

## แบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนการปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีรอบการเก็บเกี่ยวครั้งเดียวและหลายครั้งในฤดูแล้ง

อภิสุตา กลิ่นสุคนธ์<sup>1</sup>, ศุภนิดา คงเป็นสุข<sup>2</sup>, ศุภานัน เอ่งฉ้วน<sup>3</sup> และ เอื้ออารี บุญเพิ่ม<sup>\*4</sup>

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ปทุมธานี 12120

Received: 03 March 2024; Revised: 29 May 2024; Accepted: 29 May 2024

### บทคัดย่อ

ในช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรมักประสบปัญหาสำคัญในการเลือกพืชเพาะปลูก เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด พืชที่นิยมปลูกมักเป็นพืชเศรษฐกิจระยะสั้น ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งแบบครั้งเดียวหรือหลายครั้ง อย่างไรก็ตาม พืชแต่ละชนิดมีระยะเวลาในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวางแผนการเพาะปลูกจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อช่วยให้เกษตรกรได้รับผลกำไรสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดของน้ำ งบประมาณ และระยะเวลา งานวิจัยนี้จะนำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนเพาะปลูกพืชอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น พื้นที่เพาะปลูก งบประมาณที่จำกัด ปริมาณน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด และช่วงเวลาเก็บเกี่ยว เพื่อให้เกษตรกรได้รับผลกำไรสูงสุด แบบจำลองนี้ได้ทดสอบผลลัพธ์โดยใช้ข้อมูลจริงจากศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง บ้านลุงเขย่น สร้อยสม จังหวัดเพชรบุรี และใช้ภาษาไพทอน (Python) ร่วมกับโปรแกรม Gurobi Optimization Package ซึ่งผลการทดสอบแบบจำลองโดยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของงบประมาณระหว่าง 75,000 - 275,000 บาท และปริมาณน้ำระหว่าง 3,500 - 5,000 ลูกบาศก์เมตร พบว่า งบประมาณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะปลูกพืชคือ 250,000 บาท ส่งผลให้ได้กำไรสูงสุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน ยังชี้ให้เห็นว่า งบประมาณ 100,000 บาท และปริมาณน้ำ 5,000 ลูกบาศก์เมตร เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าที่สุด โดยสามารถทำกำไรได้ร้อยละ 132.37 จากผลลัพธ์ที่ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผนและการจัดสรรงบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการวางแผนที่ดีภายใต้ข้อจำกัดของน้ำ พื้นที่ งบประมาณ และระยะเวลาเก็บเกี่ยว จะช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลกำไรจากการเพาะปลูกได้

**คำสำคัญ:** แบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม, พืชเศรษฐกิจ, ฤดูแล้ง, การวางแผนการเกษตร, ผลตอบแทนการลงทุน

\* Corresponding author. E-mail: aua-aree@mathstat.sci.tu.ac.th

<sup>1,2,3</sup> นักศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

<sup>4</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

## An Integer Programming Model for Economic Crop Cultivation Planning with Single and Multiple Harvests in the Dry Season

Apisuda Glinsukhon<sup>1</sup>, Suphanida Khongpensuk<sup>2</sup>, Supanun Angchuan<sup>3</sup> and Aua-aree Boonperm<sup>\*4</sup>

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology,  
Thammasat University, Rangsit Center, Pathum Thani 12120

Received: 03 March 2024; Revised: 29 May 2024; Accepted: 29 May 2024

### Abstract

Water scarcity during dry seasons presents a significant challenge for farmers, forcing them to make crucial decisions regarding crop selection. Short-term economic crops, offering single or multiple harvests, are often favored due to their faster turnaround. However, each crop has unique cultivation and harvesting windows. Therefore, optimizing crop planning is essential to maximize farmer profit under constraints of water availability, budget, and time. This study proposes an integer programming model for optimized crop planning. The model considers cultivation area, budgetary limitations, restricted water access, and harvesting periods to achieve maximum profit for farmers. Real data from the Baan Lung Khian Soei Som, Phetchaburi, Thailand Sufficient Economy Learning Center was used to test the model. Python, along with the Gurobi Optimization Package, facilitated the analysis. Budget variations between 75,000 and 275,000 Baht, and water volumes ranging from 3,500 to 5,000 cubic meters, were considered during model testing. The results identified an optimal budget of 250,000 Baht for crop cultivation, leading to maximum profit. Additionally, an analysis of return on investment revealed that a budget of 100,000 Baht paired with a water volume of 5,000 cubic meters yielded the highest return, translating to a 132.37% profit margin. The findings of this study highlight the crucial role of effective planning and budget allocation in crop cultivation. Strategic planning under water, land, budget, and harvesting time constraints can significantly enhance farmers' profits.

**Keywords:** integer programming model, economic crops, dry season, agricultural planning, return on investment

---

\* Corresponding author. E-mail: aua-aree@mathstat.sci.tu.ac.th

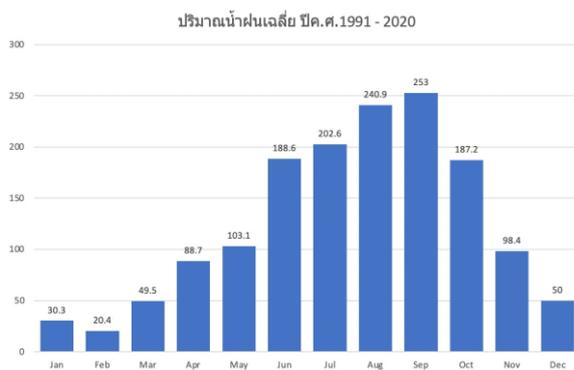
<sup>1,2,3</sup> Students in Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University

<sup>4</sup> Assistant Professor in Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University

## 1. บทนำ

การทำเกษตรกรรมนั้นเป็นอาชีพหลักของประชากรในประเทศไทย จากข้อมูลการทำสำมะโนการเกษตรของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ร้อยละของแรงงานจากการทำเกษตรกรรมสูงถึงร้อยละ 40 ของแรงงานทั้งหมดในประเทศ แต่มีรายได้คิดเป็นสัดส่วนของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศหรือ GDP เพียงร้อยละ 9 เท่านั้น [1] ซึ่งเกษตรกรจะมีรายได้มาจากผลผลิตทางการเกษตรเพียงอย่างเดียว หากผลผลิตไม่ดีก็ย่อมส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกร

การทำเกษตรกรรม ปริมาณน้ำที่พอเพียงเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเพาะปลูกพืช จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา [2] ได้แสดงข้อมูลของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลา 30 ปี ดังรูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงเดือนพฤษภาคม - เมษายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร นั่นคือ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่ถึง 100 ลิตรต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าเป็นช่วงหน้าแล้งของประเทศไทย โดยปกติแล้วเกษตรกรมักนิยมขุดบ่อน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ในพื้นที่ของตนและมีหลายพื้นที่ที่เส้นทางชลประทานปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำอื่น ๆ นั้นเข้าไม่ถึงเกษตรกรกลุ่มนี้จึงต้องพึ่งพาน้ำที่กักเก็บจากในช่วงฤดูฝนไว้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น จึงส่งผลให้เกษตรกรมีปริมาณน้ำไว้ใช้สำหรับการเกษตรได้อย่างจำกัด



รูปที่ 1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (มม.) ในระหว่างปี ค.ศ.1991 – 2020

จากปริมาณน้ำที่มีจำกัดในช่วงฤดูแล้ง การเลือกชนิดของพืชที่เหมาะสมในการเพาะปลูกจึงเป็นปัจจัยหนึ่ง

สำคัญซึ่งส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกร เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีต้นทุน ราคาขาย และปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกัน รวมถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวของพืชแต่ละชนิดซึ่งมีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน เช่น ผักบุ้งจีน มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 25-30 วัน ค่ะน้ำมีระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 45-55 วัน ยิ่งไปกว่านั้น พืชบางชนิดสามารถเก็บเกี่ยวได้เพียงครั้งเดียว เช่น ผักบุ้งจีน กวางตุ้ง ค่ะน้ำ เป็นต้น ในขณะที่พืชบางชนิดสามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง เช่น พริก ขี้หนู ถั่วฝักยาว มะเขือเทศ เป็นต้น ดังนั้น การตัดสินใจในการเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำ ต้นทุน พื้นที่ที่มี รวมถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่ไม่เท่ากันจึงเป็นปัญหาที่ท้าทาย ถ้าเกษตรกรมีการวางแผนการเพาะปลูกที่เหมาะสมก็จะสามารถเพิ่มรายได้ในเกษตรกรในช่วงฤดูแล้งได้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การพิจารณาเลือกชนิดของพืชในการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรสูงที่สุดมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะนำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มเพื่อวางแผนการจัดสรรการเพาะปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะพิจารณาการปลูกพืชเศรษฐกิจระยะสั้น เนื่องจากเป็นพืชที่มีความต้องการสูงและใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกที่สั้น โดยจะพิจารณาพืชที่มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ความต้องการน้ำ ต้นทุนและราคาขายที่แตกต่างกัน และในงานวิจัยนี้ จะทดสอบแบบจำลองด้วยข้อมูลกรณีศึกษาจากศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านลุงเขียน สร้อยสม จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งผู้วิจัยคาดว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะสามารถช่วยเกษตรกรในการวางแผนการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งได้ โดยเกษตรกรจะทราบว่าในแต่ละช่วงเวลาควรปลูกพืชชนิดใดด้วยพื้นที่เท่าไร จึงจะทำให้เกษตรกรมีรายได้สูงที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของปริมาณน้ำ งบประมาณ พื้นที่ที่มี รวมถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยว

## 2. การทบทวนวรรณกรรม

การแก้ปัญหาการจัดสรรการเพาะปลูก ในงานวิจัยส่วนใหญ่จะแก้ปัญหาโดยการจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งในปี 2016 Veintimilla-Reyes et al. [3] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำในเชิงพื้นที่ชั่วคราว โดยนำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มเพื่อจัดสรรน้ำให้มี

ประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาการไหลของน้ำ ความจุของอ่างเก็บน้ำ และการสูญเสียน้ำจากการระเหย ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้พบว่าสามารถจัดสรรน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการได้

ในปี 2021 พหล ศักดิ์คะหัทธิน และคณะ [4] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาคภัยแล้งในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างจากเกษตรกร และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาแนวทางในการจัดการน้ำ จากการศึกษาของงานวิจัยนี้ พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการจัดการน้ำ คือ พื้นที่ทำการเกษตร การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำ และการติดต่อเจ้าหน้าที่ชลประทาน ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอแนวทางในการจัดการน้ำ โดยทางผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการจัดหาแหล่งกักเก็บน้ำ ซึ่งในด้านนี้นั้นสามารถแบ่งเป็น 3 แนวทาง คือ ขยายพื้นที่การส่งน้ำให้เกษตรกรอย่างทั่วถึง สำรองและซ่อมแซมชลประทานที่ชำรุด และสำรวจพื้นที่ใหม่สำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ

นอกจากการแก้ปัญหาการจัดสรรน้ำและการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำ วิธีที่นิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการเพาะปลูก คือ การวางแผนการเพาะปลูก ในปี 2001 Singh et al. [5] ได้ศึกษาการวางแผนการเพาะปลูกพืชเพื่อหารูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงข้อจำกัดของน้ำและพื้นที่ที่มีอยู่ในเขต Bareilly ของรัฐอุตตรประเทศอินเดีย ในงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นและใช้วิธีซิมเพล็กซ์ (simplex method) มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรให้ได้มากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาการปลูกพืช 8 ชนิด โดยไม่ได้พิจารณาช่วงเวลาของการเพาะปลูก

ในปี 2012 พทธรสรณ์ สุทธิไชยเมธี [6] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนการผลิตพืชเศรษฐกิจตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงโดยใช้แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นมาประยุกต์เพื่อหาได้รายได้ที่สูงที่สุด โดยมีเงื่อนไขในด้านของที่ดิน แรงงาน น้ำ และเงินทุน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ คือ แผนการผลิตที่สามารถเพิ่มรายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 45 จากแบบแผนการผลิตแบบเดิม อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ จะ

พิจารณาการปลูกพืชโดยไม่ได้พิจารณาช่วงเวลาของการเพาะปลูก

ต่อมาในปี 2016 Sakellariou-Makrantonaki et al. [7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการและการดำเนินการในพื้นที่เครือข่ายชลประทานแห่ง Pinios ประเทศกรีซ เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำเกษตร และเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการเงินสูงสุดให้แก่เกษตรกรในเครือข่ายชลประทานทั้งหมด ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นเพื่อหาพื้นที่สำหรับปลูกพืช 5 ชนิด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงสัดส่วนของพื้นที่ในการปลูกพืชทั้ง 5 ชนิด โดยสามารถสร้างกำไรทางเศรษฐกิจโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 24,500,000 ยูโร

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าปัญหาการจัดสรรการเพาะปลูกส่วนใหญ่จะคำนึงถึงพื้นที่การเพาะปลูกและการใช้น้ำโดยพิจารณาปัญหาในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว พืชแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเข้ามาพิจารณา จึงเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร

ในปี 2019 Mohamad & Said [8] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการปลูกพืชแบบผสมผสานโดยนำเสนอแบบจำลองที่ช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจในการเลือกพืชในการเพาะปลูก โดยพิจารณาพืชที่มีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยวางแผนในการปลูกพืชแบบผสมผสานของชาวเกษตรกร ภายใต้เงื่อนไขที่มี เช่น เวลา งบประมาณ และที่ดิน เพื่อให้ได้ผลตอบแทนรวมมากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ สามารถสร้างผลตอบแทนสูงสุดให้กับเกษตรกร

แม้ว่า Mohamad & Said [8] ได้แนะนำแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นสำหรับจัดสรรพื้นที่การเพาะปลูกของพืชที่มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม นักวิจัยได้พิจารณาเพียงการปลูกพืชที่เก็บผลผลิตได้เพียงครั้งเดียว ซึ่งพืชเศรษฐกิจจะระยะสั้นบางชนิดสามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้ง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะนำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มเพื่อสร้างแผนการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจะระยะสั้นที่สามารถเก็บผลผลิตได้ครั้งเดียวและพืชที่สามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้ง

ภายใต้ปริมาณน้ำ พื้นที่ และงบประมาณที่มีจำกัด เพื่อช่วยให้เกษตรกรมีรายได้สูงสุด

### 3. ระเบียบวิธีวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะนำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มเพื่อสร้างแผนการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจระยะสั้นที่สามารถเก็บผลผลิตได้ครั้งเดียวและพืชที่สามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้ง ภายใต้ปริมาณน้ำ พื้นที่ และงบประมาณที่มีจำกัด ซึ่งมีระเบียบวิธีการดำเนินงาน ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล การสร้างแบบจำลอง การทดสอบผลลัพธ์ และการวิเคราะห์ผลลัพธ์และผลตอบแทนการลงทุน

#### 3.1 การรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลพื้นที่การมีศึกษา ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านลุงเขียน สร้อยสม จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 5 ไร่ โดยผู้วิจัยได้แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็นแปลงทั้งหมด 100 แปลง โดยในแต่ละแปลงได้สร้างทางเดินระหว่างแปลง และมีพื้นที่เพาะปลูกแปลงละ 62.5 ตารางเมตร การแบ่งพื้นที่ทั้ง 100 แปลง และศูนย์การเรียนรู้นี้มีสระน้ำที่สามารถกักเก็บน้ำได้มากที่สุดเพียง 5,000 ลูกบาศก์เมตร

2) ข้อมูลพืช ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลพืชจากสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งพบว่าพืชระยะสั้นที่มีการเพาะปลูกในจังหวัดเพชรบุรีมีหลายชนิด ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกพืชมา 6 ชนิดที่ได้รับความนิยมให้การเพาะปลูกและเป็นพืชที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ พริกชี้หนู ถั่วฝักยาว มะเขือเทศ กวางตุ้ง ผักบุ้งจีน และคะน้า และได้แบ่งกลุ่มพืชออกเป็น 2 กลุ่ม จากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่

- พืชที่สามารถเก็บผลผลิตได้เพียงครั้งเดียว ได้แก่ กวางตุ้ง ผักบุ้งจีน และคะน้า ซึ่งพืชกลุ่มนี้ เมื่อเก็บผลผลิตแล้วจะต้องเริ่มปลูกพืชใหม่ ดังนั้น ข้อมูลของพืชกลุ่มนี้จะประกอบด้วย จำนวนวันที่ปลูก ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก ค่าใช้จ่าย และราคาขายซึ่งคิดจากผลผลิตที่ได้ต่อ

แปลง โดยข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลโดยเฉลี่ยต่อแปลงต่ออายุพืช ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลพืชที่สามารถเก็บผลผลิตได้เพียงครั้งเดียว

ข้อมูลพืช	ผักบุ้งจีน	กวางตุ้ง	คะน้า
อายุพืช (วัน)	30	45	60
ปริมาณน้ำ (ลบ.ม.)	7.81	11.72	11.72
ราคาขาย (บาท)	635.39	559.88	360.40
ค่าใช้จ่าย (บาท)	382.81	232.30	231.25
กำไร (บาท)	252.58	327.57	129.15

- พืชที่สามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้ง ได้แก่ พริกชี้หนู ถั่วฝักยาว และมะเขือเทศ ซึ่งพืชเหล่านี้ เมื่อตัดลีนใจปลูกจะเริ่มปลูกตั้งแต่ต้นฤดูและสามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดระยะเวลา 6 เดือน ดังนั้น พืชกลุ่มนี้ จะเก็บข้อมูลของปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก ผลผลิตที่ได้ ค่าใช้จ่าย และราคาขาย โดยข้อมูลทั้งหมดนี้จะเป็นข้อมูลโดยเฉลี่ยต่อแปลงตลอดทั้งฤดูกาล ซึ่งข้อมูลของพืชแต่ละชนิดสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลพืชที่สามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้ง

ข้อมูลพืช	พริกชี้หนู	ถั่วฝักยาว	มะเขือเทศ
ปริมาณน้ำ (ลบ.ม.)	29.30	15.63	32.73
ราคาขาย (บาท)	2368.02	835.30	1732.82
ค่าใช้จ่าย (บาท)	1242.19	742.19	812.50
กำไร (บาท)	1125.84	93.12	920.32

#### 3.2 การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม

เนื่องจากแบบจำลองที่นำเสนอจะพิจารณาการเพาะปลูกของพืชที่มีระยะเวลาในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ซึ่งพืชในกลุ่มนี้อาจจะมีการปลูกในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันสลับกันไป และในส่วนของกลุ่มพืชที่ปลูกแล้วสามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้งนั้น หากมีการเริ่มต้นปลูกแล้วจะปลูกไปตลอดฤดูกาล ซึ่งในแบบจำลองนี้มีสมมติฐานในการสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม ดังนี้

1) ความต้องการน้ำ ผลผลิต ค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูก ราคาขายของพืชในละชนิด ไม่มีความเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งฤดูกาล

2) ระยะเวลาในขอบเขตกรณีศึกษา คือ 180 วัน

3) เนื่องจากพืชที่เก็บผลผลิตได้เพียงครั้งเดียวมีอายุพืชเฉลี่ยเป็น 30 45 และ 60 วัน ดังนั้น ช่วงเวลาการเพาะปลูกจะพิจารณาช่วงละ 15 วัน และมีระยะเวลาทั้งหมด 12 ช่วงเวลา

4) พืชในกลุ่มพืชที่ปลูกแล้วสามารถเก็บผลผลิตได้หลายครั้งนั้นหากได้คัดเลือกให้ปลูกจะต้องเริ่มปลูกตั้งแต่ช่วงเวลาที 1

5) หากผลผลิตที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากขอบเขตระยะเวลาในกรณีศึกษานี้แล้วจะไม่นำมาคำนวณ เช่น

- ผักบุ้งจีน : ใช้เวลาเพาะปลูกจนเก็บเกี่ยว 30 วัน ดังนั้นสามารถปลูกผักบุ้งจีนได้ในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3,..., 11
- กวางตุ้ง : ใช้เวลาเพาะปลูกจนเก็บเกี่ยว 45 วัน ดังนั้นสามารถปลูกกวางตุ้งได้ในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3,..., 10
- คენหว่า : ใช้เวลาเพาะปลูกจนเก็บเกี่ยว 60 วัน ดังนั้นสามารถปลูกคั้นหว่าได้ในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3,..., 9

6) ไม่พิจารณาถึงช่วงเวลาในการพักแปลงเพื่อปลูกรอบใหม่

สำหรับการสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม สามารถกำหนดเซต ดัชนี พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจ ได้ดังนี้

**เซต (set)**

- $I$  เซตของพืชที่ปลูกแล้วสามารถให้ผลผลิตเพียงครั้งเดียว
- $J$  เซตของพืชที่ปลูกแล้วสามารถให้ผลผลิตได้หลายครั้ง
- $\square_0^+$  เซตของจำนวนเต็มที่ไม่ติดลบ

**ดัชนี (index)**

- $i$  พืชชนิดที่  $i, \forall i \in I$
- $j$  พืชชนิดที่  $j, \forall j \in J$
- $t$  ช่วงเวลาที่  $t, \forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$   
เมื่อ  $T$  คือจำนวนช่วงเวลาการปลูกทั้งหมด

**พารามิเตอร์ (parameter)**

- $W$  ปริมาณน้ำที่มี (ลูกบาศก์เมตร)
- $P$  จำนวนแปลงที่มี (แปลง)

- $M$  งบประมาณที่มี (บาท)
- $T$  จำนวนช่วงเวลาการปลูกทั้งหมด
- $r_i$  กำไรต่อแปลงของการปลูกพืชชนิดที่  $i$
- $c_i$  ค่าใช้จ่ายต่อแปลงของพืชชนิดที่  $i$
- $r'_j$  กำไรต่อแปลงของการปลูกพืชชนิดที่  $j$
- $c'_j$  ค่าใช้จ่ายต่อแปลงของการปลูกพืชชนิดที่  $j$
- $a_i$  ปริมาณความต้องการน้ำของพืชชนิดที่  $i$
- $a'_j$  ปริมาณความต้องการน้ำของพืชชนิดที่  $j$

**ตัวแปรตัดสินใจ (decision variable)**

- $x_{it}$  จำนวนแปลงที่ปลูกพืชชนิดที่  $i$  ในช่วงเวลา  $t$
- $y_j$  จำนวนแปลงที่ปลูกพืชชนิดที่  $j$

สำหรับแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มเพื่อสร้างแผนการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจระยะสั้น ภายใต้ปริมาณน้ำ พื้นที่ และงบประมาณที่มีจำกัด เพื่อช่วยให้เกษตรกรมีกำไรสูงสุด สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\max \sum_{t=1}^{T-1} r_1 x_{1t} + \sum_{t=1}^{T-2} r_2 x_{2t} + \sum_{t=1}^{T-3} r_3 x_{3t} + \sum_{j \in J} r'_j y_j \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{t=1}^{T-1} a_1 x_{1t} + \sum_{t=1}^{T-2} a_2 x_{2t} + \sum_{t=1}^{T-3} a_3 x_{3t} + \sum_{j \in J} a'_j y_j \leq W \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^{T-1} c_1 x_{1t} + \sum_{t=1}^{T-2} c_2 x_{2t} + \sum_{t=1}^{T-3} c_3 x_{3t} + \sum_{j \in J} c'_j y_j \leq M \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} x_{it} + \sum_{j \in J} y_j = P \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{t=1}^2 x_{it} + \sum_{j \in J} y_j = P \quad (5)$$

$$\sum_{i=2}^3 x_{it} + \sum_{i=2}^3 \sum_{t=1}^3 x_{it} + \sum_{j \in J} y_j = P \quad (6)$$

$$\sum_{t=1}^1 x_{1t} + \sum_{t=1}^2 x_{2t} + \sum_{t=1}^3 x_{3t} + \sum_{j \in J} y_j = P, \quad (7)$$

$$\forall t \in \{4, 5, \dots, T-3\}$$

$$\sum_{t=T-3}^{T-2} x_{1t} + \sum_{t=T-4}^{T-2} x_{2t} + \sum_{t=T-5}^{T-3} x_{3t} + \sum_{j \in J} y_j = P \quad (8)$$

$$\sum_{t=T-2}^{T-1} x_{1t} + \sum_{t=T-3}^{T-2} x_{2t} + \sum_{t=T-4}^{T-3} x_{3t} + \sum_{j \in J} y_j = P \quad (9)$$

$$x_{1,T-1} + x_{2,T-2} + x_{3,T-3} + \sum_{j \in J} y_j = P \quad (10)$$

$$x_{it} \in \square_0^+, \forall i \in I, \forall t \in \{1, 2, \dots, T-1\} \quad (11)$$

$$y_j \in \square_0^+, \forall j \in J \quad (12)$$

สำหรับฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (1) แสดงถึงกำไรที่สูงที่สุดที่เกษตรกรจะได้รับ และเงื่อนไขบังคับที่ (2) แสดงถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชระยะสั้นต้องไม่เกินปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเงื่อนไขบังคับที่ (3) แสดงถึงต้นทุนที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชระยะสั้นต้องไม่เกินงบประมาณที่กำหนด เงื่อนไขบังคับที่ (4) – (6) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชระยะสั้นจะต้องเท่ากับพื้นที่ที่มีอยู่ในช่วงเวลา  $t = 1, 2, 3$  ตามลำดับ และเงื่อนไขบังคับที่ (7) เป็นการรับประกันว่าพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืชระยะสั้นในช่วงเวลาที่  $t$  โดยที่  $4 \leq t \leq T-3$  จะต้องเท่ากับพื้นที่ที่มีอยู่ นั่นคือ ในช่วงเวลานี้ พืชที่เก็บผลผลิตได้ครั้งเดียวจะสามารถปลูกได้ทุกช่วงเวลา และเงื่อนไขบังคับที่ (8) – (10) แสดงถึงพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืชระยะสั้นจะต้องเท่ากับพื้นที่ที่มีอยู่ ในช่วงเวลาที่  $T-2, T-1$  และ ช่วงเวลาที่  $T$  ตามลำดับ และในเงื่อนไขบังคับที่ (11) – (12) เป็นการกำหนดค่าของตัวแปรตัดสินใจซึ่งเป็นจำนวนเต็มมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ นั่นคือ จำนวนแปลงที่ปลูกพืชเมื่อเลือกปลูกจะต้องปลูกพืชแต่ละชนิดเต็มแปลง

#### 4. ผลลัพธ์ของแบบจำลองและการวิเคราะห์ผลลัพธ์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลกรณีศึกษาจากศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านลุงเขียน สร้อยสม จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งพื้นที่กรณีศึกษาสามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุด 5,000 ลูกบาศก์เมตร และข้อมูลของพืชแต่ละชนิดแสดงในหัวข้อ 3.1 และจากข้อมูลของกรณีศึกษา พบว่า แบบจำลองจะมีจำนวนตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 36 ตัวแปร และจำนวนเงื่อนไข ทั้งหมด 14 เงื่อนไขบังคับ สำหรับการหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ทดสอบแบบจำลองด้วยโปรแกรม Python 3 โดยใช้แพ็คเกจ Gurobi Solver 11.0.0 ที่ประมวลผลบน Google Colaboratory (Google Colab) โดยใช้เวลาในการประมวลผลไม่ถึง 1 วินาที และการทดสอบแบบจำลองแบ่งออกเป็น ผลลัพธ์ของกรณีศึกษา และการวิเคราะห์ความไว ซึ่งจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของงบประมาณและปริมาณน้ำที่มี นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้เพิ่มการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน เพื่อช่วยให้เกษตรกร

สามารถนำไปพิจารณาเพื่อเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมตามงบประมาณที่มีได้

##### 4.1 ผลลัพธ์ของกรณีศึกษา

จากข้อมูลของกรณีศึกษา ปริมาณน้ำที่สามารถกักเก็บได้สูงสุด คือ 5,000 ลูกบาศก์เมตร และงบประมาณที่มีของเกษตรกรกรณีศึกษา คือ 150,000 บาท เมื่อหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง พบว่า แผนการเพาะปลูกพืชที่ได้ไม่มีการเลือกปลูกพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายครั้ง อย่างไรก็ตาม พืชที่เก็บเกี่ยวได้ครั้งเดียวมีแผนการเพาะปลูกเป็นดังนี้

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ของแบบจำลองจากข้อมูลกรณีศึกษา

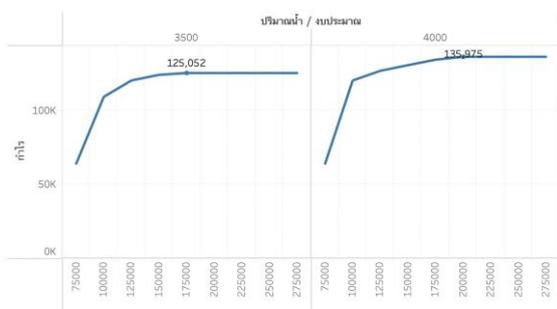
ช่วงเวลา	ผักบุ้งจีน	กวางตุ้ง	คะน้า
1	83	17	-
2	-	-	-
3	83	-	-
4	-	17	-
5	83	-	-
6	-	-	-
7	-	100	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	100	-
11	-	-	-
12	-	-	-

จากแผนการเพาะปลูกในตารางที่ 3 จะเห็นว่า เกษตรกรจะต้องปลูกผักบุ้งจีนและกวางตุ้งในช่วงเวลาที่ 1 จำนวน 83 แปลง และ 17 แปลง ตามลำดับ และเนื่องจากผักบุ้งจีนมีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว 30 วัน ดังนั้น เมื่อจบช่วงเวลา  $t = 2$  จะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ และในช่วงเวลาที่ 3 จะสามารถปลูกผักบุ้งจีนชุดใหม่ได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกวางตุ้งมีระยะเวลาเก็บเกี่ยว 45 วัน ดังนั้น ในช่วงเวลาที่ 3 ยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวกวางตุ้งได้ ในช่วงเวลาที่ 3 จึงสามารถปลูกผักบุ้งจีนได้เพียง 83 แปลง และจะเห็นว่า เมื่อจบช่วงเวลา  $t = 6$  ซึ่งครบรอบการเก็บเกี่ยวของผักบุ้งจีนรอบที่ 3 และกวางตุ้งรอบที่ 2 ดังนั้น ในช่วงเวลาที่ 7 จึงมีพื้นที่ว่าง 100 แปลง และแผนการเพาะปลูก คือ ปลูกกวางตุ้งทั้ง 100 แปลง และสามารถปลูกกวางตุ้งอีกครั้งในช่วงเวลาที่

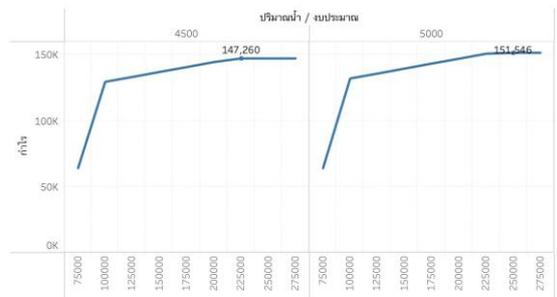
10 ซึ่งแผนการเพาะปลูกนี้ เกษตรกรจะได้กำไรที่สูงที่สุดคือ 139,543.58 บาท

#### 4.2 การวิเคราะห์ความไว

แม้ว่าปริมาณการกักเก็บน้ำของพื้นที่กรณีศึกษาจะสามารถกักเก็บน้ำได้สูงสุดคือ 5,000 ลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม ตลอดระยะเวลา 6 เดือน ปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้จริงอาจน้อยกว่า 5,000 ลูกบาศก์เมตร และในบางปี เกษตรกรอาจจะไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ถึง 5,000 ลูกบาศก์เมตร และเพื่อวิเคราะห์งบประมาณที่เหมาะสมที่เกษตรกรควรมีเพื่อลงทุนในการเพาะปลูก ผู้วิจัยได้ทดสอบแบบจำลองโดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและงบประมาณ โดยงบประมาณจะเริ่มตั้งแต่ 75,000 บาท และจะเพิ่มงบประมาณทีละ 25,000 บาท จนถึง 275,000 บาท รวมเป็น 9 งบประมาณ และในแต่ละงบประมาณจะพิจารณาปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน โดยเริ่มตั้งแต่ปริมาณน้ำ 3,500 ลูกบาศก์เมตร และเพิ่มขึ้นทีละ 500 ลูกบาศก์เมตร จนถึง 5,000 ลูกบาศก์เมตร รวมเป็นพิจารณาปริมาณน้ำ 4 ปริมาณ ดังนั้น รวมการทดสอบแบบจำลองทั้งหมด 36 กรณี ซึ่งผลลัพธ์ของกำไรของทั้ง 36 กรณี แสดงดังรูปที่ 2 – 3



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบกำไรของปริมาณน้ำ 3,500 และ 4,000 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบกำไรของปริมาณน้ำ 4,500 และ 5,000 ลูกบาศก์เมตร

จากรูปที่ 2 – 3 จะเห็นได้ว่า กำไรที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและงบประมาณที่มีอยู่ เมื่องบประมาณเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่งผลกำไรที่ได้จะคงที่เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีจำกัด และเมื่อพิจารณากำไรที่สูงที่สุดจากทั้ง 36 กรณี พบว่า เกษตรกรจะได้กำไรที่สูงที่สุดเมื่อมีงบประมาณ 250,000 บาท โดยมีปริมาณน้ำ 5,000 ลูกบาศก์เมตร และสามารถสร้างกำไรได้สูงถึง 151,545.99 บาท ซึ่งแผนการเพาะปลูกของกรณีนี้ คือ ปลูกผักบุงเงินจำนวน 100 แปลงตลอดทั้ง 6 เดือน เนื่องจากผักบุงเงินเป็นพืชที่ให้ผลกำไรต่อแปลงสูงที่สุด อีกทั้งมีงบประมาณและปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเพาะปลูกแบบจำลองจึงคัดเลือกปลูกผักบุงเงินเพียงชนิดเดียว ในทุก ๆ แปลง ตลอดทั้ง 6 เดือน

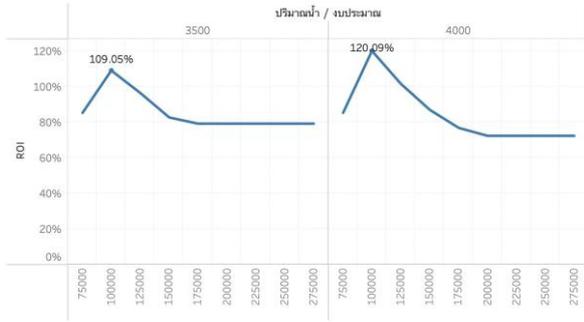
อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณางบประมาณ 100,000 บาท ของทุก ๆ ปริมาณน้ำ พบว่ามีการเพิ่มกำไรอย่างมากเมื่อเทียบกับงบประมาณก่อนหน้านี้ที่มีปริมาณน้ำเท่ากัน ดังนั้น เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าของเงินลงทุน ผู้วิจัยจะพิจารณาการลงทุนในกรณีของงบประมาณ 100,000 บาท

#### 4.3 การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน

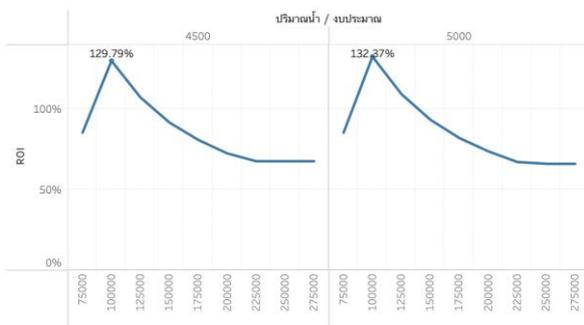
เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าของเงินลงทุนของเกษตรกร ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการลงทุน โดยค่าที่ได้จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และผลลัพธ์ของผลตอบแทนจากการลงทุนนี้เป็นตัวบ่งชี้ว่าการลงทุนนั้นมีประสิทธิภาพและความคุ้มค่าเพียงใด โดยค่า ROI สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$ROI (\%) = \frac{\text{รายได้} - \text{ต้นทุน}}{\text{ต้นทุน}} \times 100 \quad (13)$$

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 36 กรณี มาคำนวณหาผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ซึ่งผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ตามงบประมาณที่เพิ่มขึ้นโดยแบ่งตามปริมาณน้ำ แสดงดังรูปที่ 4 – 5



รูปที่ 4 ผลตอบแทนจากการลงทุนของงบประมาณที่เพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำ 3,500 และ 4,000 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 5 ผลตอบแทนจากการลงทุนของงบประมาณที่เพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำ 4,500 และ 5,000 ลูกบาศก์เมตร

จากรูปที่ 4 – 5 พบว่า ในทุกปริมาณน้ำมีรูปแบบที่คล้ายกัน นั่นคือ งบประมาณจาก 75,000 บาท เพิ่มเป็น 100,000 บาท นั้นมีผลตอบแทนจากการลงทุนที่เพิ่มขึ้นสูง ซึ่งผลตอบแทนที่ได้มากกว่าร้อยละ 100 และการเพิ่มงบประมาณจาก 100,000 บาท ขึ้นไป ผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนลดลงเรื่อย ๆ เมื่องบประมาณเพิ่มขึ้น ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากผลตอบแทนจากการลงทุน จะเห็นได้ว่าในงบประมาณที่ 100,000 บาท ของทุก ๆ ช่วงปริมาณน้ำ มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงที่สุดในทุกปริมาณน้ำ ดังนั้น ในงบประมาณที่ 100,000 บาท จึงเป็นจุดที่คุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนการลงทุนจะเห็นว่า เมื่อมีปริมาณน้ำ 4,500 และ 5,000 ลูกบาศก์เมตร มีผลตอบแทนการลงทุนสูงสองอันดับแรก ดังนั้น เพื่อสร้างแผนการลงทุนในปริมาณน้ำที่ต่างกันเพื่อให้เกษตรกรสามารถเลือกแผนที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำ ผู้วิจัยจะแสดงแผนการเพาะปลูก

ของปริมาณน้ำ 4,500 และ 5,000 ลูกบาศก์เมตร ในงบประมาณ 100,000 บาท

สำหรับแผนการเพาะปลูกเมื่อมีปริมาณน้ำ 4,500 ลูกบาศก์เมตร งบประมาณ 100,000 บาท พบว่า แผนการเพาะปลูกพืชที่ได้ไม่มีการเลือกปลูก คენห่า ถั่วฝักยาว และมะเขือเทศ และเลือกปลูก ผักบุ้งจีน กวางตุ้ง และพริกชี้หนู ซึ่งแผนการเพาะปลูกแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการเพาะปลูกของปริมาณน้ำ 4,500 ลูกบาศก์เมตรเมื่อใช้งบประมาณ 100,000 บาท

ช่วงเวลา	ผักบุ้งจีน	กวางตุ้ง	พริกชี้หนู
1	5	84	11
2	-	-	-
3	5	-	-
4	-	84	-
5	5	-	-
6	-	-	-
7	-	89	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	89	-
11	-	-	-
12	-	-	-

จากแผนการเพาะปลูกในตารางที่ 4 พบว่า เกษตรกรจะต้องปลูกพืช 3 ชนิด คือ ผักบุ้งจีน กวางตุ้ง และพริกชี้หนู โดยเกษตรกรจะต้องปลูก ผักบุ้งจีน กวางตุ้ง และพริกชี้หนู ในช่วงเวลาที่ 1 จำนวน 5 แปลง 84 แปลง และ 11 แปลง ตามลำดับ ซึ่งพริกชี้หนู เป็นพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายครั้ง ดังนั้น พริกชี้หนูจะถูกปลูกแค่ช่วงเวลา 1 และสามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดระยะเวลา 6 เดือน ในขณะที่ กวางตุ้งและผักบุ้งจีนเป็นพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียงครั้งเดียว ดังนั้น จึงมีการเก็บเกี่ยวและสลับแปลงปลูกตามช่วงเวลา 4 ซึ่งแผนการเพาะปลูกนี้ เกษตรกรจะได้กำไรที่สูงที่สุดคือ 129,512.96 บาท และได้ผลตอบแทนสูงถึงร้อยละ 129.79

สำหรับแผนการเพาะปลูกเมื่อมีปริมาณน้ำ 5,000 ลูกบาศก์เมตร งบประมาณ 100,000 บาท แผนการ

เพาะปลูกพืชที่ไม่มีการเลือกปลูกพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายครั้ง และไม่มีการเลือกปลูกผักคะน้า อย่างไรก็ตาม พืชที่เก็บเกี่ยวได้ครั้งเดียวมีแผนการเพาะปลูกเป็นดังนี้

ตารางที่ 5 แผนการเพาะปลูกซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่สุด

ช่วงเวลา	ผักบุ้งจีน	กวางตุ้ง
1	10	90
2	-	-
3	-	10
4	-	90
5	-	-
6	10	-
7	-	90
8	10	-
9	-	-
10	-	100
11	-	-
12	-	-

จากแผนการเพาะปลูกในตารางที่ 5 พบว่าเกษตรกรจะต้องปลูกพืช 2 ชนิด คือ ผักบุ้งจีน และกวางตุ้ง โดยเกษตรกรจะต้องปลูก ผักบุ้งจีน และกวางตุ้ง ในช่วงเวลาที่ 1 จำนวน 10 แปลง และ 90 แปลง ตามลำดับ และเนื่องจากกวางตุ้งและผักบุ้งจีนเป็นพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียงครั้งเดียว ดังนั้น จึงมีการเก็บเกี่ยวและสลับแปลงปลูกดังตาราง ซึ่งแผนการเพาะปลูกนี้ เกษตรกรจะได้กำไรที่สูงที่สุดคือ 132,054.89 บาท และได้ผลตอบแทนสูงถึงร้อยละ 132.37

จากผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า เมื่อปริมาณน้ำและงบประมาณแตกต่างกัน แผนการเพาะปลูกพืชจะแตกต่างกัน ซึ่งในบางกรณี พืชที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายครั้ง ไม่ถูกเลือกให้เพาะปลูกเลย เนื่องจาก เมื่อพิจารณากำไรที่ได้เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้และงบประมาณอาจมีสัดส่วนที่ทำให้การปลูกพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ครั้งเดียวให้กำไรที่มากกว่าในปริมาณน้ำและงบประมาณเดียวกัน และจากการวิเคราะห์ความไวโดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและงบประมาณ พบว่า แบบจำลองที่นำเสนอให้ผลลัพธ์ที่สามารถระบุแผนการเพาะปลูกที่ให้ผลกำไรสูงสุดโดยเกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูกในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างยืดหยุ่น นอกจากนี้ แบบจำลองยังแสดงให้เห็นว่า

เห็นว่า แม้จะมีงบประมาณหรือปริมาณน้ำที่มีอย่างจำกัดเกษตรกรก็ยังสามารถลงทุนได้อย่างคุ้มค่า

### 5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนการจัดสรรพื้นที่การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจระยะสั้นภายใต้เงื่อนไขการกำหนดปัจจัยทางด้านเวลา ปริมาณน้ำ และงบประมาณในการเพาะปลูก ซึ่งแบบจำลองที่นำเสนอจะพิจารณาช่วงเวลาในการเพาะปลูกของพืชเศรษฐกิจระยะสั้น โดยพิจารณาพืชที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียงครั้งเดียวและพืชที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายครั้ง

จากการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลกรณีศึกษาศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง บ้านลุงเขียน สร้อยสม จังหวัดเพชรบุรี พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้สามารถสร้างแผนการเพาะปลูกโดยเกษตรกรสามารถเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดสลับกันในแต่ละช่วงได้ และสามารถสร้างกำไรที่สูงที่สุดตามปริมาณน้ำและงบประมาณที่มีจำกัดได้ และเมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและงบประมาณ พบว่า ผลลัพธ์ที่ให้กำไรสูงสุด คือ การปลูกผักบุ้งจีนจำนวน 100 แปลง ตลอดทั้ง 6 เดือน โดยเกษตรกรต้องใช้งบประมาณ 250,000 บาท และมีปริมาณน้ำ 5,000 ลูกบาศก์เมตรซึ่งเป็นปริมาณน้ำสูงสุดที่เกษตรกรสามารถกักเก็บได้ ซึ่งในกรณีนี้ เกษตรกรจะได้กำไรสูงถึง 151,545.99 บาท อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรมีงบที่จำกัด เกษตรกรสามารถลงทุนในงบประมาณ 100,000 บาท ซึ่งจะได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุดถึงร้อยละ 132.37 และได้ผลกำไรอยู่ที่ 132,054.89 บาท

จากผลลัพธ์ที่ได้ จะเห็นว่า แบบจำลองที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับเกษตรกรในการวางแผนการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจระยะสั้น โดยช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลกำไรจากการเพาะปลูกและสามารถเลือกพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ปริมาณน้ำ และงบประมาณ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถจัดการทรัพยากรที่มีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ ยังมีข้อจำกัดบางประการ ดังนี้

1) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยตลอดทั้งฤดูกาล อาจส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง ดังนั้น เกษตรกรควรใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองนี้เป็นแนวทาง และพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม

2) ความยืดหยุ่นของระยะเวลาเพาะปลูก ซึ่งการเพาะปลูกพืชจริงนั้นมีความยืดหยุ่นในแง่ของระยะเวลา โดยข้อมูลการเพาะปลูกมักแสดงช่วงเวลาแบบกว้าง ๆ เช่น ผักบุ้งจีนมีระยะเวลาการเพาะปลูกจนถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 25 – 30 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ดังนั้น แบบจำลองสามารถพัฒนาได้โดยคำนึงถึงความยืดหยุ่นของระยะเวลาในการเพาะปลูก และความยืดหยุ่นในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อให้แบบจำลองมีความสมจริงและสามารถใช้งานได้จริงมากขึ้น

3) การพิจารณาความต้องการของตลาด เนื่องจากแบบจำลองที่นำเสนอ ยังไม่พิจารณาความต้องการของตลาด ดังนั้นการเลือกปลูกพืชที่ไม่เป็นความต้องการของตลาดอาจทำให้เกษตรกรไม่ได้รับกำไรตามผลลัพธ์ของแบบจำลอง ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรพัฒนาแบบจำลองโดยเพิ่มเงื่อนไขความต้องการของตลาด เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้สามารถใช้งานได้จริงมากยิ่งขึ้น

4) การพัฒนาแบบจำลองให้ใช้งานง่าย จากแบบจำลองที่นำเสนอ จะเห็นว่า การหาผลลัพธ์ต้องการใช้การประมวลผลในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจใช้งานยากสำหรับเกษตรกรทั่วไป ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตสามารถพัฒนาแบบจำลองให้ใช้งานง่ายขึ้น โดยอาจพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันบนมือถือหรือเว็บไซต์ที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงและใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนสนับสนุนการทำวิจัยด้านคณิตศาสตร์และสถิติ (โครงการปริญญาตรีภาคพิเศษ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์การจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2566 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง บ้านลุงเขียนสร้อยสม จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ข้อมูลและสถานที่มาใช้เป็น

กรณีศึกษาสำหรับการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่อำนวยความสะดวกให้ข้อมูลเพื่อศึกษางานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, “รมช.พณ. เผยสถิติการส่งออกสินค้าเกษตรไทย พร้อมแนะทุกภาคส่วนช่วยกันดูแลภาคเกษตร,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://tpso.go.th/news/2402-0000000014>. [วันที่เข้าถึง 22 กุมภาพันธ์ 2567].
- [2] กรมอุตุนิยมวิทยา, “ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (มม.) ในคาบ 30 ปี,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [https://tmd.go.th/ClimateChart/monthly-mean-rainfall-in-thailand-mmm-30-years?fbclid=IwAR3ufucR5s\\_l5BuLeZeW0LOpM EMfQkt0-Vtle3o7R3eo6N9K5KFKdcRDbEk](https://tmd.go.th/ClimateChart/monthly-mean-rainfall-in-thailand-mmm-30-years?fbclid=IwAR3ufucR5s_l5BuLeZeW0LOpM EMfQkt0-Vtle3o7R3eo6N9K5KFKdcRDbEk). [วันที่เข้าถึง 22 ธันวาคม 2566].
- [3] J. Veintimilla-Reyes, D. Cattrysse, A. D. Meyer and J. V. Orshoven, “Mixed integer linear programming (MILP) approach to deal with spatio-temporal water allocation,” *Procedia Engineering*, vol. 162, pp. 221-229, 2016.
- [4] พหล ศักดิ์คะทศน์, พุฒิสรรค์ เครือคำ, และกังสดาล กนกหงษ์, “การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรในภาวะภัยแล้งของเกษตรกรผู้ใช้น้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่,” *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร*, ปีที่ 39, ฉบับที่ 3, น. 169-179, 2565.
- [5] D. K. Singh, C. S. Jaiswal, K. S. Reddy, R. M. Singh, and D. M. Bhandarkar, “Optimal cropping pattern in a canal command area,” *Agricultural*

*Water Management.*, vol. 50, no. 1, pp. 1-8, 2001.

- [6] พงษ์สรรค์ สุทธิไชยเมธี, “การประยุกต์ใช้ Linear Programming สำหรับการวางแผนการผลิตทางการเกษตรและติดตามผลการดำเนินงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง,” *วารสารสุทธิปริทัศน์.*, ปีที่ 26, ฉบับที่ 78, น. 19-36, 2555.
- [7] M. Sakellariou-Makrantonaki, C. Tzimopoulos, and V. Giouvanis, “Linear programming application for irrigation network management–implementation in the irrigation network region of Pinios (Central Greece),” *Irrigation and Drainage.*, vol. 65, no. 4, pp. 514-521, 2016.
- [8] N. Hj. Mohamad and F. Said, “A mathematical programming approach to crop mix problem,” *Advances in Food Science and Technology.*, vol. 7, no. 4, pp. 1-7, 2019.