

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถ ด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

The Development of Active Learning Activities Using Digital Media to Enhance Communication and Mathematical Interpretation for Grade 7 Students

พรนภา วงศ์สายตา^๑ ปริญญา ปรีพุฒ^๒ พิรญา ทองเฉลิม^๓
Pornnapa Wongsayta¹ Pariya Pariput² Phiraya Tongchalerm³

Phiraya.t@ubru.ac.th*

ส่งบทความ ๔ ธันวาคม ๒๕๖๗ แก้ไข ๒๑ มกราคม ๒๕๖๘ ต้อนรับ ๒๑ มกราคม ๒๕๖๘
Received: December 4, 2024 Revised: January 21, 2025 Accepted: 21 January 21, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (๑) ศึกษาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล (๒) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล (๓) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนบ้านยางกะเดา อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๗ จำนวน ๑๔ คน ได้มาโดยเลือกแบบสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑๔ แผน สื่อดิจิทัลประเภทคลิปวิดีโอ ๑๔ คลิป แบบวัดความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายเป็นอัตนัย จำนวน ๔ ฉบับ ฉบับละ ๑ ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ ๐.๖๕ - ๐.๗๒ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ ๐.๓๗ - ๐.๕๖ และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ ๐.๖๙ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นปรนัย ๔ ตัวเลือก ๑ ฉบับ จำนวน ๒๐ ข้อ ค่าความยากง่าย ตั้งแต่ ๐.๔๘-๐.๗๐ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ ๐.๔๘ - ๐.๗๐ และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ ๐.๘๖ แบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน ๑๕ ข้อ ผลการประเมินแบบวัดความพึงพอใจ มีค่า IOC ตั้งแต่ ๐.๘๐-๑.๐๐ สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ Wilcoxon

ผลการวิจัย พบว่า

- ๑) ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อดิจิทัล อยู่ในระดับ ดีมาก มีคะแนนเฉลี่ย ๓.๕๐
- ๒) คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕
- ๓) ความพึงพอใจของนักเรียน อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก มีคะแนนเฉลี่ย ๔.๔๘ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ๐.๖๕

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงรุก, สื่อดิจิทัล, การสื่อสาร, การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (corresponding author)

¹⁻³ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹⁻³ Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University

Abstract

This research aimed to (1) examine the mathematical communication and interpretive skills of secondary students after engaging in active learning activities using digital media, (2) compare students' learning achievements before and after participating in active learning activities focused on linear equations with one variable, and (3) examine the satisfaction of secondary 1 students with digital media-based active learning activities on linear equations with one variable. The sample group consisted of 14 secondary 1 students from Ban Yang Kadao School during the first semester of the 2024 academic year, selected through simple random sampling, using classrooms as the randomization unit. The research instruments included 14 lesson plans, 14 digital media video clips, four subjective tests to assess mathematical communication and interpretive skills (one question per test) with difficulty indices ranging from 0.65 to 0.72, discrimination indices from 0.37 to 0.56, and a reliability coefficient of 0.69, a 20-item multiple-choice mathematics achievement test with difficulty indices ranging from 0.48 to 0.70, discrimination indices from 0.48 to 0.70, and a reliability coefficient of 0.86, and Student satisfaction questionnaire, 15 questions. Satisfaction assessment results have IOC values ranging from 0.80 to 1.00. Statistical analyses included mean, standard deviation, and the Wilcoxon test.

The results revealed that:

- 1) Students' mathematical communication and interpretive skills were rated as very good, with an average score of 3.50.
- 2) Post-test achievement scores were significantly higher than pre-test scores at the .05 level of significance.
- 3) Students expressed high satisfaction with the learning activities, with an average satisfaction score of 4.48 and a standard deviation of 0.65.

Keywords: Active Learning, Digital Media, Communication, Mathematical Interpretation

บทนำ

ในปัจจุบันคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษาคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่มีประโยชน์ในด้านการคิดคำนวณเท่านั้น แต่ยังช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคิดเชิงเหตุผลที่มีระเบียบแบบแผน และความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนนอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญ ในการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานสำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ ของประเทศให้สามารถแข่งขันกับนานาชาติได้ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคโลกาภิวัตน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ภายในประเทศ และได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560- 2579) เพื่อกำหนดเป้าหมายและลักษณะของคนไทยในอนาคต รวมทั้งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ที่มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้ เป็นไปตามมาตรฐานสากล โดยมุ่งพัฒนานคนไทยให้มีทักษะในการคิดสังเคราะห์ การสร้างสรรค์ และการต่อยอดสู่นวัตกรรม รวมทั้งทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี พร้อมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องตลอดชีวิต อีกทั้งยังได้ส่งเสริมระบบการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) เพื่อพัฒนาผู้สอนและนักเรียนในเชิงคุณภาพ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่าง การเรียนรู้กับการทำงาน (Work Integrated Learning) ซึ่งเป็นแนวทางที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ในส่วนของการพัฒนาหลักสูตร

และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศไทย ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในโลกปัจจุบัน โดยได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่มุ่งส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียน ซึ่งรวมถึงทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม และสามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) การสื่อสารถือเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และยังเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ, 2546) ซึ่งควรได้รับการพัฒนาในนักเรียน เนื่องจากการสื่อสารหรือการถ่ายทอดความหมายทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับการใช้ช่องทางการสื่อสารทั่วไป เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การสังเกต และการแสดงท่าทางตามปกติ แต่ยังมีลักษณะพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ หรือเครื่องมือที่นักเรียนได้เรียนรู้ในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการสื่อความหมายด้วย ดังนั้น การสื่อสารและการถ่ายทอดความหมายทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นทักษะที่สำคัญในการช่วยนักเรียนให้สามารถถ่ายทอดความรู้และเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน การสื่อสารก่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน นั้นยังเป็นการเปิดโอกาสให้สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแบ่งปันประสบการณ์ระหว่างกัน รับฟังความคิดเห็น และช่วยเหลือกันในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์มีความหมายและนักเรียนสามารถเข้าใจ ได้ลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) นอกจากนี้ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกาได้กำหนดว่า การสื่อสารเป็นหนึ่งในมาตรฐานกระบวนการทางคณิตศาสตร์

และยังได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งควรเป็นจุดเน้นในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ดังนั้น ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสื่อสารและการถ่ายทอดความหมายทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะดังกล่าว และสามารถประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนยังมีปัญหาที่สำคัญคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จากผล การประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติของนักเรียนในโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ที่จัดสอบในปี ค.ศ.2011 และ ค.ศ. 2015 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ในด้านเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับต่ำ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) นอกจากนี้ผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการประเมินความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียนในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ใน ค.ศ. 2018 พบว่ามี นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD สอดคล้องกับผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชาติ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2564 มีค่าเฉลี่ย 24.47 คะแนนซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ และพบว่าโรงเรียนบ้านยางกะเดาก็มีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 20.58 คะแนน สาเหตุที่ควรเร่งพัฒนามากที่สุดคือ จำนวนและพิชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยกันแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ในเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอน

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนอธิบายหรือเขียนแสดงสิ่งที่คิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) สอดคล้องกับที่ว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจในภาพรวมหรือประเด็นสำคัญต่าง ๆ ของสิ่งที่ต้องการนำเสนอหรือไม่สามารถสื่อความหมายเรื่องบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2554) จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายนั้นครูผู้สอนควรที่จะเริ่มให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์โดยใช้ลักษณะภาษาในรูปแบบของนักเรียนเองที่ไม่เป็นทางการมากนัก จากนั้นจึงเริ่มปลูกฝังให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ภาษากึ่งทางการ และทางการในที่สุดโดยการฝึกให้นักเรียนแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสากล ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูผู้สอนควรที่จะปรับเวลาหรือปริมาณการพูดในชั้นเรียนลง เพื่อที่จะเพิ่มโอกาสในการสื่อสารระหว่างนักเรียนมากขึ้น (อัมพร ม้าคนอง, 2554) หนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สามารถฝึกความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายได้ดีคือ กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพราะเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และสามารถสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งให้กับนักเรียนผ่านการเชื่อมโยงนักเรียนกับเนื้อหาในองค์ความรู้ นักเรียนได้มีโอกาสปฏิบัติใช้กระบวนการคิด แสวงหาความรู้ ไตร่ตรอง สะท้อนความคิด อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างการเรียนรู้ของตัวเอง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กานต์ชนก ผลจันทร์, 2561 ที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และพบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารที่สูงขึ้นจากก่อนเรียนเนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มีลักษณะสำคัญคือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และซักถามเพื่อหาคำตอบระหว่างครูและนักเรียนตลอดเวลา นอกจากนั้นยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนอธิบายรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในการศึกษามีแนวโน้มที่ไม่ได้มุ่งเน้นเฉพาะด้านความรู้หรือสาระวิชาเพียงอย่างเดียว โดยสาระวิชาความรู้แม้ว่าจะยังคงมีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ที่เตรียมความพร้อมให้กับการใช้ชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ ๒๑ นักเรียนสามารถค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลจำนวนมากบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งกลายเป็นสื่อหลักที่แข่งขันหนังสือและตำราเรียนแบบเดิมไปแล้ว ดังนั้น บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยน โดยครูควรทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ และออกแบบกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองได้นักเรียนในยุคปัจจุบันสามารถเรียนรู้สิ่งที่ตนถนัดได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาครูมากนัก เพราะสามารถศึกษาหาความรู้จากอินเทอร์เน็ตและมักจะมีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ ในระยะสั้น ๆ ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อรูปแบบการจัดการศึกษาต้องปรับเปลี่ยน เนื่องจากนักเรียนสามารถใช้สื่อต่าง ๆ ในการเรียนรู้สิ่งที่ตนสนใจและถนัดได้มากยิ่งขึ้น หากมีการนำสื่อดิจิทัลมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามความสนใจและความถนัดของนักเรียน จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้จากการกระทำด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขในการเรียนรู้ และส่งผลให้พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น (ศศิญาณล จริญญาผล, ๒๕๖๓)

จากข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่ครูต้องเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากเดิมที่ผู้เรียนเป็นผู้รับเพียงอย่างเดียว (Passive) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ (Active) แทน ธรรมชาติของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ถ้าหากในการจัดการเรียนการสอนมีการตอบโต้กัน ระหว่างผู้สอนและนักเรียนก็จะทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการนำสื่อดิจิทัลเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้เพราะจะสามารถกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียนให้สนใจการเรียน

มากยิ่งขึ้น ซึ่งสื่อดิจิทัลหมายถึงสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ผสมผสานเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาแทนที่สื่อแบบเดิม ซึ่งมักจะมีการนำเสนอข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีโอ หรือเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ มาผสมผสานและเชื่อมโยงกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน (ชุดสันต์ เกิดวิบูลย์เวช, ๒๕๖๐)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมา ผู้วิจัยในฐานะครูสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงสนใจนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกร่วมกับสื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ และผู้วิจัยหวังว่าการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนให้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังจากผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนหลังจากได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร / ตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ ในกลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ ๒๒-๒๕ อำเภอเหล่าเสือโก้กและอำเภอดอนมดแดง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต ๑ จำนวน ๕ โรงเรียน ทั้งหมด ๖ ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด ๑๓๘ คน

ตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนบ้านยางกะเดา ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๑ ห้อง มีนักเรียนจำนวน ๑๔ คน ใช้วิธีเลือกแบบสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.3 ความพึงพอใจ

3. นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การเขียนอธิบายแนวคิดหรือการแสดงแทนแนวคิดในรูปแบบต่าง ๆ และการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อถ่ายทอดให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1. ด้านการแสดงแนวคิดของปัญหาพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1.1 ใช้การวาดภาพ หรือสร้างกราฟ หรือสร้างตาราง มาประกอบการแสดงแนวคิดของการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์

2. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์พฤติกรรมบ่งชี้ คือ

2.1 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความจากปัญหาหรือ สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

3. ด้านการนำเสนอทางคณิตศาสตร์มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

3.1 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ครบถ้วน

โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีเกณฑ์การประเมินเป็น 4 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ฝึกเขียน

แสดงแทนแนวคิดของปัญหา ฝึกการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และฝึกการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีขั้นตอนการจัดเรียนรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน โดยใช้คลิปวิดีโอเพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหา จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนศึกษาคลิปวิดีโอ ตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นคิด หลังจากนักเรียนศึกษาคลิปวิดีโอ นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาวางแผนและเขียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบภาพ คำอธิบาย ตาราง ลงในใบกิจกรรม นำไปสู่การคิดเพื่อเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า สมการ

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างอย่างเป็นขั้นตอนที่ครบถ้วนเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้คนอื่นเข้าใจได้ โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายผล เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำมาเสนอวิธีแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปสาระสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาอื่น เพื่อวัดความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ครูและนักเรียนร่วมตรวจสอบคำตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สื่อดิจิทัล หมายถึง คลิปวิดีโอที่มีการผสมผสานระหว่าง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยจัดทำคลิปวิดีโอให้สอดคล้องกับวัยของนักเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจและส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล หมายถึง ความรู้สึก ความคาดหวัง
 เจตคติ ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล
 วัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดกิจกรรม
 การเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล แบบมาตราส่วนประเมินค่า
 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ
 ความสามารถที่ได้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
 โดยใช้สื่อดิจิทัล เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวัดได้จาก
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและ
 หลังเรียนของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อสอบมีลักษณะ
 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีการใช้
 ข้อสอบแบบเดียวกันแต่มีการสลับลำดับข้อสอบ และลำดับ
 ของคำตอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental
 Research) โดยผู้ศึกษากำหนดแบบแผนการทดลอง
 แบบกลุ่มเดียว วัดผลความรู้ความเข้าใจก่อนและ หลังการ

ทดลอง (One group pretest –posttest Design)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิง
 เส้นตัวแปรเดียว ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ
 ดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14
 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง จำนวน 14 ชั่วโมง (ไม่รวมการ
 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน)
 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยภาพ
 รวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด มีคะแนน
 เฉลี่ย 4.86 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ
 0.23

สื่อดิจิทัลประเภทคลิปวิดีโอจำนวน 14 คลิป
 แยกเป็น 14 เรื่องตามชื่อเรื่องของแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้
 เป็นสื่อการเรียนรู้ประกอบกับการใช้แผนจัดการเรียนรู้
 มีขั้นตอนการสร้างโดยใช้ ADDIE Model นำส่งผู้เชี่ยวชาญ
 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จากนั้นปรับปรุงตาม
 คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และเลือกคลิปวิดีโอที่มีระดับ
 คุณภาพ ดี ขึ้นไป มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ดังแสดงผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยและระดับคุณภาพของคลิปวิดีโอประกอบการเรียนการสอน

วิดีโอเรื่องที่	คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน					รวมทุกด้าน	ระดับคุณภาพ
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านความเหมาะสม ของกิจกรรม	ด้านความเหมาะสม ของสื่อประกอบ	ด้านวัตถุประสงค์		
1	4.00	3.80	4.20	4.00	4.60	4.12	ดี
2	4.00	4.20	4.40	4.40	4.80	4.36	ดี
3	4.00	4.40	4.40	4.40	4.40	4.32	ดี
4	4.00	4.00	4.20	4.00	3.80	4.00	ดี
5	4.20	4.00	4.40	4.40	4.40	4.28	ดี
6	4.00	4.40	4.60	4.60	4.20	4.36	ดี
7	4.40	4.40	4.40	4.80	4.40	4.48	ดี
8	4.00	3.80	4.00	4.00	4.20	4.00	ดี
9	4.60	4.60	4.20	4.00	4.20	4.32	ดี
10	4.00	3.80	4.20	4.40	4.40	4.16	ดี
11	4.60	3.80	4.00	4.00	4.20	4.12	ดี
12	4.20	3.80	4.20	4.20	4.40	4.16	ดี
13	4.20	4.40	4.00	4.40	4.20	4.24	ดี
14	3.80	4.40	4.40	4.00	4.00	4.12	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพของวิดีโอทุกวิดีโอ มีระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไปทุกวิดีโอ

2. แบบวัดความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 1 ข้อ ซึ่งมีการให้คะแนนโดยใช้ Rubric Score 5 ระดับ ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.65-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37-0.56 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.69 โดยเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ระดับคุณภาพ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 0.00–1.49 อยู่ในระดับปรับปรุง ค่าเฉลี่ย 1.50–2.49 อยู่ในระดับพอใช้ ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 3.50–4.00 อยู่ในระดับดีมาก (ไพศาล วรคำ, 2564)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยเลือกจากข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างทั้งหมด 40 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบไปทดลองกับกลุ่มทดลองแล้วนำมาวิเคราะห์และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.48-0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.48 - 0.70 โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ ผลการประเมินแบบวัดความพึงพอใจมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80–1.00 โดยด้านเนื้อหา มีจำนวนทั้งหมด 4 ข้อ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ข้อ และด้านประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ มี 5 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยขอหนังสือแนะนำตัวจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนดอนมดแดง (บ้านดงบัง) เพื่อขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือวิจัย จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพและปรับปรุง

2. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านยางกะเดา เพื่อขอความอนุเคราะห์ดำเนินการเก็บข้อมูล กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 คน ระหว่างวันที่ 20 สิงหาคม ถึง 24 กันยายน 2567 ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และสร้างข้อตกลงในการเรียนรู้

2.2 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ กำหนดเวลา 30 นาที

2.3 ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล จำนวน 14 แผนการเรียนรู้ แผนละ 1 ชั่วโมง รวมใช้เวลาทดลองทั้งหมด 14 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีการทดสอบวัดความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หลังจบหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียนรู้

3. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ และให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 1 ชั่วโมง

4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม

5. สรุปและรายงานผล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้สถิติที่เกี่ยวข้อง

4.1 ประเมินพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่จัดกิจกรรมโดยใช้สูตร Wilcoxon

4.3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมโดยใช้ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล ดังแสดงผลในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลคะแนนความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์รายด้านแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมด 14 คน

เลขที่/ ด้านที่	คะแนนความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์												เฉลี่ย	สรุป
	หน่วยที่ 1			หน่วยที่ 2			หน่วยที่ 3			หน่วยที่ 4				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	4.00	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.92	ดี
2	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.09	ดี
3	4.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	4.00	3.00	2.00	2.50	ดี
4	4.00	3.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.59	ดีมาก
5	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.92	ดีมาก
6	4.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	ดีมาก
7	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.74	ดีมาก
8	4.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	ดีมาก
9	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.92	ดีมาก
10	4.00	4.00	3.00	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.58	ดีมาก
11	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	ดีมาก
12	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.75	ดีมาก
13	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.84	ดีมาก
14	3.00	4.00	4.00	3.00	1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	ดี
— X	3.57	3.07	2.71	3.21	3.43	3.43	3.71	3.57	4.00	3.71	3.86	3.71	3.50	ดีมาก
S	0.65	1.27	1.27	0.97	1.16	1.02	0.83	1.09	0.00	0.47	0.36	0.61	.03	

จากตารางที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลมีคะแนนความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไปทุกคน

ตารางที่ 3 ผลการพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลเป็นรายด้าน

องค์ประกอบด้านที่	คะแนนความสามารถด้านการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์				$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4			
1.การแสดงแนวคิดของปัญหา	3.57	3.21	3.71	3.71	3.54	0.32	ดีมาก
2.การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	3.07	3.43	3.57	3.86	3.5	0.32	ดีมาก
3.การนำเสนอทางคณิตศาสตร์	2.71	3.43	4.00	3.71	3.46	0.55	ดี
รวม	3.11	3.33	3.76	3.71	3.50	0.40	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ภาพรวมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.50 เพื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการแสดงแนวคิดของปัญหา โดยมีค่าเฉลี่ยที่ $\bar{X} = 3.54$, $S = 0.32$ รองลงมาคือด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยที่ $\bar{X} = 3.5$, $S = 0.32$ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย 3.46

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนหลังผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่จัดกิจกรรมแบบเชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน	n	ค่าเฉลี่ยอันดับ	ผลรวมอันดับ	Z	Sig.
คะแนนหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน	0	.00	.00		
คะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน	13	7.00	91.00	-3.198 ^b	0.05*
คะแนนหลังเรียนเท่ากับก่อนเรียน	1				
ทั้งหมด	14				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับความพึงพอใจ
1.ด้านเนื้อหา	4.34	0.72	มาก
1.1 เนื้อหาตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.50	0.52	มาก
1.2 เนื้อหามีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	4.36	0.74	มาก
1.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละคาบมีความเหมาะสม	4.57	0.65	มากที่สุด
1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน	3.93	0.99	มาก
2.ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.54	0.55	มากที่สุด
2.1 เวลาการจัดกิจกรรมในแต่ละชั้นมีความเหมาะสม	4.71	0.61	มากที่สุด
2.2 สื่อการสอนมีความทันสมัยและน่าสนใจ	4.64	0.49	มากที่สุด
2.3 ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและความรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.86	0.36	มากที่สุด
2.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีวิธีคิดที่หลากหลาย	4.43	0.51	มาก
2.5 ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	4.64	0.74	มากที่สุด
2.6 ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.71	0.61	มากที่สุด

3.ด้านประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้	4.30	0.69	มาก
3.1 นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นได้	4.43	0.75	มาก
3.2 นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.50	0.65	มาก
3.3 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	4.29	0.73	มาก
3.4 นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้	4.21	0.57	มาก
3.5 นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้	4.43	0.75	มาก
ภาพรวม	4.48	0.65	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านที่มีความพึงพอใจสูงที่สุดคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}=4.54$, $S=0.55$) รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา ($\bar{X}=4.30$, $S=0.72$) และด้านที่ต่ำที่สุดคือ ด้านประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.30$, $S=0.69$)

อภิปรายผลการวิจัย

1.ผลการศึกษาความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า ภาพรวมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.50 เพื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ด้านการแสดงแนวคิดของปัญหาโดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.54 แสดงให้เห็นว่าในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในขั้นที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับการเผชิญสถานการณ์ปัญหาโดยใช้สื่อดิจิทัล มีการออกแบบปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันและสภาพความเป็นอยู่ของนักเรียนและชุมชนของนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจและความตื่นตัวของนักเรียนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ได้รับจากสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนพบเห็นหรือประสบในชีวิตจริง โดยการใช้สื่อดิจิทัลเข้ามาช่วยเสริมให้สถานการณ์นั้นน่าสนใจและเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ในขั้นที่ 2 ซึ่งคือการคิดโดยใช้สื่อดิจิทัลประกอบการเรียนรู้ สื่อดิจิทัลจะช่วยให้นักเรียนสามารถมองภาพและเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยการใช้การดู รูปแบบอนิเมชัน เพื่อช่วยให้ภาพของปัญหาชัดเจนและสามารถเชื่อมโยงกับแนวคิดคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้กราฟ

ตาราง หรือภาพต่าง ๆ ที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้สื่อดิจิทัลในกระบวนการเรียนรู้ไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น แต่ยังส่งเสริมให้พวกเขามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์สถานการณ์และร่วมกันวางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถแสดงแนวคิดการแก้ปัญหาด้วยการวาดภาพหรือสร้างกราฟ และตารางที่แสดงกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการสื่อสารในทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถถ่ายทอดความคิดและแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองไปยังผู้อื่นได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การใช้สื่อดิจิทัลยังช่วยให้นักเรียนมีความสนุกสนานและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร (2554) ที่กล่าวว่า การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์อาจอยู่ในรูปแบบการพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิดจากสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลองมาช่วยในการสื่อความหมายและการนำเสนอ นอกเหนือไปจากการนำเสนอผ่านการพูดและการเขียนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จริยา สุนทรหาญ (2561) พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ จิรนนท์ แก้วปิ่นตา (2562) พบว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูดอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 91.43 และด้านการเขียนอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 71.43 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 74.28 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับพิมพ์สุภา วุ่นเหลียม (2563) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ เชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการ สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า คะแนน ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ทั้งนี้อาจเนื่องจาก กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและมี ส่วนร่วมในการเรียน โดยการฝึกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดและแก้ปัญหา การเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงช่วยให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับ ประสบการณ์ส่วนตัวการใช้คลิปปวีดีโอที่มีการผสมผสาน ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงช่วยดึงดูด ความสนใจของนักเรียน ทำให้เนื้อหาคณิตศาสตร์เข้าใจง่าย และสนุกมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้อง กับ บุญเลี้ยง พุ่มทอง (2556) ที่กล่าวถึงความหมายของ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ ที่นักเรียนต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ลงมือ กระทำและสะท้อนคิดจากสิ่งที่ได้เรียนรู้โดย การอ่าน พูด ฟัง เขียน เพื่อนำไปสู่การแปลความและถ่ายทอด โดยต้องมี กระบวนการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าและสะท้อนคิด

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวรรณ นัยเนตร (2560) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ งานวิจัยของ กมลชนก มิ่งเมืองมูล (2564) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และสอดคล้อง กับงานวิจัยของ ผกามาศ เรืองจรัส (2565) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มี ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยใช้สื่อดิจิทัล เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและสื่อความ หมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ความพึงพอใจในแต่ละด้านเรียงจากลำดับมากที่สุดไปหา น้อยที่สุด คือ ลำดับที่ 1 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 ลำดับที่ 2 ด้านเนื้อหา มีระดับความพึงพอใจ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่ว นเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.72 และลำดับที่ 3 ด้านประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในกระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนเป็นอย่างมาก อาจเพราะกระบวนการ จัดการเรียนการสอนนั้นมีการเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และ ลงมือทำ อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาต่างๆยังสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวันของผู้เรียน จึงอาจทำให้นักเรียนมีความ พึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างมาก ลำดับที่ 2 ด้านเนื้อหา แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีความพึงพอใจในเนื้อหาที่ได้เรียน และสามารถเข้าใจ เนื้อหามากขึ้น สามารถพัฒนาความสามารถด้านการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น และลำดับที่ 3 นักเรียนสามารถมองเห็นประโยชน์จากกิจกรรมการเรียนรู้ ในระดับสูง เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่ได้ใช้สื่อและ กิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและบริบทของนักเรียน

ปีที่ 1 มีระดับความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

1.ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดเป็น

2. สื่อการสอนที่เป็นคลิปวิดีโอ ครุควรอัปโหลด

เสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรนำวิธีการสอนและการจัดกิจกรรม

2.จากผลวิจัยพบว่า ด้านการนำเสนอทาง

กมลชนก มิ่งเมืองมูล. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กานต์ชนก พลจันทร์. (2561). การศึกษาความสามารถในการสื่อสารและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จริยา สุนทรหาญ. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยบูรพา. <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/7428>

จิรนนท์ แก้วปิ่นตา. (2562). การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:143428>

- ชุดิมนต์ โสชัยยันต์. (2565). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อดิจิทัล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.[วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. <http://202.28.34.124/dspace/handle123456789/1720>
- ชุดิมนต์ เกิดวิบูลย์เวช. (2560). สื่อดิจิทัลใหม่..สื่อแห่งอนาคต. สำนักพิมพ์สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ธนวรรณ นัยเนตร. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา]. <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/6888>
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้. เอส.พรินต์ไทยแพคต่อรี.
- ผกามาศ เรืองจรัส. (2565). การพัฒนาชุดการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี].
- พิมพ์สุภา รุ่งเหลี่ยม. (2563). ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการแบบเปิด. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. <http://202.28.34.124/dspace/handle123456789/1167>
- ไพศาล วรคำ. (2564). การวิจัยทางการศึกษา(Educational Research). โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์และคณะ. (2546). การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่นการพิมพ์.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2554). เอกสารคำสอน วิชา 410541 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศศิญาณล เจริญผล. (2563). ผลการใช้สื่อดิจิทัลประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์].
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning). สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเพื่อการพัฒนา. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.