บทที่ 4

กรอบวิเคราะห์และแบบจำลองที่ใช้ศึกษา

การศึกษาในบทนี้ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาแนวความคิดลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ส่วนที่สองเป็นแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งที่ใช้วิเคราะห์แบบแผนการปลูกพืช (Cropping Patterns) ที่เหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรได้รับรายได้สุทธิสุงสุดภายใต้ข้อจำกัดและเงื่อนไขต่าง ๆ และส่วนที่สามเป็นการวิเคราะห์ ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อหาแบบแผนการปลูกพืชที่เหมาะสมเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ และ/หรือข้อจำกัดต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป

4.1 ลักษณะแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งโดยทั่วไป

4.1.1 แนวความคิดลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง

ในทางเศรษฐศาสตร์นั้นถือว่าปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นเนื่องจากความจำกัดหรือขาดแคลนทรัพยากร ที่จะนำมาใช้ทำการผลิตสินค้าและบริการ ดังนั้นหน่วยการผลิตต่าง ๆ จึงพยายามจัดสรรทรัพยากร ที่มีอยู่อย่างจำกัด ใช้ทำการผลิตสินค้าและบริการเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงที่สุด ปัญหาที่ตามมาคือ จะจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ อย่างไร ทำการผลิตสินค้าและบริการอะไรบ้าง และเป็นจำนวนเท่าใด กฎและทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะสร้างขึ้นมาเพื่อความกระจ่างในปัญหาเหล่านี้ สำหรับลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming) เป็นวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่ใช้วางแผนการการผลิตและการจัดการของหน่วยธุรกิจ ทั้งนี้เพราะปัญหาพื้นฐานในทาง เศรษฐศาสตร์ของหน่วยผลิตต่าง ๆ มีลักษณะสอดคล้องกับวิธีการวิเคราะห์ปัญหาของลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ตลอดจนคำตอบที่ได้จากลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง สามารถบอกให้ทราบได้ว่าควรจัดสรรปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้น ไปทำการผลิตสินค้าต่าง ๆ เป็นจำนวนเท่าใด และได้กำไรสูงสุดเป็นจำนวนเท่าใด[1]

---

[1]ไพฑูรย์ รอดวินิจ, ลิเนียโปรแกรมมิ่ง"LP" กับปัญหาเศรษฐศาสตร์เกษตร, ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(โรเนียว) , 2522, หน้า 4

เครื่องมือลิเนียร์โปรแกรมมิ่งนี้ เป็นวิธีที่รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยนักคณิตศาสตร์ ชื่อ ยอร์จ บี.แดนท์ซิก (George B.Dantzig) ซึ่งเป็นผู้คิดค้นลิเนียร์โปรแกรมมิ่งด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) หลังจากนั้นต่อมาก็ได้มีการพัฒนาเทคนิคในการคำนวณให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จนสามารถนำวิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่งไปประยุกต์ใช้กับปัญหา ในการวางแผนดำเนินงานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

4.1.2 ข้อสมมุติฐานและลักษณะข้อมูลที่ใช้

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์แบบจำลองด้วยลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง จะต้องอยู่ภายใต้ข้อสมมุติฐาน (Assumptions of Linear Programming) ดังนี้

1). ความสัมพันธ์ระหว่างข้อจำกัดต่าง ๆ (Restriction) กับกิจกรรมการผลิตและการจัดการต่าง ๆ (Activity) จะต้องเป็นแบบเส้นตรง (Linear Function) หรือมีสัดส่วนคงที่และปัจจัยการผลิตต่าง ๆ จะต้องไม่มีค่าเป็นลบ

2). ในระหว่างข้อจำกัดต่าง ๆ และกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ต้องไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน (Non-Interaction)

3). จำนวนข้อจำกัดและกิจกรรมการผลิตการจัดการต่าง ๆ สามารถแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ ได้ (Divicibility) และต่อเนื่อง (Continuous) หรืออาจอยู่ในรูปของเศษส่วน (Fraction)

4). ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) หรือค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อจำกัดกับกิจกรรมการผลิตการจัดการต่าง ๆ มีค่าคงที่แน่นอน (Certainty) ไม่ผันแปรเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (Static Time Period)

ข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการผลิตและการจัดการของลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง[2]

1). จำนวนปัจจัยที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งแบ่งเป็นตัวจำกัดสูงสุด (Maximum Restraints) คือจำนวนสูงสุดของปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรนำมาใช้ได้ ตัวจำกัดต่ำสุด (Minimum Restraints) คือจำนวนต่ำสุดของปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรต้องนำมาใช้และตัวจำกัดเท่ากับ (Equality Restraints) คือจำนวนปัจจัยการผลิตที่ต้องใช้ให้พอดีกับที่มีอยู่

---

[2]Beneke,R.R. and Winterbaer Ronald, Linear Programming Applications to Agriculture : Iowa, The Iowa State University Press , 1973, P.5-7

2). ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการผลิตต่าง ๆ (Input-Output Coefficient) หาเป็นต่อ หน่วยของกิจกรรมการผลิต

3). รายได้และรายจ่ายต่อหนึ่งหน่วยการผลิต ซึ่งต้องทราบราคาผลผลิต ราคาปัจจัยการผลิต จึงทำให้ทราบรายได้สุทธิของแต่ละกิจกรรมที่นำมาพิจารณา ในการวิเคราะห์แต่ละกิจกรรมไป

4.1.3 ลักษณะการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไป

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือ

1). ส่วนที่แสดงวัตถุประสงค์ของวิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Objective Function) ว่าต้องการค่าสูงสุด (Maximize) หรือค่าต่ำสุด (Minimize) อยู่ในรูปสมการเส้นตรง

2). ส่วนที่แสดงข้อจำกัดหรือข้อกำหนดต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ปัญหาลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Constraint Function) แสดงขอบเขตและขีดจำกัดของปัจจัยแต่ละชนิดอยู่ในรูปสมการ และ/หรือ อสมการเส้นตรง

3). ส่วนตัวแปร (Decision Variables) แสดงตัวแปรซึ่งเป็นคำเฉลยของลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ว่าประกอบด้วยตัวแปรอะไร และแสดงเงื่อนไขของค่าตัวแปร ด้วยว่าจะต้องเป็นบวกเสมอ จะเป็นค่าทางลบไม่ได้ (Non-Negative)

ลิเนียร์โปรแกรมมิ่งสามารถมีวัตถุประสงค์ได้ 2 ลักษณะคือต้องการให้ได้ค่าสูงสุด (Maximization) และต้องการให้ได้ค่าต่ำสุด (Minimization)

1). รูปแบบทั่วไปสำหรับปัญหาที่ต้องให้ได้ค่าสูงสุด (Maximization)

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{OBJECTIVE FUNCTION} \Longrightarrow \text{MAX.}Z = P_1X_1+P_2X_2+\ldots\ldots+P_nX_n$$

SUBJECT TO

$$\begin{aligned}
&A_{11}X_1+A_{12}X_2+\ldots\ldots+A_{1n}X_n \leqslant B_1\\
&A_{21}X_1+A_{22}X_2+\ldots\ldots+A_{2n}X_n \leqslant B_2\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
&A_{m1}X_1+A_{m2}X_2+\ldots\ldots+A_{mn}X_n \leqslant B_m\\
&X_1 \geqslant 0,\ X_2 \geqslant 0,\ldots X_n \geqslant 0
\end{aligned}$$

หรือ $\quad$ OBJECTIVE FUNCTION ==> MAX.Z = $\sum_j P_j X_j$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_j A_{ij} X_j \leqslant B_j$$

$$i = 1,2,\ldots,m \text{ และ } X_i \geqslant 0 \ (j = 1,2,\ldots,n)$$

โดยกำหนดให้ Z : กำไรสูงสุดหรือรายได้สุทธิในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

X_j : กิจกรรมการผลิตหรือการจัดการชนิดที่ j ทำขึ้น

P_j : กำไรสุทธิหรือรายได้สุทธิต่อหน่วยของกิจกรรมชนิดที่ j ที่ทำขึ้น

A_{ij} : จำนวนปัจจัยการผลิตหรือข้อจำกัดที่ i ที่ต้องการใช้ หรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรมที่ j จำนวนหนึ่งหน่วย

B_i : จำนวนข้อจำกัดของปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ i

2). รูปแบบทั่วไปสำหรับปัญหาที่ต้องให้ได้ค่าต่ำสุด (Minimization)

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{OBJECTIVE FUNCTION ==> MIN.C.} = C_1X_1+C_2X_2+\ldots\ldots+C_nX_n$$

$$\text{SUBJECT TO} \quad B_{11}X_1+B_{12}X_2+\ldots\ldots+B_{1n}X_n \geqslant D_1$$

$$B_{21}X_1+B_{22}X_2+\ldots\ldots+B_{2n}X_n \geqslant D_2$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$B_{m1}X_1+B_{m2}X_2+\ldots\ldots+B_{mn}X_n \geqslant Dm$$

หรือ OBJECTIVE FUNCTION ==> MIN.C. = $\sum_j C_j X_j$

$$\text{SUBJECT TO} \quad \sum_j B_{ij} X_j \geqslant D_i$$

$$i = 1,2,\ldots,m \ , \quad Xj \geqslant 0 \ (j = 1,2,\ldots n)$$

โดยกำหนดให้ C : ยอดรวมของต้นทุนในการทำกิจกรรมต่างๆ

X_j : จำนวนกิจกรรมการผลิตและการจัดการชนิดที่ j ที่ทำขึ้น

C_j : ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมชนิดที่ j

B_i : จำนวนข้อจำกัดหรือข้อกำหนดชนิดที่ i ที่ต้องการหรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรมชนิดที่ j เป็นจำนวนหนึ่งหน่วย

D_i : หมายถึงจำนวนข้อจำกัดของข้อกำหนอหรือข้อจำกัดชนิดที่ i

4.1.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อสมมติที่สำคัญประการหนึ่งในลิเนียร์โปรแกรมก็คือ ข้อสมมติที่ว่าตัวพารามิเตอร์ ในแบบจำลองเป็นค่าที่ถูกกำหนดขึ้นโดยสมมติว่าค่านั้นแน่นอน และสามารถทราบได้ แต่ในความเป็นจริงแล้วค่าพารามิเตอร์ต่างๆนั้นเป็นค่าที่คาดคะเนจากประสบการณ์ในอดีต ซึ่งอาจใช้วิธีคาดคะเน โดยกำหนดจากสถิติข้อมูลในอดีตหรือใช้การคำนวณจากเส้นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์เป็นต้น ซึ่งการกำหนดจากข้อมูลในอดีตนั้นอาจตรงหรือไม่ตรงกับความจริงที่เกิดขึ้นเมื่อดำเนินการก็ได้ ยิ่งไปกว่านั้นการกำหนดทรัพยากรเพื่อการผลิตในขั้นต้นอาจกำหนดจากนโยบายในขณะใดขณะหนึ่ง ซึ่งนโยบายอาจเปลี่ยนไป ดังนั้นเมื่อปฏิบัติงานจริงแล้ว ตัวพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้นในความเป็นจริงอาจแตกต่างไปจากตัวที่กำหนดขึ้นเพื่อสร้างแบบจำลอง คำตอบที่เป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากโปรแกรมยังคงใช้ได้ก็ต่อเมื่อโปรแกรมที่สร้างขึ้นตรงกับสภาพการณ์ที่เป็นจริง หากจะปรับปรุงแก้ไขข้อที่อาจทำได้คือ สร้างแบบจำลองใหม่โดยใช้ตัวพาพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ใหม่แล้ว[3]

4.2 แบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์แบบแผนการปลูกพืช

แบบแผนการปลูกพืช (Cropping Pattern) หมายถึงแบบแผนของการวางระบบปลูกพืชที่กำหนดไว้ในแต่ละปีบนพื้นที่ที่กำหนดให้ ซึ่งแบบแผนการปลูกพืชนี้ต้องสอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจสังคมความต้องการของตลาด ปัจจัยการผลิต และทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

แบบแผนการปลูกพืช เป็นการกำหนดให้ทราบล่วงหน้าถึงลักษณะการปลูกพืชที่เหมาะสมในด้าน ชนิดพืช ช่วงเวลาการเพาะปลูก และเขตชลประทานต้องถือว่าน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องพิจารณาก่อนอื่น ความต้องการน้ำของพืชในแต่ละเดือนเท่าไร เพื่อที่จะได้เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนและน้ำชลประทานที่จะมีให้ได้ในเดือนนั้น ถ้าหากความต้องการน้ำของพืชมีมากกว่าความสามารถที่จะหาน้ำส่งไปให้ได้ก็จำเป็นต้องลดเนื้อที่ปลูก เปลี่ยนชนิดหรือพันธุ์พืชให้เป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย หรือหาทางควบคุมการใช้น้ำชลประทานให้เกิดความประหยัดมากที่สุด นอกจากทรัพยากรน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกแล้วจะต้องคำนึงถึงปัจจัยการผลิตอื่นที่เกษตรกรมีอยู่ซึ่งได้แก่ ดิน แรงงาน ทุน ในบริเวณพื้นที่เขตที่จะวางแบบแผนการปลูกพืช เพราะพืชแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับดินชนิดต่าง ๆ กัน จำนวนแรงงาน ทุน ที่ใช้ในการเพาะปลูกก็แตกต่างกัน และสิ่งที่ต้องคำนึง

---

[3]สมคิด แก้วสนธิ, ลิเนียร์โปรแกรม : หลักและการประยุกต์ , 2530, หน้า 117.

ถึงต่อไปคือความต้องการของตลาดและราคา พืชที่ปลูกต้องเป็นพืชที่มีความต้องการของตลาดในพื้นที่ที่ปลูก และเกษตรกรสามารถขายได้ราคาดี มีความเสี่ยงในการเปลี่ยนแปลงของราคาน้อย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกันสามารถวางแบบแผนการปลูกพืชได้ว่าควรปลูกพืชชนิดใด ในช่วงเวลาใด ในพื้นที่ไหน ใช้ปัจจัยการผลิตเท่าไร และเกษตรกรจะมีรายได้จากการเพาะปลูกเท่าไร

การสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์แบบแผนของการวางระบบการปลูกพืช ด้วยลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง

ในการศึกษารูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสมของเกษตรกร ในเขตลุ่มน้ำห้วยข้าวสาร ได้สร้างแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การจัดสรรทรัพยากร (Resource Allocation) โดยเลือกกิจกรรมการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่เกษตรมีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงสุด ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่ได้จากสถานะการผลิตที่แท้จริงที่เกษตรกรทำในปัจจุบัน(ปีการเพาะปลูก 2530/2531) และได้เปลี่ยนจากสถานะเดิมมาเป็นปัญหาในแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือทดลองซึ่งจำลองความเป็นจริงออกมาในรูปสมการหรืออสมการทางคณิตศาสตร์ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง เพื่อดูแบบแผนการผลิตและการใช้ทรัพยากรการผลิต

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 เขตตามสภาพการพัฒนาลุ่มน้ำ คือ พื้นที่เขตที่ 1 เป็นเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่สามารถนำน้ำจากลำห้วยมาใช้ได้ตลอดปี พื้นที่เขตที่ 2 เป็นเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่สามารถนำน้ำจากลำห้วยมาใช้ได้เฉพาะในช่วงฤดูฝน พื้นที่เขตที่ 3 เป็นเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่สามารถนำน้ำจากลำห้วยมาใช้ได้ และได้แบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่นาลุ่ม พื้นที่นาดอนและพื้นที่ดอน ช่วงเวลาในปีการเพาะปลูกได้แบ่งออกเป็น 12 ช่วงเวลาหรือ 12 เดือน โดยช่วงเวลาที่ 1 เริ่มเดือนพฤษภาคม ไปสิ้นสุดช่วงเวลาที่ 12 เดือนเมษายน เพื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรมการผลิตซึ่งมีลักษณะต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ทำให้สามารถจัดสรรการใช้ทรัพยากรให้อยู่ในแต่ละช่วงเวลาได้ เพื่อทำกิจกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาตลอดปีการเพาะปลูก

4.2.1 ลักษณะสมการในแบบจำลอง

แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วิเคราะห์แบบแผนการปลูกพืชในเขตพื้นที่ และลักษณะของพื้นที่ดินต่าง ๆ ในเขตลุ่มน้ำห้วยข้าวสาร เพื่อดูลักษณะการใช้ปัจจัยการผลิต รายได้สุทธิสูงสุดของเกษตรกร

การวิเคราะห์โดยการสร้างแบบจำลองดังกล่าวทางเศรษฐศาสตร์เรียกว่า แบบจำลองการผลิตของครัวเรือนเกษตร (Farm Household Model) ประกอบด้วยสมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) ขีดจำกัดปัจจัยการผลิตและเงื่อนไข (Constraint Set) และประเภทกิจกรรม (Activity Set) ซึ่งมีโครงร่างแบบจำลอง ดังนี้

สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) สมการวัตถุประสงค์ถูกกำหนดให้ ได้รายได้สุทธิจากการเพาะปลูกสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดที่มีขึ้นในแบบจำลอง

$$\text{MAXIMIZE NET INCOME} = \sum_{i}\sum_{z}\sum_{l}\sum_{t}(Y_{ilzt}\, X_{izlt} - QC_{it})(P_{it} - T_{it}) - \sum_{t} KA_{t} - \sum_{k}\sum_{t} B_{kt} KC_{kt}$$

กำหนดให้ $i = 1..8$: ชนิดพืชที่เพาะปลูกพืช โดยที่ 1 = ข้าวเจ้า, 2 = ข้าวเหนียว, 3 = ถั่วลิสง, 4 = ข้าวโพด รุ่น 1, 5 = ข้าวโพด รุ่น 2, 6 = ปอแก้ว, 7 = ถั่วเหลือง, 8 = พริกไร่

$z = 1..3$: เขตพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำ
โดยที่ 1 = เขตพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถนำน้ำจากลำห้วยมาใช้ได้ตลอดปีการเพาะปลูก
2 = เขตพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถนำน้ำจากลำห้วยมาใช้ได้เฉพาะช่วงฤดูฝน
3 = เขตที่ไม่สามารถใช้น้ำจากลำห้วย

$l = 1..3$: ลักษณะของพื้นที่เพาะปลูก
โดยที่ 1 = พื้นที่นาลุ่ม
2 = พื้นที่นาดอน
3 = พื้นที่ดอน

$t = 1..12$: ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา แบ่งออกเป็นรายเดือนในรอบปีการเพาะปลูก
โดยที่ 1 = เดือนพฤษภาคม
12 = เดือนเมษายน

$k = 1..2$: แหล่งสินเชื่อเพื่อการเกษตรที่เกษตรกรกู้
โดยที่ 1 = เงินกู้ในสถาบันการเงิน
2 = เงินกู้นอกสถาบันการเงิน

Y_{izlt} : จำนวนผลผลิตพืชชนิดที่ i ที่ได้รับจากการเพาะปลูกในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (กิโลกรัมต่อไร่)

QC_{it} : จำนวนผลผลิตจากการเพาะปลูกพืชชนิด i ที่เกษตรกรต้องเก็บไว้บริโภคในครัวเรือน (กก.)

X_{izlt} : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

P_{it} : ราคาผลผลิตพืชชนิด i ในช่วงเวลา t ที่เกษตรกรขายได้ (บาทต่อกิโลกรัม)

T_{it} : ค่าขนส่งผลผลิตพืชชนิด i (บาทต่อกิโลกรัม)

KA_{k} : เงินทุนของเกษตรกรที่ใช้ในไร่นาและนอกไร่นา (บาท)

B_{kt} : อัตราการชำระคืนเงินกู้ที่เกษตรกรกู้มาเพื่อใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นา (1 + อัตราดอกเบี้ย) จากแหล่งเงินกู้ k

KC_{kt} : เงินกู้ที่เกษตรกรกู้มาเพื่อใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นา (บาท)

ข้อจำกัดและเงื่อนไขในแบบจำลอง (Constraint Set)

1). ข้อจำกัดทางด้านที่ดิน (Land Constraint) ที่ดินถือได้ว่าเป็นข้อจำกัดข้อหนึ่งของการวิเคราะห์ เนื่องจากเกษตรกรในเขตพื้นที่นี้ได้ทำการเพาะปลูกในขอบเขตพื้นที่ ที่มีอยู่จำกัด ลักษณะการวิเคราะห์ ได้แบ่งที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาออกเป็น 3 เขต และที่ดินลักษณะต่าง ๆ 3 ชนิด ในแต่ละช่วงเวลา

$$\sum_{i} X_{izlt} \leqslant LD_{zlt}$$

X_{izlt} : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

LD_{zlt} : จำนวนที่ดินเฉลี่ยต่อครัวเรือนในเขตพื้นที่เพาะปลูก z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

2). เงื่อนไขทางด้านอุปทานของแรงงาน (Labor Supplies Constraint) เกษตรกรในเขตลุ่มน้ำห้วยข้าวสารทำการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีแบบเก่า ใช้แรงงานคนในครัวเรือนเป็นหลักและใช้แรงงานจ้างบ้างบางช่วงเวลาการผลิต เนื่องจากความต้องการแรงงานในการเพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาไม่เท่ากัน กล่าวคือในช่วงเวลาเริ่มการเพาะปลูกและช่วงเวลาเก็บเกี่ยวจะใช้แรงงานมาก จำนวนแรงงานที่หาได้ เป็นวันต่อเดือน เพื่อให้สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ การใช้แรงงาน โดยนำจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีในแต่ละเดือนมาคูณกับจำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน

$$\sum_{i} L_{izlt} X_{izlt} = LB_{zlt} + LE_{zlt}$$

LB_{zlt} : จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่มีในการปลูกพืชในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (วันทำงาน)

LE_{zlt} : จำนวนแรงงานจ้างที่จ้างในการปลูกพืชในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (วันทำงาน)

L_{izlt} : จำนวนแรงงานที่ต้องการต่อไร่ในปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (วันทำงาน)

X_{izlt} : จำนวนพื้นที่ปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

3). ข้อจำกัดทางด้านอุปทานของเงินทุน (Capital Supplies Constraint) เกษตรกรส่วนใหญ่มีรายได้น้อยเงินออมจึงไม่เพียงพอกับค่าใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นา ดังนั้นเงินทุนอีกส่วนหนึ่งต้องกู้ยืมมาจากแหล่งเงินกู้ต่าง ๆ ดังนั้น เกษตรกรสามารถทำการผลิตโดยมีเงินทุนของตนเองบางส่วน และเงินกู้ยืมจากแหล่งเงินกู้ต่าง ๆ บางส่วน

$$\sum_{i} TC_{izlt} X_{izlt} + EXP_{t} \leqslant KA_{t} + KC_{kt}$$

KA_{t} : เงินทุนของเกษตรกรที่ใช้ไปในไร่นาและนอกไร่นา (บาท)

KC_{kt} : เงินกู้ที่เกษตรกรกู้มาเพื่อใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นา (บาท)

TC_{izlt} : ต้นทุนการผลิตผันแปรในการปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (บาท/ไร่)

X_{izlt} : จำนวนพื้นที่ปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

EXP_{t} : ค่าใช้จ่ายนอกไร่นาของเกษตรกรในช่วงเวลา t (บาท)

4). เงื่อนไขของความต้องการใช้น้ำของพืช (Water Requirement Constraint) ในแต่ละช่วงเวลาการเพาะปลูก เกษตรกรใช้น้ำฝนเป็นหลักในการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝน แต่บางครั้งก็ใช้น้ำจากลำห้วยเสริมบ้างในกรณีที่ฝนขาดช่วง ส่วนการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งเกษตรกรอาศัยน้ำจากลำห้วยเป็นหลัก

$$\sum_{i} (ETc_{izlt} - EF_{t}) X_{izlt} (1 + FW_{izlt}) = IR_{zlt}$$

ETc_{izlt} : ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (Water Requirement) ชนิดที่ i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินชนิด l ช่วงเวลา t (ลบ.ม.ต่อไร่)

EF_t : ปริมาณฝนใช้การ(Effective Rainfall)ในช่วงเวลาที่ t (ลบ.ม.ต่อไร่)

X_{izlt} : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

FW_{izlt} : อัตราการสูญเสียน้ำจากการใช้ (Farm Waste Rate) ของพืชชนิดที่ i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ร้อยละต่อ ลบ.ม.) กำหนดให้เท่ากับร้อยละ 15 ของปริมาณน้ำที่ใช้

IR_{zlt} : ปริมาณน้ำจากลำห้วยที่ต้องนำไปใช้ในการเพาะปลูกในช่วงเวลา t (ลบ.ม.)

ถ้า $ETc_{izlt} - EF_t \leqslant 0$ แสดงว่าปริมาณน้ำฝนใช้การมีปริมาณที่เพียงพอในช่วงเวลาที่ t ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำจากลำห้วย

หมายเหตุ : เงื่อนไขที่ 4 ใช้เฉพาะในเขตที่ 1 และ 2 ซึ่งสามารถรับน้ำจากลำห้วยได้

5). ข้อจำกัดด้านการบริโภคในครัวเรือน (Requirement for On-Farm Consumption Demand Constraint) เนื่องจากเกษตรกรในเขตพื้นที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จึงเพาะปลูกข้าวเหนียวให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคในครัวเรือนก่อน พื้นที่ส่วนที่เหลือจึงทำการเพาะปลูกพืช อื่น ๆ

$$\sum_i Y_{izlt} X_{izlt} \geqslant QC_{it}$$

Y_{izlt} : จำนวนผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (กก./ไร่)

QC_{it} : จำนวนผลผลิตจากการเพาะปลูกพืชชนิด i ที่เกษตรกรต้องเก็บไว้บริโภคในครัวเรือน (กก.)

X_{izlt} : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ไร่)

ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) ในแบบจำลองแบ่งเป็นตัวแปลข้อจำกัดและตัวแปลค่าสัมประสิทธิ์

ตัวแปลข้อจำกัด

LD_{zlt} : แสดงถึงที่ดินที่ใช้ทำการเพาะปลูกในช่วงเวลาที่ 1 ถึงช่วงเวลาที่ 12 (ตารางภาคผนวกที่ 3.6,3.8)

LB_{zlt} : แสดงถึงจำนวนแรงงานครัวเรือนที่ใช้ในการปลูกพืชในแต่ละช่วงเวลา โดยคำนวณจากจำนวนแรงงานครัวเรือนเฉลี่ย (Average Family Size) (ตารางภาคผนวกที่ 3.6,3.8)

EXP_t : ค่าใช้จ่ายนอกไร่นาในแต่ละเดือน (ตารางภาคผนวกที่ 3.7)

KA_t : เงินทุนของเกษตรกรใช้ในไร่นาและนอกไร่นา(ตารางภาคผนวกที่ 3.8)

KC_{kt} : เงินทุนกู้ที่เกษตรกรกู้มาใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นา (ตารางภาคผนวกที่ 3.6,3.8)

EF_t : ปริมาณน้ำฝนใช้การ (Effective Rainfall) (คำนวณจากตารางภาคผนวกที่ 2.1,4.1,4.2,4.3,4.4)

QC_{it} : ผลผลิตข้าวเปลือกเหนียวที่เพาะปลูกไว้บริโภคในครัวเรือน จำนวน 1,827 กิโลกรัม

ตัวแปลค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง

L_{izlt} : จำนวนแรงงานที่ต้องการต่อไร่ในการปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ชนิดที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (วันทำงาน) (ตารางที่ 3.7)

C_{izlt} : ต้นทุนการผลิตผันแปรในการผลิตจากการซื้อ ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง เมล็ดพันธุ์ ในการเพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (บาท/ไร่) (ตารางที่ 3.7)

W_t : อัตราค่าจ้างแรงงานในช่วงเวลา t (บาทต่อคนต่อวัน) (ตารางภาคผนวกที่ 3.10)

Y_{izlt} : จำนวนผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (กก.ต่อไร่) (ตารางที่ 3.7)

B_{kt} : อัตราการชำระคืนเงินกู้ ที่เกษตรกรกู้มาเพื่อใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นา (1 + อัตราดอกเบี้ย) (ตารางที่ 3.4)

NP_{it} : ราคาผลผลิตพืชชนิดที่ i ที่เกษตรกรขายได้ (บาทต่อกิโลกรัม) - ค่าขนส่งที่เกษตรกรขนส่งผลผลิตไปขาย (บาทต่อกิโลกรัม) (ตารางภาคผนวกที่ 3.9)

WA_{izlt} : ปริมาณน้ำจากลำห้วยที่ใช้ในปลูพืชชนิด i ในเขตพื้นที่ z ที่ดินลักษณะ l ในช่วงเวลา t (ลบ.ม.) (ตารางภาคผนวกที่ 4.3)

R_t : อัตราค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำท่ามาใช้ในการเพาะปลูก ในช่วงเวลาในช่วงเวลา t (0.51 บาท ต่อ ลบ.ม. คำนวณจากจำนวนเงินค่าน้ำมันที่เกษตรกรใช้หารด้วยปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก)

ตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) คือ ตัวแปรกิจกรรมในแบบจำลอง

X_1 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวเจ้า (ไร่)

X_2 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวเหนียว (ไร่)

X_3 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสง (ไร่)

X_4 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด รุ่น 1 (ไร่)

X_5 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด รุ่น 2 (ไร่)

X_6 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกปอ (ไร่)

X_7 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลือง (ไร่)

X_8 : จำนวนพื้นที่เพาะปลูกพริกไร่ (ไร่)

ALE_t : กิจกรรมการจ้างแรงงาน เพื่อช่วยทำการเพาะปลูกแต่ละช่วงเวลาในช่วงปีการเพาะปลูก (เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนเมษายน) (วันทำงาน)

ATK_t : กิจกรรมการโอนเงินทุนเพื่อใช้ในไร่นาและนอกไร่นา (เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนเมษายน) (บาท)

TWS_t : กิจกรรมการใช้น้ำจากลำห้วย เพื่อทำการเพาะปลูกแต่ละช่วงเวลาในช่วงปีการเพาะปลูก (เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนเมษายน) (ลบ.ม.)

PX_i : กิจกรรมการโอนผลผลิตเพื่อขาย พืชชนิด i (กก.)

TP_i : กิจกรรมการโอนรายได้ จากการขายพืชชนิด i (บาท)

AEX_t : กิจกรรมการใช้จ่ายนอกไร่นาของเกษตรกรแต่ละเดือน (บาท)

TR_t : กิจกรรมการใช้ทุนหมุนเวียน (Capital Transfer) เพื่อใช้จ่ายในไร่นาและนอกไร่นาในช่วงเวลาแต่ละเดือน (บาท)

AKA_t : การใช้เงินทุนของเกษตรกรเอง (บาท)

AKC_{1t} : การใช้เงินกู้จากสถาบันการเงิน (บาท)

AKC_{2t} : การใช้เงินกู้นอกสถาบันการเงิน (บาท)

AQC_{it} : การเก็บผลผลิตไว้บริโภคในครัวเรือน (กิโลกรัม)

4.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว เป็นการวิเคราะห์แบบแผนการปลูกพืช เมื่อค่าสัมประสิทธิ์และข้อจำกัดเปลี่ยนแปลง

การใช้ลิเนียร์โปรแกรมมิ่งเพื่อหาชนิดพืช และขนาดของพื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงสุด ซึ่งใช้ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยแต่ในสภาพความเป็นจริงลักษณะข้อมูลของเกษตรกรแต่ละรายแตกต่างกัน นอกจากนี้ภาวะการณ์ต่าง ๆ ที่เกษตรกรประสบอยู่ภายใต้ความไม่แน่นอนและความเสี่ยง การวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า

สัมประสิทธิ์ของตัวแปลต่าง ๆ และจำนวนปัจจัยการผลิต ซึ่งทำให้คำตอบที่ได้เปลี่ยนแปลงแบบแผนการปลูกพืชใหม่ให้สอดคล้องกับค่าที่ถูกเปลี่ยนเพื่อให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงสุด

1). ราคาผลผลิตของพืชแต่ละชนิด ถ้าราคาผลผลิตของพืชแต่ละชนิดเปลี่ยนแปลงไปย่อมมีผลทำให้รายได้สุทธิของเกษตรกรเปลี่ยนแปลงไปด้วย เนื่องจากเกษตรกรเป็นผู้ยอมรับราคา

2). แรงงานครัวเรือน เนื่องจากการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ของเกษตรกรนอกจากจะใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นแรงงานหลักแล้วยังต้องอาศัยแรงงานรับจ้าง และแรงงานครัวเรือนของเกษตรกรแต่ละครัวเรือนก็แตกต่างกัน

3). เงินทุนที่เกษตรกรต้องการใช้ในรอบฤดูการเพาะปลูก ทั้งนี้ตัวเกษตรกรเองอาจเก็บเงินทุนส่วนหนึ่งไว้สำหรับเพาะปลูก แต่ทว่าเงินจำนวนนี้อาจไม่เพียงพอซึ่งเกษตรกรอาจต้องกู้ยืมจากแหล่งเงินกู้ต่าง ๆ ทั้งนี้หากเกษตรกรไม่สามารถกู้ยืมได้หรือกู้ยืมได้ในจำนวนเงินที่น้อยมีผลทำให้เกษตรกรต้องลดพื้นที่เพาะปลูกลงหรือเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นแทน

4). พืชชนิดใหม่ที่เหมาะสมและสามารถนำมาปลูกในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ หากพืชชนิดใดมีราคาดี ต้นทุนการผลิตต่ำ ผลตอบแทนต่อไร่สูง มีความเหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศ เกษตรกรควรเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดใหม่ทดแทน