

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์
ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON
PROBLEM-SOLVING IN LINEAR INEQUALITY WITH ONE VARIABLE FOR
GRADE- 9 STUDENTS THROUGH THE USE OF ACTIVE LEARNING

คชินทร์ โกขุนทาภรณ์^{1*} และวิภาวณี คำศรี²
Kachin kokanutapon^{1*} and Wipawanee Kamsri²

Received : 16 March 2023

Revised : 28 October 2024

Accepted : 7 November 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

² คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

¹ Faculty of Science and Technology Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

² Faculty of Education Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

* Corresponding Author's E-mail: kachin@vru.ac.th

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก / โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to compare mathematics learning achievement on solving problems, in linear inequalities with one variable; of grade-9 students before and after receiving active learning. 2) to compare mathematics learning achievement on solving problems, in linear inequalities with one variable; grade-9 students after receiving active learning with the 70 percentage threshold. The sample group used in this research was grade-9 students. Studying in semester 1, academic year 2023, 1 classroom. There were 35 students, which were obtained by random sampling (Cluster Random Sampling) by using the classroom as the unit of sampling. Research instruments consisted of active learning less plan on solving problems in linear inequalities with one variable and an learning achievement test on solving problems in linear inequalities with one variable. The statistics used in data analysis included percentage, mean, standard deviation and t-test.

The research findings revealed 1) Mathematics learning achievement on solving problems related to linear inequalities with one Variable of grade-9 students after receiving active learning were higher than before receiving active learning statistically significant at the 0.05 level. 2) Mathematics learning on solving problems, in linear inequalities with one variable; grade-9 students who received active learning above the 70 percentage threshold statistical significant at the 0.05 level.

Keywords: Active Learning / Problems Solving in Linear Inequality with one Variable/ Mathematics Learning Achievement

บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนามนุษย์และเป็นเครื่องมือชี้สังคม ผู้ที่ได้รับการศึกษาจึงเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่สำคัญและมีบทบาทในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจอย่างถูกต้อง และยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาศาสตร์ต่าง ๆ จึงเป็นศาสตร์ที่สำคัญในการพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพ การศึกษาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องพร้อมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้ทันต่อยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) วิธีสอนคณิตศาสตร์ไม่มีวิธีสอนใดที่ดีที่สุด การเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องสามารถเลือกวิธีสอนได้สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทที่เกี่ยวข้อง (ขมนาด เชื้อสุวรรณทวิ, 2561) เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชานามธรรมยากแก่การทำความเข้าใจ ครูจึงต้องพยายามช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ครูจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีการวางแผนด้วยกระบวนการและวิธีการที่หลากหลายเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ ลดบทบาทการถ่ายทอดความรู้ของครูลง เพื่อเพิ่มบทบาทให้กับนักเรียนในการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นมีความรู้ความสามารถมีสมรรถนะที่สำคัญและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของการเป็นพลเมืองที่ดีของชาติและโลกนั้น ต้องมีแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียน เกิดทักษะที่สำคัญซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายการศึกษาไทย 4.0 ซึ่งเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่ครูสามารถนำมาใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหา ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจลึกซึ้งด้วยการเชื่อมโยงผู้เรียนกับเนื้อหาในองค์ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง แนวคิดและทักษะผ่านการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงคือการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในห้องเรียนเป็นอย่างมาก ในปัจจุบัน กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในชั้นเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมมีการร่วมมือกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม มีการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และมีการวัดประเมินผลตามสภาพจริง (ประภัสรา โคตะขุน, 2563: 5)

เมื่อพิจารณาจากการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดเขียนเขต พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีคะแนนผลการเรียนรู้ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาของเรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วเห็นว่า เนื้อหาเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นเรื่องที่ไม่ยากจนเกินไป สามารถหาข้อสรุปจากการสังเกต หรือ อาศัยวิธีอุปมานได้ โดยผ่านกระบวนการจัดกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง มีการอภิปราย สรุปผลการปฏิบัติแต่ละกิจกรรมนำไปสู่องค์ความรู้ ของแต่ละเรื่องแต่ละปฏิบัติการ การเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ผู้เรียนได้ เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ไม่เกิดความเบื่อหน่ายและทำให้เกิด ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้

จากแนวคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มากกว่าเป็นรับรู้

ความรู้เพียงอย่างเดียว นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ผู้วิจัย จึงเห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนวัดเขียนเขต ตำบลบึงยี่โถ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 7 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด จำนวน 254 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนวัดเขียนเขต ตำบลบึงยี่โถ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงปี 2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตร

สถานศึกษา ของโรงเรียนวัดเขียนเขต ตำบลบึงยี่โถ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

1.3 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของจำนวน จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 1 จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 2 จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 3 จำนวน 3 ชั่วโมง

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ เพื่หาระดับคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ความเหมาะสมของแผนอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($M = 4.79$, $S.D. = 0.26$)

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์แล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน (pre-test) และหลังเรียน (post-test) เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือครู และหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

2.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี และวิธีการตรวจสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ ร่วมกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 ท่าน

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้ ครอบคลุมเนื้อหา และตัวชี้วัด จำนวน 30 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและ ประเมินผลตรวจ พิจารณาลักษณะการใช้คำถามตัวเลือก ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องทางด้านภาษา และความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ตามเกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 1 นั่นคือข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต ตำบลบึงยี่โก อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และ เคยเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 30 คน เพื่อหา คุณภาพของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 - 0.53 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) เท่ากับ 0.80

2.7 เมื่อได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์แล้ว นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาจัดพิมพ์ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 35 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนจัดการเรียนรู้เชิงรุก

2. แนะนำวิธีการศึกษา พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์ เจาะลึกในการศึกษาให้กลุ่มตัวอย่าง ทราบ

3. ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง

4. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติทดสอบที สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ทดสอบสองครั้ง (t-test Dependent Sample)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติทดสอบที (One sample t-test) เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 70

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยการคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 249)

2.2 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการคำนวณจากสูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson Method) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 298)

2.3 ค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการคำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 47)

2.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติที (t - test Dependent Sample) ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก และ สถิติที (t - test for One Sample) ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553: 134)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์						
แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	n	M	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	30	35	10.89	3.09	-24.021*	0.000
หลังเรียน	30	35	25.80	2.08		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนน)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	จำนวน	M	S.D.	ร้อยละ	t	df	Sig
	30	35	25.80	2.08	86.00	13.63*	34	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

เท่ากับ 10.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 36.29 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.00 เมื่อทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test Dependent) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบได้อย่างยิ่ง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของราตรี เลิศหัวาทอง (2565) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้การทำงานกลุ่ม โดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองสังข์วิทยายน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น จังหวัดชัยภูมิ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองสังข์วิทยายน หลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพฤติกรรมการเรียนรู้หลังเรียนอยู่ในระดับมากขึ้นและในด้านการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองสังข์วิทยายนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยภาพรวมทั้งในด้านการจัดการเรียนรู้และด้านผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด และงานวิจัยของ นภาพร สว่างอารมณ์ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี และสุณิสา สุมิตรณะ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรูกนักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้น มีจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษฎา การัก ประภาพร นองหาร และพิทักษ์ สมใจ (2566) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอยู่ในระดับมาก

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนเชิงรุก กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายฝึกให้นักเรียนคิด ค้นหาความรู้และท้าทายความสามารถของนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวิรุทธ ด้วงไย (2566) รายงานว่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active) โดยการพูด ฟัง อ่าน เขียน มีการอธิบาย อภิปราย วิเคราะห์และแก้ปัญหา ร่วมกัน ได้สะท้อนความคิด อันจะนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ โดยจัดทำเป็นแผนการจัด การเรียนรู้ 7 แผน แต่ละแผนมีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ 3) ขั้นลงมือปฏิบัติ

กิจกรรม 4) ชื่นนำเสนอผลการเรียนรู้ และ 5) ชื่นสะท้อนความคิดและประยุกต์ใช้ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยพล การเกตุ ชานนท์ จันทรา และทรงชัย อักษรคิด (2566) ที่ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอินโฟกราฟิก ผลการศึกษาพบว่า 1) รูปแบบของกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มี 4 ลักษณะ คือ กิจกรรมเชิงสำรวจที่ให้นักเรียนค้นพบข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง กิจกรรมเกมการแข่งขันเพื่อทบทวนการเรียนรู้ กิจกรรมที่ให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เดิมมาเชื่อมโยงสู่แนวความคิดการหาคำตอบของปัญหาใหม่ และกิจกรรมที่ให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เดิมมาเชื่อมโยงสู่แนวความคิดการสร้างสิ่งใหม่ 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ หลังใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอินโฟกราฟิก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และ 3) นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ หลังใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอินโฟกราฟิก สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zimudzi (284) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ด้วยการใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวคิดของฮัสซาน ลาปิดอห์และลาโกนิส เป็นการนำรูปแบบการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการ เกิดการเรียนรู้ภายในตัวเอง และกระตุ้นการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. จากผลการจัดกิจกรรม ครูควรพัฒนาการออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาในการจัด การเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้น้อยกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. ในขณะที่จัดกิจกรรมควรครูควรให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด ไม่ควรตัดสินว่าวิธีการแก้โจทย์ปัญหาแบบใดเป็นวิธีที่ถูกหรือผิด แต่ควรชี้แนะให้นักเรียนเห็นว่า วิธีการใดเป็นวิธีการที่เหมาะสม และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและเลือกวิธีการที่ตนเองถนัดอย่างอิสระ เพื่อไม่เป็นการปิดโอกาสในการเรียนรู้แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่ตนเองถนัดที่สุด
3. ครูควรหาวิธีการพัฒนาให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย จนเกิดการเรียนรู้ นำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาลักษณะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้เชิงรุกในเนื้อหาอื่น ๆ และทุกระดับชั้น
2. ควรมีการใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่หลากหลาย และสอดคล้องกับความรู้และความสามารถของนักเรียนในทุกระดับชั้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษฎา การึก ประภาพร หนองหารพิทักษ์ และสมใจ ภูครองทุ่ง. (2566). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก. **วารสารการวิจัยประยุกต์ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ**. 2(1): 1 - 10.
- ชนาต เชื้อสุวรรณทวี. (2561). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชยพล การะเกตุ ชานนท์ จันทรา และทรงชัย อักษรคิด. (2566). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอินโฟกราฟิก. **สภากา วาสารศึกษาศาสตร์**. 10(1): 29 - 40.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- นภาพร สว่างอารมณ์ ชนาค เชื้อสุวรรณทวี และสุนิสา สุมิตรณะ. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. **วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. 15(2): 1 - 13.
- ประภัสรา โคตะขุน. (2563). การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning).(ออนไลน์) (อ้างเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2567). จาก <https://prapasara.blogspot.com/2020/06/active-learning.html>.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตน์ บัวสนธ์. (2556). **การประเมินโครงการ: การวิจัยเชิงปริมาณ**. กรุงเทพฯ: คอมแพคปริ้น
- ราตรี เลิศหว่าทอง. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ การทำงานกลุ่ม โดยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองสังข์วิทยายน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น จังหวัดชัยภูมิ. **วารสารสังคมศาสตร์ปัญญาพัฒนา**. 4(1): 1 - 8.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วีรยุทธ ด่วงไย. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ และแก้ปัญหา โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **Journal of Roi Kaensarn Academi**. 8(1): 119 - 135.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์และเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Zimudzi, E. (2012). **Active Learning for Problem Solving in Programming in a Computer Studies Method Course**. Department of Mathematics and Science Education. University of Botswana. Gaborone.