและ การตัดสินใจ	83.33	16.67	0	16.67	66.67	16.67	0	33.33	66.67
4. การแก้ปัญหา	100	0	0	0	83.33	16.67	0	16.67	83.33

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์การพัฒนาของนักเรียนในองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงระดับพัฒนาการของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยเฉพาะในองค์ประกอบด้าน “การแก้ปัญหา” พบว่าในวงจรที่ 1 นักเรียนร้อยละ 100 อยู่ในระดับต่ำ แต่ในวงจรที่ 3 มีนักเรียนถึงร้อยละ 83.33 อยู่ในระดับสูง แสดงถึงพัฒนาการที่โดดเด่นที่สุด รองลงมาคือการใช้การคิดอย่างเป็นระบบ และขณะที่การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพและการใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจก็มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น ซึ่งมีนักเรียนอยู่ในระดับสูงเท่ากันที่ร้อยละ 66.67 อยู่ในระดับสูงในวงจรที่ 3 เช่นกัน

วิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยเก็บข้อมูลจากแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคล จำนวน 24 คน ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) แก้ปัญหา โดยการเทียบกับระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จาก การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ แก้ปัญหาตามกรอบทักษะศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 st Century Skills, 2019)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน					
	ก่อนการจัดการเรียนรู้			หลังการจัดการเรียนรู้		
	ระดับ	ระดับ 2	ระดับ	ระดับ	ระดับ 2	ระดับ
	1 (ต่ำ)	(ปาน กลาง)	3 (สูง)	1 (ต่ำ)	(ปาน กลาง)	3 (สูง)
1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ	66.7	33.3	0.0	0.0	45.8	54.2
2. การใช้การคิดอย่างเป็นระบบ	62.5	37.5	0.0	4.2	37.5	58.3
3. การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ	66.7	33.3	0.0	4.2	41.7	54.2
4. การแก้ปัญหา	54.2	45.8	0.0	0.0	33.3	66.7

จากตารางที่ 2 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 (ต่ำ) ในทุกองค์ประกอบ โดยเฉพาะ “การแก้ปัญหา” ที่ระดับ 1 มีร้อยละ 54.20 และไม่มีนักเรียนใดอยู่ในระดับ 3 (สูง) เลยในทุกองค์ประกอบ แสดงถึงการขาดทักษะเชิงลึกทั้งด้านเหตุผล การคิดเป็นระบบ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการชัดเจนในทุกด้าน โดยเฉพาะ “การแก้ปัญหา” ซึ่งมีนักเรียนถึงร้อยละ 66.70 ที่อยู่ในระดับ 3 (สูง) รองลงมาคือ “การใช้การคิดอย่างเป็นระบบ” และ “การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ” และ “การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ” ที่มีสัดส่วนของผู้เรียนในระดับสูงร้อยละ 54.20 จากการเปรียบเทียบทำให้ทราบว่าองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียนได้พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะองค์ประกอบ “การแก้ปัญหา” พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนที่สุด กล่าวคือ นักเรียนย้ายจากระดับ 1 (ต่ำ) ที่เคยมีสัดส่วนร้อยละ 54.20 มาอยู่ในระดับ 3 (สูง) ถึงร้อยละ 66.70 หลังการจัดการเรียนรู้

องค์ความรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

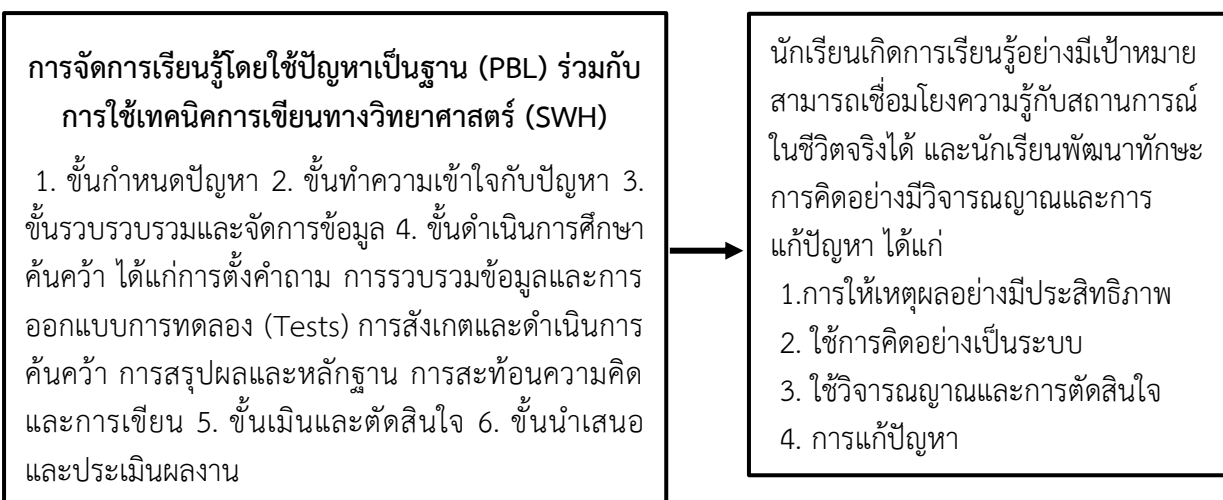


Figure 1: The New Body of Knowledge

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการยกสถานการณ์จริงหรือใกล้ตัวมาเป็นโจทย์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จากนั้นดำเนินการเรียนรู้ผ่านกระบวนการ PBL 6 ขั้นตอน เสริมด้วยการเขียนตามแนว SWH เพื่อจัดระเบียบความคิด วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลอย่างมีเหตุผล ปิดท้ายด้วยการนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนแนวคิด และประเมินร่วมกัน ซึ่งช่วยฝึกการคิดอย่างเป็นระบบและการสื่อสารเชิงวิพากษ์ แนวทางนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และตัดสินใจได้ดีขึ้น เรียนรู้อย่างมีเป้าหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง สำหรับครู เป็นแนวทางการสอนเชิงรุกที่มีแบบแผนชัดเจน และสำหรับองค์กรและสังคม เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพด้านความคิดและการสื่อสาร รูปแบบนี้สามารถนำไปใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือชีวิตประจำวัน ครูสามารถออกแบบใบงานให้สอดคล้องกับ SWH และใช้คำถามกระตุ้นตามขั้นตอนของ PBL และยังสามารถขยายผลสู่ระดับโรงเรียนหรือเขตพื้นที่ เพื่อยกระดับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นรูปธรรม

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในเรื่องการใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า จากการศึกษาแนวทางการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา นักเรียนเริ่มจากการมองปัญหาในระดับพฤติกรรมทั่วไป แต่เมื่อปรับให้ใช้สถานการณ์ใกล้ตัวและคำถามชี้แนะทางเคมี นักเรียนสามารถระบุปัญหาและสาเหตุได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Sararatna (2013); Chanpriang, Khunthongkeaw, and

Srithongkham (2023) และกรอบสาระวิชาเคมี (Ministry of Education, 2017) ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นคิดและตัวอย่างเปรียบเทียบช่วยให้นักเรียนเสนอสมมติฐานและแนวทางแก้ปัญหาที่มีเหตุผล อ้างอิงหลักการทางเคมีตรงตามแนวคิดของ Paul and Elder (2014) และ Partnership for 21st Century Skills (2019) ขั้นที่ 3 ขั้นรวบรวมและจัดการข้อมูล เมื่อนำแบบตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลมาใช้ ร่วมกับแหล่งข้อมูลหลากหลาย นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเลือกข้อมูลสนับสนุนการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลมากขึ้น สอดคล้องกับ Brookfield (2012) และ Partnership for 21st Century Skills (2019) ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนพัฒนาทักษะออกแบบการทดลอง สรุปผล และเปรียบเทียบแนวคิดได้อย่างเป็นระบบ โดยใช้กรอบ SWH ช่วยจัดระเบียบความคิดตามแนวทางของ Rueangtham (2016); Burke et al. (2006); Nam et al. (2010); Nurnberg (2017) ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินและการตัดสินใจ การใช้ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียร่วมกับคำถามกระตุ้นทำให้นักเรียนประเมินแนวทางต่าง ๆ ได้รอบด้าน และตัดสินใจโดยใช้หลักฐานสนับสนุน ตามแนวคิดของ Facione (1990) และ Saxton et al. (2012) ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน การให้ผู้เรียนซักถาม วิพากษ์ และประเมินผลงานกันเองด้วยเหตุผล ทำให้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเด่นชัด ตรงกับแนวคิดของ Paul and Elder (2014), Brookhart (2010) และ Partnership for 21st Century Skills (2019)

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยพัฒนาทักษะใน 4 องค์ประกอบตามกรอบ Partnership for 21st Century Skills (2019) ได้แก่ การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ การคิดอย่างเป็นระบบ การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

(1) การให้เหตุผล นักเรียนสามารถอ้างอิงหลักการทางเคมี ผลการทดลอง และข้อมูลที่สืบค้นมาได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในวงจรที่ 2 และ 3 หลังจากได้รับการฝึกฝนการเขียนด้วยเทคนิค SWH และกิจกรรมอภิปรายแนวคิด ส่งผลให้เหตุผลของนักเรียนมีความหลากหลายและสอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น สอดคล้องกับ Hand, Wallace, and Yang (2004) (2) การคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา จัดกลุ่มข้อมูล และเรียบเรียงข้อสรุปอย่างมีลำดับขั้นดีขึ้นผ่านใบกิจกรรมที่ปรับปรุงใหม่ และกิจกรรม Gallery Walk ที่เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนแนวคิดอย่างมีโครงสร้าง ซึ่งส่งผลต่อการจัดระบบความคิดตามแนวคิดของ Hmelo-Silver (2004), Jonassen (2000) และ Hand, Wallace, and Yang (2004) (3) การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการประเมินข้อดีข้อเสียของแนวทางการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในวงจรที่ 3 ที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลและผลการทดลองมาสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Ennis (1991) (4) การแก้ปัญหา นักเรียนสามารถตั้งคำถาม ออกแบบการทดลอง และประเมินผลอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการเขียนตามกรอบ SWH ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงอย่างสร้างสรรค์และมีหลักฐานรองรับ ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nurnberg (2017) และ Burke, Greenbowe, and Hand (2006)

สรุป

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผลการวิจัยพบว่าการดำเนินการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวสามารถส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมทั้งด้านความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์เชิงระบบ การให้เหตุผลอย่างมีหลักการ

ตลอดจนการประเมินและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ ในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนมีพัฒนาการที่ชัดเจนในทุกขั้นตอนตั้งแต่การกำหนดปัญหา ไปจนถึงการนำเสนอและประเมินผลงาน เริ่มจากการมองปัญหาในเชิงพฤติกรรมทั่วไป สู่วิธีคิดที่เชื่อมโยงกับแนวคิดทางเคมีอย่างเป็นระบบ เมื่อได้รับการชี้แนะผ่านคำถามและสถานการณ์ที่ใกล้ตัว การเรียนรู้จึงไม่ใช่เพียงการตอบคำถาม แต่เป็นการตั้งคำถาม วิเคราะห์สถานการณ์ สืบค้นข้อมูล และสร้างองค์ความรู้จากการลงมือทดลองและสะท้อนแนวคิดของตนเอง

เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการจัดระเบียบความคิดของนักเรียน ช่วยให้การวางแผนการทดลอง การบันทึกผล และการสรุปข้อค้นพบเป็นไปอย่างมีเหตุผลและชัดเจน อีกทั้งยังส่งเสริมการแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกันในกลุ่มเรียนรู้ ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเปรียบเทียบแนวคิด อ้างอิงหลักฐาน และเสนอความคิดเห็นอย่างมีหลักการมากยิ่งขึ้น ผลการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านการให้เหตุผลที่หลากหลายและเหมาะสม การวิเคราะห์และจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจโดยใช้หลักฐานสนับสนุน และการแก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนถึงความสำเร็จของแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานกระบวนการคิดและการสื่อสารเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีโครงสร้าง

กล่าวโดยสรุป แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงและการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Writing Heuristic: SWH) ที่มีการปรับปรุงในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการเรียนรู้เชิงรุก โดยเฉพาะในด้านการตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบการทดลอง สรุปผลอย่างมีเหตุผล และแลกเปลี่ยนแนวคิดบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ได้อย่างเป็นระบบ การเรียนรู้ภายใต้แนวทางดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีอย่างลึกซึ้ง และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นควรส่งเสริมการนำแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ร่วมกับ SWH ไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียน พร้อมทั้งจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ครูผู้สอน และพัฒนาชุดกิจกรรมหรือคู่มือการสอนที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกและการคิดอย่างมีเหตุผลบนฐานหลักฐานเชิงประจักษ์

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย PBL ร่วมกับ SWH ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในทุกองค์ประกอบ ได้แก่ การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ การคิดอย่างเป็นระบบ การใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจ และการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อคิดเห็น และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการ และเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริงเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงในวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อน รวมถึงสนับสนุนการสร้างสื่อและเครื่องมือประเมินที่เน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการสะท้อนผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้านและยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับ

2.1 ควรศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ PBL ร่วมกับ SWH ในรูปแบบที่หลากหลายเช่น การบูรณาการกับการเรียนรู้แบบ STEM (STEM-PBL-SWH) หรือการใช้ในบริบทวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่น เช่น ฟิสิกส์หรือชีววิทยา เพื่อขยายผลการพัฒนาไปสู่ผู้เรียนในวิชาอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยเสริมอื่น ๆ เช่น เจตคติที่มีต่อการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หรือความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม เพื่อให้เข้าใจองค์ประกอบที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้อย่างรอบด้านยิ่งขึ้น

References

- Brookfield, S. D. (2012). *Teaching for Critical Thinking: Tools and Techniques to Help Students Question their Assumptions*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Hand, B. M. (2006). Implementing the Science Writing Heuristic in the Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 83(7), 1032-1038.
- Chanpriang, T., Khunthongkeaw, R., & Srithongkham, P. (2023). The Development of Critical Thinking through Problem-Based Learning. *Journal of Educational Research*, 36(2), 45-58.
- Ennis, R. H. (1991). Critical Thinking: A Streamlined Conception. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5-24.
- Facione, P. A. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Millbrae, CA: Insight Assessment.
- Hand, B., & Keys, C. W. (1999). Inquiry Investigation: A New Approach to Laboratory Reports. *The Science Teacher*, 66(4), 27-29.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E. (2004). Using a Science Writing Heuristic to Enhance Learning Outcomes from Laboratory Activities in Seventh-Grade Science: Quantitative and Qualitative Aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a Design Theory of Problem Solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Ministry of Education. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008): Revised Edition 2017*. Bangkok, Thailand: Ministry of Education.
- Nam, J., Hand, B., & Butcher, K. (2010). The Impact of Argument-Driven Inquiry with the Science Writing Heuristic on Learning and Transfer of Classroom Learning. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1327-1351.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Nurnberg, D. (2017). Scientific Writing Heuristic and Student Learning in Laboratory Instruction. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 174-185.
- Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2019). *The Quality of Thai Science Education: PISA 2018 Results Summary*. Bangkok, Thailand: OBEC.
- Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2023). *PISA 2022 Thailand National Report*. Bangkok, Thailand: OBEC.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. Paris, France: OECD Publishing.
- Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st Century Learning Definitions*. Retrieved January 9, 2025, from <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Ruangtham, T. (2016). The Effects of Science Writing Heuristic Approach on Grade 10 Students' Scientific Reasoning. *Journal of Science Education*, 14(1), 35-47.
- Suwannanoi, P. (2014). The Development of Learning Outcomes Through Problem-Based Learning. *Journal of Education Studies*, 42(1), 56-72.