

ผลของการใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เพื่อส่งเสริมทักษะ ปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Effects of Using Board Game Combined with Online Learning Resources
to Enhance Chemical Laboratory Skills and
Attitudes Toward Chemistry of Upper Secondary School Students

Received: December 5, 2025

Revised: January 8, 2026

Accepted: January 13, 2026



ประวรรณ ขันติวรพันธุ์^{*1}

Porawat Khantiworapan



ประกอบ กรณีกิจ²

Prakob Koraneekij

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ต่อทักษะปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนที่ปึงกรวิทยาพัฒนา (ทวีวัฒนา) ในพระราชูปถัมภ์ฯ ปีการศึกษา 2568 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บอร์ดเกม แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมี และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 240 นาที (4 ชั่วโมง) จากนั้นจึงเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก

*Corresponding author, e-mail: 6580086427@student.chula.ac.th

¹ บัณฑิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Student of M.Ed. in Educational Technology and Communications, Department of Education Technology and Communications, Faculty of Education,
Chulalongkorn University. e-mail: 6580086427@student.chula.ac.th

² รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Associate Professor Dr. in Department of Educational Technology and Communications, Faculty of Education, Chulalongkorn University.

e-mail: prakob.k@chula.ac.th

10.40 เป็น 16.26 ขณะเดียวกัน เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 3.24 เป็น 4.33 ทั้งนี้ ผู้เรียนส่วนใหญ่สะท้อนว่าการใช้บอร์ดเกมช่วยให้เข้าใจอุปกรณ์และขั้นตอนการทดลองได้ง่ายขึ้น และเพิ่มความสนใจในการเรียนวิชาเคมี

คำสำคัญ บอร์ดเกม ทักษะปฏิบัติการเคมี เจตคติต่อวิชาเคมี

Abstract

This study aimed to investigate the effects of learning activities using a board game integrated with online learning resources on chemical laboratory skills and attitudes toward learning chemistry among upper secondary school students. The sample consisted of 35 upper secondary school students from Dipangkornwittayapat (Thawi Watthana) School under Royal Patronage in the 2025 academic year. The sample was selected using cluster random sampling. The research instruments included a board game, lesson plans, a chemical laboratory skills test, and an attitude toward chemistry questionnaire. The learning activities were conducted for a total of 240 minutes (4 hours). Data were collected before and after the implementation of the learning activities and analyzed using descriptive statistics and a paired-samples t-test.

The results revealed that after the implementation of the learning activities, students' chemical laboratory skills were significantly higher than before learning at the .05 level. The mean score for chemical laboratory skills increased from 10.40 to 16.26. At the same time, students' attitudes toward learning chemistry improved, with the mean score increasing from 3.24 to 4.33. In addition, most students reported that the use of the board game helped them better understand laboratory equipment and experimental procedures and increased their interest in learning chemistry.

Keywords: Board Game, Chemical Laboratory Skills, Attitudes toward Chemistry

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของการดำรงชีวิต ความก้าวหน้าทางอาชีพ และการพัฒนาเทคโนโลยีของสังคมยุคปัจจุบัน ซึ่งช่วยหล่อหลอมทักษะการคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผล และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของผู้เรียน (Chindanurak, 2016) ด้วยเหตุนี้ หลักสูตรวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะกิจกรรมการทดลอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจจากการลงมือปฏิบัติจริง (ยุพา ตันติเจริญ, 2529; มานี จันทรมล, 2529)

อย่างไรก็ตาม บริบทการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษากลับพบประเด็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างชัดเจน ผู้เรียนจำนวนไม่น้อยมีความไม่คุ้นเคยกับอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ไม่เข้าใจวิธีใช้ที่ถูกต้อง และมีความยากลำบากในการจัดลำดับขั้นตอนทดลองอย่างมี

ระบบ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนรู้สึกกังวลหรือกลัวความผิดพลาดระหว่างทำการทดลองจริง โดยเฉพาะเมื่อเกี่ยวข้องกับสารเคมีร้อน สารไวไฟ หรืออุปกรณ์ที่ต้องใช้ทักษะเฉพาะ ส่งผลให้ผู้เรียนบางส่วนหลีกเลี่ยงกิจกรรมปฏิบัติการและเกิดทัศนคติด้านลบต่อวิชาเคมี ปัญหาดังกล่าวยังทวีความชัดเจนเมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยที่ยังคงอยู่ในระดับต่ำอย่างต่อเนื่อง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) ซึ่งสะท้อนข้อเท็จจริงว่า ผู้เรียนต้องการสื่อหรือกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์ ขั้นตอนทดลอง และความปลอดภัย ก่อนเข้าสู่การทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ

เพื่อตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning) ได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการตัดสินใจ การลองผิดลองถูก และการแก้ปัญหาในบริบทที่มีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่มองว่าความรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติและประสบการณ์ของผู้เรียนเอง ภายใต้นิยามแนวคิดเกมเป็นฐานดังกล่าว บอร์ดเกม นับเป็นรูปแบบหนึ่งของเกมเพื่อการเรียนรู้ที่มีลักษณะเด่นด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่น การใช้กติกาเป็นกรอบการคิด และการจำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับบริบทจริงในลักษณะที่ปลอดภัยและควบคุมได้ งานวิจัยในด้านการจัดการเรียนรู้ทางเคมีและวิทยาศาสตร์พบว่า การนำบอร์ดเกมมาใช้สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิด ทักษะการคิดวิเคราะห์ และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนได้ฝึกวางแผน ตัดสินใจ และสะท้อนผลจากการกระทำของตนเองอย่างต่อเนื่อง (Russell, 1999; Franco-Mariscal et al, 2012; Chen et al, 2021) นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่นำบอร์ดเกมมาประยุกต์ร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น การใช้ QR Code เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลออนไลน์ด้านโครงสร้างทางเคมีและหมู่ฟังก์ชัน ซึ่งช่วยเสริมการเรียนรู้แบบทันทีตามจังหวะการเล่น และเพิ่มความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน (Chang & Yu, 2018) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นผลด้านความรู้ หรือทักษะการคิดเป็นหลัก ขณะที่การพัฒนาทักษะปฏิบัติการเคมี โดยเฉพาะการเลือกใช้อุปกรณ์ การจัดลำดับขั้นตอนทดลอง และการตระหนักถึงความปลอดภัย ผ่านบอร์ดเกมยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ในงานวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นการต่อยอดแนวคิดเกมเป็นฐานให้สอดคล้องกับบริบทการเรียนเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และมุ่งเติมเต็มช่องว่างของงานวิจัยเดิมในด้านทักษะปฏิบัติการเคมีอย่างเป็นระบบ

นอกจากเกมที่สร้างบริบทการเรียนรู้แล้ว แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมการเข้าถึงความรู้ของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นวิดีโอสาธิต ห้องทดลองเสมือนจริง หรือคลังข้อมูลอุปกรณ์เคมี ซึ่งสามารถทบทวนซ้ำได้ตามต้องการ การบูรณาการเทคโนโลยี เช่น QR Code เข้าไว้ในบอร์ดเกม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลเพิ่มเติมได้ทันทีในจังหวะที่ต้องการใช้ความรู้ ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างเชื่อมโยงและต่อเนื่อง (Chang & Yu, 2018; Kalogiannakis et al, 2023) การผสมผสานบอร์ดเกมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์จึงเป็นแนวทางที่ตอบสนองผู้เรียนยุคดิจิทัล ช่วยให้เกิดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่มีทั้งปฏิสัมพันธ์ สถานการณ์จำลอง และองค์ความรู้ที่ค้นหาได้ทันที

ด้วยเหตุนี้ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการบอร์ดเกมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์จึงเป็นกลไกสำคัญในการแก้ไขปัญหที่พบในรายวิชาเคมี ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจอุปกรณ์และขั้นตอนการทดลองได้อย่างมีระบบ เพิ่มความมั่นใจ ลดความกังวลด้านความปลอดภัย และพัฒนาทักษะปฏิบัติการก่อนเข้าสู่

การทดลองจริง พร้อมทั้งส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อการเรียนเคมี และรองรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เพื่อส่งเสริมทักษะปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 และ เขต 2 ในปีการศึกษา 2567 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนรวมประมาณ 78,000 คน โดยเป็นโรงเรียนในเขตเมืองที่มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คล้ายคลึงกันและอยู่ในบริบทเดียวกับโรงเรียนที่ใช้ในการทดลอง

1.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนที่ปทุมวิทยพัฒน์ (ทวีวัฒนา) ในพระราชูปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามโครงสร้างของห้องเรียน จึงกำหนดให้ห้องเรียนที่ถูกสุ่มได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่ ทักษะปฏิบัติการเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี

3. เครื่องมือที่ใช้

3.1 บอร์ดเกม

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ฯ

3.3 แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมี

3.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

3.1 บอร์ดเกม

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกม ChemEquip เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเคราะห์แนวคิดการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาจากนักวิชาการและนักการศึกษาที่เกี่ยวข้อง และจัดกรอบกระบวนการออกแบบเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดนิเทศน์ของบอร์ดเกม (2) การกำหนดกลไกของเกม (3) การออกแบบเพื่อการเรียนรู้ (4) การสร้างบอร์ดเกม และ (5) การทดสอบระบบเกม

ภายหลังการพัฒนา ผู้วิจัยได้นำบอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของสื่อ ผลการประเมินในภาพรวมพบว่ารายการประเมินทั้งหมด

มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.60–1.00 และผ่านเกณฑ์ความเหมาะสมครบทุกข้อ แสดงให้เห็นว่าบอร์ดเกม ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกิจกรรมบอร์ดเกม ChemEquip โดยดำเนินการตามขั้นตอน ได้แก่ (1) วิเคราะห์แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (2) กำหนดวัตถุประสงค์และโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ (3) ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ระยะเวลา 4 ชั่วโมง (4) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม และ (5) ปรับปรุงแผนตามข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบกิจกรรม ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิด Game-based Learning ร่วมกับแนวคิด Learning Curve และจัดกระบวนการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน (5P ได้แก่ Prepare, Prompt, Play, Pause และ Perform) เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของบอร์ดเกมและการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมพบว่ารายการประเมินทั้งหมดมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.80–1.00 และผ่านเกณฑ์ความเหมาะสมครบทุกข้อ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

3.3 แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมี

ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมี ฉบับปรนัย จำนวน 20 ข้อ และ (2) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติ โดยกำหนดองค์ประกอบของทักษะปฏิบัติการเคมีตามกรอบแนวคิดของสุณีย์ คล้ายนิล (2527) และกำหนดองค์ประกอบของเจตคติตามแนวคิดของ Oskamp (1977)

แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยสรุปผลการประเมินในภาพรวมพบว่ารายการประเมินมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.60–1.00 และผ่านเกณฑ์ความเหมาะสมครบทุกข้อ

ผู้วิจัยนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 81 คน เพื่อนำผลการตอบ มาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ โดยตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อคำถาม แต่ละข้อ รวมทั้งตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับด้วยค่าสัมประสิทธิ์คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson Formula 20: KR-20) ซึ่งเหมาะสมกับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบทวิภาค ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัยพบว่า ข้อคำถามมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.96 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.00 ถึง 0.64 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ โดยแก้ไขถ้อยคำและหรือตัวเลือกคำตอบให้มีความชัดเจน ลดความกำกวม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การวัดมากยิ่งขึ้นตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ก่อนนำแบบวัดไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริง นอกจากนี้ แบบวัดทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.62 เมื่อคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) แสดงให้เห็นว่าแบบวัดมีคุณภาพอยู่ในระดับที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

3.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี เป็นแบบสอบถามชนิดมาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) ตามรูปแบบมาตรประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) จำนวน 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยน้อย และไม่เห็นด้วยเลย ครอบคลุมองค์ประกอบด้านความรู้ ความรู้สึก และพฤติกรรม ตามกรอบแนวคิดของ Oskamp (1997) โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha)

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีดังนี้ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติทางการเรียนวิชาเคมี กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี จากนั้นสร้างข้อคำถามตามองค์ประกอบของเจตคติ และกำหนดระดับการให้คะแนน แล้วนำแบบวัดเจตคติเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและปรับปรุง ส่งแบบวัดให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แล้วนำแบบวัดไปทดลองใช้และวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

โดยผลการประเมินแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าข้อคำถาม 3 ด้าน มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.80–1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (0.50) ทุกข้อสะท้อนว่ารายการคำถามมีความชัดเจน สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการวัด และมีระดับการประเมินที่เหมาะสม จึงถือว่าแบบประเมินมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี นอกจากนี้ แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 เมื่อคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) แสดงให้เห็นว่าแบบวัดมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยได้

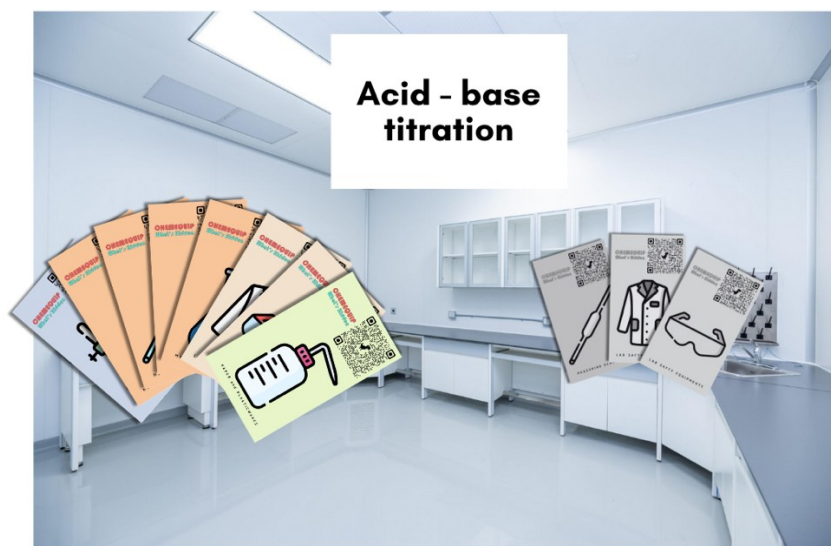
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ช่วงสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ช่วงก่อนการจัดกิจกรรม (Pre-test) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียน ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานด้านการปฏิบัติการเคมี การประเมินภาคปฏิบัติให้ครูผู้สอนทำหน้าที่ผู้ประเมิน เพื่อให้ข้อมูลมีความเที่ยงตรงและลดความคลาดเคลื่อนระหว่างผู้ประเมิน

2. ช่วงหลังการจัดกิจกรรม (Post-test) ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือชุดเดียวกับช่วงก่อนเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการเคมี (ฉบับหลังเรียน) และแบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมี ภาคปฏิบัติ (Performance Checklist) เพื่อใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการของผู้เรียน ครูผู้สอนทำหน้าที่ผู้ประเมินเช่นเดิมเพื่อรักษาความสม่ำเสมอของข้อมูล

3. ช่วงหลังสิ้นสุดกิจกรรม (Post-activity Feedback) เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมทั้งหมด ผู้วิจัยแจกแบบสอบถามให้นักเรียนตอบเพื่อประเมิน เจตคติที่มีต่อวิชาเคมี และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมและแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ โดยแบบสอบถามดังกล่าวมุ่งสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการจัดกิจกรรม ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และความตั้งใจที่จะนำความรู้หรือทักษะที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง



ภาพที่ 2 ตัวอย่างเกม Stage ที่ 2 Conducting an Experiment



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการใช้งานร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์



ภาพที่ 4 กิจกรรมขั้นที่ 3 “Play” หนึ่งในกระบวนการเรียนรู้ Learning Curve 5 ขั้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เพื่อส่งเสริมทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจาก แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 การวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Descriptive Statistics) ใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าร้อยละ เพื่ออธิบายระดับคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีที่วัดในลักษณะความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง และความปลอดภัย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.1.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน ใช้สถิติทดสอบสมมติฐานแบบ Paired Samples t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัยก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ เพื่อพิจารณาพัฒนาการด้านทักษะปฏิบัติการเคมีในเชิงความรู้ของนักเรียน

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจาก แบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติ ซึ่งประเมินพฤติกรรมและการปฏิบัติจริงของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมทดลอง มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 การวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Descriptive Statistics) ใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่ออธิบายระดับทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียน

ในการเลือกใช้อุปกรณ์ การปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง ความถูกต้อง ความปลอดภัย และการทำงานร่วมกัน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเจตคติ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเจตคติ ที่มีต่อวิชาเคมี การเรียนรู้โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อแสดงระดับความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับความเหมาะสม ความน่าสนใจ ความเข้าใจง่าย และประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 : ผลด้านทักษะปฏิบัติการเคมี

1.1. แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ 1 คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย ก่อน-หลังเรียน (n = 35)

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	M	SD	t	p
ก่อนเรียน	35	20	10.40	2.66	10.17	< .001
หลังเรียน	35	20	16.26	2.13		

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนจำนวน 35 คน พบว่า คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.40 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.66 ในขณะที่คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 16.26 คะแนน และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.13 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของ คะแนนด้วยสถิติ Paired Samples t-test พบว่าค่า t เท่ากับ 10.17 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 สรุปได้ว่า คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 แบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติ

ตารางที่ 2 คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติ หลังเรียน (n = 35)

การทดสอบ	n	M	คะแนนเต็ม	SD
หลังเรียน	35	20.40	25	2.08

จากตารางที่ 2 การประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการกับนักเรียนจำนวน 35 คน ผลการวิเคราะห์คะแนนพบว่า มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

เท่ากับ 2.08 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.40 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับที่ดี

ทั้งนี้ การประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติเป็นการประเมินผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพียงครั้งเดียว โดยไม่ได้มีการวัดคะแนนก่อนเรียน เนื่องจากเป็นการประเมินพฤติกรรมและการปฏิบัติจริงของผู้เรียนในขณะทำกิจกรรม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน แต่ใช้การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติกับคะแนนจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับค่อนข้างสูง ($r = 0.59$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการเคมีในเชิงทฤษฎีสูง มีแนวโน้มที่จะสามารถปฏิบัติการทดลองทางเคมีได้ดีขึ้นด้วย

ส่วนที่ 2 : ผลเจตคติต่อวิชาเคมี

ผลการประเมินความเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียน จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ มีผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียน จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน

รายการประเมิน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	M	SD	แปลผล	M	SD	แปลผล
ด้านที่ 1 ความสนใจในวิชาเคมี	3.18	1.08	ปานกลาง	4.21	0.69	ดี
ด้านที่ 2 การรับรู้คุณค่าของวิชาเคมี	3.67	1.06	ดี	4.49	0.64	ดี
ด้านที่ 3 ความมั่นใจในตนเอง	2.80	1.10	ปานกลาง	4.12	0.70	ดี
ด้านที่ 4 ความเพลิดเพลินและแรงจูงใจ	3.32	1.23	ดี	4.52	0.59	ดีมาก
รวม	3.24	1.12	ปานกลาง	4.33	0.66	ดี

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนโดยภาพรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 3.24 คะแนน (SD = 1.12) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่หลังเรียนค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 4.33 คะแนน (SD = 0.66) อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนมีแนวโน้มดีขึ้นหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านความสนใจในวิชาเคมี (Interest) ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.18 คะแนน (SD = 1.08) อยู่ในระดับปานกลาง และหลังเรียนค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 4.21 คะแนน (SD = 0.69) อยู่ในระดับดี สะท้อนว่านักเรียนมีความสนใจและความอยากเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มมากขึ้นหลังเข้าร่วมกิจกรรม ด้านการรับรู้คุณค่าของวิชาเคมี (Perceived Value) ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.67 คะแนน (SD = 1.06) อยู่ในระดับดี และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 4.49 คะแนน (SD = 0.64) ซึ่งยังอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนตระหนักถึงประโยชน์และความสำคัญของวิชาเคมีมากขึ้น ด้านความมั่นใจในตนเอง (Self-Confidence) ก่อนเรียน

มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.80 คะแนน ($SD = 1.10$) อยู่ในระดับปานกลาง แต่หลังเรียนค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 4.12 คะแนน ($SD = 0.70$) อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมความมั่นใจของนักเรียนในการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมทางเคมี สำหรับด้านความเพลิดเพลินและแรงจูงใจในการเรียน (Enjoyment & Motivation) ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.32 คะแนน ($SD = 1.23$) อยู่ในระดับดี และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 4.52 คะแนน ($SD = 0.59$) อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและกระตุ้นแรงจูงใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยสรุป ผลการประเมินเจตคติต่อวิชาเคมีทั้งสี่ด้านชี้ให้เห็นว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงขึ้นในทุกมิติ ทั้งด้านความสนใจ การรับรู้คุณค่า ความมั่นใจในตนเอง และแรงจูงใจในการเรียนรู้

อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีของผู้เรียนทั้งจากแบบวัดฉบับปรนัย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติกับคะแนนจากแบบวัดทักษะปฏิบัติการเคมีฉบับปรนัย พบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับค่อนข้างสูง ($r = 0.59$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง และความปลอดภัยทางเคมีในเชิงทฤษฎี มีแนวโน้มที่จะสามารถปฏิบัติการทดลองทางเคมีได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าความรู้เชิงแนวคิดและทักษะเชิงปฏิบัติมีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บอร์ดเกมร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจบทบาทของอุปกรณ์ ขั้นตอนการทดลอง และการตัดสินใจเชิงกระบวนการก่อนลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม ความสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างสูงที่พบจึงสะท้อนว่ากิจกรรมดังกล่าวมีส่วนช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการเคมี

นอกจากนี้ การที่การประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีภาคปฏิบัติเป็นการประเมินจากสถานการณ์จริงระหว่างการทำกิจกรรม ยังช่วยยืนยันว่าผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการตอบคำถามในแบบทดสอบ แต่สามารถสะท้อนออกมาในรูปของพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติ การเลือกใช้อุปกรณ์ และการดำเนินการทดลองอย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการความรู้กับการลงมือปฏิบัติ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ChemEquip ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์สามารถช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเลือกใช้อุปกรณ์ วางลำดับขั้นตอนการทดลอง และตระหนักถึงหลักความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในเชิงการตัดสินใจและการปฏิบัติจริง

ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากลักษณะของบอร์ดเกมที่ออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับการทดลองจริง โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์เงื่อนไขของสถานการณ์ เลือกอุปกรณ์ และตัดสินใจตามขั้นตอนการทดลองภายใต้กรอบกติกาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้จากสถานการณ์จำลอง (simulation-based learning) ที่ชี้ว่าการฝึกปฏิบัติในบริบทที่ปลอดภัยก่อนลงมือทำจริงจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงกระบวนการและลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติ (Gredler, 2004) นอกจากนี้ การผสมผสานแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ผ่านระบบ QR Code ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึง

ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ วิธีใช้ และข้อควรระวังได้ทันที ส่งผลให้การตัดสินใจมีความถูกต้องและเป็นระบบมากขึ้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Chang & Yu (2018) ที่พบว่าการใช้บอร์ดเกมร่วมกับสื่อดิจิทัลช่วยพัฒนาความเข้าใจด้านการทดลองและทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัยยังพบว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสะท้อนว่าการใช้บอร์ดเกม ChemEquip สามารถช่วยลดความรู้สึกลัววิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก เพิ่มความมั่นใจ และกระตุ้นความสนใจในการเรียนของผู้เรียนได้ การเรียนรู้ผ่านเกมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น ได้ทดลองคิดและตัดสินใจโดยไม่ต้องกังวลต่อความผิดพลาดจากการทดลองจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ในเชิงบวกมากขึ้น

ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning) ซึ่งมองว่าเกมเป็นสื่อที่ช่วยสร้างแรงจูงใจและบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cheung (2009) ที่ระบุว่าสื่อการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์สูงสามารถช่วยส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อการเรียนเคมีได้ นอกจากนี้ แนวคิดของ Ramsden (1998) ยังชี้ให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมและได้รับการสนับสนุน จะช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาวิชา ซึ่งสะท้อนออกมาในรูปของเจตคติต่อการเรียนรู้

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ และการตัดสินใจเป็นกลุ่มระหว่างการเล่นบอร์ดเกม ซึ่งส่งผลให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการสื่อสาร การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และการตัดสินใจร่วมกันในกลุ่ม (Johnson & Johnson, 2009) การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ไม่เพียงช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและการทำงานเป็นทีมของผู้เรียน แต่ยังเอื้อต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการทดลองทางเคมีผ่านการแลกเปลี่ยนมุมมองที่หลากหลายภายในกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ChemEquip ร่วมกับแหล่งเรียนรู้ออนไลน์สามารถส่งเสริมทักษะปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนได้ ดังนั้น ในการนำไปใช้ ครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้บอร์ดเกมดังกล่าวร่วมกับหน่วยการเรียนรู้ด้านเคมี โดยปรับเนื้อหาอุปกรณ์ และสถานการณ์ทดลองให้สอดคล้องกับระดับชั้นและพื้นฐานของผู้เรียนในแต่ละห้องเรียน นอกจากนี้ ครูควรเตรียมความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา การดำเนินกิจกรรม และการใช้แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ เพื่อให้สามารถชี้แนะและดูแลผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่องตลอดกิจกรรม หลังจากการเล่นเกม ควรจัดกิจกรรมการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์จำลองในเกมกับการปฏิบัติจริง จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพกระบวนการทดลองอย่างเป็นระบบมากขึ้น รวมถึงส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการตัดสินใจร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการทำงานในห้องปฏิบัติการเคมี

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไปควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังผู้เรียนในระดับชั้นหรือแผนการเรียนที่แตกต่างกันจากการวิจัยครั้งนี้ เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือแผนการเรียนอื่น เพื่อศึกษาความเหมาะสม

และประสิทธิผลของบอร์ดเกมในบริบทที่หลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ อาจนำบอร์ดเกมไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาวิทยาศาสตร์อื่นที่มีลักษณะการทดลองใกล้เคียงกัน เพื่อเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นต่อทักษะปฏิบัติการและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอีกทั้ง การศึกษาครั้งต่อไปอาจวิเคราะห์ทักษะปฏิบัติการเคมีในมิติย่อยอย่างเฉพาะเจาะจงมากขึ้น เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ การจัดลำดับขั้นตอน หรือความปลอดภัยในการทดลอง เพื่อนำผลไปใช้ปรับปรุงกลไกของบอร์ดเกมให้ตอบสนองต่อความต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงอาจพัฒนาและทดลองใช้บอร์ดเกมในรูปแบบดิจิทัล เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กับบอร์ดเกมรูปแบบกายภาพ

บรรณานุกรม

- มานี จันทรวิมล. (2529). *วิธีสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ยุพา ตันติเจริญ. (2529). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2564*. สทศ.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2527). *คู่มือปฏิบัติการเคมีสำหรับครูระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โครงการส่งเสริมเอกสารทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- Chang, R. C., & Yu, Z. S. (2018). Using Augmented Reality Technologies to Enhance Students' Engagement and Achievement in Science Laboratories. *International Journal of Distance Education Technologies*, 16(4), 54-72. <https://doi.org/10.4018/IJDET.2018100104>
- Chen, S.-Y., Tsai, J.-C., Liu, S.-Y., & Chang, C.-Y. (2021). The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100921. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100921>
- Cheung, D. (2009). Students' attitudes toward chemistry lessons. *Research in Science Education*, 39(1), 75-91. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9075-4>
- Chindanurak, T. (2016). *Innovation and Media in Science Teaching and Learning in the 21st Century*. Veridian e-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts), 9(1), 560-581. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/61503>
- Franco-Mariscal, A.-J., Oliva-Martinez, J. M., & Bernal-Márquez, S. (2012). An educational card game for learning families of chemical elements. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 1044-1046. <https://doi.org/10.1021/ed200542x>
- Gredler, M. E. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. *Educational Technology Research and Development*, 52(1), 31-44.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). *An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning*. Springer.

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A.-I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>

Oskamp, S. (1977). *Attitudes and opinions*. Prentice Hall.

Russell, J. V. (1999). Using games to teach chemistry. 2. CHeMoVEr board game. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 487–488. <https://doi.org/10.1021/ed076p487>