การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Implementing Learning Management According to Experiential Learning Integrated with Interactive Digital Media to Promote Conceptual Understanding of System of Linear Equations with Two Variables for Grade 9 Students

พิพัฒน์ สุนทรพัฒนะกุล[1], ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์[2], สกล ตั้งเก้าสกุล[3] และ วีริศ กิตติวรากูล[4]

Pipat Sunthonphatthanakun[1], Chanisvara Lertamornpong[2], Sakon Tangkawsakul[3] and Veeris Kittivarakul[4]

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Teaching Mathematics Division, Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: [2] feducrl@ku.ac.th

Received May 21, 2025; **Revised** June 28, 2025; **Accepted** July 23, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีลักษณะสำคัญ คือ เน้นการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เช่น การสร้างและปรับแก้กราฟ หรือการจำลองสถานการณ์ผ่านตาชั่งสะท้อนคิด อภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจ และประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่เพื่อยืนยันความ

เข้าใจ และ 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเชิงมโนทัศน์คิดเป็น 75.69 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้

องค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ คือ การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ทำให้นักเรียนเห็นภาพของแนวคิดนามธรรมได้ค่อนข้างเป็นรูปธรรมมากขึ้นและส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ผ่านการลงมือปฏิบัติและการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย (Multiple Representations)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์; สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์; ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์; ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

Abstract

This study aimed to 1) investigate the implementation characteristics of experiential learning integrated with interactive digital media designed to promote conceptual understanding of systems of linear equations with two variables among Grade 9 students, and 2) examine the conceptual understanding of systems of linear equations in two variables after participating in the experiential learning integrated with interactive digital media learning approach. The target group consisted of 23 Grade 9 students. The research instruments included experiential learning lesson plans integrated with interactive digital media on systems of linear equations with two variables, and a conceptual understanding test on the same topic. Data were analyzed using descriptive statistics, including percentage, arithmetic mean, standard deviation, and content analysis. The findings revealed that 1) The implemented experiential learning approach integrated with interactive digital media to promote conceptual understanding of systems of linear equations in two variables was characterized by emphasizing hands-on student engagement with mathematical concepts through interactive digital media tools (e.g., constructing and adjusting graphs, simulating scenarios using virtual balance scales), followed by guided reflection and collaborative discussion to construct meaning, and culminating in the application of understanding to new situations for consolidation, and 2) The target students achieved an average conceptual understanding score of 75.69% of the total score, which exceeded the predetermined criterion of 60%.

The knowledge derived from this research highlights that experiential learning integrated with interactive digital media makes abstract concepts relatively concrete for learners, fostering conceptual understanding through hands–on practice and the use of multiple representations.

Keywords: Experiential Learning; Interactive Digital Media; Conceptual Understanding; System of Linear Equations with Two Variables

บทนำ

โลกศตวรรษที่ 21 เผชิญความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การปฏิวัติดิจิทัล อุตสาหกรรม 4.0 และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ส่งผลให้ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาศักยภาพประชากรเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงและการแข่งขันในระดับโลก สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาจึงจัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 โดยมุ่งพัฒนาระบบการศึกษาให้มีคุณภาพ ลดความเหลื่อมล้ำ และเสริมสร้างสมรรถนะของคนไทย ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในยุคปัจจุบัน (Office of the Basic Education Commission, 2017) โดยการที่นักเรียนจะสามารถพัฒนาทักษะดังกล่าวผ่านวิชาคณิตศาสตร์ได้นั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) ความเข้าใจลักษณะนี้ หมายถึง การเข้าใจความหมาย โครงสร้าง และความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการอธิบายเหตุผลหรือที่มาของขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อทั้งการเรียนรู้ในระดับสูงและการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (Rasheed & Tashtoush, 2023)

อย่างไรก็ตามจากการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะในเรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่เป็นพื้นฐานสำคัญของวิชาอื่น ๆ และการประยุกต์ในหลายสาขา และธรรมชาติของเนื้อหาค่อนข้างมีความเป็นนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนมีปัญหาในการเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน เช่น นักเรียนเข้าใจผิดว่าสมการ $3x - y = 5$ และ $2xy = 5$ เป็นระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพราะมีตัวแปร x และ y หรือการที่นักเรียนสามารถแก้ระบบสมการได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดเบื้องหลัง หรือประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสะท้อนถึงความเข้าใจที่ไม่ลึกซึ้งเกี่ยวกับโครงสร้างและความหมายของระบบสมการ ดังนั้น การส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์จึงเป็นสิ่งจำเป็น

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ หรือประสบการณ์โดยตรง เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง และสร้างความหมายด้วยตนเอง (Khammani, 2019) หนึ่งในแนวทางที่สอดคล้องกับหลักการนี้ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับสถานการณ์จริง แล้วนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาย้อนคิด วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ (Buakieow, 2023) และผลการวิจัยของ Rasheed and Tashtoush (2023) พบว่า การใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดในรูปแบบต่าง ๆ ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่กล่าวว่า การประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนการสอนสามารถช่วยทำให้ครูสามารถนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ช่วยจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล ส่งเสริมการคิด และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ หนึ่งในสื่อที่ตอบสนองแนวทางนี้ คือ สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ (Interactive Digital Media) เป็นสื่อในรูปแบบดิจิทัลที่ทำงานผ่านคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบได้ หรือการที่ผู้ใช้สามารถควบคุม หรือมีส่วนร่วมในประสบการณ์การใช้สื่อนั้นได้ (Lister et al., 2009) ซึ่งสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์มีหลากหลาย เช่น GeoGebra, Desmos Classroom Activities, Gizmos และ PhET และจากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่า สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities มีจุดเด่นในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เช่น การมองเห็นจุดตัดของกราฟเส้นตรงซึ่งเป็นคำตอบของระบบสมการ การสำรวจผลของการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์ของแต่ละสมการ เพื่อพิจารณาลักษณะกราฟของแต่ละสมการ การจำลองแนวคิดผ่านตาชั่ง เพื่อแสดงการแก้ระบบสมการด้วยวิธีการแทนค่าและกำจัดตัวแปร นอกจากนี้ครูยังสามารถปรับแต่งกิจกรรมที่มีผู้สร้างไว้อยู่แล้วหรือสร้างกิจกรรมใหม่ได้เอง ทั้งยังรองรับการใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ตและสมาร์ตโฟน และสามารถใช้แทนสื่อประสบการณ์ตรงที่อาจมีราคาสูง (Hunt et al., 2011) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities สำหรับในการวิจัยครั้งนี้

จากปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อีกทั้งจากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ผู้วิจัยจึงเห็นโอกาสและแนวโน้มว่าสามารถช่วยแก้ปัญหาในการเรียนรู้ที่กล่าวถึงได้ จึงมีความสนใจในการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์

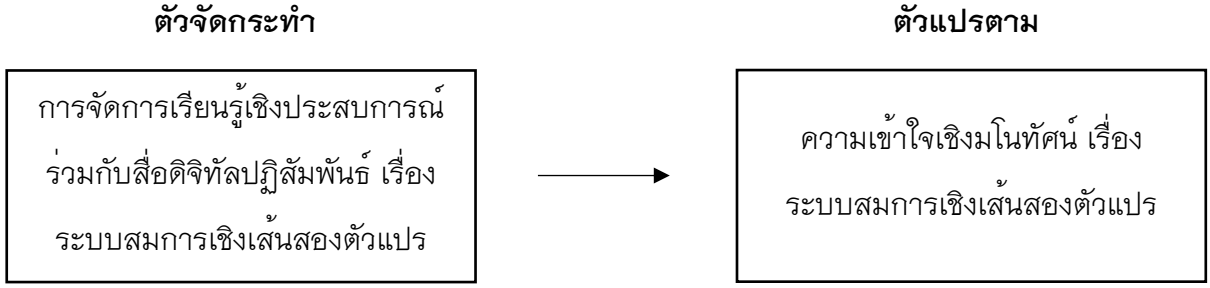
การทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษาพบว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในเรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Kilpatrick et al., 2001) เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและการประยุกต์ในชีวิตจริง อย่างไรก็ตาม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนมากยังขาดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในหัวข้อนี้ นักเรียนเหล่านี้อาจสามารถแก้ระบบสมการได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดเบื้องหลัง หรือประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่ได้อย่างเหมาะสม

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว นักการศึกษาจึงเสนอแนวทางการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่เน้นกิจกรรมเชื่อมโยงกับชีวิตจริง การเรียนรู้ลักษณะนี้มักบูรณาการการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เช่น พีชคณิต กราฟ และสถานการณ์จำลอง เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงแนวคิดอย่างลึกซึ้ง (Rasheed & Tashtoush, 2023) ซึ่งสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities มีจุดเด่นในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เช่น การสร้างและปรับแก้กราฟ การจำลองสถานการณ์ผ่านวัตถุและจำนวนบนตาชั่ง

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยเพื่อรองรับเป้าหมาย ดังนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนขยายโอกาสขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม โดยเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความพร้อมทางด้านอุปกรณ์การใช้งาน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

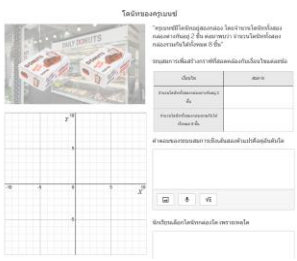
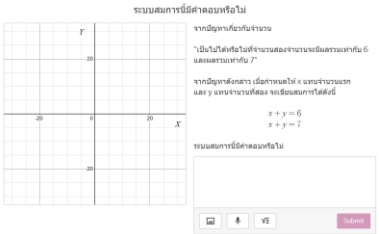
2.1 ตัวจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

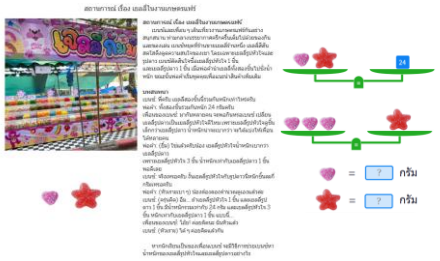
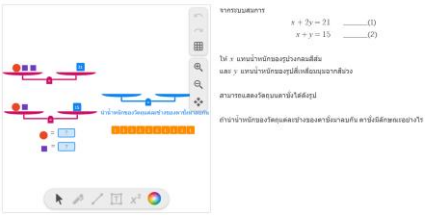
2.2 ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง โดยสามารถแสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างสถานการณ์ และตัวอย่างกิจกรรมบนสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างสถานการณ์ และตัวอย่างกิจกรรมบนสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างสถานการณ์	ตัวอย่างกิจกรรมบนสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์
แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 1 แผน	โดนัทของครูเบนซ์	
ลักษณะคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 2 แผน	ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างสถานการณ์	ตัวอย่างกิจกรรมบนสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์
การแก้ระบบสมการด้วยวิธีการแทนค่า จำนวน 3 แผน	เยลลี่ในงานเกษตรแฟร์	
การแก้ระบบสมการด้วยวิธีการกำจัดตัวแปร จำนวน 3 แผน	ปัญหาเกี่ยวกับตาชั่ง	

3.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบแบบเติมคำ ตามกรอบของมโนทัศน์สำคัญของบทเรียนจำนวน 13 มโนทัศน์ แบ่งเป็นมโนทัศน์ละ 1 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 39 คะแนน โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์มโนทัศน์สำคัญจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยทุกแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยอาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ และแก้ไขให้เหมาะสมก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ตรวจสอบและประเมินความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นจึงปรับปรุงให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะก่อนใช้จริง โดยภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้มีผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.62 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 และมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) ทุกข้อของแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เท่ากับ 1.0 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงออกระหว่างเรียนลงในบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

4.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ และจากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของแนวทางการจัดการเรียนรู้

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ตรวจแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพบว่า ครูควรเน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และลงมือปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities แล้วจึงให้นักเรียนย้อนไปสังเกตและทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้น จากนั้นนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาคิดพิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน จนกระทั่งนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสมมติฐานต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ แล้วจึงนำความคิดหรือสมมติฐานเหล่านั้นไปทดลองหรือนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ค้นพบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีประสบการณ์ในลักษณะที่เป็นการปฏิบัติจริงในเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities โดยพบว่า เมื่อนักเรียนเริ่มทำกิจกรรม นักเรียนจะเห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างระบบสมการกับกราฟ เพื่อให้เข้าใจแนวคิดเชิงพีชคณิต เช่น การมองเห็นจุดตัดของกราฟเส้นตรงซึ่งเป็นคำตอบของระบบสมการ การสำรวจผลของการเปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์ของแต่ละสมการ เพื่อพิจารณากราฟของแต่ละสมการ การจำลองแนวคิดผ่านตาชั่ง เพื่อแสดงการแก้ระบบสมการด้วยวิธีการแทนค่าและกำจัดตัวแปร ทำให้นักเรียนเห็นภาพของแนวคิดนามธรรมได้ค่อนข้างเป็นรูปธรรมมากขึ้น แม้กิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ แต่ยังพบปัญหา เช่น นักเรียนบางคนสนใจเพียงความสนุกหรือความเร็วในการทำกิจกรรม ขาดการเชื่อมโยงกับเนื้อหาเชิงลึก ทำให้ยังไม่ได้เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่ซ่อนอยู่ หรือเกิดปัญหาทางเทคนิค ทำให้เกิดความล่าช้าและไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ดังนั้น ครูจึงต้องมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านคำถามปลายเปิด และคอยสนับสนุนด้านเทคนิคอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปได้

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ระดมสมองแลกเปลี่ยนประสบการณ์จากขั้นตอนที่ 1 โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 3 – 4 คน เพื่อระดมสมองแลกเปลี่ยน และวิเคราะห์ประสบการณ์จากขั้นที่ 1 อย่างละเอียด เพื่อสรุปหลักการและความรู้ที่ได้รับ โดยพบว่า นักเรียนยังขาดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเล่าได้ว่าทำอะไร แต่ยังอธิบายไม่ได้ว่าทำไมผลลัพธ์จึงเป็นเช่นนั้น หรือมีหมายความว่าอย่างไรในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้ภาษาเพื่ออธิบายแนวคิดยังไม่ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ และบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ทำให้การอภิปรายยังขาดความลุ่มลึกและไม่ตรงประเด็น ดังนั้น ครูจึงต้องมีบทบาทในการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ โดยใช้คำถามที่ชี้นำให้เชื่อมโยงแนวคิด เช่น ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรมีลักษณะอย่างไร ลักษณะคำตอบและลักษณะกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรมีกี่ลักษณะ อย่างไรบ้าง หรือขั้นตอนแรกของการแก้ระบบสมการด้วยวิธีการแทนค่าหรือการกำจัดตัวแปรคืออะไร พร้อมทั้งสอดแทรกคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์และใช้ภาพหรือข้อมูลจากกิจกรรมในขั้นแรกมาช่วยให้การสื่อสารและอภิปรายมีความชัดเจนและลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ โดยการพูดคุยร่วมกันและทำการวิเคราะห์อย่างตั้งใจ โดยนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปหลักการจากประสบการณ์ เพื่อสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่นำไปสู่การสรุปเป็นบทนิยาม หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากความยากในการทำความเข้าใจสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรม ดังนั้น ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงแนวคิดเหล่านี้กลับไปสู่ประสบการณ์และการอภิปรายก่อนหน้า เพื่อช่วยให้

นักเรียนเกิดความเข้าใจ เช่น นักเรียนจำได้หรือไม่ว่าการที่เราลากเส้นตรงแล้วตัดกันจุดเดียว นั่นคือกรณีที่ระบบสมการมีคำตอบเดียว หรือขั้นตอนแรกของการแก้ระบบสมการด้วยวิธีการแทนค่า คือ การจัดรูปสมการใดสมการหนึ่ง เพื่อทำให้ตัวแปรตัวหนึ่งอยู่ในรูปของตัวแปรอีกตัวหนึ่งแล้วแทนตัวแปรที่ได้ลงในอีกสมการ ซึ่งครูสามารถใช้แผนผังหรือภาพสรุปเพื่อแสดงโครงสร้างแนวคิดและตรวจสอบความเข้าใจผ่านคำถามหรือการยกตัวอย่าง เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจจริง ไม่ใช่แค่การท่องจำ

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนนำความรู้เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ Desmos Classroom Activities โดยการทดลองและปรับใช้จริง โดยพบว่า แม้นักเรียนจะสามารถทำโจทย์ที่คล้ายตัวอย่างได้ แต่ยังมีปัญหาในการประยุกต์ใช้กับโจทย์ที่มีความซับซ้อนหรือนามธรรม โดยเฉพาะในขั้นตอนการตีความโจทย์ การเลือกวิธีแก้ปัญหา และความผิดพลาดด้านการคำนวณ เช่น การใช้สมบัติการแจกแจงหรือค่าคงตัวที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถแก้ระบบสมการได้ ดังนั้น ครูจึงต้องนำเสนอโจทย์ที่หลากหลาย เริ่มจากง่ายไปยาก คอยสังเกตและวินิจฉัยข้อผิดพลาดของนักเรียนว่าเป็นที่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือการคำนวณ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตรงจุด และอาจต้องมีการอภิปรายเพื่อชี้แนะแนวทางการเลือกใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการสร้างกำลังใจให้นักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แสดงได้ดังตารางที่ 2 ดังนี้

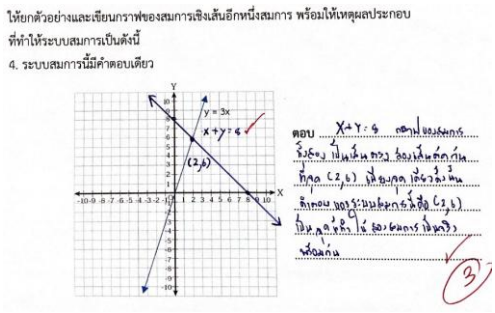
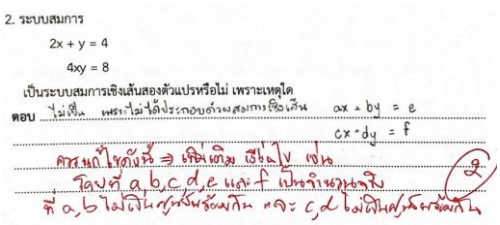
ตารางที่ 2 ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60

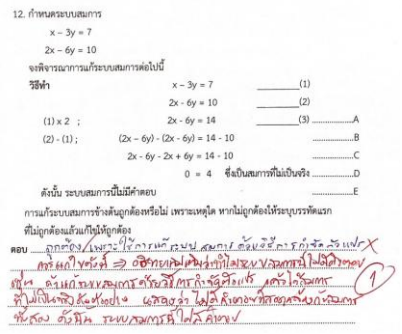
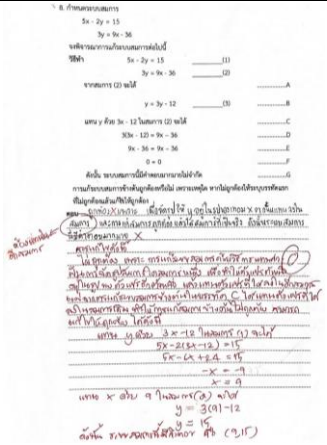
	จำนวนนักเรียน	**คะแนนเต็ม**	**ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์**	**คะแนนเฉลี่ย**	**ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
คะแนนความเข้าใจเชิงมโนทัศน์	23	39	78.26	29.52	75.69	0.84

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เท่ากับ 29.52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.69 ของคะแนนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และร้อยละของ

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เท่ากับ 78.26 และเมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 23 คน พบว่านักเรียนมีการแสดงคำตอบอย่างหลากหลาย ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างคำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์แต่ละระดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์แต่ละระดับ

แนวทางการหาคำตอบของนักเรียน	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์
 **ภาพที่ 2** การแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 3	**นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 3** จากการสังเกตพบว่า นักเรียนตอบคำถามถูกต้องและแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในโครงสร้าง หลักการ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ สามารถอธิบาย ให้เหตุผล หรือยกตัวอย่างประกอบเชื่อมโยงบทนิยาม หลักการ และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ 4 คือ การหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิธีหนึ่งคือการเขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรทั้งสองบนระนาบโดยใช้แกนคู่เดียวกัน ซึ่งจะได้กราฟเป็นเส้นตรงสองเส้น และถ้ากราฟเส้นตรงสองเส้นนี้ตัดกันที่จุดจุดเดียว ระบบสมการนี้จะมีเพียงคำตอบเดียวโดยที่คู่อันดับของจุดตัดนั้นจะเป็นคำตอบของระบบสมการได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
 **ภาพที่ 3** การแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 2	**นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 2** จากการสังเกตพบว่า นักเรียนตอบคำถามถูกต้องและแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในโครงสร้าง หลักการ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ สามารถอธิบาย ให้เหตุผล หรือยกตัวอย่างประกอบเชื่อมโยงบทนิยาม หลักการ และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ 2 คือ ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่มี x และ y เป็นตัวแปร โดยที่ a, b, c, d, e และ f เป็นจำนวนจริง ที่ a, b ไม่เป็นศูนย์พร้อมกัน และ c, d ไม่เป็นศูนย์พร้อมกัน เป็นระบบที่ประกอบด้วยสมการ $ax + by = e$ และ $cx + dy = f$ ได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์

แนวทางการหาคำตอบของนักเรียน	ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์
 **ภาพที่ 4** การแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 1	**นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 1** จากการสังเกตพบว่า นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่สามารถแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในโครงสร้าง หลักการ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถอธิบาย ให้เหตุผล หรือยกตัวอย่างประกอบเชื่อมโยง บทนิยาม หลักการ และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ 12 คือ ถ้าการแก้ระบบสมการด้วยวิธีการกำจัดตัวแปร แล้วได้สมการที่ไม่เป็นจริง แสดงว่าไม่มีคำตอบที่สอดคล้องกับสมการทั้งสอง ดังนั้น ระบบสมการไม่มีคำตอบ
 **ภาพที่ 5** การแสดงแนวทางการหาคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 0	**นักเรียนที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ อยู่ในระดับ 0** จากการสังเกตพบว่า นักเรียนตอบไม่ถูกต้องและไม่สามารถแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในโครงสร้าง หลักการ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถอธิบาย ให้เหตุผล หรือยกตัวอย่างประกอบเชื่อมโยง บทนิยาม หลักการ และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ 8 การแก้ระบบสมการด้วยวิธีการแทนค่า คือ เป็นการจัดรูปสมการใดสมการหนึ่ง เพื่อทำให้ตัวแปรตัวหนึ่งอยู่ในรูปของตัวแปรอีกตัวหนึ่ง แล้วแทนตัวแปรที่ได้ลงในอีกสมการ เพื่อให้ได้สมการใหม่ที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียว จากนั้นจึงแก้สมการนี้เพื่อให้ได้ค่าของตัวแปรนั้น แล้วนำค่าของตัวแปรที่ได้นี้ไปแทนในสมการที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ค่าของตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่เหลือ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร พบว่า ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ครูควรเริ่มต้นด้วยประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ที่ทำหน้าที่เป็นสะพานที่เชื่อมโยงความเป็นนามธรรมสู่การแสดงแทนที่ด้วยตัวแทนที่หลากหลายให้นักเรียนเรียนรู้ความเป็นนามธรรมนั้นจากตัวแทนความคิดต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมและเชื่อมโยงกลับสู่ความเป็นนามธรรมที่เป็นธรรมชาติของพีชคณิต

ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ที่ว่าการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ควรเริ่มจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นรูปธรรมก่อนจะพัฒนาไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม (Bruner, 1966) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hohenwarter and Jones (2007) ที่ใช้สื่อเทคโนโลยีในการศึกษาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เช่น Desmos Classroom Activities ที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้ทันที ทำให้เกิดความเข้าใจผ่านการสำรวจและลงมือปฏิบัติจริง ช่วยสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม ให้เห็นภาพและจับต้องอย่างเป็นรูปธรรมได้ นอกจากนี้ สื่อดิจิทัลในที่นี้ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือแสดงผล แต่เป็นพื้นที่ทดลองของนักเรียนที่สามารถสำรวจและตรวจสอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างอิสระและไม่ต้องกลัวการทำผิด โดยได้รับผลสะท้อนกลับทันที ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการค้นพบและช่วยลดการเกิดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ตามหลักการออกแบบสื่อการเรียนรู้ (Mayer, 2009) ในขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ และขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ ที่ส่งเสริมการอภิปรายผ่านกิจกรรมที่ครูออกแบบ การที่นักเรียนต้องอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกตเห็นจากการปรับค่าในสมการแล้วกราฟเปลี่ยนไปอย่างไร หรืออธิบายว่าการเคลื่อนย้ายวัตถุและจำนวนบนตาชั่งทั้งสองส่งผลต่อระบบสมการอย่างไร กระตุ้นให้เกิดการประมวลผลข้อมูลและการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์รูปธรรมกับหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม หรือการทำงานกลุ่มและการอภิปรายร่วมกันเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับมุมมองที่หลากหลาย และปรับแก้ความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน (Vygotsky, 1978) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Cohen (1994) ที่แสดงให้เห็นว่า การมีปฏิสัมพันธ์และการอภิปรายในกลุ่มย่อยช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น และในขั้นที่ 4 การประยุกต์ ในสถานการณ์หรือโจทย์ที่แตกต่างออกไป ช่วยให้นักเรียนได้ทดสอบและปรับปรุงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้มีความแม่นยำและยืดหยุ่นมากขึ้น การที่นักเรียนสามารถนำหลักการที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ได้ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ไม่ใช่เพียงการจดจำขั้นตอนแบบผิวเผิน ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ที่เน้นความเข้าใจ (Bransford et al., 2000)

2. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 29.52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.69 ของคะแนนเต็ม และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เท่ากับ 78.26 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามถูกต้องและแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในโครงสร้าง หลักการ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ สามารถอธิบาย ให้เหตุผล หรือยกตัวอย่างประกอบเชื่อมโยง บทนิยาม หลักการ และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์โดยเปลี่ยนนักเรียนจากผู้รับความรู้ ไปเป็นผู้สร้างความรู้ผ่านกระบวนการลงมือทำ สะท้อนคิด สร้างหลักการ

และทดลองใช้ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง มีความหมาย เชื่อมโยง และยืดหยุ่น มากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำหรือเน้นแต่ขั้นตอนเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kolb (1984) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดจากการที่นักเรียนได้เริ่มจากประสบการณ์ตรง นำมาไตร่ตรอง สังเคราะห์เป็นหลักการ แล้วนำหลักการนั้นไปทดลองใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งนำไปสู่ประสบการณ์ใหม่ วนเวียนเป็นวงจร ทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง นอกจากนี้การใช้สื่อดิจิทัลที่เน้นการสร้างภาพ และการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อจะมีส่วนสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างโครงสร้างความรู้ที่เชื่อมโยงและมีความหมายมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ainsworth (2006) ที่พบว่าการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เช่น การสร้างและปรับแก้กราฟ การจำลองสถานการณ์ผ่านวัตถุและจำนวนบนตาชั่ง ช่วยส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับระบบสมการได้ดีกว่าการใช้รูปแบบเดียว

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับวงจรการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ผ่านการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 6 แสดงวงจรการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ผ่านการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์

1. การเผชิญสถานการณ์ คือ การเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ออกแบบมาเพื่อกระตุ้นความสนใจและเปิดประเด็นให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ โดยสถานการณ์ควรมีความท้าทายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือความรู้เดิมของนักเรียน

2. การลงมือปฏิบัติจริง คือ การให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อดิจิทัล

3. การสังเกตผล คือ การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์โดยนักเรียนจะต้องให้ความสนใจกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

4. การอภิปราย คือ การนำข้อสังเกตมาอภิปรายร่วมกัน ครูอาจใช้คำถามที่มีเป้าหมายเพื่อชี้นำให้นักเรียนสนใจประเด็นสำคัญ

5. การสร้างแนวคิด คือ การกลั่นกรองข้อมูลไปสู่หลักการทั่วไปเป็นช่วงที่นักเรียนสร้างแนวคิดที่เป็นความคิดรวบยอด บทนิยาม ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการแปลงความเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

6. ประยุกต์ใช้ คือ การนำแนวคิดที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ผ่านการแก้ปัญหาหรือการประยุกต์ใช้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและนำไปสู่ประสบการณ์ใหม่ วนเวียนเป็นวงจร ทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

สรุป

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ในเรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มุ่งผสานสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์เข้ากับวงจรการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ผ่านการลงมือปฏิบัติและการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผู้วิจัยพบว่า ครูควรเริ่มจากให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงและมีประสบการณ์ตรงผ่านสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ เช่น การสร้างและปรับแก้กราฟ การจำลองสถานการณ์บนตาชั่ง เป็นการใช้ตัวแทนที่หลากหลายช่วยส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์ได้ดีกว่าการใช้ตัวแทนรูปแบบเดียว จากนั้นนักเรียนสังเกต วิเคราะห์ และอภิปรายจนเกิดมโนทัศน์ และการนำความเข้าใจนั้นไปทดสอบหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยในขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ และขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการตั้งคำถาม ชี้นำ และกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์จากการใช้สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ไปสู่ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้งขึ้น

1.2 การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ครูควรออกแบบกิจกรรมที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนไม่เฉพาะเรื่องความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ แต่รวมถึงความถูกต้องในการคำนวณด้วย อาจมีการใช้เกมหรือกิจกรรมที่สนุกสนานเพื่อฝึกทักษะการคำนวณพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง และส่งเสริมการตรวจทานงานในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และการคำนวณ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ และขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียน แต่พบว่านักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอภิปรายประเด็นสำคัญได้ หรือยังคงต้องการเวลารวมถึงการชี้แนะเพิ่มเติมในการเชื่อมโยงแนวคิดให้ถูกต้องและครบถ้วน ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ควรเพิ่มรายละเอียดของกิจกรรมในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และออกแบบสื่อให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนได้

2.2 ควรมีการศึกษาอย่างละเอียดว่าการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์นี้ นอกจากส่งผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์แล้วจะมีแนวโน้มส่งผลต่อการคำนวณอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และเลือกใช้สื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์กับการคำนวณควบคู่กันไป

References

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*(3), 183–198. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001

Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Belknap Press of Harvard University Press.

Buakieow, P. (2023). Using experiential learning approach and mathematical tasks to enhance mathematical connection ability of grade 9 students in similarity. *The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal, 29*(4), 220–235.

Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research, 64*(1), 1–35. https://doi.org/10.3102/00346543064001001

Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. In *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 27*(3), 126–131.

Hunt, A. W., Nipper, K. L., & Nash, L. E. (2011). Virtual vs. concrete manipulatives in mathematics teacher education: Is one type more effective than the other? *Current Issues in Middle Level Education, 16*(2), 1–6.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.

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

Khammani, T. (2019). *Science of teaching: Knowledge for effective learning organization* (23rd ed.). Chulalongkorn University Press.

Lister, M., Dovey, J., Giddings, S., Grant, I., & Kelly, K. (2009). *New media: A critical introduction* (2nd ed.). Routledge.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.

Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and core content of mathematics learning area (revised version B.E. 2560) according to the core curriculum of basic education B.E. 2551*. The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.

Rasheed, N. M., & Tashtoush, M. A. (2023). The impact of cognitive training program for children (CTPC) on the development of mathematical conceptual understanding and achievement. *Journal of Higher Education Theory and Practice, 23*(10), 210–236. https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i10.6196

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