

Academic article

สถานการณ์และแนวโน้มการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มปลูกพืชอัจฉริยะในประเทศไทย

SITUATION AND TRENDS IN THE APPLICATION OF INTERNET OF THINGS (IoT)
INTEGRATION FOR SMART PLANT FARMS IN THAILAND

ภูกิจ คงเปี่ยม และธนพล แพร่งกระโทก*

Phukit Khongpeim and Thanapon Prangkratok*

E-mail: phukit.k@dru.ac.th and thanapon.p@dru.ac.th

สาขาการจัดการเกษตรยั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600 ประเทศไทย

Sustainable Agricultural Management Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University,
Bangkok 10600 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24103>

Received: March 31, 2025, | Revised: April 20, 2025, | Accepted: April 30, 2025

ABSTRACT

This review article explores the applications of the Internet of Things (IoT) in smart plant farming in Thailand. In the face of challenges such as climate change, labor shortages, and rising production costs, IoT technology plays a vital role in transforming Thai agriculture toward more efficient and sustainable precision farming. IoT systems consist of environmental, soil, plants and irrigation sensors, communication networks, data processing unit, and automated control platforms. In Thailand, practical applications include weather and soil monitoring systems, automated irrigation and fertilization systems, climate-controlled greenhouses, and the use of aerial and satellite imaging technologies. Case studies indicate that IoT technology can improve productivity by 15-25% and reduce operational costs by 20-30%. However, limitations remain, including underdeveloped digital infrastructure, high initial investment costs, and a lack of digital literacy among farmers. Recommended development strategies include supportive government policies, cross-sector collaboration, human resource development, and establishment of suitable business models. Future trends point toward the integration of emerging technologies such as 5G, blockchain, and artificial intelligence (AI), which are expected to enhance competitiveness and improve the quality of life for Thai farmers.

Keywords: Internet of things, Smart agriculture, Precision agriculture, Smart farm, Smart plant farm

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (IoT) สำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทย ท่ามกลางปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนแรงงาน และต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เทคโนโลยี IoT จึงมีบทบาทสำคัญในการปฏิรูปภาคเกษตรไทยสู่การทำเกษตรแม่นยำที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ระบบ IoT ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม ดิน พืชและระบบชลประทาน ระบบเครือข่ายการสื่อสาร การประมวลผลข้อมูล และแพลตฟอร์มควบคุมอัตโนมัติ การประยุกต์ใช้ IoT ในไทยมีหลากหลายรูปแบบ ทั้งระบบตรวจวัดสภาพอากาศและดิน ระบบให้น้ำและปุ๋ยอัตโนมัติ ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน และการใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียม กรณีศึกษาบางชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยี IoT สามารถปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้นในพืชบางชนิดได้ถึงร้อยละ 15-25 และลดต้นทุนร้อยละ 20-30 แต่อย่างไรก็ตาม ยังคงมีข้อจำกัดอยู่ เช่น โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ต้นทุนเริ่มต้นสูง และการขาดความรู้ของเกษตรกร แนวทางพัฒนาประกอบด้วยนโยบายสนับสนุนจากภาครัฐความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม แนวโน้มในอนาคตมุ่งเน้นการบูรณาการกับเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G บล็อกเชน และปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันและยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทย

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง, เกษตรอัจฉริยะ, เกษตรแม่นยำสูง, ฟาร์มอัจฉริยะ, ฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะ

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจมาอย่างยาวนาน โดยภาคเกษตรกรรมมีส่วนกว่าร้อยละ 8.6 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) และมีประชากรที่ทำงานในภาคเกษตรกรรมประมาณร้อยละ 31 ของแรงงานทั้งหมด ประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรรายสำคัญของโลก โดยเฉพาะข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา และผลไม้เมืองร้อน ซึ่งสร้างรายได้จากการส่งออกกว่า 1.2 ล้านล้านบาทในปี 2023 (Ministry of Commerce, 2024, pp. 78-79) อย่างไรก็ตาม ภาคเกษตรกรรมไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืน ปัญหาสำคัญประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น อาทิ ภัยแล้ง น้ำท่วม และการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบไป นอกจากนี้ยังมีปัญหาการลดลงของแรงงานภาคเกษตร เนื่องจากการเคลื่อนย้ายแรงงานสู่ภาคอุตสาหกรรมและบริการ รวมถึงการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทย ทำให้อายุเฉลี่ยของเกษตรกรสูงขึ้นเป็น 58 ปี (Thailand Development Research Institute, 2024, pp. 72-89) ในขณะเดียวกัน ต้นทุนปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เช่น ปุ๋ย สารเคมี เมล็ดพันธุ์ และพลังงาน มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาด้านรายได้และภาระหนี้สิน ท่ามกลางปัญหาเหล่านี้ แนวคิดเกษตรอัจฉริยะ (Smart farming) ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะแนวทางที่มีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาและยกระดับภาคเกษตรกรรมไทย โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) มาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดต้นทุน และสร้างความยั่งยืนทางการเกษตร เทคโนโลยี IoT ช่วยให้เกษตรกรสามารถติดตาม ควบคุม และบริหารจัดการกระบวนการผลิตได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เช่น เซ็นเซอร์วัดสภาพแวดล้อม ระบบชลประทานอัตโนมัติ โดรนสำรวจพื้นที่เกษตร และแพลตฟอร์มวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย และนโยบาย Thailand 4.0 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญ โดยมุ่งเน้นการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร (Digital Economy and Society Ministry, 2024, pp. 112-126) ในช่วงที่ผ่านมา ได้มีการริเริ่มโครงการนำร่องและการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะในหลายพื้นที่ของประเทศ เช่น โครงการเกษตรแม่นยำสูง (Precision agriculture) ในพื้นที่ปลูกข้าว โครงการโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักและไม้ผล และระบบการจัดการน้ำอัจฉริยะในพืชไร่ ดังนั้นบทความวิชาการนี้ผู้เขียนมีวัตถุประสงค์ในการเขียนบทความเพื่อนำเสนอภาพรวมของสถานการณ์และแนวโน้มการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทย

2. พื้นฐานของอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (IoT) สำหรับฟาร์มผลิตพืช

2.1 นิยามและองค์ประกอบของ IoT

อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) หมายถึง เครือข่ายของอุปกรณ์ทางกายภาพที่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ ซอฟต์แวร์ และเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์และระบบอื่น ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต (Tzounis et al., 2017, pp. 31-48) แนวคิดนี้เป็นการขยายความสามารถของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นสามารถส่งและรับข้อมูล ตลอดจนควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติและจากระยะไกล

ในบริบทของเกษตรกรรม เทคโนโลยี IoT ได้กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart farming) ซึ่งหมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการบริหารจัดการฟาร์มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนและการใช้ทรัพยากร รวมถึงลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Muangprathub et al., 2019, p. 470) ลักษณะสำคัญของ IoT ในภาคเกษตรประกอบด้วย การเชื่อมต่อ (Connectivity) อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ การเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time data collection) เก็บข้อมูลจากสภาพแวดล้อมและกระบวนการเกษตรแบบต่อเนื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีประโยชน์ การควบคุมอัตโนมัติ (Automation) และระบบที่สามารถตัดสินใจและดำเนินการได้โดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนด

2.2 องค์ประกอบหลักของระบบ IoT สำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะ

อุปกรณ์เซ็นเซอร์และการเก็บข้อมูลในฟาร์มอัจฉริยะ เทคโนโลยี IoT ได้กลายเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farming) โดยมีเซ็นเซอร์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความสำคัญที่สุดในระบบนี้ ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากสภาพแวดล้อมและส่งต่อไปยังระบบประมวลผล เพื่อนำไปวิเคราะห์และตัดสินใจในการจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ (Farooq et al., 2020, pp. 1-23) เซ็นเซอร์ด้านสภาพแวดล้อม (Environmental sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่

เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นในอากาศที่ช่วยในการติดตามสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันความเสียหายจากสภาพอากาศที่รุนแรง (Elijah et al., 2018, p. 3760) เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงที่ตรวจวัดปริมาณแสงที่พืชได้รับซึ่งสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง เซ็นเซอร์วัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ช่วยในการพยากรณ์อากาศในระดับพื้นที่เพื่อสามารถวางแผนการจัดการฟาร์มได้อย่างเหมาะสม เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนที่ติดตามปริมาณน้ำฝนเพื่อวางแผนการให้น้ำและการระบายน้ำในฟาร์ม และเซ็นเซอร์วัดรังสี UV ที่ตรวจวัดระดับรังสี UV ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและอาจเป็นอันตรายต่อพืชหากมีมากเกินไป (Khanna & Kaur, 2019, pp. 218-231)

เซ็นเซอร์ด้านดิน (Soil sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินที่ช่วยในการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช เซ็นเซอร์วัด pH ของดินที่ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของดินซึ่งมีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารของพืช เซ็นเซอร์วัดธาตุอาหารในดินที่ตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารสำคัญ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอื่น ๆ (Vila-Aiub et al., 2021, p. 1643) เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) ที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิดินที่ตรวจวัดอุณหภูมิของดินซึ่งมีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของรากพืช

เซ็นเซอร์ด้านพืช (Plant sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดสุขภาพและการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดอัตราการเจริญเติบโตที่ติดตามการเติบโตของพืชเพื่อประเมินผลผลิต เซ็นเซอร์วัดความเครียดของพืชที่ตรวจวัดความเครียดของพืชจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การขาดน้ำ โรค หรือแมลงศัตรูพืช กล้องตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชในระยะเริ่มต้น (Sishodia et al., 2020, pp. 1-31) เซ็นเซอร์ Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) ที่ประเมินสุขภาพพืชโดยวัดการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ต่างกัน เซ็นเซอร์วัดการคายน้ำที่ตรวจวัดอัตราการคายน้ำของพืชซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของสุขภาพพืช (Khanna & Kaur, 2019, pp. 218-231) และเซ็นเซอร์วัดการสังเคราะห์แสงที่ตรวจวัดอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020, pp. 1-21) เซ็นเซอร์ด้านน้ำและการชลประทาน (Water and irrigation sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดและควบคุมการให้น้ำแก่พืช ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำที่ติดตามระดับน้ำในแหล่งเก็บน้ำหรือระบบชลประทาน เซ็นเซอร์วัดคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) เพื่อให้มั่นใจว่าคุณภาพน้ำเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำที่ตรวจวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านระบบชลประทาน เซ็นเซอร์วัดความดันน้ำที่ตรวจวัดความดันในระบบชลประทานเพื่อให้มั่นใจว่าระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเซ็นเซอร์ตรวจจับการรั่วซึมที่ตรวจจับการรั่วซึมในระบบชลประทานเพื่อลดการสูญเสีย

2.3 ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร

เซ็นเซอร์ในฟาร์มอัจฉริยะมักเชื่อมต่อกับระบบประมวลผลผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายต่าง ๆ เช่น LoRaWAN ที่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลระยะไกลที่ใช้พลังงานต่ำหรือ Zigbee ที่เหมาะสำหรับการสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ที่มีความซับซ้อนในพื้นที่ขนาดเล็กถึงปานกลาง ในขณะที่ WiFi จะเหมาะสำหรับการส่งข้อมูลที่มีปริมาณมากในระยะใกล้ ส่วน Bluetooth Low Energy (BLE) จะเหมาะสำหรับการสื่อสารระยะใกล้ที่ใช้พลังงานต่ำ และ Cellular (4G/5G) เหมาะสำหรับพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารอื่น โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังระบบประมวลผล ซึ่งอาจเป็นระบบคลาวด์หรือเซิร์ฟเวอร์ท้องถิ่น เพื่อวิเคราะห์และแปลงให้เป็นข้อมูลที่มีความหมายสำหรับเกษตรกร การวิเคราะห์ข้อมูลอาจใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data analytics) ที่วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมากเพื่อหาแนวโน้มและรูปแบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML) ที่พัฒนาโมเดลการทำนายและการตัดสินใจอัตโนมัติและการประมวลผลภาพ (Image processing) ที่วิเคราะห์ภาพจากกล้องเพื่อตรวจจับโรคหรือแมลงศัตรูพืช เป็นต้น การเลือกใช้เทคโนโลยีการสื่อสารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ระยะทาง ความต้องการด้านพลังงาน ปริมาณข้อมูล ความถี่ในการส่งข้อมูล และสภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูก

การใช้เซ็นเซอร์และระบบ IoT ในฟาร์มอัจฉริยะมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ การเพิ่มผลผลิตโดยการจัดการฟาร์มที่แม่นยำช่วยเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ การลดต้นทุนโดยลดการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การตัดสินใจได้ดีขึ้นโดยใช้ข้อมูลที่แม่นยำและเป็นปัจจุบัน และการปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ช่วยให้เกษตรกรรับมือกับความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020, pp. 1-21) แม้ว่าเทคโนโลยีเซ็นเซอร์และ IoT จะมีประโยชน์มาก แต่ก็มีความท้าทายหลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายที่อาจสูงสำหรับเกษตรกรรายย่อย ความเชื่อถือได้ของเซ็นเซอร์ที่อาจทำงานผิดพลาดหรือเสียหายได้ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง การเชื่อมต่อในพื้นที่ห่างไกลที่อาจมีข้อจำกัด และความรู้และทักษะของเกษตรกรที่อาจขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน แนวโน้มในอนาคตของเซ็นเซอร์และ IoT ในฟาร์มอัจฉริยะ เช่น การพัฒนาเซ็นเซอร์ที่มีความแม่นยำสูงขึ้นและใช้พลังงานต่ำลง การบูรณาการกับหุ่นยนต์และโดรนในการเก็บข้อมูลและปฏิบัติงานในฟาร์ม การวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนขึ้นโดยใช้ AI และ ML ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจอัตโนมัติ และระบบแบบ Edge computing ที่ประมวลผลข้อมูลบางส่วนที่อุปกรณ์เพื่อลดการส่งข้อมูลและตอบสนองได้เร็วขึ้น (Villa-Henriksen et al., 2020, pp. 60-84)

2.4 การประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์

ในระบบฟาร์มอัจฉริยะข้อมูลที่รวบรวมจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ จะผ่านกระบวนการประมวลผลและวิเคราะห์เพื่อสร้างสารสนเทศที่มีคุณค่าต่อการตัดสินใจในการจัดการฟาร์มสมัยใหม่โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานการประมวลผลหลายรูปแบบเพื่อรองรับความต้องการที่หลากหลายการประมวลผลข้อมูลในระบบฟาร์มอัจฉริยะสามารถดำเนินการได้หลายระดับ ทั้ง Edge Computing ที่ประมวลผลข้อมูลใกล้แหล่งกำเนิด ช่วยลดการส่งข้อมูลไปยังคลาวด์และลดความล่าช้าในการตอบสนอง (Jawad et al., 2020, pp. 1-45) ในขณะที่ Fog computing ที่ทำหน้าที่เป็นชั้นกลางระหว่าง Edge และ Cloud ช่วยกระจายภาระการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูล และ Cloud computing ที่รองรับการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ การวิเคราะห์ข้อมูลในฟาร์มอัจฉริยะมีหลายระดับความซับซ้อน ตั้งแต่การวิเคราะห์เชิงพรรณนาที่อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์เชิงวินิจฉัยที่ค้นหาสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์เชิงทำนายที่ใช้แบบจำลองทางสถิติและการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต ไปจนถึงการวิเคราะห์เชิงกำหนดที่แนะนำแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องมีบทบาทสำคัญในการยกระดับการวิเคราะห์ข้อมูลจากฟาร์มอัจฉริยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ Deep learning วิเคราะห์ภาพเพื่อตรวจจับโรคพืช การใช้ Neural networks พยากรณ์ผลผลิต การประยุกต์ใช้ Reinforcement learning เพื่อหาแผนการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุด และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อศึกษาารูปแบบสภาพอากาศและผลกระทบต่อการใช้ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น

2.5 แพลตฟอร์มควบคุมและการตัดสินใจอัตโนมัติ

แพลตฟอร์มควบคุมเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบฟาร์มอัจฉริยะ ระบบนี้ประมวลผลข้อมูลจากการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจและสั่งการอุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ (Mahdavinnejad et al., 2018, p. 164) โดยมีองค์ประกอบหลักที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างระบบการจัดการที่ครบวงจร แพลตฟอร์มควบคุมประกอบด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ออกแบบเพื่อการแสดงผลข้อมูลและสถานะฟาร์มผ่านแดชบอร์ดที่เข้าใจง่าย รวมถึงแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมและติดตามการทำงานของฟาร์มได้จากระยะไกล พร้อมทั้งระบบแจ้งเตือนที่ส่งสัญญาณผ่านช่องทางต่าง ๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ต้องให้ความสนใจระบบควบคุม

อัตโนมัติทำงานโดยอาศัยการประสานกันระหว่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์ เพื่อจัดการกับกระบวนการที่สำคัญ เช่น การให้น้ำอัตโนมัติที่ปรับเปลี่ยนตามความชื้นในดินและสภาพอากาศ การจัดการระบบให้ปุ๋ยที่ตอบสนองต่อความต้องการทางโภชนาการของพืช การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และการจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ (Bacco et al., 2019, pp. 1-13)

การตัดสินใจในระบบฟาร์มอัจฉริยะอาศัยส่วนประมวลผลที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบฐานข้อมูล แบบจำลองการตัดสินใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และระบบตรรกะเงื่อนไขที่ซับซ้อน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง ทั้งเซ็นเซอร์ภายในฟาร์ม ภาพถ่ายจากโดรนและดาวเทียม ข้อมูลสภาพอากาศทั้งปัจจุบันและการพยากรณ์ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเฉพาะของพันธุ์พืช การตัดสินใจอัตโนมัติในฟาร์มอัจฉริยะดำเนินการตามหลักการเกษตรแบบแม่นยำที่มุ่งเน้นการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเช่น ระบบสามารถควบคุมการให้น้ำโดยพิจารณาจากความชื้นในดินและการพยากรณ์ฝน ปรับสูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับสภาพดินและระยะการเจริญเติบโต ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชแต่ละชนิด และจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การปล่อยศัตรูธรรมชาติหรือการพ่นสารชีวภัณฑ์เมื่อตรวจพบการระบาดของโรคในระยะเริ่มต้น (Talavera et al., 2017, pp. 283-297)

3. สถานการณ์การประยุกต์ใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทย

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรอบรู้ (IoT) ในภาคเกษตรกรรมของไทยได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยมีการนำมาใช้ในหลายรูปแบบทั้งในระบบการตรวจวัดสภาพแวดล้อม ระบบควบคุมและจัดการฟาร์มอัตโนมัติและระบบติดตามและคาดการณ์ผลผลิต การตรวจวัดสภาพอากาศในแปลงเพาะปลูกด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้รับความนิยมในการติดตามปัจจัยสำคัญ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสง และปริมาณน้ำฝน ซึ่งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ดำเนินโครงการ "เกษตรอัจฉริยะ" ติดตั้งสถานีตรวจวัดในพื้นที่นำร่อง 6 จังหวัด เพื่อทำนวยความเสียหายของการระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช ด้านการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพดิน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ร่วมกับภาคเอกชนได้พัฒนาเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและค่า pH ที่มีต้นทุนต่ำ ขณะที่สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตรสนับสนุนการพัฒนา "ชุดตรวจวัดดินอัจฉริยะแบบพกพา" ที่วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและส่งข้อมูลไปยังสมาร์ตโฟนได้ทันที

ในด้านระบบการให้น้ำอัตโนมัติได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากช่วยประหยัดน้ำและแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ร่วมกับพันธมิตรพัฒนาระบบการให้น้ำอัจฉริยะสำหรับมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งช่วยลดการใช้น้ำลงได้ถึงร้อยละ 30 และเพิ่มผลผลิตขึ้นร้อยละ 20-25 (Smart Farming Technology Center, 2022, pp. 52-68) การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนอัจฉริยะกำลังได้รับความนิยมสำหรับพืชมูลค่าสูง ตัวอย่างความสำเร็จ ได้แก่ โครงการ "โรงเรือนปลูกผักอัจฉริยะ" ของบริษัท ไทยคอม อะกริเทค จำกัด และ "Smart Farm KKU" ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นสำหรับปลูกเมล่อนและสตรอเบอร์รี่ (Khon Kaen University, 2023, Online) การให้ปุ๋ยแบบแม่นยำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดย NECTEC ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พัฒนาระบบ "FarmGuide" วิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของข้าวและแนะนำสูตรปุ๋ยที่เหมาะสม

เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลผ่านภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียมได้รับการประยุกต์ใช้โดย GISTDA พัฒนาแอปพลิเคชัน "G-AGRO" ให้ข้อมูลแผนที่ดัชนีพืชพรรณสำหรับพืชเศรษฐกิจ (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, 2022, pp. 28-42) การประมวลผลภาพและคอมพิวเตอร์วิชันถูกนำมาใช้ในการประเมินสุขภาพพืช นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่พัฒนาแอปพลิเคชันวินิจฉัยโรคในข้าวด้วย AI การพยากรณ์ผลผลิตด้วย AI และ ML เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าร้อยละ 85 (Hydro-Informatics Institute, 2022, pp. 35-47)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในภาคเกษตรกรรมไทยได้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จที่ในหลายพื้นที่ เช่น โครงการนาแปลงใหญ่อัจฉริยะจังหวัดสุพรรณบุรี เป็นความร่วมมือระหว่างเกษตรกร กรมการข้าว และ สวทช. บนพื้นที่กว่า 2,000 ไร่ ที่ติดตั้งระบบ IoT แบบครบวงจร ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 15-20 ขณะที่ต้นทุนลดลงร้อยละ 20-30 (Sustainable Agriculture Association of Thailand, 2024, pp. 43-59) ในจังหวัดเชียงใหม่ บริษัท ฟาร์มเทค จำกัด ได้พัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบ IoT ควบคุมปัจจัยการผลิตทั้งหมด ทำให้สามารถผลิตผักคุณภาพสูงได้ตลอดปีโดยไม่ขึ้นกับสภาพอากาศภายนอก (Sustainable Agriculture Association of Thailand, 2024, pp. 43-59) ส่วน "สวนอัจฉริยะ" ของมูลนิธิชัยพัฒนาที่จังหวัดเพชรบุรี ได้นำ IoT มาจัดการสวนผลไม้ทั้งระบบน้ำ ปุ๋ย และการเฝ้าระวังโรคและแมลง โดยเน้นการใช้พลังงานทดแทนและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ (King's Chaipattana Foundation, 2023 pp. 28-42) นอกจากนี้ยังมีแปลงสาธิตอ้อย

อัจฉริยะในจังหวัดกาญจนบุรีที่ใช้เซ็นเซอร์เครือข่าย 5G ร่วมกับอุปกรณ์ IoT ในการให้น้ำและปุ๋ย ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 15-20 และลดการใช้น้ำได้ร้อยละ 25 ในขณะที่นิคมเกษตรอุตสาหกรรมภาคใต้ได้ใช้เทคโนโลยี IoT จัดการสวนทุเรียนและมังคุดแบบแม่นยำสูง ช่วยควบคุมคุณภาพและเพิ่มสัดส่วนผลไม้มัดส่งออก รวมทั้งสวนทุเรียนในจันทบุรีได้นำโดรนรองรับ 5G และเซ็นเซอร์ IoT มาวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค ช่วยตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชแต่เริ่มแรกของการระบาดด้วยภาพถ่ายความละเอียดสูงที่ประมวลผลด้วย AI ทำให้ลดการใช้จ่ายยาฆ่าแมลงลงร้อยละ 22 และเพิ่มคุณภาพผลไม้อย่างมีนัยสำคัญ (Sustainable Agriculture Association of Thailand, 2024, pp. 43-59)

4. แนวทางการส่งเสริมและพัฒนการใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชของประเทศไทย

การส่งเสริมและพัฒนการใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชไทยจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วน โดยภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบายและมาตรการสนับสนุน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จัดทำแผนแม่บทเกษตรอัจฉริยะ (พ.ศ. 2566-2570) เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี IoT ผ่านมาตรการสนับสนุนทางการเงิน การยกเว้นภาษีนำเข้าอุปกรณ์ และการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการ (Ministry of Agriculture and Cooperatives [MOAC], 2023, pp. 23-41) ขณะที่สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA) ได้จัดสรรงบประมาณกว่า 500 ล้านบาทในปี 2567 เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในพื้นที่เกษตรกรรม ครอบคลุมการขยายเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการติดตั้งสถานีฐาน IoT ในพื้นที่ชนบทด้านการวิจัยและพัฒนา สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ได้สนับสนุนทุนวิจัยแก่สถาบันการศึกษาและเอกชนในการพัฒนาเทคโนโลยี IoT ต้นทุนต่ำที่เหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรไทย โดยมุ่งเน้นการลดการนำเข้าและเพิ่มการพึ่งพาเทคโนโลยีภายในประเทศ

ความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ เป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนการใช้ IoT ในภาคเกษตร โครงการ "เกษตรก้าวไกล ไทยก้าวหน้า" เป็นความร่วมมือระหว่างกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในการพัฒนาพื้นที่นำร่องเกษตรอัจฉริยะใน 10 จังหวัด เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้ร่วมมือกับบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) พัฒนาหลักสูตร "นวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะ" เพื่อสร้างบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้านเกษตรและเทคโนโลยีในระดับนานาชาติ ประเทศไทยได้ร่วมมือกับองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) ในโครงการ "Digital Agriculture for ASEAN" เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านเกษตรอัจฉริยะระหว่างประเทศสมาชิกอาเซียน

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นอีกปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการใช้ IoT กรมส่งเสริมการเกษตรได้จัดทำหลักสูตร "เกษตรกรรุ่นใหม่ (Young Smart Farmer)" มุ่งเสริมสร้างความรู้ด้านเทคโนโลยีการเกษตรให้กับเกษตรกรรุ่นใหม่ผ่านกระบวนการฝึกอบรมและการเยี่ยมชมฟาร์มต้นแบบ โดยในปี 2566 มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการกว่า 5,000 ราย (Department of Agricultural Extension, 2023, pp. 25-37) สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้พัฒนาหลักสูตรด้านเกษตรอัจฉริยะ เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เปิดหลักสูตร "วิศวกรรมเกษตรอัจฉริยะ" ในระดับปริญญาตรีและโท เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในภาคเกษตร นอกจากนี้ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ยังจัดโครงการบ่มเพาะผู้ประกอบการเกษตรเทคโนโลยี (AgTech startup) เพื่อสร้างธุรกิจนวัตกรรมที่ให้บริการด้านเทคโนโลยีเกษตรแก่เกษตรกรไทย (Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives, 2024, pp. 32-48)

รูปแบบธุรกิจและโมเดลการให้บริการที่เหมาะสมมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการใช้ IoT แนวคิด "Farming-as-a-Service" กำลังได้รับความนิยม โดยบริษัท เวลโกรท์ จำกัด เป็นผู้ดำเนินการให้บริการระบบควบคุมการปลูกพืชอัจฉริยะแบบครบวงจร ซึ่งเกษตรกรสามารถเช่าใช้บริการแทนการลงทุนซื้ออุปกรณ์ราคาสูง การรวมกลุ่มเกษตรกรในรูปแบบสหกรณ์เพื่อการแบ่งปันเทคโนโลยีก็เป็นอีกแนวทางที่ประสบความสำเร็จ เช่น สหกรณ์การเกษตรบางน้ำเปรี้ยว จำกัด ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่จัดซื้ออุปกรณ์ IoT สำหรับการตรวจวัดคุณภาพดินและน้ำให้สมาชิกใช้ร่วมกัน ทำให้ต้นทุนต่อรายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Cooperative Promotion Department, 2023, pp. 42-58) แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับเกษตรกรที่พัฒนาโดยบริษัท รีเชิร์ช โซลูชั่น จำกัด ภายใต้ชื่อ "FARMTO" ได้รวบรวมข้อมูลการเกษตรและบริการต่าง ๆ ไว้ในที่เดียว ตั้งแต่การให้คำแนะนำการเพาะปลูก การเฝ้าระวังโรคและแมลง ไปจนถึงการเชื่อมโยงกับตลาดรับซื้อผลผลิต ซึ่งมีเกษตรกรใช้งานกว่า 50,000 รายทั่วประเทศ (Thai Agricultural Technology Entrepreneurs Association, 2024 pp. 62-77)

7. แนวโน้มและทิศทางในอนาคตของเทคโนโลยี IoT สำหรับการเกษตรของประเทศไทย

แนวโน้มและทิศทางในอนาคตของ IoT ในเกษตรกรรมไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเทคโนโลยี 5G จะเป็นตัวเร่งสำคัญที่ทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติพบว่า เครือข่าย 5G จะช่วยรองรับอุปกรณ์ IoT ได้ถึง 1 ล้านอุปกรณ์ต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งจะเอื้อต่อการใช้เซ็นเซอร์ความละเอียดสูงในพื้นที่เกษตรกรรม เทคโนโลยีบล็อกเชนกำลังถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือร่วมกับบริษัท อีสท์ เวสต์ ซีด จำกัด พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ด้วยบล็อกเชนที่เชื่อมโยงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT ในแปลงเพาะปลูกกับข้อมูลการรับรองมาตรฐาน ทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงข้อมูลการผลิตได้อย่างโปร่งใส เทคโนโลยี Digital twin กำลังได้รับความสนใจในการจำลองฟาร์มดิจิทัล โดย NECTEC พัฒนาระบบจำลองฟาร์มผลิตพืชเสมือนจริงที่ใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจได้อย่างแม่นยำก่อนลงมือปฏิบัติจริง

การบูรณาการเทคโนโลยี IoT กับพลังงานทดแทนเป็นอีกแนวโน้มสำคัญสำหรับเกษตรกรรมไทย กระทรวงพลังงานร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินโครงการ "Smart Farm พลังงานสะอาด" ส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการขับเคลื่อนระบบ IoT บนฟาร์มผลิตพืช ซึ่งช่วยลดต้นทุนการใช้พลังงานและเพิ่มความยั่งยืนในระยะยาว (Ministry of Energy, 2023 pp. 45-62) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ขั้นสูงโดยเฉพาะ Generative AI และ Computer vision กำลังถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคพืชและแมลงศัตรูพืชได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น บริษัท แอดวานซ์ อินโฟ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พัฒนาแอปพลิเคชัน AI ที่สามารถระบุโรคพืชและแมลงศัตรูพืชได้มากกว่า 500 ชนิด ด้วยความแม่นยำสูงถึง 95% หุ่นยนต์ทางการเกษตรและโดรนอัตโนมัติจะมีบทบาทมากขึ้นในการแก้ปัญหาแรงงานภาคเกษตรที่ลดลง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีร่วมกับบริษัท มิตรผล จำกัด พัฒนาหุ่นยนต์ตรวจสอบและเก็บเกี่ยวอ้อยอัตโนมัติที่ใช้ AI ในการประเมินความสุกและตัดสินใจเก็บเกี่ยว

โอกาสในการขยายตลาดและการส่งออกเทคโนโลยี IoT ทางเกษตรของไทยมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง รายงานจากสถาบันอนาคตไทยศึกษาคาดการณ์ว่า ตลาดเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะในอาเซียนจะมีมูลค่าถึง 2 แสนล้านบาทภายในปี 2573 ซึ่งไทยมีศักยภาพในการเป็นผู้นำในภูมิภาคด้วยความเข้มแข็งทั้งในภาคการเกษตรและเทคโนโลยีดิจิทัล (Future Thailand Institute, 2023 pp. 102-118) การพัฒนามาตรฐานและการรับรองผลิตภัณฑ์เกษตรอัจฉริยะจะช่วยยกระดับความน่าเชื่อถือของสินค้าเกษตรไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) อยู่ระหว่างการพัฒนามาตรฐาน "Smart Agricultural Products" ซึ่งรับรองกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยี IoT ในการควบคุมคุณภาพตลอดห่วงโซ่การผลิต การเชื่อมโยงกับตลาดสีเขียวและความยั่งยืนเป็นทิศทางสำคัญ ผลการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดลพบว่า ผู้บริโภคในเมืองใหญ่ยินดีจ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 15-25 สำหรับผลิตภัณฑ์เกษตรที่ใช้เทคโนโลยี IoT ในการควบคุมการใช้สารเคมีและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

วิสัยทัศน์ของเกษตรอัจฉริยะในอนาคตสำหรับประเทศไทยมุ่งเน้นการสร้างระบบนิเวศที่ยั่งยืนและครบวงจร แผนยุทธศาสตร์ "เกษตรไทย 2030" ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ตั้งเป้าให้เกษตรกรไทยอย่างน้อยร้อยละ 25 เข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี IoT ภายในปี 2573 พร้อมทั้งพัฒนาแพลตฟอร์มการเกษตรแห่งชาติที่บูรณาการข้อมูลและบริการต่าง ๆ ไว้ในที่เดียว (MOAC, 2024, pp. 67-89) การพัฒนา "หมู่บ้านเกษตรอัจฉริยะ" ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยี IoT ในการผลิตอาหารปลอดภัยและรักษาสิ่งแวดล้อม กำลังได้รับการผลักดันภายใต้แนวคิด Bio-Circular-Green (BCG) economy model (โมเดลเศรษฐกิจ BCG) ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและสร้างความมั่นคงทางอาหารในระยะยาวของระบบการเกษตรในอนาคตของไทยจะเน้นการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน ตั้งแต่เกษตรกร นักวิจัย ผู้ผลิต ปัจจัยการผลิต ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ไปจนถึงผู้บริโภค เพื่อสร้างระบบอาหารที่มีประสิทธิภาพ ยั่งยืน และตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างรวดเร็ว (Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council, 2024, pp. 83-95)

8. สรุปและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรผลิต (IoT) สำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทยแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างมีนัยสำคัญในการปฏิรูปภาคเกษตรกรรมไทยสู่ยุคดิจิทัล โดยกรณีศึกษาความสำเร็จในประเทศชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี IoT สามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึงร้อยละ 15-25 ลดต้นทุนการผลิตลงร้อยละ 20-30 และช่วยให้การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การแพร่กระจายของเทคโนโลยียังจำกัดอยู่ในฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มเชิงพาณิชย์ ขณะที่เกษตรกรรายย่อย ซึ่งเป็นประชากรหลักของภาคเกษตรไทย ยังประสบกับอุปสรรคในการเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งมีความท้าทายที่สำคัญ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในพื้นที่ชนบท ต้นทุนเริ่มต้นในการติดตั้งระบบที่สูง และการขาดความรู้และทักษะด้านดิจิทัลของเกษตรกร โดยปัจจัยแห่งความสำเร็จในการขับเคลื่อนเกษตรอัจฉริยะของไทย ประกอบด้วย

1. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรม ควรมีระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะที่เข้าถึงทุกพื้นที่เกษตร ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรสามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างเต็มที่ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเข้าถึงข้อมูลได้แบบเรียลไทม์
2. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของไทย ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ต้องสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ พื้นที่เพาะปลูก และความสามารถของเกษตรกรไทย ไม่ใช่เพียงการนำเทคโนโลยีต่างชาติมาใช้โดยตรง แต่ต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศ
3. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เกษตรกรต้องได้รับการอบรม เพิ่มทักษะในการใช้เทคโนโลยี รวมถึงเสริมความเข้าใจด้านข้อมูลและการวิเคราะห์ เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมืออัจฉริยะได้จริง
4. การสร้างรูปแบบธุรกิจที่เอื้อให้เกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ เนื่องจากเกษตรกรรายย่อยมักมีข้อจำกัดด้านเงินทุน การออกแบบโมเดลธุรกิจ เช่น การเช่าใช้เทคโนโลยี การรวมกลุ่มเพื่อใช้เทคโนโลยีร่วมกัน หรือการสนับสนุนทางการเงิน จึงมีความสำคัญมาก
5. การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และองค์กรท้องถิ่น ความร่วมมือแบบบูรณาการระหว่างหลายภาคส่วนจะช่วยขับเคลื่อนนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะอย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่การวางแผน นำเทคโนโลยีลงพื้นที่ ไปจนถึงการพัฒนาตลาดและระบบสนับสนุนต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนาการประยุกต์ใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชของไทยให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ได้แก่:

1. การบูรณาการนโยบายด้านการเกษตร เทคโนโลยีดิจิทัล และการพัฒนาชนบทเข้าด้วยกัน เพื่อให้การส่งเสริมเกษตรอัจฉริยะเป็นไปอย่างมีเอกภาพ การประสานนโยบายอย่างเป็นระบบจะทำให้การส่งเสริมเกษตรอัจฉริยะมีทิศทางชัดเจน ลดความซ้ำซ้อนและสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ฟาร์มอัจฉริยะได้อย่างรวดเร็ว
2. การจัดตั้งกองทุนเฉพาะเพื่อสนับสนุนการลงทุนในเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรายย่อยและวิสาหกิจชุมชน โดยการจัดตั้งกองทุนเฉพาะเพื่อสนับสนุนการลงทุนในเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ การมีแหล่งเงินทุนเฉพาะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยและวิสาหกิจชุมชนเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่ายขึ้น ลดอุปสรรคด้านต้นทุนเริ่มต้น และเร่งการกระจายเทคโนโลยีไปในวงกว้าง
3. การพัฒนาศูนย์เรียนรู้เกษตรอัจฉริยะในทุกภูมิภาค เพื่อใช้เป็นแหล่งสาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี ศูนย์เรียนรู้จะทำหน้าที่เป็นแหล่งถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติจริง ช่วยลดความกลัวเทคโนโลยีและเสริมสร้างความมั่นใจให้เกษตรกรในการนำ IoT มาใช้
4. การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี IoT ต้นทุนต่ำที่เหมาะสมกับบริบทของไทย สำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีที่พัฒนาเองภายในประเทศจะช่วยลดต้นทุนการนำไปใช้ลดลงและเทคโนโลยีนั้นสามารถตอบโจทย์บริบทเฉพาะของเกษตรกรไทยได้อย่างแท้จริง
5. การส่งเสริมรูปแบบธุรกิจแบบ Farming-as-a-service เพื่อลดภาระการลงทุนเริ่มต้นของเกษตรกร บริการเกษตรแบบจ่ายตามการใช้งานช่วยให้เกษตรกรไม่ต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์เอง ลดภาระทางการเงิน และสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง

ทิศทางการวิจัยในอนาคต ควรมุ่งเน้นไปที่

1. การพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจเฉพาะพืชเศรษฐกิจของไทย โดยภาครัฐควรสนับสนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Support Models) ที่เหมาะสมเฉพาะสำหรับพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย เช่น ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และผลไม้มูลค่าสูง โดยรวบรวมข้อมูลเฉพาะถิ่นเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ ดิน และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่แม่นยำและตรงกับบริบทของเกษตรกรไทย

2. การบูรณาการ IoT กับเทคโนโลยีอื่น ๆ เข้ากับปัญญาประดิษฐ์ (AI) และบล็อกเชน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT เข้ากับแพลตฟอร์ม AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและคาดการณ์แนวโน้มการผลิต รวมถึงใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการสร้างความโปร่งใสตลอดห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะช่วยยกระดับความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์เกษตรไทยในตลาดโลก

3. การศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ควรมีการวิจัยเชิงประจักษ์เกี่ยวกับผลกระทบของการนำเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะมาใช้อย่างกว้างขวาง ในด้านเศรษฐกิจ ในมิติของต้นทุนและผลตอบแทนความคุ้มค่าในการลงทุน และด้านสังคม ในมิติของการจ้างงาน ทักษะแรงงาน การกระจายรายได้ เพื่อให้มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายที่ครอบคลุมทุกมิติ

4. การพัฒนาระบบนิเวศนวัตกรรมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเกษตรกรอัจฉริยะอย่างยั่งยืน โดยภาครัฐควรส่งเสริมการสร้างระบบนิเวศนวัตกรรมที่ครบวงจร ตั้งแต่การวิจัยและพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเข้าถึงแหล่งเงินทุน และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ รวมถึงการสร้างร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน สถาบันการศึกษา และเกษตรกร เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตามความร่วมมือจากทุกภาคส่วนและการกำหนดนโยบายที่เหมาะสม เทคโนโลยี IoT จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรไทยในเวทีโลก และช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทยในระยะยาวอย่างมั่นคง

เอกสารอ้างอิง

- Bacco, M., Barsocchi, P., Ferro, E., Gotta, A., & Ruggeri, M. (2019). The digitisation of agriculture: A survey of research activities on smart farming. *Array*, 3-4, 1-13.
- Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives. (2024). *Agricultural technology entrepreneur incubation project*. BAAC. (in Thai)
- Cooperative Promotion Department. (2023). *Application of IoT technology in agricultural cooperatives*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Department of Agricultural Extension. (2023). *Young smart farmer project*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. *IEEE Internet of things Journal*, 5(5), 3758-3773.
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT technology in agriculture: A systematic literature review. *Electronics*, 9(2), 1-41.
- Future Thailand Institute. (2023). *Report on smart agricultural technology market in ASEAN*. Author. (in Thai)
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2022). *G-AGRO application for farmers*. GISTDA. (in Thai)
- Hydro-Informatics Institute. (2022). *Rice yield forecasting model in Chao Phraya River basin*. HII. (in Thai)
- Jawad, H. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2017). Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review. *Sensors*, 17(8), 1-45.
- Khanna, A., & Kaur, S. (2019). Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 218-231.

- Khon Kaen University. (2023). *Invitation to training on 'Closed-type vertical smart farm for growing strawberries'*. <https://www.en.kku.ac.th/web/ae/2024/07/05/1924/>.
- King's Chaipattana Foundation. (2023). *Smart garden project*. Author. (in Thai)
- Mahdavinejad, M. S., Rezvan, M., Barekatain, M., Adibi, P., Barnaghi, P., & Sheth, A. P. (2018). Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. *Digital Communications and Networks*, 4(3), 161-175.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2023). *Smart agriculture master plan (2023-2027)*. Author. (in Thai)
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2024). *Strategy plan "Thai Agriculture 2030"*. Author. (in Thai)
- Ministry of Commerce. (2024). *Statistical report on agricultural export of Thailand*. Author. (in Thai)
- Ministry of Digital Economy and Society. (2024). *Digital development plan for economy and society of Thailand*. Author. (in Thai)
- Ministry of Energy. (2023). *Smart farm clean energy project*. Author. (in Thai)
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., & Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 467-474.
- Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council. (2024). *BCG economy model and agricultural sector development*. NXPO. (in Thai)
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, 10(2), 1-21.
- Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. *Remote Sensing*, 12(19), 1-31.
- Smart Farming Technology Center. (2022). *Performance report of smart irrigation system for cassava*. Agricultural Technology and Innovation Center. (in Thai)
- Sustainable Agriculture Association of Thailand. (2024). Case study of smart greenhouse for hydroponic vegetable cultivation. (in Thai)
- Talavera, J. M., Tobón, L. E., Gómez, J. A., Culman, M. A., Aranda, J. M., Parra, D. T., Quiroz, L. A., Hoyos, A., & Garreta, L. E. (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 283-297.
- Thai Agricultural Technology Entrepreneurs Association. (2024). Report on FARMTO platform usage. (in Thai)
- Thailand Development Research Institute. (2024). *Report on agricultural labor situation in Thailand*. TDRI. (in Thai)
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31-48.
- Vila-Aiub, M. M., Han, H., Yu, Q., García, F., & Powles, S. B. (2021). Contrasting plant ecological benefits endowed by naturally occurring EPSPS resistance mutations under glyphosate selection. *Evolutionary Applications*, 14(6), 1635-1645.
- Villa-Henriksen, A., Edwards, G. T., Pesonen, L. A., Green, O., & Sørensen, C. A. G. (2020). Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential. *Biosystems Engineering*, 191, 60-84.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”