

การเป็นผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ
เพื่อการจัดการ ดิน น้ำ และพืช ในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน
Entrepreneurship Modern Agricultural Using Precision Agriculture Technology
to Manage Soil, Water, and Plants in Agricultural Areas of Farmers
in Land Reform Areas.

ชเนตตี พุ่มพุกษ์^{1*} และ ณัฐกานต์ สุวรรณธารา²
(Chanattee Poompruk^{1*} and Nattakan Suwanthara²)

¹ อาจารย์คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ กรุงเทพมหานคร

¹Lecturer, Faculty of Business Administration, Bangkok Suvarnabhumi University, Bangkok, Thailand

² รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ กรุงเทพมหานคร

²Vice President for Academic Affairs, Bangkok Suvarnabhumi University University,
Bangkok, Thailand

*Corresponding author: E-mail: Chanattee.m@gmail.com

Article history:

Received 21 September 2024

Revised 1 July 2025

Accepted 3 July 2025

SIMILARITY INDEX = 6.73 %

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเป็นผู้ประกอบการเกษตรกรรมสมัยใหม่นำเทคโนโลยีสารสนเทศเกษตรแม่นยำมาช่วยเกษตรกรในการเพาะปลูกพืชและการจัดการเกษตรในอนาคตและเพื่อเพิ่มศักยภาพในการจัดการ ดิน น้ำ และพืช ในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน เนื่องด้วยการเกษตรกรรมของไทยมีการเปลี่ยนแปลงในหลายด้านที่ทำให้เกษตรกรต้องมีการปรับตัวให้ทันและสอดคล้องกับปัจจุบัน และเพื่อการดำรงชีพ รวมถึงความมั่นคงในอาชีพ และการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากสภาพแวดล้อม ที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ ก่อให้เกิดอุปสรรคในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม การใช้เทคโนโลยีและข้อมูลสารสนเทศเกษตรแม่นยำจึงมีส่วนสำคัญที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้เกษตรกรได้แนวทางในการใช้เทคโนโลยีและมีความรู้ในการเกษตรสมัยใหม่และพัฒนาในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีการเกษตรมีความความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดดังกล่าวการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเกษตรแม่นยำจึงมีความจำเป็นที่ต้องนำมาประยุกต์และปรับใช้วิธีการในการเกษตรกรรม เพื่อให้การเกษตรและเกษตรกรของไทยอยู่ได้ สามารถใช้เทคโนโลยีที่มีรูปแบบการเกษตรสมัยใหม่ส่งเสริมให้การเพาะปลูกเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ ง่าย คุ่มค่า และลดข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมา รวมถึงความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรของไทยต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่ เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เขตปฏิรูปที่ดิน

Abstract

This article aims to develop modern farmer entrepreneurs, use information technology in precision agriculture to help farmers in planting crops and managing agriculture in the future and to increase the potential for managing soil, water and plants in farmers' agricultural areas. in the land reform area Because Thai agriculture has changed in many aspects, farmers must adapt to keep up and be consistent with the present. and for livelihood. Including career stability And such changes are caused by the environment. There are various limitations that create obstacles in engaging in agricultural work. The use of technology and information in precision agriculture therefore plays an important role in helping to support and encourage farmers to have guidelines for using technology and to have knowledge in modern agriculture developed in the digital age where agricultural technology has progressed. However, with such limitations, the use of precision agricultural information technology is necessary to apply and adapt the methods of agriculture. so that Thai agriculture and farmers can live It can use technology with modern agricultural forms to promote cultivation as something that can be done easily, cost-effectively, and reduces the limitations in the aforementioned areas, including the stability of Thai farmers' careers in the future.

Keywords: Entrepreneur of modern agriculture, Precision agriculture technology,
Land reform area

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่เข้าสู่วัยชราและขาดแคลนแรงงานที่อายุน้อย แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานผู้สูงอายุทำให้เป็นอุปสรรคของการประกอบอาชีพ นอกจากนี้ เกษตรกรรมของไทยยังมีปัญหาซ้ำซากอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง และมีความไม่แน่นอนสูง ยากต่อการคาดการณ์ จากปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน (Global warming) อันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีความเกี่ยวเนื่องโดยตรง กับภาวะโลกร้อน และภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ภาวะโลกร้อน ทำให้โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นเรื่อยๆ และ ทำให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางวิกฤติ เช่น การละลายของธารน้ำแข็งในบริเวณขั้วโลก ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป ปริมาณน้ำฝนไม่แน่นอน การเกิดอุทกภัย พายุที่รุนแรง อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น และความแห้งแล้งที่ยาวนานและมีความรุนแรง (รัตนาลักษณ์วรกุล ภาณุมาศ ลาตปลา อลงกต แก้วรุ่งโรจน์ ปราโมทย์ ชิตทรงสวัสดิ์ และกฤติกา แก้วพลสุศรี, 2555) และนอกจากนั้น การจัดการเศรษฐกิจเกษตร การตลาดเกษตร ของเกษตรกรไทยที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจโลกมากขึ้นรวมถึงเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน ที่ทำให้เกษตรกรได้รับผลกระทบและต้องปรับตัวให้รับมือเท่าทันกับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางการเกษตรและเทคโนโลยี เป็นอันมากไม่ว่า จะเป็น ดิน น้ำ และพืช ซึ่งปัญหาเกษตรกรรมเป็น ปัญหาด้านดิน และน้ำ สภาพที่ไม่อำนวยต่อการพัฒนา ที่ต้องหาหนทางแก้ไข (กรมพัฒนาที่ดิน, 2561) เช่น การบำรุงดิน การปรับพื้นที่ การปลูกพืชกันน้ำชะล้าง แล้วดำเนินการพัฒนาตามหลักของวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ เช่น กระบวนการทางเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2561) อย่างไรก็ตามในการแก้ไขหากใช้งบประมาณมากเกินไปไม่คุ้มค่าควรหาทางอื่นที่ดีกว่า เช่น เปลี่ยนพื้นที่ หรือ วิธีการใช้น้ำ แนวทางการปลูกพืชให้เหมาะกับที่ดิน หรือ ใช้การปลูกพืชแบบสมัยใหม่ ที่มีเทคนิคการใช้น้ำน้อยจึงเป็นทางออกที่ดีกว่า หรือการใช้เทคนิคในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน รวมทั้งการปลูกแบบใช้น้ำหยดควบคุมด้วยเทคโนโลยี ลดการให้น้ำเกินความจำเป็น โดยมีการนำเกษตรแนวใหม่มาใช้ให้มากขึ้นที่ต้องอาศัยความรู้ด้านเทคโนโลยีการเกษตร เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในภาคเกษตรกรรม การทำเกษตรแม่นยำช่วยให้เกษตรกรสามารถทำอะไรได้มากขึ้น กระบวนการทำการเกษตรมีประสิทธิภาพ ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร องค์การมหาชน (สวก), ม.ป.ป.)

ทั้งนี้ การเป็นผู้ประกอบการในภาคเกษตรนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ Modern Agricultural Entrepreneurship หมายถึงกระบวนการที่ผู้ประกอบการในภาคเกษตรนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การบริหารจัดการ และการเข้าถึงตลาดอย่างยั่งยืน โดยผู้ประกอบการจะต้องมีทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการตัดสินใจลงทุน และความรู้ด้านเทคโนโลยี เช่น IoT, AI และ Big Data (FAO, 2021) โดย รูปแบบธุรกิจ (Business Model) ของผู้ประกอบการเกษตรยุคใหม่ (Zhao, Y., & Wang, W., 2020) ได้แก่ Smart Farming-as-a-Service (SFaaS) ซึ่งให้บริการตรวจวัด วิเคราะห์ และแนะนำการจัดการฟาร์มผ่านระบบดิจิทัล และ Direct-to-Consumer (D2C) ถือเป็นการจัดจำหน่ายผลผลิตผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ โดยไม่ผ่านคนกลาง ทำให้แนวคิดเรื่อง “เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming)” ที่ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ยังเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดการข้อมูลแบบเรียลไทม์ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติ การเฝ้าระวังศัตรูพืช หรือการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศแบบท้องถิ่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดต้นทุนแรงงาน และตอบสนองต่อข้อจำกัดของพื้นที่ปฏิรูปที่ดินที่มีทรัพยากรจำกัด (Amiri-Zarandi et al., 2022)

จากผลกระทบของการระบาดใหญ่ของโควิด-19 ที่ผ่านมา ประเทศไทยได้พบกับกระแส “แรงงานคืนถิ่น” ที่ส่วนใหญ่มาจากคนรุ่นใหม่ ซึ่งถือเป็นโอกาสสำคัญในการส่งเสริมให้แรงงานกลุ่มนี้หันมาเป็น “ผู้ประกอบการเกษตรรุ่นใหม่ (Agripreneur)” ที่พร้อมเปิดรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมสมัยใหม่ในการพัฒนาการเกษตรของท้องถิ่นให้เกิดความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น (พิฑูร ชมสุข และคณะ, 2565)

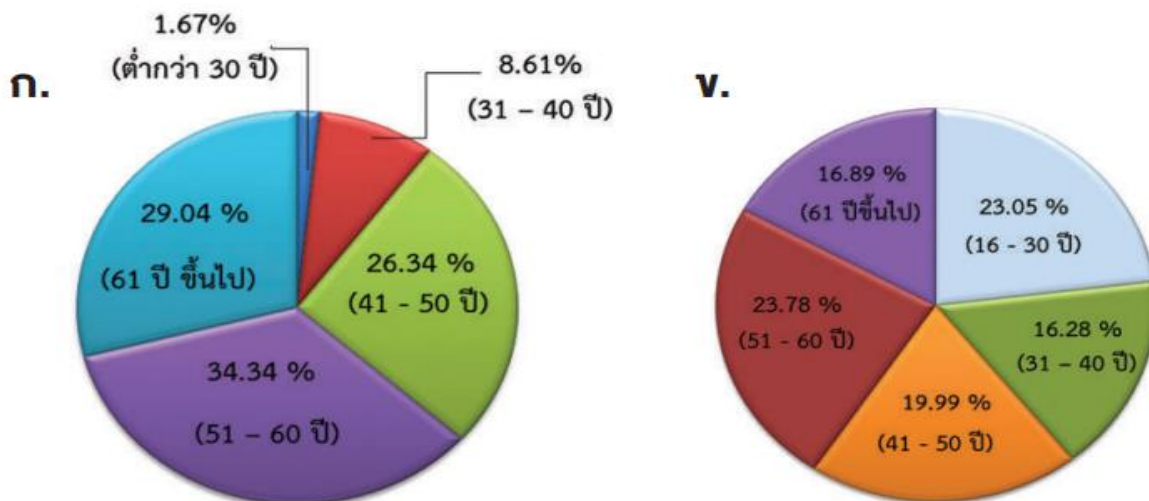
อย่างไรก็ดี การส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงและใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการสนับสนุนจากภาครัฐ ทั้งในด้านนโยบาย งบประมาณ และการฝึกอบรม เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้เครื่องมือดิจิทัลและการบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และสร้างความมั่นคงในอาชีพได้ในระยะยาว โดยเฉพาะในพื้นที่การเกษตรที่อยู่ในเขตปฏิรูปที่ดินซึ่งมักมีข้อจำกัดเรื่องทรัพยากรและงบประมาณ (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, ม.ป.ป.) กล่าวโดยสรุป การเกษตรสมัยใหม่และการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เป็นทางรอดของภาคเกษตรไทยในศตวรรษที่ 21 ที่ไม่เพียงแต่ตอบโจทย์ด้านผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรเท่านั้น แต่ยังช่วยส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนในระยะยาวของประเทศ

2. การเป็นผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่ด้วยการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

การเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำนั้นกำลังมีความจำเป็นต่อการขับเคลื่อนการเกษตรสมัยใหม่ในประเทศไทย เพราะทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึง ข้อมูลข่าวสาร ข้อมูลเศรษฐกิจการตลาด สารสนเทศเกี่ยวกับเกษตร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืช ข้อมูลการจัดลำดับของการปลูก การตัดเก็บผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาดและฤดูกาลของไทย ข้อมูลการขนส่งสินค้า (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ม.ป.ป.) การจัดเก็บผลผลิตที่ต้องใช้เทคนิคละเอียดอ่อนเพื่อให้ ผลผลิตสามารถไปถึงตลาดทันเวลา และลดการสูญเสียทรัพยากร จึงต้องปรับตัวและใช้ข้อมูลเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อการทำเกษตรกรรมด้วย รูปแบบการการเกษตรสมัยใหม่ที่สามารถเป็นไปได้ในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดินเพื่อยกระดับการทำเกษตรได้ง่ายขึ้น และเพื่อช่วยให้เกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดินเข้าใจ และเข้าถึงเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำ (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, ม.ป.ป.) เนื่องจากเกษตรกรของไทย โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรในเขตปฏิรูปที่ดินซึ่งที่ดินส่วนใหญ่ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและสภาพพื้นที่ไม่เอื้อต่อการทำเกษตรมากนัก ทำให้ต้องใช้ความสามารถในการปรับตัวอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ปัจจุบันมากขึ้น (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, ม.ป.ป.) อีกทั้งต้องประสบกับความไม่แน่นอนของสภาพดิน ฟ้า อากาศ นอกจากนี้แรงงานภาคเกษตรมีการเคลื่อนย้ายจากสถานการณ์โรคระบาด โควิด-19 และ การขาดแคลนแรงงานภาคเกษตรกรรมมากขึ้น เพราะอายุของเกษตรกรที่ทำเกษตรนั้นเริ่มเข้าสู่วัยชราประกอบกับ จำนวนประชากรเกิดน้อยลง วัยแรงงานภาคเกษตรจึงลดลงตามไปด้วย ในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดินก็เช่นกัน

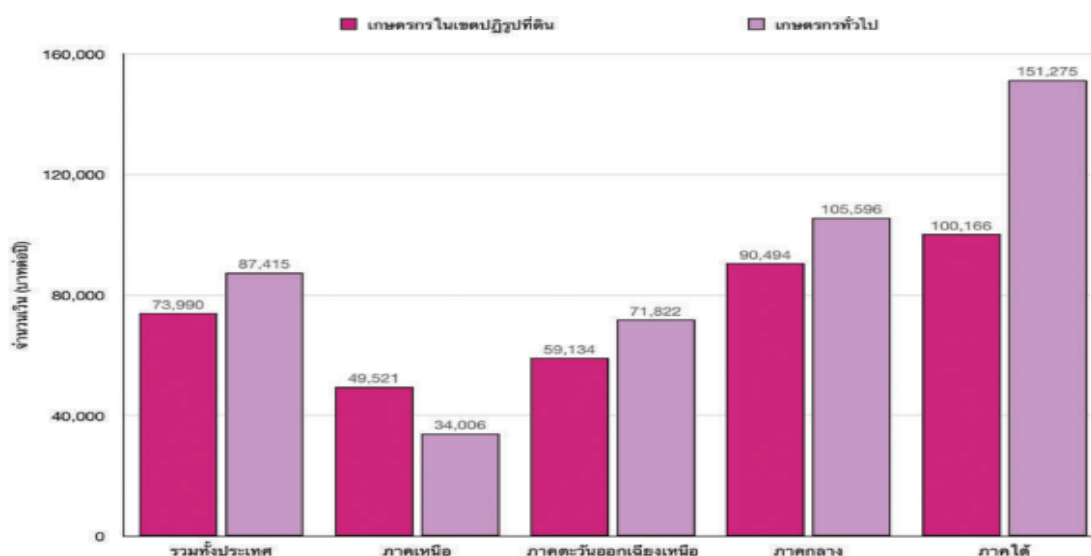
นอกจากนี้ การขาดแคลนแรงงานภาคเกษตรจะพบว่ามีความแรงงานภาคเกษตรมีแนวโน้มลดลง (กลุ่มติดตามและประเมินผล, 2563) ปัญหาภาวะสูงวัยของประชากรส่งผลต่อการพัฒนาภาคการเกษตรการเข้าสู่สังคมสูงวัยเป็นจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรมีผลต่อคุณภาพแรงงานและประสิทธิภาพการผลิต เนื่องจากภาคเกษตรเป็นภาคการผลิตที่ใช้แรงงานเข้มข้นสูง (high labor intensive) (โสภณรัตน์ จันทรัตน์, วิษณุ อรรถวานิช และ บุญธิดา เสี่ยงมเนตร, 2561) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอายุของเกษตรกรต่อประสิทธิภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจ อายุที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง (วิรุณ วัชรวิจิตร นิโรจน์ สันณรงค์ เกศสุตา สิทธิสันต์กุล และ กฤตวิทย์ อัจฉริยะพาณิชย์กุล, 2562) แรงงานรุ่นใหม่จะมีแนวโน้มเข้าสู่ภาคเกษตรน้อยลง ประกอบกับอายุของแรงงานเกษตรมากขึ้น (กรวิทย์ ต้นศรี, ม.ป.ป.) พบว่าในปัจจุบันครัวเรือนที่มีแรงงานอายุน้อยมีสัดส่วนลดลงมาก การเข้าสู่ภาวะสูงวัยของประชากรส่งผลต่อการพัฒนาในทุก

ด้านของเศรษฐกิจไทยโดยเฉพาะในภาคการเกษตร (กลุ่มติดตามและประเมินผล, 2563) ในภาคเหนือมีอายุเฉลี่ยสูงสุดคือ 55 ปี รองลงมาคือ ภาคกลาง อายุเฉลี่ย 54 ปี เมื่อเทียบสัดส่วนช่วงอายุเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างพบว่า เกษตรกรมากกว่า ร้อยละ 60 มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 34.34 อยู่ในช่วงอายุ 51 – 60 ปีและร้อยละ 29.04 อยู่ในช่วงอายุ 61 ปี ขึ้นไป และร้อยละ 26.34 อยู่ในช่วงอายุ 41 – 50 ปี (ก) แรงงานด้านการเกษตรในครัวเรือน พบว่า ครัวเรือนของเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 68.59 มีแรงงานด้านการเกษตรระหว่าง 1 – 2 รายต่อครัวเรือน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนแรงงาน ด้านการเกษตร จำนวน 2 รายต่อครัวเรือน แรงงานเกษตรส่วนใหญ่ร้อยละ 23.78 มีอายุในช่วง 51 – 60 ปี รองลงมา ได้แก่ แรงงานในช่วงอายุ 16 – 30 ปีและ 41 – 50 ปี(ร้อยละ 23.05 และ 19.00 (ภาพที่ 1) ตามลำดับ



แผนภาพที่ 1 (ก) ร้อยละเกษตรกรแบ่งตามช่วงอายุ (ข) ร้อยละแรงงานเกษตรกรแบ่งตามช่วงอายุ
ที่มา : กลุ่มติดตามและประเมินผล, 2563

ครัวเรือนเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดินมีรายได้สุทธิครัวเรือนต่ำกว่า ประมาณ 13,425 บาทต่อปี (กลุ่มติดตามและประเมินผล, 2563)



แผนภาพที่ 2 รายได้สุทธิครัวเรือนเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดินเทียบกับรายได้สุทธิครัวเรือนเกษตรกรทั้งประเทศ

ที่มา : กลุ่มติดตามและประเมินผล, 2563

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายด้านทรัพยากร แรงงาน และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ส่งผลให้ภาคเกษตรต้องเร่งปรับตัวเพื่อความมั่นคงทางอาหารและการพัฒนาที่ยั่งยืน การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สอดคล้องกับ “ยุทธศาสตร์การเกษตรและสหกรณ์ 20 ปี (พ.ศ. 2560–2579)” ที่เน้นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นกลไกหลักในการยกระดับศักยภาพเกษตรกร โดยมีเป้าหมายในการสร้างความเข้มแข็งของเกษตรกร พัฒนาระบบบริหารจัดการสินค้าเกษตรตลอดห่วงโซ่อุปทาน และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตร (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) ทั้งนี้ การเกษตรสมัยใหม่โดยเฉพาะในเขตปฏิรูปที่ดินจึงควรมุ่งเน้นการใช้ “เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture)” ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลและระบบอัจฉริยะมาช่วยในการจัดการปัจจัยการผลิต เช่น ดิน น้ำ และสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสม โดยอาศัยเครื่องมือ เช่น ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นและสารอาหารในดิน เพื่อสร้างแผนที่คุณสมบัติดินที่สามารถใช้ประกอบการวางแผนการปลูกพืชในแต่ละพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ (DeLay, Thompson & Mintert 2020) ผนวกพิจารณากับมิติด้านการลงทุนใน Precision Agriculture ประกอบด้วย เซนเซอร์ตรวจวัดดินและน้ำ ช่วยลดการใช้ทรัพยากรโดยไม่จำเป็น (Zhang & Wang, 2020) ดังตารางข้อมูลที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทน (ROI) ของการลงทุนใน Precision Agriculture

รายการลงทุน	ต้นทุน (บาท/ไร่/ปี)	ผลตอบแทน	ROI
เซนเซอร์ IoT	2,500	เพิ่มผลผลิต 20%	160% ใน 2 ปี
แอปวิเคราะห์ข้อมูล	1,000	ลดต้นทุนปุ๋ย 15%	130% ใน 1 ปี

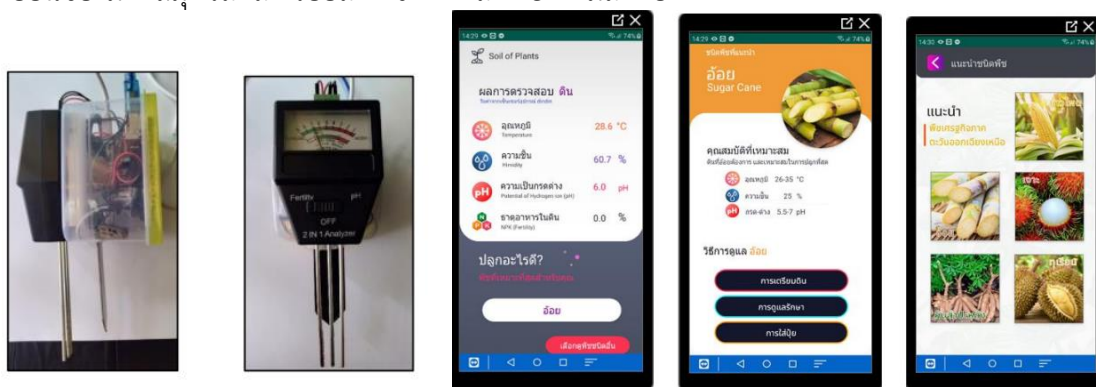
จากตารางข้อมูลที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทน (ROI) ของการลงทุนใน Precision Agriculture การนำเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการผลิตทางการเกษตร ได้กลายเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และยกระดับผลตอบแทนในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่ทรัพยากรธรรมชาติมีจำกัด และต้นทุนการผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง หนึ่งในตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือการลงทุนในระบบเซนเซอร์ IoT สำหรับตรวจวัดค่าความชื้นของดินและระดับน้ำ ซึ่งมีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2,500 บาทต่อไร่ต่อปี เทคโนโลยีนี้สามารถแจ้งเตือนเกษตรกรให้รดน้ำเฉพาะเวลาที่จำเป็น และสามารถกำหนดปริมาณการให้ปุ๋ยหรือการจัดการดินได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 20% ภายในเวลาเพียง 1 ปีแรก และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) อยู่ที่ 160% ภายใน 2 ปี ซึ่งถือว่าสูงกว่าการลงทุนแบบดั้งเดิม

อีกหนึ่งกรณีที่น่าสนใจ คือการใช้แอปพลิเคชันวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับสภาพดิน ซึ่งมีต้นทุนประมาณ 1,000 บาทต่อไร่ต่อปี เทคโนโลยีนี้สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยลงได้ถึง 15% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต และยังช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านวัตถุดิบ รวมถึงลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากปริมาณไนโตรเจนส่วนเกินในดิน ส่งผลให้คืนทุนได้เร็วเพียง 1 ปี และมี ROI สูงถึง 130%

การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทนในรูปแบบนี้สะท้อนให้เห็นว่า การลงทุนในเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ แม้อาจมีต้นทุนเริ่มต้นที่สูงกว่าระบบดั้งเดิม แต่สามารถสร้างความคุ้มค่าในระยะยาว ทั้งในด้านผลผลิต รายได้ และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวโน้มของการทำเกษตรอย่างยั่งยืน (Sustainable Agriculture)

3. เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อการจัดการดินสำหรับผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่

ในปัจจุบันการใช้เครื่องมือทดสอบดินในการทำเกษตรในแปลงที่ดินเพื่อสร้างความเหมาะสมกับพืชที่ปลูกอยู่ในปัจจุบัน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ดินเพาะปลูกในพื้นที่แปลงเกษตรกร การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในการจัดการดินนี้ ใช้ประโยชน์ในที่ดินให้เหมาะสมกับพืช ที่ให้จะให้ผลผลิตที่ดีขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดการดินในพื้นที่การเกษตร ใช้เป็นแนวทางในการจัดการดิน ในเขตปฏิรูปที่ดินใช้เป็นแนวทาง และใช้ประโยชน์ในที่ดินให้เหมาะสมกับพืช ที่ให้จะให้ผลผลิตที่ดีขึ้น พัฒนาจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินและการปลูกพืชในเขตปฏิรูปที่ดินได้ ช่วยลดปัญหาการใช้ที่ดินและดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน (2564) ได้จัดทำนโยบายแอปพลิเคชันที่ชื่อว่า “LDD Soil Guide” และ “กตดูรู้ดิน” จะให้ข้อมูล เช่น กลุ่มชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน แนวทางการจัดการดิน ปัญหาของดิน และพืชที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก เมื่อมีการใช้งาน ระบบจะแสดงแผนที่ดิน สามารถกำหนดตำแหน่งปัจจุบันที่ใช้งาน หรือเลื่อนไปตำแหน่งที่สนใจ เพื่อดูข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังสามารถเลือกเปลี่ยนเป็นภาพแผนที่จากดาวเทียมได้อีกด้วย และการใส่ปุ๋ยควรให้ในปริมาณที่สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2561) การใช้เทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยที่แม่นยำโดยใช้แอปพลิเคชัน All-rice และการใส่ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกรที่มีต่อลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของข้าวในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีการคำนึงถึงความต้องการธาตุอาหารของข้าวและธาตุอาหารที่มีในดินเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการปุ๋ยที่ช่วยเพิ่ม (อุไรวรรณ ไอลสุวรรณ, วิไลวรรณ สิริโรจนพุมิ และ จิระศักดิ์ ชอบแต่ง, 2564) ประสิทธิภาพการปลูกข้าว นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของ All-rice1 ทำให้ตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ค่าดัชนีการทำให้เกิดฝนกรด และค่าดัชนีการปนเปื้อนของมหาสมุทรลดลง ร้อยละ 20 27 และ 25 ตามลำดับ



แผนภาพที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบดิน (a) และ พัฒนาแอปพลิเคชันรายงานผลการตรวจสอบดิน
ที่มา: กนิษฐา อินธิจิต ณิชนันท์ ห่วงทิม และ อาทิตยา พิมพ์รัตน์ (2564)

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ตรวจสอบดิน และ พัฒนาแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลพืชที่เหมาะสมกับดิน เป็นระบบช่วยตัดสินใจในการปลูกพืชทางการเกษตร สำหรับผู้ประกอบการภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ใช้อุปกรณ์ ได้แก่ 1) อุปกรณ์สามารถตรวจสอบดินและส่งค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่า pH และค่า ความสมบูรณ์ (NPK) ของดิน ไปยังแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) แอปพลิเคชันสามารถแสดงค่า อุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่า pH และค่าความสมบูรณ์ (NPK) ของดินที่ทำการตรวจสอบ พร้อมแสดงผลการแนะนำชนิด พืชที่เหมาะสมกับดินที่ทำการตรวจสอบมากที่สุด 1 ชนิด และมีการแสดงรายละเอียดข้อมูลของพืช ค่าแนะนำวิธีการดูแล (ภาพที่ 2) พืชประกอบด้วย (1) ข้อมูลวิธีการเตรียมดิน (2) ข้อมูลวิธีการดูแลพืช (3) ข้อมูลวิธีการ

ใส่ปุ๋ย 3) ผลการประเมิน ความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่ง อุปกรณ์ตรวจสอบดิน ประกอบด้วยแผงวงจรของ อุปกรณ์ตรวจสอบดิน ที่ใช้บอร์ด Arduino UNO ควบคุม การทำงานของเซ็นเซอร์ รับค่าอุณหภูมิจากด้วย DHT22 รับค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์ Soil Moisture Sensor Module และรับค่า pH กับค่าความสมบูรณ์ในดิน (NPK) จากเซ็นเซอร์ 2 in 1 Analyzer ที่ตรวจสอบเพื่อทำส่งไป ยัง Server ผ่าน Node MCU ESP8266 อยู่ในกล่องอุปกรณ์ ที่ทำจากกล่องพลาสติก (กนิษฐา อินธิจิต, ณิชนนท์ ห่วงทิม และ อาทิตยา พิมพ์รัตน์, 2564)

ปัจจัยสำคัญของเทคโนโลยีการจัดการดินอย่างแม่นยำในยุคปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการวางแผนการเพาะปลูก โดยเฉพาะในเขตปฏิรูปที่ดินที่มีข้อจำกัดด้านคุณภาพดิน แอปพลิเคชัน LDD Soil Guide และ “กตुरु้ดิน” ที่พัฒนาโดยกรมพัฒนาที่ดิน ช่วยให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลชุดดิน แนวทางการจัดการดิน และพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ได้แบบเรียลไทม์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564) นอกจากนี้ การใช้ All-ridge Application ซึ่งให้คำแนะนำด้านการใส่ปุ๋ยตามลักษณะดินและพืช ช่วยลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเห็นได้ชัด (อุไรวรรณ ไสววรรณ, วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ และ จีระศักดิ์ ขอบแต่ง, 2564) ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีตรวจสอบดินผ่านเซ็นเซอร์ เช่น Arduino UNO และ NodeMCU ESP8266 สามารถวิเคราะห์ค่าความชื้น pH และธาตุอาหาร (NPK) ของดิน พร้อมให้คำแนะนำพืชที่เหมาะสม ช่วยเสริมการตัดสินใจของเกษตรกรในการเลือกพืชปลูกที่สอดคล้องกับสภาพดิน (กนิษฐา อินธิจิต และคณะ, 2564) การบูรณาการ แอปพลิเคชันและเซ็นเซอร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่ ที่ต้องการใช้ประโยชน์จากที่ดินให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อการจัดการดินถือเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่ที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะในเขตปฏิรูปที่ดินที่มักประสบปัญหาคุณภาพดินไม่เหมาะสม การใช้แอปพลิเคชัน เช่น “LDD Soil Guide,” “กตुरु้ดิน” และ “All-ridge” ช่วยให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลชุดดิน แนะนำการใส่ปุ๋ยอย่างเหมาะสม และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกัน ระบบตรวจสอบดินด้วยเซ็นเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น Arduino และ NodeMCU ESP8266 ยังสามารถวัดค่าความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารหลักของดิน พร้อมทั้งเสนอชนิดพืชที่เหมาะสมอย่างชาญฉลาด ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และวางแผนการเพาะปลูกได้อย่างแม่นยำ เทคโนโลยีเหล่านี้จึงเป็นรากฐานสำคัญในการขับเคลื่อนเกษตรกรรมไทยสู่ความยั่งยืนในศตวรรษที่ 21

4. เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อการจัดการน้ำสำหรับผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่

เทคโนโลยีการให้น้ำ มีหลายรูปแบบ ในความนี้ขอยกมาเป็นตัวอย่างในการทำเกษตรสมัยใหม่และการทำเกษตร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเพาะปลูก ดูแลพืชในแปลงเกษตร การให้น้ำที่เหมาะสมและประหยัดน้ำ เนื่องจาก น้ำมีปริมาณจำกัด และควรให้น้ำพอเหมาะกับพืชแต่ละชนิด ให้สถานการณ์ที่สภาพภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวย และมีการผันผวนไม่แน่นอน การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในการจัดการน้ำนี้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทำเกษตรในแปลงที่ดินให้น้ำเหมาะกับพืชที่ปลูกอยู่ในปัจจุบัน ลดการใช้น้ำ ช่วยในการให้น้ำตามความจำเป็น ใช้ในการวางแผนและบริหารจัดการน้ำในแปลงการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่ ส.ป.ก ลดการใช้แรงงานและลดการใช้ทรัพยากรน้ำ และเป็นแนวทางในการวางแผนและบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอต่อการเพาะปลูกในแปลง

ทั้งนี้ระบบควบคุมน้ำ อุณหภูมิ และความชื้น ผ่านแอปพลิเคชัน การจัดการน้ำในช่วงหน้าแล้งเป็นปัญหามาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พัฒนาอุปกรณ์ “สมาร์ทฟาร์มคิท (Smart Farm Kit)” ระบบควบคุมการรดน้ำอัจฉริยะต้นทุนต่ำ เป็น ระบบสั่งการ ช่วยลดการใช้น้ำใน

การเกษตร ที่สามารถสั่งตั้งเวลาเปิด-ปิดปั้มน้ำได้ตามความต้องการของชนิดพืช ระบบเซ็นเซอร์ติดตามสภาพอากาศ ที่ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นว่าหากต่ำกว่าที่กำหนด ระบบก็จะส่งร่น้ำโดยอัตโนมัติ ทำให้ระบบมีการใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และแจ้งเตือนผ่านสมาร์โฟน ที่ช่วยส่งข้อความแจ้งเตือน พร้อมแสดงผลสภาพอากาศบริเวณพื้นที่แปลงเกษตรผ่านระบบสมาร์โฟนของเกษตรกร ได้อีกด้วย (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2561) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้พัฒนาเทคโนโลยีกล่องควบคุมการให้น้ำสำหรับการเพาะปลูก Water Fit Simple ที่ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน การติดตั้งยังทำได้ง่าย เพียงนำกล่อง WATER FIT Simple ไปติดตั้งที่หน้าแปลงปลูกและเดินสายจากโซลินอยด์วาล์วไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดอุปกรณ์ จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน “Irrigation Valve” (ภาพที่ 3) ด้วยบลูทูธ เพียงเท่านี้ผู้ใช้ก็สามารถบริหารจัดการการให้น้ำและแปลงปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านการสั่งการบนแอปพลิเคชันในสมาร์โฟนได้ทันที (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), 2564)



แผนภาพที่ 4 กล่องควบคุมการให้น้ำสำหรับการเพาะปลูก Water Fit Simple
ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), 2564

รวมไปถึงระบบการบริหารจัดการน้ำเพื่อลดการใช้น้ำและเกษตรกร ต้องมีความรู้ ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตรกรรม เพื่อให้เกษตรกรนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การวางระบบน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่เป็นหนึ่งในวิธีการช่วยลดต้นทุน แรงงาน ความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนการเพิ่มผลผลิต จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ หรือเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วย อาทิ ระบบควบคุมน้ำในพืชไร่/พืชสวน เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ (Sensor) ร่วมกับการใช้หลักการของการให้น้ำพืช ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ประมวลผลจนกลายเป็นข้อมูลความต้องการของพืช (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2564) และ ถ้าหากรู้ว่าพืชแต่ละชนิด ต้องการน้ำในการเจริญเติบโตเป็นปริมาณเท่าไร ก็จะสามารถให้น้ำได้ตรงกับความต้องการให้น้ำ ช่วงเวลาที่ให้น้ำ ระยะเวลาที่ให้น้ำ รดน้ำพืชตอนไหนดี ความร้อนมีผลให้พืชรวกที่รากได้ และ การคายน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ภาวะแล้งทำให้พืชคายน้ำของพืชลดลง เพราะพืชขาดน้ำอย่างมาก เป็นกลไกของปากใบพืช (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2564) นอกจากนี้ ควรมีแนวทางในการจัดการน้ำเพื่อเกษตร และการใช้น้ำอย่างยั่งยืน จึงต้องมีการวางแผน ให้น้ำใช้อย่างต่อเนื่อง จัดการให้น้ำสมดุล ปลูกพืชใช้น้ำน้อย ปรับวิธีการให้น้ำ ปรับวิธีการทำการเกษตรแบบใหม่ เกษตรแปลงใหญ่เพื่อลดการสูญเสีย น้ำ ปลูกป่า ชะลอน้ำ เพิ่มการกักเก็บน้ำ เชื่อมเครือข่ายและ ผันน้ำจากแหล่งข้างเคียง ติดตามสภาวะอากาศเพื่อจะได้บริหารการเก็บน้ำไว้ใช้ได้อีกทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรน้ำใช้

อย่างต่อเนื่อง (กรมชลประทาน, 2561) ในการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพถือเป็นหัวใจสำคัญของการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดินซึ่งประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในบางฤดูกาล เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำช่วยให้เกษตรกรสามารถบริหารจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการของพืช เช่น ระบบให้น้ำอัตโนมัติที่ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและอุณหภูมิของอากาศเพื่อกำหนดช่วงเวลาให้น้ำที่เหมาะสม ซึ่งช่วยลดการใช้น้ำและแรงงานอย่างมีนัยสำคัญ (ธงชัย พุ่มพวง, 2561) อีกทั้งระบบ “Smart Farm Kit” ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ยังสามารถควบคุมการให้น้ำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ โดยใช้ระบบ IoT และพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทางเลือก (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2564) นอกจากนี้ แอปพลิเคชัน Irrigation Valve ยังช่วยให้เกษตรกรควบคุมระบบให้น้ำในแปลงเกษตรได้อย่างแม่นยำและสะดวกผ่านสมาร์ทโฟน แม้ในพื้นที่ห่างไกล การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวจึงเป็นทางออกที่ยั่งยืนในการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในเขตปฏิรูปที่ดิน

อย่างไรก็ตามมีระบบสำคัญอีกหนึ่งประการที่เรียกว่า การควบคุมการให้น้ำที่แม่นยำ เพื่อให้ถูกต้องทั้งปริมาณ ระยะเวลาโดยการควบคุมผ่านอุปกรณ์ สมัยใหม่ ตัวอย่างเช่น สมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์- การนำเอาอุปกรณ์เซ็นเซอร์มาช่วยใน กระบวนการ ติดตามและขั้นตอนการควบคุม โดยการวัดอุณหภูมิ ความชื้นอากาศและความชื้นในดิน เพื่อช่วยในกระบวนการปล่อยน้ำจากหัวพ่นน้ำเพื่อปรับระดับอุณหภูมิภายในเกษตรและควบคุมการให้น้ำสำหรับพืช (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2561) ระบบจ่ายน้ำทางการเกษตรแบบแม่นยำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT sensor ถูกพัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมการให้น้ำแบบไร้สายแบบแม่นยำอัจฉริยะ ด้วยการรักษาระดับความชื้น ความชื้นในดินให้อยู่ในช่วงค่าปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช



แผนภาพที่ 5 (a) ระบบจ่ายน้ำทางการเกษตรแบบแม่นยำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT sensor และ (b) แผงโซลาร์เซลล์ขนาดเล็กต้นกำเนิดพลังงาน

ที่มา: โชติพงษ์ กาญจนประโชติ (2561) และ ธงชัย พุ่มพวง (2561)

การเป็นควบคุมการทำงานของวาล์ว บั๊มน้ำ ในแปลงการเพาะปลูกอย่างแม่นยำอัตโนมัติ เซ็นเซอร์และวาล์ว ใช้พลังงานต่ำ (ภาพที่ 4) ผลิตพลังงานจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 6 โวลต์ แสดงผลข้อมูลผ่าน mobile application ซึ่งเป็นแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำและลดต้นทุนด้านพลังงาน โดยระบบอุปกรณ์สามารถใช้งานได้กับพืชทุกชนิด และระบบวิธีการให้น้ำในทุกสภาพชนิดดิน ที่สามารถติดตั้งและทำงานได้ทุกสภาพภูมิประเทศ (โชติพงษ์ กาญจนประโชติ, 2561) ใช้ค่าความชื้นที่ลดต่ำลงสุด ในพื้นที่ 1 ไร่ จะใช้เครื่องนี้เพียง 1 ชุด หากมีพื้นที่มากกว่านี้ จะวางห่างกันประมาณ 1 กิโลเมตร ก็สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณถึงกัน ต้นทุนแต่ละเครื่องเป็นเครื่องต้นแบบ ต้นทุน

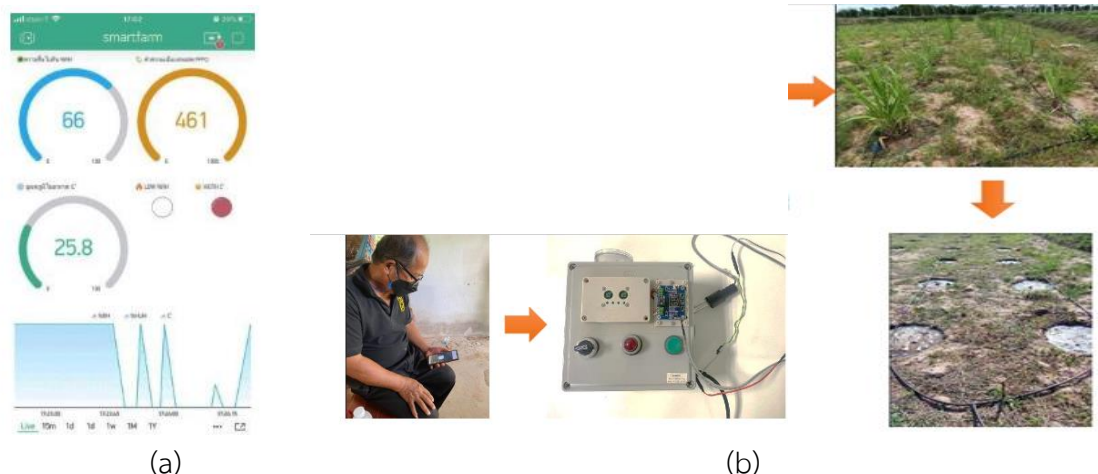
ระยะแรกประมาณ 10000 บาท แต่หากผลิตจำนวนมากๆ ต้นทุนก็จะต่ำลง เกษตรกรที่จะนำไปใช้ต้องวางระบบน้ำในพื้นที่ แล้วใช้อุปกรณ์นี้ไปติดตั้งในแปลง สามารถเห็นผลหรือสั่งการได้ด้วยการใช้โทรศัพท์มือถือ หรือเชื่อมต่อไร้สายกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือโน้ตบุ๊กที่ตั้งอยู่ในบ้านก็ได้ผลงานนี้ได้ผ่านการจดอนุสิทธิบัตรเรียบร้อยแล้ว (ธงชัย พุ่มพวง, 2561)

นอกจากนี้การใช้ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน ewelink ผ่านหน้าจอของอุปกรณ์ เคลื่อนที่ต่าง ๆ (ภาพที่ 6) โดยมีระบบแสดงการทำงาน แบบอัตโนมัติและแบบแมนนวล (Manual) พร้อมทั้งระบบแจ้งเตือนสถานะการทำงานของระบบอีกด้วยการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ (สิทธิโชค พรหมพิทักษ์ กาญจนา ดงสงคราม ศศิธร อ่อนเหลา กฤตภาส ยุทธอาจ และ อุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี 2564)

ตารางที่ 2 หน้าที่ของแต่ละส่วนของอุปกรณ์ในการทำงาน

ส่วนการทำงาน	หน้าที่	อุปกรณ์
ส่วนรับค่า	รับ ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในดิน	เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน
ส่วนควบคุมและสั่งการ	แปลงค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์, ควบคุมการดำเนินการต่าง ๆ ในด้านการนำเข้า และส่งออกของข้อมูล, แสดงผล และ การตรวจติดตามค่าการตรวจวัดค่าสภาวะแวดล้อมในแปลงเกษตรกรรม	บอร์ด Sonoff โหนดเอ็มซียู (NodeMCU) แอปพลิเคชัน ewelink
ส่วนอุปกรณ์	ทำงานตามโปรแกรมควบคุม	ปั้มน้ำ รีเลย์ วาล์วควบคุม

ที่มา: สิทธิโชค พรหมพิทักษ์,กาญจนา ดงสงคราม, ศศิธร อ่อนเหลา, กฤตภาส ยุทธอาจ, และ อุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี, 2564



แผนภาพที่ 6 ลักษณะการสั่งการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (a) ผลการแสดงอุณหภูมิความชื้นและแสดงความชื้นในดินบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (b)

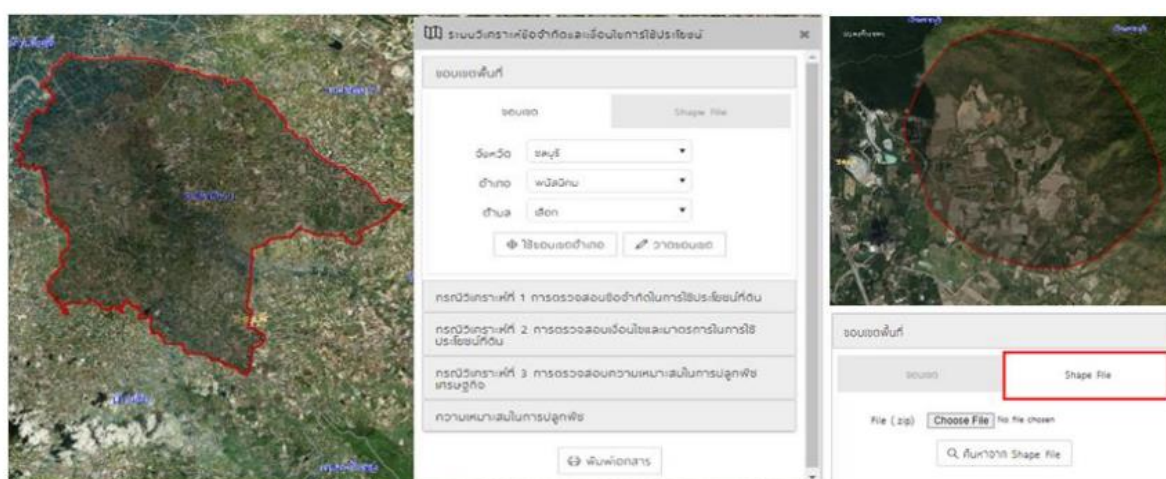
ที่มา: สิทธิโชค พรหมพิทักษ์กาญจนา ดงสงคราม ศศิธร อ่อนเหลา กฤตภาส ยุทธอาจ และ อุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี 2564

อาจกล่าวได้ว่าจากการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซ็นเซอร์พร้อมกับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์โมบายโฟน แอปพลิเคชันต่าง ๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android และสามารถแสดงข้อมูลตามค่ามาตรฐานผลการทดลองใช้ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สาย การเกษตร ในการรดน้ำ การพ่นยา การให้ปุ๋ย การถ่ายภาพวิเคราะห์เพื่อตรวจโรคพืช โดรน (Drone) ก็ช่วยเรื่องความแม่นยำได้มาก และ ทำให้ประหยัดเวลาการทำงาน ประหยัดแรงงาน มีความปลอดภัยต่อผู้ฉีดมากกว่าการฉีดพ่นสารแบบดั้งเดิม หรือการใช้คนเดินฉีด ผู้ที่ทำการบังคับการบินของโดรนจะอยู่ด้านนอกแปลง จึงไม่สัมผัสกับสารที่ฉีดพ่น เข้าถึงใบพืชทั่วถึง สามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้สารเคมีได้น้อยลงถึง 50% ทำให้เกษตรกรสามารถดูแลรักษา และควบคุมผลผลิตคุณภาพการผลิตได้อย่างแม่นยำ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. 2561)

5. เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำการจัดการพืชสำหรับผู้ประกอบการเกษตรสมัยใหม่

ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เป็นเครื่องมือที่มีความทันสมัย สามารถนำมาประยุกต์ในการจัดการพืชที่ปลูกในแปลงของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดินได้ เนื่องจากความสามารถที่จะระบุ พืชที่ปลูกว่ามีการขาดน้ำหรือเพิ่มน้ำการดูแลพืช เพื่อลดความเสี่ยงในการที่พืชขาดน้ำหรือตายได้ แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยความรู้ด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) เช่น การวัดปริมาณผลผลิตและความชื้นในพื้นดินโดยใช้ข้อมูล GPS มีการใช้ Vegetation Images (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI) เพื่อติดตามสุขภาพของพืช (ศูนย์เทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลภาครัฐ, ม.ป.ป.)

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือประเมินหาความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ที่สนใจ ที่การแนะนำขั้นตอนการใช้งาน ซึ่งจะแสดงเป็นแผนที่ออนไลน์ (ภาพที่ 7) บริเวณพื้นที่เช่น จังหวัดชลบุรี พร้อมเครื่องมือค้นหาสถานที่ตามขอบเขตพื้นที่ เครื่องมือสอบถามข้อมูล เครื่องมือวัดระยะทางและ คำนวณพื้นที่ เพื่อปัญหาการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสม ไม่คุ้มค่า และเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินอย่างกว้างขวาง การที่จะสร้างการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน (พิเศษ เสนาวงษ์, 2563)



แผนภาพที่ 7 ฟังก์ชันกำหนดพื้นที่ที่สนใจ สามารถทำได้ทั้งการเลือกอำเภอบนหน้าจอ
ที่มา: พิเศษ เสนาวงษ์, 2563

5. บทสรุปแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อการจัดการดิน น้ำ และพืช ในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน

การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) และระบบช่วยตัดสินใจเพื่อการวางแผนใช้ที่ดินในภาคเกษตรกรรมมีความสำคัญต่อการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน โดยมีการใช้ Geo-processing service บน ArcGIS for Server เพื่อวิเคราะห์รายแปลงในมิติของข้อจำกัดการใช้ที่ดิน การอนุรักษ์ และการกำหนดทางเลือกที่เหมาะสมต่อการใช้อย่างยั่งยืนสูงสุด (พิเศษ เสนาวงษ์ 2563) ในด้านการพยากรณ์โรคพืช มีการพัฒนาระบบ “TU-Rice Disease Forecaster” ควบคู่กับชุดเซนเซอร์ตรวจสภาพอากาศในนาข้าว ซึ่งสามารถพยากรณ์การเกิดโรคข้าวที่สำคัญ 5 ชนิดได้อย่างแม่นยำ และแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟนแบบเรียลไทม์เพื่อลดการใช้สารเคมี (ดุสิต อธิวัฒน์ ม.ป.ป.; สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล 2561; สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ 2561) นอกจากนี้ยังมีการใช้หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (sUAV) และกล้องมัลติสเปกตรอลเพื่อสร้างแผนที่ออร์โธสไรลละเอียดสูงในระบบ Precision Farming เพื่อประเมินระบบนิเวศเกษตรและคาดการณ์ผลผลิตในพื้นที่เกษตรอินทรีย์ (กฤษณันันท์ เจริญจิตร และคณะ 2563)

ในการบูรณาการข้อมูลภูมิสารสนเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม เช่น THEOS ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจบริเวณหนองหารหลวง จ.สกลนคร พบว่าพื้นที่ปลูกข้าวครองสัดส่วนมากที่สุด (99.12%) ขณะที่พืชชนิดอื่น เช่น ยางพารา มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมันมีสัดส่วนต่ำกว่า 1% (ภูวดล โดยดี และสุภาพร แหะสอน 2558) ด้านแบบจำลองการปลูกพืช มีการใช้ DSSAT เพื่อประเมินผลผลิตอ้อยในจังหวัดสระแก้ว โดยใช้ข้อมูลดินจากชุดดินทับพริก มัญจาคีรี และอื่น ๆ ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ความสูงลำได้แม่นยำที่สุด และระบุชุดดินทับพริกที่เหมาะสมที่สุดในการปลูกอ้อย (สุวัชรสกุลอารีย์มิตร เสาวนุช ถาวรพฤษ และณัฐพล จิตมาตย์ 2564) เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและแบบจำลองการเกษตรสมัยใหม่มีบทบาทสำคัญในการยกระดับการตัดสินใจของเกษตรกร โดยเฉพาะด้านการจัดการดิน การพยากรณ์โรคพืช และการประเมินศักยภาพผลผลิต ซึ่งล้วนส่งเสริมเกษตรแม่นยำและความยั่งยืนในระยะยาว อีกทั้งการเข้าถึงเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือควบคุมอุปกรณ์เซนเซอร์ในแปลงเพาะปลูก ยังช่วยให้เกษตรกรสามารถบริหารจัดการทรัพยากร เช่น น้ำ ได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในพื้นที่จำกัด ส่งผลให้สามารถผลิตพืชคุณภาพดี ปริมาณสม่ำเสมอ ลดการใช้แรงงาน และเพาะปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปีโดยไม่ต้องพึ่งฤดูกาล ทั้งหมดนี้สะท้อนให้เห็นว่าเกษตรสมัยใหม่เป็นรากฐานสำคัญของระบบเกษตรในอนาคต (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2564) ปัจจัยดังที่กล่าวมานี้นำไปสู่กลยุทธ์ทางการตลาดในเกษตรแม่นยำควรมุ่งสู่ Niche Market เช่น ผลผลิตออร์แกนิก หรือผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ (traceability) ตัวอย่างช่องทาง e-Commerce เช่น Lazada Shopee Social Commerce โดยสร้าง Facebook Page ฟาร์มสด LINE OA และ Direct Branding สร้างแบรนด์ฟาร์มผ่าน Storytelling

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อการจัดการดิน น้ำ และพืชในพื้นที่เกษตรของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน ถือเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถของภาคเกษตรกรรมไทยให้ก้าวทันต่อยุคดิจิทัล โดยเฉพาะในบริบทของเขตปฏิรูปที่ดินซึ่งมีข้อจำกัดทั้งด้านทรัพยากร แรงงาน และสภาพแวดล้อม การประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) เซ็นเซอร์อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (IoT) แอปพลิเคชันสมาร์ตฟาร์ม และระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) สามารถช่วยเกษตรกรในการจัดการดินให้เหมาะสมกับการเพาะปลูก การใช้น้ำอย่างแม่นยำในพื้นที่จำกัด และการเลือกพืชที่สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่ ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ควรมีการวิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมในแต่ละบริบทของเกษตรกรในเขตปฏิรูปที่ดิน โดยพิจารณา

จากปัจจัยด้านทุน ความรู้ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ การใช้เทคโนโลยีแบบ “ไม่เหมือนกันทุกพื้นที่”

ปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดการบริหารธุรกิจเกษตรสมัยใหม่ด้วย SWOT Analysis และกลยุทธ์ Farm Management Strategy ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากในภาคการเกษตร การประยุกต์ใช้แนวคิด SWOT Analysis เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการเกษตรสามารถประเมินศักยภาพและความท้าทายในการดำเนินธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จุดแข็ง (Strengths) มีข้อมูลเรียลไทม์จากเทคโนโลยี เช่น การใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นของดิน ระบบภาพถ่ายจากโดรน หรือแอปพลิเคชันวิเคราะห์สุขภาพพืช ทำให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้แบบเรียลไทม์ เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการแปลงเพาะปลูกและลดการสูญเสีย เช่น งานวิจัยของ ทองอุไร ภู่วัฒนะ (2561) ที่ศึกษาเทคโนโลยี IoT ในการควบคุมระบบน้ำหยดในสวนส้มโอ พบว่า สามารถลดการใช้น้ำได้กว่า 25% และช่วยเพิ่มผลผลิตโดยเฉลี่ย 15% ต่อฤดูกาล จุดอ่อน (Weaknesses) ขาดทักษะด้านดิจิทัลของแรงงาน เป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะแรงงานสูงวัยที่ยังไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ส่งผลให้การนำระบบอัตโนมัติมาใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ การอบรมและพัฒนาทักษะแรงงานจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง เช่นเดียวกับข้อเสนอของ ศิริพร กล่อมใจ ที่เสนอให้มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเพิ่มทักษะเทคโนโลยีในกลุ่มวิสาหกิจเกษตรชุมชน โอกาส (Opportunities) ตลาดผู้บริโภคใส่ใจสุขภาพเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความต้องการสินค้าทางการเกษตรที่ปลอดภัยและมีคุณภาพ โปร่งใสในการผลิต การใช้เทคโนโลยีจึงสามารถสนับสนุนแนวคิด Smart Farming และเกษตรอินทรีย์ได้ดี เช่น การใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) เพื่อแสดงแหล่งที่มาและกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่ตลาดระดับพรีเมียมให้ความสำคัญ และอุปสรรค (Threats) ความเสี่ยงด้านต้นทุนเทคโนโลยี โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้นที่เกษตรกรต้องลงทุนสูง ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งเซ็นเซอร์ ระบบคลาวด์ หรือค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงแหล่งทุนและการสนับสนุนจากภาครัฐจึงเป็นปัจจัยเสริมสำคัญ

ดังที่กล่าวข้างต้นการพัฒนา Farm Management Strategy บนพื้นฐานของข้อมูลอัตโนมัติ Farm Management Strategy หรือ กลยุทธ์การจัดการฟาร์มสมัยใหม่ หมายถึง การนำเทคโนโลยีเข้ามามีใช้ในการวางแผน ควบคุม และประเมินผลในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต โดยเฉพาะการใช้ ข้อมูลจากระบบอัตโนมัติ (Automation & Data Analytics) เช่น การวางแผนการเพาะปลูกโดยอิงจากข้อมูลสภาพอากาศล่วงหน้า (Forecasting Models) การปรับปริมาณปุ๋ยและน้ำตามค่าที่ระบบตรวจวัดแบบเรียลไทม์ และการบันทึกข้อมูลผลผลิตและรายจ่ายด้วยระบบดิจิทัลเพื่อวิเคราะห์ต้นทุน-กำไร แนวทางนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยของ กรมส่งเสริมการเกษตร (2566) ที่ผลักดันให้เกษตรกรนำ Smart Farm Dashboard มาใช้ในการบริหารจัดการแปลงเพาะปลูก และพบว่าเกษตรกรที่ใช้ระบบนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้เฉลี่ย 18% ภายในปีแรก และลดต้นทุนโดยรวม 12% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เอกสารอ้างอิง

- กนิษฐา อินธิจิต ณิชนันท์ ห่วงทิม และ อาทิตยา พิมพ์รัตน์. (2564). การพัฒนาแอปพลิเคชันรายงานผลการตรวจสอบดินสำหรับเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ครั้งที่ 3, 90–102.
- กรมชลประทาน. (2561). เอกสารการประชุมวิชาการด้านการจัดการน้ำอย่างยั่งยืนเพื่อการเกษตร. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2561). คู่มือการจัดการดิน. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://www.ddd.go.th>
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2564). แอปพลิเคชัน LDD Soil Guide. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://www.ddd.go.th>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2566). กรมส่งเสริมการเกษตรขับเคลื่อนเกษตรแปลงใหญ่สู่ Smart Farm. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://saraburi.doae.go.th/kasettakorn/wp-Smart-Farmer-2566.pdf>
- กรวิทย์ ต้นศรี. (ม.ป.ป.). การวิเคราะห์ข้อมูลเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมเกษตร.[ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2567 จาก http://www.example.com/report_agri
- กฤษณันันท์ เจริญจิตร กาญจนนา หริมเพ็ง สัมปติ สงวนพวง และ ปรีชา บุญขาว. (2563). การประยุกต์ข้อมูลดาวเทียมและหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กเพื่อพัฒนาระบบติดตามพื้นที่นาข้าวเกษตรอินทรีย์. วารสารการจัดการพื้นที่การเกษตร, 15(1), 67–80.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2560). ยุทธศาสตร์การเกษตรและสหกรณ์ 20 ปี (พ.ศ. 2560–2579). [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://www.moac.go.th>
- กลุ่มติดตามและประเมินผล. (2563). รายงานผลการติดตามและประเมินผลการปฏิรูปที่ดิน. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม.
- โชติพงษ์ กาญจนประโชติ. (2561). การพัฒนาระบบจ่ายน้ำทางการเกษตรแบบแม่นยำอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT sensor. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 46(3), 187–198.
- ดุสิต อธิวุฒัน. (ม.ป.ป.). การใช้เทคโนโลยีในการพยากรณ์โรคในนาข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต. วารสารเทคโนโลยีการเกษตร, 8(2), 133–146.
- ทองอุไร ภู่วัฒนะ. (2561). การพัฒนาเทคโนโลยีไอโอทีในการควบคุมระบบน้ำหยดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตส้มโอทับทิมสยามในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ธงชัย พุ่มพวง. (2561). ระบบจ่ายน้ำทางการเกษตรด้วย IoT sensor สำหรับเกษตรกรยุคใหม่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10(2), 75–89.
- พิฑูร ชมสุข จิราภรณ์ พินนาพิเชษฐ และ เพชลักษณ์ บุญญาคูณากร. (2565). การพัฒนาเกษตรกรในยุคดิจิทัล: โอกาสและความท้าทาย. วารสารเศรษฐศาสตร์เกษตร, 19(1), 56–68.
- พิเศษ เสนาวงษ์. (2563). การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนการตัดสินใจในการเกษตร. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, 25(2), 121–132.
- ภูวดล โดยดี และ สุภาพร แหวะสอน. (2558). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการพื้นที่การเกษตรในจังหวัดสกลนคร. วารสารการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ, 7(3), 98–110.

- มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2561). **ประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชในพื้นที่แห้งแล้ง. ใน** รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเกษตรแม่โจ้ ประจำปี 2561 (หน้า 12-20). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- รัตนา ลักขณาวารกุล ภาณุมาศ ลาตปาละ อลงกต แก้วรุ่งโรจน์ ปราโมทย์ ชิตทรงสวัสดิ์ และ กฤติกา แก้วพลูศรี. (2555). การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ: ผลกระทบและแนวทางการปรับตัวในภาคการเกษตร. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 46(2), 109–116.**
- วีรณัฐ วิจิตร นิโรจน์ สินณรงค์ เกศสุตา สิทธิสนัตกุล และ กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล. (2562). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงด้านประชากรและการเมืองต่อการออมของครัวเรือนไทย. **วารสารเศรษฐศาสตร์การพัฒนา, 16(2), 1-24.**
- ศูนย์เทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลภาครัฐ. (ม.ป.ป.). **แนวทางการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในภาคการเกษตร.** [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://www.digitalthailand.in.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2561). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาตพร้าว.
- สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. (ม.ป.ป.). **การพัฒนการใช้ที่ดินในเขตปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน.** [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://www.alro.go.th>
- สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. (2561). **การสำรวจ ติดตาม และการคาดการณ์สถานการณ์ศัตรูพืช.** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร องค์การมหาชน (สวก). (ม.ป.ป.). **การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในภาคการเกษตร.** [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <https://www.arda.or.th>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2564). **การใช้นวัตกรรมในการจัดการทรัพยากรการเกษตรอย่างยั่งยืน. ใน รายงานการประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 16 (NSTDA Annual Conference: NAC2021), 112–124.**
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (ม.ป.ป.). **ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรด้านพืช.** [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2567 จาก <http://www.oae.go.th/view/1/29883/>
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2561). **เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคการเกษตร. วารสารการเกษตรสมัยใหม่, 12(1), 44–56.**
- สิทธิโชค พรรคพิทักษ์ กาญจนา ดงสงคราม ศศิธร อ่อนเหลา กฤตภาส ยุทธอาจ และ อุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี. (2564). **การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ, 7(2), 19-30.**
- สุภภัทร สกอลารีย์มิตร เสาวนุช ถาวรพลกุล และ ณัฐพล จิตมาตย์. (2564). **การสร้างแบบจำลองการปลูกพืชและการประเมินผลผลิตภาพของดิน. วารสารวิจัยการเกษตร, 21(3), 210–225.**
- โสมรัตน์ จันทรัตน์ วิษณุ อรรถวานิช และ บุญธิดา เส่งยมเนตร. (2561). **การวิเคราะห์โครงสร้างธุรกิจ SMEs ในประเทศไทย. วารสารเศรษฐศาสตร์การพัฒนา, 15(2), 1-28.**
- อุไรวรรณ ไสสุวรรณ วิไลวรรณ สิริโรจนพุมิ และ จีระศักดิ์ ขอบแต่ง. (2564). **ผลของการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ต่อการเจริญเติบโตองค์ประกอบผลผลิต ผลตอบแทนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดเพชรบุรี. วารสารแก่นเกษตร, 49(2), 284–293.**

- Amiri-Zarandi, M., Hazrati Fard, M., Yousefinaghani, S., & Kaviani, M. (2022). Application of IoT and AI in smart farming: A review. **Journal of Smart Agriculture**, 5(1), 45–60.
- DeLay, N. D., Thompson, N. M., & Mintert, J. R. (2020). Precision agriculture: Advancing farming practices through technological innovations. **Journal of Agricultural Innovation**, 12(3), 123–134.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). **The State of Food and Agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stressors**. Rome: FAO.
- Zhang, Q., & Wang, H. (2020). Leaf Disease Detection Based on a Deep Learning Model. **Sensors**, 20(22), 6598.
- Zhao, Y., & Wang, W. (2020). The impact of digital finance on household consumption: Evidence from China. **Journal of Family and Economic Issues**, 41(2), 263-277.