บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมในครั้งนี้ ประกอบด้วยแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งมีการสร้างแบบจำลองการผลิตขึ้นเพื่อให้สามารถวางแผนการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงที่สุด ซึ่งมีรายละเอียดของทฤษฎีและการนำไปใช้ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

กระบวนการที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจมีหลากหลายวิธีด้วยกัน แต่ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการตัดสินใจตามลำดับชั้น (analytic hierarchy process: AHP) ร่วมกับวิธีการวางแผนโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นแบบหลายเป้าหมาย (multi-goal programming) ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลคุณภาพเพื่อการตัดสินใจได้

2.1.1 แนวคิดและแบบจำลองในการผลิต

ในการวางแผนการผลิตทางการเกษตร จำนวนกิจกรรมที่ผู้วางแผนเลือกเข้ามาเพื่อใช้ในการตัดสินใจร่วมกับจำนวนปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด วิธีการวิเคราะห์ที่ง่ายและสะดวก คือ การนำเข้าข้อมูลต่างๆในแบบจำลองที่ผู้วางแผนสร้างขึ้น แล้วใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า “แบบจำลองเชิงเส้นตรง (linear programming)” ซึ่งสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผล อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองต้องอาศัยแนวคิดทางด้านการผลิตอย่างมาก โดยเฉพาะทฤษฎีการผลิต (theory of production) ซึ่งอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ใช้ในการผลิต (input) กับจำนวนผลผลิต (output) โดยมุ่งหวังให้ได้รับประโยชน์หรือผลตอบแทนสูงสุด หรือพยายามให้เสียต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด (วันรักษ์, 2540)

นอกจากนี้ยังใช้เส้นเป็นไปได้ในการผลิต (production possibility) ในการอธิบายเกี่ยวกับการผลิตสินค้า 2 ชนิด ที่สามารถผลิตได้ด้วยทรัพยากรที่มีอยู่ ในระยะเวลาหนึ่ง ด้วยข้อสมมติว่าปริมาณทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ทั้งหมดมีจำนวนคงที่ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ส่วนเทคนิคการผลิตนั้นจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่มีอยู่ในขณะนั้น โดยที่เส้นเป็นไปได้ในการผลิตมีแนวคิดพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประการ คือ 1) กฎว่าด้วยการมีจำกัด (law of scarcity) ด้วยทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจมีจำนวนจำกัด และในระยะเวลาอันสั้นจะไม่สามารถเพิ่มจำนวนทรัพยากรได้ ฉะนั้นในระบบเศรษฐกิจที่มีการใช้ทรัพยากรทั้งหมดอย่างเต็มที่แล้ว การเพิ่มผลผลิตของสินค้าชนิดหนึ่งจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อลดการผลิตสินค้าชนิดอื่นลง ซึ่งกฎนี้สามารถอธิบายได้เฉพาะการผลิตในระยะสั้นเท่านั้น เพราะในระยะยาวปัจจัยการผลิตอาจเพิ่มขึ้นทำให้ไม่ต้องลดการผลิตสินค้าอื่น และ 2) ค่าเสียโอกาส (opportunity cost) เมื่อลดการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งเพื่อเพิ่มการผลิตสินค้าอีกชนิด จะทำให้เกิดค่าเสียโอกาส หากผลิตสินค้าชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น ต้องลดการผลิตสินค้าอีกชนิดหนึ่งลง

เนื่องจากการผลิตในแต่ละฤดูกาลเกษตรกรมีปัจจัยการผลิตจำกัด ทั้งด้านที่ดิน เงินทุน แรงงาน ฯ แต่มีทางเลือกในการผลิตพืชหลากหลายชนิดย่อมมีค่าเสียโอกาสสำหรับการผลิตพืชด้วยเช่นกัน ดังนั้นการเลือกผลิตพืชจะต้องคำนึงถึงความจำกัดของปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากรที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตได้ ทั้งยังต้องคำนึงถึงค่าเสียโอกาสในการใช้ทรัพยากรในการผลิต โดยคาดหวังว่าจะได้รับผลประโยชน์ที่ตนพึงพอใจ การวางแผนการผลิตจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขของตัวเกษตรกรเอง และทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังได้กล่าวมาแล้วว่ามีการนำเอาแบบจำลองเชิงเส้น (linear programming) ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิต และการจัดการด้านต่างๆ มาใช้อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำแบบจำลองเชิงเส้นไปใช้เพื่อการวางแผนที่มีหลายเป้าหมายพร้อมๆ กันได้ โดยที่แบบจำลองต่างๆมีลักษณะดังนี้

1) แบบจำลองเชิงเส้น

แบบจำลองเชิงเส้นเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิตและการจัดการด้านต่างๆ เพื่อหาแนวทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution) ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆ (restriction and constraint) เทคนิคนี้พัฒนามาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากนักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่มีการนำเอาเทคนิคทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการขนส่ง ต่อมาจอร์ท บีแดนซิก (Grorge B Dantzig) มาร์แชล วูด (Marshall Wood) และเพื่อนร่วมงานในกองทัพสหรัฐอเมริกาได้ใช้วิธีคณิตศาสตร์ และเทคนิคที่เกี่ยวข้องมาแก้ปัญหาทางการวางแผน ทำให้เกิดวิธีที่เรียกว่า ซิมเพล็กซ์ (simplex method) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาเชิงเส้นตรงที่มีประสิทธิภาพมาก ต่อมาได้มีการประยุกต์ใช้กับปัญหาต่างๆ ในการผลิตและการจัดการหน่วยธุรกิจ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการผลิตและการจัดการเพื่อให้ได้รับกำไรสูงสุดหรือเสียต้นทุนต่ำสุดเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งภายใต้ข้อจำกัดต่างๆโดยที่แบบจำลองมีรูปแบบดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการวัตถุประสงค์

$$Maximize\ Z = \sum_{j=1}^{n} P_j X_j$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i$$

$$X_j \geq 0$$

โดยกำหนดให้

Z คือ มูลค่าผลตอบแทนสุทธิของฟังก์ชันวัตถุประสงค์

P_j คือ ผลตอบแทนต่อหน่วยของกิจกรรมต่างๆ ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์

a_{ij} คือ จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขชนิดที่ i ในการทำกิจกรรม j จำนวนหนึ่งหน่วย

x_j คือ จำนวนกิจกรรมการผลิตหรือการจัดการที่ j

b_i คือ จำนวนจำกัดของข้อจำกัดหรือเงื่อนไขชนิดที i

i คือ จำนวนข้อจำกัดที่ 1,2,3,…m

j คือ จำนวนกิจกรรมที่ 1,2,3,…m

ในปัจจุบันเทคนิคการใช้แบบจำลองเชิงเส้นเป็นที่ยอมรับในหลายๆ สาขาวิชา มีการนำไปใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ด้านการเกษตรมีการใช้เทคนิคเชิงเส้นตรงเพื่อจัดสรรปัจจัยการผลิต เช่น ที่ดิน น้ำ ปุ๋ย แรงงาน และเงินทุน ซึ่งช่วยให้สามารถตัดสินใจเพาะปลูกพืชให้เหมาะสมกับฤดูกาลและความต้องการของตลาด ทำให้เกษตรกรได้รับผลกำไรสูงขึ้น แต่การตัดสินใจในบางสถานการณ์นั้นอาจมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อการตัดสินใจและอาจเกินขอบเขตที่การคำนวณด้วยแบบจำลองเชิงเส้นตรง (linear programming) จะสามารถคำนวณได้ ดังนั้นจึงมีการนำเอาแบบจำลองหลายเป้าหมาย (goal programming) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) แบบจำลองหลายเป้าหมาย (Goal Programming)

แบบจำลองหลายเป้าหมายนั้นพัฒนามาจากแบบจำลองเชิงเส้น โดยแบบจำลองหลายเป้าหมายจะประกอบด้วยหลายวัตถุประสงค์ และอาจประกอบด้วยเป้าหมายย่อยๆ หลายเป้าหมาย เป้าหมายที่เพิ่มเข้าไปจะถูกแปลงให้เป็นสมการเงื่อนไข โดยกำหนดค่าเป้าหมายที่ต้องการไว้ แต่ค่าเป้าหมายนี้อาจเกิดการเบี่ยงเบนได้ ซึ่งจุดม่งหมายของแบบจำลองหลายเป้าหมายจึงพยายามทำให้

ความเบี่ยงเบน (deviation) ระหว่างเป้าหมายหลายๆ สมการนั้นมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งรูปแบบทั่วไปของแบบจำลองหลายเป้าหมาย (goal programming: GP) มีลักษณะดังนี้

วัตถุประสงค์ (objective function)

$$Minimize \quad = \sum_{g=1}^{k} \left(d_g^- + d_g^+\right)$$

ภายใต้ข้อจำกัด (subject to)

$$\begin{aligned} C_{gj}X_j + d_g^- + d_g^+ &= e_g \\ a_{ij}X_j &\leq b_i \\ X_j, d_g^-, d_g^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

โดยกำหนดให้

d_g^- = ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ที่ g ที่ทำให้ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

d_g^+ = ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ที่ g ที่ทำให้สูงกว่าค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

X_j = จำนวนกิจกรรมการผลิตชนิดที่ j

a_{ij} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ต้องการหรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรม i

b_i = จำนวนปัจจัยข้อจำกัดหรือเงื่อนไขชนิดที่ i

C_{gj} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขของวัตถุประสงค์ที่ g

e_g = ค่าเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ g ที่แบบจำลองตั้งไว้

แบบจำลองหลายเป้าหมายเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่อาศัยปัจจัยการตัดสินใจอย่างหลากหลายที่เก่าแก่วิธีการหนึ่ง ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักของแบบจำลองหลายเป้าหมายเป็นการวิเคราะห์หาการตัดสินใจที่เหมาะสมในการผลิตจากวัตถุประสงค์หลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากโปรแกรมเชิงเส้นตรงทั่วไป ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพียงข้อเดียว แบบจำลองหลายเป้าหมายที่นิยมใช้กันมากที่สุดมี 2 ประเภท คือ

2.1) lexicographic goal programming (LGP) เป็นวิธีที่พิจารณาตามลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ โดยวัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุดจะถูกใส่ในอันดับที่ 1 และเรียงไปตามความสำคัญ ซึ่งการวิเคราะห์จะเริ่มจากวัตถุประสงค์ข้อแรกให้บรรลุก่อนแล้วจึงจะพิจารณาวัตถุประสงค์ข้ออื่นๆ ต่อไป

2.2) weighted goal programming (WGP) เป็นวิธีพิจารณาวัตถุประสงค์ทุกๆ วัตถุประสงค์ในแผนการผลิตพร้อมๆ กัน แต่ใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญเป็นตัวกำหนดซึ่งอาจมีค่าเท่ากันหรือต่างกันก็ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบจำลองแบบหลายเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted goal programming: WGP) โดยหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการตัดสินใจตามลำดับชั้น

2.1.2 แนวคิดการตัดสินใจตามลำดับชั้น (analytic hierarchy process: AHP)

ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจตามลำดับชั้น (analytic hierarchy process: AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล ถูกคิดค้นโดยศาสตราจารย์โทมัส สาตตี้ (Thomas Saaty) ซึ่งได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับในระดับสากลอย่างแพร่หลาย เป็นกระบวนการที่ง่าย มีโครงสร้างการเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์ โดยนำเอาความคิดความรู้สึกที่เป็นนามธรรมมาให้ค่าน้ำหนักด้วยตัวเลขเพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรม ใช้การแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น เพื่อนำไปสู่ค่าลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกแล้วจึงนำข้อมูลมาใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งกระบวนการตัดสินใจตามลำดับชั้นมี 4 ขั้นตอน คือ

1) การจัดโครงสร้างลำดับขั้นของการตัดสินใจ โดยแบ่งแผนภูมิออกเป็นหลายระดับชั้นขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งแต่ละชั้นจะประกอบด้วยกลุ่มของเกณฑ์ต่างๆ ได้แก่

ระดับชั้นที่ 1 เป็นชั้นบนสุดที่เป็นปัญหาหรือเป้าหมายรวม ซึ่งมีเพียงแค่ปัญหาเดียวหรือเป้าหมายเดียวเท่านั้น

ระดับชั้นที่ 2 เป็นชั้นของเกณฑ์หลัก อาจมีหลายเกณฑ์ขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของแผนภูมิ

ระดับชั้นที่ 3 เป็นชั้นของเกณฑ์รอง จะมีเกณฑ์จำนวนเท่าไรก็ได้ ขึ้นอยู่กับความรู้และชำนาญของผู้ศึกษาที่จะกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ขึ้นมา

ระดับชั้นที่ 4 เป็นชั้นทางเลือก หรือหนทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้ปัญหาหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้นที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การวินิจฉัยเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจ เป็นการเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ เพื่อกำหนดค่านำหนักความสำคัญเป็นรายคู่ (pair wise comparison) โดยใช้ตารางเมตริกซ์ (ตารางที่ 2.1) ซึ่งนอกจากจะช่วยอธิบายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบแล้ว ยังสามารถใช้ทดสอบความสอดคล้องกันของการวินิจฉัย และสามารถวิเคราะห์ความอ่อนไหวของลำดับความสำคัญ เมื่อค่าของการวินิจฉัยเปลี่ยนแปลงไปอีกด้วย โดยขั้นตอนในการวินิจฉัยจะเริ่มต้นจากระดับชั้นบนสุดของแผนภูมิ เพื่อที่จะเลือกเกณฑ์ในการตัดสินใจ ต่อจากนั้นปัจจัยต่างๆ ที่อยู่ระดับชั้นถัดลงมาจะถูกนำมาเปรียบเทียบกันต่อไปเรื่อยๆ จนถึงระดับชั้นล่างสุดตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 ตารางเมตริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบรายคู่

เกณฑ์ (C)		เกณฑ์				
$C_1, C_2, C_3,..., C_n$		A_1	A_2	A_3	...	A_n
เกณฑ์	A_1	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
	A_2	$1/ a_{12}$	1	a_{23}	...	a_{2n}
	A_3	$1/ a_{13}$	$1/ a_{23}$	1	...	a_{3n}
	:	:	:	:	...	:
	A_n	$1/ a_{1n}$	$1/ a_{2n}$	$1/ a_{3n}$		1

การวินิจฉัยเปรียบเทียบแต่ละคู่เกณฑ์นั้น ผู้ทำการตัดสินใจให้ค่าน้ำหนักจะต้องทราบว่าแต่ละเกณฑ์ที่ทำการพิจารณานั้นมีความสำคัญ มีอิทธิพล หรือมีประโยชน์มากกว่าเกณฑ์อื่นที่นำมาเปรียบเทียบในระดับใด ซึ่งการเปรียบเทียบจะพิจารณาจากการแสดงออกในรูปของความหมายที่เป็นคำพูด แล้วจึงใช้ตัวเลขแทนค่าดังความหมายในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความหมายของการเปรียบเทียบรายคู่

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วินิจฉัยให้ความเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วินิจฉัยให้ความเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วินิจฉัยให้ความเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วินิจฉัยให้ความเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับสูงสุด
2, 4, 6, 8	กรณีระนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระหว่างความรู้สึก	ทั้ง 2 เกณฑ์นั้นอยู่ในลักษณะก้ำกึ่งกัน

ที่มา: Saaty, 1980

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ เมื่อได้ค่าจากการวินิจฉัยจากการเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในตารางเมตริกซ์ ทั้งในแนวนอนและแนวตั้งแล้ว จะนำตัวเลขที่ได้มาคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญในแต่ละชั้น โดยการคำนวณหาค่า normalized matrix หรือ eigen vector ของเมตริกซ์จากค่าเฉลี่ยของความสำคัญในแต่ละแถว ซึ่งการหาลำดับความสำคัญในชั้นถัดไปก็ทำเช่นเดียวกัน แต่จะใช้เกณฑ์การตัดสินใจในชั้นที่สูงกว่า 1 ชั้นมาเป็นตัวคูณค่า normalized ก็จะได้ค่าลำดับความสำคัญในลำดับชั้นรองลงมาตามเกณฑ์

4) การคำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (consistency ratio: C.R.)เพื่อทดสอบว่าผลของการเปรียบเทียบรายคู่ที่ได้ดำเนินมาในส่วนที่แล้วนั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่ ซึ่งจะคำนวณค่าความสอดคล้องของเหตุผล จากสมการ ดังนี้

การคำนวณดัชนีวัดความสอดคล้อง (consistency index: C.I.)

$$C.I. = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$$

เมื่อ λ_{max} คือ ค่าที่ได้จากการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยแต่ละปัจจัยในแถวตั้งแต่ละแถวคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน

การคำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล

$$C.R. = C.I./R.I.$$

เมื่อ R.I. คือ ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index)

ตารางที่ 2.3 ดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

ที่มา: วิฑูรย์, 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าผลจากการคำนวณได้ค่า C.R. ≤ 0.10 แสดงว่าการเปรียบเทียบรายคู่ของปัจจัยนั้นมีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าหากว่าค่า C.R. ≥ 0.10 แสดงว่าค่าปัจจัยไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องปรับหรือหาค่าวินิจฉัยแต่ละปัจจัยใหม่อีกครั้ง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจตามลำดับชั้น

การตัดสินใจตามลำดับชั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่างๆ ได้มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกทำเลที่ตั้งสถานประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด การเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ฯลฯ รวมถึงการวางแผนการผลิต ดังที่เมธีและคณะ (2550) ได้ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับชั้น (AHP) ร่วมกับการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปร่วมตัดสินใจ (รตส.) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกปลูกผักปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการประชุมกลุ่มเกษตรตัวอย่างครั้งแรก 12 ราย และครั้งที่สอง 7 ราย ผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์หลายหลักเกณฑ์ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูปร่วมตัดสินใจ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลสะดวกสบาย ถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว ซึ่งต่อมาอังคณา (2552) ได้นำโปรแกรมร่วมตัดสินใจ (รตส.) มาช่วยในการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (analytic hierarchical process: AHP) ในการศึกษากระบวนการตัดสินใจเลือกพืชที่เหมาะสมภายใต้ความเสี่ยงของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา อำเภอแม่ทาจังหวัดลำพูน ซึ่งแบ่งกลุ่มเกษตรกรออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ชลประทานที่ชอบความเสี่ยง 2) กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ชลประทานที่ไม่ชอบความเสี่ยง 3) กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เขตน้ำฝนที่ชอบความเสี่ยง และ 4) กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เขตน้ำฝนที่ไม่ชอบความเสี่ยง พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าการตัดสินใจแบบเป็นลำดับชั้นช่วยให้การตัดสินใจของตนมีความละเอียดรอบคอบมากกว่าเดิม และทางเลือกที่ได้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ และสามารถนำไปปรับใช้ได้ในชีวิตจริง ซึ่งการใช้โปรแกรมร่วมตัดสินใจทำให้สามารถเปรียบเทียบทางเลือกได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

2.2.2 งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงเส้น

การใช้แบบจำลองเชิงเส้นเป็นวิธีการที่เป็นที่นิยมมากในการวางแผนการผลิตพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ทรัพยากรในการผลิตมีสัดส่วนลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ทรัพยากรมีเพิ่มมากขึ้นทุกวัน การผลิตแต่พืชแต่ครั้งจึงจำเป็นต้องพิจารณาทางเลือกในการผลิตเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่พึงพอใจที่สุด โดยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเพื่อวางแผนการผลิตโดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นอย่างหลากหลายโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยณัฐกานต์ (2545) ได้ศึกษาการวางแผนการผลิตพืชตามลักษณะของชุดดินในแต่ละพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการผลิตข้าวเหนียวนาปี ข้าวเจ้านาปี ข้าวเหนียวนาปรัง ข้าวเจ้านาปรัง ถั่วเหลือง มันฝรั่ง กระเทียม หอมแดง ยาสูบ ข้าวโพดหวาน กินฝัก และกะหล่ำดอกในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง ส่วนที่ 2 โดยมีข้อจำกัดด้านที่ดิน แรงงาน เงินทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เริ่มต้น การจ้างงาน การใช้น้ำ การกู้ยืมเงิน และการบริโภคข้าว พร้อมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชแต่ละชนิด เช่นเดียวกับสุภาวดี (2546) และวรรณวิภา (2546) ที่ศึกษาการวางแผนการผลิตพืชอายุสั้นที่เหมาะสมในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่อิงตอนล่างและแม่ลาว และลุ่มน้ำสาขาแม่กวง ตามลำดับ โดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นตรงในการวิเคราะห์เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงเงื่อนไขทางด้านสมบัติของกลุ่มดินและข้อจำกัดด้านทรัพยากรการผลิตและการตลาด รวมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของราคาผลผลิตและปัจจัยการผลิต ตลอดจนตัวแปรทางเศรษฐกิจอื่นๆที่เกี่ยวข้องที่จะส่งผลต่อการผลิตพืชในลุ่มน้ำ ซึ่งแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำให้มีการผลิตพืชแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มชุดดิน

ต่อมาฑีฆา (2547)ได้ใช้แบบจำลองเชิงเส้นตรง เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมของเกษตรกรพื้นที่ลุ่มน้ำปิง โดยแบ่งพื้นที่ของลุ่มน้ำออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พื้นที่ชลประทานแบบกักเก็บน้ำ พื้นที่ชลประทานแบบเหมืองฝาย และพื้นที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งแบบจำลองมีวัตถุประสงค์ในด้านรายได้สุทธิครัวเรือนสูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดด้านที่ดิน เงินทุน การเก็บข้าวไว้บริโภค และแรงงาน พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนการผลิตเดิมกับแผนการผลิตที่เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขที่ให้มีการผลิตข้าวไว้เพื่อการบริโภคในครัวเรือนของกลุ่มพื้นที่ชลประทานแบบเก็บกักน้ำ มีแผนการผลิตที่เหมาะสมคือ ควรปลูกข้าวนาปี ตามด้วยการปลูกข้าวโพดหวาน กะหล่ำดอก และถั่วเหลือง กลุ่มครัวเรือนที่มีพื้นชลประทานแบบเหมืองฝาย มีแผนการผลิตที่เหมาะสม คือ ปลูกข้าวนาปี ตามด้วยกะหล่ำดอกหรือคื่นฉ่าย และกลุ่มครัวเรือนที่มีพื้นที่อาศัยน้ำฝน แผนการผลิตที่เหมาะสมยังคงเป็นการปลูกข้าวนาปีและลำไย เพียงแต่ควรปลูกลำไยให้มากขึ้น แต่ก็ขึ้นอยู่กับราคาของผลผลิตลำไยด้วยเช่นกัน จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของปริมาณน้ำและราคาลำไยที่ลดลงทำให้แผนการผลิตที่เหมาะสมเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน

2.2.3 งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายเป้าหมาย

สำหรับงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายเป้าหมาย มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศและต่างประเทศ ดังเช่น สถิตพงศ์ (2546) ที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองหลายเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนักในการวางแผนการปลูกพืชอายุสั้นในหมู่บ้านแม่สาใหม่ ซึ่งให้ความสำคัญกับเป้าหมายทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเท่าๆ กัน โดยใช้ข้อมูลจากโครงการวางแผนระบบการเกษตรอย่างยั่งยืนบนพื้นที่สูง ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ ผลการศึกษาพบว่าแผนการผลิตที่เหมาะสมแนะนำให้เกษตรกรปลูกพืชอายุสั้นในแต่ละเขตแตกต่างกัน รวมแล้วจะทำให้หมู่บ้านแม่สาใหม่มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากกิจกรรมการเพาะปลูกพืชอายุสั้น ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ เป็นจำนวนเงิน 3,882,501 บาท ในปีเดียวกันนี้ Dogliotti et al. (2006) ได้ศึกษาถึงการวางแผนการผลิตพืชผักพื้นในที่ทางตอนใต้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของประเทศอุรุกวัย โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ด้าน คือ ด้านการเพิ่มรายได้ ด้านการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละชุดที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาแนะนำให้ปลูกพืชอายุยาวแทนการปลูกพืชที่มีอายุสั้นเพื่อให้มีเวลาสำหรับพักการใช้พื้นที่ดิน และแนะนำให้มีการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอกช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตอันจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตในปีการผลิตต่อไป และสามารถลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินด้วยเช่นกัน ต่อมาสุวรรณาและเอื้อ (2548) ได้ศึกษาแบบจำลองสำหรับความยั่งยืนของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอและกะเหรี่ยงในจังหวัดแม่ฮ่องสอนทั้งระดับหมู่บ้านและระดับภูมิภาคปี 2546 ซึ่งแบบจำลองที่ใช้มีทั้งแบบจำลองเชิงเส้นและแบบจำลองที่มีหลายวัตถุประสงค์ ในวิเคราะห์หาแผนการผลิตที่ยั่งยืน อันประกอบด้วยระบบการผลิต 3 ระบบ คือ 1) ระบบการเกษตรแบบการค้า 2) ระบบการเกษตรแบบกึ่งยังชีพและกึ่งการค้า และ 3) ระบบการเกษตรแบบยังชีพ โดยสร้างแบบจำลองเชิงเส้นพื้นฐานจากระบบการผลิตทั้ง 3 ขึ้นมาก่อน เมื่อได้แบบจำลองที่สมบูรณ์และเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงแล้วจึงนำมาสร้างแบบจำลองระบบการเกษตรอย่างยั่งยืนระดับภูมิภาคโดยใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์แบบถ่วงน้ำหนัก โดยให้แต่ละวัตถุประสงค์มีน้ำหนักเท่ากันและพิจารณาแต่ละวัตถุประสงค์ไปพร้อมๆ กัน ทั้ง 4 ด้านได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ เพื่อให้มีรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด 2) วัตถุประสงค์ทางด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ลดการใช้สารเคมีต่างๆ ทั้งที่เป็นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชหรือวัชพืช รวมทั้งปุ๋ยเคมีให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม 3) วัตถุประสงค์ด้านสุขภาพของผู้เลี้ยงสุกรจากการขับถ่ายของเสียจากสุกร เพื่อให้จำนวนสุกรที่เลี้ยงไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเกษตรผู้เลี้ยงสุกร และ 4) วัตถุประสงค์ด้านการใช้ทรัพยากรดินให้มีความอุดมสมบูรณ์อย่างยั่งยืน โดยมีต้นทุนการใช้ทรัพยากรที่ดินในระดับที่เหมาะสม

ผลการศึกษาแบบจำลองระดับสำหรับหมู่บ้านมูเซอในเขตไร่อาศัยน้ำฝน มีแผนการผลิตพืชที่เหมาะสม 7 ระบบและปลูกไม้ผล ส่วนพื้นที่ที่สามารถเก็บกักน้ำได้แนะนำให้ปลูกพืชอายุสั้น ระบบ แตงดอย/เผือก ปลูกผักผสม และเลี้ยงสุกร สำหรับหมู่บ้านกะเหรี่ยงมีแผนการผลิตพืชระยะสั้นที่เหมาะสม 8 ระบบ ในฤดูฝนพื้นที่นาดำให้ปลูกข้าวนาดำทั้งหมด ส่วนฤดูแล้งให้ผลิต 2 ระบบ คือ กระเทียม/ผักกาด/ผักชี และกระเทียม/ผักกาด/ผักกวางตุ้ง/ผักชี ร่วมกับการเลี้ยงสุกร นอกจากนี้พบว่าไม่ควรปลูกพืชใดๆในพื้นที่ไร่อาศัยน้ำฝนเป็นหลักในระบบการผลิตเพื่อการค้า แต่ควรปลูกเฉพาะพื้นที่ที่มีระบบชลประทานที่ดีเท่านั้น ส่วนระบบการเกษตรแบบกึ่งยังชีพกึ่งการค้า และระบบการเกษตรแบบยังชีพมีลักษณะคล้ายกัน คือ แนะนำให้ปลูกข้าวในทั้งข้าวนาดำและข้าวไร่ในพื้นที่อาศัยน้ำฝน ฤดูแล้งก็ปลูกผัก/กระทียมในนา ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/งา ในไร่ โดยพื้นที่ที่สามารถพัฒนาชลประทานได้จะสามารถเพาะปลูกได้ทั้งพืชผัก ไม้ดอก และไม้ผล รวมทั้งเลี้ยงปศุสัตว์ได้ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากนั้น วราภรณ์ (2552) ได้นำแบบจำลองเชิงเส้นแบบหลายวัตถุประสงค์โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อการวิเคราะห์หาแผนการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ศึก ลุ่มน้ำสาขาแม่แจ่ม โดยใช้แบบจำลองระดับฟาร์มครัวเรือน ที่มีระบบพืชหลัก 2 ระบบใหญ่ๆ คือ ระบบแรกเป็นระบบการผลิตเพื่อการค้า เน้นการปลูกพืชเศรษฐกิจ และระบบการเกษตรกึ่งยังชีพกึ่งการค้า ที่พื้นที่ส่วนใหญ่ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคเป็นหลัก ส่วนพื้นที่ที่เหลือจะปลูกพืชเศรษฐกิจ แบบจำลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ด้าน คือ 1) ด้านเศรษฐกิจ เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เหนือต้นทุนสูงสุด และขาดแคลนข้าวในการบริโภคน้อยที่สุด และ 2) ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้การใช้น้ำเพื่อการเกษตรและการใช้สารเคมีส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และเกิดผลกระทบต่อโครงสร้างดินให้น้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่าแผนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับชาวม้งที่มีลักษณะการผลิตเพื่อการค้า ในช่วงฤดูฝนควรปลูกมะเขือเทศ 4.0 ไร่ ช่วงปลายฤดูฝนควรปลูกมันฝรั่ง 2.0 ไร่ และปลูกมะเขือเทศ 12.2 ไร่ ส่วนในฤดูแล้งไม่ควรปลูกพืชใดเลย ส่วนเกษตรกรชาวปกากะญอ ในช่วงฤดูฝนควรปลูกมันฝรั่ง 4.1 ไร่ ช่วงปลายฤดูฝนควรปลูกมันฝรั่ง 4.0 ไร่ และปลูกมะเขือเทศ 4.1 ไร่ และฤดูแล้งก็ไม่ควรปลูกพืชใดๆ เช่นกัน

ต่อมาเบญจพรรณและคณะ (2554) ได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผลหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรที่มีหลายเป้าหมาย โดยสร้างแบบจำลองที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเป้าหมายได้หลายเป้าหมาย (Interactive Multiple Goal Programming, IMGP) และให้จังหวัดลำพูนเป็นพื้นที่ศึกษา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดทำแบบจำลอง IMGP แก้ไขข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง วิเคราะห์ และแสดงผลลัพธ์ที่เหมาะสม ซึ่งแบบจำลองในครั้งนี้ประกอบด้วยตัวแปรตัดสินทั้งหมด 200 ตัวแปร เป็นตัวแปรด้านระบบพืชตามหน่วยทรัพยากรที่ดิน ด้านการจ้างแรงงานตามช่วงเวลา และ ตัวแปรการกู้ยืมเงิน ภายใต้ข้อจำกัดทั้งหมด 536 ข้อจำกัด อันเป็นข้อจำกัดด้านวัตถุประสงค์และด้านทรัพยากรต่างๆ เช่น พื้นที่ปลูกในแต่ละระบบพืช แรงงาน การจ้างงานเงินทุน การบริโภคข้าว แหล่งกู้ยืมเงิน พื้นที่ในหน่วยทรัพยากรที่ดิน ปริมาณน้ำตามแหล่งน้ำตามช่วงเวลา และความเหมาะสมด้านที่ดินเพื่อการปลูกระบบพืช เป็นต้น ซึ่งได้ให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและนักวางแผนเป็นผู้กำหนดกำหนดวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรไว้ 3 ด้านหลัก คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และ ด้านสิ่งแวดล้อม รวมวัตถุประสงค์ทั้งหมดในการวิเคราะห์ 8 ข้อ ตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยโดยใช้วิธีการ analytic hierarchy process (AHP) โดยแยกย่อยเป็น ผลตอบแทนสุทธิรวมสูงสุด ต้นทุนเงินสดที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด ผลิตภาพน้ำรวมสูงสุด การใช้ ปริมาณสารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชรวมต่ำสุด การใช้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนรวมต่ำสุด การชะล้างพังทลายของดินรวมต่ำสุด การจ้างแรงงานในการผลิตรวมสูงสุด และการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรรวมสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ A. Keramatzadeh, *et. al*. (2011) ใช้แบบจำลองเชิงเส้น (linear programming: LP) และแบบจำลองหลายเป้าหมายแบบหลายเป้าหมาย (multi goal linear programming: MGLP)ในการวางแผนการจัดสรรน้ำจากเขื่อน Shirvan Barzo ในประเทศอิหร่าน โดยทำการเปรียบเทียบแผนการผลิตทั้งแบบจำลองเชิงเส้น และแบบจำลองหลายเป้าหมาย ซึ่งแยกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ lexicographic multi goal linear programming (LMGLP) และ weighted multi goal linear programming (WMGLP) ถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการตัดสินใจตามลำดับชั้น (analytic hierarchical process: AHP)โดยมีวัตถุประสงค์ 4 ด้านด้วยกันคือ 1) ด้านการพัฒนา 2) ด้านสังคม 3) ด้านเศรษฐกิจ และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า แผนการเพาะปลูกที่เหมาะสมจากแบบจำลองเชิงเส้น(LP) แบบจำลอง LMGLP และ WMGLP ควรเพิ่มพื้นที่ปลูกวอลนัท 117, 125 และ 125 เอเคอร์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved