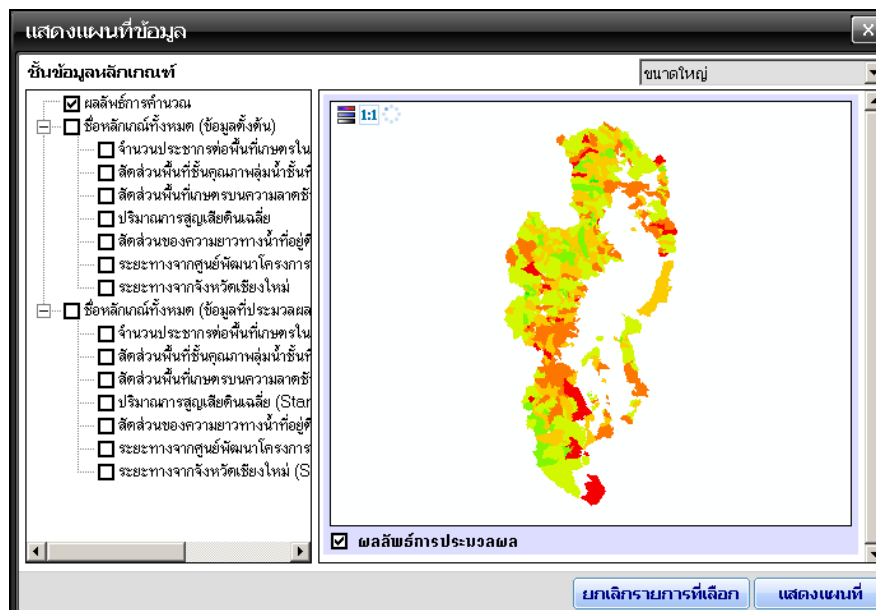




รูปที่ 4-26 หน้าต่างแสดงแผนที่ผลลัพธ์ของดัชนีความสำคัญโดยรวมของทางเลือกในพื้นที่เป้าหมาย

วิธีการ TOPSIS

วิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) เป็นวิธีการวิเคราะห์หลักเกณฑ์ที่ระบุขอบเขตของทางเลือกที่ชัดเจนจากกลุ่มของทางเลือกทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ หลักการพื้นฐานอาศัยการเลือกทางเลือกที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นบวก (positive ideal solution) กับระยะทางที่ไกลที่สุดของทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นลบ (negative ideal solution) Jahanshahloo และคณะ (2006) ได้อธิบายขั้นตอนการทำงานของ TOPSIS ไว้ดังนี้

1. คำนวณเมตริกซ์การตัดสินใจที่ได้รับการปรับค่าแล้ว (normalized decision matrix) โดยค่าที่ปรับแล้ว (n_{ij}) สามารถคำนวณได้จากสมการ (4-2)

$$n_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2} \quad j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n \quad (4-2)$$

2. คำนวณเมตริกซ์การตัดสินใจที่ปรับค่าโดยการถ่วงน้ำหนัก (weighted normalized decision matrix) จากสมการที่ (4-3)

$$v_{ij} = w_i n_{ij} \quad j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n \quad (4-3)$$

เมื่อ w_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่ i และ $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

3. กำหนดทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นบวก (A^+) และเป็นลบ (A^-)

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I \right), \left(\min_j v_{ij} \mid i \in J \right) \right\} \quad (4-4)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I \right), \left(\max_j v_{ij} \mid i \in J \right) \right\} \quad (4-5)$$

เมื่อ I เป็นกลุ่มของหลักเกณฑ์ที่เป็นประโยชน์ (benefit criteria)

และ J เป็นหลักเกณฑ์ที่เป็นโทษ (cost criteria)

4. คำนวณระยะทางยูคลิเดียนของแต่ละทางเลือกจากเมตริกซ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้วกับทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นบวก โดยใช้สมการที่ (4-6) และทางเลือกอุดมคติในทางที่เป็นลบโดยใช้สมการที่ (4-7)

$$d_j^+ = \left\{ \sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad j = 1, \dots, m \quad (4-6)$$

$$d_j^- = \left\{ \sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad j = 1, \dots, m \quad (4-7)$$

5. คำนวณค่าความใกล้เคียงสัมพัทธ์จากทางเลือกอุดมคติ (relative closeness) โดยใช้สมการที่ (4-8)

$$R_j = d_j^- / (d_j^+ + d_j^-) \quad j = 1, \dots, m \quad (4-8)$$

โดยที่ $d_j^- \geq 0$ และ $d_j^+ \geq 0$ ซึ่งทำให้ $R \in [0,1]$

6. เรียงลำดับค่าดัชนีของแต่ละทางเลือกที่ได้จากมากไปหาน้อย และเลือกทางเลือกที่ให้ค่าดัชนีสูงที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการตัดสินใจ

ในโปรแกรม MCDA-GIS การปรับค่ามาตรฐานของหลักเกณฑ์อาศัยฟังก์ชัน 3 รูปแบบ ได้แก่ เส้นตรงแบบยิ่งมามากยิ่งสำคัญ เส้นตรงแบบยิ่งมามากยิ่งไม่สำคัญ และแบบเหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสมได้จากหน้าต่างสำหรับการกำหนดฟังก์ชันในวิธีการ TOPSIS (รูปที่ 4-27)

แบบจำลองที่ใช้ปรับมาตรฐาน Topsis

ค่าดัชนี

☒ เส้นตรง แบบยิ่งมกยิ่งสำคัญ
☐ เส้นตรง แบบยิ่งมกยิ่งไม่สำคัญ
☐ แบบเปลี่ยนคางหนู

กำหนดค่าที่ใช้คำนวณ

หลักเกณฑ์ สัดส่วนของความยาวทางน้ำที่อยู่ติดกับพื้นที่เกษตร (%)

a: b: c: d:

ค่าต่ำสุด: 0.00 ค่าสูงสุด: 100.00

ค่ายกเว้น :

เส้นตรง แบบยิ่งมกยิ่งสำคัญ

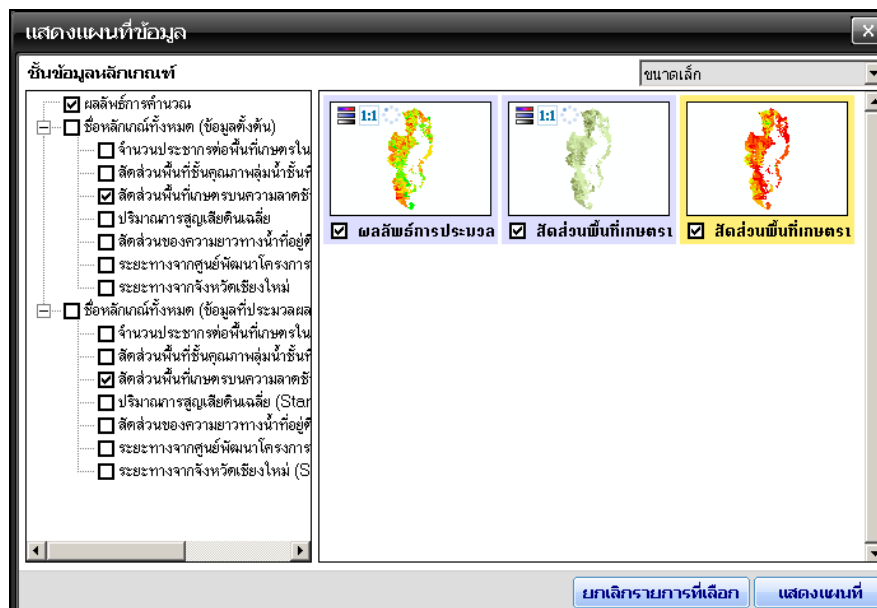
รูปที่ 4-27 หน้าต่างสำหรับกำหนดฟังก์ชันที่ใช้ปรับมาตรฐานในวิธีการ TOPSIS

การเลือกแบบจำลองสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ผู้ใช้ต้องทำการคลิกเลือกหลักเกณฑ์ก่อน จากนั้นทำการคลิกเลือกแบบจำลองที่ต้องการ และต้องกำหนดค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ของแต่ละแบบจำลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป สำหรับการปรับมาตรฐานแบบ TOPSIS ค่าต่ำสุดและสูงสุดจะถูกกำหนดให้กับค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างของกราฟของแต่ละฟังก์ชันโดยอัตโนมัติ หากผู้ใช้ต้องการกำหนดใหม่ก็สามารถแก้ไขได้ แต่ต้องไม่น้อยไปกว่าค่าต่ำสุด และไม่มากกว่าค่าสูงสุด ซึ่งโปรแกรมจะใช้ค่าพารามิเตอร์ของหลักเกณฑ์ตามที่ใช้ได้กำหนดใหม่ในการคำนวณแผนที่ผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบ Shape file อยู่ใน workspace ของโครงการแต่ละโครงการ

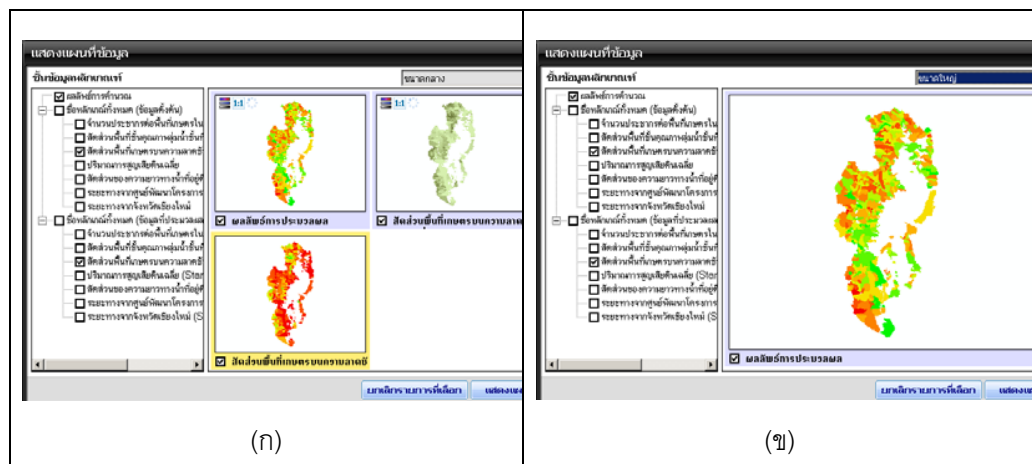
การเปลี่ยนวิธีการปรับมาตรฐานระหว่าง SAW และ TOPSIS เมื่อมีการคลิกเลือกวิธีปรับมาตรฐานใหม่ โปรแกรมจะทำการบังคับให้ผู้ใช้จัดเก็บโครงการเป็นโครงการอื่น โดยหลังจากจัดเก็บเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถดำเนินการในขั้นตอนการปรับมาตรฐานแบบที่เลือกใหม่ได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความสับสน และความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนวิธีปรับมาตรฐาน

การแสดงผลแผนที่

ระบบ MCDA-GIS ได้จัดเตรียมส่วนของการแสดงผลแผนที่ไว้สำหรับอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ เพื่อตรวจสอบแหล่งข้อมูลนำเข้าของแต่ละหลักเกณฑ์ การแสดงผลที่ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับค่ามาตรฐาน และแสดงผลที่ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบ ตัวอย่างในรูปที่ 4-28 เป็นการเลือกแสดงหลักเกณฑ์ที่ต้องการแสดงผลที่ ระบบจะทำการแสดงผลที่ขนาดเล็ก (Thumbnails) สำหรับผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้อาจเลือกแสดงผลที่ได้ 3 ขนาดคือ ขนาดเล็ก (รูปที่ 4-28) ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ (รูปที่ 4-29ก , 4-29ข)



รูปที่ 4-28 หน้าต่างแสดงขนาดของแผนที่ขนาดเล็ก



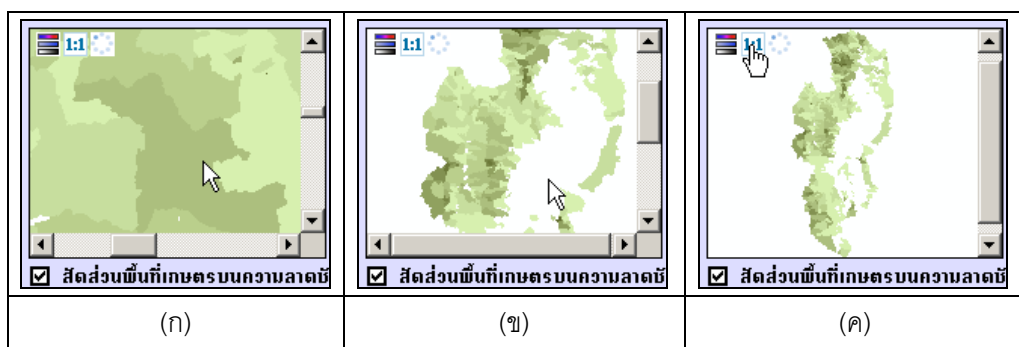
รูปที่ 4-29 หน้าต่างแสดงขนาดของแผนที่ขนาดกลางและขนาดใหญ่

โปรแกรม MCDA-GIS ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับผู้ใช้ในการจัดการแสดงแผนที่ตามวัตถุประสงค์ เครื่องมือดังกล่าวแสดงเป็นไอคอนในส่วนแสดงแผนที่ (รูปที่ 4-30) และมีวิธีใช้ดังนี้

- ZoomIn ทำหน้าที่ขยายขนาดแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่แผนที่ 1 ครั้งหรือใช้ scroll mouse เลื่อนไปข้างหน้า (รูปที่ 4-31ก)
- ZoomOut ลดขนาดแผนที่เมื่อผู้ใช้ scroll mouse เลื่อนไปข้างหลัง (รูปที่ 4-31ข)
- ZoomFullExtent ขยายเต็มจอภาพในส่วนแสดงแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์  มุมซ้ายบนของแผนที่ (รูปที่ 4-31ค)
- Pan เลื่อนแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกขวามุมเมาส์แล้วลาก
- Refresh แสดงแผนที่ใหม่เมื่อผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์  มุมซ้ายบนของแผนที่
- ColorSetting เลือกแสดงชุดของสีแผนที่ใหม่เมื่อผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์  มุมซ้ายบนของแผนที่

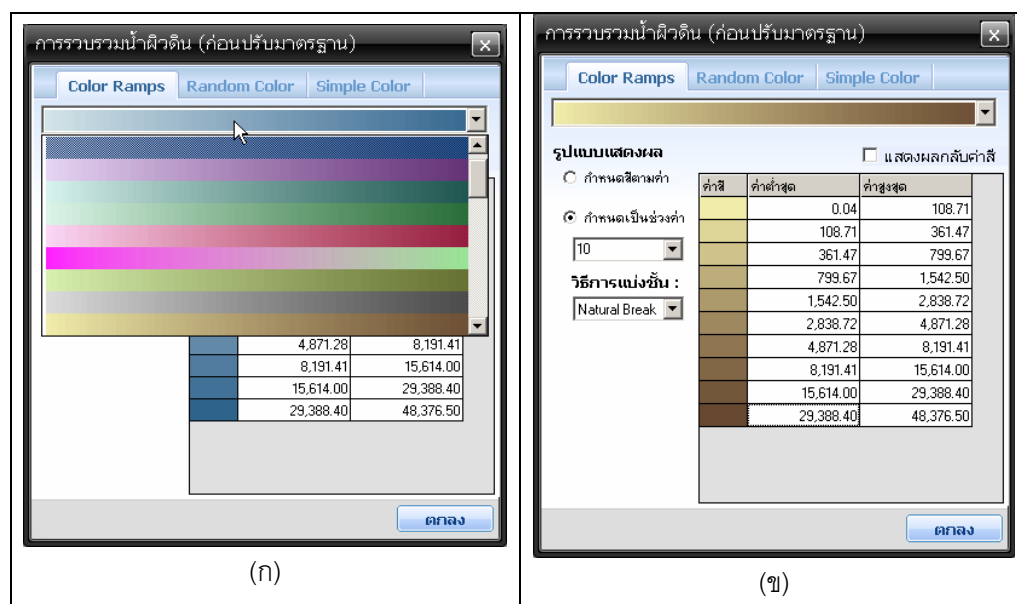


รูปที่ 4-30 แสดงส่วนของเครื่องมือพื้นฐานที่ได้จัดเตรียมไว้ในแผนที่ขนาดเล็ก

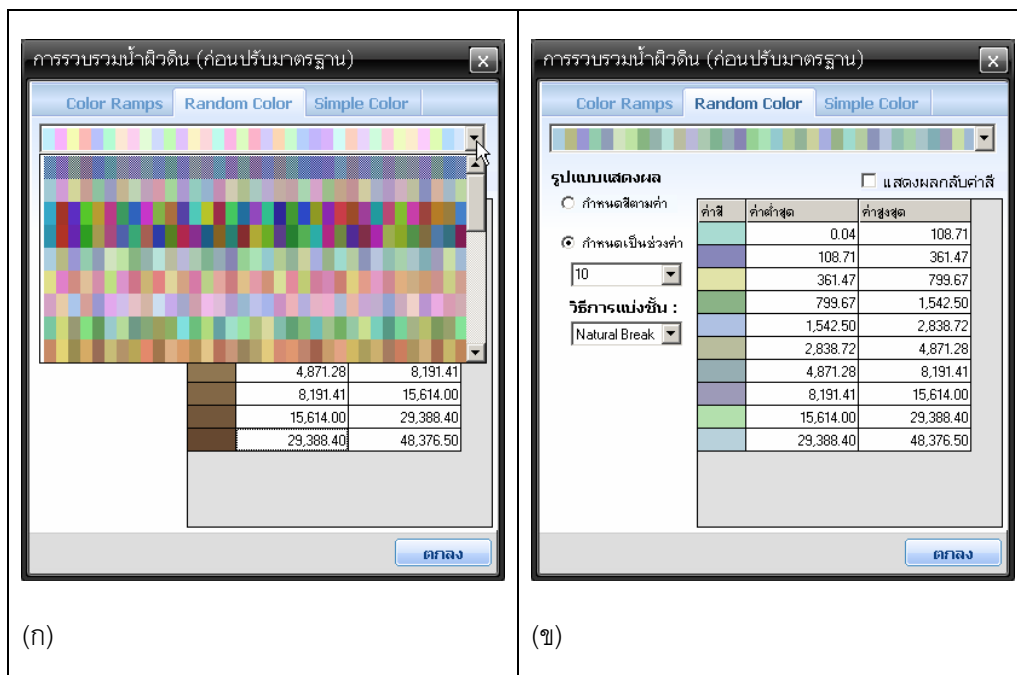


รูปที่ 4-31 ผลลัพธ์จากการใช้เครื่องมือแสดงแผนที่แบบ ZoomIn, ZoomOut และ ZoomFullExtent

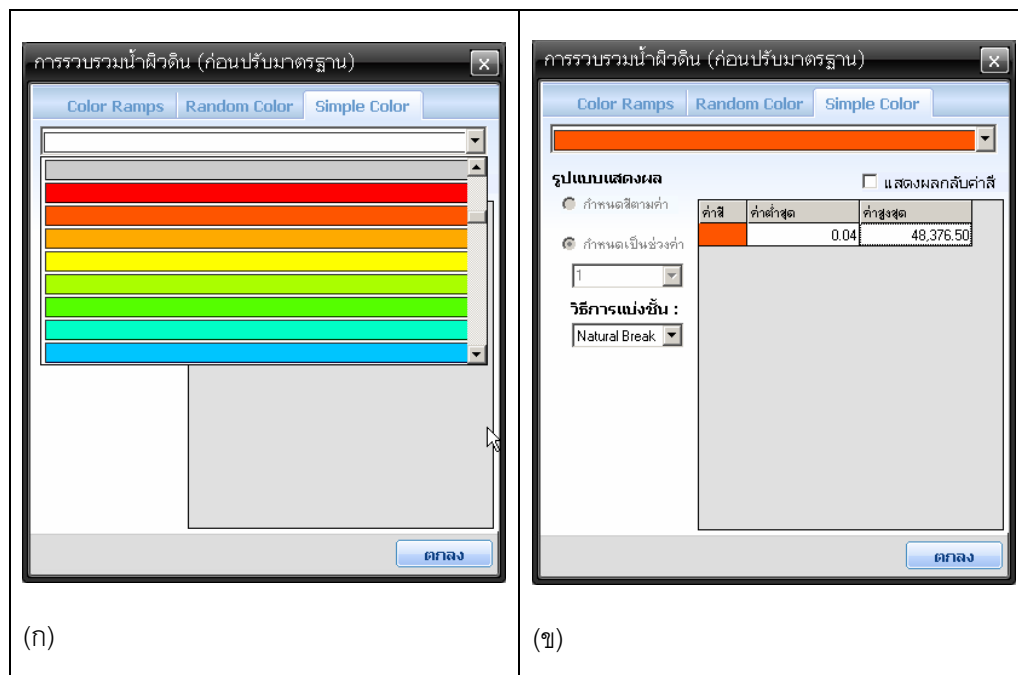
ผู้ใช้อาจเปลี่ยนการแสดงผลบนแผนที่โดยคลิกปุ่ม  หน้าต่างชุดข้อมูลสีจะปรากฏเพื่อให้ผู้ใช้งานกำหนดใหม่ได้ โดยชุดข้อมูลสีจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มเพื่อให้เหมาะกับชนิดของข้อมูล กล่าวคือ ชุดสีที่มีความต่อเนื่องกัน (Color Ramp) ชุดสีแบบสุ่มตามค่าข้อมูล (Random Color) และชุดสีสำหรับแสดงสีเดียวทั้งแผนที่ (Simple Color) ดังรูปที่ 4-32, 4-33, และ 4-34 ตามลำดับ ทางด้านซ้ายมือของหน้าต่างของชุดสีทั้งหมดจะเป็นส่วนของการกำหนดการแสดงผลชุดสี ผู้ใช้สามารถกำหนดเป็นช่วงชั้น (รูปที่ 4-35 ก) หรือกำหนดสีตามค่าข้อมูลแบบ unique (รูปที่ 4-35 ข) การกำหนดค่าสีเป็นช่วงชั้น ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบของการกำหนดช่วงชั้นได้ 3 รูปแบบคือ Equal Interval (รูปที่ 4-36 ก) Natural Break (รูปที่ 4-36 ข) และกำหนดเอง (รูปที่ 4-36 ค) เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการแสดงผลแผนที่ หากผู้ใช้เลือกชุดสีเรียบร้อยแล้ว และไม่พอใจในสีที่เลือก สามารถดับเบิลคลิกตรงสีที่แสดงสำหรับแต่ละสัญลักษณ์ทางซ้ายมือ หน้าต่างสำหรับการเลือกสีจะปรากฏขึ้นมา (รูปที่ 4-37) เพื่อให้ผู้ใช้งานตัดสินใจใหม่ได้ เมื่อได้ชุดสีที่ต้องการแล้วคลิกปุ่ม [เลือกพร้อมแสดงตัวอย่าง] ชุดสีที่เลือกจะปรากฏบนแผนที่แสดงผลพร้อมตามต้องการ (รูปที่ 4-38) นอกจากรายการสีที่มีให้เลือกแล้ว ระบบยังได้ทำการสร้าง option สำหรับการแสดงผลค่าสีแบบกลับค่า โดยผู้ใช้งานต้องคลิกเครื่องหมาย ☒ หน้าเมนูแสดงผลกลับค่าสี โดยผลลัพธ์หลังจากคลิกเลือกแสดงดังรูปที่ 4-39



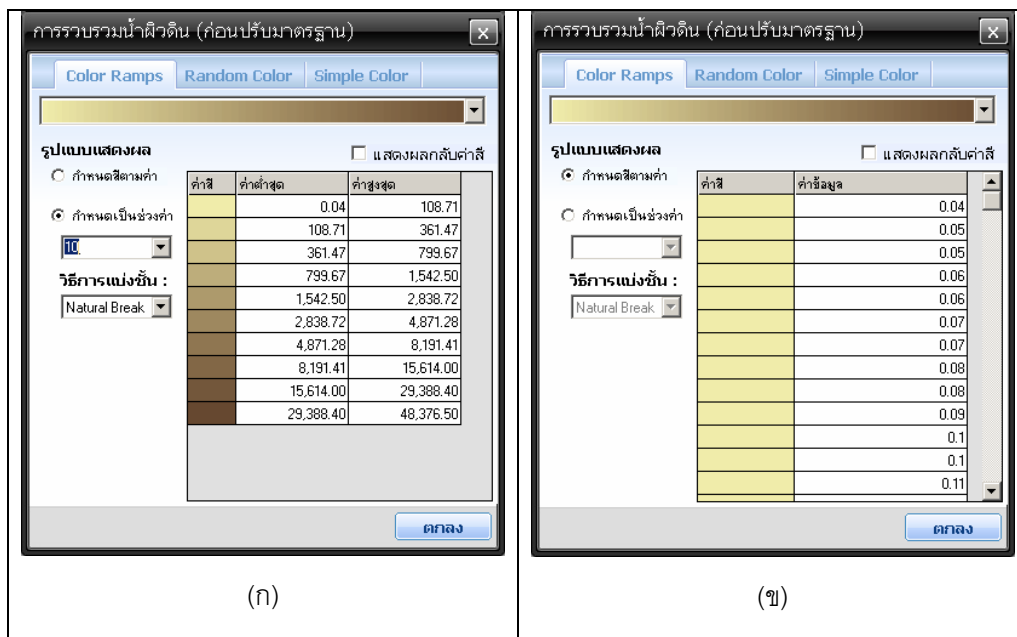
รูปที่ 4-32 หน้าต่างแสดงชุดสีสำหรับข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง



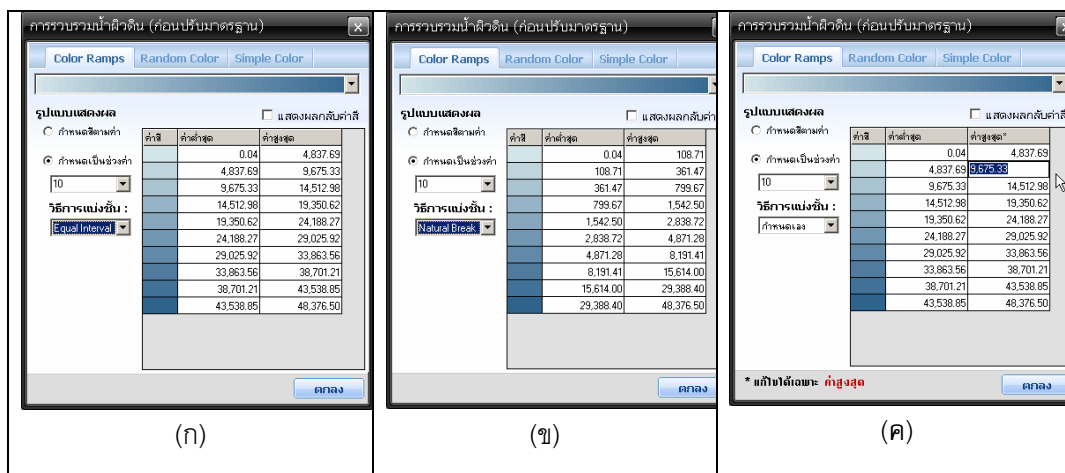
รูปที่ 4-33 หน้าต่างแสดงชุดสีสำหรับสุ่มตามค่าข้อมูล



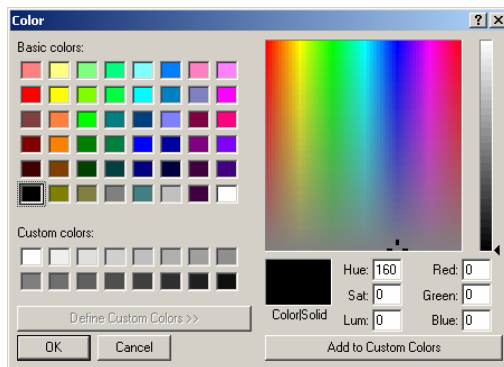
รูปที่ 4-34 หน้าต่างแสดงชุดสีสำหรับการแสดงสีเพียงสีเดียว



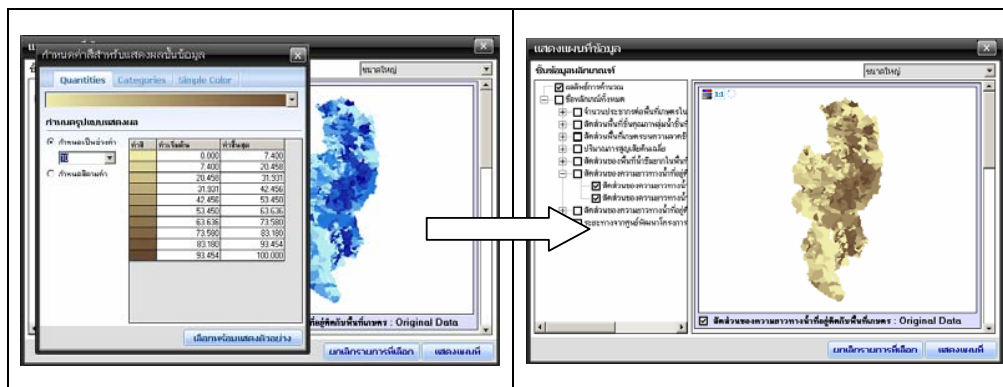
รูปที่ 4-35 หน้าต่างแสดงการเลือกชุดสีสำหรับข้อมูลที่เป็นช่วงชั้น และกำหนดสีตามค่า



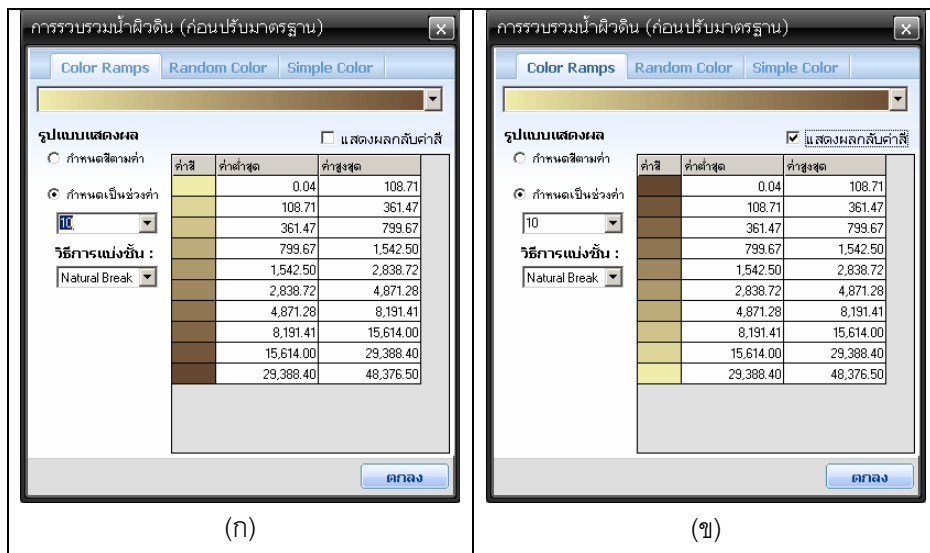
รูปที่ 4-36 หน้าต่างแสดงการรูปแบบการกำหนดสีตามค่าแบบ Equal Interval (ก) Natural Break (ข) และกำหนดเอง (ค)



รูปที่ 4-37 หน้าต่างสำหรับผู้กำหนดสีเอง

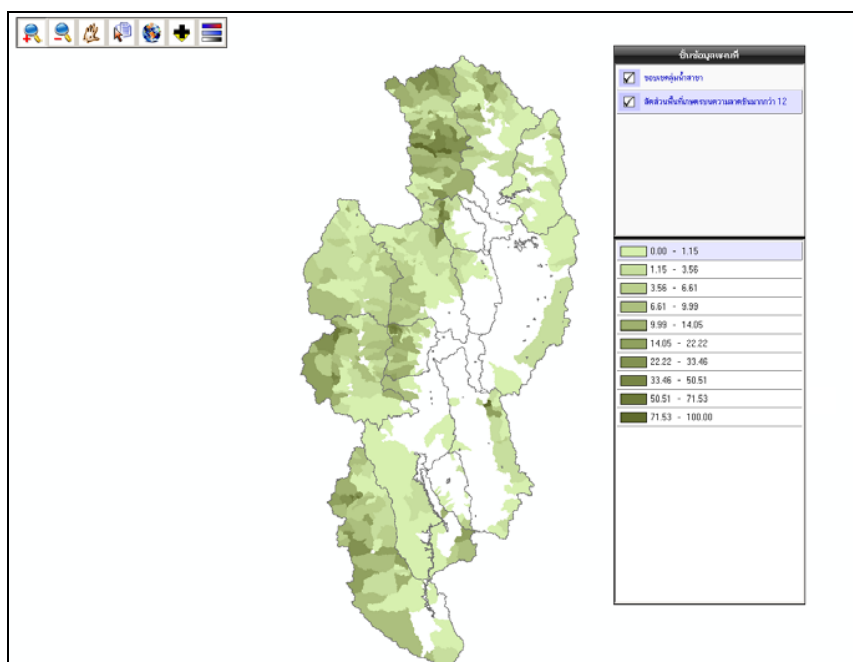


รูปที่ 4-38 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการเปลี่ยนชุดสีที่เป็นค่าต่อเนื่อง



รูปที่ 4-39 หน้าต่างแสดงการเลือกแสดงผลกลับค่าสี

นอกจากการแสดงผลที่เป็นแผนที่ขนาดเล็กแล้ว ระบบยังสามารถแสดงผลแผนที่ขนาดใหญ่ หน้าจอได้เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม [แสดงแผนที่] หน้าต่างแผนที่จะแสดงออกมาพร้อมเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการแสดงผลแผนที่เช่น zoom in , zoom out , pan , identify , full extent , add vector boundary  และ color setting  สำหรับเครื่องมือ add vector boundary เป็นการเพิ่มชั้นข้อมูลขอบเขตที่เป็น polygon เข้ามายังการแสดงผลแผนที่ ชั้นข้อมูลใหม่ที่ถูกเพิ่มเข้ามาจะอยู่เป็นชั้นข้อมูลบนสุด และมีลักษณะโปร่ง ระบบยังมีการแสดงความหมายของสีในแผนที่ทางด้านขวาของจอภาพอีกด้วย (รูปที่ 4-40)



รูปที่ 4-40 การแสดงผลแผนที่แบบเต็มหน้าจอ

การจัดเก็บรายละเอียดโครงการ

รายละเอียดโครงการประกอบด้วย ชื่อโครงการ ตำแหน่งโครงการ วัตถุประสงค์โครงการ ชื่อหลักเกณฑ์ ค่าถ่วงน้ำหนัก ตำแหน่งข้อมูลหลักเกณฑ์ แบบจำลองและค่าคงที่สำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ ตำแหน่งจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐาน และไฟล์ผลลัพธ์จากการประมวลผล (รูปที่ 4-41) ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม [บันทึก] เพื่อบันทึกรายละเอียดที่แสดงบนหน้าจอ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกลงในรูปแบบเอกสาร Microsoft Word และถูกจัดเก็บไว้ในพื้นที่ทำงานของระบบ ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบผลของการกำหนดหลักเกณฑ์ตลอดจนฟังก์ชันและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับมาตรฐานข้อมูลและจัดทำรายงานต่อไป

เมื่อผู้ใช้สร้างโครงการและวิเคราะห์โครงการที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว และต้องการเปิดโครงการอื่นๆ หรือสร้างโครงการใหม่ การคลิกปุ่ม [เปิดโครงการ] จะช่วยให้ระบบล้างไฟล์ที่ไม่จำเป็นออกไป และพร้อมสำหรับโครงการที่กำลังจะใช้งานต่อไป

ชื่อโครงการ :	เลี้ยงปลาในนาข้าว				
วัตถุประสงค์ :	เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา โดยเลือกเฉพาะพื้นที่อยู่ในบริเวณที่เป็นนาข้าว				
ตำแหน่งจัดเก็บข้อมูล :	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzy\FishInPaddy\FishInPaddy_VectorNew.ahpp				
ชนิดแบบจำลอง :	SAW				

หลักเกณฑ์	ค่าตัวนำ...	ตำแหน่งจัดเก็บข้อมูลตั้งต้น	
ความสามารถในการกักเ...	0.43	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fishl...	
คุณภาพน้ำ ()	0.22	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fishl...	
ระยะห่างจากถนน ()	0.03	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fishl...	
ระยะห่างจากหมู่บ้าน ()	0.05	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fishl...	
ความลาดของพื้นที่ ()	0.11	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fishl...	
การรวบรวมน้ำผิวดิน ()	0.16	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fishl...	

ข้อจำกัด	ตำแหน่งจัดเก็บชิ้นข้อมูลข้อจำกัด	
พื้นที่ไม่ไช่หนา	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\FishInPaddy\Data4Analyst.mdb : ...	
ระยะทางจากทางน้ำ 30 ...	L:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\FishInPaddy\Data4Analyst.mdb : ...	

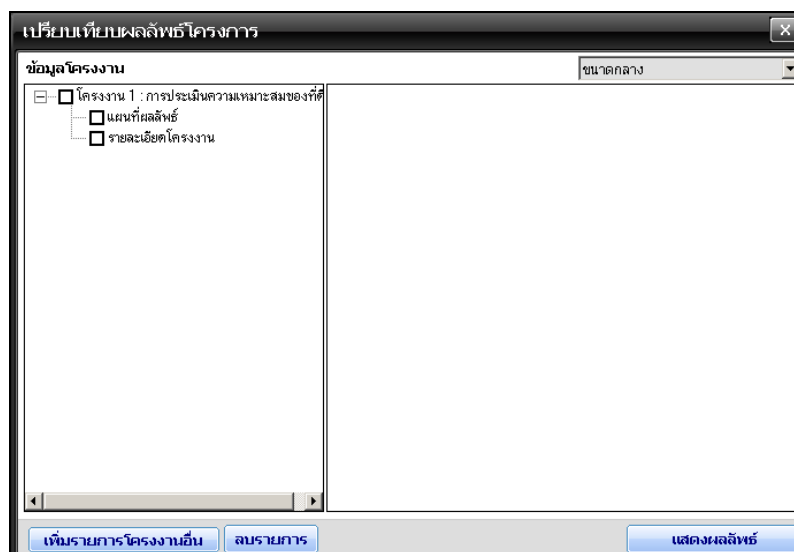
หลักเกณฑ์	แบบจำลอง	a	b	c	d	ตำแหน่งจัดเก็บผลลัพธ์ประมวลฐาน	
ความสามารถในการกักเ...	เห็นตรงแบบยิ่งมากยิ่ง...	-	-	2	5	K:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fish...	
คุณภาพน้ำ	เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่ง...	-	-	1.8	74.5	K:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fish...	
ระยะห่างจากถนน	เห็นตรงแบบยิ่งมากยิ่ง...	-	-	1	999	K:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fish...	
ระยะห่างจากหมู่บ้าน	เห็นตรงแบบยิ่งมากยิ่ง...	-	-	1	30...	K:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fish...	
ความลาดของพื้นที่	เห็นตรงแบบยิ่งมากยิ่ง...	-	-	1	2	K:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fish...	
การรวบรวมน้ำผิวดิน	เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งส...	0	100	-	-	K:\AHP\ProgramExample\Fuzzy\Fish...	

ตำแหน่งจัดเก็บผลลัพธ์

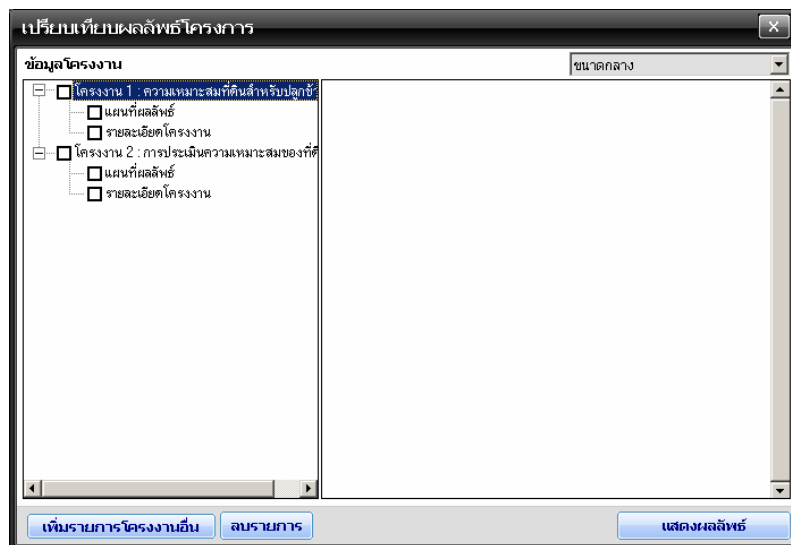
รูปที่ 4-41 หน้าต่างแสดงรายละเอียดโครงการ

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโครงการ

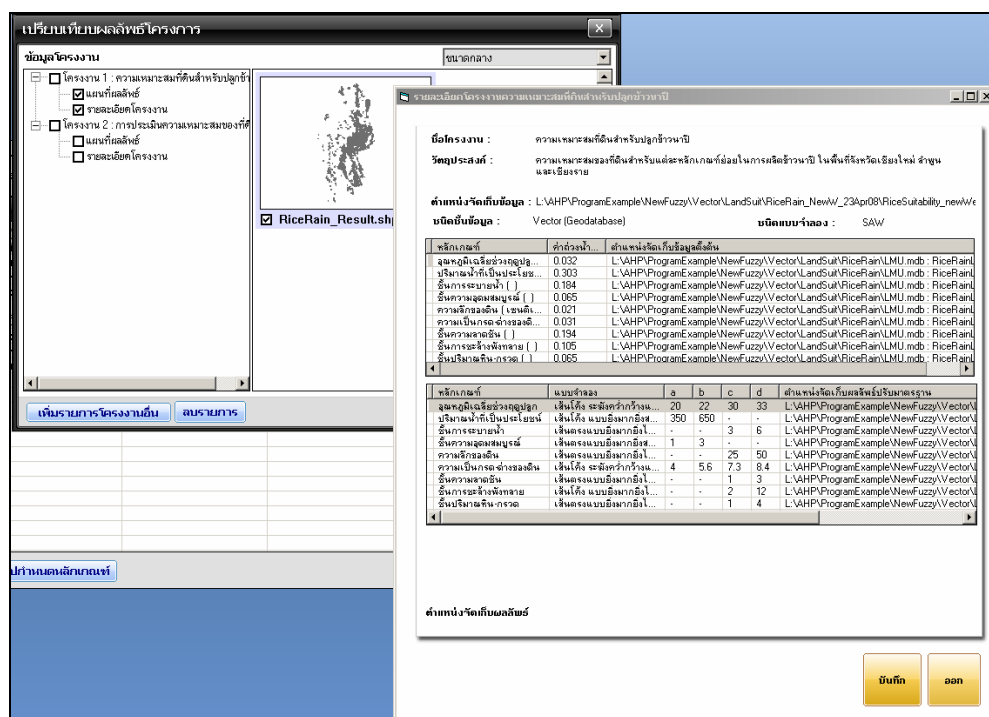
ส่วนนี้เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโครงการที่ดำเนินการและจัดเก็บไว้แล้วมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโครงการปัจจุบัน เมื่อคลิกปุ่ม [เปรียบเทียบผลลัพธ์โครงการ] ผู้ใช้จะเห็นหน้าต่างแสดงรายการแผนที่ผลลัพธ์ของโครงการปัจจุบัน และรายละเอียดต่างๆ ของโครงการ (รูปที่ 4-42) ผู้ใช้สามารถคลิก [เพิ่มรายการโครงการอื่น] เพื่อเพิ่มรายการของโครงการที่ต้องการเรียกมาเปรียบเทียบ โดยสามารถเลือกได้เฉพาะไฟล์โครงการที่อยู่ในรูปแบบ *.ahpg เท่านั้น เมื่อเลือกไฟล์โครงการได้แล้ว รายการแผนที่ผลลัพธ์และรายละเอียดของโครงการที่เปิดขึ้นมาใหม่จะถูกแสดงเพิ่มในหน้าต่าง (รูปที่ 4-43) ผู้ใช้สามารถแสดงแผนที่ผลลัพธ์ได้โดยการคลิก checkbox หน้า “แผนที่ผลลัพธ์” หรือหากต้องการดูรายละเอียดของโครงการ สามารถทำได้โดยคลิก checkbox หน้า “รายละเอียดโครงการ” เช่นเดียวกัน (รูปที่ 4-44) ในกรณีที่ผู้ใช้เพิ่มโครงการหลายๆ โครงการ ผู้ใช้สามารถคลิกเลือกแสดงแผนที่ผลลัพธ์ของแต่ละโครงการ (รูปที่ 4-45) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกันได้เมื่อคลิกปุ่ม [แสดงผลลัพธ์] (รูปที่ 4-46)



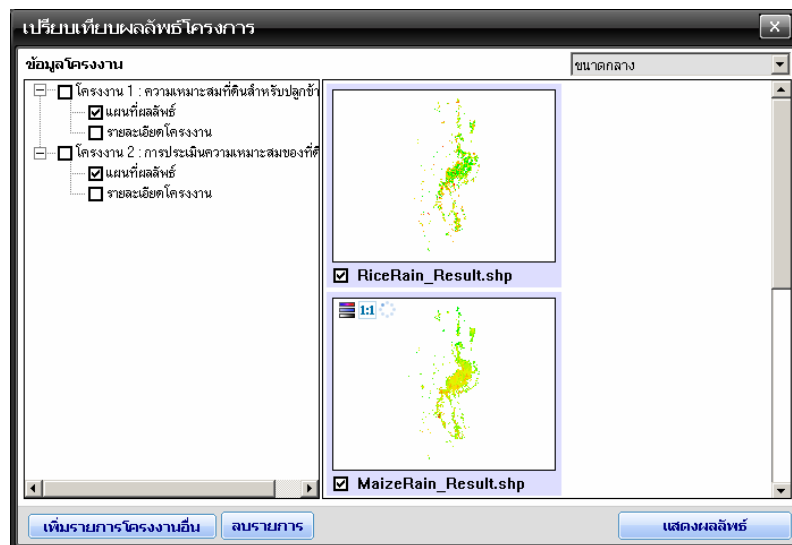
รูปที่ 4-42 หน้าต่างแสดงรายการแผนที่ผลลัพธ์และรายละเอียดสำหรับโครงการปัจจุบัน



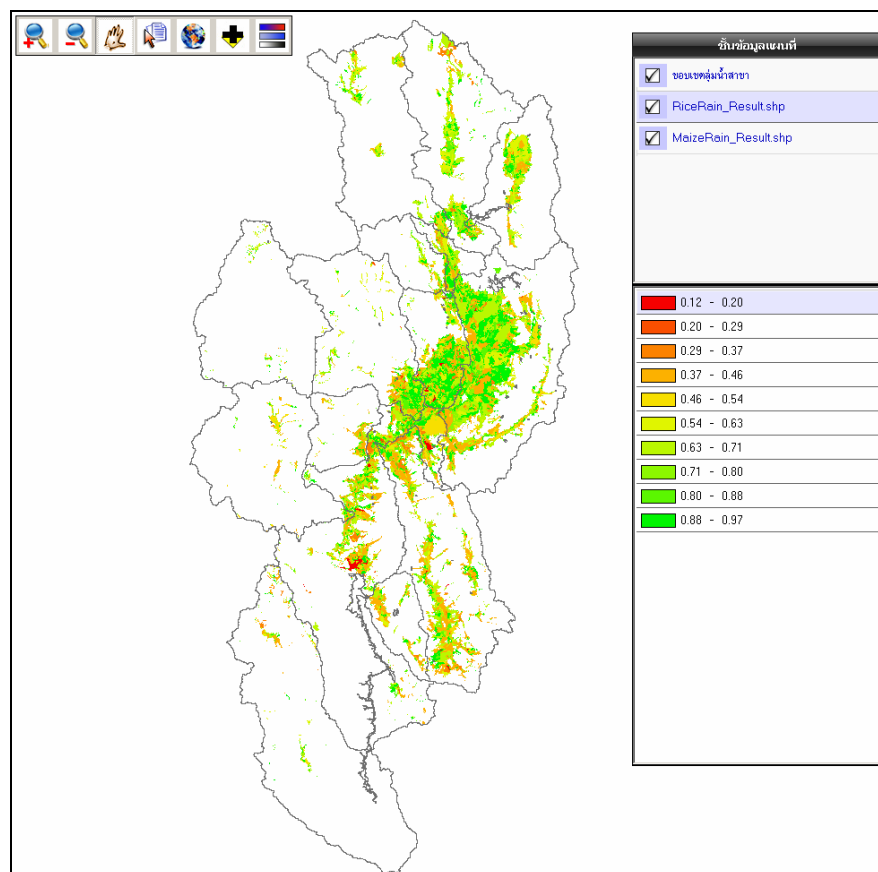
รูปที่ 4-43 รายการโครงการที่ถูกเพิ่มเข้ามาเมื่อคลิกเพิ่มรายการโครงการอื่น



รูปที่ 4-44 การแสดงผลจากการคลิกเลือกแสดงรายละเอียดโครงการ



รูปที่ 4-45 การเลือกแสดงแผนที่ผลลัพธ์จากหลายๆ โครงการเพื่อเปรียบเทียบ

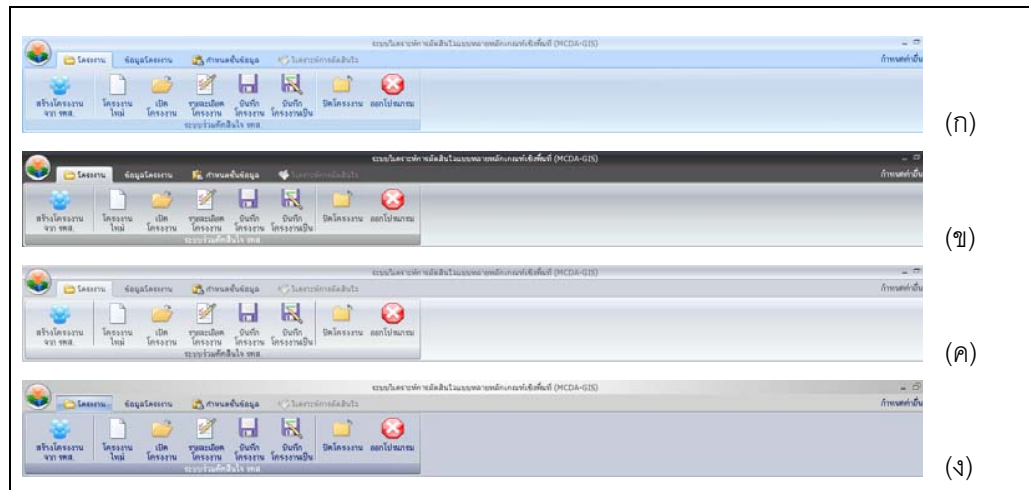


รูปที่ 4-46 การแสดงแผนที่ผลลัพธ์เต็มหน้าจอที่ละโครงการ

เครื่องมือใช้งานอื่นๆ

เครื่องมือใช้งานอื่นๆของโปรแกรมถูกซ่อนไว้ทางด้านมุมขวาบนของโปรแกรมภายใต้ “กำหนดค่าอื่นๆ” ส่วนนี้เป็นเมนูพิเศษสำหรับการตกแต่งโปรแกรม ประกอบไปด้วยเมนู

เปลี่ยนรูปแบบหน้าจอแสดงผล หน้าจอแสดงผลสามารถเปลี่ยนสีพื้นหลังได้ตามผู้ใช้ โดยมีสีพื้นฐานให้ผู้ใช้เลือกคือ Blue (รูปที่ 4-47ก), Black (รูปที่ 4-47ข), Silver (รูปที่ 4-47ค) และ Aqua (รูปที่ 4-47ง)



รูปที่ 4-47 แสดงผลลัพธ์จากการเปลี่ยนสีหน้าจอแสดงผล

จัดวางเมนูทำงานด้านขวามือ สำหรับผู้ใช้บางคนที่ไม่ชินกับแถบเมนูที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ สามารถคลิก เมนู [จัดวางเมนูทำงานด้านขวา] โดยแถบเมนูจะถูกทำให้ชิดไปทางด้านขวามือ และหากผู้ใช้ต้องการกลับมาทำงานทางซ้ายมือ คลิกเมนูซ้ำอีกครั้ง แถบเมนูจะกลับมาตำแหน่งตั้งต้น (ด้านซ้ายมือ)

แสดงเมนูแบบอนิเมชัน เป็นเมนูสำหรับการแสดงผลบนหน้าจอส่วนที่เป็นเมนู หรือปุ่มต่างๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงสีที่ทำให้ผู้ใช้มีความสบายตายิ่งขึ้น

การเปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์ชั้นข้อมูลเวกเตอร์และ래스เตอร์

เนื่องจากโปรแกรม MCDA-GIS มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ชั้นข้อมูลประเภทเวกเตอร์และ래스เตอร์ ดังนั้นจึงได้ทดลองเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการใช้ข้อมูลชนิดเวกเตอร์และ래스เตอร์ ที่ประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีความเร็ว CPU Pentium4 3.2 GHz และหน่วยความจำ 2 GB โครงการที่ใช้ทดสอบเป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับข้าวนาปีในจังหวัดเชียงรายครอบคลุมเนื้อที่ 11,581 ตร.กม. เมื่อสร้างหน่วยแผนที่เสร็จแล้วชั้นข้อมูลเวกเตอร์มีจำนวน 7,475 หน่วยแผนที่ ส่วนข้อมูล래스เตอร์ มีขนาด pixel 30x30 เมตร มี

จำนวน 4,039 คอลัมน์ และ 5,052 แถว ส่วนการกำหนดหลักเกณฑ์ได้ใช้หลักเกณฑ์การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวนาปีจำนวน 9 หลักเกณฑ์ ตามรายละเอียดในกรณีศึกษาในบทต่อไป ชั้นข้อมูลที่เป็นข้อจำกัดในการทดสอบนั้นคือพื้นที่ป่า

ผลของการทดสอบพบว่า เวลาที่ใช้ในการสร้างหน่วยแผนที่สำหรับการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเวกเตอร์จะนานกว่าดำเนินการด้วยข้อมูลราสเตอร์ (ตารางที่ 4-1) เนื่องจากข้อมูลราสเตอร์มีหน่วยแผนที่เป็นกริดเซลล์จึงไม่จำเป็นต้องสร้างหน่วยแผนที่ขึ้นมาใหม่ ยกเว้นในกรณีที่มีข้อจำกัดโปรแกรมจะต้องประมวลผลเพื่อสร้างค่าข้อมูลข้อจำกัดในกริดเซลล์ในตำแหน่งที่ตรงกับบริเวณที่เป็นข้อจำกัดนั้น ในขณะที่การวิเคราะห์โดยข้อมูลเวกเตอร์โปรแกรมต้องนำชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์และข้อจำกัดทั้งหมดมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อสร้างหน่วยแผนที่ใหม่ทุกครั้งที่พบว่า Feature มีขอบเขตไม่ตรงกัน

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลเวกเตอร์และราสเตอร์

ชนิดข้อมูล	ระยะเวลาในการวิเคราะห์ (นาที)					
	สร้างหน่วยแผนที่		ปรับมาตรฐาน	วิเคราะห์การตัดสินใจ	รวมเวลา	
	ไม่มีข้อจำกัด	มีข้อจำกัด			ไม่มีข้อจำกัด	มีข้อจำกัด
เวกเตอร์	7.03	9.32	3.55	0.41	11.39	14.08
ราสเตอร์	0.00	5.57	16.08	4.20	20.28	26.25

การปรับมาตรฐานและการวิเคราะห์การตัดสินใจด้วยข้อมูลเวกเตอร์ใช้เวลาน้อยกว่าการใช้ข้อมูลราสเตอร์ เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการประมวลผลทั้งหมดสำหรับโครงการที่ใช้ในการทดสอบนี้ ปรากฏว่าการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเวกเตอร์ใช้เวลาประมาณ 14.08 นาที ในขณะที่การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลราสเตอร์ใช้เวลาประมาณ 26.25 นาที เวลานั้นไม่รวมเวลาที่ใช้ในการจัดหน่วยแผนที่ขนาดเล็กที่อาจเกิดขึ้นจากการสร้างหน่วยแผนที่ด้วยข้อมูลเวกเตอร์ที่จะต้องดำเนินการด้วยมือเนื่องจากโปรแกรม MCDA-GIS ได้รับการออกแบบให้ทำงานร่วมกับ ArcGIS ในระดับ ArcView ซึ่งไม่มีคำสั่งสำหรับใช้จัดรูปเหลี่ยมขนาดเล็กที่ไม่ต้องการแบบอัตโนมัติ เมื่อรวมเวลาดังกล่าวแล้วอาจทำให้เวลาที่ใช้โดยรวมในการทำงานกับข้อมูลเวกเตอร์นานกว่าการใช้ข้อมูลราสเตอร์ อย่างไรก็ตาม ข้อได้เปรียบของการใช้ข้อมูลเวกเตอร์วิเคราะห์คือต้องการโปรแกรม ArcMap 9.2 เพื่อทำงานร่วมกัน เท่านั้น ในขณะที่การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลราสเตอร์จะเหมาะกับผู้ใช้ที่มีโปรแกรม ArcMap 9.2 และ Spatial Analyst Extension ไว้ใช้งานแล้ว

บทที่ 5

กรณีศึกษา

การจัดทำกรณีศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองใช้ระบบ รตส. และ MCDA-GIS ในกระบวนการตัดสินใจร่วมกันผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อนำข้อจำกัดที่พบในการใช้งานระบบดังกล่าว มาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กรณีศึกษาที่ได้จัดทำมี 4 กรณีศึกษา สองกรณีเป็นโครงการทั่วไปที่ไม่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่การใช้ รตส. เพื่อจัดทำดัชนีรวมการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์ และการใช้ รตส. ในการตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกร ส่วนอีกสองกรณีเป็นการตัดสินใจหลายหลักเกณฑ์ที่อาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์ได้แก่ การใช้ MCDA-GIS ในการประเมินคุณภาพที่ดิน และการใช้ MCDA-GIS ในการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาในนาข้าว นอกจากนี้เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมทั้งสองแล้ว กรณีศึกษานี้ยังสามารถใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการฝึกอบรมและการเรียนรู้การทำงานของโปรแกรมด้วยตนเองอีกด้วย

กรณีศึกษาที่ 1 การใช้การวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์เพื่อจัดทำดัชนีรวมการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์

หลักการและเหตุผล

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร (ศวพก.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้จัดทำเว็บไซต์ (<http://www.mcc.cmu.ac.th>) เพื่อบริการข้อมูลข่าวสารให้แก่สาธารณชนเป็นระยะเวลาหนึ่ง และได้ติดตามการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์นี้โดยลงทะเบียนเป็นสมาชิกของ “ทรูฮิต” (<http://truehits.net>) ซึ่งเป็นระบบให้บริการตรวจสอบสถิติการเยี่ยมชมเว็บไซต์ ซึ่งเป็นผลงานวิจัยและพัฒนา โดยสำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศภาครัฐ (สบทร.) ภายใต้ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ จุดมุ่งหมายของการจัดทำระบบให้บริการดังกล่าวคือ เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชน มีระบบการตรวจสอบสถิติการเยี่ยมชมเว็บไซต์ นอกจากข้อมูลสถิติที่ได้รวบรวมขึ้นจะเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ความนิยมในเว็บไซต์แล้ว ยังจะกลายเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บไซต์ให้ดียิ่งขึ้นด้วย

ปัจจุบัน “ทรูฮิต” สามารถรวบรวมสถิติการเข้าเยี่ยมชม โดยจำแนกเป็นรายละเอียดต่างๆ เช่น จำนวนผู้เข้าเยี่ยมชม ชื่อโดเมนที่มาของผู้เข้าเยี่ยมชม ระยะเวลาที่ผู้เข้าเยี่ยมชมใช้ในการเรียกดูข้อมูลบนเว็บไซต์ จำนวนครั้งที่เรียกดูหน้าเว็บแต่ละหน้า และการจัดลำดับของเว็บไซต์ เป็นต้น สมาชิกสามารถดูสถิติย้อนหลังเพื่อใช้ในการปรับปรุงเว็บไซต์ได้

อย่างไรก็ตาม การจัดลำดับเว็บไซต์ของ “ทฤษฎี” ใช้หลักเกณฑ์ที่ละหลักเกณฑ์ โดยเรียงตามจำนวน IP ที่ไม่ซ้ำกัน (Unique IP, UIP) ของผู้เข้าชม จำนวนหน้าที่เข้าชม หรือการร้อยละของการเปลี่ยนแปลง UIP และไม่มีดัชนีรวมของการเข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ที่อาศัยสถิติการเข้าชมหลายมิติเป็นหลักเกณฑ์ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของกรณีศึกษานี้เพื่อพัฒนาดัชนีรวมของการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์ สำหรับใช้ในการปรับปรุงเว็บไซต์ของ ศวพก. ในการบริการวิชาการให้กับสาธารณชนผ่านเว็บไซต์

การจัดทำโครงการ

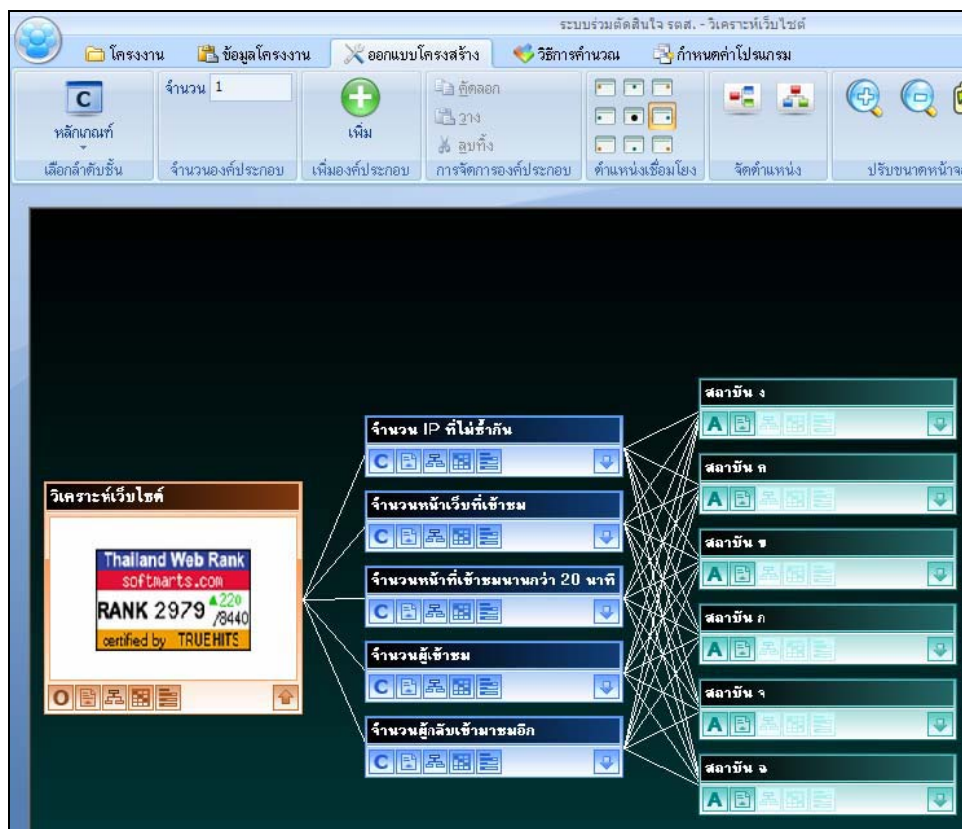
การหาดัชนีรวมของการเข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ เริ่มจากการจัดโครงสร้างของกระบวนการตัดสินใจโดยใช้โปรแกรม รตส. ผ่านการประชุมเชิงปฏิบัติการที่ประกอบด้วยผู้มีส่วนร่วมในการจัดทำเว็บไซต์ของ ศวพก. ได้แก่ ผู้บริหารหน่วยงานสนับสนุนการตัดสินใจ ผู้บริหารระบบคอมพิวเตอร์ โปรแกรมเมอร์ ผู้จัดทำเนื้อหาของเว็บ และผู้ใช้ข้อมูล ที่ประชุมเริ่มพิจารณาวัตถุประสงค์ของโครงการเป็นลำดับแรกจนมีความเห็นและเข้าใจตรงกันดังนี้

วัตถุประสงค์: “เพื่อหาดัชนีรวมสำหรับวัดการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์ของ ศวพก.”

หลังจากนั้นจึงพิจารณาร่วมกันว่าจะใช้หลักเกณฑ์ใดบ้างในการวัดการเข้าถึงข้อมูล ที่ประชุมได้พิจารณาสถิติการเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดที่ “ทฤษฎี” บันทึกให้กับสมาชิก และร่วมกันว่าข้อมูลที่ควรนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ได้แก่

1. จำนวน UIP (Unique Internet Protocol Address) เป็นจำนวนโดเมนที่มาของผู้เข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละเดือน ถ้าจำนวน UIP ยิ่งมากการเข้าถึงข้อมูลยิ่งมากตามไปด้วย
2. จำนวน Session เป็นจำนวนครั้งที่ผู้เข้าเยี่ยมชมใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 20 นาที ในการเรียกดูข้อมูลบนเว็บไซต์ ถ้าจำนวน session มากแสดงว่าเนื้อหาบนเว็บมีมากและเป็นที่น่าสนใจของผู้เข้าเยี่ยมชม
3. จำนวนหน้าเว็บที่เข้าเยี่ยมชม เป็นจำนวนครั้งที่เข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บแต่ละหน้า (Page view) ถ้าจำนวนหน้าเว็บที่มีผู้เข้าเยี่ยมชมมาก แสดงว่ามีเนื้อหาเป็นที่น่าสนใจของสาธารณชนมาก
4. จำนวนผู้เข้าเยี่ยมชม ถ้าจำนวนผู้เข้าเยี่ยมชมมากแสดงให้เห็นว่าข้อมูลขององค์กรมีผู้เข้าถึงมาก
5. จำนวนผู้กลับเข้ามาเยี่ยมชมอีก ถ้าจำนวนนี้มากแสดงว่าเนื้อหาโดยรวมของเว็บเป็นที่น่าสนใจของสาธารณชน

เมื่อได้หลักเกณฑ์แล้วจึงได้เลือกองค์กรที่เป็นสมาชิกของ “ทรูฮิต” จำนวน 6 แห่งที่จัดเก็บสถิติครบตามหลักเกณฑ์ข้างบนมาทดสอบในโครงการนี้ องค์กรเหล่านี้คือ “ทางเลือก” ในโครงสร้างการตัดสินใจ (รูปที่ 5-1) องค์กร ข. และ ค. เป็นองค์กรระดับมหาวิทยาลัย องค์กร ง. และ จ. เป็นระดับคณะ ส่วนองค์กร ก. และ ฉ. อยู่ในระดับเล็กกว่าคณะ



รูปที่ 5-1 โครงสร้างของกระบวนการตัดสินใจการจัดลำดับการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์

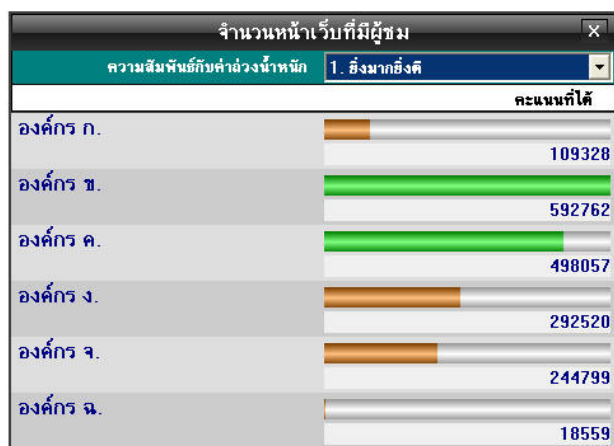
ขั้นตอนต่อไปเป็นการป้อนข้อมูลการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละเว็บไซต์ตามการบันทึกของ “ทรูฮิต” สำหรับแต่ละองค์กร โดยเลือกไอคอน  ในกล่องหลักเกณฑ์ที่ต้องการ โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างให้กรอกสถิติการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละเว็บไซต์ในหลักเกณฑ์นั้นๆ รูปที่ 5-2, 5-3, 5-4, 5-5 และ 5-6 เป็นข้อมูลของหลักเกณฑ์ดังกล่าว ได้แก่ จำนวน IP ที่ไม่ซ้ำกัน จำนวน Session ที่มีผู้เข้าเยี่ยมชม จำนวนหน้าเว็บที่เข้าเยี่ยมชม จำนวนผู้ชม และจำนวนผู้ชมที่กลับเข้ามาชมใหม่ตามลำดับ พร้อมทั้งระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับค่าน้ำหนักความสำคัญว่าเป็นแบบ “ยิ่งมากยิ่งดี” หรือ “ยิ่งน้อยยิ่งดี” ในกรณีศึกษาข้อมูลของทุกหลักเกณฑ์เป็นแบบ “ยิ่งมากยิ่งดี”



รูปที่ 5-2 การเข้าถึงข้อมูลพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์จำนวน IP ที่ไม่ซ้ำกัน



รูปที่ 5-3 การเข้าถึงข้อมูลพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์จำนวน Session ที่เข้าชม



รูปที่ 5-4 การเข้าถึงข้อมูลพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์จำนวนหน้าเว็บที่มีผู้เข้าเยี่ยมชม



รูปที่ 5-5 การเข้าถึงข้อมูลพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์จำนวนผู้เข้าเยี่ยมชม



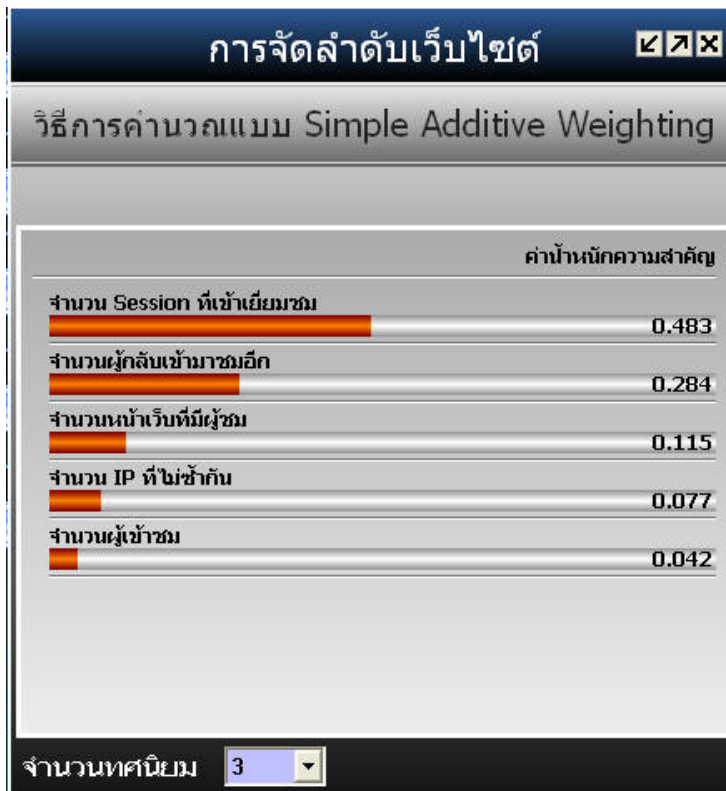
รูปที่ 5-6 การเข้าถึงข้อมูลพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์จำนวนผู้กลับเข้าเยี่ยมชมอีก

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ดำเนินการโดยเปิดหน้าต่างแสดงเมตริกซ์เปรียบเทียบหลักเกณฑ์โดยคลิกที่ไอคอน  ในกล่องวัตถุประสงค์ที่อยู่ในลำดับขั้นที่เหนือกว่า 1 ลำดับขั้น จากนั้นผู้เข้าประชุมเชิงปฏิบัติการช่วยกันพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ละคู่จนครบทุกคู่ วดส. มีเครื่องมือช่วยในการให้คะแนนความสำคัญเป็นตัวเลข ผู้ร่วมตัดสินใจจะต้องให้เหตุผลในการให้คะแนนความสำคัญของแต่ละคู่หลักเกณฑ์นั้นที่ประชุมเห็นสอดคล้องกัน นอกจากนี้ผลของการเปรียบเทียบจะต้องมีค่าอัตราส่วนความคงเส้นคงวาที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งเป็นค่าเท่าใดขึ้นอยู่กับจำนวนองค์ประกอบ (หลักเกณฑ์ หลักเกณฑ์ย่อย หรือทางเลือก) ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบในกรณีศึกษาปรากฏในรูปที่ 5-7 และผลการคำนวณค่าความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์แสดงในรูปที่ 5-8

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการเปรียบเทียบค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจในกรณีศึกษานี้มีความคงเส้นคงวาเป็นที่ยอมรับได้ เนื่องจากค่าอัตราส่วนความคงเส้นคงวา (Consistency Ratio, CR) เท่ากับ 0.095 (รูปที่ 5-7) ซึ่งน้อยกว่าค่า 0.10 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้เมื่อพิจารณาจำนวนหลักเกณฑ์ที่ใช้ในกรณีนี้ (Saaty, 1980) หากต้องการจะปรับปรุงให้มีความคงเส้นคงวามากขึ้น อาจคลิกเมนู “Epsilon” เพื่อเปิดดูตารางเมตริกซ์ค่า E_{ij} เพื่อดูว่าการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์คู่ใดก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงสุด (Saaty, 2003) รตส. ใช้หลักเกณฑ์นี้เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หวนกลับไปตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบตั้งต้นเพื่อช่วยกันพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญใหม่จนกว่าค่า CR จะอยู่ในระดับที่น่าพอใจ (รูปที่ 5-9)

การจัดลำดับเว็บไซต์					
จัดตาราง กำหนดการแสดงผล Epsilon ซ่อนค่าว่างบ้าง ปรับแก้ค่าเมตริกซ์					
ค่า CR : 0.095					
	จำนวน IP ที่เข้าชม	จำนวน Session ที่เข้าเยี่ยมชม	จำนวนหน้าเว็บที่มีผู้ชม	จำนวนผู้เข้าชม	จำนวนผู้กลับเข้ามาชมอีก
จำนวน IP ที่เข้าชม	1	1/6	1/3	3	1/3
จำนวน Session ที่เข้าเยี่ยมชม	6	1	5	6	3
จำนวนหน้าเว็บที่มีผู้ชม	3	1/5	1	3	1/5
จำนวนผู้เข้าชม	1/3	1/6	1/3	1	1/7
จำนวนผู้กลับเข้ามาชมอีก	3	1/3	5	7	1

รูปที่ 5-7 ผลการเปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์เพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์



รูปที่ 5-8 หน้าต่างผลลัพธ์การคำนวณค้ำหลักเกณฑ์ที่ใช้ในกรณีศึกษา

การจัดลำดับเว็บไซต์

เมตริกซ์ E_{ij}

จัดตาราง กำหนดการแสดงผล ค่าเมตริกขั้วตั้งต้น ขอนค่าถ่วงน้ำหนัก ปรับค่าค่าเมตริกซ์

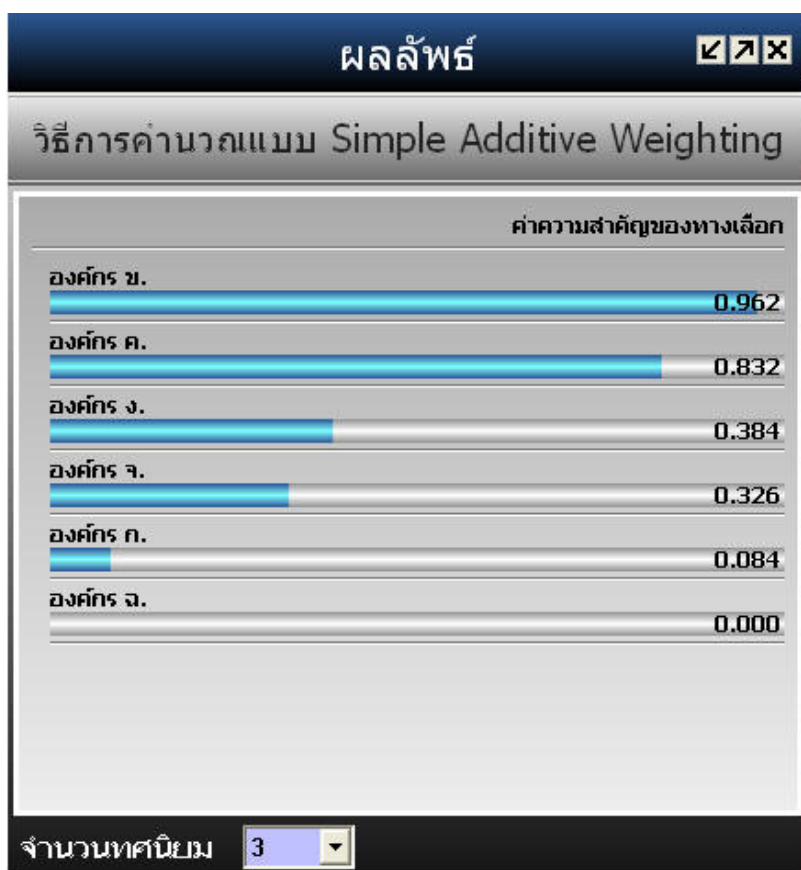
ค่า CR : 0.095

	จำนวน IP ที่ไม่ซ้ำกัน	จำนวน Session ที่เข้าเยี่ยมชม	จำนวนหน้าเว็บที่มีผู้ชม	จำนวนผู้เข้าชม	จำนวนผู้กลับเข้ามาชมอีก
จำนวน IP ที่ไม่ซ้ำกัน	1	1.051	0.500	1.637	1.237
จำนวน Session ที่เข้าเยี่ยมชม	0.951	1	1.190	0.519	1.765
จำนวนหน้าเว็บที่มีผู้ชม	1.999	0.841	1	1.091	0.495
จำนวนผู้เข้าชม	0.611	1.926	0.917	1	0.972
จำนวนผู้กลับเข้ามาชมอีก	0.808	0.566	2.022	1.029	1

รูปที่ 5-9 ตารางค่า E_{ij} แสดงค้ำหลักเกณฑ์ที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงสุดในการเปรียบเทียบความสำคัญของหลักเกณฑ์

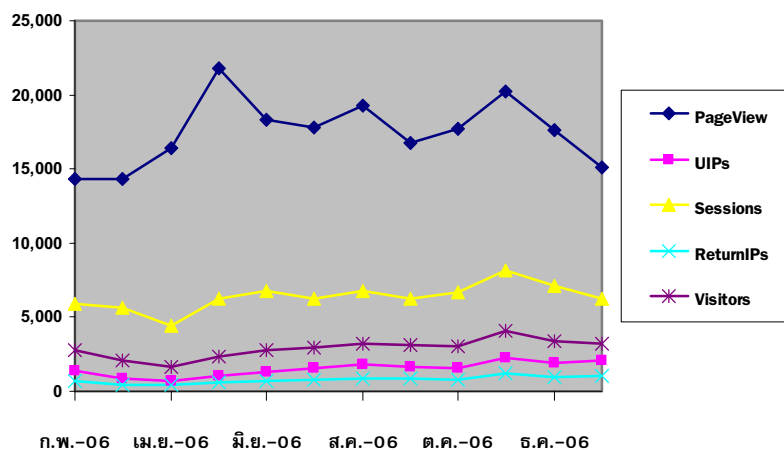
ผลของการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ พบว่า จำนวน Session ของการเยี่ยมชมเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้ร่วมตัดสินใจให้ความสำคัญสูงสุด รองลงมาคือจำนวนผู้กลับมาเยี่ยมชม จำนวนหน้าเว็บไซต์ จำนวน UIP และจำนวนผู้เข้าชมตามลำดับ (รูปที่ 5-9) ทั้งนี้ผู้ร่วมตัดสินใจมีวัตถุประสงค์ในการใช้ดัชนีนี้เพื่อประเมินผลและปรับปรุงเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาทางวิชาการ จึงให้ความสำคัญต่อเวลาที่ใช้ในการเข้าเยี่ยมชมมากกว่าจำนวนผู้เข้าชมซึ่งอาจเข้ามาตาม Link โดยไม่ได้ตั้งใจ

ผลของการคำนวณดัชนีรวมของการเข้าถึงข้อมูล พบว่า องค์กร ข. มีค่าดัชนีสูงสุด รองลงมาคือ องค์กร ค. ง. จ. ก. และ ฉ. ตามลำดับ การจัดอันดับนี้จะเปลี่ยนไปถ้าผู้ร่วมตัดสินใจใช้หลักเกณฑ์ หรือมีจุดเน้นในการปรับปรุงเว็บไซต์ที่แตกต่างจากกรณีศึกษานี้ (รูปที่ 5-10)

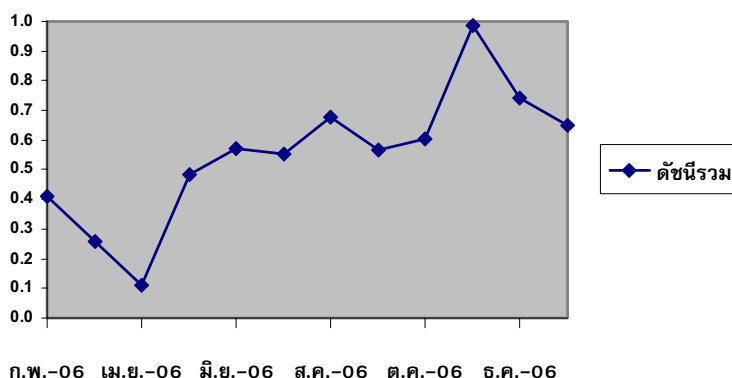


รูปที่ 5-10 ผลการคำนวณหาค่าดัชนีรวมแสดงการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์ขององค์กรในกรณีศึกษา

ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ได้จากกรณีศึกษานี้จะนำไปใช้ในการติดตามผล การเข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์เป็นรายวัน รายเดือน หรือรายปีได้หากสมาชิก “ทรูฮิต” มีข้อมูลที่ได้รับการ บันทึกอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานพอ ตัวอย่างในรูปที่ 5-11 เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าสถิติการเข้าถึง ข้อมูลในเว็บไซต์ของ ศวพท. ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึง มกราคม 2550 เมื่อเทียบกับค่า ดัชนีรวมของการเข้าถึงข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน (รูปที่ 5-12) จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีสูงขึ้นอย่าง ต่อเนื่องตั้งแต่เดือนเมษายน จนถึงพฤศจิกายน 2549 จากนั้นมีแนวโน้มลดลง ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง กับการจัดทำเว็บไซต์ได้ตระหนักถึงความต้องการในการปรับปรุงเนื้อหาของเว็บ เพื่อดึงดูดให้ สาธารณชนเข้าเยี่ยมชมข้อมูลข่าวสารเชิงวิชาการใหม่ที่น่าสนใจเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 5-11 สถิติการเข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ www.mcc.cmu.ac.th



รูปที่ 5-12 ดัชนีรวมของการเข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ www.mcc.cmu.ac.th

กรณีศึกษาที่ 2: การประยุกต์ใช้ รตส. ในการตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกร

หลักการและเหตุผล

ถึงแม้ว่ามีผู้นำวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบลำดับขั้น (AHP) ไปใช้ในวงการต่างๆ มากมาย (Vaidya and Kumar, 2006) แต่การนำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการหาทางเลือกที่เหมาะสมในทางการเกษตรมีจำกัด ทั้งๆ ที่ในทางทฤษฎีแล้ววิธีการ AHP เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ช่วยในกระบวนการตัดสินใจในประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งมีข้อจำกัดด้านข้อมูลที่ต้องการในวิธีการอื่นที่ใช้ในกระบวนการ ตัวอย่างเช่น ช่วยในการคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสม การจัดสรรเนื้อที่เพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ ในฟาร์ม และการเลือกวิธีการเกษตรกรรมที่เหมาะสม (Alphonse, 1997) อย่างไรก็ตาม บทความดังกล่าวเพียงแค่เสนอกรอบที่อาจเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ AHP ในทางการเกษตรแต่ไม่ได้มีกรณีศึกษาในการใช้งานจริง ดังนั้นกรณีศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้งานโปรแกรม รตส. ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นให้สามารถสื่อความหมายกับผู้ร่วมตัดสินใจที่มีประสบการณ์และความชำนาญในด้านต่างๆ ตั้งแต่ผู้ชำนาญการด้านวิชาการเฉพาะเรื่อง นักวิจัย นักพัฒนา ตลอดจนเกษตรกรผู้มีประสบการณ์ ในกรณีนี้จะเน้นผู้ร่วมตัดสินใจที่เป็นเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษ โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่

การจัดทำกรณีศึกษา

กรณีศึกษานี้เป็นการดำเนินการประชุมกลุ่มเกษตรกรเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์เพื่อเลือกปลูกผักปลอดสารพิษ (เมธีและคณะ 2550) มีการดำเนินการเป็น 2 ครั้ง ครั้งแรก มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูฝน และครั้งที่สองมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูแล้ง ซึ่งการประชุมกลุ่มทั้งสองครั้งใช้ห้องประชุมของสถานีวิจัยเกษตรหลวงประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้เข้าร่วมประชุมครั้งแรกประกอบด้วยเกษตรกรกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดสารพิษ อ.แมริม จ. เชียงใหม่ ซึ่งเป็นสมาชิกของโครงการผลิตผักปลอดสารพิษ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร จำนวน 12 ราย เป็นชาย 7 ราย และหญิง 5 ราย ส่วนในการประชุมกลุ่มครั้งที่สองผู้เข้าร่วมตัดสินใจเป็นเกษตรกรกลุ่มเดิมแต่จำนวน 7 ราย (เป็นชาย 4 ราย และหญิง 3 ราย) ทั้งสองครั้งมีทีมนักวิจัยจำนวน 4 คน จากโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการระยะที่ 2 ภาคเหนือตอนบน: ระบบการผลิต ความเสี่ยง และกลยุทธ์การ

ปรับตัวของประชากรในภาคเกษตร” เป็นผู้นำในการระดมความคิดเห็นร่วมกัน และมีผู้ช่วยนักวิจัยอีก 3 คนเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินการ

การประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจเป็นกิจกรรมลำดับแรก จากนั้นเป็นการระดมความคิดเห็นเพื่อกำหนดปัจจัยหรือหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจและทางเลือกของการตัดสินใจ เมื่อหลักเกณฑ์และทางเลือกที่ระดมความคิดเห็นได้มีจำนวนมากเกินไป ข้อมูลผลการระดมความคิดเห็นเหล่านี้จะถูกบันทึกไว้ในโปรแกรมระบบร่วมตัดสินใจ รตส. พร้อมบันทึกในฟลิปชาร์ตเพื่อการอ้างอิงตรวจสอบความถูกต้อง และให้รายละเอียดเพิ่มเติม ในกรณีที่มีหลักเกณฑ์/หลักเกณฑ์ย่อยและทางเลือกจำนวนมากซึ่งจะมีผลให้การประชุมกลุ่มใช้เวลายาวนานเกินไปจนอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของข้อมูลที่จะได้จากการประชุมกลุ่ม การดำเนินการประชุมกลุ่มได้ร่วมกันพิจารณาตัดปัจจัยหรือหลักเกณฑ์/หลักเกณฑ์ย่อยที่มีความสำคัญอยู่ในระดับต่ำออกไปเป็นลำดับจนเหลือจำนวนหลักเกณฑ์ในระดับที่จะทำให้การประชุมกลุ่มดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาตัดหลักเกณฑ์ที่เหลือ 6-7 หลักเกณฑ์ ส่วนการพิจารณาตัดหรือลดทางเลือกที่มีมากเกินไปให้น้อยลงโดยรวมทางเลือกที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน หรือตัดทางเลือกที่มีโอกาสถูกเลือกน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อพิจารณาจากหลักเกณฑ์ต่างๆ ออกไปจนเหลือจำนวนทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาตัดทางเลือกจนเหลือ 5-6 ทางเลือก

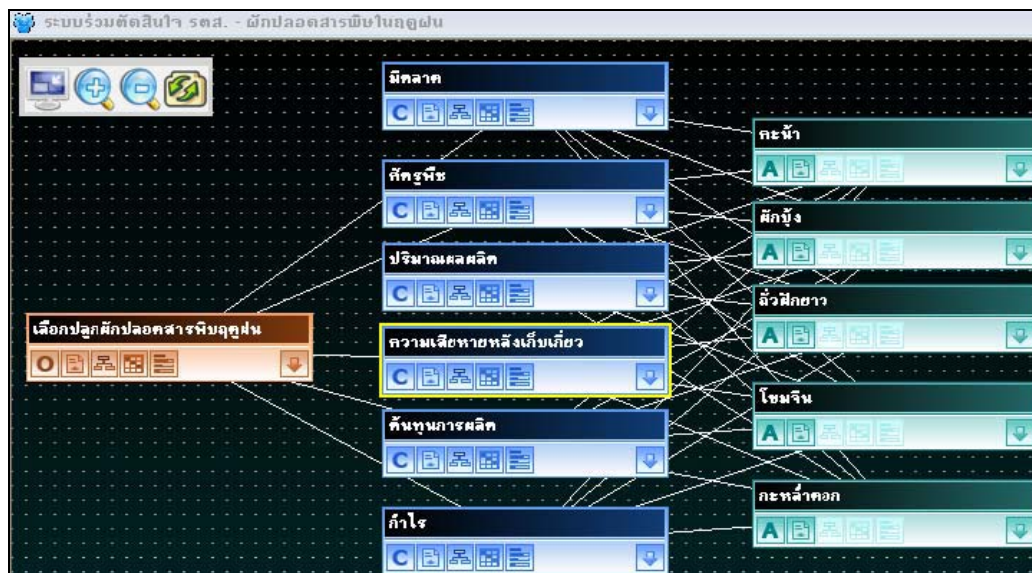
ลำดับต่อมาเป็นการระดมความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์และทางเลือกโดยการเปรียบเทียบทีละคู่ จากนั้นจึงทำการประเมินความคงเส้นคงวาของการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่หลักเกณฑ์/หลักเกณฑ์ย่อยโดยอาศัยโปรแกรม รตส. ตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วในบทที่ผ่านมา ที่ประชุมจะต้องปรับค่าน้ำหนักความสำคัญคู่กันๆ โดยพิจารณาจากข้อมูลและเหตุผลที่เป็นพื้นฐานสำหรับการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญคู่กันๆ อีกครั้ง ทำเช่นนี้จนครบคู่เปรียบเทียบที่เป็นต้นเหตุของความไม่คงเส้นคงวา แล้วคำนวณค่าดัชนีความคงเส้นคงวาใหม่ กระบวนการปรับค่าน้ำหนักความสำคัญนี้จะต้องดำเนินซ้ำ จนกว่าจะได้ความคงเส้นคงวาในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์/หลักเกณฑ์ย่อย และทางเลือกต่างๆ ในแต่ละหลักเกณฑ์จนครบทุกหลักเกณฑ์

เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วได้มีการนำเสนอผลการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกต่างๆ ในแต่ละหลักเกณฑ์ และน้ำหนักความสำคัญโดยรวมรวมของทางเลือกต่างๆ ให้กลุ่มเกษตรกรได้ทราบรวมทั้งมีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นต่อผลการวิเคราะห์ โดยแสดงผลผ่านโปรแกรมระบบร่วมตัดสินใจ รตส. ในรูปภาพและตัวเลขค่าน้ำหนักต่างๆ

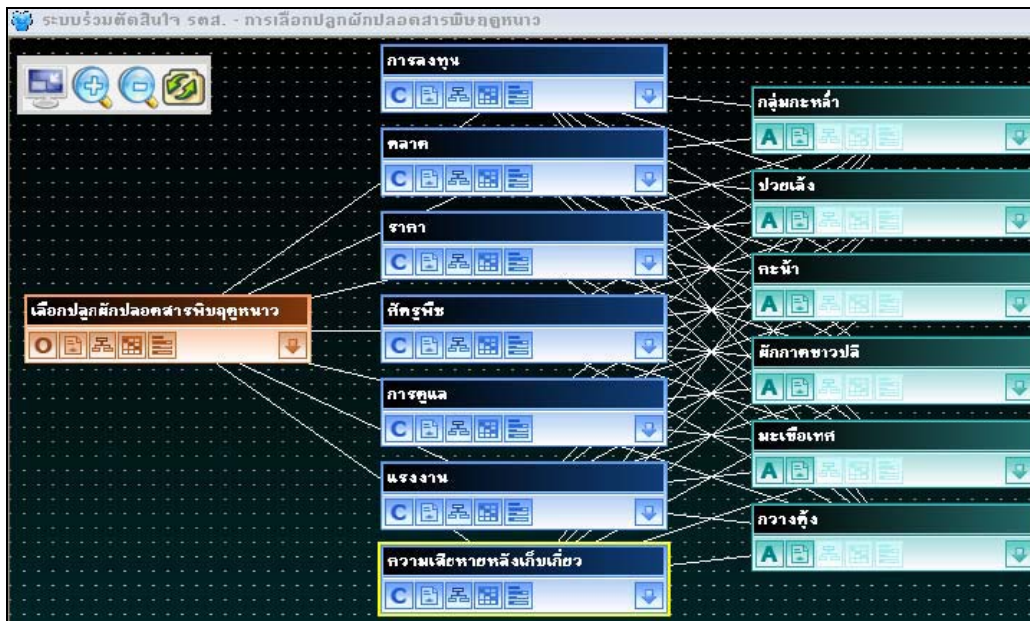
ผลการศึกษา

วัตถุประสงค์ หลักเกณฑ์ และทางเลือก

ผลจากการระดมความคิดเห็นเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ กลุ่มเกษตรกรเลือกวัตถุประสงค์เพื่อเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูฝนในการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 และเพื่อเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูหนาวในการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 สำหรับการระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจและทางเลือกนั้น ในเบื้องต้นกลุ่มเกษตรกรได้เสนอหลักเกณฑ์และทางเลือกจำนวนมาก ซึ่งหากพิจารณาทั้งหมดจะทำให้ใช้เวลาในการประชุมกลุ่มที่ยาวนานและส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ ที่ประชุมจึงพิจารณาปรับลดจำนวนหลักเกณฑ์และทางเลือกลงตามวิธีการที่กล่าวข้างต้น ทำให้เหลือหลักเกณฑ์และทางเลือกดังแสดงในรูปที่ 5-13 และ รูปที่ 5-14 สำหรับการเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูฝนและฤดูหนาวตามลำดับ



รูปที่ 5-13 โครงสร้างการตัดสินใจสำหรับการเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูฝน



รูปที่ 5-14 โครงสร้างการตัดสินใจสำหรับการเลือกปลูกผักปลอดสารพิษในฤดูหนาว

อนึ่ง ในการกำหนดหลักเกณฑ์นั้น ตามหลักการแล้วหลักเกณฑ์ต่างๆ จะต้องมีความชัดเจน ไม่คลุมเครือ หากหลักเกณฑ์ใดมีความคลุมเครือจะต้องจำแนกหลักเกณฑ์นั้นออกเป็นหลักเกณฑ์ย่อยเป็นลำดับชั้นลงไป จนหลักเกณฑ์ต่างๆ มีความชัดเจนตามความเห็นของที่ประชุมกลุ่ม (เมธีและคณะ, 2550) ผลจากการประชุมกลุ่มเกษตรกรพบว่า การจำแนกหลักเกณฑ์ออกเป็นหลักเกณฑ์ย่อยๆ ตามหลักการข้างต้นนั้นได้สร้างความสับสนและยุ่งยากในการระดมความคิดเห็นจากที่ประชุมกลุ่มเกษตรกร กล่าวคือ เมื่อมีหลักเกณฑ์ที่มีความคลุมเครือร่วมอยู่ด้วยที่ประชุมกลุ่มเกษตรกรประสบปัญหาในการให้น้ำหนักความสำคัญเป็นอย่างมาก เมื่อให้น้ำหนักความสำคัญแล้ว สมาชิกกลุ่มบางรายจะรู้สึกไม่เห็นด้วยหรือเห็นว่าไม่น่าจะเป็นลำดับความสำคัญที่ถูกต้องแต่ก็ไม่สามารถระบุได้ว่าที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร และเมื่อใช้ลำดับความสำคัญที่ระดมความคิดเห็นได้ไปคำนวณค่าความคงเส้นคงวาก็มักพบว่า ค่าความคงเส้นคงวาคำนวณได้มีค่าสูงกว่าระดับที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก และแม้ว่าจะมีการปรับปรุงการให้น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์เสียใหม่ ก็ยังขาดความคงเส้นคงวามาก ต้องใช้เวลาในการปรับค่าลำดับความสำคัญหลายครั้งกว่าจะเป็นที่ยอมรับได้ จึงได้ใช้วิธีการปรับหลักเกณฑ์ให้มีเพียงลำดับชั้นเดียว หลักเกณฑ์ใดที่มีความคลุมเครือที่ประชุมกลุ่มจะจำแนกหลักเกณฑ์ให้เป็นหลักเกณฑ์ย่อยแล้วใช้เป็นหลักเกณฑ์ทดแทนหลักเกณฑ์ที่คลุมเครือนั้น ซึ่งเมื่อดำเนินการได้ดังนี้ก็พบว่า การระดมความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้น้ำหนักความสำคัญแก่หลักเกณฑ์ต่างๆ เป็นไปอย่างราบรื่น กลุ่มเกษตรกรมีความมั่นใจในน้ำหนักความสำคัญที่ให้ และสามารถระบุค่าน้ำหนัก

ความสำคัญได้ง่ายขึ้น รวมทั้งลดความไม่มั่นใจในลำดับความสำคัญที่ให้หรือความเห็นที่ไม่ตรงกัน ออกไปได้เกือบทั้งหมด

น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

ผลการประชุมกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้ให้น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่กำหนดในการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 ในรอบแรกได้ค่าดัชนีความคงเส้นคงวา (CR) เท่ากับ 0.747 ซึ่งแสดงว่าการให้น้ำหนักความสำคัญยังขาดความคงเส้นคงวาเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักเกณฑ์ด้าน “กำไร” มีความกำกวมและซ้ำซ้อนกับหลักเกณฑ์ด้านต้นทุนการผลิตเป็นประเด็นสำคัญ จึงต้องระดมความคิดเห็นเพื่อปรับค่าน้ำหนักความสำคัญ

อนึ่ง ในทางปฏิบัติแล้ว ในบางครั้งเป็นการยากที่จะทราบว่าการเปรียบเทียบให้น้ำหนักความสำคัญคู่ใดบ้างที่ก่อให้เกิดความไม่คงเส้นคงวาหรือถ้าจะทราบก็จะต้องใช้เวลาในการตรวจสอบที่ยาวนาน นอกจากนี้ยังเป็นการยากที่จะทราบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญที่ให้ข้างต้นควรลดลงหรือเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดความคงเส้นคงวา ในการนี้ โปรแกรม รตส. ได้ช่วยให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง โดยนอกจากโปรแกรมจะช่วยคำนวณค่าดัชนีความคงเส้นคงวาแล้ว ยังระบุคู่การเปรียบเทียบที่ก่อให้เกิดความไม่คงเส้นคงวาพร้อมเสนอแนะค่าน้ำหนักความสำคัญที่ควรจะเป็นเพื่อให้กลุ่มเกษตรกรเลือกที่จะยอมรับการปรับค่าน้ำหนักความสำคัญตามที่เสนอแนะหรือระบุเป็นอย่างอื่น ซึ่งเมื่อนำข้อมูลจากโปรแกรม รตส. มาช่วยในการวิเคราะห์ในครั้งนี้ 1 กลุ่มเกษตรกรได้ทำการปรับค่าน้ำหนักความสำคัญจำนวน 6 ครั้งจึงได้ค่าความคงเส้นคงวาที่ยอมรับได้ (รูปที่ 5-15)

เลือกปลูกผักปลอดสารพิษฤดูฝน

จัดตาราง

กำหนดการแสดงผล

Epsilon

แสดงค่าถ่วงน้ำหนัก

ปรับแก้ค่าเมตริกซ์

ค่า CR : 0.077

	มัตลาด	ศัตรูพืช	ความเสียหายสิ่งแวดล้อม	ต้นทุนการผลิต	กำไร	ค่าความสำคัญ
มัตลาด	1	2	7	7	7	0.483
ศัตรูพืช	1/2	1	5	7	4	0.304
ความเสียหายสิ่งแวดล้อม	1/7	1/5	1	1	1/5	0.049
ต้นทุนการผลิต	1/7	1/7	1	1	1	0.061
กำไร	1/7	1/4	5	1	1	0.103

รูปที่ 5-15 ตัวอย่างเมตริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญของหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ครั้งที่ 1

การให้น้ำหนักความสำคัญแก่หลักเกณฑ์ในการดำเนินการวิเคราะห์ในครั้งนี้ 2 เป็นได้ รวบรวมกว่าครั้งที่ 1 เนื่องจากหลักเกณฑ์มีความชัดเจน นอกจากนี้ กลุ่มเกษตรกรเริ่มคุ้นเคยกับ ระบบการให้น้ำหนักความสำคัญขึ้นตามลำดับ แม้กระนั้นในการให้น้ำหนักเบื้องต้นก็เกิดความไม่ คงเส้นคงวขึ้นในระดับต่ำ ($CR = 0.107$) และเมื่อกลุ่มเกษตรกรทำการปรับปรุงการให้น้ำหนัก ความสำคัญใหม่เพียงรอบเดียวก็ได้ความคงเส้นคงวาที่ยอมรับได้ แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลคู่การ เปรียบเทียบที่ก่อให้เกิดความไม่คงเส้นคงวาพร้อมคำแนะนำน้ำหนักความสำคัญที่ควรจะเป็น จากโปรแกรม รตส. นี้ ทำให้กลุ่มเกษตรกรสามารถระดมความคิดเห็นที่มีทิศทางอันจะนำไปสู่ การปรับค่าน้ำหนักความสำคัญที่จะก่อให้เกิดความคงเส้นคงวาได้รวดเร็วขึ้น เป็นการ ประหยัดเวลาการประชุมกลุ่ม ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของข้อมูลการระดมความคิดเห็นของกลุ่มใน ท้ายที่สุดด้วย

น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์

เมื่อระดมความคิดเห็นเพื่อให้น้ำหนักความสำคัญแก่หลักเกณฑ์แล้ว ในลำดับถัดมาเป็นการ ระดมความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้น้ำหนักความสำคัญแก่ทางเลือกต่างๆ เมื่อ พิจารณาที่ละหลักเกณฑ์ ซึ่งในที่นี้มีหลักเกณฑ์ทั้งสิ้น 6 หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและ 7 หลักเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ครั้งที่สอง ดังนั้นจึงมีเมตริกซ์น้ำหนักความสำคัญที่ต้องระดมความ คิดเห็นในการวิเคราะห์แต่ละครั้งจะ 6-7 เมตริกซ์ แต่ละเมตริกซ์จะมีขนาดเท่ากับจำนวนชนิดของ ผักปลอดสารพิษที่กำหนดเป็นทางเลือก ซึ่งในครั้งที่ 1 มีจำนวน 5 ชนิด และครั้งที่ 2 มีจำนวน 6 ชนิด (ดูตัวอย่างเมตริกซ์น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกในรูปที่ 5-16)

มิตลาด							๔๖
จัดตาราง	กำหนดการแสดงผล	Epsilon	แสดงค่าถ่วงน้ำหนัก	ปรับแก้ค่าเมตริกซ์			
ค่า CR : 0.043							
	คะน้า	ผักบุ้ง	ถัวยาว	โหระพา	กะหล่ำดอก	ค่าความสำคัญ	
คะน้า	1	7	5	7	1	0.393	
ผักบุ้ง	1/7	1	1/3	1	1/7	0.047	
ถัวยาว	1/5	3	1	5	1/5	0.123	
โหระพา	1/7	1	1/5	1	1/7	0.044	
กะหล่ำดอก	1	7	5	7	1	0.393	

รูปที่ 5-16 ตัวอย่างเมตริกซ์น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกเมื่อพิจารณาเฉพาะหลักเกณฑ์ ความต้องการของตลาดในการวิเคราะห์ครั้งที่ 1

ผลการระดมความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างเพื่อให้คำแนะนำความสำคัญของทางเลือกตามหลักเกณฑ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง พบว่า เป็นไปอย่างราบรื่นและมีปัญหาการขาดความคงเส้นคงวาน้อยกว่าการให้น้ำหนักความสำคัญแก่หลักเกณฑ์ในทั้ง 2 ครั้งของการวิเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มเกษตรกรมีความรู้และคุ้นเคยกับทางเลือกเป็นอย่างดี สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการให้น้ำหนักความสำคัญได้อย่างมั่นใจ ยกเว้นการให้น้ำหนักความสำคัญทางเลือกต่างๆ ตามเกณฑ์ความเสียหายหลังเก็บเกี่ยวในฤดูฝนที่กลุ่มเกษตรกรมีความเข้าใจที่สับสน ทำให้ต้องปรับการให้น้ำหนักความสำคัญถึง 6 รอบจึงจะเกิดความคงเส้นคงวา แม้กระนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 และ 2 ก็พบว่า การให้น้ำหนักความสำคัญแก่ทางเลือกในการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 เป็นไปอย่างราบรื่นมากกว่า (การวิเคราะห์ครั้งแรกมีเมตริกซ์ที่ขาดความคงเส้นคงวา 3 ใน 6 เมตริกซ์เปรียบเทียบกับ 2 ใน 7 เมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์ครั้งที่ 2) และมีปัญหาความไม่คงเส้นคงวาน้อยกว่าการวิเคราะห์ครั้งแรก (CR สูงสุดเท่ากับ 0.421 เปรียบเทียบกับ 0.140 ในครั้งที่สอง) ทั้งนี้เนื่องจากในครั้งแรก หลักเกณฑ์ด้านกำไรและต้นทุนการผลิตมีความกำกวมกัน นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 นี้กลุ่มเกษตรกรคุ้นเคยกับวิธีการที่ใช้มากขึ้นเพราะเป็นเกษตรกรกลุ่มเดิม

ทางเลือกที่เหมาะสม

หลังจากการระดมความคิดเห็นเพื่อให้คำแนะนำความสำคัญแก่หลักเกณฑ์สิ้นสุดแล้ว โปรแกรมรสต.ได้รายงานผลการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกต่างๆ ในแต่ละหลักเกณฑ์ และน้ำหนักความสำคัญโดยรวมรวมที่ประเมินได้ของทางเลือกต่างๆ ทั้งในรูปกราฟและตัวเลขค่าน้ำหนักความสำคัญเพื่อประกอบการตัดสินใจ ผลการคำนวณค่าน้ำหนักชนิดต่างๆ ในตารางที่ 5-2 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มเกษตรกรที่ร่วมตัดสินใจให้ความสำคัญแก่หลักเกณฑ์ด้านการมีตลาดรองรับและราคาขายในทั้งสองฤดูกาลผลิต (ค่าน้ำหนักที่สูงแสดงว่าหลักเกณฑ์นั้นมีความสำคัญสูงกว่า หรือทางเลือกนั้นน่าตัดสินใจเลือกมากกว่า) โดยเฉพาะในฤดูหนาวนั้นกลุ่มเกษตรกรจะให้ความสำคัญแก่ราคาขายมากที่สุด (ตารางที่ 5-1) ทั้งนี้เนื่องจาก ในฤดูหนาวมีปริมาณการผลิตผักออกมามาก ทำให้ราคามักอยู่ในระดับต่ำและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่วนปัจจัยด้านศัตรูพืชและปริมาณผลผลิตนั้นกลุ่มเกษตรกรให้ความสำคัญในระดับสูงสำหรับการตัดสินใจเลือกปลูกผักในฤดูฝน (ค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.235 และ 0.227 ตามลำดับ) ซึ่งอธิบายได้ว่า การปลูกผักในฤดูฝนมีโรคและแมลงรบกวนมากกว่าในฤดูหนาว และปริมาณผลผลิตผักในฤดูฝนจะได้น้อยกว่าฤดูหนาว เกษตรกรจึงต้องให้ความสำคัญแก่ปริมาณผลผลิตผักที่จะได้ สำหรับการอ่านค่าน้ำหนักที่ประเมินของทางเลือกต่างๆ ในแต่ละหลักเกณฑ์ก็มีความหมายในทำนองเดียวกับน้ำหนักความสำคัญของ

หลักเกณฑ์ เช่น ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกปลูกผักในฤดูหนาวเมื่อพิจารณาด้านการลงทุน แล้ว ผักกาดกวางตุ้งน่าเลือกปลูกมากที่สุด (ค่าน้ำหนักที่ประเมินเท่ากับ 0.491) รองลงไปคือ คะน้า (ค่าน้ำหนักที่ประเมินเท่ากับ 0.218) และที่น่าเลือกปลูกน้อยที่สุดคือ กะหล่ำดอก (ค่าน้ำหนักที่ประเมินเท่ากับ 0.033 ซึ่งต่ำที่สุด)

ในกรณีศึกษานี้ได้มีการอภิปรายผลในกลุ่มเกษตรกรและตรวจสอบผลการคำนวณกับความเห็นของกลุ่มว่า ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญมีความสอดคล้องกับความเห็นของกลุ่มอย่างไร ผลการอภิปรายกลุ่มพบว่า กลุ่มเกษตรกรเห็นว่า ผลการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยและน้ำหนักที่ประเมินของทางเลือกต่างๆ ในแต่ละปัจจัยตามวิธีการวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์อยู่ในระดับที่น่าพอใจและมีเห็นสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่ได้ในทุกประการ มีเพียงผลการวิเคราะห์ในครั้งที่ 1 ที่หลักเกณฑ์มีความกำกวมทำให้กลุ่มเกษตรกรมีความสงสัยในค่าน้ำหนักความสำคัญที่คำนวณได้ แต่เมื่อผ่านการอภิปรายผลและการให้เหตุผลประกอบร่วมกับนักวิจัย ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวก็เป็นที่ยอมรับของกลุ่มเกษตรกร

สำหรับผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักรวมที่ประเมินได้ของทางเลือกต่างๆ ซึ่งเป็นผลการคำนวณขั้นสุดท้าย ซึ่งสรุปผลได้ว่า ผักปลอดสารพิษชนิดใด (ทางเลือกใด) เหมาะสมกับหลักเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดมากที่สุดและลำดับรองลงไป ผลการประเมินนี้แสดงในรูปที่ 5-17 ซึ่งให้ผลว่า กะหล่ำดอกและคะน้าเป็นทางเลือกการปลูกผักในฤดูฝนที่เหมาะสมตามเกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 6 ประการเป็นอันดับที่ 1 และ 2 ส่วนกลุ่มปวยเล้ง-ตั้งโอ้และกลุ่มกะหล่ำเป็นทางเลือกการปลูกผักในฤดูฝนที่เหมาะสมตามเกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 7 ประการเป็นอันดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

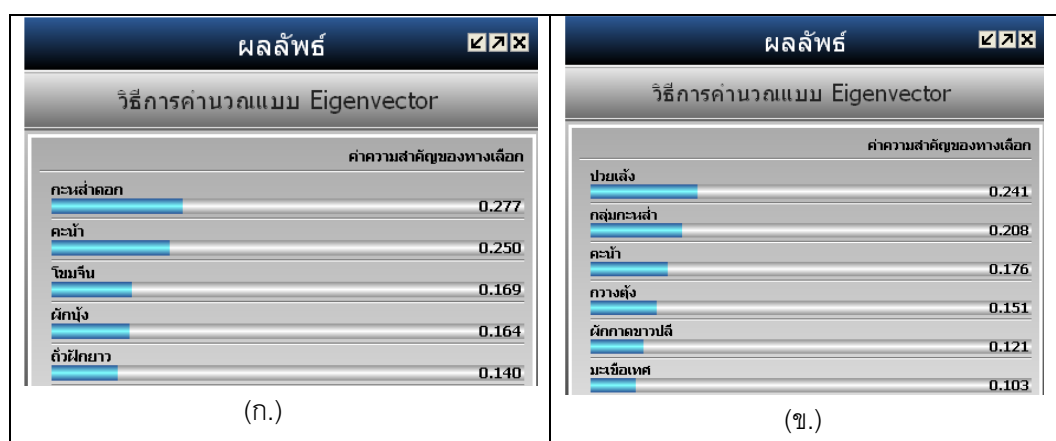
ตารางที่ 5-1 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักที่ประเมินของทางเลือกต่างๆ
ในแต่ละหลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์ในครั้งที่ 1 และ 2 ที่
คำนวณโดยโปรแกรมระบบรวมตัดสินใจ รตส.

การวิเคราะห์ครั้งที่ 1 (การปลูกผักในฤดูฝน)							การวิเคราะห์ครั้งที่ 2 (การปลูกผักในฤดูหนาว)							
เกณฑ์การตัดสินใจ		ทางเลือก *					เกณฑ์การตัดสินใจ		ทางเลือก **					
รายการ	Wt	1	2	3	4	5	รายการ	Wt	1	2	3	4	5	6
ตลาด	.356	.393	.047	.123	.044	.393	การลงทุน	.069	.061	.118	.218	.079	.491	.033
รองรับ														
ศัตรูพืช	.235	.070	.342	.206	.342	.040	ตลาด	.247	.437	.075	.170	.151	.034	.132
							รองรับ							
ปริมาณ	.227	.069	.330	.190	.376	.036	ราคาขาย	.342	.172	.420	.152	.135	.034	.087
ผลผลิต														
ความ	.101	.259	.101	.163	.086	.390	ความ	.052	.158	.041	.097	.191	.059	.455
เสียหาย							เสียหาย							
ต้นทุนการ	.046	.100	.348	.067	.447	.038	การดูแล	.160	.098	.221	.169	.076	.393	.043
ผลิต							รักษา							
กำไร	.035	.196	.111	.055	.120	.518	การใช้	.045	.097	.248	.208	.070	.302	.039
							แรงงาน							
							ศัตรูพืช	.086	.092	.392	.199	.068	.201	.050
Weighted Evaluation		.225	.174	.126	.186	.290	Weighted Evaluation		.207	.254	.167	.120	.151	.101

หมายเหตุ: * ในการวิเคราะห์ครั้งที่ 1: 1= ค่ะน้ำ 2 = ผักบุ้ง 3 = ถั่วฝักยาว 4 = ผักขมจีน และ 5 = กระหล่ำดอก

** ในการวิเคราะห์ครั้งที่ 2: 1 = กลุ่มกะหล่ำ 2 = กลุ่มปวยเล้ง-ตั้งโอ้ 3 = ค่ะน้ำ 4 = ผักกาดขาวปลี 5 = ผักกาดกวางตุ้ง และ 6 = มะเขือเทศ

Wt = น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์



รูปที่ 5-17 ผลการคำนวณค่าน้ำหนักโดยรวมของทางเลือกจากการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 และ 2 โดยใช้
โปรแกรม รตส.

ในกรณีศึกษานี้ยังได้ทดลองให้กลุ่มเกษตรกรประเมินด้วยความคิดเห็นของตนเอง โดยไม่ใช้กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นว่า ผักปลอดสารพิษชนิดใด (ทางเลือกใด) เหมาะสมในลำดับที่ 1 และ 2 ถ้าใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนด ผลการระดมความคิดเห็นส่วนนี้ ในฤดูฝนเกษตรกรกลุ่มหนึ่งเลือกปลูก ค่ะน้ำและกะหล่ำดอก ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเลือกกะหล่ำดอกและคะน้ำ ส่วนในฤดูหนาว กลุ่มเกษตรกรมีความเห็นแตกต่างกันมาก กล่าวคือบางกลุ่มเลือกกะหล่ำดอกและคะน้ำ อีกกลุ่มหนึ่งเลือกกลุ่มกะหล่ำและกลุ่มปวยเล้ง-ตั้งโอ้ และบางคนเลือกมะเขือเทศและกลุ่มกะหล่ำ หรือคะน้ำและผักกาดขาวดั่ง แสดงให้เห็นว่า การประเมินของเกษตรกรโดยไม่ใช้วิธีการวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์มีความใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์ เกษตรกรบางส่วนอาจเลือกให้ถูกต้องตรงกับผลการวิเคราะห์ เช่น ในกรณีการเลือกปลูกผักในฤดูฝนของเกษตรกรส่วนหนึ่ง (กลุ่มย่อยที่สอง) เมื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มเกษตรกรได้อภิปรายความคิดเห็นถึงผลการวิเคราะห์ที่ได้ข้างต้นนี้ กลุ่มเกษตรกรสามารถสรุปได้ว่า การประเมินตามความคิดเห็นของเกษตรกรโดยไม่ใช้กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นยังขาดความรอบคอบในการพิจารณาหลักเกณฑ์ต่างๆ อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะในด้านการให้น้ำหนักความสำคัญแก่เกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ซึ่งเกษตรกรไม่ได้ตระหนักมาก่อน กลุ่มเกษตรกรมีความเห็นร่วมกันว่า กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นนี้จะช่วยให้กลุ่มสามารถตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก

สรุป

กรณีศึกษานี้ได้นำกระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้น (AHP) และโปรแกรมสำเร็จรูประบบร่วมตัดสินใจ: รตส. มาประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อทดสอบขีดความสามารถในการสื่อความหมายกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในด้านการเกษตรที่ไม่ใช่นักวิชาการ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป รตส. ทำให้การดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ของวิธีการวิเคราะห์ในทางปฏิบัติในภาคสนามเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และโปรแกรมสำเร็จรูป รตส. ช่วยให้ผลการคำนวณและข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ได้ทันเวลาและอำนวยความสะดวกแก่การการวิเคราะห์ให้ได้ผลที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ การกำหนดหลักเกณฑ์ให้ชัดเจนและมีลำดับขั้นเพียงขั้นเดียวรวมทั้งความคุ้นเคยต่อวิธีการของกลุ่มเกษตรกรมีผลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์ในแง่ความถูกต้องและความรวดเร็วของการวิเคราะห์ นอกจากนี้ ผลการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ช่วยให้กลุ่มเกษตรกรเกิดความรอบคอบในการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วนมากขึ้น นอกจากนี้กลุ่มเกษตรกรยังมีความเห็นว่า กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นนี้มีประโยชน์ต่อการใช้งานเป็นอย่างมาก

กรณีศึกษาที่ 3: การประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อการเพาะปลูกพืชแบบหลายหลักเกณฑ์

หลักการและเหตุผล

การประเมินคุณภาพที่ดินในประเทศไทยอาศัยหลักการประเมินคุณสมบัติของที่ดินว่ามีคุณภาพในด้านสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่อพืชเพียงใด เมื่อเทียบกับความต้องการของพืช การจัดการแปลงปลูกพืช และวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์ที่ดินเพื่อความยั่งยืนของการผลิตในระยะยาว ดังนั้นการประเมินคุณภาพที่ดินจึงเป็นการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ แต่ละหลักเกณฑ์เป็นข้อมูลที่ผันแปรเชิงพื้นที่ตามชนิดของดิน ภูมิอากาศ รวมทั้งทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในระบบการผลิตพืชเป้าหมาย (Baja et al., 2002; Braimoh et al., 2004) การประเมินคุณภาพที่ดินในประเทศไทย (บัณฑิตและคำรณ, 2542; พันธุ์, 2547) อาศัยหลักการที่ปรับปรุงจากกรอบการประเมินของ FAO (1976) อย่างไรก็ตาม การประเมินในระดับจังหวัดหรือพื้นที่กว้างขวางกว่านี้จำเป็นต้องอาศัยการเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์เชิงพื้นที่ใน GIS นอกจากนี้ โปรแกรม รตส. ยังช่วยให้ผู้ประเมินร่วมกันกำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้และเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ ก่อนนำไปวิเคราะห์ดัชนีความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินด้วยโปรแกรม MCDA-GIS ต่อไป

การจัดทำโครงการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้ รตส. และ MCDA-GIS ในการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับการผลิตพืชที่มีความต้องการทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อมในการผลิตต่างกัน ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพดฤดูฝน และลำไย ขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 25,203 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และตากบางส่วน โครงการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยวินิจฉัยด้วยโปรแกรม รตส. และ (2) การประเมินคุณภาพที่ดินโดยใช้โปรแกรม MCDA-GIS

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญ

การกำหนดโครงสร้างการตัดสินใจดำเนินการโดยการประชุมเชิงปฏิบัติการของผู้มีประสบการณ์ในการประเมินคุณภาพที่ดินตามวิธีการ FAO และกรมพัฒนาที่ดิน โครงสร้างการตัดสินใจของการประเมินคุณภาพที่ดินทั้ง 3 พืชคล้ายคลึงกัน ตัวอย่างในรูปที่ 5-18 เป็นโครงสร้างการตัดสินใจอย่างเป็นลำดับขั้นของการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับการผลิตข้าวนาปี หลักเกณฑ์ที่กำหนดความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเป้าหมายประกอบด้วย 3 หลักเกณฑ์ คือ

1. หลักเกณฑ์ด้านการเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและผลผลิต ประกอบด้วย 7 หลักเกณฑ์ย่อยได้แก่

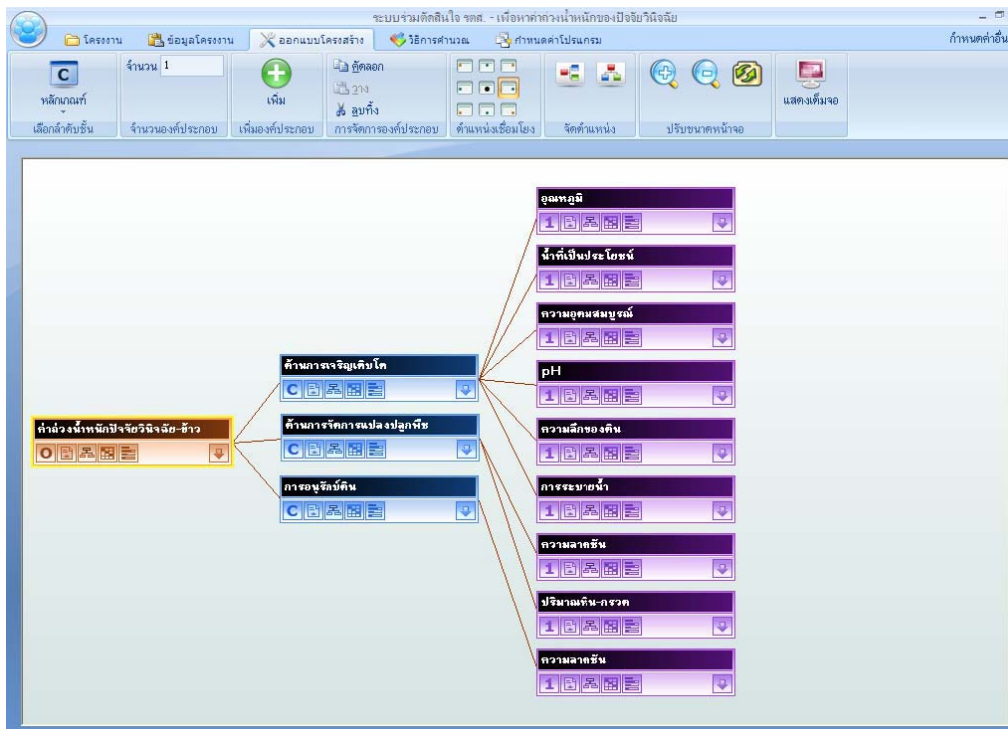
- อุณหภูมิ
- น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช
- ความลึกของดิน
- การระบายน้ำของดิน
- ความยากง่ายต่อการหยั่งราก
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน
- ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2. หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวกับการจัดการแปลงปลูกพืช ประกอบด้วย 2 หลักเกณฑ์ย่อย คือ ความลาดชันของพื้นที่ และ ปริมาณกรดและเศษหินในดิน

3. หลักเกณฑ์ที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ดิน ประเมินจากปริมาณการชะล้างพังทลาย ดินและไม่มีหลักเกณฑ์ย่อย

ถึงแม้โครงสร้างการตัดสินใจในการประเมินคุณภาพที่ดินของพืชทั้งสามประเภท คล้ายคลึงกัน แต่น้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์และหลักเกณฑ์ย่อยไม่เหมือนกัน สำหรับแต่ละพืช ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญเหล่านี้แยกกัน เริ่มจาก เปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์ก่อนแล้วจึงเปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์ย่อยโดยใช้โปรแกรม รตส.

ผลการวิเคราะห์ร่วมกันตามวิธีการ AHP (รูปที่ 5-18) ที่ประชุมให้คะแนนความสำคัญของ หลักเกณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนาปีมากที่สุด (0.637) รองลงมา เป็นหลักเกณฑ์ด้านการอนุรักษ์ดิน (0.258) และหลักเกณฑ์ด้านการจัดการแปลงปลูกสำคัญน้อย สุด (0.105) เมื่อพิจารณาหลักเกณฑ์ย่อยที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของข้าวนาปี (รูปที่ 5-19 และ 5-20ก) ผู้มีประสบการณ์ที่ร่วมตัดสินใจให้ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์มีค่าน้ำหนักความสำคัญ สูงสุด (0.476) รองลงมาได้แก่ การระบายน้ำ (0.289) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (0.103) pH (0.049) อุณหภูมิ (0.050) และความลึกของดิน (0.033) ตามลำดับ



รูปที่ 5-18 โครงสร้างการตัดสินใจของการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับการผลิตข้าวนาปี

สำหรับหลักเกณฑ์ย่อยด้านการจัดการแปลงปลูกพืช (รูปที่ 5-21ข) น้ำหนักความสำคัญของความลาดชันมีค่ามากกว่าปริมาณกรวดและเศษหินในดิน (0.75 เมื่อเทียบกับ 0.25)

ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยนิเวศ-ชีว				
ด้านการเจริญเติบโต <i>มีความสำคัญมากกว่าเป็นกลางเมื่อเทียบกับดิน</i> การอนุรักษ์ดิน				
จัดตาราง	กำหนดการแสดงผล	Epsilon	ขอบค่าถ่วงน้ำหนัก	ปรับค่าความสำคัญ
ค่า CR : 0.0332				
	ด้านการเจริญเติบโต	ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช	การอนุรักษ์ดิน	ค่าความสำคัญ
ด้านการเจริญเติบโต	1	3	5	0.6370
ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช	1/3	1	3	0.2583
การอนุรักษ์ดิน	1/5	1/3	1	0.1047

รูปที่ 5-19 การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับข้าวนาปี

ด้านการเจริญเติบโต

✖

✖

✖

อุดมภูมิ มีความสำคัญน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับ น้ำที่เป็นประโยชน์

จัดตาราง

กำหนดการแสดงผล

Epsilon

ซ่อนค่าถ่วงน้ำหนัก

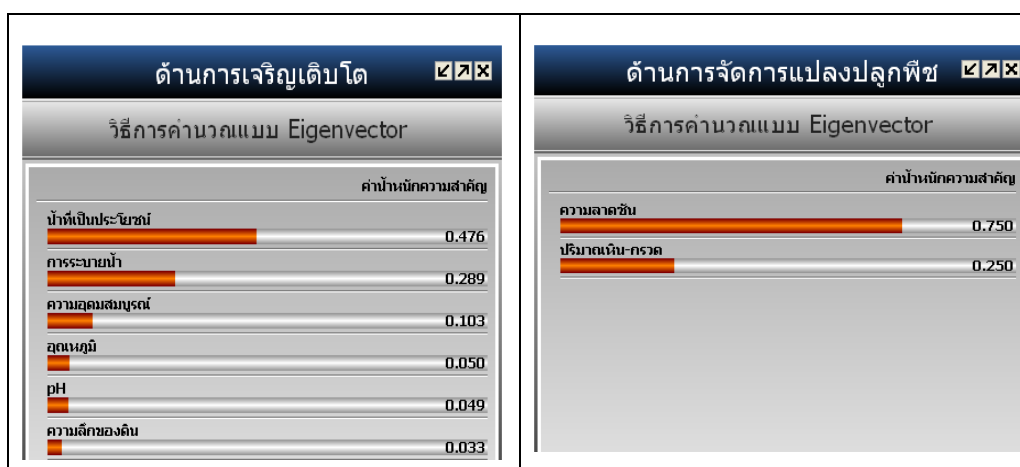
ปรับแก้ค่าเมตริกซ์

ค่า CR : 0.0547

ระดับค่าความสำคัญ

	อุดมภูมิ	ความอุดมสมบูรณ์	pH	น้ำที่เป็นประโยชน์	ความลึกของดิน	การระบายน้ำ	Weight
อุดมภูมิ	1	1/3	1	1/7	2	1/6	0.0497
ความอุดมสมบูรณ์	3	1	3	1/7	4	1/5	0.1034
pH	1	1/3	1	1/7	2	1/7	0.0486
น้ำที่เป็นประโยชน์	7	7	7	1	8	3	0.4762
ความลึกของดิน	1/2	1/4	1/2	1/8	1	1/7	0.0329
การระบายน้ำ	6	5	7	1/3	7	1	0.2892

รูปที่ 5-20 ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวนาปี



(ก)

(ข)

รูปที่ 5-21 ผลการวิเคราะห์ความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อย (ก) ด้านการเจริญเติบโตของพืช และ (ข) ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช สำหรับข้าวนาปี

ในกรณีของการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับปลูกข้าวโพดฤดูฝน ผลของการวิเคราะห์ของผู้ร่วมตัดสินใจในระดับหลักเกณฑ์ (รูปที่ 5-22) ให้น้ำหนักของความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิต เมื่อเทียบกับการจัดการพื้นที่ และการอนุรักษ์ดินเท่ากับ 0.731, 0.081 และ 0.188 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยแตกต่างจาก

กรณีของข้าวนาปี กล่าวคือในแง่การเจริญเติบโตของพืช (รูปที่ 5-23) ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ ได้มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด (0.365) รองลงมาได้แก่ การระบายน้ำ (0.289) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (0.136) ขึ้นการหยั่งราก (0.078) pH (0.058) ความลึกของดิน (0.038) และ อุณหภูมิ (0.035) ตามลำดับ

ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยวินิจฉัย-ข้าวโพด				
ด้านการเจริญเติบโต มีความสำคัญมากกว่าด้านการปลูกข้าว เมื่อเปรียบเทียบ ด้านการอนุรักษ์ดิน				
จัดตาราง	กำหนดการแสดงผล	Epsilon	ซ่อนค่าถ่วงน้ำหนัก	ปรับค่าความตริภักย์
ค่า CR = 0.0592 => (ค่าที่ควรเลือกในกรณีที่ไม่มีเงื่อนไข ควรจะได้ค่าอยู่ในระหว่าง 0 < 0.05)				
	ด้านการเจริญเติบโต	ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช	ด้านการอนุรักษ์ดิน	ค่าความสำคัญ
ด้านการเจริญเติบโต	1	7	5	0.7306
ด้านการจัดการแปลงปลูกพืช	1/7	1	1/3	0.0810
ด้านการอนุรักษ์ดิน	1/5	3	1	0.1884

รูปที่ 5-22 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพ ที่ดินสำหรับผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปลูกในฤดูฝน

ด้านการเจริญเติบโต	
วิธีการคำนวณแบบ Eigenvector	
	ค่าน้ำหนักความสำคัญ
การระบายน้ำ	0.365
น้ำที่ใช้ประโยชน์ได้	0.289
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.136
ขึ้นการหยั่งราก	0.078
pH	0.058
ความลึกของดิน	0.038
อุณหภูมิ	0.035

รูปที่ 5-23 ผลการวิเคราะห์ความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยด้านการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปลูกในฤดูฝน

ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์สำหรับประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับผลิตลำไย พบว่าหลักเกณฑ์ที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุดยังคงเป็นหลักเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและผลผลิต (0.761) รองลงมาเป็นหลักเกณฑ์ด้านการอนุรักษ์ดิน (0.166) และหลักเกณฑ์ด้านการจัดการแปลงปลูกสำคัญน้อยสุด (0.073) (รูปที่ 5-24) ส่วนในระดับหลักเกณฑ์ย่อยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของลำไย (5-25) น้ำที่พืชใช้ประโยชน์ มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด (0.374) รองลงมาได้แก่การระบายน้ำ (0.283) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (0.104) ความลึกของดิน (0.079) อุณหภูมิ (0.063) pH (0.059) และการหยั่งราก (0.037) ตามลำดับ

ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยวินิจฉัย-ลำไย				
ปัจจัยด้านการเจริญเติบโต <i>มีความสำคัญมากกว่าผลผลิตดินไผ่ได้ผล ถึง มาจากการอุดมมีอุปสรรคเพียงเล็กน้อย</i> ปัจจัยด้านการอนุรักษ์ดิน				
จัดตาราง	กำหนดการแสดงผล	Epsilon	ช้อนค่าถ่วงน้ำหนัก	ปรับแก้ค่าเฉลี่ย
ค่า CR : 0.06338 > α (ค่าที่ควรเลือกในขณะที่ยังไม่เหมาะสม ควรใช้ค่าอยู่ในระหว่าง 0 < 0.05)				
	ปัจจัยด้านการเจริญเติบโต	ปัจจัยด้านการจัดการแปลงปลูก	ปัจจัยด้านการอนุรักษ์ดิน	ค่าความสำคัญ
ปัจจัยด้านการเจริญเติบโต	1	6	8	0.7612
ปัจจัยด้านการจัดการแปลงปลูก	1/6	1	3	0.1662
ปัจจัยด้านการอนุรักษ์ดิน	1/8	1/3	1	0.0726

รูปที่ 5-24 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับผลิตลำไย

ปัจจัยด้านการเจริญเติบโต	
วิธีการคำนวณแบบ Eigenvector	
	ค่าน้ำหนักความสำคัญ
น้ำที่พืชใช้ประโยชน์	0.374
การระบายน้ำ	0.283
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	0.104
ความลึกของดิน	0.079
อุณหภูมิ	0.063
pH	0.059
การหยั่งราก	0.037

รูปที่ 5-25 ผลการวิเคราะห์ความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตลำไย

ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ย่อยทั้งหมดของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการ AHP ในโปรแกรม รตส. เพื่อนำมาใช้ในโปรแกรม MCDA-GIS สรุปไว้ในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยที่ใช้ประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับผลิตข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน และลำไย

หลักเกณฑ์	ข้าว	ข้าวโพด	ลำไย
อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงฤดูปลูก (องศาเซลเซียส)	0.032	0.026	-
อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงระหว่างออกดอก (องศาเซลเซียส)	-	-	0.048
ปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูปลูก (มิลลิเมตร)	0.303	0.211	0.285
ชั้นการระบายน้ำ	0.184	0.267	0.215
ชั้นความอุดมสมบูรณ์	0.066	0.100	0.080
ความลึกของดิน (เซนติเมตร)	0.021	0.028	0.060
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	0.031	0.042	0.045
ชั้นความลาดชัน	0.194	0.081	0.166
ชั้นการชะล้างพังทลาย	0.105	0.188	0.073
ชั้นปริมาณหิน-กรวด	0.065	-	-
ชั้นการหยั่งราก	-	0.057	0.028

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่

เมื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยใน รตส. แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการผลิตพืชเป้าหมายโดยใช้โปรแกรม MCDA-GIS ซึ่งได้รับการพัฒนาในโครงการวิจัยนี้ หลักการที่สำคัญคือโปรแกรม MCDA-GIS จะรับหลักเกณฑ์ย่อยและน้ำหนักความสำคัญจากโปรแกรม รตส. แล้วทำการประเมินคุณภาพที่ดินของแต่ละหน่วยแผนที่ โดยอาศัยฟังก์ชันฟัซซี่ ผู้ใช้เป็นผู้เลือกว่าแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยจะใช้ฟังก์ชันใด และจะต้องกำหนดพารามิเตอร์ที่จะใช้ในแต่ละฟังก์ชัน เพื่อปรับมาตรฐานค่าข้อมูลของแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยก่อนจะคำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดินผ่านเมนูของโปรแกรม MCDA-GIS พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์เป็นแผนที่

การเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่

โปรแกรม MCDA-GIS สามารถใช้ข้อมูลได้ทั้งในรูปแบบเวกเตอร์และราสเตอร์ ในกรณีศึกษาได้เลือกใช้ข้อมูลประเภทเวกเตอร์ โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ของแต่ละหลักเกณฑ์จะต้องได้รับการจัดเตรียมให้พร้อมก่อนการนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรมเพื่อประเมินคุณภาพที่ดินตามวัตถุประสงค์ในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนข้อมูลประกอบด้วย

ข้อมูลเชิงพื้นที่อุณหภูมิ: แต่ละชนิดพืชที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีช่วงเวลาการปลูกที่แตกต่างกัน ดังนั้น ข้อมูลเชิงพื้นที่อุณหภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์จึงมีความแตกต่างกันตามชนิดพืช กรณีของการปลูกข้าวนาปีและข้าวโพดต้นฤดูฝนใช้อุณหภูมิเฉลี่ย ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน และช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมตามลำดับ สำหรับกรณีของลำไยซึ่งเป็นพืชที่ต้องการความเย็นสะสมเพื่อการพัฒนาดอกในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ดังนั้น จึงใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่อุณหภูมิในช่วงเวลาดังกล่าวในการวิเคราะห์

ข้อมูลเชิงพื้นที่น้ำที่เป็นประโยชน์ : ประเมินได้จากค่าผลรวมปริมาณน้ำฝนที่เป็นประโยชน์ (Effective rainfall) ในช่วงฤดูปลูก (ชาญชัยและคณะ, 2548) สำหรับในพื้นที่เขตชลประทานให้มีค่าเท่ากับพิคัดสูงสุดของปริมาณน้ำฝนในชั้นความเหมาะสมมากที่สุดที่กำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน (บัณฑิตและคำรณ, 2542)

ข้อมูลเชิงพื้นที่คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน : หลักเกณฑ์ความลึกของดิน การระบายน้ำ ความยากง่ายในการหยั่งราก ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดชันของพื้นที่ และปริมาณกรวดและเศษหินในดิน สามารถสร้างขึ้นจากข้อมูลออร์ธาไรบายกลุ่มชุดดินซึ่งเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่กลุ่มชุดดิน (เมธีและคณะ, 2548)

ข้อมูลเชิงพื้นที่การชะล้างพังทลายดิน : เป็นชั้นข้อมูลที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในด้านการอนุรักษ์ ชั้นข้อมูลนี้ได้จากผลการวิเคราะห์ในรายงานของชาญชัยและคณะ (2548) ซึ่งเป็นแผนที่แสดงปริมาณการชะล้างพังทลายของดินมีหน่วยเป็น ตัน/ไร่/ปี

ข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยได้รับการจัดเตรียมไว้เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่แบบเวกเตอร์ นอกจากหลักเกณฑ์แล้ว การวิเคราะห์ในครั้งนี้ได้กำหนดข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัดไว้ 2 ชั้นข้อมูล ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ที่ไม่ใช่ดิน ได้แก่ แหล่งน้ำ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (slope complex) ซึ่งไม่มีข้อมูลดินสำหรับทำการประเมิน

การทำงานของระบบวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่เริ่มต้นด้วยการกำหนดวัตถุประสงค์และหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจด้วยระบบ รตส. จากนั้นการทำงานของระบบถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ การจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ การกำหนดรายละเอียดการวิเคราะห์ การ

รูปข้อเขียนข้อมูลแหล่งที่ : L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector\LandSuit\TestFunction_18May08\Rice\VectorOutput\ShpFuzz\FuzzyFinal.shp

วิธีการตัดสินใจ : ☒ SAW ☐ TOPSIS

เลือกแบบจำลองเพื่อปรับค่ามาตรฐาน		
ชื่อหลักเกณฑ์	แบบจำลองปรับค่ามาตรฐาน	ตำแหน่งข้อมูลที่ใช้ปรับค่ามาตรฐานแล้ว
อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงฤดูปลูก	เส้นโค้งระฆังคว่ำแบบ...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์	เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ชั้นการระบายน้ำ	เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ชั้นความอุดมสมบูรณ์	เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ความลึกของดิน	เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ความแตกต่างของดิน	เส้นโค้งระฆังคว่ำแบบ...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ชั้นความลาดชัน	เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ชั้นการชะล้างพังทลาย	เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...
ชั้นปริมาณดิน-กรวด	เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้น...	L:\AHP\ProgramExample\NewFuzzyVector...

แบบจำลองที่ใช้ปรับค่ามาตรฐาน

ค่าดัชนี

กำหนดค่าที่ใช้คำนวณ

เลือกแบบจำลอง

เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้นสำคัญ

เส้นตรง แบบยิ่งมากขึ้นไม่สำคัญ

แบบเหลี่ยมคงที่

แบบสามเหลี่ยม

เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้นสำคัญ

เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้นไม่สำคัญ

เส้นโค้งระฆังคว่ำ แบบสมมาตร

เส้นโค้งระฆังคว่ำแบบไม่สมมาตร

☐ J-Shaped ☒ Sigmoidal

เลือกเกณฑ์ อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงฤดูปลูก (องศาเซลเซียส)

a: 20 b: 22 c: 30 d: 33 ค่าต่ำสุด: 0.00 ค่าสูงสุด: 26.60

คำนวณ

เส้นโค้งระฆังคว่ำแบบสมมาตร : Sigmoidal

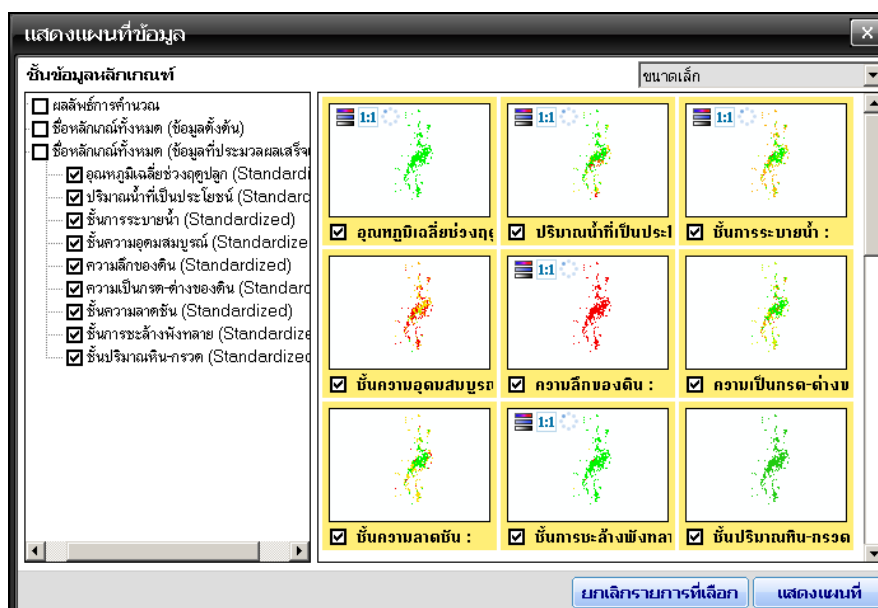
ปรับค่ามาตรฐาน

รูปที่ 5-27 ตัวอย่างการกำหนดแบบจำลองและพารามิเตอร์สำหรับปรับมาตรฐานชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์ในโปรแกรม MCDA-GIS เพื่อการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกข้าว

ตาราง 5-3 ค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันที่ใช้ในการปรับค่าชั้นข้อมูลให้เป็นค่าระดับความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยในการผลิตข้าวนาปี

หลักเกณฑ์	แบบจำลอง*	ค่าคงที่			
		a	b	c	d
อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงฤดูปลูก	8	20	22	30	33
ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์	5	350	650	-	-
ชั้นการระบายน้ำ	2	-	-	3	6
ชั้นความอุดมสมบูรณ์	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	2	-	-	25	50
ความแตกต่างของดิน	8	4	5.6	7.3	8.4
ชั้นความลาดชัน	2	-	-	1	3
ชั้นการชะล้างพังทลาย	6	-	-	2	12
ชั้นปริมาณดิน-กรวด	2	-	-	1	4

หมายเหตุ: Model* 1 = เส้นตรง ยิ่งมากขึ้นสำคัญ; 2 = เส้นตรง ยิ่งมากขึ้นไม่สำคัญ; 3 = เส้นตรง แบบสามเหลี่ยม; 4 = เส้นตรง แบบเหลี่ยมคงที่; 5 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้นสำคัญ J-shaped; 6 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้นไม่สำคัญ J-shaped; 7 = เส้นโค้ง ระฆังคว่ำแบบสมมาตร J-shaped; 8 = เส้นโค้ง ระฆังคว่ำกว้างแบบสมมาตร J-shaped; 9 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้นสำคัญ Sigmoidal; 10 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากขึ้นไม่สำคัญ Sigmoidal; 11 = เส้นโค้ง ระฆังคว่ำแบบสมมาตร Sigmoidal

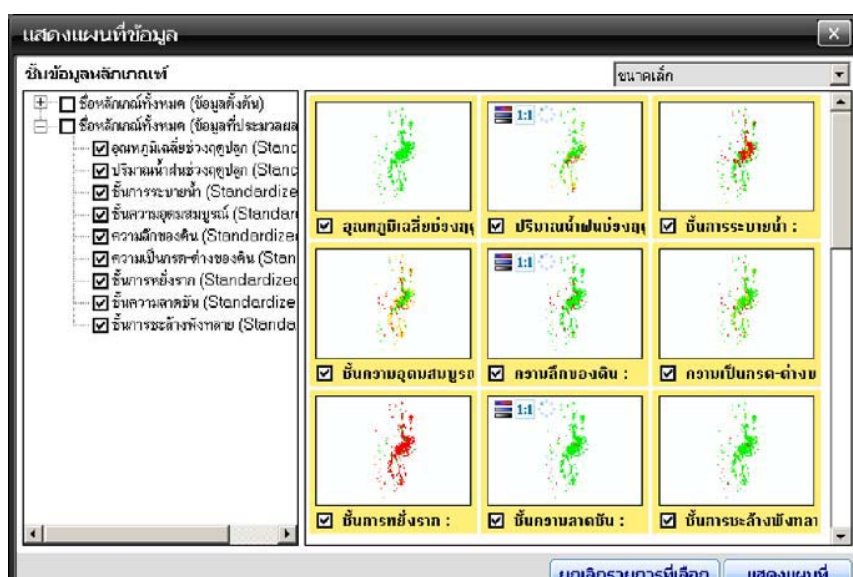


รูปที่ 5-28 แสดงแผนที่ที่ปรับมาตรฐานสำหรับหลักเกณฑ์ย่อยการผลิตข้าวนาปี

ตาราง 5-4 ค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันที่ใช้ในการปรับค่าชั้นข้อมูลให้เป็นค่าระดับความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน

หลักเกณฑ์	แบบจำลอง*	ค่าคงที่			
		a	b	c	d
อุณหภูมิ	8	16	24	30	35
ปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูปลูก	5	200	400	-	-
ชั้นการระบายน้ำ	1	2	5	-	-
ชั้นความอุดมสมบูรณ์	1	1	3	-	-
ความลึกของดิน	5	25	100	-	-
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	8	4	5.1	7.3	8.4
ชั้นการหยั่งราก	6	-	-	2	4
ชั้นความลาดชัน	2	-	-	3	5
ชั้นการชะล้างพังทลาย	2	-	-	2	4

หมายเหตุ: Model* 1 = เส้นตรง ยิ่งมากยิ่งสำคัญ; 2 = เส้นตรง ยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ; 3 = เส้นตรง แบบสามเหลี่ยม; 4 = เส้นตรง แบบเหลี่ยมคางหมู; 5 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งสำคัญ J-shaped; 6 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ J-shaped; 7 = เส้นโค้ง ระฆังคว่ำแบบสมมาตร J-shaped; 8 = เส้นโค้ง ระฆังคว่ำกว้างแบบสมมาตร J-shaped; 9 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งสำคัญ Sigmoidal; 10 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ Sigmoidal; 11 = เส้นโค้ง ระฆังคว่ำแบบสมมาตร Sigmoidal

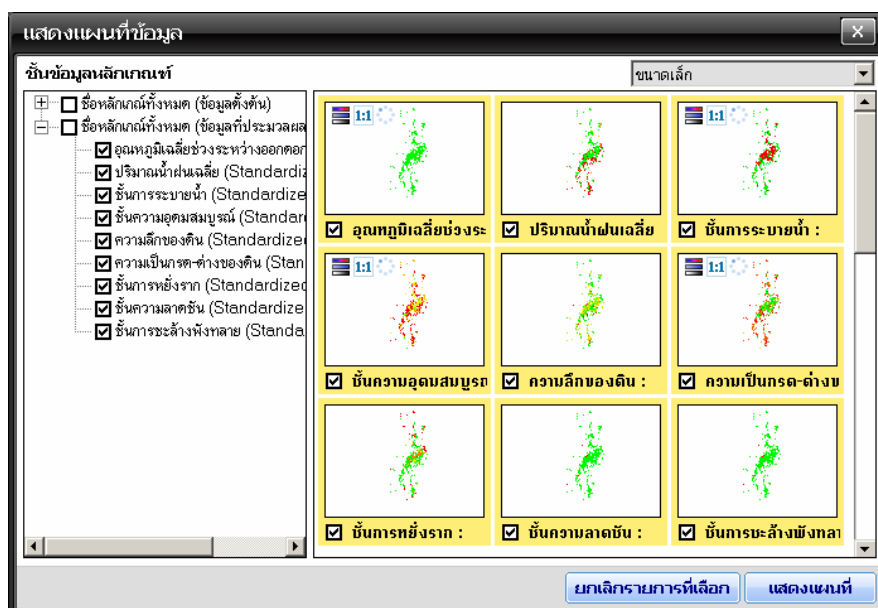


รูปที่ 5-29 แสดงแผนที่ที่ปรับมาตรฐานสำหรับหลักเกณฑ์ย่อยการผลิตข้าวโพด

ตาราง 5-5 ค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันที่ใช้ในการปรับค่าชั้นข้อมูลให้เป็นค่าระดับความเหมาะสมของที่ดินสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์ย่อยในการผลิตลำไย

หลักเกณฑ์	แบบจำลอง*	ค่าคงที่			
		a	b	c	d
อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงระหว่างออกดอก	8	13	20	25	35
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	5	1000	1400	-	-
ชั้นการระบายน้ำ	1	2	4	-	-
ชั้นความอุดมสมบูรณ์	1	1	4	-	-
ความลึกของดิน	5	50	150	-	-
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	8	4.5	6.1	7.3	8.4
ชั้นความลาดชัน	2	-	-	3	5
ชั้นการชะล้างพังทลาย	2	-	-	3	5
ชั้นการยัก	2	-	-	2	4

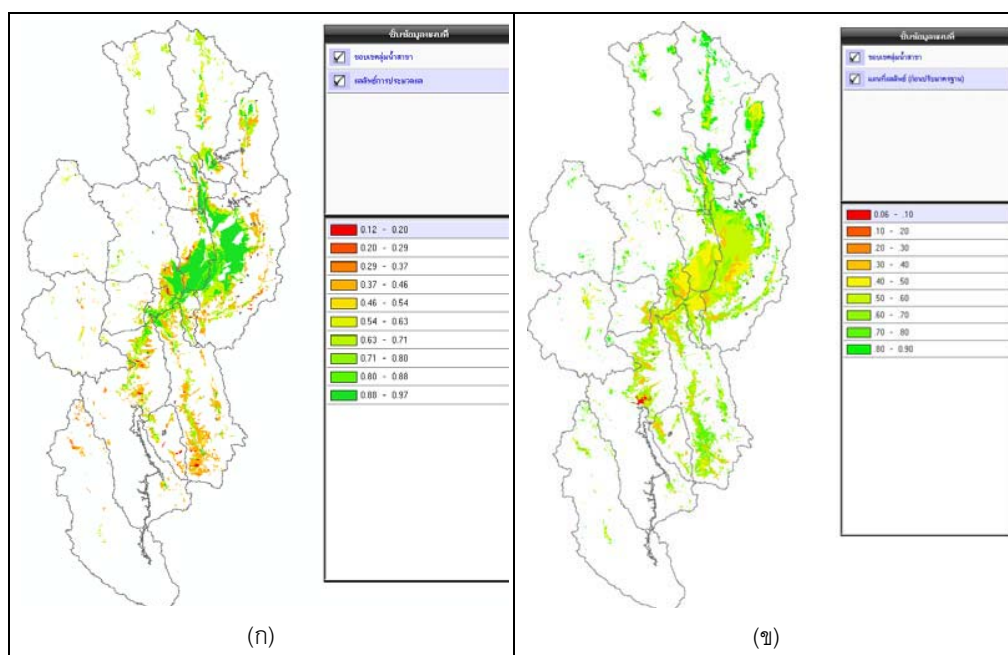
หมายเหตุ: Model* 1 = เส้นตรง ยิ่งมากยิ่งสำคัญ; 2 = เส้นตรง ยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ; 3 = เส้นตรง แบบสามเหลี่ยม; 4 = เส้นตรง แบบเหลี่ยม
 คาบง; 5 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งสำคัญ J-shaped; 6 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ J-shaped; 7 = เส้นโค้ง ระวัง
 คว้าแบบสมมาตร J-shaped; 8 = เส้นโค้ง ระวังคว่ำกว้างแบบสมมาตร J-shaped; 9 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งสำคัญ
 Sigmoidal; 10 = เส้นโค้ง แบบยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ Sigmoidal; 11 = เส้นโค้ง ระวังคว่ำแบบสมมาตร Sigmoidal



รูปที่ 5-30 แสดงแผนที่ที่ปรับมาตรฐานสำหรับหลักเกณฑ์ย่อยการผลิตลำไย

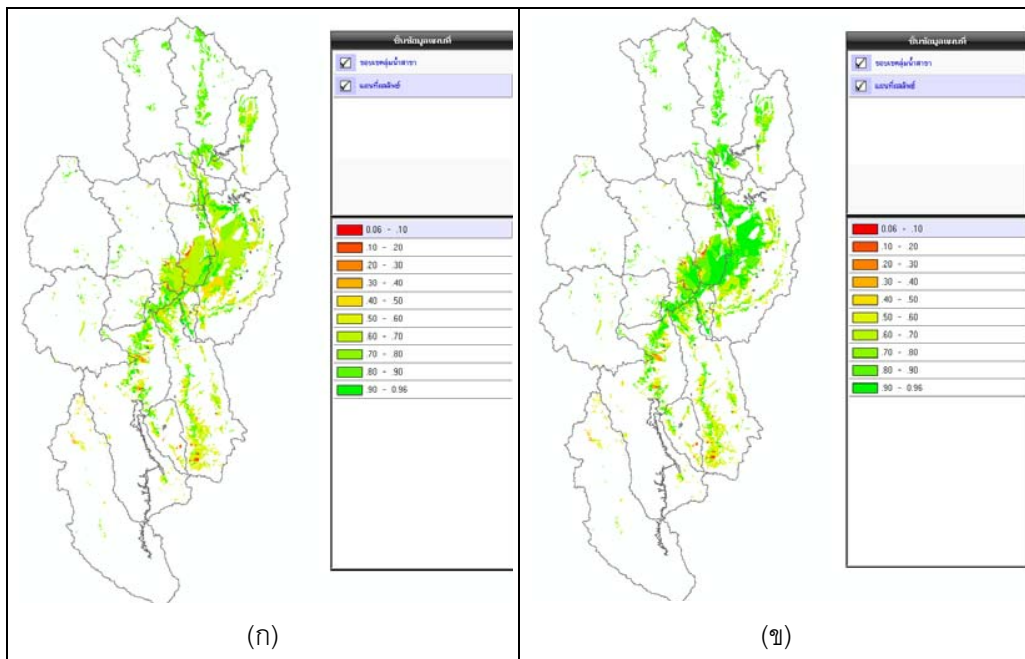
ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อการปลูกพืช 3 ชนิดตามวัตถุประสงค์ของกรณีศึกษา พบว่า โปรแกรมสามารถตอบสนองต่อการใช้งานการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี กล่าวคือโปรแกรมสามารถเชื่อมโยงกับโปรแกรม รตส. โดยรับข้อมูลโครงสร้างการตัดสินใจและค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์อย่างมีเหตุผล สามารถเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงพื้นที่ในระบบภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อการปลูกข้าวนาปี (รูปที่ 5-31ก) และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน (รูปที่ 5-31ข) แสดงให้เห็นความสอดคล้องกับสภาพการเพาะปลูกจริงในพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวส่วนใหญ่ปรากฏในพื้นที่ราบลุ่มเขตชลประทานของลุ่มน้ำปิงตอนบน ในขณะที่การปลูกข้าวโพดมีข้อจำกัดในด้านการระบายน้ำของดิน ทำให้ความเหมาะสมของที่ดินในพื้นที่ราบลุ่มมีดัชนีความเหมาะสมที่น้อยกว่า ขณะที่พื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในบริเวณที่ดอนอาศัยน้ำฝน



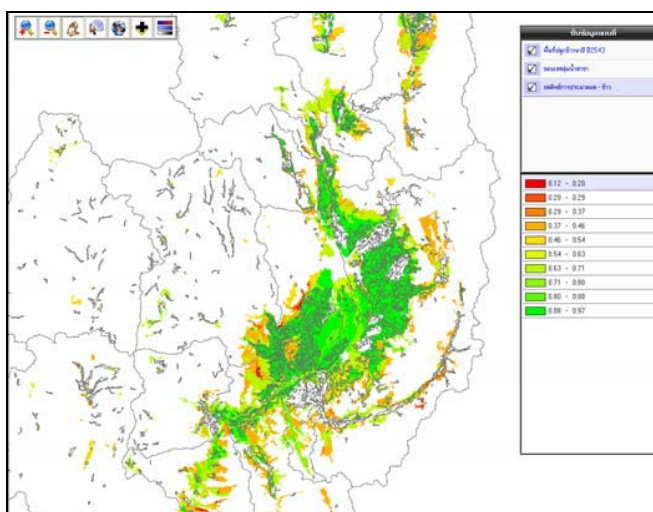
รูปที่ 5-31 ดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อผลิต (ก) ข้าวนาปี และ (ข) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝน

สำหรับกรณีของลำไย ได้เปรียบเทียบผลการประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์จากความเห็นของที่ประชุมเชิงปฏิบัติการ (รูปที่ 5-32ก) กับผลการประเมินที่ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของหลักเกณฑ์ด้านการระบายน้ำออกโดยสมมติว่าเกษตรกรสามารถลงทุนในการจัดการแปลงเพื่อขจัดปัญหาด้านระบายน้ำได้โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ขึ้นการระบายน้ำของลำไย ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงการตอบสนองต่อการลดหลักเกณฑ์ด้านการระบายน้ำและค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ย่อยที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างสมเหตุผล กล่าวคือดัชนีความเหมาะสมสำหรับการปลูกลำไยในบริเวณที่ราบลุ่มที่มีค่าสูงขึ้น (รูปที่ 5-32ข)

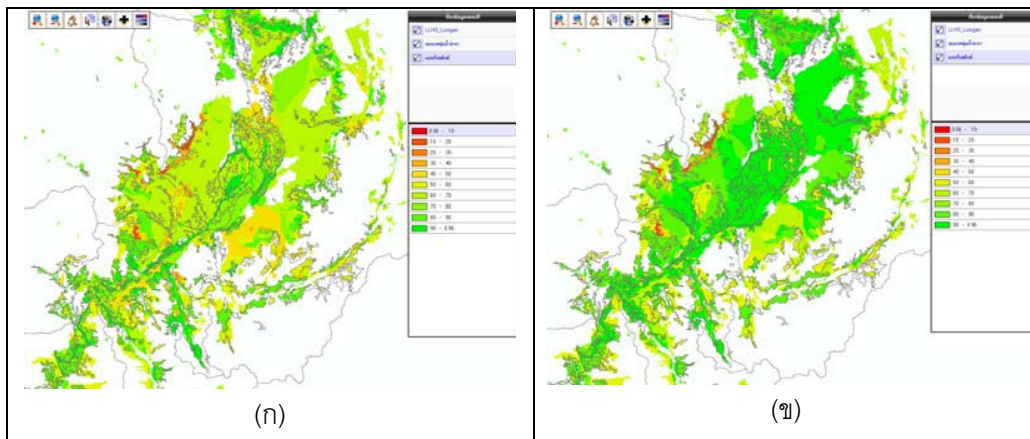


รูปที่ 5-32 ดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อผลิตลำไย (ก) และลำไยที่ปรับการระบายน้ำของดินเป็นหลักเกณฑ์ในการประเมิน (ข)

หลังจากที่ได้ทำการประเมินคุณภาพที่ดินเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการตรวจสอบพื้นที่ผลลัพธ์จากการประเมินเทียบกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2543 พบว่าพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในปี 2543 อยู่บนที่ดินที่มีดัชนีความเหมาะสมมากกว่า 0.7 (รูปที่ 5-33) เช่นเดียวกับลำไยที่พบว่าแหล่งปลูกลำไยในปี 2543 อยู่ในบริเวณที่มีดัชนีความเหมาะสมมากกว่า 0.7 โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับแผนที่ดัชนีความเหมาะสมที่ไม่ได้พิจารณาการระบายน้ำเป็นหลักเกณฑ์ในการประเมิน(รูปที่ 5-34ข)



รูปที่ 5-33 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมสำหรับข้าวนาปีเทียบกับพื้นที่ปลูกข้าวนาปี ปี 2543



รูปที่ 5-34 แผนที่ดัชนีความเหมาะสมสำหรับลำไย (ก) และลำไยเมื่อมีการจัดการการระบายน้ำ (ข) เมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกลำไย ปี 2543

สรุป

ในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ จำนวนทางเลือก มักมีจำนวนมากมหาศาลเกินกว่าที่จะทำการเปรียบเทียบกันทีละคู่ตามวิธีการ AHP ที่ใช้กันปกติ ดังนั้นการบูรณาการระหว่างหลักการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์และระบบภูมิสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การวางแผนการใช้ที่ดินระดับลุ่มน้ำหรือจังหวัดมีประสิทธิภาพขึ้น กรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรม MCDA-GIS และ รตส. ที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้สามารถทำงานร่วมกันเพื่อกำหนดโครงสร้างการตัดสินใจ จัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ และวิเคราะห์การตัดสินใจได้ดีในการจัดระดับความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการผลิตพืชในลุ่มน้ำปิงตอนบนซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 25,203 ตร.กม. การประเมินคุณภาพที่ดินเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์จำนวนมากที่มีช่วงค่าและหน่วยวัดแตกต่างกัน การวิเคราะห์การตัดสินใจ ประกอบด้วยการปรับเทียบค่ามาตรฐานและการรวมหลักเกณฑ์เข้าด้วยกัน ซึ่งใช้เวลานานและอาจเกิดการผิดพลาดได้ง่ายถ้าดำเนินการทีละขั้นตอนในระบบภูมิสารสนเทศ การทดสอบ MCDA-GIS กับการประเมินคุณภาพที่ดินจึงแสดงให้เห็นอย่างดีว่าโปรแกรมนี้สามารถวิเคราะห์พื้นที่ขนาดใหญ่และมีโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อนได้ ผลลัพธ์ที่ได้ยังสอดคล้องกับความเป็นจริงระดับหนึ่ง ความถูกต้องของผลลัพธ์ในการประเมินคุณภาพที่ดินย่อมขึ้นกับความถูกต้องของข้อมูลและองค์ความรู้ด้านดินและความต้องการของพืชในแง่คุณภาพที่ดิน ซึ่งกำลังดำเนินการปรับปรุงโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โปรแกรมนี้อาจเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การตัดสินใจปลูกพืชเศรษฐกิจมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

กรณีศึกษาที่ 4: การคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาในนาข้าว

หลักการและเหตุผล

การเลี้ยงปลาในนาข้าวเป็นอาชีพเสริมที่ได้ปฏิบัติกันหลายพื้นที่ ซึ่งสามารถเพิ่มผลิตภาพของที่ดินในการผลิตอาหารและรายได้แก่เกษตรกร พื้นที่หนึ่งๆจะเหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์เพื่อเลี้ยงปลาในนาข้าวมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความต้องการในด้านคุณภาพที่ดินของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเลี้ยงปลาในนาข้าว ซึ่งประมวลได้จากองค์ความรู้และประสบการณ์ของผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ และมีวิธีการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และการจัดลำดับความสำคัญของหน่วยที่ดินจำนวนมากหากพื้นที่เป้าหมายมีขนาดใหญ่ การหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลาในนาข้าวจึงเป็นกรณีศึกษาที่เหมาะสมกับการทดสอบวิธีวิเคราะห์การตัดสินใจในโปรแกรม MCDA-GIS

การจัดโครงสร้างการตัดสินใจตลอดจนการหาความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจได้จากการศึกษาก่อนหน้านี้ในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรในจังหวัดอุบลราชธานี (เมธี และคณะ, 2539) อย่างไรก็ตาม พื้นที่เป้าหมายในกรณีศึกษาในครั้งนี้ครอบคลุมจังหวัดเชียงราย และได้ใช้วิธีการปรับค่ามาตรฐานของชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์ใหม่ รวมทั้งใช้กติกาในการจัดลำดับความสำคัญของหน่วยที่ดินแบบ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) การทำงานทั้งหมดใช้ชั้นข้อมูลประเภทราสเตอร์

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญ

การกำหนดข้อจำกัดและปัจจัยที่กำหนดความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการเลี้ยงปลาในนาข้าว ได้จากการประชุมกลุ่มแบบมีส่วนร่วมหลายครั้ง (เมธี และคณะ, 2539) กลุ่มผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วย ผู้มีประสบการณ์ด้านวิชาการและการพัฒนา ได้แก่ นักวิชาการประมง นักวิชาการเกษตร นักพัฒนาจากองค์กรเอกชน นักส่งเสริมการเกษตร และเจ้าหน้าที่สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ และผู้ปฏิบัติงานด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ การประชุมเริ่มด้วยการทำความเข้าใจกับผู้ร่วมวิเคราะห์เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกพื้นที่ และหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ จากนั้นจึงระดมความคิดและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างผู้ร่วมประชุมเกี่ยวกับปัจจัยและข้อจำกัด ทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ และเศรษฐกิจและสังคม ที่มีส่วนในการกำหนดระดับความเหมาะสม ปัจจัย และข้อจำกัด ที่ได้จากการกำหนดร่วมกันของที่ประชุม แสดงไว้ในตารางที่ 5-6 และข้อจำกัดในตารางที่ 5-7 สำหรับค่าถ่วงน้ำหนักตามที่ประชุมแสดงดังตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-6 หลักเกณฑ์และกรรมวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

	หลักเกณฑ์	แหล่งข้อมูล	กรรมวิธีใน GIS
1.	ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน	แผนที่ชุดดิน	เรียกใช้ข้อมูลการระบายน้ำจากตารางอัตราธิบาย
2.	คุณภาพน้ำ	แผนที่ชุดดิน	เรียกใช้ข้อมูลปริมาณดินเหนียวจากสมบัติทางกายภาพของดินบนในตารางอัตราธิบาย
3.	ระยะห่างจากถนน	แผนที่เส้นทางคมนาคม	วิเคราะห์ระยะทาง (Distance)
4.	ระยะห่างจากหมู่บ้าน	แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน	วิเคราะห์ระยะทาง (Distance)
5.	ความลาดเทของพื้นที่	แผนที่ชั้นความสูงของพื้นที่	สร้าง Digital Elevation Model (DEM) วิเคราะห์ความลาดชัน
6.	การรวบรวมน้ำผิวดิน	แผนที่ชั้นความสูงของพื้นที่ทุก 30 เมตร	วิเคราะห์ดัชนีแสดงความชื้นที่สัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ (Topographic Wetness Index)

ตารางที่ 5-7 ข้อจำกัดและกรรมวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

	ข้อจำกัด	แหล่งข้อมูล	กรรมวิธีใน GIS
1.	พื้นที่ไม่ไชนา	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	Reclassify เพื่อแบ่งแยกพื้นที่นาและไม่ไชนา
2.	พื้นที่ในระยะ 30 เมตรจากทางน้ำ	แผนที่ทางน้ำ	วิเคราะห์ระยะทาง (Distance)

ตารางที่ 5-8 ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์เพื่อประเมินความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาในนาข้าว

หลักเกณฑ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน	0.43
คุณภาพน้ำ	0.22
ชั้นระยะห่างจากถนน	0.03
ชั้นระยะห่างจากหมู่บ้าน	0.05
ชั้นความลาดเทของพื้นที่	0.11
การรวบรวมน้ำผิวดิน	0.16

การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่

ในการใช้กรณีศึกษาข้างบนมาช่วยในการพัฒนาระบบ จำเป็นจะต้องจัดเตรียมข้อมูลและกรอบในการวิเคราะห์ เนื่องจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในกรณีศึกษาที่ผ่านมาใช้โปรแกรม IDRISI (Eastman, 1999) ในการจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ ดังนั้นเพื่อให้ประโยชน์จากส่วนการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์ ตลอดจนวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยใช้ขีดความสามารถของชุดคำสั่งในโปรแกรม ArcView9 ในการพัฒนาระบบ MCDA-GIS. จึงจำเป็นต้องจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ใหม่ เพื่อใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ดังกล่าวในการทดสอบต้นแบบระบบ.เพื่อประยุกต์ใช้งานที่ต้องการระบบการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในเชิงพื้นที่

การเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่

เนื่องจากระบบ MCDA-GIS ได้รับการออกแบบให้ใช้ร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ ArcView 9 ดังนั้นในการเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ในตัวอย่างข้างต้นจึงอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยเลือกพื้นที่จังหวัดเชียงรายเป็นพื้นที่ทดสอบ มีพื้นที่ประมาณ 11,581 ตร.กม. ทำการจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบราสเตอร์ นอกจากนี้ยังต้องใช้ข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข สำหรับการสร้างชั้นข้อมูลความลาดชัน และดัชนีแสดงความชื้นที่สัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ จากนั้นแปลงข้อมูลความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน และคุณภาพน้ำจากแผนที่ดินที่อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ให้เป็นราสเตอร์เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่นๆ ข้อมูลราสเตอร์สำหรับการวิเคราะห์จำนวน 6 ชั้นข้อมูล และข้อจำกัดอีก 2 ชั้นข้อมูล หลักเกณฑ์ที่ใช้ในกรณีศึกษาประกอบด้วย

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน สร้างจากการแปลงชั้นการระบายน้ำของดินที่จัดเก็บในข้อมูลเชิงพื้นที่ชุดดิน โดยอาศัยหลักการแปลงข้อมูลแบบช่วงชั้นเป็นค่าตัวเลขพีชชี (Malczewski, 1999) อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินจะแปรผกผันกับชั้นการระบายน้ำ กล่าวคือเมื่อดินมีการระบายน้ำเร็ว แสดงว่าความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินดีจึงไม่สามารถระบายน้ำได้ ในดินที่มีการระบายน้ำดีขึ้น ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินจะน้อยลงสวนทางกับสภาพการระบายน้ำของดิน

คุณภาพน้ำ พิจารณาจากปริมาณอนุภาคดินเหนียวของดิน (%clay) ปัจจุบันนี้มีผลต่อความชุ่มหรือใสของน้ำซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา ดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากจะใช้เวลาในการตกตะกอนนาน จึงมีโอกาสทำให้น้ำขุ่นนานกว่าดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวน้อย

ระยะห่างจากถนน สร้างโดยใช้ข้อมูลโครงข่ายถนนมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลระยะทาง โดยกำหนดช่วงความเหมาะสมจะอยู่ในช่วง 0-1,000 เมตร จากเส้นทางถนน โดยที่บริเวณที่อยู่ใกล้ถนนจะมีความเหมาะสมมาก และลดหลั่นกันลงไปตามลำดับจนถึงระดับที่ไม่เหมาะสมเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีระยะห่างจากถนนเกินกว่า 1,000 เมตร

ระยะห่างจากหมู่บ้าน ใช้วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับระยะห่างจากถนน โดยกำหนดระยะที่เหมาะสมไว้ที่ช่วง 0-3,000 เมตร จากจุดที่ตั้งของหมู่บ้าน ระยะทางที่ใกล้จะมีความเหมาะสมเนื่องจากสะดวกในการดูแลบ่อปลา

ความลาดเทของพื้นที่ อาศัยแผนที่แบบจำลองความสูงของพื้นที่เชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ที่สร้างขึ้นจากแผนที่เส้นชั้นความสูงของกรมแผนที่ทหาร มาวิเคราะห์สร้างแผนที่ความลาดชัน โดยกำหนดออกเป็น 2 ชั้น คือ ให้พื้นที่ราบ (ความลาดชัน 0%) มีความเหมาะสมที่สุด (ค่า = 1) และความลาดชันที่เกิน 1% จะไม่เหมาะสมในการขุดบ่อเลี้ยงปลา (ค่า = 2) เนื่องจากต้องลงทุนสูงในการปรับพื้นที่เพื่อกักเก็บน้ำผิวน้ำดิน

การรวบรวมน้ำผิวดิน สร้างได้จากการวิเคราะห์ดัชนีแสดงความเปียกชื้นของสภาพภูมิประเทศ (Topographic Wetness Index, TWI) ค่าของ TWI มีความสัมพันธ์กับระยะทางจากทางน้ำ และปริมาณของน้ำที่ไหลรวมกันลงสู่ทางน้ำ (Flow accumulation) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5-1) ตามรายงานของ Wilson and Gallant (2000)

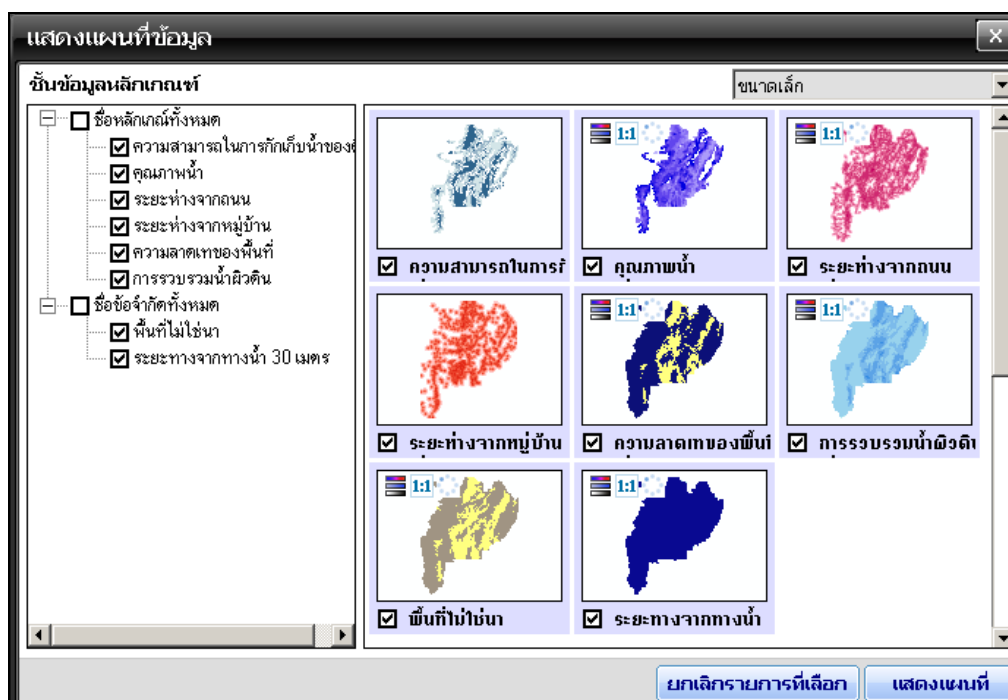
$$TWI = \ln\left(\frac{As}{\tan \beta}\right) \quad (5-1)$$

เมื่อ As = พื้นที่จำเพาะของกลุ่มน้ำย่อย (m^2/m) หาได้จากพื้นที่ให้น้ำสะสมของเซลล์หนึ่งๆ หารด้วยความกว้างของแต่ละกริดเซลล์ และ β = มุมของความลาดชัน (องศา)

โดยจุดที่มีดัชนีความชื้นมากจะมีความเหมาะสมมาก และจุดที่ดัชนีความชื้นน้อยจะมีความเหมาะสมน้อย

ข้อจำกัดที่ใช้ในกรณีศึกษาการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาในนาข้าว คือ พื้นที่ที่ไม่ใช่นา และพื้นที่ที่อยู่ในระยะ 30 เมตรจากทางน้ำหลัก พื้นที่ดังกล่าวจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์

พื้นที่นา สร้างจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2548 (เมธิ และคณะ, 2548) โดยการเลือกพื้นที่นาทั้งหมดที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษาแล้วสร้างเป็นชั้นข้อมูลใหม่ ได้จัดกลุ่มข้อมูลใหม่ออกเป็น 2 กลุ่มคือ พื้นที่ไม่ใช่นา (False) และพื้นที่ที่เป็นนา (true)



รูปที่ 5-36 แผนที่ข้อมูลตั้งต้นสำหรับการประเมินความเหมาะสมพื้นที่เลี้ยงปลาในนาข้าว

ผลการวิเคราะห์

ปัญหาที่เกี่ยวกับค่าของแต่ละปัจจัย คือ หน่วยที่ใช้วัดค่าของแต่ละปัจจัยไม่เหมือนกัน และช่วงค่าของแต่ละปัจจัยกว้างแคบไม่เท่ากัน เช่น ระยะทางจากถนน มีหน่วยเป็นเมตร ช่วงค่าอาจอยู่ระหว่าง 0-5,000 เมตร แต่ความลาดเทของพื้นที่มีหน่วยเป็นร้อยละ และมีช่วงค่าระหว่าง 0-100 เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องปรับมาตรฐาน (Standardization) ของค่าแต่ละปัจจัยให้สามารถเทียบกันได้ เพื่อให้ผู้ประเมินสามารถแปลงค่าของแต่ละปัจจัยให้อยู่ในรูปของคะแนนความเหมาะสม (Criterion score) ซึ่งสามารถนำไปประเมินค่าระดับความเหมาะสมได้

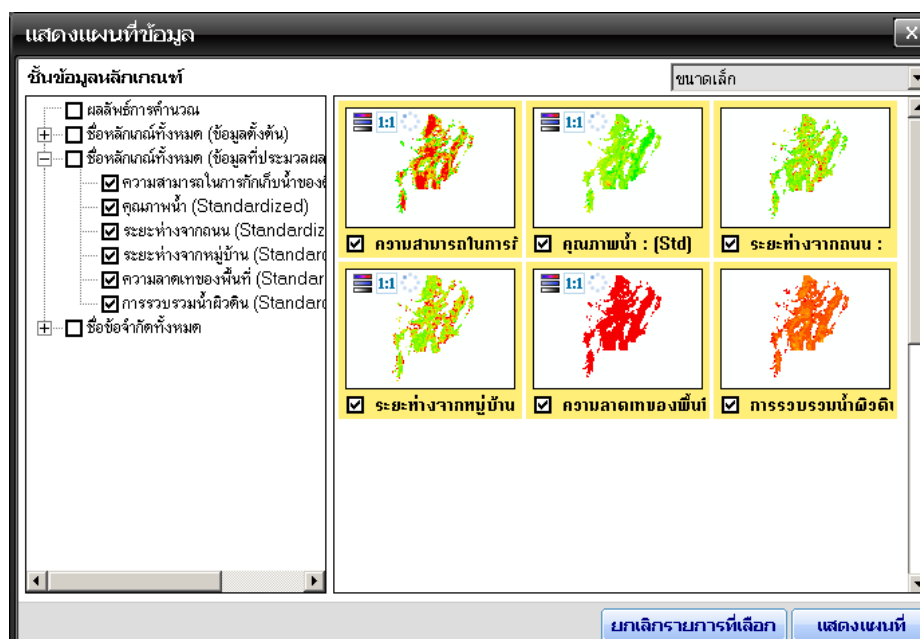
ในการเทียบมาตรฐาน จำเป็นจะต้องกำหนดค่าต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละปัจจัย ที่สัมพันธ์กับค่าระดับความเหมาะสมที่ต่ำสุดและสูงสุดของพื้นที่ รวมทั้งต้องแปลงค่าของแต่ละปัจจัย ให้อยู่ในลักษณะที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความเหมาะสม เช่น ถ้าได้ข้อมูลสรุปว่าพื้นที่ยิ่งลาดชันน้อยยิ่งเหมาะสมกับการเลี้ยงปลาในนาข้าว (ความสัมพันธ์ในเชิงลบ) ความลาดชันน้อยจะต้องถูกแปลงเป็นตัวเลขที่มีค่ามากและค่าความลาดชันสูงจะกลายเป็นค่าตัวเลขน้อย เพื่อให้ตัวเลขที่ใช้แทนความลาดชันมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความเหมาะสม เป็นต้น ในทางปฏิบัติผู้เข้าร่วมประชุมเพียงช่วยกันพิจารณาค่าต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละปัจจัย หลังจากนั้นได้ใช้โปรแกรม GIS ช่วยในการปรับค่ามาตรฐานของแต่ละปัจจัย และคำนวณค่าคะแนนความ

เหมาะสมของแต่ละปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 5-9 ผลลัพธ์จากการปรับมาตรฐานโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ตามตารางข้างต้นปรากฏในรูปที่ 5-37

ตารางที่ 5-9 ค่าถ่วงน้ำหนักและพารามิเตอร์ของแต่ละปัจจัย

หลักเกณฑ์	แบบจำลอง*	ค่าคงที่			
		a	b	c	d
ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน	2	2	5	-	-
คุณภาพน้ำ	2	-	-	1.8	74.5
ชั้นระยะห่างจากถนน	2	-	-	1	5
ชั้นระยะห่างจากหมู่บ้าน	2	-	-	1	6
ชั้นความลาดเทของพื้นที่	2	-	-	1	2
การรวบรวมน้ำผิวดิน	1	-	-	0	150

หมายเหตุ: Model* 1 = เส้นตรง ยิ่งมากยิ่งสำคัญ; 2 = เส้นตรง ยิ่งมากยิ่งไม่สำคัญ; 3 = เส้นตรง แบบเหลี่ยมคางหมู



รูปที่ 5-37 ชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์ที่ปรับมาตรฐานแล้วสำหรับการประเมินความเหมาะสมพื้นที่เลี้ยงปลาในนาข้าว

ให้โปรแกรมนี้ทำงานได้โดยไม่ต้องผูกติดกับ GIS เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้กับงานทั่วไป ดังเช่นในกรณีศึกษาที่ 1 ที่ใช้ในการเรียงลำดับการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์ นอกจากนี้ในกรณีศึกษาที่ 2 ยังแสดงให้เห็นว่าการออกแบบโปรแกรม *รดส.* ให้สื่อความหมายในเชิงกราฟิกอย่างเหมาะสม ทำให้ผู้ร่วมตัดสินใจที่เป็นเกษตรกรและนักวิชาการสามารถร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์หลักเกณฑ์ และทางเลือกในการตัดสินใจเลือกผักปลอดสารพิษ ตลอดจนร่วมกันเปรียบเทียบหลักเกณฑ์และทางเลือกตามวิธีการ AHP ได้เป็นอย่างดี

กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรม *MCDA-GIS* สามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับพื้นที่เป้าหมายขนาดใหญ่ระดับลุ่มน้ำและระดับจังหวัดได้ การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในลักษณะนี้แตกต่างจาก 2 กรณีแรก เนื่องจากจำนวนทางเลือกเป็นหน่วยแผนที่ซึ่งมีเป็นจำนวนมากเกินกว่าที่จะนำมาเปรียบเทียบทีละคู่ นอกจากนี้หลักเกณฑ์เป็นข้อมูลเชิงปริมาณซึ่งมีหน่วยวัดและช่วงค่าที่แตกต่างกันมาก จึงต้องการซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการปรับมาตรฐานข้อมูลและคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกที่มีเป็นจำนวนมากหาผลและแสดงผลลัพธ์เป็นแผนที่เพื่อสื่อสารกับผู้ตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้อาจเลือกใช้ชั้นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ดังในกรณีศึกษาที่ 3 ซึ่งเป็นการหาความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจในลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบน หรืออาจใช้ชั้นข้อมูลประเภทแรสเตอร์ดังเช่นในกรณีศึกษาที่ 4 ซึ่งเป็นการใช้ขีดความสามารถของ GIS ประเภทแรสเตอร์ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อสร้างชั้นข้อมูลหลักเกณฑ์และวิเคราะห์หาดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ในการใช้เลี้ยงปลาในจังหวัดเชียงราย

โปรแกรม *MCDA-GIS* อาจนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นหลักเกณฑ์ เช่น การหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์เฉพาะเรื่องอื่นๆ การจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อย การกำหนดเขตสำหรับการผลิตทางเกษตร และการจัดลำดับพื้นที่เสี่ยงต่ออาหารขาดแคลน หรือภัยพิบัติ เป็นต้น เนื่องจากการกำหนดหลักเกณฑ์และข้อจำกัดของสถานการณ์หนึ่งๆ สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้สะดวก ดังนั้นจึงเหมาะต่อการสร้างสถานการณ์จำลองโดยการเปลี่ยนแปลงหลักเกณฑ์และข้อจำกัด ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต แล้วประเมินผลกระทบต่ลำดับความสำคัญของทางเลือก ทำให้กระบวนการตัดสินใจมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย แสงโชติสวัสดิ์, เมธี เอกะสิงห์, วรวิรุภรณ์ วีระจิตต์, วัฒนา พัฒนถาวร และสมจินต์ วานิชเสถียร. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน : การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บัณฑิต ดันศิริ และ คำรณ ไทรพิทักษ์. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.
- พันธ์ ขำเกลี้ยง. 2547. คู่มือการจำแนกระดับความต้องการปัจจัยสำหรับพืชเศรษฐกิจรายพันธุ์. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.
- เมธี เอกะสิงห์ เบญจพรรณ เอกะสิงห์ กมล งามสมสุข และกุศล ทองงาม. 2550. การประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้น (AHP) ในการตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกร. หน้า 55-60 ใน รายงานการประชุมวิชาการ ศวพท. ปี 2550. ระหว่างวันที่ 7-8 กันยายน 2550 ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- เมธี เอกะสิงห์, ชาญชัย แสงโชติสวัสดิ์, เฉลิมพล สำราญพงษ์, ปิ่นเพชร สกุลสองบุญศิริ, ประภัศร พันธุ์สมพงษ์, ชาฤทธิ์ สุ่มเหม, วัฒนา พัฒนถาวร และฉัตรนภา พรหมานนท์. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและการบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน : การใช้ทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ระบบกลาง). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เมธี เอกะสิงห์, พรวิไล ไทรโพธิ์ทอง, และ ชัยวัฒน์ ไชยคุปต์. 2539. การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาในนาข้าวโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. ใน รายงานการสัมมนา ระบบการฟาร์ม ครั้งที่ 11: ระบบเกษตรกรรมเพื่อเกษตรกร สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืน. กรมวิชาการเกษตร. น.174-185.
- Alphonse, C.B. 1997. Application of the analytic hierarchy process in agriculture developing countries. *Agricultural Systems* 53:97-112.
- Baja, S., D.M. Chapman, and D. Dragovich. 2002. A Conceptual Model for Defining and Assessing Land Management Units Using a Fuzzy Modeling Approach in GIS Environment. *Environmental Management* 29:647-661.

- Banai, R. 1993. Fuzziness in geographic information systems: contributions from the analytic hierarchy process. *International Journal of Geographic Information Systems* 7: 315-329.
- Borouhaki, S., and J. Malczewski. 2008. Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. *Computers & Geosciences* 34:399-410.
- Braimoh, A.K., P.L.G. Vlek, and A. Stein. 2004. Land Evaluation for Maize Based on Fuzzy Set and Interpolation. *Environmental Management* 33:226-238.
- Burrough, P.A. and R.A. McDonnell. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. New York: Oxford University Press.
- Choo, E.U. and W.C. Wedler. 2004. A common framework for deriving preference values from pairwise comparison matrices. *Computer & Operation Research* 31: 893-908.
- Eastman, J.R. 1993. *IDRISI V4.1 Update Manual*. Clark University, Graduate School of Geography, Massachusetts.
- Eastman J.R. 1999. *Guide to GIS and Image Processing Volume 2*. Clark Lab. MA.
- FAO. 1976. *Land Evaluation*. FAO, Rome.
- Hall, G.B., F. Wang, and Subaryono. 1992. Comparison of boolean and fuzzy classification methods in land suitability analysis by using geographic information systems. *Environment and Planning A* 24: 497-516.
- Hayashi, K. 2000. Multicriteria analysis for agricultural resource management: A critical survey and future perspectives. *European Journal of Operational Research* 122: 486-500.
- Hill, M.J., R. Braaten, S.M. Veitch, B.G. Lees, and S. Sharma. 2005. Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. *Environmental Modelling & Software* 20:955-976.
- Hwang, C.L. and K. Yoon. 1981. *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*. Springer, Berlin.

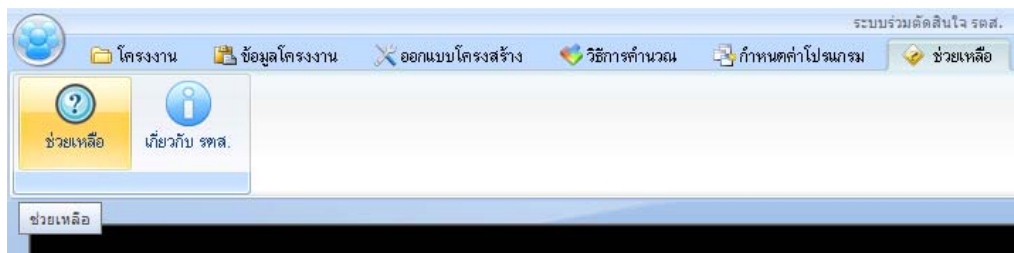
- Jahanshahloo G.R., F. Hosseinzadeh Lotfi, and M. Izadikhah. 2006. An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data. *Applied Mathematics and Computation* 175:1375–1384.
- Jeganathan, C. 2003. *Development of fuzzy logic architecture to assess the sustainability of the forest management*. MS. Thesis, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands. 127pp.
- Jiang, H. and J.R. Eastman. 2000. Application of fuzzy measures in multi-criteria analysis for land-uses suitability assessment. *International Journal of Geographic Information Science* 15(2): 153-174.
- Liu, Y., X. Lv, X. Qin, H. Guo, Y. Yu, J. Wang, and G. Mao. 2007. An integrated GIS-based analysis system for land-use management of lake areas in urban fringe. *Landscape and Urban Planning* 82:233-246.
- Malczewski, J. 2006. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 8:270-277.
- Malczewski, J. 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis* John Wiley & Sons, New York.
- Mendoza, G.A. and R. Prabhu. 2000. Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management* 131: 107-126.
- Saaty, T.L. 2003. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European Journal of Operation Research* 145: 85-91.
- Saaty, T.L. and G. Hu. 1998. Ranking by eigenvector versus other methods in Analytic Hierarchy Process. *Applied Mathematics Letters* 11(4): 121-125.
- Saaty, T.L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill Company, New York.
- Triantaphyllou, E. and A. Sanchez. 1997. A sensitivity analysis approach for some deterministic multi-criteria decision making methods. *Decision Sciences* 28(1):151-194.

- Vaidya, O.S. and Kumar, S. 2006. Analytic hierarchy process : An overview of application. *European Journal of Operational Research* 169: 1-29.
- Wilson, J.P. and J.C. Gallant (eds.). 2000. *Terrain Analysis: Principles and Applications*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Zhang, B., Y. Zhang, D. Chen, R.E. White, and Y. Li. 2004. A quantitative evaluation system of soil productivity for intensive agriculture in China. *Geoderma* 123:319-331.
- Zhu, X. and A.P. Dale. 2001. JavaAHP: a web-based decision analysis tool for natural resource and environmental management. *Environmental Modelling & Software* 16: 251-262.

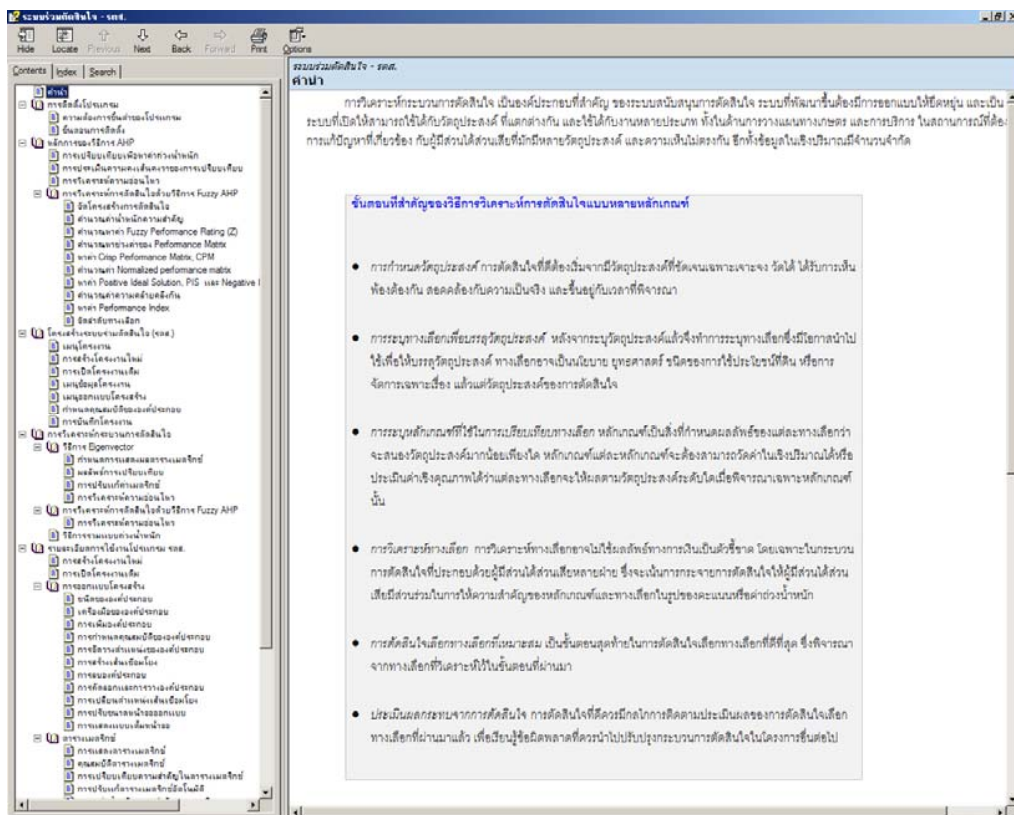
ภาคผนวก

คู่มือการใช้งาน

ระบบร่วมตัดสินใจ (รตส.) และระบบวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เชิงพื้นที่ (MCDA-GIS) ได้จัดทำคู่มือการใช้งานในรูปแบบไฟล์สำหรับช่วยเหลือ (Help file) ซึ่งผู้ใช้สามารถคลิกเรียกผ่านเมนูในแถบเมนูช่วยเหลือของแต่ละโปรแกรม ตัวอย่างในภาคผนวกรูปที่ 1 เป็นเมนูเปิดหน้าต่างช่วยเหลือในโปรแกรม รตส. เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม [ช่วยเหลือ] โปรแกรมจะคลี่สารบัญเนื้อหาของคู่มือการใช้งานพร้อมทั้งรายละเอียดในแต่ละหัวข้อ (ภาคผนวกรูปที่ 2)

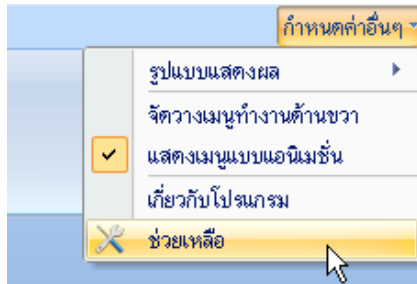


ภาคผนวกรูปที่ 1 แถบเมนูช่วยเหลือในโปรแกรม รตส.

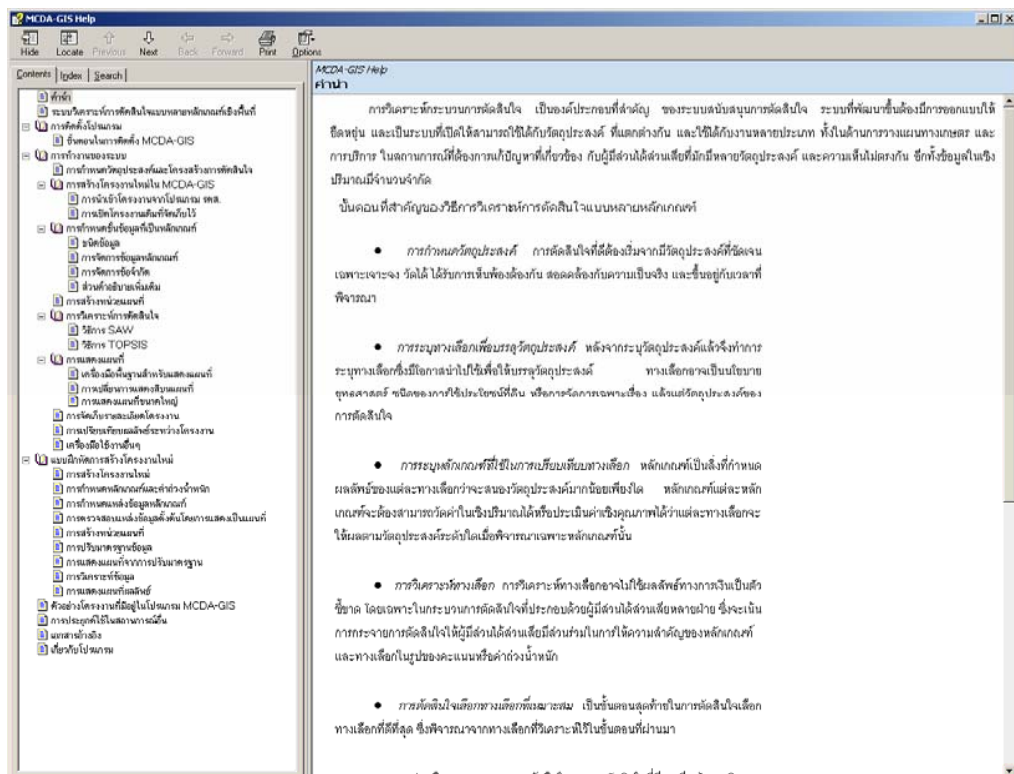


ภาคผนวกรูปที่ 2 หน้าต่างแสดงเมนูช่วยเหลือสำหรับโปรแกรม รตส.

สำหรับโปรแกรม MCDA-GIS นั้น ผู้ใช้สามารถคลิกเลือกจากปุ่มเมนูกำหนดค่าอื่นๆ ที่อยู่ทางด้านมุมบนขวาของโปรแกรม จากนั้นคลิกเลือกเมนู [ช่วยเหลือ] (ภาคผนวกรูปที่ 3) เพื่อเปิดหน้าต่างช่วยเหลือสำหรับโปรแกรม MCDA-GIS ขึ้นมา ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของการติดตั้งโปรแกรม หลักการและการทำงานของโปรแกรม รวมถึงตัวอย่างและแบบฝึกหัดสำหรับโปรแกรม MCDA-GIS (ภาคผนวกรูปที่ 4)



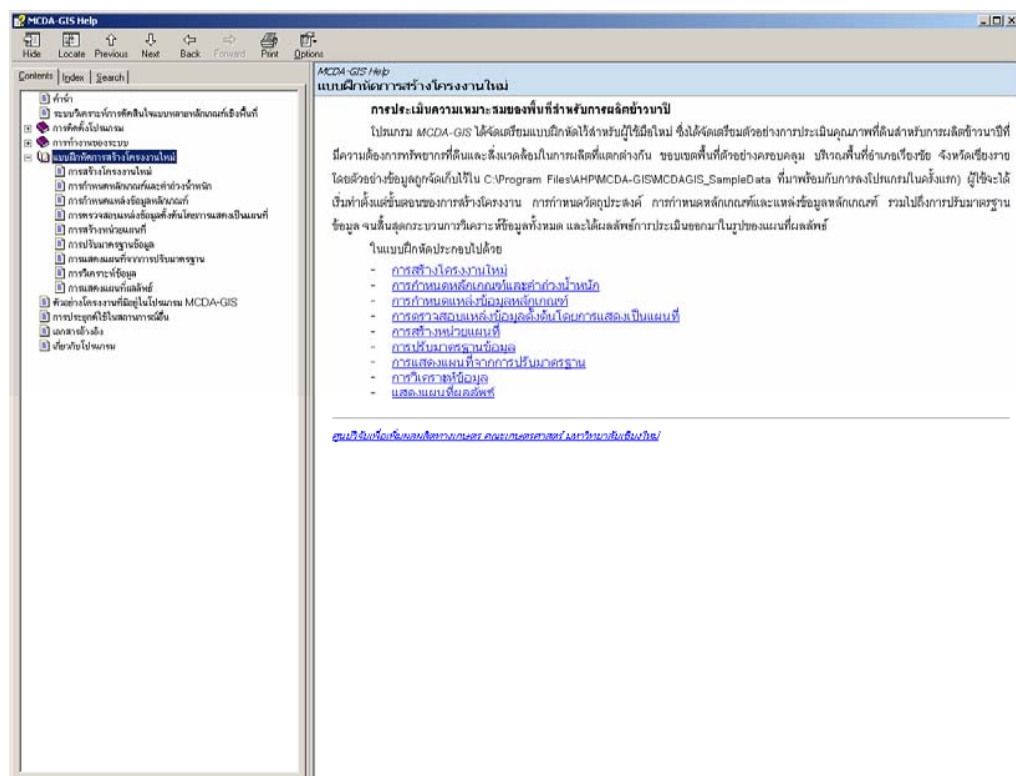
ภาคผนวกรูปที่ 3 เมนูช่วยเหลือสำหรับโปรแกรม MCDA-GIS ที่อยู่ในเมนูกำหนดค่าอื่นๆ ทางด้านมุมบนขวาของโปรแกรม



ภาคผนวกรูปที่ 4 หน้าต่างแสดงเมนูช่วยเหลือสำหรับโปรแกรม MCDA-GIS

แบบฝึกหัดการสร้างโครงงานใหม่

ในโปรแกรม MCDA-GIS ได้มีการจัดเตรียมแบบฝึกหัดไว้สำหรับผู้ใช้ ซึ่งเป็นตัวอย่างโครงการ “การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการปลูกข้าวนาปี” ที่มีขอบเขตพื้นที่ตัวอย่างครอบคลุม บริเวณพื้นที่อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย (ตัวอย่างข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ใน “C:\Program Files\AHP\MCDA-GIS\MCDAGIS_Example” ที่จะถูกนำเข้าพร้อมกับการติดตั้งโปรแกรม) ผู้ใช้สามารถคลิกเปิดเพื่อเริ่มทำแบบฝึกหัดผ่านเมนูช่วยเหลือ และไปที่หัวข้อ “แบบฝึกหัดการสร้างโครงงานใหม่” (ภาคผนวกรูปที่ 5) โปรแกรมช่วยเหลือจะมีคำแนะนำทีละขั้นตอนให้ผู้ใช้เริ่มทำงาน ตั้งแต่ขั้นตอนของการสร้างโครงงาน การกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดหลักเกณฑ์และแหล่งข้อมูลหลักเกณฑ์ รวมไปถึงการปรับมาตรฐานข้อมูล จนถึงขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด และได้ผลลัพธ์การประเมินออกมาในรูปแบบของแผนที่ผลลัพธ์



ภาคผนวกรูปที่ 5 หน้าต่างแสดงหัวข้อ “แบบฝึกหัดการสร้างโครงงานใหม่” ในโปรแกรมช่วยเหลือของ MCDA-GIS

ตัวอย่างโครงการที่มีอยู่แล้วในโปรแกรม

สำหรับผู้ใช้ที่ไม่ต้องการเริ่มจากการสร้างโครงการใหม่ทั้งหมด โปรแกรม รตส. และ MCDA-GIS ได้จัดเตรียมตัวอย่างโครงการที่จัดทำไว้แล้วเพื่อให้ผู้ใช้ศึกษาโครงสร้างของโครงการเดิมที่ได้จากกรณีศึกษาในบทที่ 5 โดยโปรแกรม รตส. ได้เตรียมโครงการตัวอย่าง “การใช้การวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์เพื่อจัดทำดัชนีรวมการเข้าถึงข้อมูลในเว็บไซต์” และ “การประยุกต์ใช้ รตส. ในการตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกร” ไว้ในโฟลเดอร์ “C:\Program Files\AHP\AHP\AHP_Example” (อยู่ในรูปแบบไฟล์ *.ahpd) ส่วนโปรแกรม MCDA-GIS ได้เตรียมโครงการตัวอย่าง “การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการปลูกข้าวโพดฤดูฝน” ไว้ในโฟลเดอร์ “C:\Program Files\AHP\MCDA-GIS\MCDAGIS_Example” (ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ *.ahpg) โดยผู้ใช้สามารถเลือกเปิดโครงการตัวอย่างผ่านโปรแกรม รตส. หรือ MCDA-GIS ได้