

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE STUDYING OF LEARNING ACHIEVEMENT IN MATHEMATICS ON
THE TOPIC OF QUADRATIC FUNCTION CHARTS IN THE INQUIRY-BASED
LEARNING (5E) WITH GEOGEBRA PROGRAM
FOR MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS.

วัชรพล พิเคราะห์^{1*} และ นพพร แหยมแสง²

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Watcharapon Phikhroh^{1*} and Nopporn Yamsang²

¹Mathematics Education, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

²Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

Corresponding author: owatcharapon@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนพนมเบญจา จำนวน 38 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการสอน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจความพึงพอใจของนักเรียน ในการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งความพึงพอใจเป็น 5 ขั้น (Likert 5 ระดับ)

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีประสิทธิภาพ 87.42/85.43 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง; การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E); โปรแกรม GeoGebra; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ

Abstract

The objectives of this research were 1) To study the Effectiveness of mathematics management Learning Planes on the topic of quadratic function graphs by using The 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program of Matthayomsuksa 3 students with 80/80 percentage criteria. 2) To compare pre-test with post-test in mathematics learning Achievement on the topic of quadratic function graphs by using The 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program. 3) To study the satisfaction of Matthayomsuksa 3 students towards the 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program on the topic of quadratic function graphs. The sample group of this research were 38 students in Matthayomsuksa 3/7 of Phanonbenja School in 1st semester of 2025 academic year by using the Cluster Random Sampling. The research tools of this research were 1) The 6 learning management lesson plans by using 5Es inquiry- based learning on the topic of quadratic function graphs in 12 periods. Each period was 50 minutes. 2) The 30 items of 4 multiple choices achievement test. 3) The 15 items of

satisfaction assessment in 5 levels of Likert on the topic of quadratic function graphs by using The 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program.

The result of this research were 1) The mathematics Learning management Planes on the topic of quadratic function graphs by using The 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program of Matthayomsuksa 3 students got the 87.42/85.43 percentage criteria. 2) The students in Matthayomsuksa 3 who have studied with mathematics management Learning Planes on the topic of quadratic function graphs by using The 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program have got post-test score higher than pre-test with statistically significant difference at 0.05 level. 3) The satisfaction with mathematics management Learning on the topic of quadratic function graphs by using The 5Es inquiry- based learning together with GeoGebra program of Matthayomsuksa 3 students were in the highest degree.

keywords: Graph of quadratic function; 5E inquiry - based learning; GeoGebra; Achievement and Satisfaction

1. บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมให้มนุษย์เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างมีเหตุมีผล คิดเป็นลำดับขั้นตอน และมีความเป็นระบบ สามารถพิจารณา วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรอบด้านและรอบคอบ อันนำไปสู่การคาดการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์สาขาอื่น ๆ ซึ่งล้วนเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศให้มีคุณภาพ และส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจของชาติให้สามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้ ดังนั้น การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับบริบททางเศรษฐกิจ สังคม ตลอดจนความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1)

สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้

ในสาระที่ 1 “จำนวนและพีชคณิต” ซึ่งหนึ่งในตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือการเข้าใจความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน และการเขียนกราฟ โดยเฉพาะ “กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง” เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้เชิงพีชคณิตและการคิดเชิงเรขาคณิต อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนในระดับที่สูงขึ้น เช่น แคลคูลัส และสถิติ

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปต่อยอดในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองได้ ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์และต่อยอดได้คือ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ที่สามารถต่อยอดในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน สามารถนำไปต่อยอดในการเรียน เรื่อง พาราโบลา รวมไปถึงลักษณะของกราฟต่าง ๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในทางคณิตศาสตร์อีกเรื่องหนึ่งเช่นเดียวกัน ถ้าหากมีการพัฒนา ปรับปรุง วิธีการสอนให้ทันสมัยหรือมีสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนก็จะเป็นผลให้ผู้เรียนมีรากฐานที่ดีในการต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตจากพฤติกรรมในห้องเรียนของนักเรียน จะมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่ตั้งใจเรียนและไม่มีส่วนร่วมในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำงานที่มอบหมายได้ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ทำให้ไม่สามารถพัฒนานักเรียนให้ เป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดได้ หากไม่ได้รับการปรับปรุงหรือแก้ไขอย่างเหมาะสม ย่อมอาจส่งผล ให้ผลการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาการเรียน คณิตศาสตร์ในระยะยาว และอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ตามมา (พรณภัทร แซ่ท้าว, 2562, น. 296) รวมไปถึงการปฏิบัติการสอนและรายงานการประเมินผลการเรียนที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง นักเรียนส่วนหนึ่งสามารถ คำนวณได้ตามตัวอย่างหรือสูตร แต่ไม่เข้าใจความหมายเชิงกราฟิก เช่น การหาค่าจุดยอด การวิเคราะห์ แกนสมมาตรของกราฟ หรือการเชื่อมโยงสมการกับลักษณะรูปร่างของกราฟ ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบ ท่องจำ ขาดทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์สถานการณ์ จริงได้ สาเหตุหนึ่งของปัญหาดังกล่าวอาจมาจากวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ยังคงเน้นการบรรยาย ถ่ายทอดความรู้จากครูไปสู่ผู้เรียนเป็นหลัก นักเรียนจึงมีบทบาทเพียงผู้รับความรู้แบบ Passive ขาดการ มีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ไม่เกิดความเข้าใจที่ยั่งยืน (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Constructivism) ที่เชื่อว่านักเรียนควรเป็น ผู้สร้างความรู้จากการลงมือปฏิบัติ การตั้งคำถาม และการแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง มากกว่าการรับ ความรู้สำเร็จรูป

เพื่อตอบโจทย์การเรียนรู้ดังกล่าว แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในรูปแบบ 5E Instructional Model ที่พัฒนาโดย Bybee

และคณะ (Bybee et al., 2006) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีส่วนร่วมในกระบวนการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปตามแนวทางการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน (Trilling & Fadel, 2009)

นอกจากนี้การบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ยังเป็นแนวทางที่สำคัญในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้โปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ พีชคณิต สถิติ และแคลคูลัส มีไว้สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยจะใช้ในลักษณะของการเขียนกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างสมการกับลักษณะของกราฟได้อย่างชัดเจน เช่น การปรับค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่า a , b และ c แล้วเห็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างกราฟ ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้แบบ Active Learning และช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดนามธรรมได้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

จากประสบการณ์การจัดการเรียนการสอน พบว่าเมื่อครูผสมผสานการสอนโดยใช้รูปแบบ 5E ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่การตั้งคำถาม การทดลองปรับสมการ การสังเกตการเปลี่ยนแปลง และการอภิปรายร่วมกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจทั้งในเชิงพีชคณิตและเชิงเรขาคณิตของกราฟฟังก์ชันกำลังสองได้อย่างลึกซึ้ง ผู้วิจัยจึงต้องการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในการพัฒนาทักษะพื้นฐานเรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนมเบญจา

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากรกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนพนมเบญจา จำนวน 38 คน

2.2 แบบแผนการวิจัย คือ แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวและมีการวัดก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และหลังการทดลอง 1 ครั้ง One Group Pretest – Posttest Design

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน พนมเบญจา แบบเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง
2. ศึกษาโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน พนมเบญจา เกี่ยวกับจุดประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟ ของฟังก์ชันกำลังสอง
3. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชัน กำลังสอง
4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) จำนวน 6 แผนการ เรียนรู้ ใช้เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที
5. นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม
6. ผลจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า เมื่อ แปลความหมายของคะแนนแล้วได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.79 มีระดับคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม มากที่สุด
7. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ที่ปรับปรุงแก้ไข ถูกต้อง สมบูรณ์ ไปใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนมเบญจา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ซึ่งเป็น กลุ่มตัวอย่าง

2.3.2 สื่อโปรแกรม GeoGebra ที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของ ฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน พนมเบญจา แบบเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง
2. ศึกษาเอกสาร หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรแกรม GeoGebra
3. วิเคราะห์ ปัญหาของนักเรียนให้ได้ประเด็นสำคัญ ๆ จากการสังเกตนักเรียนและ สอบถามปัญหาจากครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อนำไป วางแผนและออกแบบสื่อโปรแกรม GeoGebra โดยคำนึงถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

4. ออกแบบสื่อโปรแกรม GeoGebra และแบบฝึกทักษะให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ทั้งหมด 12 คาบ คาบละ 50 นาที

5. นำสื่อโปรแกรม GeoGebra และแบบฝึกทักษะ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) จำนวน 3 ท่าน

6. ผลจากการประเมินสื่อ โปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสองของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน พบว่า เมื่อแปลความหมายของคะแนนแล้วได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.97 นั่นคือมีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ในระดับดี

7. นำสื่อโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ที่แก้ไขสมบูรณ์แล้ว และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ไปใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนมเบญจา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง จากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. ศึกษาแนวคิด หลักการ และขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. ดำเนินการสร้างตารางเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบ (Test blueprint) เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมและตรงกับเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

5. นำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์นั้นจริง

ให้คะแนน 0 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์นั้นหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์นั้น

6. ผลจากการประเมินข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีข้อสอบที่สามารถวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งหมด 30 ข้อ

7. ทำการปรับปรุงแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และรวบรวมข้อสอบสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อและนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โรงเรียนพนมเบญจา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนนักเรียน 107 คน

9. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 - 1.0 จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ การวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ให้ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .28 - .48 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .22 - .69 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของ Cronbach ด้วยโปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .883

10. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วและผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนมเบญจา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

2.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ระดับความพึงพอใจ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมินเพื่อประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียน ม.3 ที่เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยมุ่งเน้นไปที่ความพึงพอใจด้านบรรยากาศในชั้นเรียน, ความพึงพอใจด้านกิจกรรมการเรียนการสอน และความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ศึกษาแนวคิด หลักการ และขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3. ดำเนินการกำหนดโครงสร้างของแบบสอบถาม โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ชื่อ-สกุล, ชั้น, เลขที่)

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจ (ใช้มาตร Likert 5 ระดับ)

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ปลายเปิด)

4. ดำเนินการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ และกำหนดประโยคคำถามตามระดับความพึงพอใจ (Likert 5 ระดับ)

5. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของข้อคำถามและพฤติกรรมชีวิตความพึงพอใจของแบบสอบถามความพึงพอใจและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

6. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5E ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

7. ผลจากการประเมินแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

8. ทำการปรับปรุงแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

9. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปสร้างเป็น Google Form เพื่อนำใช้วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในรายวิชาคณิตศาสตร์

2.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดให้กลุ่มเป้าหมายทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจแนวทางการจัดการเรียนการสอน และปฏิบัติได้ถูกต้อง

2.4.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้เวลา 1 คาบ จากนั้นตรวจคำตอบและให้คะแนนการทำแบบทดสอบ และบันทึกผลคะแนนของกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับจากการทดสอบ

2.4.3 เน้นการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เวลา 12 คาบ

2.4.4 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้เวลา 1 คาบ จากนั้นตรวจคำตอบและให้คะแนนการทำแบบทดสอบ และบันทึกผลคะแนนของกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับจากการทดสอบ

2.4.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 5E ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในรายวิชาคณิตศาสตร์

2.4.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยคำนวณหาค่า E1 จากพฤติกรรมระหว่างเรียน แบบฝึกหัด และคำนวณหาค่า E2 จากคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	60	52.45	1.54	87.42
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	25.63	2.70	85.43
$E_1 / E_2 = 87.42 / 85.43$				

จากตาราง 1 การหาประสิทธิภาพของแผนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 87.42 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 85.43 สรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ $E_1 / E_2 = 87.42 / 85.43$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra

ผู้วิจัยได้นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาเปรียบเทียบโดยหาสถิติ t-test Independent Samples ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	38	7.74	2.468	37	32.004*	.000
หลังเรียน	38	25.63	2.696			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 15 ข้อ มีค่าเฉลี่ย 4.82 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ($\bar{X} = 4.82$, $S.D. = 0.42$)

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1.ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 คือ 87.42/85.43 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ หมายความว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยคะแนนได้จากใบงานและใบกิจกรรมในแต่ละจุดประสงค์ มีค่า 87.42 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยคะแนนได้จากการทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่า 85.43 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือสืบค้นและเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ใหม่เมื่อผนวกเข้ากับ โปรแกรม GeoGebra ซึ่งเป็นเครื่องมือเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ a, h, k และเห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟได้ทันที ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสมการกับลักษณะของกราฟ เช่น จุดยอด การเปิดของพาราโบลา และจุดตัดแกน ได้อย่างเป็นรูปธรรมและลึกซึ้งกว่าการเรียนรู้แบบเดิม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยุตม์ ล้อธีรพันธ์ (2557) ที่พบว่าแผนการสอนโดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เช่นกัน และช่วยให้

ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่มั่นคง อีกทั้งงานวิจัยของพิมพ์ชนก ชื่นบุญ (2562) ยังชี้ว่าการใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีส่วนร่วม ส่งผลให้แผนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น กล่าวคือการใช้แผนการสอนครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงเป็นผลจากการผสมผสานจุดแข็งของรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งส่งเสริม “การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)” กับจุดเด่นของโปรแกรม GeoGebra ซึ่งส่งเสริม “การมองเห็นภาพทางคณิตศาสตร์ (Visual Learning)” อย่างลงตัว

2. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับสื่อโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 7.74 และมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 25.63 ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับหลักสูตรเนื้อหา อย่างเป็นระบบและผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ส่งผลให้เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในกระบวนการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และผลการวิจัยข้อนี้ยืนยันว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือทำและการสะท้อนคิดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) นั่นคือผู้เรียนได้มีโอกาสสืบค้น ทดลอง และสรุปความรู้ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น ในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม GeoGebra เพื่อทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของสมการและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟซึ่งทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างสมการกับภาพกราฟได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น งานวิจัยของ Hohenwarter & Jones (2007) ชี้ว่า GeoGebra ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก เนื่องจากสามารถโต้ตอบกับสื่อและตรวจสอบสมมติฐานได้ด้วยการลงมือทำ และสอดคล้องกับงานวิจัยของธนวัฒน์ จิตตนาถพงศ์ (2561) ที่รายงานว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีประสิทธิผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการเชื่อมโยงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่จำกราฟได้แต่นักเรียนสามารถเข้าใจถึงลักษณะของกราฟได้จริง มีความเข้าใจในเนื้อหา ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจในการเรียน เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) กับโปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 4.82 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 โดยเรียงลำดับความพึงพอใจแต่ละด้านเรียงจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านบรรยากาศในชั้นเรียน และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือทำจริง และเห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ทันทีจากโปรแกรม GeoGebra ทำให้เกิดความสนุกและแรงจูงใจภายในกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น แบ่งปันแนวคิด และค้นหาคำตอบร่วมกันในชั้นเรียน ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและครู ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สร้าง “ความพึงพอใจทางการเรียนรู้” ตามแนวคิดของ Deci & Ryan (2000) เกี่ยวกับ Self-Determination Theory ที่กล่าวว่าผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจสูงสุดเมื่อรู้สึกว่ามีอิสระในการเรียนรู้และได้รับการสนับสนุนจากครูและสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตรา รัตนสกุล (2560) ที่พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ GeoGebra ในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมาก เพราะสามารถเรียนรู้ผ่านภาพเคลื่อนไหวและเห็นผลลัพธ์ทันที ทำให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้นและลดความเครียดจากการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ Najera et al. (2020) ยังรายงานว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคโนโลยีช่วยเพิ่มทัศนคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์และสร้างแรงจูงใจภายในของผู้เรียน จึงสรุปได้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนในระดับสูงเป็นผลจากการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก เข้าใจง่าย และมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการเรียน

5. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1. ครูควรนำโปรแกรม GeoGebra มาใช้ควบคู่กับการสอนโดยเฉพาะบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับกราฟ สมการ หรือเรขาคณิต เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเชิงมโนทัศน์มากขึ้น และควรจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ผู้เรียนได้ทดลอง ปรับค่า และอภิปรายร่วมกัน เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ GeoGebra ในเรื่องอื่นของคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชันเชิงเส้น สมการเชิงระบบ หรือเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลในแต่ละเนื้อหา
2. ควรศึกษา “เจตคติทางคณิตศาสตร์” หรือ “ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ” ของผู้เรียนหลังการใช้รูปแบบ 5E ร่วมกับ GeoGebra เพื่อประเมินผลทางอารมณ์และพฤติกรรมเพิ่มเติม
3. ควรมีการต่อยอดการศึกษาวิจัยไปยังระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพิจารณาว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถนำไปปรับใช้กับสาระการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นได้หรือไม่

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชยุตม์ ล้ออีร์พันธ์. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันโดยใช้โปรแกรม GSP และ GeoGebra (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธนวัฒน์ จิตตนาถพงศ์. (2561). ผลของการใช้โปรแกรม GeoGebra ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิมพ์ชนก ชื่นบุญ. (2562). การพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พรรณภัทร แซ่โง้ว. (2562). ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาวิทยาลัยดุสิตธานี พัทยา: Dusit Thani College Journal, Vol.13 No.2, 296.
- สุพัตรา รัตนสกุล. (2560). ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้โปรแกรม GeoGebra ในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง (รายงานการวิจัย). โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Bybee, R. W. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. Colorado Springs, CO: BSCS.

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126–131.
- Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2007). Mathematics teacher education and dynamic geometry software: Integration of GeoGebra into pre-service teacher education. *Proceedings of the International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 8)*, Hradec Králové, Czech Republic.
- Najera, C., Hernandez, J., & Ruiz, M. (2020). Inquiry-based learning with GeoGebra in mathematics education. *Journal of Educational Technology*, 15(3), 45–59.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. Columbia University Press.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.