ระบบสนับสนุนการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อวางแผนการผลิตทางเกษตร
A Supporting System for Spatial Land Allocation in Agricultural Production Planning

เมธี เอกะสิงห์[1] ประภัสสร พันธ์สมพงษ์[1] และเบญจพรรณ เอกะสิงห์[1]

Methi Ekasingh[1], Praphatsorn Punsompong[2], and Benchaphun Ekasingh[3]

บทคัดย่อ

การวางแผนการผลิตทางการเกษตรที่เหมาะสมอาจดำเนินการโดยใช้แบบจำลองหลายเป้าหมายแบบมีส่วนร่วม (Interactive Goal Programming, IMGP) หนึ่งในผลลัพธ์สำคัญที่ได้คือ ค่าตัวแปรสำหรับการตัดสินใจซึ่งเป็นตัวเลขแสดงเนื้อที่เพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับแต่ละระบบพืช ผลลัพธ์ดังกล่าวยังไม่สามารถระบุเขตการผลิตพืชเหล่านั้นในรูปแผนที่ได้ จึงทำให้การแสดงแผนการผลิตและการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้เสียในแผนการผลิตตามนโยบายต่างๆไม่ดีเท่าที่ควร บทความนี้อธิบายการพัฒนาโปรแกรมจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ (Spatial Land Allocation, *SLA*) เพื่อปรับปรุงการแสดงผลลัพธ์จากแบบจำลอง IMGP ที่ใช้ในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสมในจังหวัดลำพูน ให้สามารถนำไปใช้ในงานวางแผนการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน หน่วยจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) และหน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรรที่ดิน (Land Allocation Unit) โปรแกรมที่มีส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย เพื่อนำเข้าผลลัพธ์จากแบบจำลอง IMGP และข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดสรรที่ดินให้กับระบบพืชเป้าหมาย โปรแกรมทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยเรียกใช้คำสั่งในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อจัดสรรที่ดินโดยใช้ 3 วิธีการคือ วิธีการจัดสรรที่ดินแบบลำดับชั้น (HO) วิธีการที่ใช้ระยะจากจุดอุดมคติ (IPA) และวิธีการจัดสรรที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์ (MOLA) ผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินแสดงเป็นแผนที่สำหรับแต่ละสถานการณ์การผลิตพืชตามที่ผู้ร่วมกันวางแผนกำหนด ได้เปรียบเทียบสมรรถนะของการจัดสรรที่ดินของ 3 วิธีการดังกล่าว โดยอาศัยค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมและความเป็นกลุ่มก้อน (Compactness) ของแปลงที่จัดสรรให้กับพืช รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ผลการเปรียบเทียบพบว่า วิธีการ MOLA มีประสิทธิภาพในการจัดสรรที่ดินมากกว่าวิธีการอื่นไม่ว่าจะใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทเวคเตอร์หรือราสเตอร์ เนื่องจากสามารถจัดสรรเนื้อที่ให้กับพืชไม่ต่ำกว่าร้อยละ 98.3 ของเนื้อที่เป้าหมายที่ได้จากแบบจำลอง IMGP ได้ค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินโดยรวมสูงกว่าและแปลงปลูกพืชที่จัดสรรได้เป็นกลุ่มก้อนมากกว่าวิธีการอื่นนอกจากนี้ยังใช้เวลาในการประมวลผลข้อมูลประเภทเวคเตอร์น้อยที่สุด โปรแกรม *SLA*ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ในการวางแผนการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลองอื่นได้ หากผู้ใช้ทราบเนื้อที่เป้าหมายที่เหมาะสมสำหรับแต่ละระบบพืชลำดับความสำคัญของพืชเป้าหมาย และดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเป้าหมายที่มีค่าต่อเนื่อง ผู้ใช้สามารถจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ได้แบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม *SLA* โดยจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น Shape file ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในการวางแผนการผลิตพืชหรือจัดเขตการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรตามนโยบายการผลิตแบบต่างๆ ตั้งแต่ระดับตำบล จังหวัดหรือในลุ่มน้ำระดับต่างๆ

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, การวางแผนการใช้ที่ดิน, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

---

[1]ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

Abstract

Optimization of land use plan may be achieved by employing an Interactive Goal Programming (IMGP) model. One of key results from such model is a decision variable which is expressed as optimal acreage of land allocated for each crop or cropping system. Unfortunately, the results from IMGP model are numeric values that do not show spatial distribution of the allocated land in form of maps. Consequently, they do not offer proper information for communication with stakeholders when various planning scenarios are explored. The paper explains the development of Spatial Land Allocation (SLA) program aiming for improving the efficiency of representing information derived from results of the IMGP model for land use planning in Lumphun province. The main components of the system are spatial data on land suitability index for targeted crops, Land Resource Unit (LRU), and Land Allocation Unit (LAU). The Thai user interface of *SLA* facilitates data input from IMGP results and necessary spatial data for allocating land to different cropping systems. Users may select three methods of spatial land allocation from *SLA* interface namely, Hierarchical Optimization (HO), Ideal Point Analysis (IPA), and Multi-objective Land Allocation (MOLA). Users may also use vector or raster data for the analyses. The results can be displayed as maps of optimal land use plan for each scenarios of production created by stakeholders. Performances of the three analysis methods were compared based on total land suitability index and compactness of allocated land patches, and computing time. Results of the comparison revealed that the MOLA method performed better than others in both vector and raster data models. This method was able to allocate at least 98.3% of targeted areas generated by IMGP model. The total suitability index and compactness of allocated land patches were higher than other methods. MOLA also required shortest time for processing vector data in land allocation for each scenario. Users may use *SLA* to work with results from other optimal land use models providing targeted acreage of each cropping system and relative importance of each cropping system are known, and land suitability index of targeted crops are available. Users then use *SLA* to automatically allocate land to suitable crops by using relevant shape files that have been built for this purpose. The program is therefore useful for select suitable agricultural production plan in response to various policies at sub-district, provincial levels or different watershed levels.

Keywords: Decision support system, Land use planning, Geographic Information System, GIS

บทนำ

การวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่ดีต้องตอบสนองต่อนโยบายด้านการผลิตอาหาร พลังงานทดแทน การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการจ้างงานและความเป็นอยู่ของประชาชนในชนบท ดังนั้นแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม จะต้องมีการระบุวัตถุประสงค์และข้อจำกัดที่ชัดเจนและสอดคล้องกับ

สถานการณ์หนึ่งๆ วิธีการที่จะนำมาใช้ในการหาทางเลือกการใช้ที่ดินที่เหมาะสมจะต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจัดการข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และคาดการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากแผนการใช้ที่ดินที่เป็นทางเลือกหนึ่งๆ การจัดเขตการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์เป็นวิธีการที่ใช้สนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในระดับสากล ตัวอย่างของระบบดังกล่าวได้แก่ SYSNET ที่นำไปใช้ในระดับจังหวัด[1] ในระดับอำเภอ[2, 3] ในระบบนิเวศเกษตรเฉพาะแห่ง[4] นอกจากนี้มีการพัฒนาเป็นระบบการสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินในชนบท (Rural Land Exploration System, RULES)[3] โดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทราสเตอร์ และวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบมีหลายเป้าหมายโดยอาศัยโปรแกรมโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multi-goal Programming, IMGP) เพื่อสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง แต่มีความแตกต่างกันในแง่การประเมินผลิตภาพของประเภทการใช้ที่ดิน สมการวัตถุประสงค์และข้อจำกัด รวมทั้งวิธีการจัดแผนการใช้ที่ดินในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems, GIS)

งานวิจัยด้านการใช้แบบจำลองหลายเป้าหมายในประเทศไทยยังมีจำนวนจำกัด งานของ Patcharanuntawat และคณะ[5] เป็นการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดที่ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการ Genetic Algorithm และมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รายได้สุทธิสูงสุดและมีการสูญเสียธาตุอาหารต่ำสุด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ใช้วิธีการถ่วงน้ำหนักหลายเป้าหมาย (Weighted Goal Programming) ในการวางแผนการผลิตสำหรับระบบการทำฟาร์มบนที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่[6] แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับ GIS เพื่อแสดงแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมเป็นแผนที่ เมธี และคณะ[(7)] ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนการใช้ที่ดินที่ใช้แบบจำลอง IMGP ในจังหวัดลำพูน โดยจัดทำโปรแกรม *IMGP-LPlan* เพื่อสนับสนุนการหาทางเลือกในการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับสถานการณ์การตัดสินใจที่มีหลายวัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบดังกล่าวคือชนิดและจำนวนเนื้อที่ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมที่สุดในพื้นที่เป้าหมาย อย่างไรก็ตาม งานดังกล่าวยังไม่ได้พัฒนาระบบการจัดสรรที่ดินแก่ระบบพืชที่ให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่จากผลลัพธ์ของการจำลองโดยวิธีการ IMGP ดังนั้นเพื่อให้การวางแผนการจัดเขตที่ดินเป็นระบบที่สมบูรณ์ และสะดวกต่อผู้ตัดสินใจในการใช้งานการวางแผนการจัดการที่ดิน จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรในเชิงพื้นที่ที่ทำงานร่วมกับ GIS ผลลัพธ์ที่ได้ยังสามารถจัดทำเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อนำเข้าไปบูรณาการร่วมกับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น เพื่อประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรที่ดินที่มีประสิทธิภาพในระดับจังหวัดต่อไป

วัตถุประสงค์

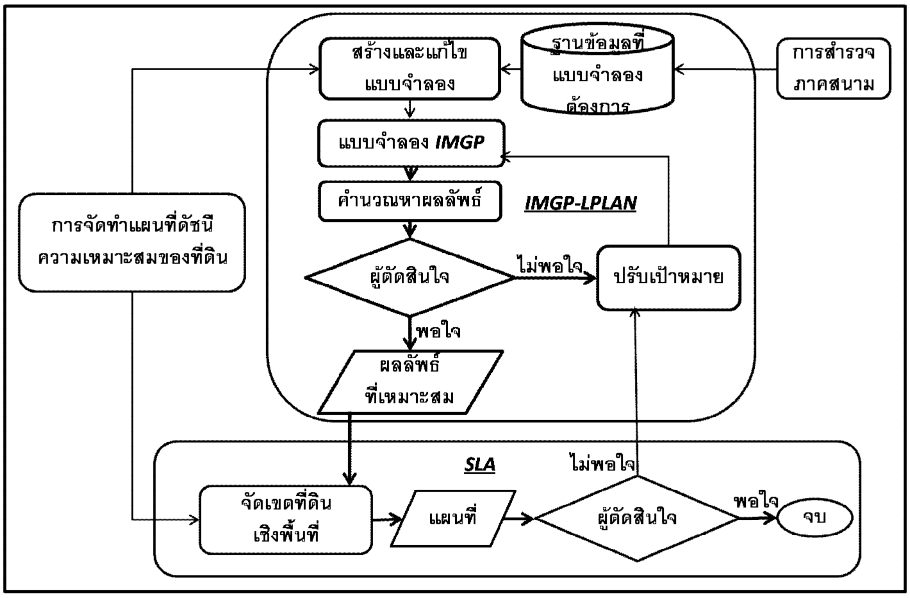
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดสรรการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ (spatial land allocation) โดยพัฒนาโปรแกรมเพื่อเรียกใช้คำสั่งการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการจัดทำแผนการใช้ที่ดินในระดับจังหวัดที่ตอบสนองต่อนโยบายด้านการผลิตอาหาร พลังงานทดแทน และการจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งเปรียบเทียบสมรรถนะของวิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ให้กับระบบพืชที่เหมาะสม 3 วิธีการ โดยใช้ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทเวคเตอร์

วิธีการศึกษา

แนวคิดในการพัฒนาระบบ

ที่ดินที่จะนำมาจัดสรรเชิงพื้นที่ให้กับระบบพืชต่างๆได้มาจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง IMGP ซึ่งคำนวณหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมผ่านโปรแกรม *IMGP-LPlan*[7] การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจดังกล่าวได้จากการผสมผสานแนวคิดการวางแผนการใช้ที่ดินในชนบทของ van Ittersum และคณะ[8] ; Lu และคณะ[4]

และ Santé-Riveira และคณะ[9] การพัฒนาระบบดังกล่าวประกอบด้วยงาน 4 ส่วนที่สำคัญ (รูปที่ 1) คือ 1) การสำรวจภาคสนามเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การผลิตสำหรับแบบจำลอง IMGP 2) การจัดทำแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน 3) การสร้างแบบจำลอง IMGP 4) การพัฒนาโปรแกรม *IMGP-LPlan* และ 5) การพัฒนาโปรแกรม Spatial Land Allocation (*SLA*) งานที่ 1,2,3 และ 4 มีรายละเอียดในรายงานของ เบญจพรรณ และคณะ[10] ส่วนงานที่ 5 เป็นส่วนที่จะอธิบายรายละเอียดของการดำเนินงานในบทความนี้



รูปที่ 1 กรอบการพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดเขตการใช้ที่ดินแบบหลายเป้าหมายอย่างมีส่วนร่วม

การสร้างแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน

การหาค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินใช้วิธีการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Making Analysis, MCDA) และดำเนินการในโปรแกรม *MCDA-GIS*[11] พืชเป้าหมายในจังหวัดลำพูนในฤดูฝนได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน ถั่วเหลืองฤดูฝน และอ้อย พืชฤดูแล้งได้แก่ ข้าวนาปรัง ข้าวโพดฝักอ่อน หอมหัวใหญ่ กระเทียม ถั่วเหลือง มันฝรั่ง และยาสูบ ไม้ยืนต้นประกอบด้วย ลำไย มะม่วง และยางพารา ส่วนพืชพลังงานที่อาจเป็นทางเลือกใหม่คือปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ

การกำหนดโครงสร้างการตัดสินใจเป็นไปตามกรอบการประเมินของ FAO[12] และกรมพัฒนาที่ดิน[13, 14] ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพที่ดินได้จากการเปรียบเทียบความสำคัญทีละคู่หลักเกณฑ์ตามวิธีการ Analytic Hierarchy Process, AHP[15] โดยอาศัยโปรแกรม *รตส.*[11] ส่วนข้อจำกัด (constraints) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ที่ไม่ใช่ดิน เช่น แหล่งน้ำ พื้นหิน และพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) พื้นที่เหล่านี้ไม่มีข้อมูลดินสำหรับใช้ในการประเมิน การจัดทำชั้นข้อมูลดัชนีความสำคัญ (criterion map) ดำเนินการโดยแปลงค่าข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (standardization) โดยใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ เนื่องจากแต่ละหลักเกณฑ์มีช่วงค่าที่แตกต่างกันมากและหน่วยวัดไม่เหมือนกัน จึงใช้โปรแกรม *MCDA-GIS* เพื่อให้ผู้ใช้เลือกฟังก์ชันจำนวน 8 แบบเพื่อแปลงค่าข้อมูลดังกล่าวให้สามารถเปรียบเทียบกันได้[11]

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวม (*S*) ของหน่วยแผนที่ดินใช้วิธีการ Simple Additive Weighting (SAW) โดยคิดจากการรวมผลคูณระหว่างดัชนีความสำคัญสำหรับหลักเกณฑ์ (x_i) และค่าน้ำหนักความสำคัญ (w_i) ของแต่ละหลักเกณฑ์ $(S = \Sigma w_i * x_i)$ ค่าดัชนีความสำคัญของแต่ละหน่วยแผนที่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าระหว่าง 0-1.0 ผู้ใช้สามารถเรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้มาตรวจสอบได้ โดยใช้เครื่องมือแสดงแผนที่ โปรแกรมจะเรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้ไปประมวลผลเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสำคัญโดยรวมของแต่ละหน่วยแผนที่ต่อไป

การสร้างหน่วยแผนทีเพื่อการจัดสรรที่ดิน

ในขั้นต้นได้ใช้หน่วยการจัดการทรัพยากรที่ดิน (Land Resource Unit, LRU) ซึ่งสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay analysis) ระหว่างพื้นที่เกษตรจำแนกตามแหล่งน้ำชลประทานและความลาดชันของที่ดินใน GIS[10] อย่างไรก็ตามแต่ละหน่วยของ LRU ที่ได้มีพื้นที่ขนาดใหญ่และจำนวนหน่วยแผนที่น้อย ถ้าขนาดของรูปหลายเหลี่ยมมีขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก การจัดสรรที่ดินให้กับพืชจะเกิดปัญหาเมื่อค่าเนื้อที่ที่ทำการจัดสรรเข้าใกล้ค่าเนื้อที่เป้าหมาย รูปหลายเหลี่ยมที่เหลือสำหรับจัดสรรอาจมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สามารถจัดสรรรูปหลายเหลี่ยมให้กับพืชเป้าหมายได้ ทำให้ได้ผลลัพธ์ของการจัดสรรไม่ครบตามเป้าหมายอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างหน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรร (Land Allocation Unit, LAU) ขึ้นใหม่ โดยนำเอา LRU ไปวิเคราะห์เชิงซ้อนทับกับชั้นข้อมูลดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขอบเขตตำบล และเส้นทางน้ำ เพื่อให้ได้ LAU ที่ประกอบด้วยรูปหลายเหลี่ยมที่มีขนาดเล็กลง และมีค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละพืชเป็นข้อมูลอรรถาธิบาย (Attributes) ของแต่ละ LAU

เนื้อที่เป้าหมายของการผลิตพืชเพื่อใช้ในการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่

จำนวนเนื้อที่เป้าหมายสำหรับพืชแต่ละระบบพืชได้จากผลลัพธ์ของแผนการผลิตพืชที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดลำพูนที่ใช้แบบจำลอง IMGP และโปรแกรม *IMGP-LPlan*[10] วัตถุประสงค์ในการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในงานวิจัยดังกล่าวกำหนดโดยผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนระดับจังหวัด ซึ่งมี 3 ด้านหลัก ได้แก่ วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และ ด้านสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ทั้งหมดมี 8 ข้อโดยมีลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด ผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด การใช้ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด และการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรรวมสูงสุด ต่อไปนี้เรียกว่านโยบายตามผู้ใช้กำหนด

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ผู้ตัดสินใจเห็นผลลัพธ์ในการวางแผนการใช้ที่ดินในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ได้กำหนดภาพสถานการณ์ที่เป็นไปได้อีก 3 รูปแบบคือ 1) *เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม* เป็นสถานการณ์ที่ผู้วางแผนการใช้ที่ดินให้ความสำคัญต่อวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจมากที่สุดรองลงมาเป็นด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ ดังนั้นน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์จะเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อยดังนี้ ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด > ต้นทุนเงินสดรวมที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด > การใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด > การจ้างงานรวมสูงสุดในการผลิตตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน > ผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด > การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชต่ำสุด > การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำสุด > การชะล้างพังทลายของดินต่ำสุด 2) *สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม* เป็นภาพเหตุการณ์เชิงนโยบายที่ให้ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เรียงกันดังนี้คือ การจ้างงานสูงสุด > ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด > ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด >ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด > ผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด > ใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด > ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณรวมที่ต่ำสุด > การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด

และ 3) *สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ* เป็นสถานการณ์ที่มีการเรียงลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ดังนี้คือ ผลิตภาพน้ำชลประทานโดยรวมสูงสุด > ใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด > ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณรวมที่ต่ำสุด > การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด > การจ้างงานรวมสูงสุด > ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมสูงสุด > ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด > ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด แต่ละนโยบายประกอบด้วย 8 สถานการณ์ซึ่งมีความแตกต่างกันที่การให้ค่าผ่อนปรนของเป้าหมายในวิธีการวิเคราะห์แบบจำลอง IMGP แบบ STEP [16, 3] สำหรับนโยบายการผลิตที่ผู้ใช้กำหนด ได้จากการที่ผู้มีส่วนร่วมในการการวางแผนการผลิตเป็นผู้กำหนดค่าผ่อนปรนเอง โปรแกรม *IMGP-LPlan* ได้คำนวณผลลัพธ์ที่เป็นพื้นที่เป้าหมายของระบบพืชต่างๆของทุกสถานการณ์และจัดเก็บเป็นไฟล์ xml พร้อมที่จะนำมาใช้ในโปรแกรม *SLA* ที่จะอธิบายในรายละเอียดต่อไป

วิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่

ได้ทดสอบสมรรถนะในการทำงานโดยใช้ข้อมูลประเภทเวคเตอร์ใน GIS ของ 3 วิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ ได้แก่ วิธีจัดสรรแบบลำดับชั้นอย่างเหมาะสม (Hierarchical Optimization, HO) วิธีการวิเคราะห์ค่าอุดมคติ (Ideal Point Analysis, IPA) และวิธีการจัดสรรที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objectives Land Allocation, MOLA) ผลลัพธ์ที่ได้เป็นชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่แสดงแผนการใช้ที่ดินในจังหวัดลำพูน ซึ่งอาจนำไปแสดงผลร่วมกับชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆได้ในระบบ *รสทก.*[17] หรือในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั่วไป

วิธีการจัดสรรแบบจัดลำดับชั้นอย่างเหมาะสม (HO)

วิธีการนี้เป็นการจัดสรรที่ดินที่เหมาะสมให้กับพืชโดยอาศัยค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินของแต่ละพืช โปรแกรม *SLA* จะทำการวิเคราะห์เพื่อจัดสรรพืชให้กับที่ดินทีละ LAU โดยพิจารณาไม้ผลและไม้ยืนต้นก่อนเนื่องจากต้องใช้ที่ดินตลอดปีและปลูกเป็นระยะเวลานาน จากนั้นจึงเป็นพืชฤดูฝนที่ผู้ใช้กำหนดให้มีลำดับความสำคัญสูง เช่น ข้าวนาปี และพืชไร่ที่ปลูกในฤดูฝน ใน LAU หนึ่งๆพืชใดที่มีลำดับความสำคัญสูง จะได้รับการจัดสรรให้กับ LAU นั้นก่อนตามค่าดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินจากสูงมาหาต่ำตามลำดับ แต่ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.7 จนครบพื้นที่เป้าหมายหรืออยู่ภายในระดับค่าผ่อนปรน (tolerance) จากค่าเนื้อที่เป้าหมายที่ผู้ใช้กำหนด กระบวนการจะดำเนินไปจนกระทั่งโปรแกรมจัดสรรที่ดินครบตามจำนวนพืชและเนื้อที่ปลูกที่เป็นเป้าหมาย[(9)] การจัดสรรที่ดินให้กับพืชฤดูแล้งจะดำเนินการหลังจากที่ได้จัดสรรที่ดินให้กับไม้ผลและพืชฤดูฝนแล้ว และพืชฤดูแล้งจะถูกจัดสรรลงบนที่ดินที่ได้รับการจัดสรรให้ผลิตข้าวนาปีในฤดูฝนเท่านั้น เนื่องจากในจังหวัดลำพูนพืชฤดูแล้งเป็นพืชไร่และพืชผักที่เกษตรกรมักปลูกตามหลังข้าวนาปี พืชหน้าแล้งที่ได้รับการจัดสรรก่อนจะเป็นพืชที่ผู้ใช้กำหนดลำดับความสำคัญสูงในบรรดาพืชฤดูแล้งด้วยกัน กระบวนการจัดสรรจะดำเนินการเช่นพืชฤดูฝนจนครบตามเนื้อที่เป้าหมายทุกพืชในทุก LAU

วิธีการวิเคราะห์จากจุดอุดมคติ (Ideal Point Analysis)

วิธีการนี้ใช้ขั้นตอนการทำงาน (algorithm) ของโปรแกรมตามวิธีการของ Santé-Riveira และ คณะ[9] ค่าความเหมาะสม 1.0 เป็นจุดอุดมคติ ส่วน ค่า 0 เป็นค่าที่แสดงว่ามีความเหมาะสมน้อยสุด (ไกลจากจุดอุดมคติที่สุด) การจำลองโดยวิธีนี้ต้องการแผนที่ดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพ และค่าน้ำหนักสำคัญของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในทางปฏิบัติโปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยคำนวณค่าระยะทางจากจุดอุดมคติ (L_i) สำหรับแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่มีค่า L_i น้อยสุดให้กับแต่ละรูปหลายเหลี่ยม และคำนวณพื้นที่ที่ได้จัดสรรให้กับแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินไปแล้ว ถ้าพื้นที่ที่จัดสรรได้มากกว่าพื้นที่เป้าหมาย ให้จัดสรรรูปหลายเหลี่ยมที่เหมาะสมที่สุดให้กับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น (พื้นที่ๆมีค่า L_i น้อยสุด) จนกระทั่งได้ครบจำนวนพื้นที่เป้าหมายทุกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถ้ายังมีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้รับการจัดสรรยังไม่ครบพื้นที่เป้าหมาย ให้ถอนพื้นที่ๆได้จัดสรรไปแล้วออกไป

แล้วย้อนกลับไปดำเนินการจัดสรรใหม่จนได้ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่สุด ในการจัดสรรพื้นที่โดยวิธีนี้ ผู้ใช้จะต้องจัดเตรียมแผนที่ดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน และค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละพืช

วิธีการจัดสรรที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiobjective Land Allocation Model, MOLA)

วิธีการ MOLA ได้รับการพัฒนาให้แก้ปัญหาการขัดแย้งในการจัดสรรที่ดินที่มีหลายวัตถุประสงค์ และถูกบรรจุไว้เป็นโปรแกรมย่อย (module) หนึ่งใน IDRISI[18] ซึ่งเป็น GIS ระบบราสเตอร์ที่ใช้กันแพร่หลายระบบหนึ่ง วิธีการ MOLA ทำการจัดสรรที่ดินโดยอาศัยค่าดัชนีความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชที่นำมาจัดสรร วิธีการ MOLA แตกต่างจากวิธี HO ตรงที่ใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญของพืช และจัดสรรพืชที่มีความเหมาะสมมากที่สุดให้กับที่ดินแต่ละ LAU จนครบจำนวนเป้าหมายสำหรับที่ดินหน่วยนั้นก่อน จากนั้นจึงจัดสรรให้กับพืชที่มีความเหมาะสมรองลงมาจนครบจำนวนพื้นที่เป้าหมาย ทั้งนี้ได้ทำการจัดสรรให้กับพืชฤดูฝนก่อนแล้วจึงจัดสรรให้กับพืชฤดูแล้ง วิธีการ MOLA เป็นวิธีการจัดสรรที่ดินที่ไม่ซับซ้อนจึงถูกนำไปใช้ในการจัดสรรที่ดินในงานวิจัยของSanté-Riveira และคณะ[19]

การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่

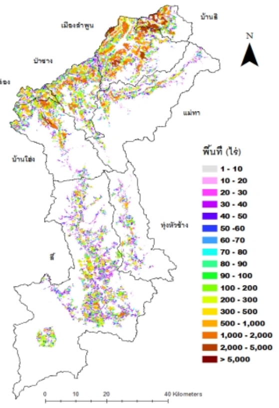
หลังจากได้ทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อทำการจัดสรรที่ดินแต่ละ LAU ให้กับพืชที่เหมาะสมตามวิธีการข้างต้นแล้ว ผลลัพธ์จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งสามารถเรียกมาเพื่อวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบผลของการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ของแต่ละวิธีการได้ ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้แก่ 1) ร้อยละของพื้นที่จัดสรรได้เมื่อเทียบกับเนื้อที่เป้าหมายสำหรับแต่ละระบบพืชซึ่งคำนวณจากผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ของแต่ละวิธีการ 2) ค่าดัชนีความเหมาะสมรวมของแผนที่ผลลัพธ์ซึ่งคำนวณจากผลรวมของค่าดัชนีความเหมาะสมของพืชที่ได้รับการจัดสรรในทุก LAU 3) ความเป็นกลุ่มก้อนของพื้นที่จัดสรรให้กับระบบพืชต่างๆ ประเมินได้จากค่าเนื้อที่เฉลี่ยของผืนที่ดิน(mean patch size) ที่จัดสรรให้กับระบบพืช ค่าความยาวรวมของขอบเขตที่ดิน (use patch boundary) ที่จัดสรรให้กับระบบพืชทั้งหมด จำนวนแปลงทั้งหมดที่จัดสรรให้กับระบบพืช และสถิติเชิงพื้นที่เกี่ยวกับแปลงที่จัดสรรให้กับระบบพืช เช่น ค่าสูงสุด ต่ำสุดของขนาดแปลงและของขอบเขตแปลงที่จัดสรรให้กับระบบพืช[19] เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ได้จากการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่โดยใช้ GIS และ 4) ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของวิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่

การพัฒนาระบบจัดเขตการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่

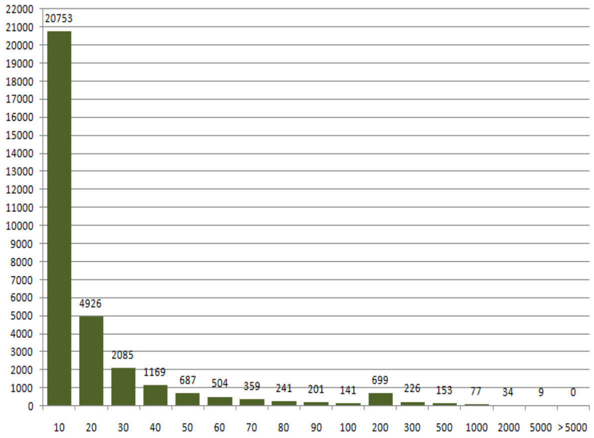
การออกแบบ GUI สำหรับสนับสนุนการจัดสรรที่ดินเพื่อการผลิตพืชสามารถทำได้โดยใช้ภาษา VisualBasic.NET ในการเขียนโปรแกรมเรียกใช้ object จากโปรแกรม MapWindows GIS ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์ประเภท Open source ข้อดีคือผู้ใช้ไม่ต้องจัดซื้อ GIS เพื่อทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ สำหรับส่วนการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้พัฒนาโดยใช้ Visual Basic.NET โดยมีเมนูและหน้าต่างโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย เพื่อนำเข้าข้อมูลที่ได้จากผลลัพธ์ของ*โปรแกรม IMGP-LPlan* ตามนโยบายและสถานการณ์แบบต่างๆที่ผู้ใช้กำหนดมาจากโปรแกรม *IMGP-LPlan* มาวิเคราะห์ตามความต้องการของวิธีการจัดสรรที่ดินแบบต่างๆ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการสร้างหน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรรที่ดิน



(ก.)



(ข.)

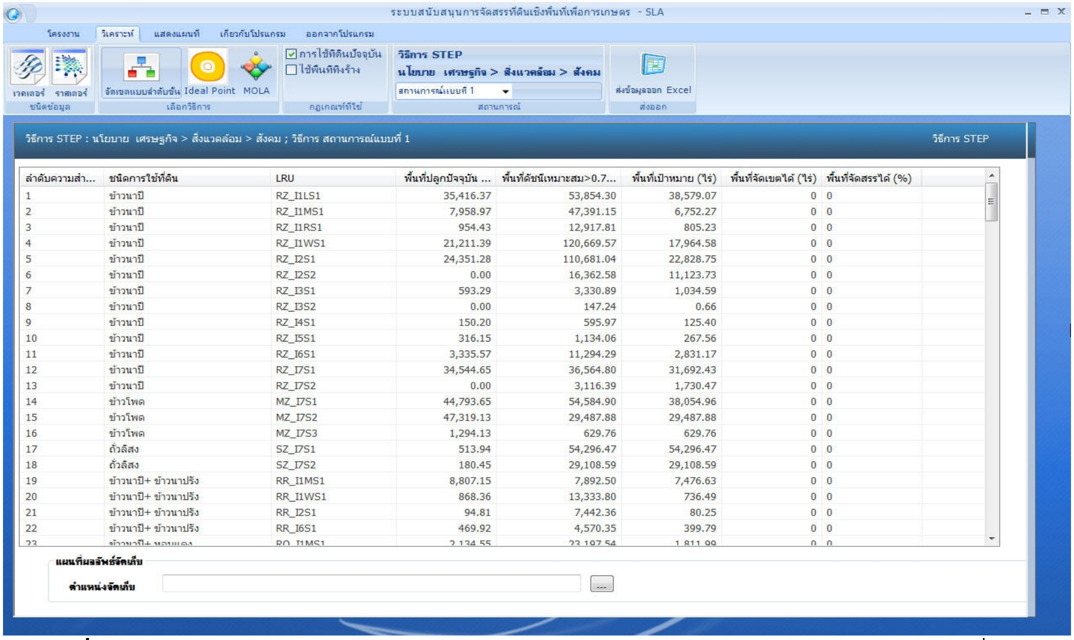
รูปที่ 2 การกระจายตัวของหน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรรที่ดิน (LAU) ในจังหวัดลำพูน (ก.) แสดงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ และ (ข.) แสดงการกระจายตัวตามขนาดแปลง

เมื่อทดลองใช้ LRU เพื่อเป็นหน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรรที่ดิน พบว่าจะได้หน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรรจำนวน 13,980 รูป หน่วยแผนที่ที่มีขนาดตั้งแต่ 100 ไร่ขึ้นไปมีเป็นจำนวนมาก อาจก่อให้เกิดปัญหาในการจัดสรรพืชที่เหมาะสมให้มีเนื้อที่เท่ากับเป้าหมายที่ต้องการได้ เนื่องจากเนื้อที่ผืนสุดท้ายที่จะต้องจัดสรรให้กับพืชมีค่าน้อย การจัดสรรที่ดิน เมื่อเทียบกับเนื้อที่ของ LRU ที่เหลืออยู่ ทำให้จัดสรรได้ไม่ครบตามเป้าหมาย ดังนั้นจึงได้แบ่งหน่วยแผนที่ให้ย่อยลงไปอีกโดยการนำเอาชั้นข้อมูลชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขอบเขตตำบล และทางน้ำมาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับกับ LRU เพื่อสร้าง LAU ที่มีขนาดเล็กลง พบว่าชั้นข้อมูล LAU ใหม่มีจำนวนรูปหลายเหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 32,264 หน่วย (รูปที่ 2 ก.) จากการกระจายตัวของขนาดของ LAU ที่ได้ (รูปที่ 2 ข.) นอกจากนี้ยังพบว่า LAU ที่มีขนาดเล็กมีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะที่ LAU ขนาด 2000-5000 ไร่ มีจำนวนลดลงจากเหลือ 9 หน่วย และไม่มี LAU ใดที่มีขนาดเกิน 5000 ไร่ ดังนั้นการใช้ LAU ที่สร้างขึ้นใหม่เพื่อจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดินน่าจะมีโอกาสได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับเป้าหมายมากกว่าการใช้ LRU ในการจัดสรรที่ดิน

ผลการพัฒนาโปรแกรม SLA

เนื่องจากการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นกระบวนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ที่มีการคำนวณซ้ำในแต่ละ LAU และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้ใช้จะต้องป้อนค่าพารามิเตอร์ ค่าน้ำหนัก หรือเรียงลำดับความสำคัญของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรม *SLA* เพื่ออำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ เมื่อเปิดโปรแกรม *SLA* หน้าหลักของโปรแกรมมีเมนูหลักประกอบด้วย “โครงงาน” “วิเคราะห์” “แสดงผล” “เกี่ยวกับโปรแกรม” และ “ออกจากโปรแกรม” เมื่อเปิดเมนู “โครงงาน” จะมีปุ่มช่วยนำไปสู่กระบวนการทำงานที่เกี่ยวกับการ “นำเข้าโครงงานจาก *IMGP-LPlan*” “เปิดโครงงานใหม่” “การเปิดโครงงานที่สร้างไว้แล้ว” “การจัดเก็บโครงงานที่สร้างใหม่” “การจัดเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ Excel” และ “การปิด

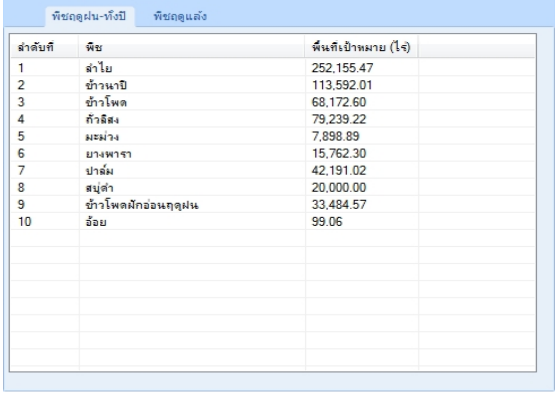
โครงงาน” เมื่อกดปุ่ม “นำเข้าโครงงานจาก *IMGP-LPlan*” โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างเพื่อเปิดไฟล์ผลลัพธ์จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ในรูปของไฟล์ XML โปรแกรมจะอ่านไฟล์ นี้แล้วแปลงเป็นตารางดังตามหน้าต่างในรูปที่ 3 ตารางนี้ประกอบด้วย ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ดัชนีความเหมาะสมที่มากกว่า 0.7 และพื้นที่เป้าหมายของแต่ละ LRU สำหรับพื้นที่จัดสรรได้ยังมีค่าเป็นศูนย์เนื่องจากยังไม่ได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่



ลำดับความสำ...	ชนิดการใช้ที่ดิน	LRU	พื้นที่ปลูกปัจจุบัน ...	พื้นที่ดัชนีเหมาะสม>0.7...	พื้นที่เป้าหมาย (ไร่)	พื้นที่จัดเขตได้ (ไร่)	พื้นที่จัดสรรได้ (%)
1	ข้าวนาปี	RZ_I1LS1	35,416.37	53,854.30	38,579.07	0	0
2	ข้าวนาปี	RZ_I1MS1	7,958.97	47,391.15	6,752.27	0	0
3	ข้าวนาปี	RZ_I1RS1	954.43	12,917.81	805.23	0	0
4	ข้าวนาปี	RZ_I1WS1	21,211.39	120,669.57	17,964.58	0	0
5	ข้าวนาปี	RZ_I2S1	24,351.28	110,681.04	22,828.75	0	0
6	ข้าวนาปี	RZ_I2S2	0.00	16,362.58	11,123.73	0	0
7	ข้าวนาปี	RZ_I3S1	593.29	3,330.89	1,034.59	0	0
8	ข้าวนาปี	RZ_I3S2	0.00	147.24	0.66	0	0
9	ข้าวนาปี	RZ_I4S1	150.20	595.97	125.40	0	0
10	ข้าวนาปี	RZ_I5S1	316.15	1,134.06	267.56	0	0
11	ข้าวนาปี	RZ_I6S1	3,335.57	11,294.29	2,831.17	0	0
12	ข้าวนาปี	RZ_I7S1	34,544.65	36,564.80	31,692.43	0	0
13	ข้าวนาปี	RZ_I7S2	0.00	3,116.39	1,730.47	0	0
14	ข้าวโพด	MZ_I7S1	44,793.65	54,584.90	38,054.96	0	0
15	ข้าวโพด	MZ_I7S2	47,319.13	29,487.88	29,487.88	0	0
16	ข้าวโพด	MZ_I7S3	1,294.13	629.76	629.76	0	0
17	ถั่วลิสง	SZ_I7S1	513.94	54,296.47	54,296.47	0	0
18	ถั่วลิสง	SZ_I7S2	180.45	29,108.59	29,108.59	0	0
19	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง	RR_I1MS1	8,807.15	7,892.50	7,476.63	0	0
20	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง	RR_I1WS1	868.36	13,333.80	736.49	0	0
21	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง	RR_I2S1	94.81	7,442.36	80.25	0	0
22	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง	RR_I6S1	469.92	4,570.35	399.79	0	0

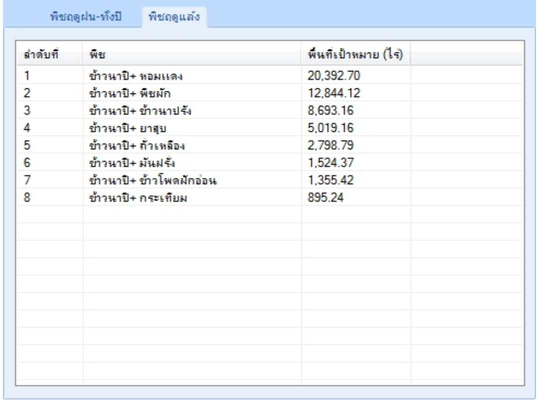
รูปที่ 3 การแสดงผลลัพธ์จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ในรูปตารางก่อนทำการจัดสรรที่ดิน

ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการจัดสรรที่ดินเพื่อการเกษตรในโปรแกรม *SLA* ได้ 3 วิธีการได้แก่ HO, IPA, และMOLA เมื่อเลือกกดปุ่มวิธีการที่ต้องการโปรแกรมจะเปิดหน้าต่างเพื่อให้ผู้ใช้กรอกค่าลำดับความสำคัญของพืชที่ปลูกในฤดูฝนและในฤดูแล้งรวมทั้งค่าพารามิเตอร์ที่วิธีนั้นต้องการเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ การจัดลำดับความสำคัญจะต้องดำเนินการแยกกันระหว่างพืชฤดูฝน (รูปที่ 4 ก.) และพืชฤดูแล้ง (รูปที่ 4 ข.) สำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้นให้จัดลำดับ



ลำดับที่	พืช	พื้นที่เป้าหมาย (ไร่)
1	ลำไย	252,155.47
2	ข้าวนาปี	113,592.01
3	ข้าวโพด	68,172.60
4	ถั่วลิสง	79,239.22
5	มะม่วง	7,898.89
6	ยางพารา	15,762.30
7	ปาล์ม	42,191.02
8	สบู่ดำ	20,000.00
9	ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน	33,484.57
10	อ้อย	99.06

(ก.)

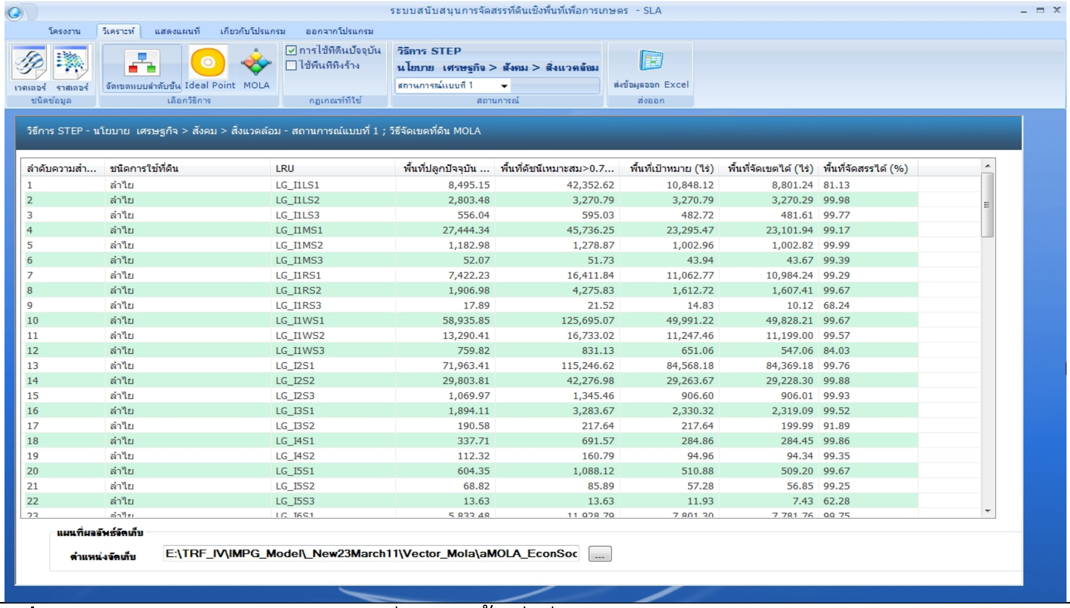


ลำดับที่	พืช	พื้นที่เป้าหมาย (ไร่)
1	ข้าวนาปี+ หอมแดง	20,392.70
2	ข้าวนาปี+ พืชผัก	12,844.12
3	ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง	8,693.16
4	ข้าวนาปี+ ยาสูบ	5,019.16
5	ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง	2,798.79
6	ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง	1,524.37
7	ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน	1,355.42
8	ข้าวนาปี+ กระเทียม	895.24

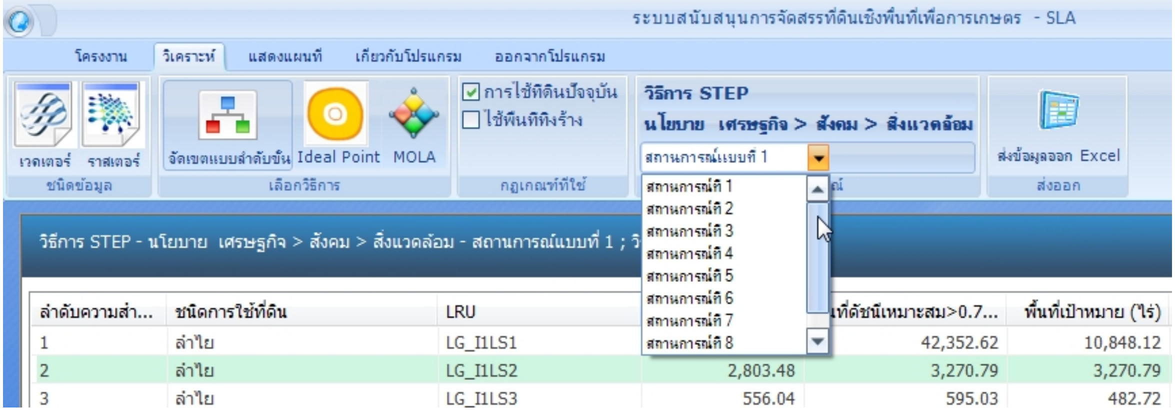
(ข.)

รูปที่ 4 หน้าต่างแสดงการกำหนดลำดับความสำคัญของพืชที่ปลูกในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข)

ความสำคัญร่วมกับพืชที่ปลูกในฤดูฝน เนื่องจากเมื่อจัดสรรพื้นที่ให้แล้วที่ดินผืนนั้นจะนำไปใช้จัดสรรให้กับพืชฤดูแล้งอีกไม่ได้ เมื่อกดปุ่มประมวลผล โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ตามขั้นตอนของแต่ละวิธีการที่เลือก และจะแสดงผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินสำหรับแต่ละระบบพืชในแต่ละ LAU เป็นตาราง รูปที่ 5 เป็นตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดสรรที่ดินตามวิธีการ HO โดยใช้นโยบายที่เน้น เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ตามสถานการณ์ที่ 1 และวิเคราะห์แบบจำลอง IMGP ตามวิธีการ STEP ผู้ใช้อาจเลือกแสดงนโยบายและสถานการณ์อื่นที่ต้องการได้จากเมนูในหน้าต่างวิเคราะห์ (รูปที่ 6) เนื่องจากไฟล์ xml ที่นำเข้าจากผลลัพธ์จากโปรแกรม *IMGP-LPlan* ประกอบด้วยทุกสถานการณ์ในแต่ละนโยบายการผลิตพืชที่นำไปวิเคราะห์หาแผนการผลิตที่เหมาะสมในโปรแกรม *IMGP-LPlan*



รูปที่ 5 หน้าต่างแสดงผลการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตรในรูปตารางในโปรแกรม *SLA*



รูปที่ 6 เมนูเลือกสถานการณ์ตามนโยบายของโครงงานที่นำเข้ามาวิเคราะห์ในโปรแกรม *SLA*

ผลการจัดสรรที่ดินเพื่อการผลิตพืช

วิธีการจัดสรรเป็นลำดับชั้น

ในกรณีศึกษาจังหวัดลำพูนได้กำหนดความสำคัญของพืชฤดูฝนเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังรูปที่ 4 ก. ซึ่งได้ให้ความสำคัญของไม้ผลมากกว่าพืชไร่ยกเว้นข้าวนาปี เนื่องจากเกษตรกรต้องลงทุนกับไม้ผลในระยะยาวการเปลี่ยนแผนการผลิตทำได้ยากกว่าพืชไร่ ในกรณีที่แผนการผลิตไม่มีพืชพลังงาน ได้ตัดปาล์มน้ำมันและสบู่ดำออกจากรายการ สำหรับลำดับความสำคัญของพืชฤดูแล้งเป็นไปตามรูปที่ 4 ข. การจัดลำดับความสำคัญในฤดูแล้งอาศัยเนื้อที่เพาะปลูกในปี 2552 ช่วย พืชที่เกษตรกรปลูกกันมากจะกำหนดให้มีลำดับความสำคัญสูงกว่าพืชที่เกษตรกรปลูกเป็นจำนวนน้อย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่โดยใช้วิธีการต่างๆ และใช้ข้อมูลประเภทเวคเตอร์

นโยบาย	รวมพื้นที่เป้าหมาย (ไร่)	วิธีการจัดสรรแบบลำดับชั้น		วิธีการจัดสรรแบบใช้ระยะจากจุดอุดมคติ		วิธีจัดสรรแบบหลายวัตถุประสงค์	
		พื้นที่จัดสรรได้ (ไร่)	พื้นที่จัดสรรได้ (%)	พื้นที่จัดสรรได้ (ไร่)	พื้นที่จัดสรรได้ (%)	พื้นที่จัดสรรได้ (ไร่)	พื้นที่จัดสรรได้ (%)
เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม	687,549	676,710	98.4	673,216	97.9	687,549	98.2
สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม	701,118	685,207	97.7	690,201	98.4	689,283	98.3
สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ	700,501	688,532	98.3	663,200	94.7	687,491	98.1
ผู้ใช้กำหนด	676,805	658,671	97.3	668,429	98.8	666,928	98.5
ผู้ใช้กำหนดขยายพืชพลังงาน	686,118	669,662	97.6	680,595	99.2	677,882	98.8
ค่าเฉลี่ย			97.9		97.8		98.4

อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถปรับการเรียงลำดับความสำคัญได้จากหน้าต่างการจัดลำดับความสำคัญของพืชได้ตามต้องการ กฎเกณฑ์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดสรรที่ดินโดยวิธีการ HO คือ พืชฤดูแล้งจะถูกจัดสรรลงบนที่ดินที่ใช้ปลูกข้าวนาปีมาก่อนเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการเขตกรรมของเกษตรกรในจังหวัดลำพูน

ผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินให้แก่ระบบพืชโดยใช้นโยบายที่เน้น เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อมตามสถานการณ์ที่ 1 และคิดรวมทุก LAU พบว่า โดยเฉลี่ยวิธีการจัดสรรเป็นลำดับชั้นสามารถจัดสรรที่ดินให้กับทุกระบบพืชเท่ากับร้อยละ 98.4 ของเป้าหมายที่เป็นผลลัพธ์จากแบบจำลอง IMGP พืชส่วนใหญ่ที่ปลูกในฤดูฝนได้รับการจัดสรรที่ดินครบตามเนื้อที่เป้าหมาย ยกเว้นข้าวโพดฝักอ่อนในฤดูฝนที่จัดสรรได้ร้อยละ 78.0 ของเนื้อที่เป้าหมาย (ตารางที่ 1)การจัดเขตที่ดินตามสถานการณ์ที่ 1 ในนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อมจัดสรรพื้นที่การเกษตรโดยรวมได้ร้อยละ 97.7 ของเนื้อที่เป้าหมาย พืชฤดูฝนได้รับการจัดสรรเกือบครบตามเนื้อที่เป้าหมายทุกพืชยกเว้นข้าวโพดฝักอ่อนที่จัดสรรได้ร้อยละ 78.0 ของเนื้อที่เป้าหมาย พืชฤดูแล้งได้รับการจัดสรรครบเนื้อที่เป้าหมายเกือบทุกระบบพืช ยกเว้น ข้าวนาปี+ยาสูบที่ได้รับการจัดสรรเท่ากับร้อยละ 53.5

ของเนื้อที่เป้าหมาย แต่มีเนื้อที่เป้าหมายเพียง 2833 ไร่ ผลของการจัดสรรที่ดินที่เหมาะสมให้กับระบบพืชต่างๆตามนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ และ ตามผู้ใช้กำหนดเอง แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการจัดสรรเป็นลำดับชั้นในโปรแกรม *SLA* สามารถจัดสรรที่ดินโดยรวมได้ร้อยละ 98.3 ของเนื้อที่เป้าหมาย และ 97.3 ตามลำดับ

ผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินแบบลำดับชั้นอาจสรุปได้ว่า ให้ผลแตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อใช้นโยบายการผลิตที่แตกต่างกัน โดยที่นโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ให้ค่าพื้นที่จัดสรรโดยรวมสูงสุด (98.4%) ซึ่งใกล้เคียงกับผลลัพธ์จากนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ (98.3%) แต่แตกต่างที่พื้นที่ได้รับการจัดสรรรายพืช ส่วนนโยบายที่จัดสรรที่ดินได้ใกล้กับเนื้อที่เป้าหมายน้อยสุดได้แก่นโยบายที่ผู้ร่วมวางแผนระดับจังหวัดเป็นผู้กำหนดค่าความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ (97.3%) เป็นที่น่าสังเกตว่า ระบบพืชทีสำคัญคิดตามเนื้อที่เพาะปลูก เช่น ลำไย และ ข้าวนาปี (รวมระบบพืชที่มีข้าวนาปีเป็นหลัก) ได้รับการจัดสรรเนื้อที่เพาะปลูกเฉลี่ยเกือบครบพื้นที่เป้าหมายในสถานการณ์จำลองของทุกนโยบาย ส่วนระบบพืชที่ได้รับการจัดสรรที่ดินเพื่อการเพาะปลูกเป็นปริมาณที่น้อยได้แก่พืชที่มีลำดับความสำคัญต่ำหรือมีเนื้อที่เป้าหมายน้อย เช่น อ้อย และ ระบบข้าว+ยาสูบ

เมื่อทำการทดสอบสถานการณ์ที่ผู้ใช้กำหนดเองและต้องการจัดสรรพื้นที่เพื่อปลูกพืชพลังงานทางเลือกได้แก่ ปาล์มน้ำมันจำนวน 42,191 ไร่ (ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง IMGP) และสบู่ดำจำนวน 20,000 ไร่ พบว่า โปรแกรม *SLA* สามารถจัดสรรพื้นที่ให้กับระบบพืชต่างๆได้ร้อยละ 97.6 โดยจัดสรรปาล์มน้ำมันได้ 41,685 ไร่ หรือร้อยละ 98.8 ของเนื้อที่เป้าหมาย และจัดสรรที่ดินให้สบู่ดำได้ 19,209 ไร่ หรือร้อยละ 96.1 ของเนื้อที่เป้าหมาย

วิธีการจัดสรรโดยใช้ระยะทางจากจุดอุดมคติ

การจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IPA สามารถจัดสรรที่ดินที่เหมาะสมโดยรวมได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 97.4 (ตารางที่ 1) นโยบายที่ทำให้จัดสรรที่ดินใกล้เคียงกับเป้าหมายมากที่สุด (98.8%) ได้แก่นโยบายที่ผู้ใช้กำหนดเอง ส่วนนโยบายสังคม>เศรษฐกิจ> สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม และ นโยบายเน้นสิ่งแวดล้อม >สังคม>เศรษฐกิจ จัดสรรที่ดินได้ร้อยละ 98.4 97.9 และ 94.7 ตามลำดับ สำหรับสถานการณ์ที่ผู้ใช้กำหนดเองและต้องการจัดสรรพื้นที่เพื่อปลูกพืชพลังงานทางเลือกได้แก่ ปาล์มน้ำมันจำนวน 42,191 ไร่ และสบู่ดำจำนวน 20,000 ไร่ พบว่า วิธีการ IPA สามารถจัดสรรพื้นที่ให้กับระบบพืชต่างๆได้ร้อยละ 99.2 โดยจัดสรรปาล์มน้ำมันได้ 41,199 ไร่ หรือร้อยละ 97.7 ของเนื้อที่เป้าหมาย และจัดสรรที่ดินให้สบู่ดำได้ 19,381 ไร่ หรือร้อยละ 96.9 ของเนื้อที่เป้าหมาย

ผลลัพธ์จากวิธีการจัดสรรที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์

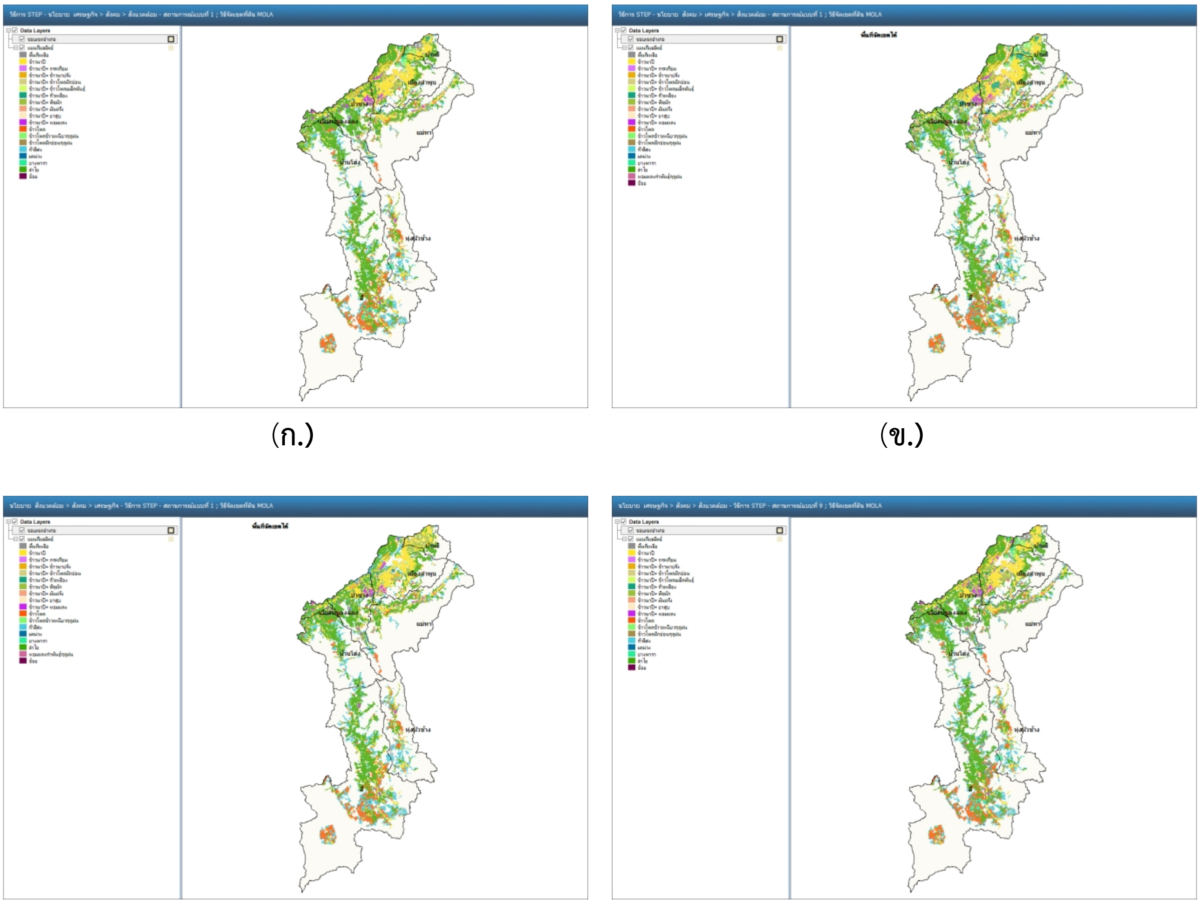
พบว่าวิธีการนี้สามารถจัดสรรที่ดินได้โดยรวมได้ร้อยละ 98.5 ในนโยบายการผลิตที่ผู้ใช้ร่วมกันกำหนดและร้อยละ 98.3 สำหรับสถานการณ์ตามนโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และร้อยละ 98.2 ตามด้านนโยบายเศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม ส่วนนโยบายสิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ สามารถจัดสรรที่ดินได้ร้อยละ 98.1 ของเนื้อที่เป้าหมาย (ตารางที่ 1) วิธีการ MOLA ยังจัดสรรที่ดินตามนโยบายที่ผู้ใช้กำหนดเองได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 98.3 ให้แก่พืชที่มีเนื้อที่เป้าหมายมากในฤดูฝน เช่น ข้าว ลำไย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ตารางที่ 2) และสามารถจัดสรรพืชฤดูแล้งได้เกือบครบตามเป้าหมายเป็นส่วนใหญ่ยกเว้นยาสูบ เนื่องจากที่ดินดังกล่าวบริเวณนั้นมีค่าดัชนีความเหมาะสมสำหรับพืชอื่นสูงกว่ายาสูบ ดังนั้นยาสูบจึงได้รับการจัดสรรเพียงร้อยละ 0.6 ของเนื้อที่เป้าหมาย ผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่

ตารางที่ 2 ผลสรุปการจัดสรรที่ดินแก่ประเภทการใช้ที่ดินในทุก LRU สำหรับนโยบายที่ผู้ใช้กำหนด ตามสถานการณ์แบบที่ 1 และใช้วิธีการจัดสรรที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์ (MOLA)

ชนิดการใช้ที่ดิน	พื้นที่ปลูกปัจจุบัน	พื้นที่ดัชนีเหมาะสม>0.7	พื้นที่เป้าหมาย	พื้นที่จัดเขตได้	พื้นที่จัดเขตได้
	(ไร่)	(ไร่)	(ไร่)	(ไร่)	(%)
ลำไย	235,576	434,541	277,989	276,465	99.5
ข้าวนาปี	128,832	398,581	109,439	107,796	98.5
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	93,407	99,523	68,173	68,043	99.8
ถั่วลิสง	694	192,351	89,950	89,698	99.7
มะม่วง	23,816	240,031	8,318	8,270	99.4
ยางพารา	4,879	22,322	18,491	18,217	98.5
ข้าวโพดฝักอ่อนฤดูฝน	-	36,928	36,928	35,967	97.4
ข้าวโพดข้าวเหนียวฤดูฝน	-	5,681	5,681	5,660	99.6
อ้อย	117	323	99	97	98.3
ข้าวนาปี+ หอมแดง	24,048	275,111	20,393	20,391	100.0
ข้าวนาปี+ พืชผัก	5,083	143,282	13,682	13,682	100.0
ข้าวนาปี+ ข้าวนาปรัง	10,240	33,239	8,693	8,665	99.7
ข้าวนาปี+ ข้าวโพดเมล็ดพันธุ์	71	65,321	7,375	7,375	100.0
ข้าวนาปี+ ยาสูบ	36	14,919	5,019	29	0.6
ข้าวนาปี+ ถั่วเหลือง	3,299	228,345	2,799	2,798	100.0
ข้าวนาปี+ มันฝรั่ง	1,804	11,728	1,524	1,524	100.0
ข้าวนาปี+ ข้าวโพดฝักอ่อน	1,605	152,089	1,355	1,354	99.9
ข้าวนาปี+ กระเทียม	1,059	234,105	895	895	99.9
รวม			676,805	666,928	98.5

โดยวิธีการ MOLA เมื่อใช้สถานการณ์ที่ 1 ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม นโยบาย สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม และนโยบาย สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ และสถานการณ์ที่ผู้ใช้กำหนดเอง แสดงเป็นแผนที่การผลิตระบบพืชสำหรับจังหวัดลำพูนได้ดังแสดงในรูปที่ 7 ก., 7 ข., 7 ค. และ 7 ง.ตามลำดับ พบว่าการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของการผลิตพืชตามสถานการณ์ที่ 1 ของทุกนโยบายรวมทั้งสถานการณ์ที่ผู้ใช้กำหนดเองมีความคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันเล็กน้อยที่การกระจายตัวของระบบพืชใน LRU ที่เป็นพื้นที่รับน้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่

สำหรับสถานการณ์ที่ผู้ใช้กำหนดเองและต้องการจัดสรรพื้นที่เพื่อปลูกพืชพลังงานทางเลือกได้แก่ ปาล์มน้ำมันจำนวน 42,191 ไร่ และสบู่ดำจำนวน 20,000 ไร่ พบว่า วิธีการ MOLA สามารถจัดสรรพื้นที่ให้กับระบบพืชต่างๆได้ร้อยละ 98.8 โดยจัดสรรปาล์มน้ำมันได้ 41,259 ไร่ หรือร้อยละ 97.8 ของเนื้อที่เป้าหมาย และจัดสรรที่ดินให้สบู่ดำได้ 19,019 ไร่หรือร้อยละ 95.1 ของเนื้อที่เป้าหมาย



(ก.) (ข.)

(ค.) (ง.)

รูปที่ 7 ผลการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ตามนโยบาย เศรษฐกิจ>สังคม>สิ่งแวดล้อม (ก.) สังคม>เศรษฐกิจ>สิ่งแวดล้อม (ข.) สิ่งแวดล้อม>สังคม>เศรษฐกิจ (ค.) และ ผู้ใช้กำหนด (ง.)

การเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่

ผลลัพธ์ของการจัดสรรที่ดินดังที่แสดงข้างบน อาจใช้เปรียบเทียบว่าแต่ละวิธีการจัดสรรที่ดินบรรลุตามเนื้อที่เป้าหมายเพียงใด โดยใช้ค่าร้อยละของเนื้อที่เป้าหมายที่จัดสรรได้เป็นค่าเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม สมรรถนะของแต่ละวิธีการยังสามารถวัดได้ด้วยค่าดัชนีความเหมาะสมโดยรวมของพื้นที่ทุกผืนแปลงที่ได้จัดสรรให้กับทุกระบบพืช ข้อมูลนี้สามารถคำนวณได้จากฐานข้อมูลผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เมื่อใช้วิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่ซึ่งแตกต่างกัน ในกรณีที่นักวางแผนการใช้ที่ดินต้องการเปรียบเทียบความเป็นกลุ่มก้อน (compactness) ของการใช้ประโยชน์ที่ดินหลังการจัดสรร การวิเคราะห์ชั้นข้อมูลแผนการผลิตดังในตัวอย่างรูปที่ 7 เพิ่มเติมใน GIS จะทำให้ทราบค่าสถิติของผืนแปลงที่จัดสรรให้กับระบบพืชต่างๆ เช่น เนื้อที่ผืนแปลงเฉลี่ย เนื้อที่ผืนแปลงใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุด ระยะทางรอบทุกผืนแปลง ระยะทางรอบผืนแปลงเฉลี่ย ระยะทางยาวที่สุดและสั้นที่สุดรอบผืนแปลง และจำนวนผืนแปลง ค่าเหล่านี้เป็นสิ่งบ่งบอกความเป็นกลุ่มก้อน (การไม่กระจายตัว) ของแปลงที่จัดสรรให้กับระบบพืชเป้าหมาย การจัดสรรที่ดินที่ให้พื้นที่เพาะปลูกที่เป็นกลุ่มก้อนไม่กระจัดกระจาย จะให้เนื้อที่แปลงเฉลี่ยสูง ระยะทางรอบทุกผืนแปลงต่ำ และจำนวนผืนแปลงน้อย นอกจากนี้ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลต่อสถานการณ์เป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาเลือกวิธีการจัดสรรที่จะนำมาใช้ในองค์กรที่มีทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่แตกต่างกัน วิธีการที่ใช้เวลาในการประมวลผลสั้นสุดจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในกรณีที่พื้นที่เป้าหมายมีขนาดใหญ่ ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลยังขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลด้วย

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการประมวลผลเพื่อจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่โดยวิธีการต่างๆ

ค่าที่ใช้เปรียบเทียบ	วิธีการ HO	วิธีการ IPA	วิธีการ MOLA
พื้นที่จัดสรรได้ (% เนื้อที่เป้าหมาย)	97.9	97.8	98.4
ค่าดัชนีความเหมาะสมรวม (หน่วย)	24,007.6	23,691.2	24,074.2
เนื้อที่ต่อผืนแปลงเฉลี่ย (ไร่)	55.0	52.4	56.6
เนื้อที่ผืนแปลงใหญ่ที่สุด (ไร่)	12,088.1	19,097.8	12,091.8
เนื้อที่ผืนแปลงเล็กที่สุด (ไร่)	1.0	1.0	1.0
ระยะทางรอบทุกผืนแปลง (กม.)	17,805.3	18,091.4	17,587.4
ระยะทางรอบผืนแปลงเฉลี่ย (กม.)	1.4	1.4	1.4
ระยะทางยาวสุดรอบผืนแปลง (กม.)	162.7	151.0	162.8
ระยะทางสั้นสุดรอบผืนแปลง (กม.)	0.2	0.2	0.2
จำนวนผืนแปลง	12,811	13,409	12,445
เวลาที่ใช้ประมวลผลต่อสถานการณ์ (ชั่วโมง)	1.49	2.10	1.85

ตารางที่ 3 เป็นผลการจัดสรรพื้นที่ให้กับระบบพืชในสถานการณ์ที่ 1 ของแต่ละนโยบายการผลิตพืชรวมทั้งนโยบายที่ผู้ใช้กำหนดเอง พบว่าถ้าใช้พื้นที่จัดสรรได้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบวิธีการจัดสรรแบบต่างๆ วิธีการจัดสรรแบบ MOLA จัดสรรพื้นที่ได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 98.3 รองลงมาได้แก่วิธีการ HO และ IPA ซึ่งจัดสรรพื้นที่ได้ร้อยละ 97.9 และ 97.4 ของเนื้อที่เป้าหมายตามลำดับ วิธีการ MOLA ยังให้ค่าดัชนีความเหมาะสมรวมสูงสุดเท่ากับ 24,074 หน่วย (ตารางที่ 3.) ซึ่งมากกว่าวิธีการ HO ร้อยละ 0.28 และมากกว่าวิธีการ IPA ร้อยละ 1.62 นอกจากนี้ ถ้าใช้เกณฑ์การรวมตัวเป็นผืนของพื้นที่จัดสรรได้โดยพิจารณา พบว่า

พื้นที่จัดสรรได้จากวิธีการ MOLA มีเนื้อที่ต่อแปลงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 56.6 ไร่ รองลงมาได้แก่วิธีการ HO และ IPAซึ่งได้เนื้อที่เฉลี่ยต่อแปลงเท่ากับ 55.0 และ 52.4 ไร่ตามลำดับ ทั้งนี้สอดคล้องกับค่าจำนวนผืนแปลงเฉลี่ยที่จัดสรรได้ซึ่งวิธีการ MOLA จัดสรรได้น้อยสุดเท่ากับ 12,445 ผืน ในขณะที่วิธีการ HO และ IPA จัดสรรได้ 12,811 และ 13,409 ผืนตามลำดับ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าวิธีการ MOLA จัดสรรที่ดินแล้วได้แปลงปลูกพืชเป็นกลุ่มก้อนมากกว่าหรือกระจายตัวน้อยกว่าวิธีการ HO และ IPA

เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบอีกประการหนึ่งคือเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ในการประมวลผลในโครงการวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะที่มีหน่วยประมวลผลแบบ Core I-5 ที่มีความเร็วในการประมวลผล 3.2 GHz และมีหน่วยความจำขนาด 4.0 GB ผลจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ประมวลผลต่อสถานการณ์ของวิธีการ HO สั้นสุดคือ 1.49 ชั่วโมง รองลงมาคือวิธีการ MOLA (1.85 ชั่วโมง) สำหรับวิธีการ IPA ใช้เวลาประมวลผลต่อสถานการณ์ทั้งจังหวัดลำพูนนานสุดเท่ากับ 2.10 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการ IPA มีการคำนวณระยะทางจากจุดอุดมคติ นอกเหนือจากการคำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมแบบถ่วงน้ำหนักความสำคัญของพืชดังที่ใช้ในวิธีการ MOLA ส่วนวิธีการ HO ไม่มีการคำนวณทั้งสองขั้นตอน ดังนั้น ในการเลือกวิธีการจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่โดยใช้ข้อมูลประเภทเวคเตอร์โดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์ทั้งสี่ประการดังที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปได้ว่า วิธีการ MOLA เป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมมากที่สุด เพราะให้ผลลัพธ์ที่มีค่าเนื้อที่จัดสรรได้สูงสุด และให้ค่าดัชนีความเหมาะสมรวมของทุกแปลงที่ได้รับการจัดสรรมากกว่าวิธีการ HO และ IPA นอกจากนี้แปลงที่ได้รับการจัดสรรให้แก่ระบบพืชด้วยวิธีการ MOLA เป็นกลุ่มก้อนมากที่สุด อย่างไรก็ตาม วิธีการ MOLA ใช้เวลาในการประมวลผลสั้นกว่าวิธีการ IPA ร้อยละ 13.5 แต่มากกว่าวิธีการ HO ร้อยละ 24.2

บทสรุป

แผนการผลิตทางการเกษตรระดับจังหวัดที่จัดทำจากแบบจำลอง IMGP ระบุพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์การผลิตหนึ่งๆ ข้อมูลนี้ได้จากการคำนวณของแบบจำลองที่สร้างขึ้นในโปรแกรม *IMGP-LPlan*[7] อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นค่าตัวเลขที่ไม่สามารถระบุเขตการผลิตที่เหมาะสมได้ ดังนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรม *SLA* เพื่อสนับสนุนการจัดสรรที่ดินให้กับพืชเป้าหมาย โปรแกรมนี้จะรับข้อมูลจากโปรแกรม *IMGP-LPlan* และใช้ขีดความสามารถของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของ GIS เพื่อจัดสรรที่ดินแต่ละหน่วยแผนที่เพื่อการจัดสรร (LAU) ให้สอดคล้องกับเนื้อที่เป้าหมายที่เป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง IMGP ผู้ใช้สามารถสร้างโครงงานในโปรแกรม *SLA* ผ่าน GUI เป็นภาษาไทย เพื่อนำเข้าเป้าหมายการผลิต จัดลำดับความสำคัญของระบบพืชที่จะผลิต และสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์เขตการผลิตตามนโยบายและสถานการณ์ต่างๆตามต้องการ โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์การจัดสรรที่ดินทั้งในรูปตารางและแผนที่ ผู้ใช้อาจนำชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆเข้ามาร่วมแสดงกับเขตการผลิตเพื่อประโยชน์ในการวางแผนหรือเสนอต่อผู้ตัดสินใจในการเห็นชอบกับแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

คณะนักวิจัยได้เปรียบเทียบการจัดสรรที่ดินให้แต่ละระบบพืชโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แตกต่างกันคือ วิธีการจัดสรรที่ดินแบบลำดับชั้น (HO) วิธีการที่ใช้ระยะจากจุดอุดมคติ (IP) และวิธีการจัดสรรที่ดินแบบหลายวัตถุประสงค์ (MOLA) พบว่า ถ้าใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยใช้ข้อมูลประเภทเวคเตอร์ วิธีการ MOLA จัดสรรพื้นที่ได้เฉลี่ยร้อยละ 98.3 ซึ่งมากกว่าวิธีการจัดสรรแบบ HO และวิธีการ IPA ร้อยละ 0.4 และ0.9 ตามลำดับ วิธีการ MOLA ให้ค่าดัชนีความเหมาะสมรวมสูงสุดเท่ากับ 24,074 หน่วย ซึ่งมากกว่าวิธีการ HO ร้อยละ 0.28 และมากกว่าวิธีการ IPA ร้อยละ 1.62 พื้นที่จัดสรรได้จากวิธีการ MOLA มีเนื้อที่ต่อแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 56.6 ไร่ ซึ่งสูงกว่าวิธีการ HO และ IPA ซึ่งได้เนื้อที่เฉลี่ยต่อแปลงเท่ากับ 55.0 และ 52.4 ไร่ตามลำดับ

นอกจากนี้วิธีการ MOLA ให้แปลงจัดสรรที่เป็นกลุ่มก้อนมากที่สุด และใช้เวลาในการประมวลผลสั้นกว่าวิธีการ IPA ร้อยละ 13.5 แต่มากกว่าวิธีการ HO ร้อยละ 24.2

การประมวลผลโดยใช้ข้อมูลเวคเตอร์ทำให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้โดยใช้โปรแกรม *SLA* ที่ทำงานร่วมกับ MapWindows GIS และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาระบบ GIS มาใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม นอกจากนี้ ผู้ใช้อาจใช้เนื้อที่เป้าหมายสำหรับแต่ละระบบพืชที่ได้จากแบบจำลองอื่น แล้วนำมาจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่แบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม *SLA* โดยจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น Shape file แล้วเลือกวิธีการวิเคราะห์แบบ MOLA จะได้ผลลัพธ์โดยรวมที่พึงประสงค์มากกว่าการใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ HO และ IPA จึงเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมในลำดับชั้นต่างๆของระบบเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นผลงานส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อการเกษตร” สัญญาเลขที่ RDG53O0007 ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)

เอกสารอ้างอิง

1. Roetter RP, Hoanh CT, Laborte AG, Van Keulen H, Van Ittersum MK, Dreiser C, et al. Integration of Systems Network (SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia. Environmental Modelling & Software. 2005;20(3):291-307.
2. Agrell PJ, Stam A, Fischer GnW. Interactive multiobjective agro-ecological land use planning: The Bungoma region in Kenya. European Journal of Operational Research. 2004;158(1):194-217.
3. Sante′ I, Crecente R. LUSE, a decision support system for exploration of rural land use allocation: Application to the Terra Chѡ district of Galicia (N.W. Spain). Agricultural Systems. 2007;94(2):341-56.
4. Lu CH, van Ittersum MK, Rabbinge R. A scenario exploration of strategic land use options for the Loess Plateau in northern China. Agricultural Systems. 2004;79(2):145-70.
5. Patcharanuntawat P, Bhaktikul K, Navanugraha C, Kongjun T. Optimization for cash crop planning using genetic algorithm: A case study of Upper Mun Basin, Nakhon Ratchasima province. International Network for Water and Ecosystem in Paddy Fields. INWEPF 4th Steering Meeting and Symposium; 2007. Bangkok: 2007.
6. Praneetvatakul S, Sirijinda A. Sustainable Farming Systems Planning Using Goal Programming in Northern Thailand. In: F. Heidhues LH, A. Neef, , S. Neidhart JP, P. Sruamsiri, , D. C. Thu AVZ, editors. Sustainable Land Use in Mountainous Regions of Southeast Asia: Meeting the Challenges of Ecological, Socio-Economic and Cultural Diversity: Springer; 2007. p. 263-76.
7. เมธี เอกะสิงห์ เทวินทร์ แก้วเมืองมูล เบญจพรรณ เอกะสิงห์ จิรวรรณ กิจชัยเจริญ และ วราภรณ์ ชัยวินิจ. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดเขตการใช้ที่ดินที่มีหลายเป้าหมายแบบมีส่วนร่วม. ใน: รายงานการ

สัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 6. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2553. หน้า .317-334.
8. van Ittersum MK, Roetter RP, van Keulen H, de Ridder N, Hoanh CT, Laborte AG, et al. A systems network (SysNet) approach for interactively evaluating strategic land use options at sub-national scale in South and South-east Asia. Land Use Policy. 2004;21(2):101-13.
9. Sante′-Riveira I, Crecente-Maseda R, Miranda-Barros D. GIS-based planning support system for rural land-use allocation. Computers and Electronics in Agriculture. 2008;63(2):257-73.
10. เบญจพรรณ เอกะสิงห์ เมธี เอกะสิงห์ ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ จิรวรรณ กิจชัยเจริญ กุศล ทองงาม เทวินทร์ แก้วมูลเมือง ประภัสสร พันธ์สมพงษ์ วราภรณ์ ชัยวินิจ และกมลพันธ์ เกิดมั่น. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการจัดที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรให้เหมาะสมกับหลายวัตถุประสงค์. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย; 2554.
11. เมธี เอกะสิงห์ เฉลิมพล สำราญพงษ์ ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ ประภัสสร พันธ์สมพงษ์ และเทวินทร์ แก้วเมืองมูล. ระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่. ใน: รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 4. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2551. หน้า .75-89.
12. FAO. Land Evaluation: Towards a revised framework. Rome: FAO; 2007.
13. บัณฑิต ตันศิริ และ คำรณ ไทรฟัก. การประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 3: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.; 2542.
14. พันธ์ ขำเกลี้ยง. คู่มือการจำแนกระดับความต้องการปัจจัยสำหรับพืชเศรษฐกิจรายพันธุ์ สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.; 2547.
15. Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw Hill Company; 1980.
16. Cohon JL. Multiobjective Programming and Planning. New York: Academic Press; 1978.
17. เมธี เอกะสิงห์ ชาฤทธ์ สุ่มเหม และเฉลิมพล สำราญพงษ์. การจำลองและวิเคราะห์สถานการณ์ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางการเกษตร. ใน: รายงานสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 3: สู่ระบบอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2548. หน้า. 369-388.
18. Eastman J, Jin W, Kyem P, Toledano J. Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi-Objective Decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 1995;61(5):538-47.
19. Sante-Riveira I, Boullon-Magan M, Crecente-Maseda R, Miranda-Barros D. Algorithm based on simulated annealing for land-use allocation. Computers & Geosciences. 2008;34(3):259-68.