

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Effects of Using Context-Based Learning Activities for Developing Proportional Reasoning Ability of Mathayomsuksa 1 Students

นิสามณี ศรีบุญเรือง* วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และทรงชัย อักษรคิด

Nisamani Sriboonruang*, Wandee Kasemsukpipat and Songchai Ugsornkid

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนในระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 คน ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน และใบกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนโดยใช้สถิติพรรณนา ประกอบด้วย ความถี่ ค่าเฉลี่ยและร้อยละ และใช้สถิติอ้างอิง ได้แก่ One-Sample t-test เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อสรุปความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในระหว่างเรียน ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนสามารถแสดงยุทธวิธีในการแก้โจทย์สถานการณ์เชิงสัดส่วนได้หลากหลาย เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง บัญญัติไตรยางศ์ และการใช้อัตราส่วนที่เท่ากัน นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนและสถานการณ์เชิงสัดส่วน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในด้านการเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่ การเปรียบเทียบอัตราส่วน และการหาค่าที่หายไป ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

คำสำคัญ: การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน บริบทเป็นฐาน

Abstract

The objectives of this research were to study proportional reasoning ability during and after using context-based learning activities. The sample consisted of 19 Mathayomsuksa 1 students in academic year 2020 at a school in Bangkok, who were selected using cluster random sampling. The research instruments consisted of lesson plans using context-based learning,

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10220

Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10220

*Corresponding author; email: nisamani.s@ku.th

(Received: 9 December 2021; Revised: 27 March 2022; Accepted: 23 June 2022)

DOI: <https://doi.org/10.14456/psruhss.2024.23>

a proportional reasoning ability test, and worksheets. The data from a proportional reasoning ability test were analyzed by using descriptive statistics, which are frequency, mean, and percentage, and comparative statistics, one-sample t-test, for testing hypothesis. The data from worksheet were analyzed by using content analysis to summarize the effect of context-based learning activities on proportional reasoning ability during learning through the activities. The results of students' proportional reasoning ability during the activities showed that students were able to demonstrate strategies for solving a wide range of proportional situations, such as using pictures, tables, rule of three, or using equivalent ratios to find answers. The students expressed understanding the concepts of proportions and proportional situations. The proportional reasoning ability after learning activities showed that the students' proportional reasoning ability higher than the criteria of 60% at the .05 level of significance the proportional reasoning ability score in aspects of were solving proportion situations of the equivalent ratios with multiplication, comparing ratios, and finding missing value met the criteria of 60%.

Keywords: Proportional reasoning, Proportional reasoning ability, Context-based learning

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้สามารถวางแผน คาดการณ์ ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) และเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนการสอนควรปลูกฝังวัฒนธรรมการสร้างความรู้ให้แก่ นักเรียนโดยส่งเสริมให้รู้จักคิดวิเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความมั่นใจในตนเอง แสวงหาความรู้ รู้เท่าทันสารสนเทศในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ การคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ กรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2021 ได้ถูกพัฒนาให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่การทดสอบ PISA 2021 ได้เพิ่มในกรอบการประเมิน โดยความสามารถในการให้เหตุผลที่ผู้วิจัยจะส่งเสริมและพัฒนา คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกัน

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน หมายถึง ความสามารถในการแสดงความเข้าใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วน อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงในอัตราคงที่ หาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ที่กำหนด รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วนและสถานการณ์

ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วนได้ (ขวัญ เพียซ้าย และคณะ, 2553; Hillen, 2005) ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนโดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการแสดงวิธีแก้ปัญหาและความเข้าใจในสถานการณ์เชิงสัดส่วน ซึ่งประกอบด้วย การเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่ การเปรียบเทียบอัตราส่วน การหาค่าที่หายไปของสถานการณ์เชิงสัดส่วน และด้านการแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ผู้วิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นลักษณะการให้เหตุผลประกอบการตอบคำถามจากสถานการณ์ ซึ่งผู้เรียนสามารถแสดงเหตุผลโดยใช้รูปภาพ การแสดงวิธีหาคำตอบโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ การเขียนอัตราส่วนเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงภายใต้รูปแบบการคูณ การหาร เป็นต้น ซึ่งลักษณะสถานการณ์ที่กำหนดก็มีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลได้ตรงกับคำถาม แสดงเหตุผลได้เหมาะสมหรือคำตอบที่โจทย์ต้องการได้ ดังนั้น นักเรียนต้องทำความเข้าใจประเภทของสถานการณ์เชิงสัดส่วน วิเคราะห์สถานการณ์และบอกได้ว่าโจทย์ต้องการคำตอบและเหตุผลในการยืนยันคำตอบอย่างไร ซึ่งประสบการณ์ในการทำโจทย์หรือการเรียนรู้จากสถานการณ์ตัวอย่างจะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนได้ดียิ่งขึ้น (Hilton et al., 2012; Artut & Pelen, 2015; Nasir, 2018) นอกจากนี้ Larson (2013) กล่าวว่า การเผชิญหน้ากับบริบทหรือสถานการณ์ที่หลากหลายจะให้นักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์และสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ใดที่ใช้กับความสัมพันธ์แบบทวีคูณที่เป็นส่วนสำคัญของการคิดเชิงสัดส่วน ซึ่งนักเรียนไม่สามารถรับรู้ความสัมพันธ์แบบทวีคูณได้ในสถานการณ์เดียว พวกเขาอาจจะอยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป บริบทที่หลากหลายยังทำให้เกิดความแตกต่างของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันและความรู้เดิมของนักเรียนก็เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสำหรับการพัฒนากลยุทธ์ในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสัดส่วนด้วย ผู้วิจัยจึงใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากสถานการณ์ที่กำหนดเป็นแนวทางและนำประสบการณ์ไปใช้ในสถานการณ์ที่นักเรียนต้องแก้ปัญหาและสามารถให้เหตุผลประกอบการตอบของตนเองได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และสถานการณ์ที่นักเรียนอาจจะพบในอนาคต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาเป็นจุดเริ่มต้นหรือผลักดันให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือใกล้เคียงได้ (Bennett, 2004; ยุพาวรรณ คำทา, 2557; ศราวุธ จอมนำ, 2557) โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์ ครูนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์เกี่ยวกับสัดส่วนที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน หรือใกล้ตัวนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์บริบทและหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ นักเรียนร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ ช่วยกันหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการอภิปรายเสนอแนวคิดของแต่ละคน และแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยสามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น สรุปแนวคิดที่ได้ในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 เรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning Concept) นักเรียนเรียนรู้แนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยนักเรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง อภิปรายแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน ครูและนักเรียนสรุปแนวคิดสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด โดยครูต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของนักเรียนเป็นหลัก

ขั้นที่ 4 นำไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ครูให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากบริบทแนะนำไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกัน โดยใช้องค์ความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้ในบริบทแนะนำเป็นแนวคิดหลักในการแก้ไขปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นเมื่อสถานการณ์หรือบริบทมีความใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์มาก่อน ซึ่งขั้นตอนการกำหนดสถานการณ์จึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ครูนำเสนอวิธีการวิเคราะห์สถานการณ์ การแสดงวิธีหาคำตอบในรูปแบบที่หลากหลายรวมถึงวิธีการแสดงผลเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (ศราวุธ จอมนา, 2557; ยุพาวรรณ คำทา, 2557; ภัทรชา สุขสบาย, 2558; รุ่งทิพา บุญมาโต, 2560) ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละจากบริบทที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง มีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาเชิงสัดส่วนจากบริบทในรูปแบบต่าง ๆ รวมไปถึงสามารถเรียนรู้การแสดงวิธีหาคำตอบ การเขียนแสดงการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสนับสนุนคำตอบได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน

สมมติฐานของการวิจัย

หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 281 คน จำนวน 9 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 19 คน โดยนักเรียนในห้องมีความสามารถทางการเรียนแบบคละความสามารถและเป็นห้องเรียนที่จำนวนนักเรียนในห้องสามารถมาเรียนแบบ On-site ต่อเนื่องได้ทุกสัปดาห์ เนื่องจากในระหว่างการดำเนินการวิจัยอยู่ระหว่างสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้ต้องมีการจำกัดจำนวนนักเรียนที่มาเรียนในโรงเรียนห้องเรียนละไม่เกิน 25 คน

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยประกอบด้วย

1. ตัวจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 8 แผน ที่แบ่งเนื้อหาและใช้บริบทต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 1 แผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบ

โดยใช้ประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และสถานการณ์ที่นักเรียนอาจจะพบในอนาคต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในหัวข้ออัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ มาเป็นจุดเริ่มต้นหรือผลักดันให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือใกล้เคียงได้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์ ครูนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวันหรือใกล้ตัวนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์บริบทและหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ นักเรียนร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ ช่วยกันหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการอภิปรายเสนอแนวคิดของแต่ละคนร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน และแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยสามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น แล้วสรุปแนวคิดที่ได้ในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 เรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning concept) นักเรียนเรียนรู้แนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยนักเรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง อภิปรายแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน ครูและนักเรียนสรุปแนวคิดสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด โดยครูต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของนักเรียนเป็นหลัก

ขั้นที่ 4 นำไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ครูให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากบริบทแนะนำไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกัน โดยใช้องค์ความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้ในบริบทแนะนำเป็นแนวคิดหลักในการแก้ไข้ปัญหา

โดยในแต่ละแผนประกอบด้วยใบกิจกรรม ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการเหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ รวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของกิจกรรม บริบทและความสมารถที่ต้องการพัฒนา หลังจากได้ข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

แผนที่	เรื่อง	บริบท	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน
1	อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน	- การซื้อ-ขาย กิจกรรม รุ่งเรืองตลาดสด	- อธิบายการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่
2	การเปรียบเทียบอัตราส่วน	- การเปรียบเทียบ กิจกรรม เลือกอย่างไร	- การเปรียบเทียบอัตราส่วน
3	อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน	- การผสม กิจกรรม งานวันเกิดของมะลิ	- อธิบายการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่
4	สัดส่วน	- วงกลม กิจกรรม ความลับของวงกลม	- อธิบายการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่

แผนที่	เรื่อง	บริบท	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน
5	สัดส่วนตรง	- การจัดชุดอาหารว่าง กิจกรรม ร้านพิมพ์นิยม	- อธิบายการเท่ากันของอัตราส่วนสอง อัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณ หรือการหารในอัตราคงที่ (สัดส่วนตรง) - หาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ที่กำหนด
6	สัดส่วนผกผัน	- คนและการทำงาน กิจกรรม การทำงานของช่าง ทาสี	- อธิบายการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน ที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการ หารในอัตราคงที่ (สัดส่วนผกผัน) - หาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ที่กำหนด
7	สถานการณ์ที่ เกี่ยวกับสัดส่วนและ สถานการณ์ที่ไม่ เกี่ยวกับสัดส่วน	- รูปคล้าย/การย่อขยาย กิจกรรม รูปสามเหลี่ยม - อัตราการเจริญเติบโต กิจกรรม ส่วนสูงของยี่ราฟ	- การวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ สัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัดส่วน ได้
8	ร้อยละและการแก้ไข สถานการณ์เกี่ยวกับ ร้อยละ	- การซื้อ/ขาย/การบริการ - กำไร/ขาดทุน	- อธิบายการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน ที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการ หารในอัตราคงที่ - การหาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 45 คะแนน ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมและความชัดเจนของคำถาม โดยผู้เชี่ยวชาญในด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน โดยผลประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) ของข้อสอบทุกข้อมีค่าอยู่ในช่วง 0.67 – 1

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

2. ดำเนินการสอนนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 แผน แผนละ 2 คาบ เวลา 100 นาที

3. ในระหว่างการสอนผู้วิจัยเก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากใบกิจกรรม และจดบันทึกพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกระหว่างการเรียน โดยบันทึกลงในแบบบันทึกหลังสอนและตรวจสอบการทำใบกิจกรรมของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในระหว่างเรียน

4. หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนโดยใช้เวลาทดสอบ 100 นาที

5. นำผลการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ใบกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลตามความสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย 2 ข้อ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรม ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อสรุปความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในระหว่างเรียน ในประเด็นการเลือกใช้ยุทธวิธีในการหาคำตอบ การให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบ การแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับสัดส่วนและการแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วนของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนโดยวิเคราะห์การเขียนตอบ เพื่อให้คะแนนตามเกณฑ์การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ดังแสดงในตาราง 2 แล้วเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 หมายความว่า นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสูงกว่าเกณฑ์ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 27 คะแนนขึ้นไป แล้วทดสอบสมมุติฐานในการวิจัยโดยใช้สถิติอ้างอิง One-sample t-test

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ เช่น สัดส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน อัตราส่วนต่อหนึ่งหน่วย บาร์โมเดล ตาราง เป็นต้น โดยเขียนแสดงวิธีคิดได้ถูกต้อง สมบูรณ์ และคำตอบถูกต้อง
2	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ เช่น อัตราส่วนที่เท่ากัน อัตราส่วนต่อหนึ่งหน่วยตาราง เป็นต้น แต่อาจจะมีการเขียนแสดงวิธีคิดที่ไม่สมบูรณ์ และคำตอบไม่ถูกต้อง ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดในการคำนวณ
1	มีการเขียนอธิบายแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาบางส่วน แต่อธิบายได้ไม่ชัดเจน มีความผิดพลาดในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่ใช้แก้ไขสถานการณ์ และคำตอบไม่ถูกต้อง หรือคำตอบที่ได้ถูกต้องแต่อาจมาจากการเดาคำตอบ
0	ไม่มีการเขียนอธิบายคำตอบ แสดงวิธีการแก้ไขสถานการณ์ หรือเขียนแสดงวิธีคิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อคำถาม

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระหว่างเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในระหว่างเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยพิจารณาจากการทำใบกิจกรรม และพฤติกรรมคำตอบคำถามของนักเรียน ซึ่งบริบทที่ใช้ในขั้นตอนการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ออกแบบให้สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ดังนี้

1. นักเรียนสามารถแสดงยุทธวิธีในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสัดส่วนได้หลากหลาย เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง บัญญัติไตรยางศ์ และการใช้อัตราส่วนที่เท่ากันในการหาคำตอบ ซึ่งจากการสังเกตการณ์ทำใบกิจกรรม

ของนักเรียน พบว่า นักเรียนเลือกใช้วิธีในการแก้ไขสถานการณ์ตามความถนัดของตนเองและรูปแบบการคำนวณที่เหมาะสมกับสถานการณ์ สามารถหาคำตอบได้ ดังนี้

1.1 เลือกใช้การคำนวณโดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร และบัญญัติไตรยางศ์ ซึ่งเป็นองค์ความรู้เดิมของนักเรียนในการแก้ไขสถานการณ์ นักเรียนจะเลือกใช้วิธีนี้ในโจทย์ที่ถามเกี่ยวกับการหาคำตอบโดยตรงหรือในลักษณะให้แสดงวิธีคิด

1.2 เลือกใช้รูปภาพแทนจำนวนในสถานการณ์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีนี้ในคำถามที่มีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนและโจทย์หาคำตอบได้ไม่ยาก

1.3 เลือกใช้ตาราง วิธีนี้นักเรียนส่วนใหญ่นิยมใช้ในการคำนวณ เพราะเข้าใจง่ายและวิธีการคำนวณไม่ซับซ้อน

1.4 เลือกใช้วิธีการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน จากการสังเกตการณ์ทำใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนเลือกใช้วิธีนี้ในใบกิจกรรมที่บริบทสถานการณ์ให้หาจำนวนที่หายไปและการเปรียบเทียบอัตราส่วนเป็นส่วนใหญ่

2. นักเรียนเข้าใจแนวคิดของอัตราส่วนที่เท่ากัน เป็นความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงในภายใต้อัตราคงที่ โดยนักเรียนสามารถหาคำตอบและใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณได้ทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง

3. นักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วน เป็นประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วน ซึ่งเราสามารถแสดงการเป็นสัดส่วนได้จากการหาอัตราส่วนที่เท่ากันหรือจากการหาค่าของอัตราส่วนทั้งสองอัตราส่วนที่มีค่าเท่ากันได้ โดยจะเห็นได้จากการให้นักเรียนศึกษาบริบท “ความลับของวงกลม” เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอัตราส่วน ความยาวของเส้นรอบวง ต่อ ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง นักเรียนจะพบว่า ค่าของอัตราส่วนของสิ่งของทุกชิ้นมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เท่ากับ $3.141159...$ หรือมีค่าประมาณ 3 เหมือนกันทั้งหมด จากการศึกษาบริบทข้างต้น นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสัดส่วนและสามารถแสดงวิธีคิดแก้ไขสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วน และสามารถหาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

4. นักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนตรง เป็นความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ชุด ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจากบริบทแนะนำ “ร้านพิมพ์นิยมรับจัดชุดอาหารว่าง” ครูให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของจำนวนสิ่งของที่จะจัดชุดอาหารว่าง กับจำนวนความต้องการของลูกค้า ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณทั้งสองชุด เมื่อลูกค้าต้องการซื้อเพิ่มแสดงว่าจำนวนของที่จะจัดชุดอาหารว่างต้องเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

5. นักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนผกผัน เป็นความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ชุด ที่มีความสัมพันธ์ตรงข้ามกัน จากบริบทแนะนำ “การทำงานของช่างทาสี” เมื่อนักเรียนพิจารณาจำนวนช่างที่ทาสีกับจำนวนวันที่ทาสีเสร็จเรียบร้อยในรูปของสัดส่วนตรง พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสัดส่วนตรงและหาค่าของตัวแปรได้ แต่ เมื่อนักเรียนพิจารณาคำตอบที่ได้กับความเหมาะสมของสถานการณ์ในความเป็นจริง นักเรียนสามารถแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์สถานการณ์และแสดงความคิดเห็นว่าคำตอบที่ได้ไม่สมเหตุผลผลกับสถานการณ์ กล่าวคือเมื่อจำนวนช่างทาสีเพิ่มขึ้นแสดงว่าจำนวนวันที่ทำงานควรจะลดลงด้วย นั่นเอง

6. นักเรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสถานการณ์เชิงสัดส่วนและสามารถแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วนได้ ซึ่งจากการให้นักเรียนศึกษาบริบทแนะนำที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต พบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วนได้ และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้ชัดเจน แต่ในบริบทแนะนำ “อัตราการเจริญเติบโตของยี่ราฟ” ซึ่งเป็นบริบทที่ใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยในสถานการณ์ที่ให้

นักเรียนศึกษาไม่ได้ให้ตัวเลขและข้อมูลที่ชัดเจนแก่นักเรียน ดังนั้น นักเรียนจึงเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของยี่ราฟจากการเปรียบเทียบในเชิงการบวกมากกว่าการเปรียบเทียบในเชิงการคูณ กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจจากสถานการณ์ว่ายี่ราฟที่มีผลต่างของความสูงมากกว่าแสดงว่ามีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่านั่นเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ซึ่งครูได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการหาอัตราการเจริญเติบโตด้วยการแสดงในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบความสูงที่เพิ่มขึ้นต่อความสูงเดิมของยี่ราฟ

ตอนที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน

2.1 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยภาพรวมเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนมาวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ปรากฏผลดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 60

	n	$\bar{X}$	S.D.	t	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียน	19	27.21	12.39	.074*	60.47

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เท่ากับ 27.21 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 60.47 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 12.39 การทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

2.2 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนโดยวิเคราะห์รายด้านของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียนกับเกณฑ์แต่ละด้านของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 ในการพิจารณาได้ดังนี้

ตาราง 4 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนรายด้านโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน	คะแนนที่ผ่านเกณฑ์	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ
1. การแสดงวิธีแก้ปัญหและแสดงความเข้าใจในสถานการณ์เชิงสัดส่วน				
1.1 การเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วน	7	7.95	15	78.95
สองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่				
1.2 การเปรียบเทียบอัตราส่วน	4	3.68	13	68.42
1.3 การหาค่าที่หายไป	10	11.16	12	63.16

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน	คะแนนที่ผ่านเกณฑ์	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ
2. การแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัดส่วน	5	4.42	9	47.37

จากตาราง 4 เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียนเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในด้านแสดงวิธีแก้ปัญหาและแสดงความเข้าใจในสถานการณ์เชิงสัดส่วน ด้านย่อย 1.1 การเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 ด้านย่อย 1.2 การเปรียบเทียบอัตราส่วน จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 68.42 และด้านย่อย 1.3 การหาค่าที่หายไป จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 63.16 แต่มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในด้านที่ 2 การแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัดส่วน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 9 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37

สรุปและอภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอสรุปและอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า นักเรียนเข้าใจแนวคิดของอัตราส่วนที่เท่ากัน สัดส่วนสัดส่วนตรง สัดส่วนผกผัน และแนวคิดเกี่ยวกับสถานการณ์เชิงสัดส่วนสามารถแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วนได้ โดยการแสดงยุทธวิธีในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสัดส่วนได้อย่างหลากหลาย เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง บัญญัติไตรยางค์ การใช้อัตราส่วนที่เท่ากันในการหาคำตอบ

จากการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนในระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า การที่นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาที่เป็นสถานการณ์เชิงสัดส่วนได้นั้น การออกแบบการจัดการเรียนรู้ก็มีส่วนสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเกิดแนวคิดและมีความเข้าใจในสถานการณ์เชิงสัดส่วน สามารถแสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนได้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในการวิจัยครั้งนี้ ขั้นตอนสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ครูควรศึกษาข้อมูลและวางแผนให้เหมาะสม คือ ขั้นตอนการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน ขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์หรือบริบทเชิงสัดส่วนจากสถานการณ์หรือบริบทที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง และได้ศึกษาการแสดงวิธีคิด การให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในแต่ละบริบทควรทำอย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับ Larson (2013) ที่กล่าวว่า การเลือกใช้บริบทที่หลากหลายจะทำให้ให้นักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์และสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ใดที่ใช้กับความสัมพันธ์แบบทวีคูณ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถรับรู้ความสัมพันธ์แบบทวีคูณได้ในสถานการณ์เดียว พวกเขาอาจจะอยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป บริบทที่หลากหลายยังทำให้เกิดความแตกต่างของกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันและความรู้เดิมของนักเรียนก็เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสำหรับการพัฒนากลยุทธ์ในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสัดส่วน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกบริบทที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้จากองค์ความรู้เดิมต่อยอดกับบริบทที่ครูนำเสนอได้เลือกใช้บริบทที่ความสอดคล้องกับสถานการณ์เชิงสัดส่วนและสามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ดังนี้

1.1 บริบทเกี่ยวกับการเท่ากันของอัตราส่วน และความสัมพันธ์ของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอบริบท “การซื้อ-ขายของสถานการณ์

รุ่งเรืองตลาดสด” ซึ่งจากใบกิจกรรมนักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์การซื้อขายค้าในตลาด และได้นำเสนอกระบวนการคำนวณที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาสูตรวิธีที่ใช้ในการหาคำตอบในสถานการณ์ที่มีการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณสองปริมาณที่มีความสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้หลายแบบไม่จำเป็นต้องแสดงแค่การคำนวณด้วยตัวเองเพียงวิธีเดียว เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง และการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน

1.2 บริบทเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราส่วน โดยบริบทที่ใช้เป็นสถานการณ์การเปรียบเทียบปริมาณที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสถานการณ์แรกที่ถูกผู้วิจัยใช้ในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน คือ กิจกรรม “ถูกกว่า แพงกว่า” ซึ่งนักเรียนจะได้เผชิญกับสถานการณ์เชิงเปรียบเทียบที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์มาก่อน คือ การซื้อของในร้านสะดวกซื้อหรือร้านอาหาร หลังจากนั้นนักเรียนได้ศึกษาบริบทในเชิงเปรียบเทียบอัตราส่วน จากสถานการณ์ “เลือกอย่างไร” ซึ่งกิจกรรมนี้นักเรียนต้องวิเคราะห์บริบทที่ครูนำเสนอ แล้วศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบเมื่อนักเรียนต้องเป็นผู้เลือกสินค้า จากการศึกษาบริบทนี้นักเรียนจะได้แนวคิดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราส่วนโดยใช้ความรู้การหาอัตราส่วนที่เท่ากัน และการใช้อัตราต่อหนึ่งหน่วย

1.3 บริบทที่เกี่ยวกับสถานการณ์เชิงสัดส่วนที่ให้อำนาจที่หายไป ซึ่งในการจัดการเรียนรู้บริบทที่ผู้วิจัยเลือกใช้ซึ่งเริ่มจากให้นักเรียนรู้จักคำว่าสัดส่วนจากสถานการณ์ “ความลับของวงกลม” และให้นักเรียนนักเรียนสามารถแยกสถานการณ์เชิงสัดส่วนได้ 2 แบบ คือ สถานการณ์ที่เป็นสัดส่วนตรงจากบริบท “การจัดชุดอาหารว่างของร้านพิมพ์นิยม” เป็นสถานการณ์ที่ปริมาณสองชุดมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน และสถานการณ์ที่เป็นสัดส่วนผกผันจากบริบท “การทำงานของช่างทาสี” เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนจะได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน นอกจากนี้ยังมีบริบทที่ใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนในการหาค่าที่หายไป และเป็นความสัมพันธ์ของปริมาณสองชุดแต่เป็นการเปรียบเทียบปริมาณกับ 100 ส่วน ซึ่งก็คือ บริบท “การซื้อ/ขาย/การบริการและกำไร/ขาดทุน” นั่นเอง

1.4 บริบทที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอบริบทของสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสัดส่วน ได้แก่ สถานการณ์ของรูปสามเหลี่ยมคล้าย และนำเสนอบริบทของสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วน ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของยีสราฟ

จากการเลือกใช้บริบทที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเห็นข้อแตกต่างของการนำความรู้ไปใช้ กระบวนการคิดที่แตกต่างกันตามสถานการณ์ที่กำหนด การเชื่อมโยงสถานการณ์จากบริบทและนำไปสู่บริบทที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน และส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงยุทธวิธีในการแก้สถานการณ์เชิงสัดส่วนได้หลากหลาย เช่น การใช้รูปภาพ ตาราง บัญญัติไตรยางศ์ การใช้อัตราส่วนที่เท่ากันในการหาคำตอบ นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนและสถานการณ์เชิงสัดส่วนได้ ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของ Artut & Pelen (2015) ได้ศึกษายุทธวิธีในการแก้ปัญหาเชิงสัดส่วนของนักเรียน พบว่านักเรียนแสดงยุทธวิธีในการแก้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนที่แตกต่างกันได้ 7 วิธี และแสดงยุทธวิธีการแก้สถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวกับสัดส่วนที่แตกต่างกันได้ 6 วิธี นอกจากนี้ Hoover (2012) ได้ให้แนวคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาจากบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ถึงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ นักเรียนได้คิดหาวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนช่วยกันคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้โดยนักเรียนจะต้องเลือกเพียงวิธีเดียวและนำวิธีที่เลือกมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบท กฎ นิยาม หรือสูตรทางคณิตศาสตร์มาใช้หาวิธีในการแก้ปัญหาได้ หรือสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาและได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

รุ่งทิวา บุญมาโดน (2560) ที่มีการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ของนักเรียน การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และเน้นให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ในบริบทใหม่ ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของชวัญ เพียชัย และคณะ (2553) พบว่า นักเรียนที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนอยู่ในระดับ 2 ขึ้นไปเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนหลังเรียนเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในด้านการเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบพหุคูณหรือการหารในอัตราคงที่ การเปรียบเทียบอัตราส่วน และการหาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในด้านการแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัดส่วน แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถหาคำตอบในสถานการณ์ของบริบทที่เป็นการแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนได้นั้นเอง โดยเมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า องค์ความรู้เดิมของนักเรียนและสภาพแวดล้อมบริบทรอบตัวของนักเรียนมีผลต่อการทำความเข้าใจในสถานการณ์แต่ละรูปแบบด้วยเช่นกัน นักเรียนแต่ละคนอาจจะมีประสบการณ์ได้เผชิญกับสถานการณ์และมีความพร้อมในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้น ครูควรทำความเข้าใจ ศึกษาบริบทและความพร้อมของนักเรียนก่อนเสมอ ดังแนวคิดของยุพาวรรณ คำทา (2557) ที่กล่าวว่า ผู้วิจัยควรมีการทำการศึกษารวบรวมเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และความสนใจของนักเรียนที่มีต่อบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องการศึกษา เพื่อเป็นการคัดเลือกบริบทที่มีความเหมาะสมไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และ ภัทรชา สุขสบาย (2558) กล่าวว่า ในการเลือกบริบทที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นควรเป็นบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย หากครูผู้สอนเลือกบริบทเองโดยที่ยังไม่ฝังตัวในโรงเรียนยาวนานเพียงพอ อาจจะทำให้บริบทนั้นไกลตัวนักเรียนเกินไป ดังนั้น ครูควรสำรวจบริบทจากนักเรียนโดยตรง เช่น ใช้แบบสอบถาม แบบสำรวจ หรือสัมภาษณ์นักเรียน เป็นต้น เพื่อให้ได้บริบทที่นักเรียนคุ้นเคยจริง ๆ มา และบริบทเหล่านั้นสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมที่ต้องการสอน นอกจากนี้การเลือกบริบทนั้นควรคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

1. ในการเลือกบริบทที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเป็นบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และบริบทที่เหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน ถ้าครูเลือกบริบทที่นักเรียนไม่คุ้นเคยหรือบริบทที่ใหม่สำหรับนักเรียน การเรียนรู้ในบริบทนั้นจะเป็นการเพิ่มความยากให้กับนักเรียนและนักเรียนไม่สามารถสร้างแนวคิดจากบริบทที่ครูกำหนดให้ได้ ดังนั้น ครูควรศึกษาธรรมชาติของนักเรียน กิจกรรมที่นักเรียนสนใจ บริบทที่สมควรรอบ ๆ โรงเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาบริบทที่คุ้นเคยจริง ๆ และเป็นการสร้าง

แรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน เมื่อนักเรียนเห็นว่าบริบทที่ครูแนะนำเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและเห็นความสำคัญของการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเมื่อความรู้ที่เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบในสถานการณ์ของบริบทที่เป็นการแยกแยะสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนและสถานการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนได้ ซึ่งในระหว่างการจัดกิจกรรมนักเรียนอาจจะมีเวลาในการศึกษาบริบทน้อย และเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน ดังนั้น ครูควรออกแบบกิจกรรมโดยคำนึงถึงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาบริบทที่เป็นความรู้ใหม่ การสร้างความคุ้นเคยแก่นักเรียนด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนที่สอดคล้องกับบริบท และการใช้คำถามแนะนำแนวคิดเพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์และได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ได้

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนั้น ครูอาจพบปัญหาเรื่องเวลาในการทำกิจกรรมใช้เวลามาก ดังนั้นครูควรแก้ไขโดยการเลือกบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจบริบทได้เร็วขึ้น และการเตรียมนักเรียนให้พร้อมในการแสดงวิธีหาคำตอบโดยการเขียนแสดงวิธีเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนักเรียนบางคนอาจจะยังไม่คุ้นเคยจึงทำให้ใช้เวลามากในการตอบคำถามระหว่างการทำใบกิจกรรม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในบริบทที่เป็นสถานการณ์เชิงสัดส่วนได้ แสดงความเข้าใจและตอบคำถามจากสถานการณ์เชิงสัดส่วนที่กำหนดได้ ซึ่งส่วนใหญ่เนื้อหาและบริบทที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนั้น ควรมีการศึกษผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยใช้บริบทในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ความคล้าย ความชันของเส้นตรง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สถิติ และกราฟของสมการเชิงเส้น เป็นต้น

2. ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบริบทเป็นฐาน เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมที่นักเรียนต้องศึกษาสถานการณ์ในบริบทที่ครูแนะนำเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาบริบทไปต่อยอดในสถานการณ์ที่นักเรียนต้องแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ทั้งองค์ความรู้เดิมและความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาบริบท ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาศาสมารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญ เพียซ้าย, สุพจน์ ไชยสังข์, ปิยวดี วงษ์ใหญ่, และอรพินท์ เจียรพะพงษ์. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภัทรชา สุขสบาย. (2558). *ความสามารถในการนำความรู้เรื่องของไหลไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุพวรรณ คำทา. (2557). *การพัฒนาแนวคิดและความสามารถในการนำความรู้เรื่องบรรยากาศไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- รุ่งทิwa บุญมาโดน. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศราวุธ จอมนำ. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). PISA 2021 กับการประเมินความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์. สืบค้น 10 มิถุนายน 2564, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-53/>
- Artut, P. D., & Pelen, M. S. (2015). 6th grade students' solution strategies on proportional reasoning problems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 113-119. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.07.066
- Bennett, J. (2004). *Teaching and Learning Science: A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Hillen, A. F. (2005). *Examining preservice secondary mathematics teachers' ability to reason proportionally prior to and upon completion of a practice-based mathematics methods course focused on proportional reasoning* (Doctoral dissertation). University of Pittsburgh.
- Hilton, A., Hilton, G., Dole, S., Goos, M., & O'Brien, M. B. (2012). Evaluating middle years students' proportion reasoning. *Conference: 35th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia At: Singapore Volume: Mathematics education: Expanding horizons (Proceedings of the 35th Annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, 330-337)*. Singapore: MERGA.
- Hoover, S. (2012). Developing real-world math through literacy. *Ohio Journal of School Mathematics*, 65(11), 24-29.
- Larson, K. (2013). Developing children's proportional reasoning: Instructional strategies that go the distance. *Ohio Journal of School Mathematics*, 67, 42-47.
- Nasir, R. (2018). Identifying the Students' Proportional Reasoning. *International Journal of Education Science and Research (IJSER)*, 8(2), 71-78.