

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath

THE STUDY OF LEARNING EFFECT ON LINEAR EQUATION IN ONE VARIABLE FOR GRADE 7 STUDENTS USING COOPERATIVE LEARNING, TAI TECHNIQUE WITH PHOTOMATH APPLICATION

ธนพล ดวงเงิน^{1*} สมวงษ์ แปลงประสพโชค² และ กฤษณะ โสขุม³
Tanapol Duangngern^{1*} Somwong Plangprasopchok² and Kritsana Sokhuma³

Received : 5 December 2023

Revised : 30 January 2024

Accepted : 20 February 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath และ 2) ศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียนซึ่งมีนักเรียน 23 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กเหมือนกัน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับ แอปพลิเคชัน Photomath เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87 และแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 และ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม สถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (Paired Sample t-test)

¹ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹ Master of Education Program Department of Mathematics Education, College of Teacher Education, Phranakhon Rajabhat University

² Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน E-mail: khonpooton@gmail.com

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน พบว่ามีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มคิดเป็นร้อยละ 83.81 อยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ: สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว / การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI
แอปพลิเคชัน Photomath / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ABSTRACT

The purposes of this study were: 1) to compare pre-test and post-test of the academic achievement on linear equation with one variable for grade 7 using the TAI Cooperative Learning Technique with Photomath Application and 2) to study students' teamwork behaviors using the TAI Cooperative Learning Technique with Photomath Application. The study was conducted during the second semester of the 2022 academic year with grade 7 students at A school in secondary educational service area office Bangkok 1 The experimental group consisted of 23 students, selected by Simple randomization from small secondary school cluster. The research instruments were: 1) 12 lesson plans on linear equation with one variable for grade 7 using the TAI Cooperative Learning Technique with Photomath Application. 2) An learning achievement test with 2 parts. First part was a multiple-choice test of 4 options, 15 items which had the reliability at 0.87 and subjective test of 3 items which had the reliability at 0.83 and 3) observation form on teamwork behaviors. The statistics used in this study were: frequency, percent, mean, standard deviation and paired t-test were used for statistical data analysis.

The results of the study revealed that: 1) the students' post-test scores on linear equation with one variable using the TAI Cooperative Learning Technique with Photomath Application were higher than pre-test at the statistical significance level of .05 2) the students' teamwork behaviors were at a high level with 83.81 percent.

Keywords: Linear equation with one variable / TAI Cooperative Learning Technique / Photomath Application / Academic achievement / Students' teamwork behaviors.

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สะท้อนที่ดี ที่สื่อถึงผลลัพธ์ต่อการจัดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 โดยมีเหตุผลว่าเป็นศาสตร์ที่ทำให้ผู้คนมีแนวความคิดที่แปลกใหม่ คิดโดยมีสิ่งสนับสนุน เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา นำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในชีวิตจริง หลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จึงได้กำหนดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่าผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 ระดับประเทศ พบว่าคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 26.73 คะแนนซึ่งไม่ถึงร้อยละ 50 โดยโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 มีผลคะแนน O-NET มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 22.67 (ต่ำกว่าร้อยละ 50) และน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่ง สาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาคือ สาระที่ 4 พิชคณิต โดยเฉพาะเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 พบว่า สาเหตุหนึ่งของปัญหานี้มาจากครูผู้สอน เนื่องจากครูยังเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดหรือทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีอีกวิธีหนึ่งที่นักเรียนแต่ละคนจะได้แสดงความสามารถออกมาแบบรายบุคคล รวมถึงยังมีกระบวนการกลุ่มช่วยให้เรียนได้ดีขึ้น นักเรียนเก่งได้ช่วยเพื่อนนักเรียนอ่อนซึ่งในกระบวนการช่วยกันเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI (Team - assisted - Individualization) เป็นหลักการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือ (Cooperative Learning) กับการเรียนรายบุคคล (Individualized Instruction) (สมบัติ การจนารักษ์พงศ์, 2547: 37 - 38) โดยให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน ศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน โดยแต่ละคนทำด้วยตนเองและจับคู่กันตรวจ นำคะแนนทดสอบรายย่อยมารวมกัน (ทิตินา เขมมณี, 2558: 267 - 268) ซึ่งจะทำให้เกิดความสามัคคีภายในกลุ่ม และช่วยกันเรียน ช่วยให้มีความมั่นใจและมีสิ่งเร้าให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเด็กที่มีผลการเรียนต่ำภายในห้องเรียน มีการพัฒนาทั้งนักเรียนที่เก่งและอ่อน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น (Slavin, 1990: 113)

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีนั้นมีบทบาทมาก แอปพลิเคชัน Photomath สามารถนำมาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ เนื่องจาก แอปพลิเคชันสามารถถ่ายรูปสมการหรือพิมพ์สมการ แอปพลิเคชันจะสามารถแสดงขั้นตอน

การแก้ได้อย่างเป็นขั้นตอน พร้อมคำอธิบายอย่างละเอียด จากผลการวิจัยของ จุฑารัตน์ บุญชูวงศ์ (2563: 85-86) ได้ค้นพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

จากปัญหา แนวคิด และเอกสารที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้เข้าใจในเนื้อหา สามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม พร้อมทั้งนำไปปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานครเขต 1 จำนวน 20 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานครเขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม มีนักเรียน จำนวน 23 คน เป็นการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน ที่เน้นวิธีการสร้างสมการจากโจทย์ปัญหา โดยใช้กระบวนการกลุ่ม นักเรียนสามารถสร้างสมการได้หลายข้อในเวลา 1 คาบเรียน ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath ที่เป็นตัวช่วยในการแก้สมการ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 18 ข้อ โดยแบ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คิดเป็น 15 คะแนน และข้อสอบแบบอัตนัย 3 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คิดเป็น 15 คะแนน รวมทั้งสิ้น 30 คะแนน

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้กำหนดไว้ 6 ด้าน คือ 1) ความรับผิดชอบ 2) การแสดงความคิดเห็น 3) การตรวจสอบงาน 4) การยอมรับฟังความคิดเห็น 5) งานเสร็จทันเวลาและ 6) ผลสำเร็จของงาน พร้อมทั้งกำหนดอันดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ ตามเกณฑ์การประเมินผลพฤติกรรม และยกตัวอย่างการประเมินในด้านความรับผิดชอบมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตลอดคาบ

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดบางเวลา

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน ทำการสอนแผนละ 50 นาที โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 18 ข้อ โดยแบ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คิดเป็น 15 คะแนน และข้อสอบแบบอัตนัย 3 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คิดเป็น 15 คะแนน รวมทั้งสิ้น 30 คะแนน โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง และหาคุณภาพของเครื่องมือ พบว่า ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.65 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ให้ครอบคลุม ทั้ง 6 ด้าน และกำหนดอันดับคุณภาพเป็น 3 ระดับคือ 0, 1 และ 2 ตามเกณฑ์การประเมินผลพฤติกรรม โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม พบว่า อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบความรู้ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ร่วมกับ แอปพลิเคชัน Photomath โดยได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจำนวน 12 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ทำการทดลองสอนในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ทั้งนี้ในขั้นการทดลองผู้วิจัยประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่สร้างขึ้น

3. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 23 คน ได้จากการสังเกต จำนวน 3 ครั้ง ในจำนวน 6 พฤติกรรมที่ทำการสังเกต แยกเป็นครั้งย่อย ๆ ตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 3 และพฤติกรรมในแต่ละด้านเป็นจำนวน 6 พฤติกรรม คะแนนเต็มพฤติกรรมละ 2 คะแนน

4. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ แบบอัตนัย 3 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath โดยการทดสอบค่าที (Paired Sample t-test) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ
3. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 23 คน ได้จากการสังเกตจำนวน 3 ครั้ง ในจำนวน 6 พฤติกรรมที่ทำการสังเกต แยกเป็นครั้งย่อย ๆ ตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 3 และพฤติกรรมในแต่ละด้านเป็นจำนวน 6 พฤติกรรม คะแนนเต็มพฤติกรรมละ 2 คะแนน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (Paired Sample t-test)
3. การวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยใช้ ร้อยละ

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	M	S.D.	t	P-value
ก่อนเรียน	30	4.09	2.15	17.63	0.00
หลังเรียน	30	20.74	4.28		

ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.15 และหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.74 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.28 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน

ตารางที่ 2 ผลคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath

ครั้งที่	พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม						รวม (276)	คิดเป็นร้อยละ
	ความ รับผิดชอบ (46)	การแสดงความ ความคิดเห็น (46)	การตรวจสอบ งาน (46)	การยอมรับ ฟังความคิดเห็น (46)	งานเสร็จ ทันเวลา (46)	ผลสำเร็จ ของงาน (46)		
1	30	32	36	42	30	40	210	76.08
2	40	36	40	42	40	42	240	86.95
3	42	36	40	42	42	42	244	88.40
รวม (138)	112	104	116	126	112	124	694	83.81
คิดเป็น ร้อยละ	81.16	75.36	84.06	91.30	81.16	89.86	83.81	-

จากตารางที่ 2 ผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนโดยรวม อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 83.81 โดยคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนแยกตามพฤติกรรมในแต่ละด้าน ด้านละ 46 คะแนน แยกตามพฤติกรรมจำนวน 6 พฤติกรรม เป็นดังนี้

ด้านความรับผิดชอบ เท่ากับ 112 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.16

ด้านการแสดงความความคิดเห็น เท่ากับ 104 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.36

ด้านการตรวจสอบงาน เท่ากับ 116 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.06

ด้านการยอมรับฟังความคิดเห็น 126 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.30

ด้านทำงานเสร็จทันเวลาเท่ากับ 112 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.16

ด้านผลสำเร็จของงานเท่ากับ 124 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.86

สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในแต่ละด้านอยู่ในระดับสูงมาก

จากการสังเคราะห์ข้อมูลแยกคะแนนแต่ละครั้ง พบว่า คะแนนรวมพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมีคะแนนอยู่ในระดับสูง เพราะการลงมือร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย ทุกคนในกลุ่มมีเป้าหมายเดียวกัน และมีการร่วมด้วยช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ และมีการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ร่วมกัน มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการปฏิบัติงานเป็นทีมช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และเกิดความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่น ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาพฤติกรรมในทุกด้านดีขึ้นตามลำดับ

โดยมีคะแนนรวมครั้งที่ 1 เท่ากับ 210 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.08 คะแนนรวมครั้งที่ 2 เท่ากับ 240 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.95 คะแนนรวมครั้งที่ 3 เท่ากับ 244 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.40 โดยสรุปคะแนนเฉลี่ยในแต่ละครั้งมีผลคะแนนอยู่ในระดับสูง

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้ผ่านจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับการใช้แอปพลิเคชัน Photomath มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ประกอบด้วย 1) นักเรียนแต่ละคนพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดแล้วตีความหมายหรือเขียนในรูปนิพจน์พีชคณิต 2) นักเรียนจับคู่ภายในกลุ่มเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ หากเขียนยังไม่ถูกต้องให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มช่วยสอน และเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ใหม่ให้ถูกต้อง จากนั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม 3) นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Photomath เป็นตัวช่วยในการหาคำตอบ และศึกษาขั้นตอนการแก้สมการจากแอปพลิเคชัน 4) ฝึกด้วยตนเองเป็นรายบุคคลและตรวจสอบคำตอบ โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและสอดคล้องกับเงื่อนไขตามโจทย์ สอดคล้องกับผลวิจัยของ จุฑารัตน์ บุญชูวงศ์ (2563) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ รัฐวัฒน์ หอมรินทร์ (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีบาร์โมเดล ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีบาร์โมเดลร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath สูงกว่าก่อนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ แอปพลิเคชัน Photomath ยังช่วยให้นักเรียนได้พบโจทย์ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกอ่านโจทย์ปัญหา ฝึกตีความโจทย์ปัญหาเพื่อสร้างสมการ ฝึกวางแผนแก้ปัญหา และฝึกการแก้สมการได้มากขึ้น พร้อมทั้งได้เห็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากสมการ ซึ่งเป็นการฝึกฝนซ้ำ ๆ ในทำนองเดียวกันกับกฎแห่งการฝึกของธอร์นไตร์ (ทิสนา แชมมณี, 2552: 69) ที่กล่าวว่าวิธีลงมือปฏิบัติหรือกระทำสิ่งใดบ่อย ๆ พร้อมทั้งสื่อสารออกไปตามความเข้าใจของตนเองนั้น จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่ยั่งยืน แต่หากไม่ได้ลงมือกระทำสิ่งนั้นประจำ อาจส่งผลให้เกิดการลืมในเนื้อหาความรู้ นั้น จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้อง กับผลการศึกษาของ Hartono (2019: 296 - 301) ได้ศึกษาการใช้แอปพลิเคชัน Photomath เพื่อสอนทักษะคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 : กรณศึกษาในปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผลการศึกษา พบว่า การตอบสนองเชิงบวกของนักเรียนโดยการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath คิดเป็น 85.83% นอกจากนี้ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ก่อนและหลังเรียนผ่านการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้ แอปพลิเคชัน Photomath ยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการทดสอบค่าที่ก่อนและหลังการทดลองยังพบว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยการออกแบบการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath มีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nurhayati (2020: 157 - 161) ได้ศึกษาความรู้ความเข้าใจและการพึ่งพาตนเองของนักเรียนในยุคความปกติใหม่ (New Normal) โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath ในเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากระบวนการเรียนการสอนที่ใช้แอปพลิเคชัน Photomath เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้นักเรียน 80% ยอมรับว่าการใช้ แอปพลิเคชัน Photomath สามารถทำให้นักเรียนพึ่งพาตนเองได้มากขึ้นในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเฉพาะการใช้แอปพลิเคชัน Photomath เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jupri & Sispiyati (2020: 87 - 94) ได้ศึกษาความสามารถทางพีชคณิตของนักเรียนจากมุมมองของความรู้สึกเชิงสัญลักษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนใช้กลยุทธ์ขั้นตอนมากขึ้น เกิดจากการใช้ Photomath ที่ให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลยุทธ์ขั้นตอนมาตรฐาน

2. ผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath โดยสังเกตพฤติกรรมรวมทั้งหมด 3 ครั้ง คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนแยกตามพฤติกรรมในแต่ละด้านจำนวน 6 พฤติกรรม ได้แก่ ด้านความรับผิดชอบ ด้านการแสดงความคิดเห็น ด้านการตรวจสอบงาน ด้านการยอมรับฟังความคิดเห็น ด้านงานเสร็จทันเวลา และด้านผลสำเร็จของงาน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนโดยรวม อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 83.81 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น รวมถึงการมีโอกาสดำเนินการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นส่งเสริมการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มเด็กเก่งได้ช่วยเด็กอ่อน เด็กอ่อนได้ร่วมกันคิด ร่วมวิเคราะห์และตัดสินใจ ทำให้เกิดการยอมรับกันระหว่างคนเก่งและคนอ่อน รวมถึงยังสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความถนัดความสามารถของตนเอง สร้างความรับผิดชอบ และส่งเสริมกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือเกิดการยอมรับระหว่างสมาชิกกลุ่มตน สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกริกเกียรติ แสงวิทยาประทีป (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI พบว่า ผลการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มคิดเป็นร้อยละ 83.42 อยู่ในระดับสูง และสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2550: 143 - 144) ที่กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการสอนของครู ที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ว่าเป็นวิธีในการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มทุกคน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีเป้าหมายเดียวกัน ปฏิบัติกิจกรรมไปในแนวทางเดียวกัน ทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขสันต์ ดุลชาติ (2552: 83 - 84) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้ผ่านการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีพฤติกรรมในการทำงานกลุ่มอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. ครูควรศึกษารายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath ให้เข้าใจและจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนให้ครบตามที่ระบุไว้ หรืออาจมีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับกิจกรรม เพื่อให้การปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนดำเนินไปอย่างมีลำดับขั้นตอน และบรรลุจุดประสงค์
2. ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath ผู้สอนควรบริหารเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม และมีความยืดหยุ่น
3. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน หากครูผู้สอนมีการชี้แนะแนวทางที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่กำหนด พร้อมวิธีการให้คะแนนในทุก ๆ ด้าน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษา การนำแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath ไปพัฒนาทักษะเฉพาะด้าน เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป
2. ควรศึกษาเพิ่มเติมในการนำแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับแอปพลิเคชันอื่น ๆ หรือร่วมกับแนวทางอื่น ๆ หรือศึกษาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกริกเกียรติ แสงวิทยาประทีป. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- จุฑารัตน์ บุญชูวงศ์. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

- ทิตนา แคมมณี. (2550). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2552). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2558). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัฐวัฒน์ หอมรีน. (2565). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีบาร์โมเดล ร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). **“ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2562”**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.niets.or.th>. (2563, 10 พฤษภาคม).
- สมบัติ การจนารักพงษ์. (2547). **29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย การเรียนแบบร่วมมือ**. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี.
- สุขสันต์ ดุลชาติ. (2552). **การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- Hartono, S. (2019). Using Photomath Learning to Teach 21st Century Mathematics Skills: a Case Study in Two-Variable Linear Equation Problem. **International Conference on Education and Regional Development IV**. 296-301.
- Jupri, A., & Sispiyati, R. (2020). Students' algebraic proficiency from the perspective of symbol sense. **Indonesian Journal of Science and Technology**. 5(1), 86-94.
- Nurhayati, N. (2020). **An Analysis Conceptual Understanding and Student's Learning Self-Reliance in the New Normal Era Assisted by Photomath on SLETV Material**. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, volume 550. *Proceedings of the 1st International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMMED 2020)*. 157-161.
- Slavin, R. E. (1990). **Cooperative Learning**. Theory Research, and Practice. Englewood Cliffs. New jersey: Prentice - Hall.
-