ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้ FarmBot Educational Kit ร่วมกับการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

Effects of STEM-Based Learning Using the FarmBot Educational Kit in Conjunction with Block-Based Programming on the Computational Thinking Skills of Primary School Students

ภารวี จงไกรจักร[1], วรรัตน์ จงไกรจักร[2]

[1]สาขาวิชาการศึกษา, วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, parawee.j@pkru.ac.th

[2]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ, คณะวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, worrarat.j@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่านชุดกิจกรรม FarmBot Educational Kit ตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80 2) เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมดังกล่าว และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมสะเต็มศึกษาผ่านชุดกิจกรรม FarmBot Educational Kit การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อน-หลัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2568 ในพื้นที่ตำบลรัษฎา จังหวัดภูเก็ต จำนวน 239 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นและแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อก แบบทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณจำนวน 25 ข้อ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 0.67-1) และมีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's alpha = 0.89) และแบบสอบถามความพึงพอใจมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Cronbach's alpha = 0.91) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 และการทดสอบ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมมีประสิทธิภาพ 82.40/84.15 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 คะแนนหลังเรียน ($\overline{X}$ = 18.65, S.D. = 1.95) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 12.55, S.D. = 2.40) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และมีขนาดอิทธิพลระดับมาก (Cohen's d = 1.11) ผู้เรียนมีพัฒนาการในทุกมิติ โดยเฉพาะการแยกย่อยปัญหาและการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.47) สรุปได้ว่า นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำหลัก: สะเต็มศึกษา, การเขียนโปรแกรมเชิงบล็อก, FarmBot Educational Kit, การคิดเชิงคำนวณ

Abstract

This study aimed to: 1) evaluate the efficiency of a STEM-based instructional innovation integrating block-based programming through the FarmBot Educational Kit based on the E1/E2 efficiency criterion of 80/80; 2) compare the computational thinking skills of upper primary school students before and after learning through the innovation; and 3) examine students’ satisfaction with the learning activities. The study employed a one-group pretest–posttest experimental design. The sample consisted of 239 upper primary school students in the 2025 academic year from schools in Ratsada Subdistrict, Phuket Province, selected using stratified cluster sampling. Research instruments included STEM-based learning activities integrating block-based programming, a 25-item computational thinking test with content validity (IOC = 0.67–1.00) and reliability (Cronbach’s alpha = 0.89), and a five-point Likert-scale satisfaction questionnaire (Cronbach’s alpha = 0.91). Data were analyzed using mean, standard deviation, E1/E2 efficiency values, and paired samples t-test.

The results showed that the instructional innovation achieved an efficiency of 82.40/84.15, exceeding the standard criterion of 80/80. The posttest computational thinking score (M = 18.65, S.D. = 1.95) was significantly higher than the pretest score (M = 12.55, S.D. = 2.40) at the .001 level, with a large effect size (Cohen’s d = 1.11). Students demonstrated improvement across all dimensions of computational thinking, particularly in problem decomposition and pattern recognition. Overall satisfaction with the learning activities was at a high level (M = 4.53, S.D. = 0.47). These findings indicate that the developed instructional innovation is effective in enhancing computational thinking skills among primary school students.

Keywords: STEM education, block-based programming, FarmBot Educational Kit, computational thinking

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัลในศตวรรษที่ 21 ทำให้การศึกษาจำเป็นต้องพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน โดยเฉพาะทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) ซึ่งเป็นกระบวนการคิดเชิงตรรกะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญหลายด้าน ได้แก่ การแยกย่อยปัญหา (decomposition) การจำแนกรูปแบบหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล (pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรมหรือการเลือกสาระสำคัญ (abstraction) การออกแบบขั้นตอนวิธี (algorithmic thinking) และการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (debugging) (Wing, 2006, 2017; Brennan & Resnick, 2012; Shute et al., 2017) ทักษะดังกล่าวถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพัฒนานวัตกรรมในสังคมดิจิทัล ส่งผลให้หลายประเทศได้บูรณาการแนวคิดการคิดเชิงคำนวณเข้าสู่การศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อเตรียมผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้และทำงานในโลกยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้บรรจุสาระวิทยาการคำนวณเพื่อพัฒนาทักษะดังกล่าว (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษายังมีข้อจำกัด โดยมักเน้นการถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าการพัฒนากระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนยังขาดทักษะการวิเคราะห์ปัญหา การคิดอย่างเป็นขั้นตอน และการประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในสถานการณ์จริง

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมทักษะดังกล่าว โดยบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ส่งเสริมการลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ (Bybee, 2013; Sanders, 2009) อีกทั้งการใช้การเขียนโปรแกรมเชิงบล็อก (Block-Based Programming) เช่น Scratch ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการเขียนโปรแกรมและการออกแบบขั้นตอนวิธีได้ง่ายขึ้น (Brennan & Resnick, 2012)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในบริบทการศึกษาขั้นพื้นฐานของไทยที่บูรณาการสะเต็มศึกษา การเขียนโปรแกรมเชิงบล็อก และการใช้เทคโนโลยีจริงยังมีจำกัด ทั้งที่การเรียนรู้ผ่านระบบจริง เช่น Internet of Things (IoT) สามารถเชื่อมโยงการเขียนโปรแกรมกับการทำงานในชีวิตจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะการใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบจริง เช่น ระบบเกษตรอัจฉริยะหรือระบบอัตโนมัติขนาดเล็ก ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและเห็นผลลัพธ์จริง ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ชุดกิจกรรมที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกกับระบบอัตโนมัติทางการเกษตร (FarmBot Educational Kit) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย และเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเทคโนโลยีกับสถานการณ์จริงเพื่อพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่านชุดกิจกรรม FarmBot Educational Kit ตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพ E1/E2 ที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

2.) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมดังกล่าว

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมสะเต็มศึกษาผ่านชุดกิจกรรม FarmBot Educational Kit

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

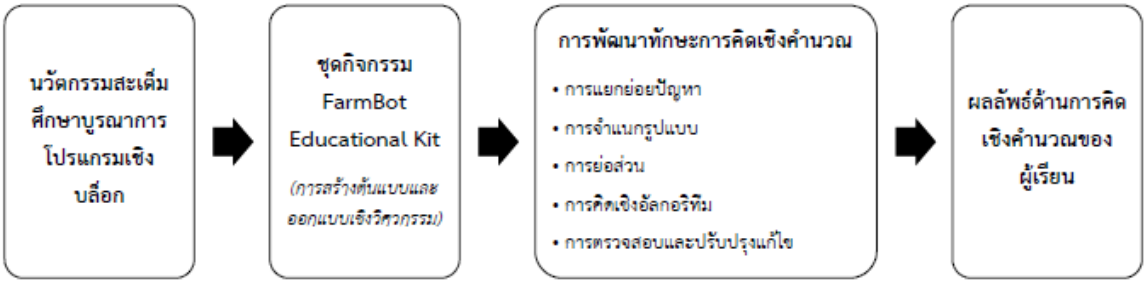
1. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่าน FarmBot Educational Kit เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติที่เชื่อมโยงการเขียนโปรแกรมกับสถานการณ์จริง

3. ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาและวิทยาการคำนวณในสถานศึกษา

กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้พัฒนากรอบแนวคิดบนฐานการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน (Bybee, 2013; Bybee et al., 2006; Wing, 2006, 2017) โดยจัดกิจกรรมผ่านการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกเพื่อควบคุมระบบเกษตรอัตโนมัติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นลำดับขั้น (Dewey, 1938; Wang et al., 2021) ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบดังกล่าวแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการโปรแกรมเชิงบล็อก บริบทการสร้างต้นแบบเชิงวิศวกรรม และผลลัพธ์ด้านการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่านชุดกิจกรรม FarmBot Educational Kit ต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยกำหนดรูปแบบการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.1 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม ใช้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ E1/E2 = 80/80

1.2 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน ใช้รูปแบบการทดลอง One-Group Pretest–Posttest Design

1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6) ในโรงเรียนพื้นที่ตำบลรัษฎา จังหวัดภูเก็ต ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 โรงเรียน รวม 471 คน

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นและแบบกลุ่ม (Stratified Cluster Sampling) โดยแบ่งชั้นตามโรงเรียนและระดับชั้น แล้วสุ่มเลือกห้องเรียนเป็นหน่วยตัวอย่าง โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน (ป.5 จำนวน 1 ห้อง และ ป.6 จำนวน 1 ห้อง) รวม 8 ห้องเรียน จำนวน 239 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 เครื่องมือ ประกอบด้วย

3.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่าน FarmBot Educational Kit จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยใบกิจกรรมและภาระงานที่ส่งเสริม

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยชุดกิจกรรมผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (IOC = 0.67-1)

3.2 แบบทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 25 คะแนน ใช้วัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการเรียนรู้ ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 0.67-1) และมีค่าความเชื่อมั่น Cronbach’s alpha = 0.89

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ใช้วัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าความเชื่อมั่น Cronbach’s alpha = 0.91

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ผู้วิจัยประสานงานกับโรงเรียน ครูผู้สอน และผู้ช่วยวิจัย เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และวิธีการเก็บข้อมูล

4.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เพื่อวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้แจกและรวบรวมแบบทดสอบภายใต้การกำกับของผู้วิจัย

4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่าน FarmBot Educational Kit จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้

4.4 ระหว่างการจัดกิจกรรม มีการเก็บคะแนนกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E1) จากใบกิจกรรมและการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยผู้วิจัย ครูผู้สอน และผู้ช่วยวิจัยร่วมกันบันทึกคะแนน

4.5 หลังสิ้นสุดกิจกรรม ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อคำนวณผลลัพธ์การเรียนรู้ (E2) และให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ทั้งสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ คำนวณค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E1) และผลลัพธ์หลังเรียน (E2) ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

5.2 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Paired Samples t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พร้อมรายงานค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และขนาดอิทธิพล (Effect Size)

5.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน วิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามลำดับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (E1/E2)

การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมใช้เกณฑ์ E1/E2 ตามแนวทางของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) โดยกำหนดค่ามาตรฐานไม่น้อยกว่า 80/80 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (n = 239)

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	เกณฑ์
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E1)	100	82.40	ผ่าน
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E2)	100	84.15	ผ่าน
ประสิทธิภาพรวม (E1/E2)	–	**82.40 / 84.15**	ผ่านเกณฑ์ 80/80

ผลการประเมินจากตาราง 1 พบว่า นวัตกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.40/84.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

2.1 คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยรวม ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนก่อนและหลังเรียน จากแบบทดสอบคะแนนเต็ม 25 คะแนน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยรวม (n = 239)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	ระดับ
ก่อนเรียน	25	12.55	2.40	ปานกลาง
หลังเรียน	25	18.65	1.95	สูง

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ในระดับสูง

2.2 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Samples t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พร้อมรายงานค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน (n = 239)

การทดสอบ	$\bar{x}$	SD	t	df	p	Effect size
ก่อนเรียน	12.55	2.40				
หลังเรียน	18.65	1.95	17.22	238	< .001	d^z = 1.11 (r = .74)

หมายเหตุ. p < .001. Cohen’s dz = 1.11; r = .74.

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ t(238) = 17.22, p < .001 ทั้งนี้ขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับมาก (Cohen’s d^z = 1.11; r = .74)

2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณรายมิติ ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนหลังเรียน จำแนกตาม 5 มิติของการคิดเชิงคำนวณ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณรายมิติ (หลังเรียน)

มิติทักษะ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	ระดับ
การแยกย่อยปัญหา	5	4.15	0.55	สูง
การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล	5	3.95	0.60	สูง
การย่อส่วนและเลือกสิ่งสำคัญ	5	3.65	0.65	ปานกลาง–สูง
การคิดเชิงอัลกอริทึม	5	3.55	0.70	ปานกลาง
การตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข	5	3.35	0.75	ปานกลาง
รวม	**25**	**18.65**	**1.95**	**สูง**

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงทุกมิติ โดยมิติการแยกย่อยปัญหาและการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่มิติการคิดเชิงอัลกอริทึมและการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามิติอื่น

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามมาตรประมาณค่า 5 ระดับในการเก็บข้อมูล ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักเรียน (n = 239)

ด้านความพึงพอใจ	$\bar{x}$	SD	ระดับ
ด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4.45	0.52	มาก
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม	4.50	0.50	มาก
ด้านการใช้เทคโนโลยี Smart Farm และ Block Coding	4.60	0.48	มาก
ด้านการส่งเสริมการคิดและการลงมือปฏิบัติ	4.55	0.49	มาก
ความพึงพอใจโดยรวม	**4.53**	**0.47**	**มาก**

ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.47) โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการใช้เทคโนโลยี FarmBot และ Block Coding ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.48) รองลงมาคือ ด้านการส่งเสริมการคิดและการลงมือปฏิบัติ ($\overline{X}$ = 4.55, S.D. = 0.49)

สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่าน FarmBot Educational Kit มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เท่ากับ 82.40/84.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียน ($\overline{X}$ = 18.65, S.D. = 1.95) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 12.55, S.D. = 2.40) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($t(238) = 17.22$, $p < .001$) โดยมีขนาดอิทธิพลในระดับมาก (Cohen’s dZ = 1.11; r = .74) เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณรายมิติ พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงทุกมิติ โดยมิติการแยกย่อยปัญหา ($\overline{X}$ = 4.15) และการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ($\overline{X}$ = 3.95) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่มิติการคิดเชิงอัลกอริทึม ($\overline{X}$ = 3.55) และการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข ($\overline{X}$ = 3.35) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามิติอื่น

3. ความพึงพอใจของผู้เรียน

ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.47) โดยด้านการใช้เทคโนโลยี FarmBot และ Block Coding มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.48)

อภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของนวัตกรรมชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่าน FarmBot Educational Kit

ผลการวิจัยพบว่านวัตกรรมมีประสิทธิภาพ 82.40/84.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 แสดงให้เห็นว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมทั้งในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์หลังเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของกิจกรรมที่ออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ FarmBot ซึ่งช่วยเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงแนวคิดและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นหหหการบูรณาการความรู้จากหลายศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาในบริบทจริง (Bybee et al., 2006; Sanders, 2009) รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยในบริบทไทยที่รายงานว่าชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (มงคล สุภา & หาญขจรสุข, 2567; ทองแหยม และคณะ, 2566)

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีขนาดอิทธิพลในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบขั้นตอนการทำงาน ทดลอง และปรับปรุงวิธีแก้ปัญหาผ่านการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อก สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นและเชื่อมโยงแนวคิดเชิงตรรกะกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Wing (2006, 2017) ที่เสนอว่าการคิดเชิงคำนวณเกิดจากการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่าการเรียนรู้ผ่านการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนระดับประถมศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ (โคตา & สุกใส, 2565; ติณหโชติเดชา & ทศตา, 2568)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในทุกมิติ โดยเฉพาะด้าน การแยกย่อยปัญหา และการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามิติอื่น เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์และแบ่งขั้นตอนของการทำงานก่อนดำเนินการเขียนโปรแกรม ขณะที่มิติ การคิดเชิงอัลกอริทึม และ การตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาด มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามิติอื่นเล็กน้อย ซึ่งอาจสะท้อนว่าทักษะเชิงตรรกะขั้นสูงจำเป็นต้องพัฒนาผ่านการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องผ่านกระบวนการทดลองและปรับปรุงวิธีแก้ปัญหา ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Brennan

และ Resnick (2012) ที่เสนอว่าการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณควรเกิดผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ iterative design ที่ผู้เรียนต้องทดลอง ปรับปรุง และพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก โดยเฉพาะด้านการใช้เทคโนโลยีและการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งอาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทดลองและควบคุมระบบอัตโนมัติผ่านการเขียนโปรแกรม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Dewey (1938) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า การใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้ (กษิดิศ ปิยะนราพิบูล, สิทธิศักดิ์ จันทิมา, & พิมพ์ชนก สุวรรณศรี, 2566)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยที่พบว่า นวัตกรรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ครูผู้สอนสามารถนำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการเขียนโปรแกรมเชิงบล็อกผ่าน FarmBot Educational Kit ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ระดับประถมศึกษาตอนปลายเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

2. เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดเชิงอัลกอริทึมและการตรวจสอบแก้ไขยังต่ำกว่ามิติอื่น ควรเพิ่มกิจกรรมที่เน้นการออกแบบขั้นตอนวิธีและการตรวจสอบโปรแกรมอย่างเป็นระบบ

3. จากการทดลองพบว่า ควรเตรียมอุปกรณ์และระบบเทคโนโลยีให้พร้อม และจัดสรรเวลาในการทดลองและปรับปรุงโปรแกรมของผู้เรียนอย่างเพียงพอ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมนี้ในบริบทโรงเรียนหรือระดับชั้นที่แตกต่างกัน

2. ควรพัฒนากิจกรรมที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดเชิงอัลกอริทึมและการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดโดยเฉพาะ

3.ควรศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

กษิดิศ ปิยะนราพิบูล, สิทธิศักดิ์ จันทิมา, และ พิมพ์ชนก สุวรรณศรี. (2566). สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเมตาเวิร์สเพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน,* 1(1), 60-70.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *กระบวนการวิจัยและพัฒนา: แนวทางการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา.* สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ติณหโชติเดชา, ช., และทศตา, อ. (2568). การพัฒนาความสามารถการเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไขด้วย Scratch โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี,* 8(2), 488-500.

ทองแหยม, ส., พันธ์พฤกษา, ก., และลาตวงษ์, ธ. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,* 17(2), 20-33.

มงคลสุภา, จ., และหาญขจรสุข, ส. (2567). การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องวัสดุหรรษาท้าวิศวกรน้อย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,* 19(2), 195-210.

โคตา, ศ., และสุกใส, ล. (2565). การพัฒนาทักษะปฏิบัติหน่วยการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม Scratch ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของซิมพ์สัน. *วารสารมจร อุบลปริทรรศน์,* 7(2), 1012-1024.

ผู้จัดการออนไลน์. (2566, 17 มีนาคม). เทศบาลตำบลรัษฎาเตรียมพัฒนา “ป่าในเมือง” สร้างศูนย์เรียนรู้ธรรมชาติกลางชุมชน. *ผู้จัดการออนไลน์.* https://mgronline.com/south/detail/9660000025127.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).* กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2566). *ดัชนีความสามารถในการแข่งขันเมืองอัจฉริยะประเทศไทย (Thailand Smart City Competitiveness Index: TSCCI) ประจำปี 2566.* https://www.depa.or.th/th/smart-city-plan/Smart-City-Index.

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2567). *Depa-ภาคใต้ตอนบน ภูมิใจนำเสนอ Phuket Smart City ต้นแบบเมืองอัจฉริยะ.* https://www.depa.or.th/th/article-view/depa-phuket-smart-city.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) สำหรับครูผู้สอนระดับประถมศึกษา.* สสวท.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking.* Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, Vancouver, Canada.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities.* NSTA Press.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006*). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications.* BSCS.

Dewey, J. (1938). *Experience and education.* Macmillan.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher,* 68(4), 20-26.

Wang, T. H., Shen, P. D., & Chao, C. J. (2021). Integrating STEM education and Internet of Things projects to improve students’ computational thinking. *Journal of Educational Computing Research,* 59(6), 1159-1182. https://doi.org/10.1177/0735633120985312.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM,* 49(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215.

Wing, J. M. (2017). Computational thinking’s influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology,* 25(2), 7-14.