

การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ

DEVELOPMENT OF LEARNING USING ARDUINO MICROCONTROLLER AND SIMULATION BOARD INTEGRATION WITH COOPERATIVE LEARNING THROUGH STAD TECHNIQUE FOR GRADE 8 STUDENTS AT KANCHANAPISEK WITTAYALAI SCHOOL, CHAIYAPHUM, MUEANG DISTRICT, CHAIYAPHUM PROVINCE

เทพอักษร กันธินาม | *Thep-aksorn Kunthinam*

นักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ ประเทศไทย | Student of Computer Studies, Faculty of Education and Human Development Chaiyaphum Rajabhat University, Chaiyaphum Province, Thailand
Corresponding Author E-mail: thepaksorn05@gmail.com

บวรวิษ รอดรังสี | *Bawonwit Rodrangsri*

อาจารย์สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ ประเทศไทย | Lecturer in Computer Studies, Faculty of Education and Human Development Chaiyaphum Rajabhat University, Chaiyaphum Province, Thailand
E-mail: bawonwit@cpru.ac.th

อมรรัตน์ ทองจันทร์ | *Amornrat Thongchan*

ครู โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ ประเทศไทย | Teacher at Kanchanapisek Wittayalai School, Chaiyaphum Province, Thailand
E-mail: Thongchan.A@gmail.com

Received: (February 21, 2025); Revised: (April 18, 2025); Accepted: (November 6, 2025)

Citation



เทพอักษร กันธินาม, บวรวิษ รอดรังสี, และอมรรัตน์ ทองจันทร์. (2568). การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน (JRIS)*, 2(6), 16-28.

Kunthinam, T., Rodrangsri, B., & Thongchan, A. (2025). Development of Learning Using Arduino Microcontroller and Simulation Board Integration with Cooperative Learning through STAD Technique for Grade 8 Students at Kanchanapisek Wittayalai School, Chaiyaphum, Mueang District, Chaiyaphum Province. *Journal of Research and Innovation for Sustainability (JRIS)*, 2(6), 16-28.

ABSTRACT

This study aimed to (1) develop a learning plan using an Arduino microcontroller integrated with cooperative learning through the STAD technique to achieve an efficiency standard of 80/80, (2) compare students' academic achievement before and after learning, and (3) examine students' satisfaction with the learning activities. The sample consisted of 20 eighth-grade students from Kanchanapisek Wittayalai School, Chaiyaphum, selected through cluster random sampling.

The research instruments included a learning plan, an academic achievement test, and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using mean, standard deviation, and t-test. The findings indicated that the developed learning plan achieved an efficiency value of $= 82.13/81.00$, surpassing the 80/80 standard. Additionally, students' post-test scores ($M = 24.30$, $SD = 3.73$) were significantly higher than their pre-test scores ($M = 9.45$, $SD = 2.44$) at a statistical significance level of .05. Furthermore, students' overall satisfaction with the learning activities was rated at a high level ($M = 4.46$, $SD = 0.75$). Students reported that the STAD cooperative learning technique improved the classroom atmosphere, and the use of Arduino enhanced their analytical thinking skills.

In conclusion, integrating the Arduino microcontroller with the STAD cooperative learning technique effectively enhances students' academic achievement and fosters collaborative learning.

Keywords: Arduino Microcontroller; Cooperative Learning; STAD Technique

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแผนการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

การวิจัยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า แผนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.13/81.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน ($M = 24.30$, $SD = 3.73$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 9.45$, $SD = 2.44$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ใน

ระดับมาก ($M = 4.46$, $SD = 0.75$) โดยนักเรียนเห็นว่าการเรียนรู้แบบ (STAD) ช่วยให้บรรยากาศการเรียนรู้ดีขึ้น และการใช้ Arduino ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับเทคนิค (STAD) สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมการทำงานร่วมกันของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino; การเรียนรู้แบบร่วมมือ; เทคนิค STAD

1. บทนำ

การศึกษาในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้ครูและนักการศึกษาต้องปรับปรุงรูปแบบการสอนให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และสามารถส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ปัจจุบันการเรียนการสอนด้านการเขียนโปรแกรมและการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยเฉพาะการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมและการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ จุดเด่นของ Arduino คือราคาไม่แพง ใช้งานง่าย มีชุมชนผู้ใช้งานจำนวนมาก และสามารถต่อยอดไปสู่การสร้างโครงงานที่หลากหลาย นอกจากนี้ ยังสามารถจำลองการต่อบอร์ดผ่านโปรแกรม เช่น Tinker cad ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และทดลองการทำงานของ Arduino โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์จริง ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ Arduino ในระดับมัธยมศึกษายังพบปัญหาหลายประการ (Ibrahim & Adnan, 2019) เช่น ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน ขาดทักษะการแก้ปัญหา และไม่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาดังกล่าว

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Divisions) เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถที่แตกต่างกัน ช่วยเหลือกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม (Slavin, 1995) วิธีการนี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้

ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคมของผู้เรียน นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือยังช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น ลดความเครียดจากการเรียนแบบเดี่ยว และส่งเสริมการเรียนรู้แบบปฏิบัติจริง (Ibrahim & Adnan, 2019)

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับบอร์ด Arduino สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาแผนการเรียนรู้รวมถึงพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการปฏิบัติ และความสามารถในการทำงานร่วมกัน การวิจัยนี้คาดหวังว่าจะช่วยสร้างแนวทางใหม่ในการพัฒนาการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในห้องเรียน อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดช่องว่างทางการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน (Gupta et al., 2013; Purdum, 2015) การใช้ Arduino ควบคู่กับการเรียนรู้แบบ STAD จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น รวมถึงสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (Richards & Renandya, 2008)

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ ได้แก่ การพัฒนาแนวทางการสอนที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในด้านองค์ความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสามารถเป็นแนวทางให้กับครูและนักการศึกษาในการออกแบบแผนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนในยุคดิจิทัล และส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมทางการศึกษาในอนาคต

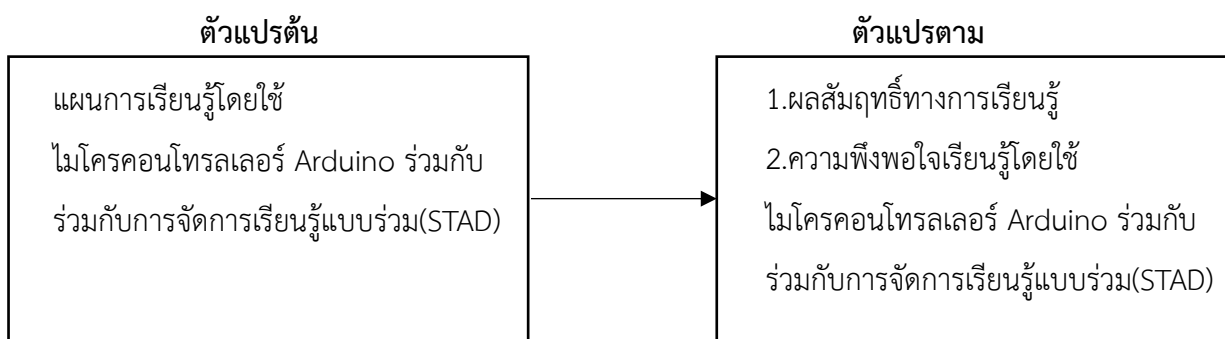
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลอง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา Innovation3 ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



4. วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ดังนี้

4.1 ขอบเขตการวิจัย

4.1.1 ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 25657 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 65 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 25657 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

4.1.2 ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

ตัวแปรต้น

แผนการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD)

ตัวแปรตาม

1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

2.ความพึงพอใจเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ
ร่วม(STAD)

4.1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

รายวิชา Innovation 3 ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จำนวน 4แผนการ
จัดการเรียนรู้

4.1.4 ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการในระหว่างภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 ชั่วโมง

4.2 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา Innovation 3 จำนวน 8 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อบอร์ดจำลองอย่างง่ายลำดับ แบบปรนัย
จำนวน 1 ชุด รวม 30 ข้อ

3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ด
จำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) เรื่อง การต่อบอร์ดจำลองอย่างง่าย นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 10 ข้อ

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นเตรียมการ

4.3.1 ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงวิธีการเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ให้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติได้

4.3.2 ดำเนินการทดลองโดยจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การ
ต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1
จำนวน คน 20 จำนวน 8 ชั่วโมง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน ขณะที่
นักเรียนศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรูปแบบร่วมมือ เทคนิค (STAD) ก่อนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3.3 หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนตามแผนที่วางไว้ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา Innovation 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 มาบันทึกคะแนนเป็นคะแนนหลังเรียน

4.3.4 นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการ จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD โดยใช้เวลา 15 นาทีแล้วผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 ทำการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา วัตถุประสงค์ วิธีการสอน และกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนี IOC ดังนี้

- ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.50–1.00 แสดงว่า รายการนั้นมีความสอดคล้องเหมาะสม สามารถใช้ได้
- ค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 รายการนั้นควรปรับปรุงหรือพิจารณาตัดออก

4.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเพียงหนึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ครอบคลุมเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้วิชาวิทยาการคำนวณ เรื่อง “ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino: การต่อบอร์ดจำลอง” โดยกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ มีรายละเอียดดังนี้

ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)ทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้เกณฑ์ ≥ 0.50 จึงถือว่าข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสม

ความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty Index: P)ทำการคำนวณหาความยากของแต่ละข้อ (P) พิจารณาว่าแบบทดสอบควรมีค่าความยากในช่วง 0.20–0.80 โดยเฉลี่ยจึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม
อำนาจจำแนก (Discrimination Index: D) ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีกลุ่มสูง–กลุ่มต่ำ (27%) เพื่อคำนวณว่าแต่ละข้อสามารถจำแนกผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงกับต่ำได้ดีหรือไม่ โดยที่ค่า $D > 0.20$ ถือว่าเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกในระดับดี

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)ใช้สูตร Kuder-Richardson 20 (KR-20) เพื่อวัดความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยค่าความเชื่อมั่นควรมีค่า ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงถือว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นในระดับดี

4.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อแสดงผลความพึงพอใจของนักเรียนในแต่ละด้าน เช่นค่าความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage) เพื่อดูจำนวนคนที่เลือกแต่ละระดับคะแนน ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อหาค่ากลางและความกระจายของความพึงพอใจ การแปลผลระดับความพึงพอใจ

4.4.4 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อความแตกต่างของคะแนนแบบทดสอบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติ t – test แบบ InDependent

4.4.5 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.5.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ 1. ค่าเฉลี่ย 2. ร้อยละ และ 3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.5.2 สถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน คือ t – test

5. ผลการวิจัย

การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 ผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1 ดังนี้ ตามเกณฑ์ 80/80

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามเกณฑ์ 80/80

ประเภทการทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	M	SD	ร้อยละ
ทดสอบระหว่างเรียน (E ₁)	20	40	32.85	5.63	82.13
ทดสอบหลังเรียน (E ₂)	20	30	24.30	5.08	81.00

จากตาราง 1 พบว่าการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 เท่ากับ 82.13 และค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 เท่ากับ 81.00 จึงสรุปได้ว่าการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.13/81.00 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปใช้ในกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากนั้นนำแบบทดสอบมาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนทดสอบ	n	M	SD	df	t	Sig**
ก่อนเรียน	20	9.45	2.44	19	20.14	.000**
หลังเรียน		24.30	3.73			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($M = 24.30, SD=3.73$) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($M = 9.45, SD=2.44$)

ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความพึงพอใจ ไปใช้ในกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำผลไปทำการวิเคราะห์ผล ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

รายการประเมิน	M	SD	การแปลผล
1. เนื้อหาที่เรียนเกี่ยวกับ Arduino มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.55	0.80	มากที่สุด
2. โปรแกรมจำลอง Tinkercad ง่ายต่อการใช้งาน	4.30	1.00	มาก
3. การใช้สื่อการสอน (เช่น Arduino, ซอฟต์แวร์) มีความน่าสนใจ	4.40	1.11	มาก

รายการประเมิน	M	SD	การแปลผล
4. การจัดการเรียนแบบกลุ่มช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น	4.55	0.59	มากที่สุด
5. การจัดการเรียนแบบกลุ่มช่วยให้บรรยากาศการเรียนรู้น่าสนใจขึ้น	4.75	0.54	มากที่สุด
6. การจัดกลุ่มทำงานร่วมกันช่วยพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม	4.35	0.73	มาก
7. ครูผู้สอนมีเทคนิคการสอนที่ สนุกสนาน เข้าใจง่าย และน่าฟัง	4.70	0.56	มากที่สุด
8. การเรียนด้วย Arduino ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียน	4.40	0.66	มาก
9. การเรียนด้วย Arduino ช่วยเพิ่มความทักษะการคิดวิเคราะห์	4.35	0.65	มาก
10. นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ Arduino เพิ่มขึ้นหลังจากเรียน	4.25	0.89	มาก
รวม	4.46	0.75	มาก

จากตาราง 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ต่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($M = 4.46$, $SD = 0.75$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ เรียงลำดับตามข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้

การจัดการเรียนแบบกลุ่มช่วยให้บรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจขึ้น ($M = 4.75$, $SD = 0.54$) ครูผู้สอนมีเทคนิคการสอนที่สนุกสนาน เข้าใจง่าย และน่าฟัง ($M = 4.70$, $SD = 0.56$) เนื้อหาที่เรียนเกี่ยวกับ Arduino มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย ($M = 4.55$, $SD = 0.80$) การจัดการเรียนแบบกลุ่มช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ($M = 4.55$, $SD = 0.59$) การใช้สื่อการสอน (เช่น Arduino, ซอฟต์แวร์) มีความน่าสนใจ ($M = 4.40$, $SD = 1.11$) การเรียนด้วย Arduino ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียน ($M = 4.40$, $SD = 0.66$) การจัดกลุ่มทำงานร่วมกันช่วยพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม ($M = 4.35$, $SD = 0.73$) การเรียนด้วย Arduino ช่วยเพิ่มความทักษะการคิดวิเคราะห์ ($M = 4.35$, $SD = 0.65$) โปรแกรมจำลอง Tinkercad ง่ายต่อการใช้งาน ($M = 4.30$, $SD = 1.00$) นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ Arduino เพิ่มขึ้นหลังจากเรียน ($M = 4.25$, $SD = 0.89$)

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ข้อ 5 การจัดการเรียนแบบกลุ่มช่วยให้บรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจขึ้น ($M = 4.75$, $SD = 0.54$) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยมีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ข้อ 10 นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ Arduino เพิ่มขึ้นหลังจากเรียน ($M = 4.25$, $SD = 0.89$)

6. อภิปรายผล

การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างกระบวนการ (E_1) การจัดการเรียนการสอน เท่ากับ 82.13 และมีคะแนนเฉลี่ยของผลลัพธ์ (E_2) ในจัดการเรียนการสอน เท่ากับ 81.00 แสดงว่ากิจกรรมการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.13/81.00 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ทั้งนี้เป็นเพราะกระบวนการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ หลักสูตร จุดประสงค์ คำอธิบายรายวิชา ค้นคว้าเนื้อหาสาระของรายวิชาที่จัดทำและจัดวางโครงสร้าง ตามรายละเอียดเนื้อหาที่กำหนดไว้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะ การปฏิบัติ เจตคติและค่านิยมที่พึงประสงค์ แล้วจัดทำแผนผังแนวคิดของกิจกรรมการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ได้กระทำตามขั้นตอนของหลักวิชาการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากระทำตามขั้นตอนที่ถูกต้องเป็นระบบตามหลักวิชาการ ก่อนนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการภายใต้การตรวจสอบดูแลเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองใช้ อย่างเป็นระบบเพื่อให้ถูกต้อง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้บทเรียนผ่านเว็บมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับสอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาพร พรประไพ และฐานันท์ สีเฉลียว (2567) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่ส่งเสริมทักษะการทำงานกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 83.80/85.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. ผลการประเมินจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย สุภาพร พรประไพ และฐานันท์ สีเฉลียว (2567) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค (STAD) ที่ส่งเสริมทักษะการทำงานกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียน รายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 83.80/85.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($M = 4.46$, $SD = 0.75$) ทั้งนี้ผู้จัดทำได้จัดการเรียนการสอนเทคนิค (STAD) โดยแบ่งกลุ่มนักเรียน 4-5 คนได้แก่ เก่ง กลาง ด้อย พร้อมกับช่วยกันทำงานเป็นทีม ในการต่อบอร์ดจำลอง Arduino ผ่านโปรแกรม Tinker card มีการแก้ปัญหาฝึกคิดอย่างมีเหตุผล สร้างความพึงพอใจแก่นักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งเมื่อสร้างเสร็จแล้วได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยังได้ผ่านการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพจากกลุ่มทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร พรประไพ และฐาปณี สีเฉลียว (2567) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค (STAD) ที่ส่งเสริมทักษะการทำงานกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.78$, $SD = 0.45$)

7. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรพิจารณาความเหมาะสมด้านเวลาเพื่อให้นักเรียน และครูผู้สอนได้เตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ อย่างเต็มที่เพราะการเรียนวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจำเป็นต้องให้นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมเพิ่มเติม

2. ครูผู้สอนควรศึกษาบทเรียนผ่านเว็บคู่มือ และลักษณะของการดำเนินการกิจกรรมให้ละเอียดเพื่อให้สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3. การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD นั้นควรใช้ในห้องเรียนที่นักเรียนไม่สามัคคีกัน เพื่อแก้ปัญหาคัดค้าน เก่ง กลาง ด้อย จับกลุ่มกันเพื่อให้แต่ละคนใช้ประสิทธิภาพของตนให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาประสิทธิภาพการเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แบบใช้อุปกรณ์จริงเพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงกระบวนการต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino แบบจริงไม่ใช่แบบจำลอง เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาประสิทธิภาพการเรียน

2. ควรมีการศึกษาการใช้สื่อการสอนประเภทอื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้

8. สรุป

1. การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่มาตรฐานที่ตั้งไว้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.13 /81.00

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino การต่อบอร์ดจำลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค (STAD) ภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($M = 4.46, SD = 0.75$)

9. เอกสารอ้างอิง

- Gupta, S., Kaur, A., Garg, A., Verma, A., Bansal, A., & Singh, A. (2013). ARDUINO BASED SMART CART. In *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)* (Vol. 2). www.ijarcet.org
- Ibrahim, I., & Adnan, N. (2019). Student Teams-Achievement Divisions (STAD) in Enhancing Speaking Performance among English as Second Language (ESL) Learners: A Critical Review. *Creative Education*, 10, 2840-2849. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.1012210>
- Purdum, J. (2015). *Beginning C for Arduino*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-0940-0>
- Richards, J. C., & Renandya, W. A. (2008). *Methodology in Language Teaching: An Anthology of Current Practice*. Cambridge University.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Allyn & Bacon.
- สุภาพร พรประไพ และ ฐาปนี สีเฉลียว. (2567). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่ส่งเสริมทักษะการทำงานกลุ่มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 7(23), 75-89. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/etcedumsujournal/article/view/270999>