วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 28 ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2561
The Journal of KMUTNB., Vol. 28, No. 2, Apr.–Jun. 2018

บทความวิจัย

การวิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์สำหรับจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน: กรณีศึกษาจังหวัดสระแก้ว

พิสิษฐ์ บึงบัว* ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล และ ณกร อินทร์พยุง
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08–9802–0987 อีเมล: pisit.bu@gmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.03.010
รับเมื่อ 13 มิถุนายน 2560 ตอบรับเมื่อ 30 สิงหาคม 2560 เผยแพร่ออนไลน์ 23 มีนาคม 2561
© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุน เพื่อหาสัดส่วนการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสระแก้ว 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภายใต้ผลตอบแทนที่คาดหวังและความเสี่ยงในการลงทุนต่ำที่สุด ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสรรการปลูกพืชโดยใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นประยุกต์ใช้การวิเคราะห์หลายวัตถุประสงค์ เพื่อหาแนวทางการใช้พื้นที่ผลิตพืชอย่างเหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ที่นำมาพิจารณา 3 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมของดิน ความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน และระยะทางขนส่งผลผลิตจากแปลงปลูกไปแหล่งรับซื้อ งานวิจัยได้ทดสอบนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปรในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 4 กรณี ได้แก่ 1) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของดินสูงกว่าด้านอื่น 2) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงกว่าด้านอื่น 3) การให้ความสำคัญด้านระยะทางขนส่งผลผลิตสูงกว่าด้านอื่น และ 4) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนเท่ากับด้านระยะทางขนส่งผลผลิต ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลและหาคำตอบของการตัดสินใจโดยใช้ไลบรารี LP Solve ในโปรแกรมภาษาไพธอน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการที่นำเสนอสามารถช่วยนักวางแผนเมืองในการกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปรในแบบจำลองการตัดสินใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ผลของแบบจำลองสามารถระบุพื้นที่ในระดับตำบลว่าควรปลูกพืชชนิดใด จำนวนกี่ไร่ และควรส่งผลผลิตไปขายที่แหล่งรับซื้อของตำบลใด จึงจะทำให้การผลิตพืชเศรษฐกิจหลักในภาพรวมของจังหวัดสระแก้วมีประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการวางแผนเพาะปลูกพืชที่นำเสนอสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุน, แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์, พืชเศรษฐกิจหลักจังหวัดสระแก้ว, เมืองที่ยั่งยืน

การอ้างอิงบทความ: พิสิษฐ์ บึงบัว ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล และ ณกร อินทร์พยุง, "การวิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์สำหรับจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน: กรณีศึกษาจังหวัดสระแก้ว," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 28, ฉบับที่ 2, หน้า 313–331, เม.ย.–มิ.ย. 2561.

Research Article

The Analysis of Multi-Objective to Allocate Area for Growing Economic Crops for Sustainable City Development: A Case Study in Sa Kaeo Province

Pisit Bungbua*, Pairoj Raothanachonkun and Nakorn Indra-Payoong
Faculty of Logistics, Burapha University, Chon Buri, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08–9802–0987, E–mail: pisit.bu@gmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.03.010
Received 13 June 2017; Accepted 30 August 2017; Published online: 23 March 2018
© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research applies the portfolio selection model in order to determine the proportion of economic crops in Sa Kaeo province, consisting of rice, cassava, sugarcane, and maize subject to the expected return and the lowest investment risk. The crop allocation was first analyzed using Microsoft Excel Solver and then applied multi-objective analysis in order to find suitable crop areas. Three objectives for crop location were considered: the suitability of the soil, rain water quantity, and distance to the market. The weights of the criteria varied according to four testing policies: 1) when the soil suitability is the most important criterion; 2) when the rain water quantity is of most concern; 3) when the distance to the market is the most important criterion; and 4) when there is an equal importance of the rain water quantity and the distance to the market. These decision criteria were formulated using linear programming and were optimized using LP Solve using the Python script. The results demonstrated that the proposed method would help city planners determine the weights in the multi-objective optimization model more easily. The resulting optimal solution specified how many rai were allocated for which sub-district and products in order to make the crop production in Sa Kaeo most efficient. This proposed crop planning method could be used for sustainable city development.

Keywords: Portfolio Selection Model, Multi-objective Model, Economic Crops of Sa Kaeo, Sustainable City

Please cite this article as: P. Bungbua, P. Raothanachonkun, and N. Indra-Payoong, "The analysis of multi-objective to allocate area for growing economic crops for sustainable city development: A case study in Sa Kaeo province," *The Journal of KMUTNB*, vol. 28, no. 2, pp. 313–331, Apr.–Jun. 2018 (in Thai).

1. บทนำ

การพัฒนาสู่เมืองที่ยั่งยืนเป็นกระแสหลักของการพัฒนาเมืองในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา หลายเมืองและหลายองค์กรมีแนวคิดในการพัฒนาเมืองในรูปแบบต่างๆ มากมาย แต่มีเป้าหมายเดียวกันคือ ความน่าอยู่และความยั่งยืน ซึ่งการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนต้องคำนึงถึงการพัฒนาอย่างสมดุลใน 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการพัฒนาชุมชนเข้มแข็งให้เป็นฐานรากของสังคม การสร้างสภาวะแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี และการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็งพึ่งตนเองได้ [1]

จังหวัดสระแก้วเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทยมีพื้นที่ 4,496,962 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 2,313,694 ไร่ (ร้อยละ 51.45) พื้นที่ใช้ประโยชน์นอกการเกษตร 1,264,212 ไร่ (ร้อยละ 28.11) และพื้นที่ป่าไม้ 919,056 ไร่ (ร้อยละ 20.44) [2] มีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยในปี พ.ศ. 2558 จังหวัดสระแก้วใช้พื้นที่ปลูกข้าว 794,898 ไร่ (ร้อยละ 34.36) ปลูกมันสำปะหลัง 446,238 ไร่ (ร้อยละ 19.29) ปลูกอ้อยโรงงาน 385,983 ไร่ (ร้อยละ 16.68) และปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 102,710 ไร่ (ร้อยละ 4.44) [3] รวมพื้นที่สำหรับปลูกพืชทั้ง 4 ชนิด จำนวน 1,729,829 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 74.77 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดจึงกล่าวได้ว่า ข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสระแก้ว แต่ปัญหาการผลิตพืชมีหลากหลาย เช่น การปลูกพืชโดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมของดินและปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ ทำให้มีปริมาณผลผลิตต่อไร่น้อยในขณะที่มีต้นทุนการผลิตสูง ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงการใช้พื้นที่เพาะปลูกพืชอย่างไม่มีประสิทธิภาพ [4] มีการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งเกินความต้องการของตลาด “การผลิตมากเกินไป” หรือ “การผลิตล้นตลาด” ทำให้ราคาตกต่ำเกษตรกรต้องประสบกับการขาดทุนและเป็นหนี้สะสมมาอย่างต่อเนื่อง [5]

การวิจัยนี้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุนเพื่อหาสัดส่วนการลงทุนผลิตพืชเศรษฐกิจหลัก ภายใต้ผลตอบแทนรวมที่คาดหวัง โดยมีความเสี่ยงในการลงทุนผลิตพืชน้อยที่สุด และประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการใช้พื้นที่ผลิตพืชอย่างเหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ที่นำมาพิจารณา 3 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมของดิน ความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน และระยะทางขนส่งผลผลิตจากแปลงปลูกไปแหล่งรับซื้อ ทั้งนี้ผลจากการวิจัยจะสามารถนำไปใช้พิจารณาเพื่อจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสระแก้ว รวมทั้งวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาจังหวัด ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ทำให้เกษตรกรมีชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น นำไปสู่การพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนต่อไป

การวิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มลงทุน (Portfolio Selection)

การเลือกกลุ่มลงทุนที่เหมาะสม เป็นการวิเคราะห์หาสัดส่วนการลงทุนในสินทรัพย์ต่างๆ เพื่อให้มีผลตอบแทนรวมตามที่คาดหวังภายใต้ความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุด หรือภายใต้ความเสี่ยงของการลงทุนที่กำหนดต้องการผลตอบแทนรวมสูงที่สุด ทั้งนี้การกำหนดเงื่อนไขแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับมุมมองของการบริหารกลุ่มลงทุนว่าจะให้สำคัญกับเป้าหมายที่เป็นผลตอบแทนรวมหรือความเสี่ยงในการลงทุน

Sungkaew [6] กล่าวถึงทฤษฎีกลุ่มลงทุนของ Markowitz (Markowitz Portfolio Theory) ไว้ว่า Harry Markowitz เสนอความคิดเห็นในการลงทุนกลุ่มสินทรัพย์อย่างมีหลักเกณฑ์จะช่วยให้การลงทุนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีสมมติฐานให้นักลงทุนทุกคนเป็นประเภทหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk-Averse) จึงพยายามกระจายความเสี่ยงด้วยการลงทุนในกลุ่มสินทรัพย์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากการลงทุนในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกันย่อมถูกผลกระทบจากสภาวะเศรษฐกิจในระยะเวลาเดียวกันเหมือนๆ กัน และจะเป็นกลุ่มลงทุนที่มีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีผลตอบแทนสูงกว่ากลุ่มลงทุนอื่น ณ ระดับความเสี่ยงเดียวกัน หรือมีระดับความเสี่ยงต่ำกว่า ณ ระดับผลตอบแทนที่เท่ากัน

อัตราผลตอบแทน (Investment Return Rate) กลุ่มลงทุนจะมีอัตราผลตอบแทนเท่ากับผลตอบแทนที่คาดหวังจากแต่ละสินทรัพย์คูณด้วยสัดส่วนการลงทุนในแต่ละ

สินทรัพย์นั้น โดยคำนวณได้ตามสมการที่ (1)

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{N} w_i E(R_i) \quad (1)$$

จากสมการที่ (1) $E(R_p)$ คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของการลงทุนในกลุ่มลงทุน p, $E(R_p)$ คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของการลงทุนในสินทรัพย์ i, w คือ สัดส่วนการลงทุนในสินทรัพย์ i และ N คือ จำนวนสินทรัพย์ที่ประกอบเป็นกลุ่มลงทุน

ความเสี่ยงในการลงทุน (Investment Risk) ตามทฤษฎีของการลงทุน ความเสี่ยงในการลงทุน คือ อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจริง (Actual Return) เบี่ยงเบนหรือแตกต่างไปจากอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังจะได้รับ (Expected Return) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงและผลตอบแทนจากการลงทุน มักจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ หากระดับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนสูงขึ้นระดับความเสี่ยงที่ผู้ลงทุนต้องแบกรับจากการลงทุนนั้นก็จะสูงขึ้นด้วย (High Risk-High Return)

ความเสี่ยงของกลุ่มลงทุนจะพิจารณาผลกระทบที่มาจากการกระจายความเสี่ยงในกลุ่มลงทุนหรือเรียกว่า Diversification Effect โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสินทรัพย์ว่ามีมากหรือน้อย เป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือตรงข้ามกัน ดังสมการที่ (2)

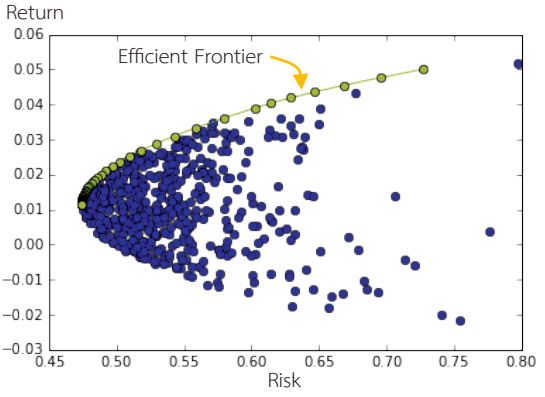
$$Var(R_p) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i w_j Cov(R_i, R_j) \text{ โดยที่ } i \neq j$$

หรือ $$Var(R_p) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i w_j \sigma_{R_i} \sigma_{Rj} \rho_{R_i R_j} \text{ โดยที่ } i \neq j \quad (2)$$

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสินทรัพย์คู่ใดๆ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $\rho_{R_i R_j}$ ได้ดังสมการที่ (3)

$$\rho_{R_i R_j} = \frac{Cov(R_i, R_j)}{\sigma_{R_i} \sigma_{R_j}} \quad (3)$$

จากสมการที่ (2), (3) $Var(R_p)$ คือ ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนกลุ่มลงทุน p, $Cov(R_i, R_j)$ คือ ความแปรปรวนร่วม (Covariance) ของอัตราผลตอบแทนในสินทรัพย์ i และ j, $\rho_{R_i R_j}$ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนในสินทรัพย์ i และ j, w_i, w_j คือ สัดส่วนการลงทุนในสินทรัพย์ i และ j, σ_{R_i} คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนสินทรัพย์ i และ σ_{R_j} คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทนสินทรัพย์ j



รูปที่ 1 กลุ่มลงทุนในแนวเส้น Efficient Frontier [8]

กลุ่มลงทุนที่มีประสิทธิภาพ (Efficient Portfolio) หมายถึง กลุ่มลงทุนที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด ณ ระดับความเสี่ยงหนึ่งๆ หรือกลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงต่ำสุด ณ ระดับผลตอบแทนที่เท่ากันจากการพิจารณากลุ่มลงทุนที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Feasible/Opportunity Set) สามารถแสดงกลุ่มลงทุนที่มีประสิทธิภาพซึ่งอยู่ในแนวเส้นที่เรียกว่า Efficient Frontier [7] โดยกลุ่มลงทุนที่มีประสิทธิภาพ แสดงในรูปที่ 1

2. แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Model)

Ammaruekarat and Meesad [9] กล่าวถึงการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) ว่าเป็นวิธีการที่ใช้หาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนดขึ้น การหาค่าเหมาะสมที่สุดแบ่งตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือฟังก์ชันเป้าหมายเป็น 2 รูปแบบ คือ การหาค่าเหมาะสมที่สุดที่พิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพียงวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective Optimization Problem) ส่วนปัญหาที่พิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่าหนึ่งฟังก์ชันวัตถุประสงค์พร้อมๆ กัน ในรูปแบบปัญหาลักษณะนี้อาจมีฟังก์ชัน

วัตถุประสงค์ที่มีความขัดแย้งกันหรือเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และเรียกว่าเป็นปัญหาการหาค่าเหมาะเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Optimization Problem) หรือปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Optimization Problem) หรือปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบเวกเตอร์ (Vector Optimization Problem) ซึ่งการหาค่าเหมาะสมที่สุดประกอบด้วย เวกเตอร์ตัวแปรตัดสินใจ (Vector of Decision Variable) ข้อจำกัด (Constraints) และเวกเตอร์ฟังก์ชัน (Vector Function) ที่สามารถเรียกว่าเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) โดยมากฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะเกี่ยวข้องกับการหาค่ามากที่สุด (Maximization) หรือน้อยที่สุด (Minimization) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้น สามารถเขียนแบบจำลองปัญหาหลายวัตถุประสงค์ในแบบทั่วไปได้ดังนี้

$$Minimize\,(or\ Maximize):\{f_1(x), f_2(x), ..., f_m(x)\} \quad (4)$$

$$\text{Subject to } g_i(x) \leq, \geq 0 \quad i = 1, 2, ..., m \quad (5)$$

$$h_i(x) = 0 \qquad i = 1, 2, ..., m \quad (6)$$

เมื่อ x คือ เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจ, $f_i(x)$ คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ i, $g_i(x)$ คือ เวกเตอร์ข้อจำกัดที่ i และ $h_i(x)$ คือ เวกเตอร์ข้อจำกัดที่ i

ดังนั้นรูปแบบปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์จะเป็นการค้นหาเวกเตอร์คำตอบ x ที่เป็นค่าต่ำที่สุดหรือค่าสูงสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในสมการที่ (4) ภายใต้ m ข้อจำกัดแบบอสมการที่ (5) และ/หรือ ภายใต้ m ข้อจำกัดแบบสมการที่ (6) ซึ่งจะเป็นการกำหนดขอบเขตพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้

โดยทั่วไปการหาคำตอบที่มีหลายวัตถุประสงค์มี 3 รูปแบบ คือ ทุกฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต้องการหาคำตอบมากที่สุด ทุกฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต้องการหาคำตอบน้อยที่สุด และแบบขัดแย้งกัน คือมีทั้งฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาคำตอบมากที่สุดและบางฟังก์ชันต้องการหาคำตอบน้อยที่สุด ซึ่งสามารถแปลงฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้มีรูปแบบการหาคำตอบมากที่สุดหรือน้อยที่สุดได้

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกกลุ่มลงทุน ส่วนมากเป็นงานวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ เช่น การเลือกกลุ่มลงทุนเพื่อซื้อหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ หรือการเลือกกลุ่มลงทุนในสินทรัพย์ต่างๆ ตัวอย่างงานวิจัยสำหรับการจัดกลุ่มลงทุน เช่น Limwattana [10] วิเคราะห์ประสิทธิภาพแบบมาร์โควิทซ์ของกองทุนรวมที่ลงทุนในหุ้น: กรณีศึกษาตลาดทุนไทย เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเกี่ยวกับทฤษฎีพอร์ตการลงทุนสมัยใหม่ของมาร์โควิทซ์ต่อการลงทุนในตลาดทุนไทย โดยสร้างพอร์ตการลงทุนที่ปรับน้ำหนักตามหลักของมาร์โควิทซ์ Hernandez [11] ศึกษาหุ้นกลุ่มพลังงานของตลาดออสเตรเลีย โดยพบว่าการลงทุนในหุ้นกลุ่มน้ำมันและก๊าซธรรมชาติมีความเสี่ยงสูงกว่าหุ้นกลุ่มถ่านหินและยูเรเนียม โดยระบุวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและการวัดค่าความเสี่ยงที่จะทำให้ได้รับผลตอบแทนดีที่สุดจากการจัดกลุ่มลงทุนในหุ้นกลุ่มพลังงาน Castellano and Cerqueti [12] ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเลือกกลุ่มลงทุนที่ดีที่สุดของสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงมากจากความถี่ในการซื้อขายและมีสภาพคล่องต่ำ วิเคราะห์และเปรียบเทียบกลยุทธ์การลงทุนทั้งในระยะยาวและการซื้อขายระยะสั้น โดยใช้การจำลองข้อมูลแบบ Monte Carlo เพื่อให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์ต่อมุมมองทางการเงิน

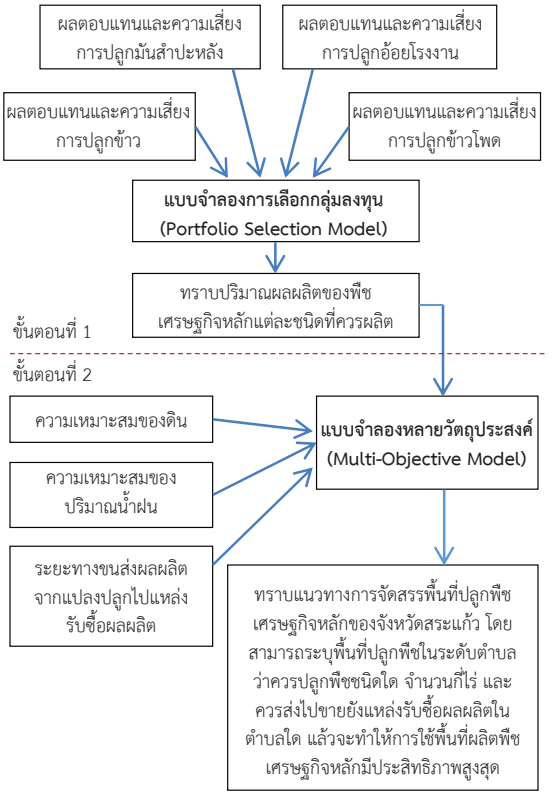
งานวิจัยที่ใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ เช่น Pranet [13] นำเสนอการหาที่ตั้งโรงงานเอทานอลจากกากมันสำปะหลังที่เหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ 2 วัตถุประสงค์ คือ ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านความเสี่ยงของกระบวนการผลิต Mayachearw [14] ศึกษาการแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์เพื่อหาตำแหน่งลานเทปาล์มน้ำมันในเขตพัฒนาเศรษฐกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้ วัตถุประสงค์ที่นำมาใช้วิเคราะห์มี 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน ด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาจากผลกระทบของปริมาณก๊าซเรือนกระจกใน

การขนส่ง และด้านความปลอดภัยจากการก่อวินาศกรรมในเส้นทางการขนส่ง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการจัดกลุ่มลงทุนมาประยุกต์ใช้เพื่อหาสัดส่วนการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสระแก้วที่เหมาะสม และประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสระแก้วอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุนวิเคราะห์หาสัดส่วนการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนรวมตามที่คาดหวัง ภายใต้ความเสี่ยงของการลงทุนน้อยที่สุด โดยคำนึงถึงความต้องการผลผลิตพืชของแหล่งรับซื้อที่มีอยู่ในจังหวัดสระแก้ว แล้วนำผลลัพธ์ไปกำหนดเป็นเงื่อนไขร่วมสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป 2) ประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ วิเคราะห์เพื่อระบุถึงพื้นที่ในระดับตำบลว่าควรผลิตพืชชนิดใด จำนวนกี่ไร่ และควรส่งไปขายที่แหล่งรับซื้อในตำบลใด จึงจะทำให้การใช้พื้นที่ผลิตพืชมีประสิทธิภาพสูงสุด จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่านอกจากดิน (แร่ธาตุอาหารในดิน) และน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช [15] การขนส่งผลผลิตจากแปลงปลูกไปขายยังแหล่งรับซื้อ ถือเป็นต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่เกษตรกรต้องแบกรับ [16] ดังนั้นการวิจัยนี้จึงกำหนดวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมของดิน พิจารณาข้อมูลจากระบบบริการภูมิสารสนเทศเพื่อการเกษตร (GISAgro) [17] ความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน พิจารณาจากแผนที่แสดงเส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยรายปีบริเวณพื้นที่จังหวัดสระแก้ว [18] และระยะทางการขนส่งผลผลิตจากแปลงปลูกไปแหล่งรับซื้อผลผลิต พิจารณาข้อมูลแหล่งรับซื้อและความสามารถในการรองรับผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักจากระบบบริการภูมิสารสนเทศเพื่อการเกษตร พร้อมทั้งพิจารณาข้อมูลระยะทางการขนส่งผลผลิตระหว่างตำบลที่เป็นแปลงปลูกไปยังตำบลที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิตจาก Google Map [19] ทดสอบนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนัก 4 กรณี คือ 1) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของดินสูงกว่าด้านอื่น 2) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงกว่าด้านอื่น 3) การให้ความสำคัญด้านระยะทางขนส่งผลผลิตสูงกว่าด้านอื่น และ 4) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนเท่ากับความสำคัญด้านระยะทางขนส่งผลผลิต โดยผู้วิจัยแทนค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ด้านในแบบต่างๆ ให้ครอบคลุมความเป็นไปได้ของการกำหนดค่าน้ำหนักทั้งหมด จากนั้นพิจารณาเลือกผลลัพธ์ดีที่สุดของแต่ละนโยบายเพื่อนำเสนอผลลัพธ์การคำนวณต่อไป



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 ใช้คำสั่ง Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 ใช้ไลบรารี LP Solve ในโปรแกรมภาษาไพธอน โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 2

3. แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

งานวิจัยนี้กำหนดกลุ่มตัวแปร (Sets of Variables) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) และข้อจำกัด (Constraints) ของการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1 แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุน

3.1.1 เซต (Sets)

EC เซตของพืชเศรษฐกิจหลัก

3.1.2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

w_i, w_j ค่าสัดส่วนการผลิตพืชชนิด i และ j

3.1.3 ข้อมูลค่าคงที่ (Parameters)

μ_i ผลตอบแทนเฉลี่ยของการปลูกพืชชนิด

σ_{ij} ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทนการปลูกพืชชนิด i และ j

R^* ผลตอบแทนรวมที่คาดหวังจากการจัดกลุ่มลงทุน

$w_i^{'}$ ค่าสัดส่วนขั้นต่ำของการผลิตพืชชนิด i

$w_i^{''}$ ค่าสัดส่วนขั้นสูงของการผลิตพืชชนิด i

3.1.4 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$Minimize \sum_{i \in EC} \sum_{j \in EC} w_i w_j \sigma_{ij} \quad (7)$$

3.1.5 ข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum_{i \in EC} w_i \mu_i = R^* \quad (8)$$

$$w_i^{'} \le w_i \le w_i^{''}, \ \forall i \in EC \quad (9)$$

$$\sum_{i \in EC} w_i = 1, \ \ 0 \le w_i \le 1 \quad (10)$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (7) ต้องการหาความแปรปรวนร่วมที่น้อยที่สุดจากอัตราผลตอบแทนของกลุ่มลงทุน หรืออาจกล่าวได้ว่าต้องการหาความเสี่ยงที่ต่ำที่สุดในการเลือกกลุ่มลงทุน ข้อจำกัด (8) เพื่อกำหนดให้ผลรวมของค่าสัดส่วนการผลิตพืชคูณกับผลตอบแทนเฉลี่ยของการผลิตพืชในแต่ละชนิด รวมกันต้องเท่ากับผลตอบแทนรวมที่คาดหวังจากการจัดกลุ่มลงทุนข้อจำกัด (9) เพื่อกำหนดให้การผลิตพืชชนิดที่ i มีสัดส่วนการผลิตไม่น้อยกว่า $w_i^{'}$ แต่ไม่มากกว่า $w_i^{''}$ และข้อจำกัด (10) เพื่อให้ผลรวมของค่าสัดส่วนการผลิตพืชทั้งหมดรวมกันเท่ากับ 1 (ร้อยละ 100)

3.2 แบบจำลองแบบหลายวัตถุประสงค์

3.2.1 เซต (Sets)

EC เซตของพืชเศรษฐกิจหลัก

L_{RI} เซตของพื้นที่ปลูกข้าว

L_{CA} เซตของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

L_{SU} เซตของพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงาน

L_{MA} เซตของพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

D_{RI} เซตของแหล่งรับซื้อผลผลิตข้าว

D_{CA} เซตของแหล่งรับซื้อผลผลิตมันสำปะหลัง

D_{SU} เซตของแหล่งรับซื้อผลผลิตอ้อยโรงงาน

D_{MA} เซตของแหล่งรับซื้อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.2.2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

w_i ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ i

RI_{ij} พื้นที่ปลูกข้าวจากแปลงปลูกตำบล i และส่งผลผลิตไปขายที่แหล่งรับซื้อตำบล j (ไร่)

CA_{ij} พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจากแปลงปลูกตำบล i และส่งผลผลิตไปขายที่แหล่งรับซื้อตำบล j (ไร่)

SU_{ij} พื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานจากแปลงปลูกตำบล i และส่งผลผลิตไปขายที่แหล่งรับซื้อตำบล j (ไร่)

MA_{ij} พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากแปลงปลูกตำบล i และส่งผลผลิตไปขายที่แหล่งรับซื้อตำบล j (ไร่)

$f_i(x)$ กลุ่มของผลลัพธ์วัตถุประสงค์ที่ i

3.2.3 ข้อมูลค่าคงที่ (Parameters)

N จำนวนวัตถุประสงค์ที่นำมาพิจารณา

QRI_i ปริมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ที่ปลูกในตำบล i (ตัน/ไร่)

QCA_i ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ที่ปลูกในตำบล i (ตัน/ไร่)

QSU_i ปริมาณผลผลิตอ้อยโรงงานเฉลี่ยต่อไร่ที่ปลูกในตำบล i (ตัน/ไร่)

QMA_i ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยต่อไร่ที่ปลูกในตำบล i (ตัน/ไร่)

DRI_i ปริมาณความต้องการผลผลิตข้าวของแหล่งรับซื้อในตำบล j (ตัน)

DCA_i ปริมาณความต้องการผลผลิตมันสำปะหลังของแหล่งรับซื้อในตำบล j (ตัน)

DSU_i ปริมาณความต้องการผลผลิตอ้อยโรงงานของแหล่งรับซื้อในตำบล j (ตัน)

DMA_i ปริมาณความต้องการผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของแหล่งรับซื้อในตำบล j (ตัน)

DRI^* ปริมาณผลผลิตข้าวรวมทั้งหมด (ตัน)

DCA^* ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังรวมทั้งหมด (ตัน)

DSU^* ปริมาณผลผลิตอ้อยโรงงานรวมทั้งหมด (ตัน)

DMA^* ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งหมด (ตัน)

L_i พื้นที่ปลูกพืชของตำบล i (ไร่)

c_i^* เป็นค่าเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ i ซึ่งค่า c_i^* หาได้จากการคำนวณโดยกำหนดให้ค่าน้ำหนักด้านนั้นเป็น 1 ในขณะที่ค่าน้ำหนักด้านอื่นๆ กำหนดให้เป็น 0

3.2.4 ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function)

$$Minimize \ \frac{\sum_{i=1}^{N} w_i \left(\frac{f_i(x) - c_i^*}{c_i^*} \right)}{N} \times 100\% \quad (11)$$

3.2.5 ข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum_{i\in L_{RI}} \sum_{j\in D_{RI}} RI_{ij} + \sum_{i\in L_{CA}} \sum_{j\in D_{CA}} CA_{ij} + \sum_{i\in L_{SU}} \sum_{j\in D_{SU}} SU_{ij} + \sum_{i\in L_{MA}} \sum_{j\in D_{MA}} MA_{ij} \le L_i \quad (12)$$

$$\sum_{i\in L_{RI}} \sum_{j\in D_{RI}} (QRI_i \times RI_{ij}) \le DRI_j \quad (13)$$

$$\sum_{i\in L_{CA}} \sum_{j\in D_{CA}} (QCA_i \times CA_{ij}) \le DCA_j \quad (14)$$

$$\sum_{i\in L_{SU}} \sum_{j\in D_{SU}} (QSU_i \times SU_{ij}) \le DSU_j \quad (15)$$

$$\sum_{i\in L_{MA}} \sum_{j\in D_{MA}} (QMA_i \times MA_{ij}) \le DMA_j \quad (16)$$

$$\sum_{j\in D_{RI}} DRI_j = DRI^* \quad (17)$$

$$\sum_{j\in D_{CA}} DCA_j = DCA^* \quad (18)$$

$$\sum_{j\in D_{SU}} DSU_j = DSU^* \quad (19)$$

$$\sum_{j\in D_{MA}} DMA_j = DMA^* \quad (20)$$

$$RI_{ij} \ge 0, \ \ \forall i \in L_{RI}, \forall j \in D_{RI} \quad (21)$$

$$CA_{ij} \ge 0, \ \ \forall i \in L_{CA}, \forall j \in D_{CA} \quad (22)$$

$$SU_{ij} \ge 0, \ \forall i \in L_{SU}, \forall j \in D_{SU} \quad (23)$$

$$MA_{ij} \ge 0, \ \forall i \in L_{MA}, \forall j \in D_{MA} \quad (24)$$

$$\sum_{i\in EC} w_i = 1, \quad 0 \le w_i \le 1 \quad (25)$$

ฟังก์ชันเป้าหมาย (11) ต้องการหาค่าน้ำหนักและคำตอบของกลุ่มผลลัพธ์ที่ทำให้ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มผลลัพธ์กับค่าเป้าหมายมีค่าน้อยที่สุด ข้อจำกัด (12) เพื่อกำหนดให้การใช้พื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักทั้ง 4 ชนิด จากแหล่งเพาะปลูกตำบลที่ i และส่งไปขายยังแหล่งรับซื้อ j ใช้พื้นที่เพาะปลูกรวมกันไม่เกินจำนวนพื้นที่เพาะปลูกของตำบล i ข้อจำกัด (13)–(16) เพื่อกำหนดให้ปริมาณผลผลิตข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากแหล่งเพาะปลูกตำบลที่ i และส่งไปขายยังแหล่งรับซื้อ j ไม่เกินความสามารถการรองรับผลผลิตข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของตำบล j ตามลำดับ ข้อจำกัด (17)–(20) เพื่อกำหนดให้ปริมาณผลผลิตข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากแหล่งรับซื้อ j รวมกันต้องมีปริมาณเท่ากับปริมาณรวมผลผลิตข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามลำดับ ข้อจำกัด (21)–

(24) เพื่อกำหนดให้พื้นที่เพาะปลูกข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละแปลงมีพื้นที่ไม่ติดลบตามลำดับ และข้อจำกัด (25) เพื่อให้ผลรวมของค่าน้ำหนักวัตถุประสงค์ทั้งหมดรวมกันเท่ากับ 1 (ร้อยละ 100)

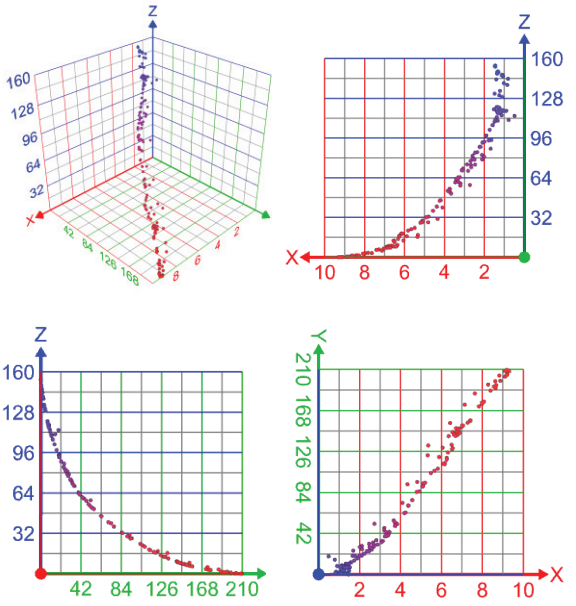
4. ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 1 ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุนหาสัดส่วนปริมาณผลผลิตพืชเศรษฐกิจหลักแต่ละชนิดที่ควรผลิต ผลลัพธ์การคำนวณแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์การคำนวณในขั้นตอนที่ 1

รายการพิจารณา	ผลลัพธ์
1. ผลตอบแทนรวมในการลงทุนที่คาดหวัง	20.00%
2. ความเสี่ยงในการลงทุนน้อยที่สุด	13.13%
3. สัดส่วนเงินลงทุนการผลิตข้าว ผลผลิตข้าวทั้งหมด (ตัน)	28.26% 190,390
4. สัดส่วนเงินลงทุนการผลิตมันสำปะหลัง ผลผลิตมันสำปะหลังทั้งหมด (ตัน)	28.34% 1,684,847
5. สัดส่วนเงินลงทุนการผลิตอ้อยโรงงาน ผลผลิตอ้อยโรงงานทั้งหมด (ตัน)	30.29% 3,499,320
6. สัดส่วนเงินลงทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตอ้อยโรงงานทั้งหมด (ตัน)	13.11% 196,666
7. จำนวนตัวแปรตัดสินใจ	4
8. จำนวนเงื่อนไขบังคับ	10

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อกำหนดผลตอบแทนรวมที่คาดหวังจากการลงทุนปลูกพืชเศรษฐกิจหลักไว้ร้อยละ 20.00 และมีเงื่อนไขเกี่ยวกับปริมาณของผลผลิตพืชแต่ละชนิดต้องไม่เกินความสามารถในการรองรับผลผลิตของแหล่งรับซื้อที่มีอยู่ในจังหวัดสระแก้ว พบว่า ควรลงทุนผลิตข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ร้อยละ 28.26, 28.34, 30.29 และ 13.11 ตามลำดับ หรือคิดเป็นปริมาณผลผลิตข้าว 190,390 ตัน มันสำปะหลัง 1,684,847 ตัน อ้อยโรงงาน 3,499,320 ตัน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 196,666 ตัน จะทำให้มีความเสี่ยงในการลงทุนผลิตพืชน้อยที่สุด คือ มีความเสี่ยง



รูปที่ 3 ร้อยละความเบี่ยงเบนของกลุ่มผลลัพธ์จากเป้าหมายวัตถุประสงค์แต่ละด้าน

ร้อยละ 13.13

การวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 2 ลักษณะของร้อยละความเบี่ยงเบนของกลุ่มผลลัพธ์จากเป้าหมาย แสดงดังรูปที่ 3

จากรูปที่ 3 แสดงร้อยละความเบี่ยงเบนของกลุ่มผลลัพธ์จากเป้าหมายวัตถุประสงค์แต่ละด้าน เมื่อแกน X, Y และ Z แทนร้อยละความเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ด้านความเหมาะสมของดิน ความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน และระยะทางขนส่งผลผลิตจากแปลงปลูกไปยังแหล่งรับซื้อผลผลิตตามลำดับ โดยรูปบนซ้ายแสดงลักษณะการเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของวัตถุประสงค์แต่ละด้านในภาพรวม รูปบนขวาแสดงลักษณะความเบี่ยงเบนระหว่างวัตถุประสงค์ด้านความเหมาะสมของดินกับระยะทางขนส่งผลผลิต รูปล่างซ้ายแสดงลักษณะความเบี่ยงเบนระหว่างวัตถุประสงค์ด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนกับระยะทางขนส่งผลผลิต และรูปล่างขวาแสดงลักษณะความเบี่ยงเบนระหว่างวัตถุประสงค์ด้านความเหมาะสมของดินกับความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน เพื่อความหลากหลายของการพิจารณาเกี่ยวกับนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนัก ผู้วิจัยจึงกำหนดนโยบายไว้ 4 กรณี ได้แก่

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์การคำนวณในขั้นตอนที่ 2

รายการพิจารณา	กรณี 1	กรณี 2	กรณี 3	กรณี 4
1. ค่าเฉลี่ยร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายรวม	35.60%	35.60%	35.60%	35.60%
2. ค่าน้ำหนักความเหมาะสมของดิน	0.45	0.33	0.32	0.26
ความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายวัตถุประสงค์ด้านความเหมาะสมของดิน	3.27%	3.28%	3.29%	3.29%
3. ค่าน้ำหนักความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน	0.27	0.34	0.33	0.37
ความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายวัตถุประสงค์ด้านความเหมาะสมของน้ำฝน	39.58%	39.37%	39.64%	39.58%
4. ค่าน้ำหนักระยะทางการขนส่งผลผลิต	0.28	0.33	0.35	0.37
ความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายวัตถุประสงค์ด้านระยะทางขนส่งผลผลิต	63.96%	64.16%	63.88%	63.94%
5. จำนวนตัวแปรตัดสินใจ	3,142	3,142	3,142	3,142
6. จำนวนเงื่อนไขบังคับ	3,251	3,251	3,251	3,251

1) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของดินสูงกว่าด้านอื่น 2) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงกว่าด้านอื่น 3) การให้ความสำคัญด้านระยะทางขนส่งผลผลิตสูงกว่าด้านอื่น และ 4) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนเท่ากับด้านระยะทางขนส่งผลผลิต ทั้งนี้เนื่องจากร้อยละความเบี่ยงเบนด้านความเหมาะสมของดินมีความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายน้อยกว่าด้านอื่น ผู้วิจัยจึงสนใจกำหนดให้ค่าน้ำหนักด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนเท่ากับด้านระยะทางขนส่งผลผลิต ผลลัพธ์การคำนวณแสดงดังตารางที่ 2

ผลลัพธ์ในตารางที่ 2 จากนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักทั้ง 4 กรณี พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายรวมเท่ากัน คือ ร้อยละ 35.60 แต่ร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์แตกต่างกัน กล่าวคือถ้าให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ด้านใดมากขึ้นร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของวัตถุประสงค์ในด้านนั้นจะลดลง ในขณะที่ร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของวัตถุประสงค์ด้านอื่นที่ให้ความสำคัญน้อยกว่าจะเพิ่มขึ้น รายละเอียดการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักทั้ง 4 กรณี แสดงดังตารางที่ 3–6

นอกจากผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่การปลูกพืชที่แสดงอยู่ในตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองยังพบว่า ตำบลทัพไทย ทัพราช และทัพเสด็จ ไม่มีการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักชนิดใดเลยเนื่องจากปริมาณผลผลิตของพืชเกินความสามารถในการรองรับผลผลิตของแหล่งรับซื้อในพื้นที่แล้ว และสำหรับตารางที่ 4–6 ตำบลต้นทางผลผลิตที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในตารางจะมีการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเหมือนตำบลต้นทางผลผลิตของตารางที่ 3

จากตารางที่ 3–6 แสดงรายละเอียดการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักที่ต้องการทดสอบในแต่ละกรณี โดยผลลัพธ์การคำนวณสามารถระบุพื้นที่ในระดับตำบลว่าควรปลูกพืชชนิดใด จำนวนกี่ไร่ และควรส่งไปขายในแหล่งรับซื้อผลผลิตของตำบลใดจึงจะทำให้การใช้พื้นที่โดยรวมมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น กำหนดนโยบายให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของดินสูงกว่าด้านอื่น ผลลัพธ์การคำนวณการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชแสดงดังตารางที่ 3 โดยพบว่า ตำบลเขาฉกรรจ์ควรปลูกข้าว 10,825 ไร่ ซึ่งจะมีผลผลิตข้าว 3,699 ตัน ส่งไปขายที่แหล่งรับซื้อในตำบลเขาฉกรรจ์ ตำบลเขาสามสิบควรปลูกข้าว 12,406 ไร่ โดยแบ่งผลผลิตข้าว 4,301 ตัน ส่งไปขายที่แหล่งรับซื้อตำบลเขาฉกรรจ์ และอีก 107 ตัน ส่งไปขายที่แหล่งรับซื้อของตำบลหนองหว้า เป็นต้น

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 1

ตำบลต้นทางผลผลิต	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
เขาฉกรรจ์	เขาฉกรรจ์ 10,825 [3,699]	-	-	-
เขาสามสิบ	เขาฉกรรจ์ 12,105 [4,301] หนองหว้า 301 [107]	-	-	-
พระเพลิง	-	ศาลาลำดวน 15,312 [55,635] สระขวัญ 4,128 [15,000]	-	หนองหว้า 26,511 [20,510]
หนองหว้า	หนองหว้า 13,256 [3,893]	หนองหว้า 677 [2,500] ศาลาลำดวน 41,148 [152,017]	-	-
คลองไก่เถื่อน	วังสมบูรณ์ 1,117 [375] วังใหม่ 839 [282] วัฒนานคร 2,662 [894] อรัญประเทศ 14,392 [4,833]	-	-	-
คลองหาด	ฟากห้วย 22,507 [6,763]	คลองหาด 7,780 [26,800]	-	คลองหาด 1,121 [790]
ชับมะกรูด	วังน้ำเย็น 9,715 [2,819]	คลองหินปูน 6,427 [21,853] วังน้ำเย็น 1,882 [6,400]	-	-
ไทยอุดม	วังน้ำเย็น 16,083 [5,781] วังใหม่ 2,345 [843]	-	-	-
ไทรเดี่ยว	วัฒนานคร 19,160 [5,606]	ไทรเดี่ยว 530 [1,800]	-	-

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 1 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
ไทรทอง	วัฒนานคร 23,279 [6,915]	-	-	-
เบญจขร	วัฒนานคร 17,591 [5,075]	เบญจขร 4,403 [15,000]	-	-
โคกสูง	-	ตาพระยา 18,682 [63,800]	-	-
โนนหมากมุ่น	โนนหมากมุ่น 17,906 [5,224]	ตาพระยา 12,341 [44,253]	-	-
หนองม่วง	-	ตาพระยา 1,137 [4,154] หนองน้ำใส 27,582 [100,757] หนองหมากฝ้าย 7,391 [27,000] หนองสังข์ 1,095 [4,000]	-	-
หนองแวง (อ.โคกสูง)	-	ตาพระยา 28,308 [107,893]	-	-
โคคลาน	-	โคคลาน 4,635 [17,200]	-	-
ตาพระยา	-	-	-	เขาฉกรรจ์ 24,820 [23,100] เบญจขร 54 [50] สระแก้ว 1,074 [1,000] วังน้ำเย็น 30,018 [27,938] ท่าเกวียน 5,372 [5,000] ทับพริก 10,873 [10,120]

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 1 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
โคกปี่ม้อง	-	-	ห้วยโจด 39,423 [532,399]	-
ท่าเกษม	ท่าเกษม 5,494 [1,840] วัฒนานคร 4,636 [1,553]	-	ห้วยโจด 30,003 [340,314]	-
ท่าแยก	ท่าแยก 5,829 [1,840]	-	ห้วยโจด 24,700 [315,906]	-
บ้านแก้ง	-	-	ห้วยโจด 26,835 [360,971]	-
ศาลาลำดวน	-	ศาลาลำดวน 39,306 [137,015]	-	-
สระแก้ว	-	ศาลาลำดวน 12,742 [45,088]	-	-
สระขวัญ	ศาลาลำดวน 5,739 [1,840] สระแก้ว 47,347 [15,180]	-	-	-
หนองบอน	สระแก้ว 21,154 [6,900]	-	ห้วยโจด 6,559 [80,890]	-
คลองหินปูน	-	เขาฉกรรจ์ 27 [100] ศาลาลำดวน 1,954 [7,121] สระแก้ว 2,030 [7,400] คลองหินปูน 17,464 [63,647]	-	-
ตาหลังใน	-	-	-	วังน้ำเย็น 30,279 [25,304]

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 1 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
ทุ่งมหาเจริญ	-	-	-	หนองหว้า 2,148 [1,846] คลองหินปูน 23,270 [20,000] วังน้ำเย็น 16,590 [14,258]
วังน้ำเย็น	-	ศาลาลำดวน 21,814 [80,435]	-	-
วังทอง	-	วังทอง 1,789 [7,200]	-	วังทอง 13,124 [10,250] วังสมบูรณ์ 27,145 [21,200] วังใหม่ 12,864 [10,047]
วังสมบูรณ์	-	บ้านแก้ง 1,439 [5,851] วังสมบูรณ์ 29,273 [119,000]	-	-
วังใหม่	-	ศาลาลำดวน 42,093 [163,106] วังใหม่ 2,787 [10,800]	-	วังใหม่ 7,010 [5,253]
ช่องกุ่ม	ตาพระยา 25,621 [7,975]	-	-	-
แซร์ออ	-	แซร์ออ 4,599 [17,700] หนองน้ำใส 23,849 [91,791]	-	-
ท่าเกวียน	-	-	ห้วยโจด 50,488 [604,030]	-
โนนหมากเค็ง	-	-	ห้วยโจด 35,278 [416,074]	-

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 1 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
ผักขะ	วัฒนานคร 33,802 [12,295]	-	-	-
วัฒนานคร	-	-	ห้วยโจด 23,068 [263,002]	-
หนองตะเคียนบอน	-	-	ห้วยโจด 26,708 [329,015]	-
หนองน้ำใส	วัฒนานคร 15,554 [5,163]	-	-	-
หนองแวง (อ.วัฒนานคร)	ตาพระยา 13,471 [4,868]	-	-	-
หนองหมากฝ้าย	ตาพระยา 25,527 [8,720]	-	-	-
ห้วยโจด	-	-	ห้วยโจด 21,516 [256,719]	-
คลองทับจันทร์	-	หนองน้ำใส 24,221 [86,086]	-	-
คลองน้ำใส	อรัญประเทศ 18,481 [6,165]	-	-	-
ทับพริก	-	บ้านแก้ง 249 [936] ศาลาลำดวน 11,481 [43,176] ทับพริก 1,861 [7,000]	-	-
ท่าข้าม	อรัญประเทศ 20,299 [7,300]	-	-	-
บ้านด่าน	ตาพระยา 11,012 [3,869] อรัญประเทศ 4,292 [1,508]	-	-	-

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 1 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
บ้านใหม่หนองไทร	อรัญประเทศ 8,663 [2,853]	-	-	-
ป่าไร่	โคกสูง 33,927 [10,000] โนนหมากมุ่น 16,205 [4,776]	-	-	-
ผ่านศึก	-	ท่าเกษม 1,668 [6,160] ศาลาลำดวน 1,410 [5,207] ท่าเกวียน 1,543 [5,700] หนองน้ำใส 16,266 [60,090]	-	-
ฟากห้วย	ฟากห้วย 8,526 [2,987] อรัญประเทศ 8,969 [3,142]	-	-	-
เมืองไผ่	-	วัฒนานคร 2,224 [8,000] หนองน้ำใส 11,167 [40,176]	-	-
หนองสังข์	ตาพระยา 11,566 [3,472] หนองสังข์ 21,652 [6,500]	-	-	-
หันทราย	ตาพระยา 35,372 [11,986]	-	-	-
อรัญประเทศ	อรัญประเทศ 732 [248]	-	-	-
พ.ท.ปลูก (ไร่)	587,953	456,714	284,578	232,273
ผลผลิต (ตัน)	190,390	1,684,847	3,499,320	196,666

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 2

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
คลองไก่เถื่อน	วังสมบูรณ์ 1,117 [375] วัฒนานคร 14,972 [5,028] อรัญประเทศ 2,870 [964]	-	-	-
คลองหาด	ฟากห้วย 12,051 [3,621] อรัญประเทศ 10,456 [3,142]	คลองหาด 7,780 [26,800]	-	คลองหาด 1,121 [790]
ซับมะกรูด	วังน้ำเย็น 10,686 [3,100]	คลองหินปูน 5,456 [18,549] วังน้ำเย็น 1,882 [6,400]	-	-
ไทยอุดม	วังน้ำเย็น 15,299 [5,500] วังใหม่ 3,130 [1,125]	-	-	-
ไทรเดี่ยว	วัฒนานคร 19,410 [5,679]	ไทรเดี่ยว 280 [950]	-	-
โนนหมากมุ่น	โนนหมากมุ่น 16,748 [4,886]	ตาพระยา 13,500 [48,407]	-	-
หนองม่วง	-	หนองน้ำใส 28,719 [104,910] หนองหมากฝ้าย 7,391 [27,000] หนองสังข์ 1,095 [4,000]	-	-

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 2 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
คลองหินปูน	-	เขาฉกรรจ์ 27 [100] ศาลาลำดวน 3,078 [11,217] คลองหินปูน 18,370 [66,951]	-	-
หนองน้ำใส	ตาพระยา 12,676 [4,207] วัฒนานคร 2,878 [955]	-	-	-
ทับพริก	-	ศาลาลำดวน 11,730 [44,112] ทับพริก 1,861 [7,000]	-	-
บ้านด่าน	อรัญประเทศ 15,304 [5,378]	-	-	-
ป่าไร่	โคกสูง 32,781 [9,662] โนนหมากมุ่น 17,351 [5,114]	-	-	-
ผ่านศึก	-	ไทรเดี่ยว 230 [850] ท่าเกษม 1,668 [6,160] บ้านแก้ง 253 [936] ศาลาลำดวน 47 [175] สระแก้ว 2,003 [7,400] ท่าเกวียน 1,543 [5,700] หนองน้ำใส 15,142 [55,937]	-	-

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 2 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
ฟากห้วย	ฟากห้วย 17,496 [6,129]	-	-	-
หนองสังข์	โคกสูง 1,126 [338] ตาพระยา 10,440 [3,134] หนองสังข์ 21,652 [6,500]	-	-	-

หมายเหตุ *ตำบลต้นทางผลผลิตที่ไม่ปรากฏในตารางนี้มีการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืช เหมือนตำบลต้นทางผลผลิตที่อยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 3

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
คลองไก่เถื่อน	วังสมบูรณ์ 1,117 [375] วัฒนานคร 2,662 [894] อรัญประเทศ 14,392 [4,833]	วังสมบูรณ์ 257 [936]	-	-
ชับมะกรูด	วังน้ำเย็น 10,686 [3,100]	คลองหินปูน 5,456 [18,549] วังน้ำเย็น 1,882 [6,400]	-	-
ไทยอุดม	วังน้ำเย็น 15,298 [5,500] วังใหม่ 3,130 [1,125]	-	-	-

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 3 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
หนองม่วง	-	ตาพระยา 489 [1,786] หนองน้ำใส 28,230 [103,124] หนองหมากฝ้าย 7,391 [27,000] หนองสังข์ 1,095 [4,000]	-	-
โคคลาน	-	โคคลาน 4,635 [17,200] ตาพระยา 638 [2,368]	-	-
คลองหินปูน	-	เขาฉกรรจ์ 27 [100] ศาลาลำดวน 3,078 [11,217] คลองหินปูน 18,370 [66,951]	-	-
ทุ่งมหาเจริญ	-	-	-	หนองหว้า 2,148 [1,846] คลองหินปูน 23,270 [20,000] วังน้ำเย็น 16,590 [14,258]
วังสมบูรณ์	-	บ้านแก้ง 1,669 [6,787] วังสมบูรณ์ 29,042 [118,064]	-	-

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 3 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
ทับพริก	-	ศาลาลำดวน 11,730 [44,112] ทับพริก 1,861 [7,000]	-	-
ผ่านศึก	-	ท่าเกษม 1,668 [6,160] ศาลาลำดวน 47 [175] สระแก้ว 2,003 [7,400] ท่าเกวียน 1,543 [5,700] หนองน้ำใส 15,625 [57,723]	-	-

หมายเหตุ *ตำบลต้นทางผลผลิตที่ไม่ปรากฏในตารางนี้มีการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืช เหมือนตำบลต้นทางผลผลิตที่อยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 4

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
คลองไก่เถื่อน	วังสมบูรณ์ 1,117 [375] วัฒนานคร 2,662 [894] อรัญประเทศ 14,392 [4,833]	วังสมบูรณ์ 906 [3,304]	-	-

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักกรณี 4 (ต่อ)

ตำบลต้นทางผลผลิต*	ตำบลปลายทางที่มีแหล่งรับซื้อผลผลิต จำนวนพื้นที่ปลูกพืช (ไร่) [ปริมาณผลผลิต (ตัน)]			
	ข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อยโรงงาน	ข้าวโพด
ซับมะกรูด	วังน้ำเย็น 10,686 [3,100]	คลองหินปูน 5,456 [18,549] วังน้ำเย็น 1,882 [6,400]	-	-
ไทยอุดม	วังน้ำเย็น 15,298 [5,500] วังใหม่ 3,130 [1,125]	-	-	-
คลองหินปูน	-	เขาฉกรรจ์ 27 [100] ศาลาลำดวน 2,476 [9,024] สระแก้ว 602 [2,193] คลองหินปูน 18,370 [66,951]	-	-
วังสมบูรณ์	-	บ้านแก้ง 1,669 [6,787] ศาลาลำดวน 582 [2,368] วังสมบูรณ์ 28,460 [115,696]	-	-
ทับพริก	-	ศาลาลำดวน 11,730 [44,112] ทับพริก 1,861 [7,000]	-	-

หมายเหตุ *ตำบลต้นทางผลผลิตที่ไม่ปรากฏในตารางนี้มีการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืช เหมือนตำบลต้นทางผลผลิตที่อยู่ในตารางที่ 3

5. อภิปรายผลและสรุป

การวิจัยนี้ต้องการพัฒนาแบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุนผลิตพืชและแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์สำหรับจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสระแก้ว 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอน 1 ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเลือกกลุ่มลงทุนหาสัดส่วนการลงทุนสำหรับการผลิตพืชแต่ละชนิดโดยคำนึงถึงปริมาณความต้องการผลผลิตพืชของแหล่งรับซื้อผลผลิตที่มีอยู่ในจังหวัดสระแก้ว เมื่อกำหนดผลตอบแทนรวมที่คาดหวังจากการลงทุนปลูกพืชเศรษฐกิจหลักในจังหวัดสระแก้วไว้ร้อยละ 20.00 และกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับปริมาณผลผลิตพืชแต่ละชนิดต้องไม่เกินความสามารถในการรองรับผลผลิตของแหล่งรับซื้อที่มีอยู่ในพื้นที่ ผลการวิจัยพบว่า ควรลงทุนผลิตข้าว มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ร้อยละ 28.26, 28.34, 30.29 และ 13.11 ตามลำดับ หรือคิดเป็นปริมาณผลผลิตข้าว 190,390 ตัน มันสำปะหลัง 1,684,847 ตัน อ้อยโรงงาน 3,499,320 ตัน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 196,666 ตัน จะทำให้มีความเสี่ยงในการลงทุนผลิตพืชน้อยที่สุด คือ มีความเสี่ยงร้อยละ 13.13 และเมื่อพิจารณาผลการวิจัยในตารางที่ 3 พบว่า ใช้พื้นที่ปลูกข้าว 587,953 ไร่ ปลูกมันสำปะหลัง 456,714 ไร่ ปลูกอ้อยโรงงาน 284,578 ไร่ และปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 232,273 ไร่ รวมพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก 1,561,518 ไร่ จะมีผลผลิตเหมาะสมกับความต้องการของแหล่งรับซื้อผลผลิตในพื้นที่ ซึ่งแตกต่างจากการใช้พื้นที่จริง โดยข้อมูลปี พ.ศ. 2558 พบว่า จังหวัดสระแก้วปลูกข้าว 794,898 ไร่ ปลูกมันสำปะหลัง 446,238 ไร่ ปลูกอ้อยโรงงาน 385,983 ไร่ และปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 102,710 ไร่ รวมพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก 1,729,829 ไร่ ซึ่งมากกว่าผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองมากกว่าแสนไร่ จึงควรลดพื้นที่ปลูกข้าวและอ้อยโรงงานลงแล้วส่งเสริมให้มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาสินค้าเกษตรล้นตลาดทำให้ราคาตกต่ำ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ตำบลทัพไทย ทัพราช และทัพเสด็จ ไม่มีการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลักชนิดใดเลยเนื่องจากปริมาณผลผลิตของพืชเกินความสามารถในการรองรับผลผลิตของแหล่งรับซื้อในพื้นที่แล้ว ดังนั้น อาจนำพื้นที่ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ปลูกพืชชนิดอื่นนอกจากพืชเศรษฐกิจหลัก หรือทำปศุสัตว์ เป็นต้น

ขั้นตอน 2 ประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์สำหรับจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก โดยมีวัตถุประสงค์ที่นำมาพิจารณา 3 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมของดิน ความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน และระยะทางขนส่งผลผลิตจากแปลงปลูกไปยังแหล่งรับซื้อผลผลิต ทำการทดสอบนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนัก 4 กรณี ได้แก่ 1) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของดินสูงกว่าด้านอื่น 2) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงกว่าด้านอื่น 3) การให้ความสำคัญด้านระยะทางขนส่งผลผลิตสูงกว่าด้านอื่น และ 4) การให้ความสำคัญด้านความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝนเท่ากับความสำคัญด้านระยะทางขนส่งผลผลิต ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 4 กรณี มีค่าเฉลี่ยร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายรวมเท่ากัน คือร้อยละ 35.60 แต่ร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของแต่ละวัตถุประสงค์แตกต่างกัน กล่าวคือถ้าให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ด้านใดมากขึ้นร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของวัตถุประสงค์ในด้านนั้นจะลดลง ในขณะที่ร้อยละความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของวัตถุประสงค์ด้านอื่นที่ให้ความสำคัญน้อยกว่าจะเพิ่มขึ้น และผลจากการทดสอบนโยบายการกำหนดค่าน้ำหนักทั้ง 4 กรณี พบว่า การกำหนดค่าน้ำหนักของความเหมาะสมของดิน ความเหมาะสมของปริมาณน้ำฝน และระยะทางขนส่งผลผลิตไปยังแหล่งรับซื้อ กรณีที่ 1) ควรกำหนดค่าน้ำหนัก 0.45, 0.27 และ 0.28 ตามลำดับ กรณีที่ 2) ควรกำหนดค่าน้ำหนัก 0.33, 0.34 และ 0.33 ตามลำดับ กรณีที่ 3) ควรกำหนดค่าน้ำหนัก 0.32, 0.33 และ 0.35 ตามลำดับ และกรณีที่ 4) ควรกำหนดค่าน้ำหนัก 0.26, 0.37 และ 0.37 ตามลำดับ แสดงรายละเอียดการจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชในตารางที่ 3–6 โดยรายละเอียดดังกล่าวสามารถนำไปพิจารณาแนวทางเพื่อพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักจังหวัดสระแก้วให้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือ ควรมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกพืชและ/หรือ ปรับเปลี่ยนการรับซื้อผลผลิตของแหล่งรับซื้อ เช่น

ตำบลตาพระยา มีความเหมาะสมที่จะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากกว่าพืชเศรษฐกิจหลักชนิดอื่น แต่ไม่มีแหล่งรับซื้อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตำบลเลย ดังนั้นหากมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ของตำบลจากเดิมปลูกข้าวเปลี่ยนมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ก็ควรปรับเปลี่ยนแหล่งรับซื้อข้าวมาเป็นแหล่งรับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แทน เพื่อลดต้นทุนการขนส่งและให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตพืช เป็นต้น

แบบจำลองการเลือกลงทุนและแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถวิเคราะห์หาผลลัพธ์ดีที่สุดสำหรับการเลือกกลุ่มลงทุนผลิตพืชเศรษฐกิจหลัก พร้อมทั้งวิเคราะห์การจัดสรรพื้นที่ปลูกพืชตามนโยบายที่หลากหลาย ดังนั้นนักวางแผนเมืองจึงสามารถนำผลลัพธ์การคำนวณไปใช้เป็นแนวทางวางแผนการใช้พื้นที่สำหรับการผลิตพืชเศรษฐกิจของจังหวัดสระแก้วอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรและผู้ประกอบกิจการแหล่งรับซื้อผลผลิตในพื้นที่ได้รับประโยชน์ร่วมกัน เกิดการพัฒนาชุมชนให้เข้มแข็ง เป็นฐานรากของสังคม มีสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดี สามารถพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็ง นำไปสู่การพัฒนาเมืองที่ยังยืนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

เอกสารอ้างอิง

[1] Thailand Environment Institute, *Sustainable municipality assessment guide for 2016*. Bangkok: Publishing of Suetawan Co. Ltd., 2016 (in Thai).

[2] Office of Agricultural Economics, *Agricultural statistics of Thailand 2015*. Bangkok: Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2016 (in Thai).

[3] Sakaeo Province Agricultural Extension Office. (2016, Dec.). Agricultural information 2015. Sakaeo Province Agricultural Extension Office. Sakaeo [Online]. Available: http://www.sakaeo.doae.go.th (in Thai).

[4] W. Prommana. (2016, Sep.). Economic problems of Thai farmers. Bangkok [Online]. Available: https://www.gotoknow.org/posts/106386 (in Thai).

[5] S. Thamrongthanyawong. (2016, Sep.). Problems of Thai farmers. Bangkok [Online]. Available: https://www.facebook.com/Prof.Sombat Thamrongthanyawong/posts/919309858110006

[6] J. Sungkaew, *Investment*. Bangkok: Thammasat Printing House, 2000 (in Thai).

[7] P. Budsaratrakul, *Investment: Basics and Applications*, Bangkok: Chulalongkorn University Printing House, 2005 (in Thai).

[8] T. Starke, D. Edwards, and T. Wiecki. (2016, Jun.). The efficient frontier: Markowitz portfolio optimization in python [Online]. Available: https://blog.quantopian.com/markowitz-portfolio-optimization-2/

[9] P. Ammaruekarat and P. Meesad, "Multi-objective optimization using evolutionary algorithms," *Information Technology Journal*, vol. 8, no. 2, pp.73–80, 2012 (in Thai).

[10] A. Limwattana, "Markowitz efficiency of equity funds: A case study of the Thai equity market," M.S. thesis, Deparment of Accounting, Faculty of Business Administration, Kasetsart University, 2014 (in Thai).

[11] J. A. Hernandez, "Are oil and gas stocks from the Australian market riskier than coal and uranium stocks? Dependence risk analysis and portfolio optimization," *Energy Economics*, vol. 45, pp. 528–536, 2014.

[12] R. Castellano and R. Cerqueti, "Mean–Variance

portfolio selection in presence of infrequently traded stocks," *European Journal of Operational Research*, vol. 234, pp. 442–449, 2014.

[13] K. Pranet, "Solving multi-objective multi-stage location problems: a case study in selection location of ethanol plants using cassava vesidve for production and selection of gasohol blending center in Northeastern Thailand," M.S. thesis, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, 2010 (in Thai).

[14] P. Mayachearw, "Solving a multi-stages multi-objectives location problem in supply chain: A case study in oil palm industry in specific developed area in deep south of Thailand," Ph.D. dissertation, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, 2012 (in Thai).

[15] S. Techawongstien. (2016, Aug.). Factors affecting plant growth and development. Khon Kaen, Thailand [Online]. Available: https://ag.kku.ac.th/suntec/ (in Thai).

[16] Office of the National Economic and Social Development Board (NESDB). (2016, Aug.). Thailand's Logistics Report 2015. Bangkok [Online]. Available: http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6097 (in Thai).

[17] Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). (2016, Dec.). Geographic information system for agriculture. Bangkok [Online]. Available: http://gisagro2.gistda.or.th (in Thai).

[18] Provincial Waterworks Authority. (2016, Dec.). Study report on the potential of water sources in the provincial waterworks in Sakaeo province. Bangkok [Online]. Available: http://wr.pwa.co.th (in Thai).

[19] Google Maps. (2016, Dec.). Distance between districts. Bangkok [Online]. Available: http://google.co.th/maps (in Thai).