

การพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต (GSP)

The Development of Basic Geometric Construction Skill of Mathayomsuksa 1 Students Using the STAR Strategy with the Geometer's Sketchpad Program (GSP)

ณัฐพงศ์ วัฒนศิริพงษ์¹ จุฑารัตน์ โพธิ์หลวง^{1*} อัครพงษ์ โยลัย² และสุระศักดิ์ ภาวะ³

Nattapong Wattanasiripong¹, Jutarat Pholuang^{1*}, Oakkharapong Yolai², and Surasak Pawa³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

³กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนอนุเทพพัฒนา

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) E-mail: jutarat@vru.ac.th

Received: June 1, 2023

Revised: June 20, 2023

Accepted: June 29, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนชลประทานอนุเคราะห์ อำเภอนาย้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 83.35/80.30 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ภายหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต, กลวิธีสตาร์, โปรแกรมจีเอสพี

Abstract

The purposes of the study were to 1) develop the basic geometric construction lesson plans using the STAR strategy with the GSP program at the effectiveness criteria of 80/80, and 2) compare students' learning achievement on basic geometric construction before and after using the STAR strategy with the GSP program. The sample group was 33, from Mathayomsuksa 1/2 students who have studied in the second semester of the 2022 academic year at Cholpratan Anukroh school, Wang Noi district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. The research instruments consisted of the basic geometric construction lesson plans using the STAR strategy with the GSP program, and the learning achievement test on basic geometric construction. The statistics used to analyze data were mean, standard deviation, and paired sample t-test. The results of research were as follows: 1) the effectiveness criteria of the basic geometric construction lesson plans using the STAR strategy with the GSP program was 83.35/80.30, and 2) the students' learning achievement on basic geometric construction after using the STAR strategy with the GSP program was statistically higher than before at 0.05 level.

Keywords: Basic geometric construction, STAR strategy, GSP program

บทนำ

เรขาคณิต (Geometry) เป็นเรื่องหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีบทบาทในการฝึกทักษะการคิดในเชิงเหตุผล การทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนและมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เช่น ทักษะเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial sense) การคิด การให้เหตุผล และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นพื้นฐานการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ทั้งเรื่องจำนวน การวัด รวมถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์ขั้นสูง

ปัจจุบันการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนและครูผู้สอน โดยเฉพาะการสร้างรูปเรขาคณิตบนกระดานในชั้นเรียน ครูผู้สอนจะใช้วงเวียนและสันตรงร่วมกับปากกาไวท์บอร์ดหรือชอล์ก ซึ่งอาจทำให้ได้รูปเรขาคณิตที่ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และหากครูผู้สอนไม่มีความชำนาญในการสร้างรูปเรขาคณิต จะทำให้รูปเรขาคณิตที่นักเรียนสร้างตามครูผู้สอนมีขนาดหรือสัดส่วนที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้การสร้างรูปเรขาคณิตบนกระดานในชั้นเรียน อาจทำให้นักเรียนบางคนที่นั่งอยู่ด้านหลังมองเห็นขั้นตอน

การสร้างรูปไม่ชัดเจน จากปัญหาดังกล่าวนี้จึงได้มีการนำสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction: CAI) มาใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งโปรแกรมที่เกี่ยวกับการสร้างรูปเรขาคณิตหนึ่งที่น่าสนใจและนำมาใช้สอนอย่างแพร่หลาย ก็คือ โปรแกรมสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลัด (The Geometer's Sketchpad: GSP) หรือโปรแกรม GSP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างรูปทรงเรขาคณิตในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ การหาขนาดส่วนโค้ง เส้นตรง มุม และพื้นที่ รวมถึงการแสดงภาพเคลื่อนไหวให้นักเรียนมองเห็นอย่างเป็นรูปธรรม นำไปสู่การฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ไขปัญหาต่าง ๆ และช่วยในการพิสูจน์ทฤษฎีทางเรขาคณิตได้ง่ายขึ้น (เสรี สุขโยธิน, 2555)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำโปรแกรม GSP มาใช้เป็นสื่อการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต พบว่าบทเรียนที่มีการนำโปรแกรม GSP มาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเรื่องต่าง ๆ สูงขึ้น เช่น เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต (นิภาพรณัฐ สิงห์คำ, วีระศักดิ์ ชมภูคำ, และพิชญ์สินี ชมภูคำ, 2561) เรื่องวงกลม (พิพากษา บุญฤทธิ์ และสุณิสา สุมิรัตนะ, 2562) และเรื่องเส้นขนาน (เสาวเพ็ญ บุญประสพ, 2563) แต่สำหรับการเรียนการสอน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ร่วมกับวิธีการสอนแบบเดิม ยังคงทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลของคำตอบได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ

กลวิธี STAR (STAR strategy steps) เป็นกลวิธีซึ่งสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นของการแก้ปัญหา (Maccini & Hughes, 2000) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem: S) ขั้นตอนที่ 2 การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (Translate the problem: T) ขั้นตอนที่ 3 การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem: A) และขั้นตอนที่ 4 ทบทวนคำตอบ (Review the solution: R) ดังนั้นกลวิธี STAR จึงเป็นกลวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งในอดีตจนถึงปัจจุบันมีผู้สนใจศึกษาการนำกลวิธี STAR มาช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน (ประจบ แสงสีบบ, 2556) เรื่องอัตราส่วน (เอมฤติ สิงห์กุมพล, ไพศาล หวังพานิช และสงวนพงศ์ ขวนชม, 2563) และเรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ (สาสินี บุญสอน, มะลิวัลย์ ฤนาพรณัฐ และมนชยา เจียงประดิษฐ์, 2565) แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่นำกลวิธี STAR มาช่วยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตมาก่อน

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP แทนการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเดิม เพื่อช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานทาง

เรขาคณิต ได้แก่ การสร้างเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรง การสร้างเกี่ยวกับมุม และการสร้างเกี่ยวกับเส้นตั้งฉาก โดยการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และใช้ข้อมูลทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยตัวเลข 80 ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทดสอบระหว่างการจัดการเรียนการสอน และตัวเลข 80 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP

สมมติฐานการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ภายหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
ประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชลประทานอนุเคราะห์ อำเภอนาย้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 70 คน
กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) มีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียนด้วยวิธีการจับฉลาก โดยสุ่มมา 1 ห้องเรียน ผลที่ได้คือ ห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ซึ่งมีจำนวนนักเรียน 33 คน แบ่งออกเป็นเพศชายจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 51.52 และเพศหญิงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 48.48
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ 6 ชั่วโมง ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสร้างเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรง I

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการสร้างเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรง II

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการสร้างเกี่ยวกับมุม I

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการสร้างเกี่ยวกับมุม II

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการสร้างเกี่ยวกับเส้นตั้งฉาก I

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการสร้างเกี่ยวกับเส้นตั้งฉาก II

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต จำนวน 10 ข้อ ลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choice) จำนวน 4 ตัวเลือก

3. การสร้างและการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 6 แผน โดยนำแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มาเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต เพื่อใช้วัดความสามารถในการเรียนรู้และการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP จำนวน 15 ข้อ นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence index: IOC) จากสูตรต่อไปนี้ (ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2559)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00 และมีค่ามากที่สุด จำนวน 10 ข้อ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนได้ทราบถึงขั้นตอน วิธีการวัดผล การประเมินผล และบทบาทของนักเรียนในงานวิจัยนี้

4.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ก่อนเรียน (Pretest)

4.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

4.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต หลังเรียน (Posttest)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีสูตรการคำนวณค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น. 5-20)

$$E_1 = \frac{\sum x/N}{A} \times 100 \text{ และ } E_2 = \frac{\sum y/N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (Efficiency of process) โดยใช้ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทดสอบระหว่างการจัดการเรียนการสอน

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Efficiency of product) โดยใช้ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ที่นักเรียนทำได้จากการทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำได้ระหว่างการจัดการเรียนการสอน

$\sum y$ คือ ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำได้หลังการจัดการเรียนการสอน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างการจัดการเรียนการสอน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน

N คือ จำนวนนักเรียน

5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ก่อนและหลัง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.) พร้อมทั้งทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบที่ แบบกลุ่มไม่อิสระ (Paired sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน โดยกำหนดสมมติฐานในการทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญ (Significant level) 0.05 ดังนี้

H_0 : คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP ตามเกณฑ์ 80/80 แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80

แบบทดสอบระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_2	E_1/E_2
20	16.67	83.35	10	8.03	80.30	83.35/80.30

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนระหว่างร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเป็น 83.35/80.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 กล่าวคือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากแผนการจัดการเรียนการสอนนี้ ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและมৌลค์ประกอบที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รวมถึงสื่อการสอนที่ใช้มีความทันสมัยน่าสนใจ นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม GSP ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยท้ายบทเพิ่มเติมจากง่ายไปหายาก เพื่อประเมินนักเรียนในแต่ละหัวข้อ ทำให้นักเรียนได้รับรู้ถึงศักยภาพของตนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวเพ็ญ บุญประสพ (2563) ซึ่งกล่าวว่า ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และงานวิจัยของ นิภาพรณัฐ สิงห์คำ, วีระศักดิ์ ชมภูคำ, และ พิชญ์สินี ชมภูคำ (2561) ที่แสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เช่นกัน

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังเรียน

	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คะแนนก่อนเรียน	33	10	3.12	0.820

	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คะแนนหลังเรียน	33	10	8.03	0.684

จากตารางที่ 2 พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 33 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเป็น 3.12 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.820 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 8.03 ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.684 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP นี้สามารถช่วยพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน

	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	p
ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน	-4.91	0.678	-41.569	*.000

* ค่า $p < 0.05$

จากตารางที่ 3 พบว่า p-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน ตามตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ภายหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP นี้ สามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและเสริมสร้างการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตได้ดี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนจำขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น อีกทั้งยังมีการทำกิจกรรมกลุ่ม มอบหมายงานและทำงานร่วมกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา อุทัยรัตน์ (2555) ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการ

จัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และงานวิจัยของ เอมฤติ สิงหะกมล, ไพศาล หวังพานิช และ สงวนพงศ์ ขวณชม (2563) ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถช่วยพัฒนาทักษะการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ภายหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ได้ใช้กลวิธี STAR ที่ช่วยให้นักเรียน จำขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับชั้น อีกทั้งยังมีการใช้โปรแกรม GSP ในการ สร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรง การสร้างเกี่ยวกับมุม และการ สร้างเกี่ยวกับเส้นตั้งฉาก ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ กิจกรรม พัฒนาทักษะการนิภาพ รวมถึงทักษะของกระบวนการแก้ปัญหาด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 5-20.
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิภาพรณัฐ สิงห์คำ, วีระศักดิ์ ชมภูคำ, และ พิชญ์สินี ชมภูคำ. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือควบคู่กับโปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 9(2), 1-20.
- ประจบ แสงสีบบ. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ปริญาานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต,*

- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://ir.swu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/4290/Prajob_S.pdf?sequence=2
- พิพากษา บุญฤทธิ์ และสุเมธ สุมิรัตน์. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดทางเรขาคณิต เรื่องวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(1), 109-118.
- สาลินี บุญสอน, มะลิวัลย์ ฤนาพรณ์, และ มนขยา เจียงประดิษฐ์. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยกลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 16(1), 82-93.
- เสรี สุขโยธิน. (2555). *GSP โปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ต้องเรียนรู้ เล่มที่ 1 ฉบับพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.
- เสาวเพ็ญ บุญประสพ. (2563). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 31(2), 132-149.
- อังคณา อุทัยรัตน์. (2555). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ปริญญาณพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ)*. สืบค้นจาก https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/3901/2/Aungkana_U.pdf
- เอมฤดี สิงห์กุ่มพล, ไพศาล หวังพานิช, และ สงวนพงศ์ ขวนชม. (2562). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับกลวิธี STAR รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *ศึกษาวารสารศึกษาศาสตร์*, 7(1), 73-82.
- Maccini, P., & Hughes, C.A. (2000). Effects of a problem-solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities. *Learning disabilities research & practice*, 15(1), 10-21.