การวางแผนการปลูกข้าวในระบบเกษตรนาแปลงใหญ่ด้วยวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

Planning of Rice Cultivation in Large Plot Agricultural System with Multi -Criteria Decision Making

Received 30 February 2021
Revised 3 February 2021
Accepted 18 February021

มนตรี สิงหะวาระ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Montri Singhavara
Maejo University

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงแนวทางการตัดสินใจของชุมชนที่มีต่อการปลูกข้าวและพืชเศรษฐกิจสำคัญ รวมถึงแนวทางการใช้ทรัพยากรเพื่อการเพาะปลูกอย่างเหมาะสมภายใต้แนวทางเกษตรนาแปลงใหญ่ มีขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษาใน อ.พาน จ.เชียงราย โดยรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากเกษตรกรตัวอย่าง 400 ราย และการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการปลูกพืชแบบหลายวัตถุประสงค์แบบหลายช่วงเวลา ร่วมกับการมีส่วนร่วมของตัวแทนเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธี MCDM เพื่อกำหนดความสำคัญของพืชทางเลือกและหาแนวทางการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสมเพื่อการบรรลุเป้าหมายที่กำหนด ผลการศึกษา ได้แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับหลักเกณฑ์(criteria) การปลูก ข้าวญี่ปุ่น มากที่สุดด้วยค่าน้ำหนัก 0.179 รองลงมา คือ ข้าวเจ้านาดำ ข้าวเหนียวนาดำ กระเทียม ข้าวเจ้านาหว่าน และข้าวเหนียวนาหว่าน ตามลำดับ การศึกษาค้นพบว่า ความผันผวนของราคาผลผลิตพืชส่งผลให้เกิดการใช้ที่ดินและแรงงานสูงขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตชดเชยราคาที่ต่ำลงและมีผลให้ต้นทุนค่าเสียโอกาส(opportunity cost)ของวิธีการปลูกข้าวนาดำสูงขึ้น เพราะฉะนั้น แนวทางการปลูกข้าวด้วยวิธีนาดำในช่วงนาปีถือเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ในขณะที่นาปรังสามารถเลือกปลูกได้ทั้งกระเทียมและข้าวญี่ปุ่น โดยรูปแบบการรวมกลุ่มเพื่อการวางแผนการใช้ทรัพยากรรวมกันตามแนวทางนาแปลงใหญ่ร่วมกับการกำหนดเป้าหมายด้านการตลาดที่ชัดเจน จะทำให้การใช้ทรัพยากรมีประสิทธิภาพถือเป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการลดความเสี่ยงด้านผลตอบแทนจากความไม่แน่นอนด้านราคาและปริมาณผลผลิตตกต่ำจากภัยแล้ง นอกจากนี้ การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานถือเป็นแนวทางสำคัญต่อการยกระดับความสามารถทางการแข่งขันของเกษตรกรในอนาคต

คำสำคัญ: เกษตรนาแปลงใหญ่ ข้าว การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ แบบจำลองหลายเป้าหมาย การแลกเปลี่ยน

Abstract

This Research aims to study the approach of the community toward decision to grow rice and economic crops, including resource allocation for using appropriately in plantation under the large plot agricultural system. The study areas were in Phan district, Chiang Rai Province and the data were collected from sampling 400 field farmers. The method used is developing mathematical model for crop growing in multi-objectives and multi-periods, together with agriculturist representative and experts with multi criteria decision making (MCDM). This is to prioritize the importance of alternative crops and finding appropriate allocation of resources to achieve the targeted goal. The result showed that agriculturists prioritize most toward criteria for Japanese rice growing, with weight of 0.179, followed by transplanted rice, glutinous transplanted rice, garlic, paddy sown rice, and glutinous paddy sown rice, respectively. The study's result also showed that price fluctuation of crop products resulted in more use of land and labor in order to increase product to compensate low price and this also resulted in the higher opportunity cost of growing transplanted rice. Therefore, growing transplanted rice during in-season plantation is considered the most effective way while during off-season, either garlic and Japanese rice can be grown. Collective pattern for planning for using resources together in large plot agricultural areas, together with clear marketing target would bring about effective use of resources and reduce risk in revenue from fluctuation in price and uncertainty of yields from drought. Moreover, technology development to solve the problem of lack of labor is deemed important approach toward the enhance of competitiveness of agriculturists in the future as well.

Keyword: Large Agricultural Land Plot Guidelines, Rice, Multi-decision making, Multi-Choice goal Programming, Trade-offs

บทนำ

จากประเด็นปัญหาเชิงโครงสร้างของระบบการผลิตข้าวไทยและความสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในเขตภาคเหนือตอนบน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดนโยบายสำคัญที่มีเป้าประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องข้าวในระยะยาวให้กับชาวนาทั้งประเทศ ซึ่งนโยบายสำคัญที่ถูกขับเคลื่อนไปแล้วในปีงบประมาณ 2559 ได้แก่ ระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ และเมื่อนำมาใช้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจึงเป็นนโยบายที่ต้องการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่มกันเพื่อเป็น นาแปลงใหญ่ โดยเป้าหมายของนโยบายดังกล่าว คือ การลดต้นทุนเพื่อการสร้างความสามารถทางการแข่งขันให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าว (Economy of scale) ด้วย

การมุ่งให้ความสำคัญกับการใช้ปัจจัยการผลิต(ปุ๋ย ยากำจัดศัตรูพืช เมล็ดพันธุ์) การใช้แรงงานและเครื่องจักรการเกษตร การปรับปรุงดิน และการบริหารจัดการ โดยมีการแต่งตั้งผู้จัดการแปลง(ตัวแทนจากหน่วยงานรัฐบาล) ทำหน้าที่บริหารจัดการและประสานงานเชื่อมโยงให้กับสมาชิกในกลุ่ม ตามแนวทางดังกล่าวเกษตรกรต้องมีการรวมกลุ่มกันโดยมีหลักเกณฑ์ คือ พื้นที่เพาะปลูกควรอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันและควรมีขนาดพื้นที่รวมเกินกว่า 1,000 ไร่ จากเกษตรกรจำนวนมากกว่า 50 ราย ขึ้นไป ภาระหน้าที่ของกลุ่มเกษตรกรตามแนวทาง นาแปลงใหญ่ ประกอบด้วย 1) การรวบรวมเกษตรกรและจัดกระบวนการกลุ่มเพื่อดำเนินการนาแปลงใหญ่ 2) ดำเนินการผลิตและการตลาดร่วมกันโดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์ และร่วมกันเพื่อกำหนดเป้าหมาย(ผลตอบแทน , ปริมาณการผลิต , ราคา) 3) จัดทำแผนปฏิบัติการและร่วมกันกำหนดเทคโนโลยีเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและตลาด 4) กำหนดการใช้ปัจจัยการผลิต ในลักษณะร่วมกันซื้อหรือจัดจ้าง เป็นต้น การรวมกลุ่มของเกษตรกรตามแนวทาง นาแปลงใหญ่ ที่ได้ดำเนินการไปแล้วในปีงบประมาณ 2559 สำหรับจังหวัดในเขตภาคเหนือตอนบนที่มีศักยภาพเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย 1) จ.เชียงราย ได้แก่ อ.เวียงชัย อ.พาน อ.ขุนตาล จำนวนอำเภอละ 1,000 ไร่ และ อ.เชียงของ จำนวน 2,000 ไร่ 2) จ.พะเยา ได้แก่ อ.เมือง พื้นที่ขนาด 1,400 ไร่ เพราะฉะนั้น เมื่อเทียบสัดส่วนกับพื้นที่เหมาะสมของการปลูกข้าวจะเห็นได้ถึงช่องว่างหรือโอกาสที่สามารถเพิ่มจำนวนกลุ่มหรือขนาดพื้นที่ นาแปลงใหญ่ ได้อีกมาก

อย่างไรก็ตาม การรวมกลุ่มของเกษตรกรเพื่อวางแผนการผลิต(การใช้ปัจจัยการผลิต) การตลาด(ปริมาณการขาย) และการกำหนดเป้าหมายนั้น ยังขาดแนวทางที่ชัดเจนและไม่สามารถตรวจวัดในเชิงปริมาณ รวมถึงไม่สามารถประเมินถึงผลกระทบเชิงเศรษฐกิจที่เกิดจากความไม่แน่นอนของสภาพแวดล้อม (เช่น ปริมาณน้ำ หรือสภาพอากาศ) และความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจ (เช่น ราคา หรือต้นทุน) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการหาแนวทางตัดสินใจต่อการใช้ปัจจัยการอย่างเหมาะสม โดยอาศัยวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Making) และการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการให้น้ำหนักความสำคัญต่อทางเลือก(Alternatives) ต่างๆ ตามหลักเกณฑ์(Criteria) หรือข้อจำกัด (Constraint) ด้านทรัพยากรและเทคโนโลยีของชุมชน ซึ่งคุณประโยชน์ที่ได้จะมีส่วนช่วยสร้างต้นแบบการรวมกลุ่มตามแนวทางนาแปลงใหญ่ และพัฒนาไปสู่เกษตรแม่นยำ(Precision Agriculture) หรือ Smart Farmer ซึ่งจะส่งผลต่อการยกระดับความสามารถทางการแข่งขัน(Competitiveness) ของเกษตรกรไทยในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อได้ทราบการตัดสินใจของเกษตรกรในการให้น้ำหนักความสำคัญต่อการปลูกข้าวและพืชเศรษฐกิจสำคัญเพื่อการบรรลุเป้าหมายโดยชุมชนมีส่วนร่วม

2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแนวทางการตัดสินใจต่อการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อการปลูกข้าวในระบบเกษตรนาแปลงใหญ่อย่างมีประสิทธิภาพ

ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์(multiple criteria decision making : MCDM) และการตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์(multiple objective decision making : MODM) ถูกประยุกต์ใช้เพื่อหาแนวทางการจัดสรรปัจจัยการผลิตและทรัพยากรเพื่อการตัดสินใจและวางแผนผลิตทางการเกษตรและพลังงานทางเลือกอย่างแพร่หลาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้ Jablonski et al. (2010) ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับการคาดการณ์และการใช้นโยบายการผลิตพลังงานชีวมวล เพื่อให้เกิดความยั่งยืนทางพลังงานของประเทศอังกฤษในระยะยาวโดยแบบจำลอง BIOSYS-MAKAL ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนของเส้นทางการใช้พลังงานชีวมวล(bioenergy) รูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานความร้อนชีวภาพ (bio-heat) และการใช้ biofuel เพื่อการขนส่งซึ่งมีศักยภาพเป็นอย่างมาก ความสำเร็จของโครงการขึ้นอยู่กับความพร้อมด้านทรัพยากรการผลิตและข้อจำกัดทางการตลาด Callesen et al. (2010) ใช้วิธีการ Simple Linear Programming เพื่อหาแนวทางการจัดสรรทรัพยากรการผลิตภายใต้อุปสงค์การใช้พลังงานในประเทศเดนมาร์ก เพื่อต้องการหาค่าต้นทุนต่ำที่สุดของการผลิตพลังงานภายใต้ขอบเขตข้อจำกัดของระบบคือ พื้นที่การเพาะปลูก พื้นที่ที่กันเอาไว้เพื่ออนุรักษ์ ปริมาณไนโตรเจนตามมาตรฐานกำหนด รูปแบบการปลูกพืช (การปลูกพืชพลังงานหลายอย่างร่วมกัน) และข้อจำกัดด้านปริมาณอาหารคนและอาหารสัตว์ เนื่องจากการผลิตพลังงานชีวมวล(bioenergy) มีความเกี่ยวเนื่องกับระบบการปลูกและขายพืชเพราะฉะนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จึงต้องทำการศึกษาเพื่อคาดการณ์ผลกระทบของระบบห่วงโซ่อุปทานการผลิตพลังงานชีวมวลต่อการใช้ทรัพยากรและเพื่อการแนะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการ multi-criteria optimization และ genetic algorithm optimization (Ayoub et al., 2009) นอกจากนี้การใช้แบบจำลอง goal programming เพื่อการกำหนดเป้าหมายของแบบจำลองถือเป็นแนวทางสำคัญของผู้ทำการตัดสินใจ (decision maker) เนื่องจากช่วยให้เกิดแนวทางการกำหนดนโยบายและวางแผนได้อย่างเหมาะสม ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่นำแนวทางนี้ไปใช้อย่างแพร่หลาย เช่น Cristobal (2012) ใช้แบบจำลอง goal programming เพื่อทำให้ทราบถึงผลกระทบต่อผลผลิตและการจ้างงานในส่วนต่างๆของเศรษฐกิจ ที่เกิดจากการลดลงของมลภาวะและความต้องการพลังงาน นอกจากนี้ ด้วยความไม่แน่นอนหรือคลุมเครือของข้อมูลทางการเกษตรทำให้ข้อมูลบางประเภทที่ต้องอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ของ ผู้ทำการตัดสินใจ(decision maker) เช่น ผลผลิตทางการเกษตร ปริมาณน้ำ เป้าหมายที่ต้องการ(goal) เป็นต้น จึงมีการประยุกต์ใช้ fuzzy goal programming เพื่อสร้างแบบจำลองการใช้ทรัพยากรในการปลูกพืชตามฤดูกาลโดยคำนึงถึงความต้องการของสังคม (Biswas et al., 2005) fuzzy goal programming (FGP) model และ lexicographic goal programming(LGP) model ถูกใช้ร่วมกันเพื่อการประเมินถึงโอกาสการมีงานทำ ในพื้นที่ชนบท นอกจากนี้ผลการคำนวณด้วยการตัดสินใจภายใต้หลายวัตถุประสงค์(multiple objective decision making : MODM) จะทำให้ทราบถึงอัตราการแลกเปลี่ยน(trade-offs) เป็นค่าที่สะท้อนถึงความขาด แคลน(scarcity) เช่น ที่ดิน น้ำ แรงงาน พลังงาน การแลกเปลี่ยน(trade-off) จึงหมายถึงการยอมเสียสละบางสิ่งเพื่อให้ได้บางอย่างเพิ่มขึ้น โดยบางอย่างที่เราไม่ได้เลือกนี้ถือเป็นค่าเสียโอกาส(opportunity cost) ถือเป็นหลักการที่สำคัญทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้เป็นหลักหรือแนวทางในการเลือกหรือตัดสินใจในหลายๆกรณี เพราะฉะนั้น สามารถ

กล่าวได้ว่าค่าเสียโอกาส(opportunity cost) คือ มูลค่าของทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกที่มีอยู่แต่เราไม่ได้เลือก และด้วยหลักการนี้ทำให้มีหลายงานวิจัยได้ให้ความสำคัญดังเช่น Beck et al.(2008) กำหนดเป้าหมายของแผนพลังงานด้วยวิธี multi-objective optimization และแสดงการคำนวณการแลกเปลี่ยน(trade off) ระหว่าง เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและสังคม

วิธีการวิจัย

การศึกษาแนวทางตัดสินใจต่อการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสมภายใต้แนวทางนาแปลงใหญ่โดยอาศัยวิธีการ MCDM ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ 1) การตัดสินใจด้วยวิธีการเชิงลำดับชั้นแบบคลุมครือ (Fuzzy Analysis Hierarchical Process) เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักความสำคัญที่เกษตรกรมีต่อทางเลือกในการปลูกและขายพืช 2) การพัฒนาแบบจำลองหลายเป้าหมายแบบหลายทางเลือกและมีหลายช่วงเวลา (Multi-goal , Multi-choice and Multi-Period Linear Programming) ร่วมกับการหาค่าที่เหมาะสมด้วย Extended goal programming แบบจำลองข้างต้นนี้จะถูกใช้ร่วมกันเพื่อคำนวณค่าเหมาะสมของการใช้ที่ดิน แรงงาน และน้ำ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์สำคัญคือ การได้รับผลตอบแทนสูงสุดจากการปลูกข้าวและพืชเศรษฐกิจทางเลือกชนิดอื่นทั้งในและนอกฤดูกาล ภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร ดิน น้ำและแรงงาน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เพื่อให้เกิดการวางแผนการใช้พื้นที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริงผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพเชิงพื้นที่และคนในชุมชนมีความพร้อมและร่วมมือในการให้ข้อมูล จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย เป็นพื้นที่หนึ่งที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ข้างต้น โดยพืชที่ทำการเพาะปลูกในช่วงเดือนสิงหาคม – ธันวาคม ได้แก่ การปลูกข้าวเจ้านาดำ(objective1 C) ข้าวเจ้านาหว่าน(objective2 V) ข้าวเหนียว นาดำ (objective3 B) และข้าวเหนียวนาหว่าน(objective4 E) ส่วนช่วงฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคม-เมษายน เป็นพืชที่สามารถทนแล้งและสามารถก่อให้เกิดผลตอบแทนเพื่อชดเชยการปลูกข้าวนาปีและคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยีการเพาะปลูกสำหรับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาการสร้างแบบจำลองครั้งนี้จึงเลือกพืช 2 ชนิดได้แก่ข้าวญี่ปุ่น(objective5 J)และกระเทียม(objective6 G) ส่วนกลุ่มตัวอย่างศึกษาประกอบด้วยเกษตรกรผู้ปลูกพืชทั้ง 6 ชนิดข้างต้น ในพื้นที่ศึกษา และเป็นเกษตรกรที่มีความพร้อมในการรวมกลุ่มตามแนวทางเกษตรแปลงใหญ่ ซึ่งมีจำนวน 67 ครัวเรือน นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่มีศักยภาพในการรวมกลุ่มในอนาคตอีกเกินกว่า 300 ครัวเรือน ซึ่งมีผลรวมพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 4,358 ไร่

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

แนวทางการศึกษาประกอบด้วย 2 ขั้นตอนสำคัญประกอบด้วย

1) การตัดสินใจด้วยวิธีการเชิงลำดับชั้นแบบคลุมเครือ (Fuzzy Analysis Hierarchical Process: FAHP) เป็นวิธีการหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (multi criteria decision making) เพื่อช่วยแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด(Best Alternative)

พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ.1980 และมีการนำแนวคิดของทฤษฎีเซตความคลุมเครือ(Fuzzy Set Theory) เข้ามาร่วมกับกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์ที่มีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจนและยากต่อการกำหนดให้แน่นอน โดยมีแนวทางคือการให้ลำดับความสำคัญด้วยวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่และใช้ชุดข้อมูลแบบคลุมเครือแทนการให้คะแนนแบบใช้ตัวเลขประเมินเพียงตัวเดียว (Ceilik et al., 2009) ด้วยวิธี FAHP จะทำให้ได้ ค่าน้ำหนักความสำคัญ

2) การพัฒนาแบบจำลองหลายเป้าหมายแบบหลายทางเลือกและมีหลายช่วงเวลา (Extended goal , Multi-choice and Multi-Period Linear Programming) จากการประชุมแบบมีส่วนร่วมทำให้ทราบทางเลือกหรือวัตถุประสงค์ที่เกษตรกรต้องการบรรลุ ซึ่งได้แก่ผลตอบแทนสูงสุดจากทางเลือกการปลูกพืชทั้ง 6 ชนิด โดยแบ่งกิจกรรมการเพาะปลูกเป็น 4 ส่วน คือกิจกรรมการปลูก ดูแล เก็บเกี่ยวและขายผลผลิต และเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการวางแผนและแสดงถึงพลวัตรของกิจกรรมเพาะปลูกจึงกำหนดช่วงเวลาเป็น 3 ปีปฏิทิน(36 เดือน) ซึ่งสามารถแสดงแบบจำลอง ได้ดังต่อไปนี้

2.1) สมการวัตถุประสงค์ แสดงถึงสมการผลตอบแทนสุทธิจากการปลูกและขายพืช 6 ทางเลือก (ตามกระบวนการที่ได้จาก FAHP) ซึ่งมีกิจกรรมตลอดกระบวนการเพาะปลูกประกอบด้วย การขาย (รายรับ) ต้นทุนการปลูกพืช (ดูแลและเก็บเกี่ยว) ต้นทุนการใช้แรงงานจ้าง และต้นทุนการใช้น้ำ แสดงเป็นสมการได้คือ

$$Z_i^F = \sum_{t=1}^{36}\sum_{s=1}^{2}(\bar{P}_{it}\cdot\bar{y}_{it})\cdot Area_{ist(j=4)} - \sum_{t=1}^{36}\sum_{s=1}^{2}\sum_{j=1}^{3}(Cl_{ij}Area_{istj}) - \sum_{t=1}^{36}\sum_{s=1}^{2}\sum_{j=1}^{4}(CH_t\cdot HiLa_{istj}) - \sum_{t=1}^{36}\sum_{s=1}^{2}\sum_{j=1}^{4}(CW_t\cdot HiW_{istj}) \quad \forall i \quad i=1,...,6 \tag{1}$$

ราคาขายผลผลิต $(\bar{P}_{it})$ **ผลผลิตเฉลี่ยของพืช** $(\bar{Y}_{it})$ **และต้นทุนการผลิตพืช** (C_{ijt}) จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในช่วงปีการเพาะปลูก 2559-2562 ทำให้ได้ช่วงราคาขาย และปริมาณผลผลิตของเกษตรกรเป็นช่วงข้อมูล(ต่ำสุด-สูงสุด) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเกษตรกรแต่ละรายมีประสิทธิภาพการผลิตแตกต่างกันรวมถึงความคาดเคลื่อนในการให้ข้อมูลของเกษตรกรจึงทำให้ข้อมูลที่ได้มีความไม่แน่นอนหรือคลุมเครือ ส่วนต้นทุนการผลิตเฉลี่ย (C_{ijt}) จำแนกตามกิจกรรม(ปลูก ดูแลและเก็บเกี่ยว) แสดงค่าพารามิเตอร์ดัง Table 1 ส่วนต้นทุนค่าแรงงานจ้างมีอัตราเท่ากับ 300 บาท/วัน (37.5 บาท/ชั่วโมงแรงงาน) และเนื่องจากพื้นที่ศึกษา อยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานทำให้มีต้นทุนการใช้น้ำต่ำมากจึงกำหนดให้มีต้นทุนการใช้น้ำของพืชเท่ากับ 1 บาท/ลูกบาศก์เมตร

Table 1 sales price, quantity of output and production costs

plant	Price range(baht/kg.) $(\tilde{P}_{it})$			Yield (kg./rai) (Y_i)		Cost (baht/rai) (C_{ijt})		
	Year 2015/16	Year 2016/17	Year 2017/18	Soil highly suitable(S1)	Soil moderate suitable(S2)	implant	care	harvest
C	14.31-16.07	14.31-16.07	11.64-14.25	902-1,066	922-1,127	2,852	938	1,117
V	14.313-16.07	14.313-16.07	11.64-14.25	786-825	802-871	1,170	2,624	945
B	12.42-13.36	12.42-13.36	9.92-12.69	1,017-1,202	1,017-1,202	1,975	1,040	1,404
E	12.42-13.36	12.42-13.36	9.92-12.69	908-926	927-981	1,936	1,277	1,996
J	9.5-12.30	9.5-12.30	9.50-12.30	810-830	806-818	1,800	3,173	1,100
G	10.0-25.0	10.0-25.0	10.0-25.0	945-1,035	956-1,068	8,252	5,033	1,851

Source: field survey and data from Department of Internal Trade, Chiang Rai Province, 2019

2.2) สมการข้อจำกัด (Constraints) ประกอบด้วย

2.2.1) การถ่ายโอนปริมาณน้ำในช่วงหน้าแล้งและฝน

$$\begin{aligned} TrW_{t(w=1)} - HiW_{t(w=2)} &\le \bar{W}atQ_{t(w=1)} \quad \exists t \\ TrW_{t(w=1)} - TrW_{(t-1)(w=1)} &\le HiW_{t(w=2)} \quad \exists t \\ \sum_{i=1}^{4}\sum_{s=1}^{2}\sum_{j=1}^{3} \bar{C}WU_{stj} Area_{istj} + TrW_{t(w=1)} - TrW_{(t-1)(w=1)} &\le \bar{W}atQ_{t(w=3)} + HiW_{t(w=4)} \quad \exists t \end{aligned} \tag{2}$$

2.2.2) ข้อจำกัดการใช้ปริมาณน้ำบาดาลในช่วงฤดูแล้งและฝน

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^{T} HiW_{t(w=2)} &\le \bar{W}QR_{w=2} \quad \exists t \\ \sum_{t=6}^{T} HiW_{t(w=4)} &\le \bar{W}QR_{w=4} \quad \exists t \end{aligned} \tag{3}$$

ปริมาณน้ำชลประทาน $(\bar{W}atQ_{tw})$ **น้ำบาดาล** $(\bar{W}QR)$ **และอัตราการใช้น้ำของพืช** $(\bar{C}WU_{ij})$ เนื่องจากพื้นที่ตัวอย่างมีแหล่งน้ำทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ น้ำแม่คาวโตน ลำห้วย และหนองน้ำธรรมชาติ รวมถึง

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นได้แก่ประปาหมู่บ้าน 26 แห่ง บ่ออบาดาล 98 แห่ง อ่างเก็บน้ำ 10 แห่ง ถังเก็บน้ำฝน 42 แห่ง ฝาย 69 แห่ง สระน้ำ 5 แห่ง และบ่อน้ำตื้น 624 แห่ง จากการคาดประมาณด้วยการคำนวณขนาดปริมาตรบรรจุน้ำจึงสามารถระบุปริมาณน้ำจากระบบชลประทานได้โดยประมาณ คือ 3,996,659.2 -19,983,296 ลบ.ม/ปี ส่วนปริมาณน้ำใต้ดินโดยการคาดประมาณจากเจ้าหน้าที่หน่วยงานของกรมชลประทาน จ.เชียงราย โดยประมาณ คือ 121,816 – 1,763,600 ลบ.ม./ปี ส่วนการใช้น้ำของพืช($\in WU_{ij}$) มีความไม่แน่นอนจึงแสดงเป็นช่วงของข้อมูล(กรมชลประทาน, 2557) แสดงดัง Table 2

Table 2 labor and water requirement for crop cultivation

plant	labor requirement(man-hour/rai) (LQ_{ij})			water requirement (cubic meters/rai)
	implant	care	Harvest	$(\in WU_{ij})$
transplanted rice (C)	42.32	3.95	11.24	159.75 - 255.5
paddy sown rice (V)	5.63	4.77	15.50	159.75 - 255.5
glutinous transplanted rice (B)	19.13	4.45	22.0	177.5 - 284.25
glutinous paddy sown rice(E)	10.76	3.84	39.02	177.5 - 284.25
Japanese rice(J)	4.00	15.33	11.00	137.5 - 237.5
garlic (G)	18.00	4.80	20.53	120 - 133.75

Source: from field survey and calculated.

2.2.3) ข้อจำกัดพื้นที่ที่มีความเหมะสมต่อการปลูกพืชในเขตพื้นที่ศึกษา

$$\sum_{i=1}^{4} Area_{istj} \leq Aland_s \quad \forall t \quad \forall s \tag{4}$$

2.2.4) การใช้พื้นที่เก็บเกี่ยวและพื้นที่การดูแลมีปริมาณไม่เกินการใช้พื้นที่สำหรับเพาะปลูก

$$\begin{aligned} Area_{is(t+1)(j=2)} &\leq Area_{istj(j=1)} \quad \forall t \quad \forall i \quad \forall s \\ Area_{is(t+1)(j=3)} &\leq Area_{istj(j=2)} \quad \forall t \quad \forall i \quad \forall s \end{aligned} \tag{5}$$

พื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช $(Aland_v)$ จากข้อมูลกรมการข้าวทำให้ได้ทราบจำนวนเกษตรกรที่มีการรวมกลุ่มในรูปแบบนาแปลงใหญ่ มีจำนวนทั้งสิ้น 67 ราย มีพื้นที่เพื่อใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกทั้งสิ้น 858 ไร่ จำแนกเป็นพื้นที่เหมาะสมสูงในการปลูกข้าว (s1) 595 ไร่ และพื้นที่เหมาะสมปานกลาง(s2) 263 ไร่ อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน(กรมพัฒนาที่ดิน ,2550) อ.พาน ยังมีพื้นที่เหมาะสมสูงและเกษตรกรมีศักยภาพในการรวมกลุ่มรูปแบบนาแปลงใหญ่ เพิ่มอีก 3,500 ไร่ จึงมีพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ทั้งสิ้น 4,385 ไร่

2.2.5) ข้อจำกัดแรงงานในครัวเรือนและแรงงานจ้างสำหรับกิจกรรมการเพาะปลูก ดูแลและเก็บเกี่ยวพืชโดยการใช้แรงงานในกิจกรรมของพืช i มีค่าไม่เกินแรงงานในครัวเรือนรวมกับแรงงานจ้าง

$$\sum_{s=1}^{2} LQ_{ij} Area_{istj} - HiL_{it} \leq AL_t \quad \forall j \quad \forall i \quad \exists t \tag{6}$$

ปริมาณแรงงานจ้างสูงสุดของพืช i ณ เวลา t

$$HiL_{it} \leq \overline{A}HiL_t \quad \forall i, \forall t \tag{7}$$

ปริมาณแรงงานในครัวเรือน (AL_t) แรงงานจ้างที่มีในพื้นที่ $(\overline{A}HiL_t)$ และอัตราการใช้แรงงานในกิจกรรมการเพาะปลูกพืช (LQ_j) เนื่องจากมีสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตรมีจำนวนเฉลี่ย 3 คน และปริมาณแรงงานจ้างทั้งในพื้นที่ศึกษา รวมถึงพื้นที่ใกล้เคียงมีจำนวนโดยประมาณ 800 – 3,000 คน (สำนักงานแรงงานจังหวัดเชียงราย, 2556) โดยกำหนดให้แรงงาน 1 คน ทำงานเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน (8 ชั่วโมงแรงงาน) และจำนวนวันทำงานเท่ากับ 25 วันต่อเดือน เพราะฉะนั้น จึงสามารถคำนวณจำนวนชั่วโมงการทำงานของแรงงานในครัวเรือนได้ 600 และแรงงานจ้างเท่ากับ 160,000 – 600,000 ชั่วโมงแรงงาน/เดือน

กำหนดให้ เซต(Sets)

i คือ ประเภทของพืช $i \in I$ $I = 1$ คือ ข้าวเจ้านาดำ(C) $I = 2$ คือ ข้าวเจ้านาหว่าน(V) $I = 3$ คือ ข้าว

เหนียวนาดำ(B) $I = 4$ คือ ข้าวเหนียวนาหว่าน(E) $I = 5$ คือ ข้าวญี่ปุ่น(J) $I = 6$ คือ กระเทียม (G)

s ชนิดของดินที่เหมาะสม $s \in S$ S = 1 ดินเหมาะสมลำดับหนึ่ง

t ช่วงเวลาการเกิดกิจกรรมทางการเกษตร $t \in T$ เดือน 1 – 36

j กิจกรรมการปลูกพืชไร่ $j \in J$ J= 1 การปลูก J= 2 การดูแล J= 3 การเก็บเกี่ยว J= 4 การขาย

w แหล่งน้ำในพื้นที่ปลูกพืช $w \in W$ W = 1 คือ น้ำชลประทาน W= 2 คือ น้ำบาดาล

ตัวแปรตัดสินใจ(Decision Variables)

$Area_{itj}$ การใช้พื้นที่ของพืช i ตามกิจกรรมการเพาะปลูก j ณ เวลา t ของดินที่เหมาะสม s (หน่วย: ไร่)

$HiLa_{itj}$ ปริมาณการใช้แรงงานจ้าง (หน่วย: ชั่วโมงแรงงาน)

HiW_{itj} ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ณ เวลา t (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

TrW_{tw} ปริมาณน้ำชลประทานคงเหลือจากกิจกรรมทางการเกษตร ณ t เวลา (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

$TrW_{(t-1)w}$ ปริมาณน้ำชลประทานที่ถูกถ่ายโอนมาจากเวลา t (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

HiL_{it} ปริมาณแรงงานจ้าง ณ เวลา t (หน่วย: ชั่วโมงแรงงาน)

เพื่อศึกษาผลกระทบจากความคลุมครือของปัจจัยทางเศรษฐกิจ(ราคาผลผลิตและปริมาณแรงงาน) และปัจจัยสิ่งแวดล้อม(ปริมาณน้ำและผลผลิตพืช) ต่อผลตอบแทนและการจัดสรรทรัพยากร การศึกษาครั้งนี้

อาศัยการกำหนดฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกแบบ Fuzzy min ให้กับพารามิเตอร์ที่มีความคลุมเครือ ซึ่งในที่นี้กำหนดให้ α เป็นพารามิเตอร์ควบคุมกล่าวคือเมื่อ α มีค่าเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ 1 แสดงถึง การมองโลกในแง่ร้าย(pessimistic) แต่มีความเป็นไปได้ในโลกความเป็นจริง (เช่น ราคาผลผลิตตกต่ำ ปริมาณแรงงานลดลง เกิดภัยแล้ง และผลผลิตตกต่ำ) แต่เมื่อ α มีค่าเพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ 0 เป็นการมองโลกในแง่ดี(optimism) แต่เป็นไปได้ยากในโลกความเป็นจริง(เช่น ราคาผลผลิตสูงขึ้น ปริมาณแรงงานเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำสมบูรณ์ และผลผลิตดี)

3) การหาค่าที่เหมาะสมด้วยวิธี Extended goal programming และ Multi-choice goal programming (MCGP) เนื่องจากผลการคำนวณด้วยแบบจำลองหลายเป้าหมายแบบหลายช่วงเวลาสามารถให้ค่าการจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพตามหลักพาเรโต (pareto) ได้อย่างมากมาย และอาจจะทำให้เกิดความไม่สมดุลของคำตอบ กล่าวคือมีเพียงพืชที่มีประสิทธิภาพของผลตอบแทนเท่านั้นที่ถูกเลือกให้เกิดการเพาะปลูก เพราะฉะนั้นเพื่อให้เกิดหลักเกณฑ์ในการเลือกผลลัพธ์อย่างเหมาะสม จึงอาศัยแบบจำลอง Extended GP (EGP) ซึ่งจะทำให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรอย่างสมดุลระหว่างปรัชญาความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) กับปรัชญาความเท่าเทียม(equity) บนพื้นฐานของความสำเร็จตามเป้าหมาย และด้วยการถ่วงน้ำหนักความสำคัญ(w_i) ให้กับสมการวัตถุประสงค์ที่ i เพื่อแสดงถึงการมีส่วนร่วมของชุมชนที่คำนวณจากวิธี FAHP นอกจากนี้ เนื่องจากมีการกำหนดเป้าหมายผลตอบแทนสุทธิสำหรับแต่ละสมการวัตถุประสงค์มากกว่า 1 ค่า ดังนั้น จึงใช้ MCGP

$$
\begin{aligned}
&Achievement\ function\ \ Min\ a \ = \ \ (1-\lambda)D + \lambda \sum_{i=1}^{q} \left(\frac{w_i n_i}{k_i} + \frac{w_i p_i}{k_i} \right) \\
&subject\ to \\
&\qquad f_i(x) + n_i - p_i = \sum_{j=1}^{m} g_{ij} S_{ij}(B) \qquad i = 1,\ldots,Q \\
&\qquad \frac{w_i n_i}{k_i} + \frac{w_i p_i}{k_i} \le D \qquad i = 1,\ldots,Q \\
&\qquad S_{ij}(B) \ \in \ R_i(x) \quad i = 1,\ldots,Q \\
&\qquad x \in F \quad (F\ is\ feasible\ set) \\
&\qquad n_i, p_i \ \ge 0 \quad \lambda \in [0,1] \quad i = 1,\ldots,Q
\end{aligned}
$$

เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายผลตอบแทนสุทธิได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแสดงการใช้แบบจำลอง EGP ร่วมกับ MCGP ได้ดังต่อไปนี้

(8)

$$
\begin{aligned}
&Achievement\ function\ \ Min\ a \ = \ \ (1-\lambda)D + \lambda \sum_{i=1}^{q} \left(\frac{w_i n_i}{k_i} + \frac{w_i p_i}{k_i} \right) \\
&subject\ to \\
&\qquad f_i(x) + n_i - p_i = \sum_{j=1}^{m} g_{ij} S_{ij}(B) \qquad i = 1,\ldots,Q \\
&\qquad \frac{w_i n_i}{k_i} + \frac{w_i p_i}{k_i} \le D \qquad i = 1,\ldots,Q \\
&\qquad S_{ij}(B) \ \in \ R_i(x) \quad i = 1,\ldots,Q \\
&\qquad x \in F \quad (F\ is\ feasible\ set) \\
&\qquad n_i, p_i \ \ge 0 \quad \lambda \in [0,1] \quad i = 1,\ldots,Q
\end{aligned}
$$

โดยที่ λ เป็นพารามิเตอร์ควบคุมนั่นคือ ถ้า $\lambda = 0$ เราจะได้ฟังก์ชั่นความสำเร็จที่มีความเท่าเทียมกันสูงสุด(maximum equity) แต่ถ้า $\lambda = 1$ จะได้ฟังก์ชั่นความสำเร็จที่มีประสิทธิภาพสูงสุด(maximum efficiency) ซึ่งค่า λ ในช่วง (0,1) ทำให้ได้คำตอบที่อยู่ระหว่าง Chebyshev goal programming (CGP) ($\lambda = 0$ หรือ Minmax goal programming) กับ weighted goal programming (WGP) ($\lambda = 1$) ในขณะที่ $S_{ij}(B)$ แสดงถึงฟังก์ชั่นลำดับของตัวเลข 0 กับ 1 และ $R_i(x)$ คือ ฟังก์ชั่นข้อจำกัดของทรัพยากร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การตัดสินใจด้วยวิธีการเชิงลำดับชั้น (Fuzzy Analysis Hierarchical Process: FAHP)

จากการจัดประชุมแบบมีส่วนร่วมระหว่างตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ประกอบด้วยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชทั้ง 6 ชนิด ตัวแทนจากภาครัฐบาล(เกษตรตำบล และองค์การบริหารส่วนตำบล และนักวิชาการจากสถาบันการศึกษา) การจัดประชุมในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการกำหนดน้ำหนักความสำคัญโดยอาศัยวิธี FAHP ทำให้ได้แผนภาพเชิงลำดับชั้น และค่าน้ำหนักการตัดสินใจแสดงได้ดัง Figure 1 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีเป้าหมาย(goal) คือ **การผลิตข้าวเพื่อสร้างผลตอบแทนอย่างยั่งยืนภายใต้แนวทางนาแปลงใหญ่** ประกอบด้วย 6 ทางเลือก (alternatives) คือ การปลูกข้าวเจ้านาดำ (Rice_C) และนาหว่าน (Rice_V) การปลูกข้าวเหนียวนาดำ (Rice_B) และนาหว่าน (Rice_E) และพืชเศรษฐกิจสำคัญ ได้แก่ ข้าวญี่ปุ่น(Rice_J) และกระเทียม(Gar_R) โดยน้ำหนักความสำคัญ(Weight) มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ก็ได้แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับการปลูก ข้าวญี่ปุ่น มากที่สุด ด้วยค่าน้ำหนัก 0.179 รองลงมา คือ ข้าวเจ้านาดำ ข้าวเหนียวนาดำ กระเทียม ข้าวเจ้านาหว่าน และข้าวเหนียวนาหว่าน ด้วยค่าน้ำหนัก 0.171 , 0.169 , 0.161 , 0.155 และ 0.153 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมถึง(ES) 0.74 มากกว่าสิ่งแวดล้อม(ENV) ที่เท่ากับ 0.26 โดยเกษตรกรมีความเห็นร่วมกันว่าหลักเกณฑ์ย่อย (sub-criteria) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการตัดสินใจมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ปัจจัยราคา(P) 0.28 รองลงมา คือ การส่งเสริมจากภาครัฐบาล(G) 0.17 และต้นทุน(C) 0.16 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการขายผลผลิตได้ในราคาที่สูงส่งผลต่อการเกิดสภาพคล่องทางการเงิน เกษตรกรสามารถนำเงินไปใช้จ่ายในชีวิตประจำวันได้สะดวก และสามารถชำระหนี้สินที่เกิดขึ้นได้อย่างคล่องตัว ส่วนการส่งเสริมจากภาครัฐบาลทั้งในรูปแบบการประกันราคาหรือการช่วยเหลือด้านปัจจัยการผลิตนั้นถือเป็นปัจจัยเกื้อหนุนทำให้เกษตรกรลดความเสี่ยงด้านผลตอบแทนลงได้ รวมถึงการจัดการด้านต้นทุนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะมีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถทางการแข่งขันให้กับเกษตรได้เป็นอย่างดี โดยค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกทั้ง 6 ที่คำนวณได้ข้างต้นจะถูกนำไปถ่วงน้ำหนักความสำคัญให้กับสมการวัตถุประสงค์ในแบบจำลอง EGP และ MCGP ต่อไป

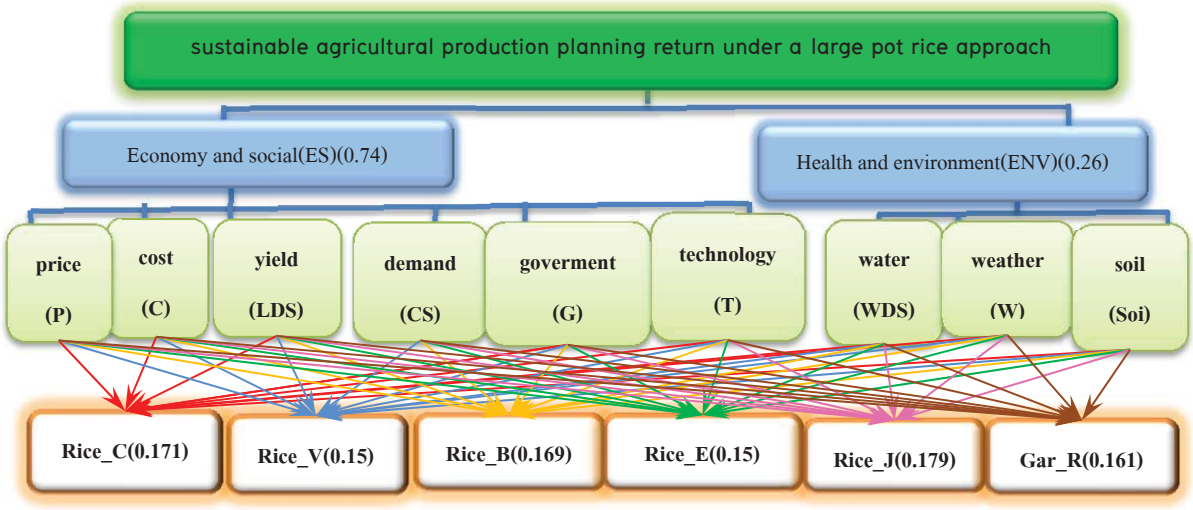

Figure 1 Hierarchical analysis to sustainable agricultural production planning return

การบรรลุเป้าหมายผลตอบแทนของเกษตรกรและแนวทางการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสม

จากการประชุมแบบมีส่วนร่วมของตัวแทนเกษตรกรและข้อมูลเศรษฐกิจชุมชนจากหน่วยงานรัฐบาล ทำให้ได้ช่วงข้อมูลของค่าเป้าหมายผลตอบแทนรวม 3 ปี สำหรับแต่ละทางเลือกคือ ข้าวเจ้านาดำ(Rice_C) 0.25-60 ล้านบาท ข้าวเจ้านาหว่าน(Rice_V) 0.45-50 ล้านบาท ข้าวเหนียวนาดำ(Rice_B) 0.1-65 ล้านบาท ข้าวเหนียวนาหว่าน(Rice_E) 0.25-45.5 ล้านบาท ข้าวญี่ปุ่น(Rice_J) 0.2-30 ล้านบาท และกระเทียม(Gar_R) 0.3-50 ล้านบาท ผลการคำนวณด้วย EGP และ MCGP ร่วมกับแบบจำลองการปลูกพืชแบบหลายช่วงเวลาในระบบนาแปลงใหญ่แสดงดังต่อไปนี้

ผลตอบแทนเกษตรกร ลำดับแรกต้องเลือกค่า λ (ระดับความเท่าเทียมและความมีประสิทธิภาพ) (จากสมการที่ 8) ที่ทำให้เกิดผลตอบแทนสุทธิโดยรวมมากที่สุดที่ระดับค่า α ต่างๆ (ความไม่แน่นอนของราคา $(\tilde{P}_{it})$ และผลผลิตพืช $(\tilde{Y}_{it})$) ซึ่งผลการคำนวณทำให้ได้ค่า $\lambda = 0.15$ และ $\alpha = 0.15 - 0.25$ แสดงดัง Figure 2 กรอบเส้นไข่ปลาสีแดง จากรูปนี้แสดงให้เห็นผลตอบแทนครัวเรือนสุทธิโดยรวมทั้ง 6 ทางเลือกมีมูลค่า 677,846 บาท/3 ปี โดยที่สามารถวางแผนการปลูกพืชได้ 2 แนวทาง คือ 1) ปลูกข้าวเจ้านาดำ(C)(นาปี) (153,406 บาท/3ปี) และปลูกกระเทียม(G)(ฤดูแล้ง)(115,091 บาท/3 ปี) ได้ผลตอบแทนรวม 268,497 บาท/ 3 ปี 2) ปลูกข้าวเหนียวนาดำ(B)(นาปี)(162,371 บาท/3ปี) และปลูกข้าวญี่ปุ่น(J)(ฤดูแล้ง)(61,990 บาท/3 ปี) ได้ผลตอบแทนรวม 224,361 บาท/ 3 ปี ซึ่งเมื่อพิจารณาทั้ง 2 แนวทางนี้แสดงให้เห็นว่าแนวทางที่ 1 ได้ผลลัพธ์เกินรายได้เฉลี่ยอ้างอิงของครัวเรือนเกษตรจังหวัดเชียงราย 225,972 บาท/ 3 ปี (Re)(figure 2 เส้นตรงสีน้ำตาล) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) ขณะที่ทางเลือกที่ 2 ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงค่าเฉลี่ยอ้างอิงมาก

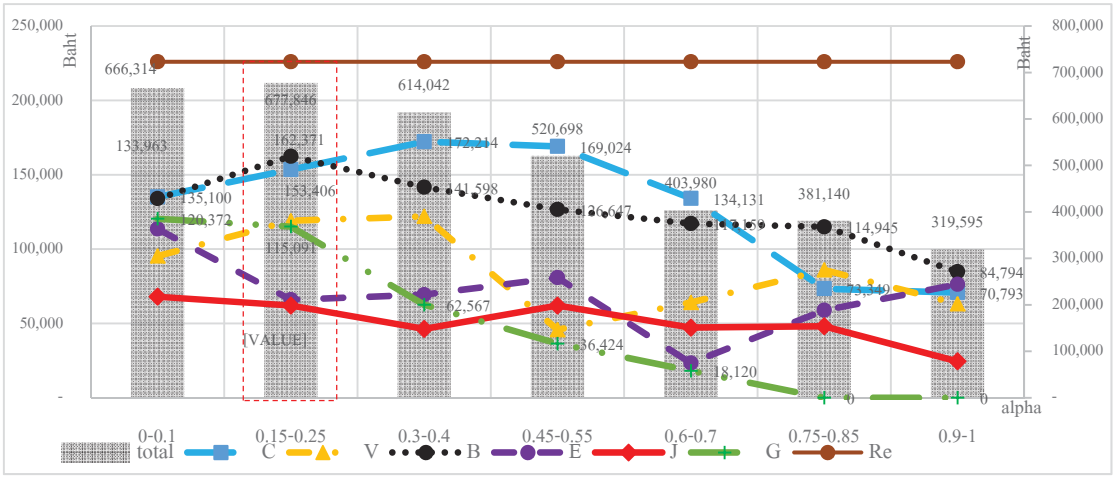

Figure 2 Total 3 year Net Return at various α of price and yield (at $\lambda = 0.15$)

อัตราการแลกเปลี่ยนระหว่างผลกำไรสุทธิของพืชแต่ละชนิด ค่าการแลกเปลี่ยน(trade-offs) ที่ α=0.15—0.25 (Figure 2 กรอบเส้นไข่ปลาสีแดง) ได้บ่งบอกว่าการลดผลตอบแทนของข้าวญี่ปุ่น(J) ลง 1 บาท จะช่วยให้ผลตอบแทนจากการปลูกกระเทียม(G) เพิ่มขึ้น 1.82 บาท (การปลูกพืชในฤดูแล้ง) และสามารถเพิ่มผลตอบแทนให้กับข้าวเจ้านาดำ(C) และข้าวเหนียวนาดำ(B) ได้เท่ากับ 2.48 และ 2.51 ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าการแลกเปลี่ยนตามวิธีการปลูกระหว่างนาหว่านกับนาดำ ก็พบว่าการลดผลตอบแทนจากการปลูกข้าวเหนียวนาหว่าน(E) ลง 1 บาท ส่งผลให้ผลตอบแทนจากข้าวเหนียวนาดำ (B)เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.47 และการลดผลตอบแทนจากข้าวเจ้านาหว่าน(V) ลง 1 บาท ผลตอบแทนข้าวเจ้านาดำ (C)เพิ่มขึ้น 1.29 บาท

การใช้ทรัพยากรจากแบบจำลองและการใช้ทรัพยากรในปัจจุบัน การศึกษาในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบจำลองได้แก่ **แบบจำลอง 1** ราคาผลผลิตเกิดความไม่แน่นอนและการเลือกปรัชญาคำตอบระหว่างประสิทธิภาพ(efficiency) กับความเท่าเทียม(equity) **แบบจำลอง 2** การเลือกปรัชญาคำตอบ ($\lambda = 0.15$) ที่ทำให้เกิดผลตอบแทนสุทธิสูงสุดภายใต้ความไม่แน่นอนของราคาและผลผลิตที่กำหนด(α=0.15—0.25) ผลการคำนวณจากแบบจำลองพบว่ามีการใช้พื้นที่น้อยกว่า 4,358 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้และยังสามารถสร้างผลตอบแทนสุทธิได้ใกล้เคียงหรือมากกว่าผลตอบแทนเฉลี่ย 225,972 บาท (Table 3) แสดงได้ดัง**แบบจำลอง 1** กรณีมองโลกในแง่ดี (α= 0) และมีการกำหนดความเท่าเทียม(equity) ในระดับสูง $\lambda = 0 - 0.1$ ส่งผลให้เกิดผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 270,000 บาท รองลงมาคือ 257,000 บาท โดยรูปแบบการปลูกพืชนาปีได้แก่ ข้าวเหนียวนาดำ(B) หรือข้าวเจ้านาดำ(C) ส่วนฤดูแล้งได้แก่การปลูกกระเทียม(G) และเมื่อกำหนดให้ราคาผลผลิตพืชตกต่ำลง(pessimistic)(α=0.5) การปรับระดับความมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น(ลดความเท่าเทียม) $\lambda = 0.3 - 0.4$ จะช่วยพยุงให้ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยมีค่าอยู่ที่ 224,634 บาท โดยข้าวเจ้านาดำ(C)และกระเทียม(G) ยังคงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม สำหรับ **แบบจำลอง 2** เมื่อกำหนดให้ระดับราคา (P_{it}) และผลผลิตพืช(y_{it}) เกิดความไม่แน่นอนและมีความสัมพันธ์ในแบบแปลผกผันกันที่ระดับ α=0.15—0.25 การปลูกข้าวแบบนาดำทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด และข้าว

ญี่ปุ่น (J) ถือเป็นอีกทางเลือกสำหรับการปลูกในช่วงฤดูแล้งเนื่องจากสามารถสร้างผลตอบแทนสุทธิร่วมกับข้าวเหนียวนาดำ (B) ได้ถึง 224,361 บาท

สำหรับความต้องการพื้นที่และแรงงานจ้างนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นในแบบจำลองที่ 1 โดยเฉพาะเมื่อราคาผลผลิตตกต่ำลง(pessimistic)(α เพิ่มขึ้น) การเพิ่มปริมาณผลผลิตจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อชดเชยราคาผลผลิตที่ลดลง เพราะฉะนั้น พื้นที่เพาะปลูก($Area_{itj}$) และแรงงานจ้าง($HiLa_{itj}$) ถูกใช้เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้ใน **แบบจำลอง 1** มีการใช้พื้นที่เพิ่มขึ้น 3,092 , 3,560 และ 4,240 และมีความต้องการแรงงานจ้างเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน คือ จาก 1,540 เป็น 1,643 และ 2,851 คน/เดือน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นมูลค่าการใช้แรงงานจ้าง (ค่าจ้างแรงงานเท่ากับ 350 บาท/คน/วัน และจ้างงาน 25 วัน) จะมีค่าเท่ากับ 13.4 , 31.1 และ 37.1 ล้านบาท/เดือน (Table 3) โดยอุปทานแรงงานครัวเรือนในพื้นที่มีประมาณ 1,701 คน/เดือน เพราะฉะนั้น จึงอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานเกษตรในพื้นที่ขึ้นได้เมื่อมีการใช้พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น ($\alpha > 0.5$)

วิจารณ์ผลการศึกษา

เกษตรกรให้ความสนใจต่อการรวมกลุ่มตามแนวทางนาแปลงใหญ่แต่ยังคงมีความคลุมเครือต่อแนวทางปฏิบัติ เพราะฉะนั้น การใช้วิธีการ MCDM ถือเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (decision support) ให้กับเกษตรกร ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยด้านราคาผลผลิต เนื่องจากค่าครองชีพและต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ปัจจัยทางเศรษฐกิจมีความสำคัญมากกว่าสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ผลการคำนวณจากแบบจำลองได้แสดงให้เห็นว่า การปลูกข้าวด้วยวิธีนาดำหรือการปลูกข้าวแบบประณีต (System of Rice Intensification) สามารถสร้างผลตอบแทนให้กับแนวทางนาแปลงใหญ่ได้สูงและยั่งยืนมากกว่าวิธีการนาหว่านซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อารีย์ เชื้อเมืองพาน และคณะ (2562) เนื่องจากผลผลิตของข้าวนาดำที่สูงกว่าข้าวนาหว่านจึงส่งผลให้ได้รับผลกระทบจากความไม่แน่นอนของราคาต่ำไปด้วย นอกจากนี้ ผลการคำนวณการแลกเปลี่ยน (trade-offs) ทำให้ได้ค่าเสียโอกาส(opportunity cost) (Beck et al, 2008) ของผลตอบแทนจากทางเลือกของพืชทั้ง 6 วัตถุประสงค์ และทำให้พบว่า ข้าวเหนียวนาดำมีต้นทุนค่าเสียโอกาสสูงสุด รองลงมาคือข้าวเจ้านาดำ นอกจากนี้ การใช้ปัจจัยการผลิตจากแบบจำลองยังแสดงให้เห็นถึงการจัดสรรตามหลักของพาเรโต (pareto optimality) เห็นได้จากการใช้ปัจจัยการผลิต(พื้นที่และแรงงาน)ลดลงจากทั้งแบบจำลองที่ 1 และ 2 ในขณะที่สามารถสร้างผลตอบแทนได้เพิ่มขึ้น สะท้อนถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของ Biswas and Pal (2005)

Table 3 The used of inputs, resources and return from model compare with current situation

	Current situation	Model 1 α=0 λ=0–0.1	Model 1 α = 0.5 λ = 0.3–0.4	Model 1 α=1 λ=0.9–1	Model 2 α=0.15–0.25 λ=0.15
1. Total area for growing rice at the highly and moderate suitable	**4,358**	377 – 3,092	93 – 3,560	86 – 4,240	86 – 4,240
1.1 Total area of the farmers who have joined the rice large plots (rai)	858	38 - 858	14 - 838	7 - 788	14 - 858
	3,500		15 – 3,500		14 – 3,479
1.2 Total area of the farmers who have potential to joined the rice large plots in future (rai)		15 – 2,313		10 – 3,500	
2.Water requirement for cultivation (million cubic meters/month)	-	0.06 – 0.63	0.04 – 0.63	0.1 – 0.63	0.63 - 1.27
3. Amount of household labor (person/month)	1,701				
4. demand for hire labor (person/month)		40 – 1,540	25 – 1,643	48 – 2,851	28 - 1,415
5. average return of agriculturer household (baht/ 3 year)	225,972				
5.1 transplanted rice (C) (in season) and garlic(G) (off season)		257,000	224,634		268,497
		270,000	157,328		
5.2 glutinous transplanted rice (B)(in season) and garlic (G) (off season)				178,385	224,361
5.3 glutinous transplanted rice (B) (in season) and Japanese rice(J) (off season)					

Source: from field survey and calculated

สรุปผลและเสนอแนะ

นโยบายนาแปลงใหญ่มีเป้าหมายสำคัญเพื่อลดต้นทุนการผลิตและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันให้กับเกษตรกร เพราะฉะนั้น การใช้วิธี MCDM เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกรต่อการปลูกข้าวในระบบนาแปลงใหญ่ถือเป็นแนวทางสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายข้างต้นอย่างยั่งยืน เนื่องจากเกษตรกรมีส่วนใน การตัดสินใจร่วมกับวิธีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าความไม่แน่นอนของราคาผลผลิตพืชส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรการผลิต(ที่ดินและแรงงาน)เพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยผลตอบแทนที่ลดลง และด้วยสถานการณ์ในปัจจุบันที่เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุเกิน 55 ปี จึงมีความเสี่ยงต่อปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้ในที่สุด เพราะฉะนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาดำเพื่อลดการใช้แรงงานถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อการส่งเสริมความสามารถทางการผลิตข้าวในอนาคต นอกจากนี้ผลกระทบจากความไม่แน่นอนด้านเศรษฐกิจ(ราคาผลผลิตตกต่ำ)และธรรมชาติ(ภัยแล้ง) จะนำไปสู่การผลิตแบบมุ่งเน้นประสิทธิภาพ(efficiency) คือ ผลิตพืชน้อยชนิดลง(ข้าวเจ้าและข้าวญี่ปุ่น) ขณะที่พืชท้องถิ่นปลูกน้อยลง(ข้าวเหนียวและกระเทียม) จนกระทั่งต้องซื้อเพื่อบริโภคจากภายนอกชุมชนซึ่งถือเป็นการบั่นทอนความสามารถทางการผลิตและเกิดความไม่มั่นคงทางอาหารขึ้นได้อย่างแน่นอน ดังนั้น ผู้ทำการตัดสินใจ (decision maker) จำเป็นต้องมีหลักเกณฑ์เพื่อการเลือกส่วนผสมระหว่างความมีประสิทธิภาพ (efficiency)(การผลิตพืชน้อยชนิด) กับความเท่าเทียม(equity) (การผลิตพืชหลายชนิด) อย่างเหมาะสม

ปัจจุบันพื้นที่ของ อ.พาน จ.เชียงราย มีเกษตรกรที่รวมกลุ่มกันในรูปแบบนาแปลงใหญ่จำนวน 67 ครัวเรือน (พื้นที่รวม 858 ไร่) และมีเกษตรกรที่มีศักยภาพในการรวมกลุ่มอีก 3,500 ไร่ (รวม 4,358 ไร่) ผลการคำนวณจากแบบจำลองแสดงถึงการใช้พื้นที่น้อยกว่า 4,358 ไร่ แต่ยังสามารถสร้างผลตอบแทนสุทธิได้ใกล้เคียงหรือมากกว่า 225,972 บาท/ 3 ปี ดังนั้น ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญคือ การขยายพื้นที่การรวมกลุ่มนาแปลงใหญ่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดความเสี่ยงด้านผลตอบแทนจากความไม่แน่นอนด้านราคาและปริมาณผลผลิตตกต่ำ(ภัยแล้ง)ลงได้ โดยมีทางเลือกการเพาะปลูกสำคัญ คือ 1) ข้าวเจ้านาดำ(C)(นาปี) และกระเทียม (G) (ฤดูแล้ง) 2) ข้าวเหนียวนาดำ (B) (นาปี) และกระเทียม (G) (ฤดูแล้ง) และ 3) ข้าวเหนียวนาดำ (B) (นาปี) และข้าวญี่ปุ่น (J) (ฤดูแล้ง)

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายในจังหวัดเชียงราย. 2562. *ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญของจังหวัด.*สืบค้น 1 มีนาคม 2562, จาก http://www.dit.go.th/ChiangRai/content.asp?deptid=24&catid=10806

กรมชลประทาน. 2557. *ค่าสัมประสิทธิ์พืช(Kc)ของพืช 40 ชนิด.* สืบค้น 1 พฤษภาคม 2560, จาก http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/iwmd/index_th.htm.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. *“เขตการใช้ที่ดิน ตำบลแม่ตืน อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน”*. [ซีดี-รอม]. สาระสังเขปจาก : ฐานข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักงานแรงงานจังหวัดเชียงราย. 2556. *สถิติแรงงานจังหวัด.* สืบค้น 1 พฤษภาคม 2558, จาก http://chiangrai.mol.go.th/labour_statistic.

อารีย์ เชื้อเมืองพาน, มนตรี สิงหะวาระ และ อัศวิน เผ่าอำนวยวิทย์. 2562. ***ประสิทธิผลการผลิตข้าวนาแปลงใหญ่ของเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนบน***. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

References

Ayoub, N., Elmoshi, E., Seki, H., & Naka, Y. (2009). Evolutionary algorithms approach for integrated bioenergy supply chains optimization. *Energy Conversion and Management,* 50(12), 2944-2955.

Beck, J., Kempener, R., Cohen, B., & Petrie, J. (2008). A complex systems approach to planning, optimization and decision making for energy networks. *Energy Policy*, 36(8), 2795-2805.

Biswas, A., & Pal, B. B. (2005). Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. *Omega-International Journal of Management Science*, 33(5), 391-398.

Callesen, I., Grohnheit, P. E., & Ostergard, H. (2010). Optimization of bioenergy yield from cultivated land in Denmark. *Biomass & Bioenergy*, 34(9), 1348-1362.

Celik, M., Kandakoglu, A., & Er, D. (2009). Structuring fuzzy integrated multi-stages evaluation Model on academic personnel recruitment in MET institutions. *Expert Systems with Applications,* 36, 6918–6927 decision-making methods for bioenergy systems". Energy 25: 1-11.

Cristobal, J. R. S. (2012). A goal programming model for the optimal mix and location of renewable energy plants in the north of Spain. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4461-
4464.

Jablonski, S., Strachan, N., Brand, C., & Bauen, A. (2010). The role of bioenergy in the UK's energy
future formulation and modelling of long-term UK bioenergy scenarios. *Energy Policy*, 38(10), 5799-5816.

Saaty, T.L., (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.