JOURNAL OF EDUCATION AND INNOVATION

Journal of Education and Innovation
Vol. 28, No. 1, January - March 2026, 289964
ISSN: 3027-7019 (Online), DOI: 10.71185/jeiejournals.v28i1.289964

Research Article

THE DEVELOPMENT OF IOT TECHNOLOGY CURRICULUM SUPPORTING SMART AGRICULTURE WITH SOLAR ENERGY FOR PROMOTING LIFELONG LEARNING FOR NON-FORMAL LEARNERS IN CHAIYAPHUM PROVINCE

การพัฒนาหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สำหรับผู้เรียนนอกระบบ จังหวัดชัยภูมิ

Received: November 11, 2025 **Revised:** January 21, 2026 **Accepted:** February 11, 2026

Sirapat Intarapanit[1] Tinnikon Samerchok[2*] and Krisana Phatpheng[3]
ศิรภัสสร์ อินทรพาณิชย์[1] ทินนิกร เสมอโชค[2*] และกฤษณา พัฒเพ็ง[3]

[1,2,3]Faculty of Education and Human Development, Chaiyaphum Rajabhat University
[1,2,3]คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

*Corresponding Author, E-mail: Uji2830@gmail.com

Abstract

This research aimed to 1) develop an IoT technology training curriculum for solar-powered smart agriculture, 2) pilot test the curriculum, and 3) implement the IoT technology training curriculum for solar-powered smart agriculture. The curriculum development involved 32 participants in focus group discussions to determine the structure and content of the curriculum. The curriculum consisted of six chapters: Chapter 1 - IoT Technology, Chapter 2 - Smart Agriculture, Chapter 3 - Solar Energy, Chapter 4 - Basic Knowledge of Solar Cells, Chapter 5 - Solar Cell Systems, and Chapter 6 - IoT Technology Applications. The curriculum was evaluated as having the highest level of appropriateness and a high level of consistency. The pilot testing of the curriculum involved 20 participants. Pre- and post-training knowledge assessments revealed a statistically significant increase in mean scores from 2.96 to 4.07 points ($t = -14.02$, $p < 0.001$). The expanded implementation of the training involved 60 participants. Participants' knowledge showed a statistically significant increase in mean scores from 3.06 to 4.47 points ($t = -26.34$, $p < 0.001$), demonstrating that the training had a clear impact on developing participants' capabilities and skills to a highly satisfactory level. Overall satisfaction with the training was at the highest level ($\overline{X} = 4.52$, $SD = 0.25$).

Keywords: Development Curriculum, IoT Technology, Smart Agriculture, Solar Energy, Non-formal Learners

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 2) ทดลองใช้หลักสูตร และ 3) ฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการพัฒนาหลักสูตรมีผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มกำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของหลักสูตร จำนวน 32 คน จำนวน 6 บทเรียน คือ บทที่ 1 เทคโนโลยีไอโอที บทที่ 2 เกษตรอัจฉริยะ บทที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์ บทที่ 4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโซล่าเซลล์ บทที่ 5 ระบบโซล่าเซลล์ และบทที่ 6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอที ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้การทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมจากผู้เข้าร่วม จำนวน 20 คน ผลประเมินความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรม มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 2.96 เป็น 4.07 คะแนน ($t = -14.02$, $p < 0.00$) และการขยายผลฝึกอบรม จำนวนทั้งสิ้น 60 คน ความรู้ของผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 3.06 เป็น 4.47 คะแนน ($t = -26.34$, $p < 0.00$) แสดงให้เห็นถึงการฝึกอบรมมีผลกระทบอย่างชัดเจนต่อการพัฒนาความสามารถหรือทักษะโดยเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมในระดับที่น่าพึงพอใจมากที่สุด และความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X} = 4.52$, $SD = 0.25$)

คำสำคัญ: การพัฒนาหลักสูตร เทคโนโลยีไอโอที เกษตรอัจฉริยะ พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้เรียนนอกระบบ

บทนำ (Introduction)

การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์เริ่มจากการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น โดยมุ่งเน้นผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ การปรับเปลี่ยนระบบการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ในทุกระดับชั้นต้องเป็นไปอย่างมีระบบ ตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับอุดมศึกษาที่มุ่งเน้นการใช้ความรู้เป็นฐานในการเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ เชิงบูรณาการที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การจัดการศึกษาแบบฝึกอบรมบนฐานสมรรถนะของผู้เรียนที่มีคุณภาพสูงและยืดหยุ่นด้านวิชาชีพตลอดจนสามารถเพิ่มทักษะชีวิตที่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่นำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Office of the National Strategy Committee Secretariat, 2018) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นกลไกที่สำคัญยิ่งเพื่อเตรียมความพร้อมกำลังคนทั้งด้านความรู้ ทักษะ สมรรถนะที่จำเป็นให้สามารถปรับตัวเท่าทันต่อกระแสความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน ทั้งนี้ ภาครัฐและทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการกำหนดกรอบทิศทางและเป้าหมายการพัฒนากำลังคนที่ชัดเจนในสาขาต่าง ๆ ให้สอดคล้องและตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ โดยมีการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาในระดับต่าง ๆ ที่สามารถสร้างเสริมทักษะสำคัญ ที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับกรอบคุณวุฒิและมาตรฐานอาชีพ วิชาชีพ การฝึกอบรม และมุ่งเน้นการปฏิบัติจริง เพื่อเพิ่มและพัฒนาทักษะ ความรู้ความสามารถตลอดจนสมรรถนะในการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมในแต่ละระดับการศึกษา ผ่านการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย มีความยืดหยุ่น สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ทั้งการศึกษาในระบบ นอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย (Office of the Permanent Secretary, 2017)

การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย มีวิสัยทัศน์และจุดเน้นให้คนไทยได้รับโอกาสการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ โดยส่งเสริม สนับสนุน และให้บริการการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยและการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพเพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ซึ่งการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนทุกช่วงวัยให้มีสมรรถนะ และทักษะเหมาะสม มีคุณภาพชีวิตที่ดี มุ่งเน้นการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมพัฒนาทักษะอาชีพระยะสั้นให้มีคุณภาพสอดคล้องกับบริบทชีวิตและชุมชน ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันให้เกิด

การพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยมีนโยบายและจุดเน้นการดำเนินงานด้านการสร้างสมรรถนะและทักษะคุณภาพด้วยการพัฒนาหลักสูตรอบรมอาชีพระยะสั้นที่เน้น New skill Upskill และ Reskill ที่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่ ความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ความต้องการของตลาดแรงงาน และกลุ่มอาชีพใหม่ (Office for Non-Formal and Informal Education, 2017) นอกจากนี้ แผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 1 มีหลักมุ่งเน้นส่งเสริมศักยภาพตามความถนัดเฉพาะด้านของคนทุกช่วงวัย เพื่อเสริมสร้างทักษะอาชีพและการมีงานทำ พัฒนาศักยภาพผู้เรียนตามเส้นทางอาชีพที่สอดคล้องกับความความรู้ ความสามารถ ยกระดับศักยภาพวัยแรงงานเพิ่มผลผลิต ทักษะอาชีพสูง ทักษะฝีมือ เพื่อให้เป็นผู้ประกอบการใหม่ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2023) สำหรับจังหวัดชัยภูมิได้มีการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อพัฒนาทักษะให้เท่าทันความเปลี่ยนแปลงและรองรับกับคนทุกช่วงวัย ให้ความสำคัญกับการศึกษาและการเรียนรู้ ซึ่งนำมาซึ่งโอกาสในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่ยืดหยุ่นและสอดคล้องกับความต้องการขยายการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้ครอบคลุมกลุ่มประชากรผู้สูงอายุซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการจัดการศึกษาและการฝึกอบรมตลอดช่วงชีวิตเป็นไปอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Chaiyaphum Provincial Office, 2023) ซึ่งสำนักส่งเสริมการเรียนรู้จังหวัดชัยภูมิได้จัดการศึกษาให้สอดคล้องกับจุดเน้นของกระทรวงด้านการจัดฝึกอบรมอาชีพโดยได้จัดโครงการศูนย์ฝึกอาชีพชุมชนอบรมหลักสูตรระยะสั้นไม่เกิน 30 ชั่วโมง และ หลักสูตร 31 ชั่วโมงขึ้นไป ให้กับสำนักส่งเสริมการเรียนรู้ระดับอำเภอทุกแห่งเพื่อพัฒนาทักษะในการนำไปใช้และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Chaiyaphum Provincial Learning Promotion Office, 2024)

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ มีความรู้ ความสามารถ เพียงพอ ที่จะเป็นกำลังสำคัญมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะ สมรรถนะ และความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาชีพหรือสาขาวิชาเฉพาะทางให้มีความรอบรู้ เชี่ยวชาญ ปรับตัว และพัฒนาอาชีพ ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญ อย่างมากในอนาคต โดยการพัฒนาศักยภาพอย่างรอบด้านนี้ต้องอาศัยการบูรณาการหลักสูตรฝึกอบรม หลักสูตรระยะสั้น หรือหลากหลายกระบวนการในรูปแบบต่าง ๆ ในการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนนอกระบบให้มีทักษะอาชีพที่สามารถสร้างอาชีพใหม่ หรือพัฒนาอาชีพเดิม ตลอดจนสามารถปรับใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป ในอนาคตได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้ การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมด้านพลังงานเพื่อสร้างบ้านคุณภาพนั้น พบว่า การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมด้านพลังงานผู้เข้าอบรมสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงเพื่อตอบสนองความต้องการได้อย่างแท้จริง (Chotmongkhon, 2015) ซึ่งหลักสูตรฝึกอบรมฐานสมรรถนะผู้รับผิดชอบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารและโรงงานที่พัฒนาขึ้น พบว่า สมรรถนะผู้รับผิดชอบต้องการ คือ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ (Sawatrukkul & Thongchaisuratkrul, 2022) นอกจากนี้ หลักสูตรฝึกอบรมนักพัฒนาระบบด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีไอโอที อาศัยรูปแบบการเชื่อมโยงองค์ความรู้มหาวิทยาลัย และภาคอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้สูงขึ้นหลังจากการเข้าอบรมหลักสูตร (Narkglom et al., 2022) ในการสร้างการมีส่วนร่วมและเครือข่ายการเรียนรู้ตลอดชีวิตของการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยมีรูปแบบการแสวงหาคำปรึกษาแนะนำ จัดทำหลักสูตรระยะสั้น เช่น การฝึกอบรมอาชีพ การสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นศูนย์ฝึกอบรมอาชีพเฉพาะ (Niyomves, 2020)

จากการลงพื้นที่สำรวจของคณะผู้วิจัย พบว่า การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยได้มีการจัดโครงการเสริมทักษะอาชีพอย่างต่อเนื่องในแต่ละปีการศึกษา โดยพัฒนาเป็นหลักสูตรระยะสั้นเพื่อฝึกอบรมผู้เรียนให้มีทักษะในการประกอบอาชีพเสริม ซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้ในการดำรงชีวิตประจำวัน หลักสูตรที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นทักษะดั้งเดิม เช่น การจักสาน หมวก การทำอาหารคาวหวาน และอื่น ๆ ที่มีความสำคัญและยังคงได้รับความนิยม อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่ายังมีช่องว่างในการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองต่อความต้องการของยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะหลักสูตรที่นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาผสานเข้ากับการสร้างอาชีพเสริม การใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการที่ทันสมัยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกในการทำงาน นอกจากนี้ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าถือเป็นแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยลดค่าใช้จ่าย

หลักสูตรทางด้านเกษตรที่ผสานเทคโนโลยีสมัยใหม่ จะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต รวมถึงหลักสูตรด้านพลังงานทดแทน โดยเฉพาะการใช้โซล่าเซลล์ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ องค์ความรู้เหล่านี้ถือเป็นทักษะใหม่ที่มีความสำคัญและสามารถนำไปพัฒนาเป็นอาชีพเสริมได้ นอกจากจะสร้างรายได้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำการเกษตรหรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างหลากหลาย และการพัฒนาหลักสูตรเหล่านี้จะช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้เรียน ทั้งในด้านการสร้างรายได้และการใช้ชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาที่ยั่งยืนของสังคมไทยในอนาคต การลงทุนในการพัฒนาหลักสูตรดังกล่าวจึงถือเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนเพื่อก้าวทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่มุ่งสู่ความยั่งยืนและการใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาด

วัตถุประสงค์ (Objectives)

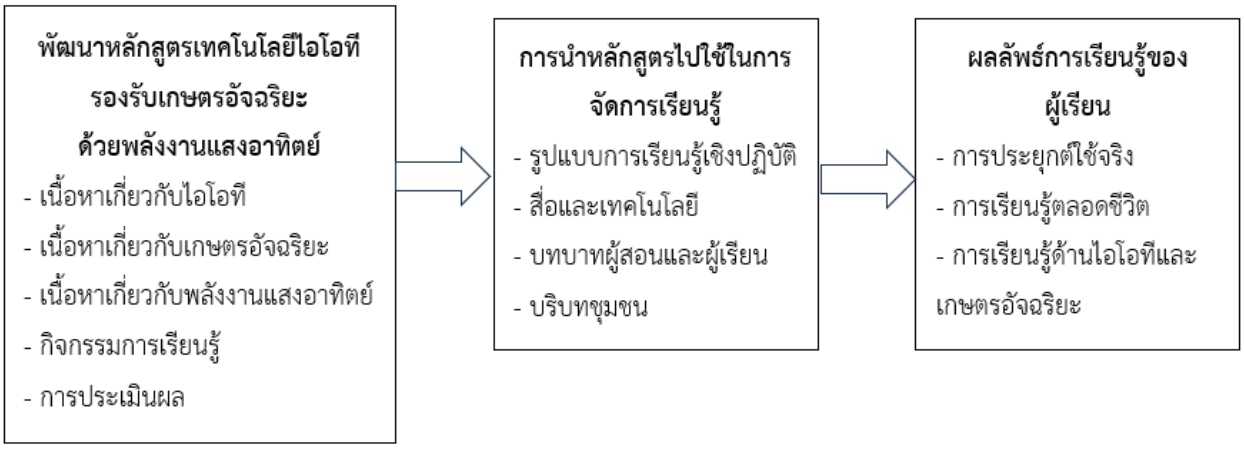
1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
3. เพื่อฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักสูตร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับผู้เรียนและสามารถนำไปใช้งานจริงได้ในการประกอบอาชีพ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

Figure 1

Research conceptual framework The Development of IoT Technology Curriculum Supporting Smart Agriculture with Solar Energy for Promoting Lifelong Learning for Non-Formal Learners in Chaiyaphum Province
กรอบแนวคิดการวิจัยการพัฒนาหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สำหรับผู้เรียนนอกระบบ จังหวัดชัยภูมิ



วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งบูรณาการองค์ความรู้ ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะและพลังงานแสงอาทิตย์ มาจัดทำเป็นหลักสูตรขยายองค์ความรู้ให้กับนักศึกษาและผู้ที่สนใจ ผู้วิจัยมีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ฉบับนี้เพื่อยกระดับทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและพลังงานทดแทนให้แก่กลุ่มเป้าหมายในระบบการศึกษานอกระบบ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่มีศักยภาพในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ การพัฒนาหลักสูตรใช้แนวคิดของ Taba (1962) ที่เน้นการพัฒนาหลักสูตรจากฐานรากโดยศึกษาความต้องการของผู้เรียนและบริบทพื้นที่จริง ดังนี้

(1) การศึกษาความต้องการ ผู้วิจัยจัดการสนทนากลุ่มย่อย จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักศึกษา จำนวน 16 คน และกลุ่มครูผู้สอนสังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กสร.) จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 16 คน โดยใช้แบบสนทนากลุ่มที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.85 ประเด็นคำถามครอบคลุมความต้องการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรค ทักษะพื้นฐาน และความคาดหวังต่อหลักสูตร

(2) การกำหนดวัตถุประสงค์ วิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาพบความต้องการพัฒนาทักษะ 3 ด้าน คือ ความรู้พื้นฐานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ทักษะการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้ในเกษตรอัจฉริยะ

(3) การคัดเลือกเนื้อหา นำข้อมูลเสนอต่อคณะผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานแสงอาทิตย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตและลำดับเนื้อหาที่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่

(4) การจัดองค์ประกอบเนื้อหา ออกแบบหลักสูตรโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ จัดโครงสร้างหลักสูตรเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ ระยะเวลารวม 30 ชั่วโมง

(5) การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ เน้นการเรียนรู้แบบผสมผสานทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติในสัดส่วน 30:70

(6) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ใช้รูปแบบ Workshop

(7) กำหนดการประเมิน ซึ่งออกแบบการประเมินผล 2 ด้าน คือ ด้านความรู้โดยใช้แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และด้านเจตคติโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ

ทั้งนี้ การตรวจสอบคุณภาพหลักสูตร นำหลักสูตรเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรด้วยแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุม 6 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ผลการประเมินพบว่า หลักสูตรมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.42, SD = 0.38) และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.92 นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงหลักสูตรในประเด็นความชัดเจนของขั้นตอนการปฏิบัติ ความเหมาะสมของระยะเวลาและความสมบูรณ์ของคู่มือการฝึกอบรม ทำให้ได้หลักสูตรที่มีคุณภาพพร้อมนำไปใช้ในการฝึกอบรม

2. การทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กสร.) จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 20 คน โดยคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ เป็นนักศึกษา กศน.ที่กำลังศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความสนใจด้านเทคโนโลยีการเกษตรหรือพลังงานทางเลือก สามารถเข้าร่วมฝึกอบรมครบ 3 วันติดต่อกัน และมีความสมัครใจเข้าร่วมโครงการ

การฝึกอบรมดำเนินการเป็นระยะเวลา 3 วัน สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กสร.) ตำบลนาฝาย โดยก่อนการฝึกอบรม เริ่มด้วยการปฐมนิเทศผู้เข้าร่วมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อแนะนำวัตถุประสงค์ กำหนดการ และข้อตกลงต่างๆ พร้อมทั้งแจกเอกสารและอุปกรณ์ที่จำเป็น เริ่มจากการบรรยายทฤษฎีและความรู้พื้นฐานรวม ปฏิบัติการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ เริ่มจากการแนะนำอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ จากนั้นแบ่งผู้เข้าอบรมเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อปฏิบัติการเชื่อมต่อติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งระบบ ตั้งแต่แผงโซลาร์เซลล์ ชาร์จคอนโทรลเลอร์ แบตเตอรี่ จนถึงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับระบบพลังงาน การตั้งค่าการส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต และการแสดงผลบนแอปพลิเคชันมือถือ

จากนั้นเรียนรู้การใช้งาน การบำรุงรักษา ประกอบด้วยการใช้งานระบบและการวิเคราะห์ข้อมูล การบำรุงรักษาและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น พร้อมทั้งทำแบบฝึกปฏิบัติเพื่อวัดองค์ความรู้ระหว่างการฝึกอบรม ซึ่งวิทยากรและผู้ดำเนินการประกอบด้วยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเกษตรและพลังงานทางเลือก 2 ท่าน และผู้ช่วยวิจัยรับผิดชอบการบันทึกข้อมูล 2 คน จากการทดลองใช้งานหลักสูตร ผู้เข้าร่วมอบรมได้เสนอแนะด้านองค์ความรู้ของหลักสูตรใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ ประการแรก ควรเพิ่มสัดส่วนชั่วโมงการฝึกปฏิบัติให้มากขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกและการประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในส่วนการติดตั้งอุปกรณ์ การเชื่อมต่อระบบ และการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ประการที่สอง ควรเสริมองค์ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ IoT แบบ Plug-and-Play ที่ไม่จำเป็นต้องมีทักษะการเขียนโปรแกรม เพื่อให้เกษตรกรและผู้ปฏิบัติงานทั่วไปสามารถนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ได้ง่ายและรวดเร็ว รวมทั้งควรเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ วิธีการตั้งค่าผ่านแอปพลิเคชัน และตัวอย่างกรณีศึกษาการใช้งานจริง และประการสุดท้าย ควรเน้นกิจกรรมเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับพลังงานทางเลือกให้มากขึ้น เช่น การติดตั้งและบำรุงรักษาแผงโซลาเซลล์ การคำนวณความต้องการพลังงาน และการบูรณาการระบบพลังงานทางเลือกเข้ากับเทคโนโลยี IoT ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะดังกล่าวสะท้อนถึงความต้องการความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและสอดคล้องกับบริบทการทำงานในพื้นที่และได้นำไปปรับปรุงเนื้อหาของหลักสูตรก่อนนำไปฝึกอบรมกลุ่มใหญ่

3. การฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการนำหลักสูตรที่ผ่านกระบวนการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความสมบูรณ์แล้ว มาขยายผลองค์ความรู้ของหลักสูตร ซึ่งดำเนินการฝึกอบรมให้กับนักศึกษาสังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 60 คน โดยมีระยะเวลาการอบรม 3 วัน ณ สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กสร.) ตำบลชีบล อำเภอบ้านเขว้า และสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กสร.) ตำบลโสกปลาดุก อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของการฝึกอบรมในหลายมิติ ประกอบด้วยการประเมินความรู้ก่อนเข้าอบรมและหลังฝึกอบรมเพื่อวัดระดับความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมหลักสูตร รวมถึงการประเมินความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมในด้านต่างๆ เช่น เนื้อหาหลักสูตร วิทยากร สื่อและอุปกรณ์การฝึกอบรม และการจัดการโดยรวม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ หลักสูตรฝึกอบรม แบบประเมินความรู้ก่อนและหลังของผู้เข้าฝึกอบรม และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเครื่องมือทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

เครื่องมือที่ใช้การวิจัย ประกอบด้วย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 5 ชุด โดยแต่ละเครื่องมือมีกระบวนการสร้างและหาคุณภาพที่แตกต่างกันตามลักษณะและวัตถุประสงค์การใช้งาน ดังนี้

1. แบบสนทนากลุ่ม เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กำหนดประเด็นการสนทนา 5 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความต้องการ (2) ด้านการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (3) ด้านการออกแบบและเนื้อหาหลักสูตร (4) ด้านปัจจัยเทคโนโลยีและการสนับสนุน และ (5) ด้านการปรับตัวในการใช้งานหลักสูตร การหาคุณภาพเครื่องมือดำเนินการโดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของประเด็นคำถามและความครอบคลุมของเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ย 4.60 แสดงถึงความสอดคล้องกับความต้องการและโครงสร้างหลักสูตรของกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม สร้างจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวนเริ่มต้น 20 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00 คัดเลือก จำนวน 10 ข้อ ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.89 แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของลิเคิร์ท

3. แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรฝึกอบรม พัฒนาจากทฤษฎีการออกแบบหลักสูตรและกรอบแนวคิดการฝึกอบรม จำนวนเริ่มต้น 30 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 - 1.00 คัดเลือก จำนวน 25 ข้อ ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.92 แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของลิเคิร์ท

4. แบบประเมินความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรม สร้างจากเนื้อหาหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนเริ่มต้น 20 ข้อ ครอบคลุมทั้งความรู้ด้านทฤษฎีและปฏิบัติ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่าง 0.67 - 1.00 คัดเลือก จำนวน 12 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของลิเคิร์ท

5. แบบประเมินความพึงพอใจต่อหลักสูตร พัฒนาจากแนวคิดการประเมินความพึงพอใจและองค์ประกอบการฝึกอบรม จำนวนเริ่มต้น 30 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ (1) ด้านเนื้อหาหลักสูตร (2) ด้านวิทยากร (3) ด้านกิจกรรมการอบรม และ (4) ด้านสื่อและอุปกรณ์การอบรม นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่าง 0.67 - 1.00 คัดเลือก จำนวน 25 ข้อ ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ มีค่าทดสอบความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของลิเคิร์ท

ผลการวิจัย (Results)

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาหลักสูตรโดยใช้กระบวนการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อศึกษาความต้องการและรวบรวมข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) จำนวน 2 กลุ่ม ประกอบด้วย นักศึกษาศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้ 16 คน และครูผู้สอน 16 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มและการวิเคราะห์ความต้องการ นำไปสู่การออกแบบหลักสูตรที่ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ ระยะเวลา 30 ชั่วโมง โดยจัดลำดับเนื้อหาจากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ ดังนี้ หน่วยที่ 1 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หน่วยที่ 2 เกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) หน่วยที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์ หน่วยที่ 4 หลักการและทฤษฎีโซลาร์เซลล์ หน่วยที่ 5 ระบบโซลาร์เซลล์ และหน่วยที่ 6 การบูรณาการเทคโนโลยี IoT สำหรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะสำคัญที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย คือ การบูรณาการความรู้ 3 มิติ ได้แก่ เทคโนโลยี IoT เกษตรอัจฉริยะ และพลังงานทางเลือก โดยใช้แนวทางการเรียนรู้แบบก้าวหน้า (Progressive Learning) เริ่มจากการสร้างฐานความรู้พื้นฐานในแต่ละมิติ (หน่วยที่ 1-5) และพัฒนาสู่การบูรณาการองค์ความรู้ทั้ง 3 มิติในหน่วยสุดท้าย (หน่วยที่ 6) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทของการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 1

Suitability of IoT technology training courses to support smart agriculture using solar energy
ความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม	$\overline{X}$	*SD*
1. เนื้อหาของหลักสูตรมีความทันสมัย และตอบสนองต่อความต้องการของภาคเกษตร	5.00	0.00
2. เป็นหลักสูตรที่มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับผู้เรียน และสอดคล้องกับเทคโนโลยีปัจจุบัน	4.40	0.55
3. เนื้อหาของหลักสูตรอธิบายถึงหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีไอโอที และการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในระบบไอโอทีได้อย่างครอบคลุม ชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.60	0.55
4. การลำดับหัวข้อในหลักสูตรมีความต่อเนื่องและเหมาะสม	4.20	0.84
5. เอกสารและสื่อการสอนมีคุณภาพและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.80	0.45
6. มีการอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญที่ได้จากระบบไอโอทีไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย เช่น การติดตั้ง การเก็บ การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบ การแนะนำซอฟต์แวร์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ เป็นต้น	4.60	0.55
7. มีการอธิบายกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญเกี่ยวกับระบบเกษตรอัจฉริยะไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย เช่น การใช้งานเซ็นเซอร์ต่าง ๆ การบำรุงรักษา การตรวจสอบ เป็นต้น	4.40	0.89
8. มีการแนะนำแนวโน้มและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีไอโอทีสำหรับอนาคต	4.80	0.45
9. หลักสูตรช่วยส่งเสริมแนวคิดการทำเกษตรอัจฉริยะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.60	0.98
10. ผู้เข้าอบรมสามารถนำความรู้จากหลักสูตรนี้ไปพัฒนาต่อยอดและปฏิบัติได้จริงในชีวิตประจำวัน	4.60	0.55
รวม	**4.60**	**0.16**

ผลการวิจัย พบว่า ความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ ภาพรวมอยู่ที่ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.60, SD = 0.16) เมื่อพิจารณาแล้ว เนื้อหาของหลักสูตรมีความทันสมัย และตอบสนองต่อความต้องการของภาคเกษตร มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$= 5.00, SD = 0.00) รองลงมาคือ เอกสารและสื่อการสอนมีคุณภาพและเอื้อต่อการเรียนรู้และมีการแนะนำแนวโน้มและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีไอโอทีสำหรับอนาคต ($\overline{X}$= 4.80, SD = 0.45) และเนื้อหาของหลักสูตรอธิบายถึงหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีไอโอทีและการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในระบบไอโอทีได้อย่างครอบคลุม ชัดเจน และเข้าใจง่าย อธิบายกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญที่ได้จากระบบไอโอทีไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย เช่น การติดตั้ง การเก็บ การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบ การแนะนำซอฟต์แวร์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ช่วยส่งเสริมแนวคิดการทำเกษตรอัจฉริยะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและผู้เข้าอบรมสามารถนำความรู้จากหลักสูตรนี้ไปพัฒนาต่อยอดและปฏิบัติได้จริงในชีวิตประจำวัน ($\overline{X}$= 4.60, SD = 0.55 และ $\overline{X}$= 4.60, SD = 0.98) ตามลำดับ

Table 2

Consistency of IoT technology training course components to support smart agriculture using solar energy
ความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรฝึกอบรม	$\overline{X}$	*SD*
1. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร	4.52	0.23
2. ด้านความชัดเจนของวัตถุประสงค์	4.52	0.36
3. ด้านความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.56	0.26
4. ด้านความเพียงพอของทรัพยากรและสื่อการสอน	4.40	0.14
5. ด้านการประเมินผลการเรียนรู้	4.48	0.18
รวม	**4.50**	**0.09**

ผลการวิจัย พบว่า ความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ รวมทั้ง 5 ด้านภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.50, SD = 0.09) เมื่อพิจารณาแล้วด้านความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสอดคล้องมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.56, SD = 0.26) รองลงมาคือ ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตรและด้านความชัดเจนของวัตถุประสงค์ ที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, SD = 0.23) ด้านการประเมินผลการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.48, SD = 0.18) และด้านความเพียงพอของทรัพยากรและสื่อการสอน ($\overline{X}$ = 4.40, SD = 0.14) ตามลำดับ

Table 3

Pre- and post-training knowledge for participants of the IoT technology training course supporting smart agriculture using solar energy
ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าทดลองใช้งานหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าทดลองใช้งานหลักสูตรฝึกอบรม	*ก่อนฝึกอบรม*		*หลังฝึกอบรม*		t	P-value
	$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*		
1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไอโอที และการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรม	2.75	0.44	4.60	0.50	-11.10	0.00
2. ความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีผ่านเครือข่าย	2.70	0.47	4.45	0.69	-8.60	0.00
3. ความรู้เกี่ยวกับความสามารถในการติดตั้งและใช้งานระบบให้น้ำอัตโนมัติ	2.95	0.94	3.85	0.88	-3.02	0.01
4.ความรู้เกี่ยวกับแพลตฟอร์มคลาวด์ในการใช้งาน	3.50	0.95	4.35	0.93	-3.49	0.00
5. ความรู้เกี่ยวกับการนำระบบไอโอทีไปประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร	2.35	0.93	4.35	0.81	-7.96	0.00
6. ความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของพลังงานแสงอาทิตย์	3.40	0.82	3.60	0.88	-2.18	0.04
7. ความรู้เกี่ยวกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์และการนำไปใช้ในภาคเกษตร	3.10	0.64	3.85	0.93	-3.47	0.00
8. ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์สำหรับระบบเกษตรอัจฉริยะ	3.30	0.80	3.95	0.94	-2.67	0.02

ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าทดลองใช้งานหลักสูตรฝึกอบรม	*ก่อนฝึกอบรม*		*หลังฝึกอบรม*		t	P-value
	$\bar{X}$	*SD*	$\bar{X}$	*SD*		
9. ความรู้เกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานและแบตเตอรี่ในโซลาเซลล์	2.50	0.83	3.75	0.91	-4.63	0.00
10. ความรู้การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุปกรณ์ไอโอที	3.00	0.92	4.45	0.69	-5.90	0.00
11. ความรู้การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบพลังงานแสงอาทิตย์	3.00	0.46	3.75	0.85	-4.68	0.00
12. ความรู้ ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้	3.00	0.00	3.90	0.97	-4.16	0.00
รวม	**2.96**	**0.31**	**4.07**	**0.33**	**-14.02**	**0.00**

หมายเหตุ: *p < 0.5, n = 20

ผลการประเมินความรู้ของผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม พบว่า ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 2.96 เป็น 4.07 (t = -14.02, p < 0.00) ซึ่งพิจารณาแล้ว ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไอโอที และการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรม ของผู้เข้าอบรมเพิ่มขึ้นมากที่สุด จาก 2.75 เป็น 4.60 (t = -11.10, p < 0.00) รองลงมาคือ ความรู้การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุปกรณ์ไอโอที จาก 3.00 เป็น 4.45 (t = -5.90, p < 0.00) และความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีผ่านเครือข่าย จาก 2.70 เป็น 4.45 (t = -8.60, p < 0.00) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความรู้หลังอบรมต่ำที่สุด พบว่า อยู่ในหัวข้อความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของพลังงานแสงอาทิตย์ จาก 3.40 เป็น 3.60 (t = -2.18, p = 0.04) รองลงมาคือ ความรู้การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ จาก 3.00 เป็น 3.75 (t = -4.68, p < 0.00) และความรู้เกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานและแบตเตอรี่ในโซลาร์เซลล์ จาก 2.50 เป็น 3.75 (t = -4.63, p < 0.00)

Table 4

Pre- and post-training knowledge of the training group of the IoT technology training course supporting smart agriculture with solar energy, large group training

ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมของกลุ่มฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ฝึกอบรมกลุ่มใหญ่

ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าทดลองใช้งานหลักสูตรฝึกอบรม	ก่อนฝึกอบรม		หลังฝึกอบรม		t	P-value
	$\bar{X}$	*SD*	$\bar{X}$	*SD*		
1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไอโอที และการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรม	2.72	0.56	4.58	0.74	-16.21	0.00
2. ความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีผ่านเครือข่าย	3.35	0.48	4.35	0.86	-8.59	0.00
3. ความรู้เกี่ยวกับความสามารถในการติดตั้งและใช้งานระบบให้น้ำอัตโนมัติ	2.97	0.58	4.43	0.87	-10.51	0.00
4.ความรู้เกี่ยวกับแพลตฟอร์มคลาวด์ในการใช้งาน	3.20	0.40	4.62	0.69	-12.92	0.00
5. ความรู้เกี่ยวกับการนำระบบไอโอทีไปประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร	2.78	0.69	4.57	0.74	-11.56	0.00
6. ความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของพลังงานแสงอาทิตย์	2.58	0.50	4.45	0.83	-13.00	0.00

ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมสำหรับผู้เข้าทดลองใช้งานหลักสูตรฝึกอบรม	ก่อนฝึกอบรม		หลังฝึกอบรม		t	P-value
	$\overline{X}$	*SD*	$\overline{X}$	*SD*		
7. ความรู้เกี่ยวกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์และการนำไปใช้ในภาคเกษตร	3.45	0.57	4.30	0.85	-7.33	0.00
8. ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์สำหรับระบบเกษตรอัจฉริยะ	3.30	0.56	4.42	0.81	-9.03	0.00
9. ความรู้เกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานและแบตเตอรี่ในโซลาเซลล์	3.27	0.69	4.17	0.98	-6.83	0.00
10. ความรู้การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุปกรณ์ไอโอที	2.92	0.42	4.55	0.83	-12.99	0.00
11. ความรู้การบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบพลังงานแสงอาทิตย์	2.87	0.93	4.47	0.77	-10.36	0.00
12. ความรู้ ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้	3.30	0.70	4.68	0.62	-11.39	0.00
รวม	**3.06**	**0.19**	**4.47**	**0.32**	**-26.34**	**0.00**

หมายเหตุ: *p < 0.5, n = 60

ผลการประเมินความรู้ของผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม พบว่า ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 3.06 เป็น 4.47 (t = -26.34, p < 0.00) โดยหัวข้อที่มีการเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ จาก 3.30 เป็น 4.68 (t = -11.39, p < 0.00) รองลงมาคือ ความรู้เกี่ยวกับแพลตฟอร์มคลาวด์ในการใช้งาน จาก 3.20 เป็น 4.62 (t = -12.92, p < 0.00) และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไอโอทีและการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรม จาก 2.72 เป็น 4.58 (t = -16.21, p < 0.00)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความรู้หลังอบรมต่ำที่สุด พบว่า ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับระบบกักเก็บพลังงานและแบตเตอรี่ในโซลาร์เซลล์ จาก 3.27 เป็น 4.17 (t = -6.83, p < 0.00) รองลงมาคือ ความรู้เกี่ยวกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์และการนำไปใช้ในภาคเกษตร จาก 3.45 เป็น 4.30 (t = -7.33, p < 0.00) และความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จาก 3.35 เป็น 4.35 (t = -8.59, p < 0.00)

Table 5

Satisfaction with the training course on IoT technology supporting smart agriculture using solar energy
ความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรม		$\overline{X}$	*SD*
1. ด้านความพึงพอใจต่อเนื้อหาหลักสูตร		4.60	0.28
2. ด้านความพึงพอใจต่อวิทยากร		4.55	0.36
3. ด้านกิจกรรมในการอบรม		4.45	0.46
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์ในการอบรม		4.50	0.32
	รวม	4.52	0.25

ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, SD = 0.25) เมื่อพิจารณาแล้วด้านความพึงพอใจต่อเนื้อหา

หลักสูตร มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.60, SD = 0.28) รองลงมาคือ ด้านความพึงพอใจต่อวิทยากร ($\overline{X}$ = 4.55, SD = 0.36) และด้านสื่อและอุปกรณ์ในการอบรม ($\overline{X}$ = 4.50, SD = 0.25) ตามลำดับ

แม้ว่าผลการวิจัยจะแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ควรมีการติดตามผลกระทบเชิงอาชีพ เช่น การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างอาชีพเสริมหรือพัฒนาอาชีพเดิม การเพิ่มรายได้จากการใช้เทคโนโลยีไอโอทีและพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงการสร้างเครือข่ายวิชาชีพระหว่างผู้เข้ารับการอบรม นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาถึงอุปสรรคในการนำความรู้ไปใช้จริง และความต่อเนื่องของการเรียนรู้หลังจากสิ้นสุดหลักสูตร

อภิปรายผล (Discussions)

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบตามกระบวนการพัฒนาหลักสูตร ประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย นำมาสู่การออกแบบโครงสร้างหลักสูตร กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ คัดเลือกเนื้อหา และวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม จากนั้นจึงจัดทำร่างหลักสูตรฉบับสมบูรณ์พร้อมเอกสารประกอบการอบรม เพื่อให้มั่นใจว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้ดำเนินการประเมินคุณภาพหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง การประเมินครอบคลุมหลายมิติ ได้แก่ ความเหมาะสมและความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความครบถ้วนและความทันสมัยของเนื้อหาสาระ ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงในบริบทของกลุ่มเป้าหมาย ความเหมาะสมของระยะเวลาและลำดับเนื้อหา ตลอดจนความเหมาะสมของวิธีการและสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญถูกนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นข้อมูลประกอบในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้จริง การปรับปรุงอาจรวมถึงการเพิ่มเติมหรือปรับลดเนื้อหาบางส่วน การจัดลำดับเนื้อหาใหม่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน หรือการพัฒนาสื่อและเอกสารประกอบให้มีคุณภาพดีขึ้น ทั้งหมดนี้มุ่งเพื่อให้หลักสูตรมีความสมบูรณ์และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง จากการดำเนินการวิจัยอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการอภิปรายผลการดำเนินการวิจัยดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะเนื้อหาของหลักสูตรมีความทันสมัย สอดคล้องกับความต้องการของภาคเกษตร และสามารถอธิบายหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีไอโอที ตลอดจนการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในระบบไอโอทีได้อย่างครอบคลุม ชัดเจน และเข้าใจง่าย นอกจากนี้ เอกสารและสื่อการสอนยังมีคุณภาพและเอื้อต่อการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมแนวคิดเกษตรอัจฉริยะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสะท้อนแนวโน้มและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีไอโอทีในอนาคต ความเหมาะสมในระดับมากที่สุดของหลักสูตรนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการออกแบบหลักสูตรที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงในภาคการเกษตร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ทันที การที่เนื้อหามีความทันสมัยและครอบคลุมทั้งเทคโนโลยีไอโอทีและพลังงานแสงอาทิตย์ ยังช่วยเตรียมความพร้อมให้กับเกษตรกรในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและแนวโน้มการเกษตรยั่งยืนในอนาคต นอกจากนี้ การที่สื่อการสอนมีคุณภาพและเอื้อต่อการเรียนรู้ ยังช่วยลดช่องว่างความรู้ระหว่างผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน ทำให้การถ่ายทอดความรู้มีประสิทธิภาพและเข้าถึงได้ง่ายสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับ Suvarnaphaet (2017) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่องวิธีการคำนวณความยาวนานวันเพื่อการเกษตร พบว่า มีความเหมาะสมทุกรายการในด้านหลักการและเหตุผลของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร รูปแบบและกิจกรรมการฝึกอบรม ระยะเวลาในการฝึกอบรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการฝึกอบรม มีความเหมาะสมอยู่

ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับ Narkglom et al. (2020) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมนักพัฒนาระบบเทคโนโลยีไอโอที โดยอาศัยรูปแบบ การเชื่อมโยงองค์ความรู้มหาวิทยาลัยและภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีค่าความเหมาะสมหลักสูตร อยู่ในระดับมาก

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่ามีความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะเนื้อหาของหลักสูตรครอบคลุมประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีไอโอทีในเกษตรอัจฉริยะอย่างครบถ้วน อีกทั้งยังได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนและเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในสถานการณ์ภาคเกษตร นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ขณะที่ทรัพยากรและสื่อการสอนเอื้อต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการประเมินผลยังสามารถสะท้อนระดับความเข้าใจของผู้เข้าอบรม และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาตนเองต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับหลักการออกแบบหลักสูตรที่เน้นความเหมาะสม ความเป็นระบบ และความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล โดยความสอดคล้องในระดับมากของหลักสูตรนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกภาพของการออกแบบหลักสูตรที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของหลักสูตรที่มีคุณภาพ การที่กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ไม่เพียงแต่เข้าใจเนื้อหาในเชิงทฤษฎี แต่ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในบริบทการเกษตรของตนเองได้ นอกจากนี้ การที่หลักสูตรส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ยังช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน ทำให้สามารถปรับตัวและพัฒนาต่อยอดความรู้ได้เมื่อเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับ Suvarnaphaet and Suvarnaphaet (2018) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำเพื่อการเกษตรสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช โดยมีผลความสอดคล้องและอยู่ในระดับมาก

2. การทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีไอโอทีเพื่อรองรับการเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้จัดให้มีการประเมินผลผู้เข้าร่วมการทดลองใช้หลักสูตร โดยมุ่งศึกษาความรู้ก่อนและหลัง ที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ประสิทธิผลของหลักสูตร ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมผู้เข้าร่วมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าคะแนนหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของคะแนนนี้ไม่เพียงสะท้อนถึงการจดจำความรู้เชิงทฤษฎีเท่านั้น แต่ยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ใช้แนวคิดเทคโนโลยีไอโอทีในบริบทการเกษตรอัจฉริยะได้อย่างเป็นรูปธรรม การที่ผู้เรียนสามารถเพิ่มคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าหลักสูตรสามารถสร้างการเรียนรู้ที่ยั่งยืน ไม่ใช่เพียงการจำข้อมูลชั่วคราว แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการทำงานจริงได้ นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของคะแนนยังสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับประสบการณ์ตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นว่าการฝึกอบรมช่วยพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เข้าร่วมอย่างชัดเจน เนื่องจากเนื้อหาหลักสูตรมุ่งเน้นการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานด้านไอโอที การประยุกต์ใช้ในภาคเกษตร และการใช้งานระบบโซลาเซลล์เพื่อสนับสนุนเกษตรอัจฉริยะ โดยการบูรณาการระหว่างความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและพลังงานทดแทนนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของระบบเกษตรอัจฉริยะแบบองค์รวม และเข้าใจถึงความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการนำเทคโนโลยีไปใช้ในทางปฏิบัติ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรเชิงบูรณาการที่เน้นการบูรณาการความรู้เชิงทฤษฎีและทักษะปฏิบัติ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในภาคการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Suvarnaphaet (2017) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง วิธีการคำนวณความยาวนานวันเพื่อการเกษตร พบว่า ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมมีความรู้หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ Pinthong and Kaewmanee (2021) พัฒนา

หลักสูตรฝึกอบรมโซล่าฟาร์มด้วยแบบจำลองเสมือนจริง พบว่า ผู้เข้าอบรมได้รับความ รู้เพิ่มเติมและนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ ผู้เข้าอบรมมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เพิ่มขึ้นมาก

3. การดำเนินการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มใหญ่ ได้มีการจัดให้มีการประเมินผลผู้เข้าร่วมการทดลองใช้หลักสูตร โดยมุ่งเน้นการศึกษาความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรม การวัดขนาดผลกระทบของการฝึกอบรม และความพึงพอใจต่อหลักสูตร ทั้งนี้เพื่อประเมินองค์ความรู้และประสิทธิผลที่ได้รับจากการขยายผลการฝึกอบรม ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรมของกลุ่มผู้เข้าร่วมหลักสูตร “เทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์” พบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มขึ้นของคะแนนในกลุ่มใหญ่นี้มีความหมายสำคัญในเชิงการขยายผล เนื่องจากแสดงให้เห็นว่าหลักสูตรสามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อผู้เรียนได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะเป็นการจัดอบรมในรูปแบบกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ ซึ่งสะท้อนถึงความเป็นมาตรฐานและความสามารถในการทำซ้ำ (scalability) ของหลักสูตร นอกจากนี้ การที่ผู้เรียนจำนวนมากสามารถเพิ่มความรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ ยังหมายความว่าหลักสูตรมีศักยภาพในการสร้างผลกระทบในวงกว้างต่อภาคการเกษตร และสามารถเป็นเครื่องมือในการยกระดับความรู้ด้านเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรในวงกว้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อผู้เข้าร่วมอยู่ในระดับชัดเจนและมีนัยสำคัญ ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า หลักสูตรสามารถพัฒนาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไอโอที และการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สาเหตุของผลลัพธ์นี้อาจมาจากการที่หลักสูตรเน้นการสร้างความเข้าใจ ด้วยโครงสร้างหลักสูตรที่ครอบคลุมทั้งความรู้พื้นฐานและการประยุกต์ใช้งานจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การที่หลักสูตรออกแบบให้มีการเรียนรู้แบบลำดับขั้น (Scaffolding) จากความรู้พื้นฐานไปสู่การประยุกต์ใช้ที่ซับซ้อนขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้ตามศักยภาพของตนเอง ทำให้ผู้เข้าร่วมสามารถนำความรู้ไปใช้งานได้อย่างเป็นรูปธรรมและเห็นผลได้ทันที ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ได้ทันทีนี้เป็นตัวชี้วัดสำคัญของการเรียนรู้ที่แท้จริง (Authentic Learning) ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรม แต่ยังช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer Of Learning) ไปสู่บริบทการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการฝึกอบรมเชิงวิชาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับ Suvarnaphaet and Suvarnaphaet (2018) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่องการสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำเพื่อการเกษตรสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช พบว่า ผลการเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังฝึกอบรมนักศึกษามีความรู้หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตร เทคโนโลยีไอโอทีรองรับเกษตรอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด โดยผลการวิจัยสามารถอธิบายได้ว่า เนื้อหาหลักสูตรครอบคลุมความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีไอโอทีสำหรับการเกษตร และสอดคล้องกับการใช้งานจริงในภาคการเกษตร นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเรียนการสอนของแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสมและเพียงพอ วิทยากรมีความรู้ความสามารถ สามารถเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาหลักสูตรได้อย่างดี พร้อมทั้งสื่อประกอบการอบรมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรม ซึ่งสอดคล้องกับ Sawatrukkul and Thongchaisuratkrul (2025) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมฐานสมรรถนะผู้รับผิดชอบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารและโรงงาน พบว่า มีความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรม ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับ Narkglom et al. (2020) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมนักพัฒนาระบบด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีไอโอที อาศัยรูปแบบการเชื่อมโยงองค์ความรู้มหาวิทยาลัย และภาคอุตสาหกรรม พบว่า ผู้เข้าฝึกอบรมมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรฝึกอบรมนักพัฒนาระบบด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีไอโอที อาศัยรูปแบบการเชื่อมโยงองค์ความรู้มหาวิทยาลัย และภาคอุตสาหกรรม โดยรวมอยู่ในระดับมาก

จากการวิจัยข้อจำกัดที่ควรพิจารณา คือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาและผู้เรียนนอกระบบในจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งอาจมีบริบทและความต้องการที่แตกต่างจากพื้นที่อื่น ทำให้การนำผลการวิจัยไปใช้ในวงกว้างอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม รวมถึงระยะเวลาในการศึกษา ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการประเมินความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในระยะยาว ทั้งนี้รวมถึงการประเมินความรู้ใช้เฉพาะแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ซึ่งอาจไม่สะท้อนทักษะการปฏิบัติที่แท้จริงในสถานการณ์การทำงาน

เมื่อเปรียบเทียบกับหลักสูตรฝึกอบรมหลักสูตรอบรม เรื่อง การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มไอโอที เพื่อสร้างนวัตกรรมดิจิทัลของผู้เรียน และหลักสูตรนวัตกรรมการผลิตและการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมสำหรับชุมชน กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ตำบลคุ้งตะเภา อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งส่วนใหญ่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ด้านไอโอที และพลังงานแสงอาทิตย์ในลักษณะแยกส่วน แต่หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีความแตกต่างอย่างเป็นระบบ และมีลักษณะเป็นนวัตกรรมเชิงหลักสูตรโดยบูรณาการองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีไอโอทีเข้ามาประยุกต์ใช้ในระบบเกษตรอัจฉริยะ และพลังงานแสงอาทิตย์เข้าด้วยกันทั้งในเชิงเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนนอกระบบและผู้เริ่มต้น ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเป็นขั้นตอนและการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง อีกทั้งกำหนดสัดส่วนกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติสูงกว่าหลักสูตรทั่วไป ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะเชิงประยุกต์และนำองค์ความรู้ไปใช้ในบริบทจริงได้อย่างเหมาะสม สะท้อนถึงคุณภาพและความเหมาะสมของหลักสูตรในการตอบสนองต่อความต้องการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีในบริบทสังคมปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 นำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการจัดฝึกอบรมแก่ผู้เรียนและผู้ปฏิบัติงานด้านการเกษตรเพื่อเสริมสร้างความรู้และทักษะในการใช้เทคโนโลยีไอโอทีและพลังงานแสงอาทิตย์ในบริบทของเกษตรอัจฉริยะ

1.2 บูรณาการหลักสูตรดังกล่าวเข้าสู่การเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาและการศึกษานอกระบบ เพื่อขยายโอกาสในการเข้าถึงองค์ความรู้สมัยใหม่ด้านเทคโนโลยีและการเกษตร

1.3 ใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบในการออกแบบและจัดทำหลักสูตรอบรมระยะสั้นที่ตอบสนองต่อความต้องการของหน่วยงานรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับภาคการเกษตรและพลังงานหมุนเวียน

1.4 ควรพัฒนาหลักสูตรให้มีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ระบบการเรียนรู้ออนไลน์ หรือการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อเพิ่มการเข้าถึงและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานจริงในพื้นที่ ผู้ประกอบการด้านเกษตรสมัยใหม่ และบุคลากรจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมเกษตรกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนความต้องการและผลลัพธ์การใช้งานจริงอย่างครอบคลุม นอกจากนี้ควรขยายพื้นที่การศึกษาไปยังจังหวัดหรือภูมิภาคอื่น ๆ ที่มีบริบททางการเกษตรแตกต่างกัน เพื่อเพิ่มความสามารถในการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง

2.2 ควรศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติมการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ากับเนื้อหาการอบรม เช่น การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องในการวิเคราะห์ข้อมูลเกษตร การใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อการติดตามและควบคุมระบบอัตโนมัติ ตลอดจน การจัดการพลังงานทดแทนแบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพสูง การศึกษาถึงความเหมาะสมและวิธีการถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยีเหล่านี้ให้กับกลุ่มเป้าหมายที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันจะช่วยให้หลักสูตรมีความทันสมัยและตอบโจทย์การพัฒนาภาคเกษตรในอนาคต

2.3 ควรมีการศึกษาและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบมัลติมีเดียและเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น วิดีโอสาธิตการปฏิบัติงานจริง คู่มือเชิงปฏิบัติแบบ step-by-step ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการเรียนรู้และติดตามผลการปฏิบัติงาน รวมถึงแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) การศึกษาประสิทธิผลของสื่อการเรียนรู้แต่ละรูปแบบต่อกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกันจะช่วยให้การออกแบบหลักสูตรมีความเหมาะสมและสามารถถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ภายใต้งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

References

Chotmongkhon, W. (2015). *Development of energy training curriculum with quality function deployment techniques* [Independent study, Chiang Mai University]. [in Thai]

Chaiyaphum Provincial Learning Promotion Office. (2024). *Annual report 2024*. Chaiyaphum, Thailand: Author. [in Thai]

Chaiyaphum Provincial Office. (2023). *Chaiyaphum provincial development plan B.E. 2566–2570*. Chaiyaphum Provincial Learning Promotion Office. [in Thai]

Narkglom, A., Boonyapalanant, E., & Koseeyaporn, P. (2020). Development of a system training course for system developers with digital technology by using the learning IoT technology platform with universities industrial linkage. *Journal of Education and Innovation, 12*(3), 303–314. [in Thai]

Niyomves, B. (2020). Roles of non-formal and informal education centers in Bangkok metropolis in enhancing participation and lifelong learning networking. *Journal of MCU Peace Studies, 8*(2), 633–645. [in Thai]

Office for Non-Formal and Informal Education. (2017). *Development plan for non-formal and informal education*. Office for Non-Formal and Informal Education. [in Thai]

Office of the National Economic and Social Development Council. (2023). *Lower Northeastern Region 1 provincial cluster development plan phase 5 years (B.E. 2566–2570), revised edition for fiscal year B.E. 2567*. Office of the National Economic and Social Development Council. [in Thai]

Office of the National Strategy Committee Secretariat. (2018). *National strategy B.E. 2561–2580 (2018–2037)*. Office of the National Economic and Social Development Council. [in Thai]

Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, & Office of the Secretary-General of the Education Council. (2017). *National education plan B.E. 2560–2579 (2017–2036)*. Prikwan Graphic. [in Thai]

Pinthong, J., & Kaewmanee, W. (2021). The development of training course of solar farm using virtual reality. *Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 33*(4), 1–12. [in Thai]

Sawatrukkul, S., & Thongchaisuratkrul, C. (2022). The development of competency-based training curriculum for responsible personnel of electrical energy management in building and factory. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University, 12*(3), 313–327. [in Thai]

Suvarnaphaet, P. (2017). The development of the training course on method for calculating day length for agriculture. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 10*(2), 1435–1445. [in Thai]

Suvarnaphaet, P., & Suvarnaphaet, M. K. (2018). The development of the training course on low-cost solar dryer for crop production technology students. *Silpakorn University e-Journal, 38*(2), 51–62. [in Thai]