

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Effects of KWDL Instruction on Mathematical Problem-Solving Ability in
the Pythagorean Theorem among Students in
Mattayom Suksa 2

ดวงรัตน์ จิตต์เจริญ¹, มธุรส ขุนสันเทียะ², ลลิตา ผึ้งสาย³, พัฒน์ชลี อุดพันธ์⁴

Doungtrat Chitcharoen¹, Maturos Khunsanthia², Lalita Phuengsai³, Phatchalee Audphan⁴

Corresponding Author E-mail: doungtrat.c@chandra.ac.th

Received: 2025-11-26; Revised: 2026-03-23; Accepted: 2026-03-24

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL 2) ประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ตามเกณฑ์ 75/75 3) วิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการ KWDL และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL จำนวน 2 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบฝึกหัดอัตโนมัติ แบบบันทึกกระบวนการคิดตามเทคนิค KWDL และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ การหาประสิทธิภาพ E1/E2 และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.93/75.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 3) ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดในทุกขั้นของกระบวนการ KWDL โดยเฉพาะในขั้น Want และ Do และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.43)

คำสำคัญ: เทคนิค KWDL, ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์, ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

¹อาจารย์ที่ปรึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

¹Academic Advisor, Bachelor of Education Program in Mathematics, Faculty of Science

²นักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

²Student, Bachelor of Education Program in Mathematics, Faculty of Science

Abstract

This study aimed to 1) compare the learning achievement of Grade 8 (Matthayom Suksa 2) students on the Pythagorean theorem before and after receiving instruction through the KWDL technique, 2) evaluate the efficiency of the KWDL lesson plans based on the 75/75 criterion, 3) analyze the development of students' mathematical problem-solving skills and thinking behaviors at each stage of the KWDL process, and 4) investigate students' satisfaction with KWDL-based instruction. The sample consisted of 28 Grade 8 students selected through purposive sampling. The research instruments included two KWDL lesson plans, a learning achievement test, open-ended exercises, a KWDL-based thinking record form, and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using mean, standard deviation, paired-samples t-test, E1/E2 efficiency analysis, and content analysis.

The findings revealed that 1) students' posttest scores were significantly higher than their pretest scores at the .05 level, 2) the KWDL lesson plans had an efficiency of 76.93/75.36, which was higher than the 75/75 criterion, 3) students demonstrated development in mathematical problem-solving skills and thinking behaviors at every stage of the KWDL process, particularly in the Want and Do stages, and 4) students' satisfaction with KWDL-based instruction was at a high level ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.43).

Keywords: KWDL technique, mathematical problem-solving ability, Pythagorean theorem

บทนำ

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะมิได้หมายถึงเพียงการหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่ครอบคลุมการทำความเข้าใจสถานการณ์ การวิเคราะห์ข้อมูล การเลือกวิธีดำเนินการอย่างเหมาะสม และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบอย่างเป็นระบบ (สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, 2566; สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมารถย์, 2565) อย่างไรก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอนจริง ผู้เรียนจำนวนไม่น้อยยังมีปัญหาในการตีความโจทย์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ปัญหา เลือกวิธีแก้ปัญหา และอธิบายเหตุผลของตนเองได้ไม่ชัดเจน สะท้อนว่าอุปสรรคสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ได้อยู่ที่การคำนวณเพียงอย่างเดียว หากแต่อยู่ที่กระบวนการคิดระหว่างการแก้ปัญหา (Rahmi, 2022; Taamneh et al., 2024)

ปัญหาดังกล่าวปรากฏชัดในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นเนื้อหาสำคัญในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเป็นพื้นฐานของการเรียนเรขาคณิตและตรีโกณมิติในระดับสูงขึ้น แม้เนื้อหาจะมีสูตรชัดเจน แต่ผู้เรียนยังต้องสามารถระบุองค์ประกอบของสามเหลี่ยมมุมฉาก แปลสถานการณ์เป็นภาพหรือแบบจำลองทางเรขาคณิต และเลือกใช้สูตรให้สอดคล้องกับโจทย์ หากขาดความเข้าใจในขั้นใดขั้นหนึ่ง การแก้ปัญหาอาจคลาดเคลื่อนได้แม้จะจดจำสูตรได้ก็ตาม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องรายงานสอดคล้องกันว่า ผู้เรียนมักมีข้อจำกัดในการสร้างภาพแทนสถานการณ์ การระบุข้อมูลสำคัญ การเลือกกลยุทธ์ และการตรวจสอบคำตอบในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (Rahmi, 2022; Taamneh et al., 2024) สภาพปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งพบว่าผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังสับสนในการระบุด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก การแปลโจทย์เป็นภาพ และการเลือกใช้ความสัมพันธ์ของทฤษฎีบทพีทาโกรัสให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนด

เทคนิค KWDL (Know-Want-Do-Learn) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพในการพัฒนาการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม ตั้งคำถาม วางแผนและลงมือแก้ปัญหา ตลอดจนสะท้อนผลการเรียนรู้

อย่างเป็นลำดับ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศชี้ว่าเทคนิคดังกล่าวช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, 2566; สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์, 2565) อีกทั้งยังมีหลักฐานสนับสนุนการใช้เทคนิคนี้กับบทเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และสามารถระบุข้อมูลสำคัญ วาดภาพแทนสถานการณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ดีขึ้น (พชรพล อารีชาติ และชวนพิศ รักษาพวก, 2563; วรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ, 2566)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยก่อนหน้านี้ส่วนใหญ่มุ่งเน้นผลลัพธ์ปลายทาง เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหลัก ขณะที่การอธิบายพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละขั้นของ KWDL ยังมีจำกัด นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยไม่มากนักที่ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ E1/E2 ควบคู่กับพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนตามขั้น KWDL และความพึงพอใจของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ (สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, 2566; สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์, 2565; พชรพล อารีชาติ และชวนพิศ รักษาพวก, 2563; วรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ, 2566; ศิริลักษณ์ ภักดิ์รักษ และคณะ, 2566; Taamneh et al., 2024) ช่องว่างดังกล่าวสะท้อนความจำเป็นของการวิจัยที่พิจารณาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL อย่างครอบคลุมทั้งในมิติของผลลัพธ์และกระบวนการเรียนรู้ งานวิจัยนี้จึงมีจุดเน้นที่แตกต่างจากงานก่อนหน้า โดยมุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ในลักษณะที่เชื่อมโยงผลสัมฤทธิ์ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมการคิดตามขั้นของ KWDL และความพึงพอใจของผู้เรียนไว้ในกรอบการวิเคราะห์เดียวกัน

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยพิจารณาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการคิดของผู้เรียนตามขั้น KWDL และความพึงพอใจของผู้เรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ตามเกณฑ์ 75/75 จากประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)
3. เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการ KWDL ระหว่างการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

การทบทวนวรรณกรรม

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบผ่าน 4 ขั้น ได้แก่ Know, Want, Do และ Learn โดยขั้น Know เน้นการระลึกและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ขั้น Want เน้นการตั้งคำถามและกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ขั้น Do เป็นการลงมือปฏิบัติ เลือกวิธีแก้ปัญหา ใช้เหตุผล และดำเนินการอย่างเป็นลำดับ ส่วนขั้น Learn เป็นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการทั้งหมด ดังนั้น KWDL จึงมิใช่เพียงวิธีจัดกิจกรรมในชั้นเรียนเท่านั้น แต่เป็นกรอบการเรียนรู้ที่ช่วยให้กระบวนการคิดของผู้เรียนปรากฏ ติดตามได้ และพัฒนาได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งเหมาะสม

กับการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยทั้งความเข้าใจเชิงนิทัศน์และการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา (สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, 2566; สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์, 2565)

งานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิค KWDL พบอย่างสอดคล้องกันว่า โครงสร้าง Know-Want-Do-Learn ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ การตั้งคำถาม การวางแผน และการอธิบายเหตุผลของผู้เรียน โดยสุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์ (2565) รายงานว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสามารถอธิบายวิธีคิดได้ดีขึ้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิค KWDL ขณะที่ สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย (2566) พบว่า การใช้ KWDL ร่วมกับเกมช่วยเสริมสร้างการแก้โจทย์ปัญหาและทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก นอกจากนี้ พิชาพร หงษ์วิเศษ (2566) ยังพบว่า การใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ KWDL ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงข้อมูล และแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส คือ หลักการทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายความสัมพันธ์ของด้านทั้งสามในสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยระบุว่า กำลังสองของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของด้านประกอบมุมฉากทั้งสองด้าน เนื้อหานี้เป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้เรขาคณิต ตรีโกณมิติ และการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตาม ในทางการเรียนรู้ ผู้เรียนมิได้เผชิญเพียงการแทนค่าในสูตร แต่ต้องสามารถตีความโจทย์ ระบุด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก แปลสถานการณ์เป็นภาพหรือแบบจำลองทางเรขาคณิต และเลือกใช้สูตรให้สอดคล้องกับข้อมูลและสิ่งที่โจทย์ถาม จึงกล่าวได้ว่า การเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นทั้งการเรียนรู้เชิงนิทัศน์และเชิงกระบวนการควบคู่กัน (Rahmi, 2022; Taamneh et al., 2024)

Rahmi (2022) รายงานว่า ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังมีข้อจำกัดในการสร้างภาพแทนสถานการณ์และทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของด้านในสามเหลี่ยมมุมฉาก ขณะที่ Taamneh et al. (2024) พบว่า ผู้เรียนจำนวนมากมีข้อผิดพลาดในการระบุข้อมูลสำคัญ การเลือกกลยุทธ์ การคำนวณ และการตรวจสอบคำตอบในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับบริบทไทย งานของพรพล อารีชาติ และชวนพิศ รักษาพวก (2563) วรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ (2566) และศิริลักษณ์ ภักดีรักษ์ และคณะ (2566) สะท้อนตรงกันว่า ผู้เรียนมักคลาดเคลื่อนในการระบุด้านตรงข้ามมุมฉาก การแปลสถานการณ์เป็นภาพเรขาคณิต และการเลือกใช้สูตรอย่างเหมาะสม จึงจำเป็นต้องใช้รูปแบบการสอนที่มีโครงสร้างชัดเจนเพื่อช่วยจัดระบบความคิดของผู้เรียน

งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสะท้อนว่า เทคนิค KWDL มีศักยภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของผู้เรียน โดยเฉพาะเมื่อใช้กับบทเรียนคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์ (2565) และสิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย (2566) แสดงให้เห็นว่า KWDL ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ และอธิบายวิธีคิดได้ดีขึ้น ขณะที่พิชาพร หงษ์วิเศษ (2566) พบว่า เมื่อผสาน KWDL กับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนมีพัฒนาการทั้งด้านการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งยืนยันศักยภาพของ KWDL ในมิติที่กว้างกว่าผลสัมฤทธิ์เพียงอย่างเดียว

เมื่อพิจารณาเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส พบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนการใช้ KWDL อย่างต่อเนื่อง โดยวรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ (2566) รายงานว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อใช้เทคนิค KWDL ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ขณะที่ศิริลักษณ์ ภักดีรักษ์ และคณะ (2566) พบว่า การใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และทำให้ผู้เรียนเห็นภาพความสัมพันธ์ของด้านในสามเหลี่ยมมุมฉากได้ชัดเจน นอกจากนี้ พรพล อารีชาติ และชวนพิศ รักษาพวก (2563) ยังรายงานในทิศทางเดียวกันว่า KWDL ช่วยยกระดับทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้

ในด้านความพึงพอใจ งานวิจัยช่วงปี 2565–2566 รายงานสอดคล้องกันว่า ผู้เรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย KWDL และรู้สึกว่าการกิจกรรมช่วยให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น โดย สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วัฒนวัฒนวรชัย (2566) พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก เนื่องจากกิจกรรม KWDL ร่วมกับเกมช่วยเพิ่มความสุข ความเข้าใจ และแรงจูงใจทางคณิตศาสตร์ ขณะที่ศิริลักษณ์ ภักดีรักษ์ และคณะ (2566) รายงานว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากเมื่อใช้ KWDL ร่วมกับ GeoGebra เพราะช่วยให้เห็นภาพทางเรขาคณิตได้ชัดเจนและแก้ปัญหาได้มั่นใจขึ้น ข้อค้นพบนี้สะท้อนว่า KWDL มีได้ส่งผลกระทบต่อการสัมฤทธิ์หรือทักษะเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้เชิงบวกด้วย

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเชิงลึกยังพบว่า งานวิจัยก่อนหน้านี้จำนวนไม่น้อยมุ่งเน้นผลลัพธ์ปลายทาง เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหลัก ขณะที่มิติของกระบวนการยังได้รับการอธิบายอย่างจำกัด โดยเฉพาะการวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละขั้นของ KWDL ว่าผู้เรียนพัฒนาการตั้งคำถาม การเลือกวิธีดำเนินการ การใช้เหตุผล และการสะท้อนความเข้าใจอย่างไร นอกจากนี้ ยังมีงานที่ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ E1/E2 ควบคู่กับพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนตามขั้น KWDL และความพึงพอใจของผู้เรียนอย่างครอบคลุมอย่างจำกัด (วรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ, 2566; ศิริลักษณ์ ภักดีรักษ์ และคณะ, 2566; Taamneh et al., 2024)

ดังนั้น นัยสำคัญต่อการวิจัยครั้งนี้คือ การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ควรถูกศึกษามีใช้เพียงในมิติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น แต่ควรพิจารณาอย่างบูรณาการทั้งประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนในแต่ละขั้นของ KWDL และความพึงพอใจของผู้เรียน ภายใต้บริบทของหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้นทั้งในมิติของผลลัพธ์และกระบวนการเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยก่อนทดลอง (pre-experimental research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการคิด และความพึงพอใจของผู้เรียน แบบแผนการวิจัยนี้มุ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เป็นสำคัญ จึงเหมาะสำหรับการอธิบายผลที่เกิดขึ้นในกลุ่มที่ศึกษา โดยมีได้มุ่งเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครแห่งหนึ่ง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 85 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 28 คน จากโรงเรียนเดียวกัน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของบริบทชั้นเรียนและความพร้อมในการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจำนวน 5 ประเภท เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการคิดของผู้เรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน โดยเครื่องมือที่เป็นแบบประเมินหรือข้อคำถามได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อ

คำถาม (IOC) ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้และแบบบันทึกกระบวนการคิดได้รับการประเมินด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง รายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 แผน รวมเวลา 4 ชั่วโมง เน้นการระดมความรู้เดิม การตั้งคำถาม การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และการสะท้อนผลการเรียนรู้ ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ลำดับกิจกรรม และการวัดผลโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.41)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ พัฒนาตามมาตรฐานการเรียนรู้และจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.75–1.00 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม และใช้สำหรับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

3. แบบฝึกหัดเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบอัตรันย

แบบฝึกหัดเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบอัตรันย จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ เน้นการวาดภาพประกอบ การอธิบายวิธีคิด และการใช้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป และใช้เป็นหลักฐานประกอบการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้

4. แบบบันทึกกระบวนการคิดตามเทคนิค KWDL

แบบบันทึกกระบวนการคิดตามเทคนิค KWDL ใช้สำหรับบันทึกและวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดของผู้เรียนในขั้น Know, Want, Do และ Learn โดยมุ่งพิจารณาความสามารถในการระลึกความรู้เดิม การตั้งคำถามการวางแผนแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้น และการสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียน ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมและความครอบคลุมเชิงคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ผลการประเมินพบว่า แบบบันทึกกระบวนการคิดมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.38)

5. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 รายการ ครอบคลุมด้านความสนใจ แรงจูงใจ ความเข้าใจ และความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความชัดเจนของถ้อยคำโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.75-1.00 อยู่ในระดับเหมาะสม และใช้ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิธีรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย

2. พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบฝึกหัดอัตรันย แบบบันทึกกระบวนการคิด และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความตรงเชิงเนื้อหา

3. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pretest) กับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL จำนวน 2 แผน รวม 4 ชั่วโมง โดยระหว่างการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบฝึกหัดเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบบันทึกกระบวนการคิดของผู้เรียน

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรม ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (posttest) ด้วยแบบทดสอบชุดเดิม

6. ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ภายหลังการเรียนรู้เสร็จสิ้น

7. นำข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มสัมพันธ์

2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยคำนวณจากประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)

3. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานตามค่า 5 ระดับ และแปลผลตามช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

4.51–5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.51–3.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย

1.00–1.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากแบบฝึกหัดอรรถนัยและแบบบันทึกกระบวนการคิดตามเทคนิค KWDL เพื่อพิจารณาพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการ KWDL โดยประเด็นที่วิเคราะห์ครอบคลุมการวาดภาพแทนสถานการณ์ การระบุองค์ประกอบของสามเหลี่ยมมุมฉาก การเลือกใช้สูตร การอธิบายเหตุผล และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.46 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.55 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.61 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.36 ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน (N = 28)

การทดสอบ	จำนวน (N)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	28	30	9.46	31.55	3.44	26.68	p<.001
หลังเรียน	28	30	22.61	73.36	2.38		

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$)

2. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL (E1/E2)

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL พบว่า แผนดังกล่าว มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.93/75.36 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เปรียบเทียบกับเกณฑ์ 75/75

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	ค่าที่ได้จากการทดลอง	เกณฑ์มาตรฐาน	สรุปผลการพิจารณา
E ₁	76.93	75	สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
E ₂	75.36	75	สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

จากตารางที่ 2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.93/75.36 :ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ทั้งในด้านกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์หลังเรียน

3. ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน

ผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 2 ฉบับ รวม 10 ข้อ และแบบบันทึกกระบวนการคิดตามเทคนิค KWDL พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และพฤติกรรมความคิดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะการวาดภาพแทนสถานการณ์ การเลือกใช้สูตร การอธิบาย เหตุผล และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมทั้งมีพัฒนาการเด่นในขั้น Want และ Do ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความคิดตามขั้น KWDL

ขั้น/ ประเด็นที่วิเคราะห์	ลักษณะช่วงต้น/ก่อนเรียน	ลักษณะหลังจัดกิจกรรม	สรุปพัฒนาการ
ขั้น K การเชื่อมโยงความรู้เดิม	ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉาก แต่ยังเชื่อมโยงกับโจทย์ปัญหาได้ไม่ชัด	ผู้เรียนสามารถระลึกและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ได้ดีขึ้น	ความเข้าใจพื้นฐานเป็นระบบมากขึ้น
ขั้น W การตั้งคำถาม	คำถามยังไม่เฉพาะเจาะจง และยังไม่ชี้ประเด็นสำคัญของโจทย์	ผู้เรียนตั้งคำถามได้ชัดเจนขึ้น เช่น การระบุด้านตรงข้ามมุมฉากหรือข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา	พฤติกรรมความคิดเชิงวิเคราะห์เด่นชัดขึ้น
ขั้น D การวาดภาพ การเลือกสูตร และลำดับวิธีคิด	วาดภาพไม่ครบ ระบุด้านผิด เลือกสูตรไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ และลำดับวิธีคิดยังไม่ชัด	ผู้เรียนวาดภาพแทนสถานการณ์ได้ถูกต้องมากขึ้น เลือกใช้สูตรที่พาโกรสได้	พัฒนาการเด่นชัดที่สุด

ขั้น/ ประเด็นที่วิเคราะห์	ลักษณะช่วงต้น/ก่อนเรียน	ลักษณะหลังจัดกิจกรรม	สรุปพัฒนาการ
เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์	อธิบายเหตุผล ประกอบการคำนวณได้ไม่ ชัด และมีข้อผิดพลาดใน การแทนค่า	เหมาะสม และอธิบาย ขั้นตอนการคิดได้เป็นระบบ	
		ผู้เรียนอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน ข้อผิดพลาดลดลงอย่าง ต่อเนื่องหลังผ่านกิจกรรม Do	การใช้เหตุผลมีความ ถูกต้องมากขึ้น
		ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบหลัง คำนวณ เช่น ประเมิน ค่าประมาณ และตรวจความ สมเหตุสมผลของด้านใน	เกิดพฤติกรรม สะท้อนและกำกับ ตนเอง
		สามเหลี่ยมมุมฉาก	
ขั้น L การตรวจสอบคำตอบ	แทบไม่ตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของคำตอบ		

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความคิดในทุกขั้นของกระบวนการ KWDL โดยพัฒนาการที่เด่นชัดที่สุดอยู่ในขั้น Want และ Do กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้เฉพาะเจาะจงขึ้น วาดภาพแทนสถานการณ์ได้ถูกต้องมากขึ้น เลือกใช้สูตรได้เหมาะสม และอธิบายวิธีคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น ขณะเดียวกัน ผู้เรียนจำนวนมากเริ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในขั้น Learn มากขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.50$, $S.D. = 0.43$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านเนื้อหาและด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ในระดับมาก ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา	4.38	0.66	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล	4.62	0.67	มากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้	4.49	0.22	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.52	0.19	มากที่สุด
รวม	4.50	0.43	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL โดยรวมอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลและด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านเนื้อหาและด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ในระดับมาก

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้นำเสนอโดยเชื่อมโยงผลที่พบกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายนัยของผลการวิจัยต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ประการแรก ผลการวิจัยที่พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) สะท้อนว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL อาจเอื้อต่อการที่ผู้เรียนทำความเข้าใจโจทย์ ระดมความรู้เดิม ตั้งคำถาม วิเคราะห์สถานการณ์ และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นมากขึ้น ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Taamneh et al. (2024) ที่รายงานว่า กิจกรรมที่เน้นการคิดอย่างเป็นระบบช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการระบุข้อมูลสำคัญ การเลือกกลยุทธ์ และการตรวจสอบคำตอบได้ดีขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานของพรพล อารีชาติ และชวนพิศ รักษาพวก (2563) และวรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ (2566) ที่พบว่า การใช้เทคนิค KWDL ในบทเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น เหตุผลเชิงวิชาการที่อาจอธิบายผลดังกล่าวได้คือ โครงสร้างของ KWDL ช่วยจัดระบบกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนตั้งแต่การเชื่อมโยงความรู้เดิมในขั้น Know การตั้งคำถามในขั้น Want การลงมือแก้ปัญหาในขั้น Do ไปจนถึงการสรุปและตรวจสอบความเข้าใจในขั้น Learn จึงเอื้อต่อการเรียนรู้ที่มีความหมายและสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่สูงขึ้น (พรพล อารีชาติ และชวนพิศ รักษาพวก, 2563; วรินทร์ญา โพธิ์ทอง และคณะ, 2566; Taamneh et al., 2024)

ประการที่สอง ผลการวิจัยที่พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.93/75.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 สะท้อนว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทั้งในระหว่างเรียนและหลังเรียน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศที่พบว่า การใช้เทคนิค KWDL ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การทำงานอย่างเป็นระบบ และการสร้างความเข้าใจเชิงลึกระหว่างกระบวนการเรียนรู้ (สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, 2566; สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์, 2565) อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานของพิชชาพร หงษ์วิเศษ (2566) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมที่ผสมผสานเทคนิค KWDL กับกระบวนการคิดวิเคราะห์สัมพันธ์กับพัฒนาการทางการเรียนของผู้เรียน ในบริบทของการวิจัยครั้งนี้ ข้อค้นพบดังกล่าวยังสะท้อนว่า KWDL มีความเหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนมักเกิดความคลาดเคลื่อนทั้งเชิงโมโนทัศน์และเชิงกระบวนการ โดยขั้น Do ช่วยให้ผู้เรียนลงมือแก้โจทย์และจัดระบบวิธีคิดของตนเอง ขณะที่ขั้น Learn ช่วยให้ผู้เรียนสะท้อนผลและตรวจสอบความเข้าใจได้อย่างต่อเนื่อง จึงสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (พิชชาพร หงษ์วิเศษ, 2566; สุริยัน เขตบรรจง และปาวาริศา สมาฤกษ์, 2565; สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย, 2566)

ประการที่สาม ผลจากแบบฝึกอรรถนัยและแบบบันทึกกระบวนการคิดพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการคิดในหลายด้าน โดยเฉพาะการวาดภาพแทนสถานการณ์ การเลือกใช้สูตร การอธิบายเหตุผล และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Rahmi (2022) และ Taamneh et al. (2024) ที่ชี้ว่า ผู้เรียนในบทเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมีข้อจำกัดในการสร้างภาพแทนสถานการณ์ การระบุข้อมูลสำคัญ การเลือกกลยุทธ์ และการตรวจสอบคำตอบ ดังนั้น เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจน เช่น KWDL จึงมีแนวโน้มพัฒนากระบวนการคิดและลดข้อผิดพลาดได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานของศิริลักษณ์ รักษ์ และคณะ (2566) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพและอธิบายความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตได้ชัดเจน สัมพันธ์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอย่างมีนัยสำคัญ นัยสำคัญของงานวิจัยครั้งนี้คือ การแสดงพัฒนาการของผู้เรียนแยกตามขั้นของ KWDL อย่างชัดเจน โดยพบพัฒนาการเด่นในขั้น Want และ Do กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น วาดภาพแทนสถานการณ์ได้เหมาะสมขึ้น เลือกใช้สูตรได้

สอดคล้องกับโจทย์มากขึ้น และอธิบายเหตุผลได้เป็นระบบมากขึ้น ซึ่งช่วยอธิบายผลเชิงปริมาณได้ลึกซึ้งในระดับกระบวนการเรียนรู้ (ศิริลักษณ์ ภักดิ์รักษ และคณะ, 2566; Rahmi, 2022; Taamneh et al., 2024)

ประการที่สี่ ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$ S.D. = 0.43) ซึ่งสะท้อนว่า ผู้เรียนประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้ในเชิงบวก เนื่องจากเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วม ได้คิดด้วยตนเอง ได้ตั้งคำถาม และได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองในแต่ละขั้น ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานของวรันทรรุณ โพธิ์ทอง และคณะ (2566) ที่รายงานว่า ผู้เรียนรู้สึกว่าการจัดกิจกรรม KWDL ช่วยให้เห็นภาพความสัมพันธ์ของด้านในสามเหลี่ยมมุมฉากได้ชัดเจนขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานของ พิษชาพร หงษ์วิเศษ (2566) และสิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์ (2566) ที่พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจและแรงจูงใจทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์หรือกิจกรรมเชิงเกม เหตุผลเชิงวิชาการที่อาจอธิบายผลนี้ได้คือ เมื่อผู้เรียนมองเห็นลำดับการคิดของตนเองและเชื่อมโยงจากความรู้เดิมไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ความวิตกกังวลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ย่อมลดลง และนำไปสู่ประสบการณ์การเรียนรู้เชิงบวกมากขึ้น (พิษชาพร หงษ์วิเศษ, 2566; วรันทรรุณ โพธิ์ทอง และคณะ, 2566; สิริกุล ยมจินดา และศิริวรรณ วณิชพัฒน์, 2566)

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับแนวโน้มของงานวิจัยเดิมที่ชี้ว่า เทคนิค KWDL ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของผู้เรียน ขณะเดียวกัน งานวิจัยนี้ได้เพิ่มเติมหลักฐานในมิติของพัฒนาการด้านพฤติกรรมการคิดของผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการ KWDL โดยเฉพาะในขั้น Want และ Do จึงช่วยอธิบายผลของการจัดการเรียนรู้ได้ครอบคลุมมากขึ้นทั้งในระดับผลลัพธ์และระดับกระบวนการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรประยุกต์ใช้เทคนิค KWDL กับบทเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือเนื้อหาที่ต้องอาศัยการตีความ การวางแผน และการตรวจสอบคำตอบ โดยออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับความพร้อมของผู้เรียน

1.2 ครูผู้สอนควรใช้ใบงานหรือแบบบันทึก K-W-D-L ควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้กระบวนการคิดของผู้เรียนปรากฏอย่างเป็นรูปธรรม และติดตามพัฒนาการด้านการแก้ปัญหาและพฤติกรรมการคิดได้ชัดเจนขึ้น

1.3 ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด และสะท้อนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในขั้น Want และ Learn มากกว่ามุ่งเฉพาะคำตอบสุดท้าย เนื่องจากพัฒนาการของผู้เรียนเกิดขึ้นทั้งในระดับผลลัพธ์และกระบวนการคิด

1.4 สำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสหรือเนื้อหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ครูผู้สอนควรใช้ภาพแผนภาพ หรือแบบจำลองทางเรขาคณิตร่วมกับเทคนิค KWDL อย่างมีเป้าหมาย เพื่อช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการแปลสถานการณ์ของโจทย์ การระบอบองค์ประกอบของรูปเรขาคณิต และการเลือกใช้สูตรอย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรขยายการวิจัยไปยังโรงเรียนหรือบริบทผู้เรียนที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของผลการวิจัยในบริบทที่แตกต่าง และเพิ่มความชัดเจนในการตีความผลเชิงบริบท

2.2 ควรศึกษาการใช้เทคนิค KWDL กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือมีความซับซ้อนเชิงโมโนทัศน์ เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมและผลที่เกิดขึ้นตามลักษณะของเนื้อหา

2.3 ควรใช้การวิจัยเชิงผสมเพื่อศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนในมิติที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะด้านอภิปัญญา พฤติกรรม การคิด และการกำกับตนเองระหว่างการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ชิ้นงาน และการสนทนาในชั้นเรียนร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณ

2.4 ควรออกแบบการวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างเทคนิค KWDL กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ ความสามารถในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการคิด และความพึงพอใจของผู้เรียน ภายใต้บริบทการสอนที่ใกล้เคียงกัน

2.5 ควรมีการศึกษาติดตามผลในระยะยาว เพื่อพิจารณาความคงทนของความรู้ ความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้สู่สถานการณ์ใหม่ และการคงอยู่ของพฤติกรรมความคิดอย่างเป็นระบบหลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรม

เอกสารอ้างอิง

- พชรพล อารีชาติ และ ชวนพิศ รักษาพวง. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์หน่วยการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้เทคนิค KWDL. **วารสาร มจร อุบลรัตนารักษ์**. 5(3): 77–86.
- พิชชาพร หงษ์วิเศษ. (2566). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องโจทย์ปัญหาบวก ลบ คูณ หาร ระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. **วารสารวิชาการ มจร บุรีรัมย์**. 8(2): 65–76.
- วรินทร์ญา โพธิ์ทอง, วรณธิดา ยลวิลาศ และ นพคุณ ทองมว. (2566). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส. **วารสารราชภัฏสุรินทร์วิชาการ**. 1(2): 15–26.
- ศิริลักษณ์ ภักดีรักษ์, วรณธิดา ยลวิลาศ และ นพคุณ ทองมว. (2566). การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL. **วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์**. 1(2): 52–65.
- สิริกุล ยมจินดา, และ ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับเกม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**. 15(1): 217–230.
- สุริยัน เขตบรรจง, และ ปาวาริศา สมาฤกษ์. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. **วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. 50(1): 1–12.
- Rahmi, N. E. (2022). Mathematical problem-solving ability of junior high school students based on mathematical resilience in the Pythagorean theorem. **Journal of Research on Mathematical Instruction**. 3(2): 1–10.
- Taamneh, M. A., Díez-Palomar, J., & Mallart-Solaz, A. (2024). Examining tenth-grade students' errors in applying Polya's problem-solving approach to Pythagorean theorem. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**. 20(12): em2551. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15707>