

บทที่ 5

ฮิวริสติกอัลกอริทึม

1. บทนำ

ปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำตาลรวมสูงที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อนได้โดยการสร้างฮิวริสติกอัลกอริทึมการคำนวณ ซึ่งจะให้เป็นผลเฉลยใกล้เคียงกับผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (Near-optimal solution) เนื่องจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นในบทที่ 4 มีความเหมาะสมกับการหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น ไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ และในความเป็นจริงของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ปัญหานี้มีจำนวนตัวแปรและพารามิเตอร์เป็นจำนวนมาก เช่น จำนวนแปลงเพาะปลูกที่สนใจ จำนวนวันเก็บเกี่ยว จำนวนรถบรรทุก เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้การหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพ ฮิวริสติกอัลกอริทึมจะถูกใช้ในการหาคำตอบของปัญหาแทนการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ในบทนี้ ได้เสนอฮิวริสติกอัลกอริทึมของปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ฮิวริสติกอัลกอริทึมของการหาคำตอบเริ่มต้น (Initial solution heuristic algorithm) และระยะที่ 2 เมตาฮิวริสติกของการค้นหาคำตอบจากคำตอบเริ่มต้นที่ได้จากระยะที่ 1 โดยใช้วิธีทาบูลีเซิร์ช (Tabu search)

2. ระยะที่ 1 : ฮิวริสติกอัลกอริทึมของการหาคำตอบเริ่มต้น

ฮิวริสติกอัลกอริทึมของการหาคำตอบเริ่มต้นของปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยพัฒนาจากสมมติฐานและวัตถุประสงค์ของปัญหาที่กำหนดไว้ในการพัฒนาแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัตถุประสงค์ในการพัฒนาฮิวริสติก คือ ผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าสูงสุด ซึ่งรายละเอียดขององค์ประกอบและขั้นตอนของฮิวริสติกอัลกอริทึมการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย มีดังนี้

2.1 แนวคิดการแก้ไขปัญหา (Key idea) ของการพัฒนาฮิวริสติกอัลกอริทึม

การแก้ปัญหาคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยที่มีขนาดใหญ่และเป็นปัญหาจริงของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย มีความจำเป็นต้องใช้ความรวดเร็วในการหาคำตอบและได้คำตอบที่มีผลดี ซึ่งวิธีฮิวริสติกเป็นแนวทางสำคัญในการแก้ปัญหาลักษณะนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าสูงสุด และมีสมมติฐานและข้อจำกัดของปัญหาตามรูปแบบปัญหาในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้รูปแบบการหาคำตอบเป็นรูปแบบเดียวกันหลักการที่ใช้ในการพัฒนาฮิวริสติก คือ นำแปลงปลูกทั้งหมดที่ต้องการส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน มาทำการจัดลำดับการเก็บเกี่ยว โดยคัดเลือกแปลงที่ให้ค่าความหวานของอ้อยสูงสุด และคำนวณหา

ผลผลิตน้ำตาลรวมทั้งหมด ซึ่งคำตอบที่ได้รับจากฮิวริสติกคำตอบเริ่มต้น สามารถนำไปปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้นได้จากเมตะฮิวริสติกในระยะที่ 2 ได้

2.2 สมมติฐานของปัญหา (Assumptions)

สมมติฐานของปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับรูปแบบปัญหาและลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องในปัญหาที่สนใจ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ สมมติฐานของปัญหามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ค่าความหวานของอ้อยที่นำมาคำนวณผลผลิตน้ำตาลในสมการเป้าหมาย เป็นค่าความหวานจากการเก็บเกี่ยวอ้อยในแปลงเพาะปลูกแต่ละช่วงเวลา ซึ่งถือว่าระยะเวลาเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลมีค่าน้อย โดยส่งผลให้ค่าความหวานของอ้อยไม่มีค่าลดลงตามระยะเวลารอคอยการเข้าสู่กระบวนการผลิต

2.2.2 ค่าความหวานของอ้อยในแต่ละแปลงเพาะปลูกมีค่าเท่ากันอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งแปลง

2.2.3 อ้อยที่ถูกจัดลำดับให้มีการเก็บเกี่ยวจากแต่ละแปลงเพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลา ถือว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้จริง นั่นคือ ไม่คำนึงถึงสภาวะปัญหาน้ำท่วม สภาพแปลงที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ หรือไม่มีปัญหาการขาดแคลนแรงงานเก็บเกี่ยวอ้อย

2.2.4 ปริมาณอ้อยที่ทำการเพาะปลูกรวมทั้งหมด มีปริมาณมากกว่ากำลังการผลิตรวมทั้งหมด ซึ่งจะทำให้สามารถคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและกำหนดปริมาณการเก็บเกี่ยวอ้อยของแปลงเพาะปลูกแต่ละแปลงในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำตาลรวมสูงสุด

2.2.5 การขนส่งอ้อยของรถบรรทุกแต่ละคัน อ้อยที่ทำการบรรทุกต้องได้จากแปลงเพาะปลูกเพียงแปลงเดียวเท่านั้น ไม่มีการผสมอ้อยจากแปลงเพาะปลูกที่แตกต่างกัน

2.2.6 การเก็บเกี่ยวอ้อยในแปลงเพาะปลูกแต่ละแปลงมีความเป็นอิสระต่อกัน

2.2.7 การเก็บเกี่ยวอ้อยที่ถูกจัดลำดับ ไม่คำนึงถึงความเสมอภาคกันของปริมาณอ้อยในแต่ละแปลง

2.2.8 ปริมาณรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน ให้ถือว่ามีความเพียงพอต่อความต้องการในการขนส่งอ้อยตามลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ได้กำหนดขึ้น

2.3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในฮิวริสติกอัลกอริทึม (Parameters)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในขั้นตอนของฮิวริสติกอัลกอริทึม มีดังต่อไปนี้

p	=	แปลงเพาะปลูกอ้อยที่ 1, 2,..., P
t	=	วันเก็บเกี่ยวที่ 1, 2,..., T
n	=	ปริมาณบรรทุกที่ 1, 2, ..., N
$CCS_{p,t}$	=	ค่า CCS ของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p , ในวันเก็บเกี่ยวที่ t
$CANE_p$	=	ปริมาณอ้อยของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p

CAP_t	=	กำลังการผลิตของโรงงานในวันเก็บเกี่ยวที่ t
$Trk_{p,t,n}$	=	ปริมาณบรรทุกของรถบรรทุกที่มีปริมาณบรรทุก n ในวันเก็บเกี่ยวที่ t ของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p
$nTrk_{p,t,n}$	=	จำนวนรถบรรทุกที่มีปริมาณบรรทุก n ในวันเก็บเกี่ยวที่ t ของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p

2.4 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

ตัวแปรตัดสินใจของฮิวริสติกอัลกอริทึม คือ

$QTY_{p,t}$	=	ปริมาณอ้อยของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p ที่ทำการส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานในวันเก็บเกี่ยวที่ t (หน่วย : ตัน)
$YIELD_{p,t}$	=	ผลผลิตน้ำตาลที่ได้ จากผลคูณของค่า CCS ของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p ในวันเก็บเกี่ยวที่ t กับปริมาณอ้อยของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p ในเก็บเกี่ยวที่ t (หน่วย : หน่วย)

2.5 ขั้นตอนของฮิวริสติกอัลกอริทึม

ขั้นตอนของฮิวริสติกอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย มีดังนี้

2.5.1 ขั้นตอนที่ 1 การรับข้อมูลป้อนเข้า (Inputs) โดยข้อมูลป้อนเข้าสำหรับฮิวริสติกอัลกอริทึม มีดังนี้

- (1) ค่า CCS ของอ้อยในแต่ละวันของแปลงเพาะปลูกอ้อย ($CCS_{p,t}$)
- (2) ปริมาณกำลังการผลิตของโรงงานต่อวัน (CAP_t)
- (3) ปริมาณอ้อยของแต่ละแปลงเพาะปลูกอ้อย ($CANE_p$)
- (4) ปริมาณบรรทุกของรถบรรทุก ($Trk_{p,t,n}$)
- (5) จำนวนรถบรรทุกในแต่ละปริมาณบรรทุก ($nTrk_{p,t,n}$)

2.5.2 ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการคำนวณของฮิวริสติกอัลกอริทึม มีขั้นตอนย่อยดังนี้

- (1) หาค่า $CCS_{p,t}$ ที่มีค่าสูงที่สุด
 - (1.1) กรณีที่ค่า $CCS_{p,t}$ มีค่าสูงที่สุดมากกว่า 1 ค่า ให้หาค่า $CCS_{p,t+1}$ จะได้ $DCCS = CCS_{p,t} - CCS_{p,t+1}$ ทำการเลือกค่า $CCS_{p,t}$ ที่ให้ค่า $DCCS$ เป็นบวกสูงสุด
 - (1.2) กรณีที่ค่า $DCCS$ เป็นบวกสูงสุดมีมากกว่า 1 ค่า ให้หาค่า $CANE_p$ และเปรียบเทียบค่า $CANE_p$ เลือกค่า $CANE_p$ ที่มีค่าสูงสุด
 - (1.3) กรณีที่ค่า $CANE_p$ เป็นบวกสูงสุดมีมากกว่า 1 ค่า ให้เลือกค่าใดค่าหนึ่งก็ได้

ผลที่ได้จากขั้นตอน (1) คือค่า $CCS_{p,t}$ และทำให้ได้ค่า $CANE_p$ หมายถึงได้ค่า CCS ที่สูงที่สุดโดยเป็นข้อมูลของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p ของวันเก็บเกี่ยวที่ t และปริมาณอ้อยของแปลงเพาะปลูกอ้อยที่ p ตามลำดับ

(1.4) บันทึก $CCS_{p,t}$

(2) อัปเดต (Update) ค่า $CANE_p$, CAP_t , $CCS_{p,t}$ และ $nTrk_{p,t,n}$ ดังนี้

(2.1) กรณีที่ $CANE_p - \max_{\forall n} (Trk_{p,t,n} ; nTrk_{p,t,n} \neq 0) = 0$ ทำการ

อัปเดตค่าเป็นดังนี้

$$nTrk_{p,t,n} = nTrk_{p,t,n} - 1$$

$$CAP_t = CAP_t - \max_{\forall n} (Trk_n)$$

$$CANE_p = CANE_p - \max_{\forall n} (Trk_n)$$

$$CCS_{p,t} = 0$$

บันทึก $QTY_{p,t} = CANE_p$ ณ วันเก็บเกี่ยวที่ t

(2.2) กรณีที่ $CANE_p - \max_{\forall n} (Trk_{p,t,n} ; nTrk_{p,t,n} \neq 0) > 0$ ทำการ

อัปเดตค่าเป็นดังนี้

$$nTrk_{p,t,n} = nTrk_{p,t,n} - 1$$

$$CAP_t = CAP_t - \max_{\forall n} (Trk_n)$$

$$CANE_p = CANE_p - \max_{\forall n} (Trk_n)$$

บันทึก $QTY_{p,t} = \max_{\forall n} (Trk_n)$ ณ วันเก็บเกี่ยวที่ t

ในกรณีที่ค่า $nTrk_{p,t,n}$ สำหรับทุกค่า n เมื่อถูกปรับปรุงแล้วมีค่าเป็น 0 ทำให้ไม่มีรถบรรทุกที่จะสามารถขนส่งได้สำหรับแปลงเพาะปลูกที่ p และวันเก็บเกี่ยวที่ t จะมีการปรับปรุงค่า $CCS_{p,t}$ เพิ่มเติม โดยปรับปรุงให้มีค่าเป็น 0 หรือ

$$CCS_{p,t} = 0$$

(2.3) กรณีที่ $CANE_p - \max_{\forall n} (Trk_{p,t,n} ; nTrk_{p,t,n} \neq 0) < 0$ ทำการ

อัปเดตค่าเป็นดังนี้

$$nTrk_{p,t,n} = nTrk_{p,t,n} - 1$$

$$CAP_t = CAP_t - CANE_p$$

$$CANE_p = 0$$

$$CCS_{p,t} = 0$$

บันทึก $QTY_{p,t} = CANE_p$ ณ วันหรือช่วงเวลา ที่ t

(3) หาผลคูณของ $CCS_{p,t}$ และ $QTY_{p,t}$ ที่ได้จากข้อ 1 และข้อ 2 ตามลำดับ

จะได้

$$YIELD_{p,t} = CCS_{p,t} \times QTY_{p,t}$$

(4) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 - ขั้นตอนที่ 3 จนกระทั่ง $nTrk_{p,t,n}$, CAP_t หรือ $CANE_p$ ค่าใดค่าหนึ่งเป็น 0 ทุกคอมบินชัน

2.5.3 ขั้นตอนที่ 3 การแสดงผลลัพธ์การคำนวณของฮิวริสติกอัลกอริทึม

$$(1) \text{ ผลผลิตน้ำตาลรวม} = \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T \text{YIELD}_{p,t}$$

(2) ลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ปริมาณอ้อยและค่าความหวานที่ได้จากแต่ละแปลงเพาะปลูกที่ถูกคัดเลือกให้มีการเก็บเกี่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ วันเก็บเกี่ยว หมายเลขแปลงเพาะปลูก ปริมาณอ้อยที่จะทำการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงเพาะปลูก และค่าความหวานที่ได้

ขั้นตอนในการคำนวณของฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับหาคำตอบเริ่มต้น แสดงดังภาพที่ 5.1

2.6 ตัวอย่างการคำนวณของฮิวริสติกอัลกอริทึมการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ระยะที่ 1

ตัวอย่างการคำนวณของฮิวริสติกอัลกอริทึมการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการคำนวณโดยละเอียด โดยได้ทำการสมมติโจทย์ปัญหาและทำการหาคำตอบเริ่มต้นของฮิวริสติกอัลกอริทึม ซึ่งมีรายละเอียดขององค์ประกอบและขั้นตอนการคำนวณดังต่อไปนี้

2.6.1 ขั้นตอนที่ 1 การรับข้อมูลป้อนเข้า (Inputs) โดยข้อมูลป้อนเข้าสำหรับฮิวริสติกอัลกอริทึมการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย มีดังนี้

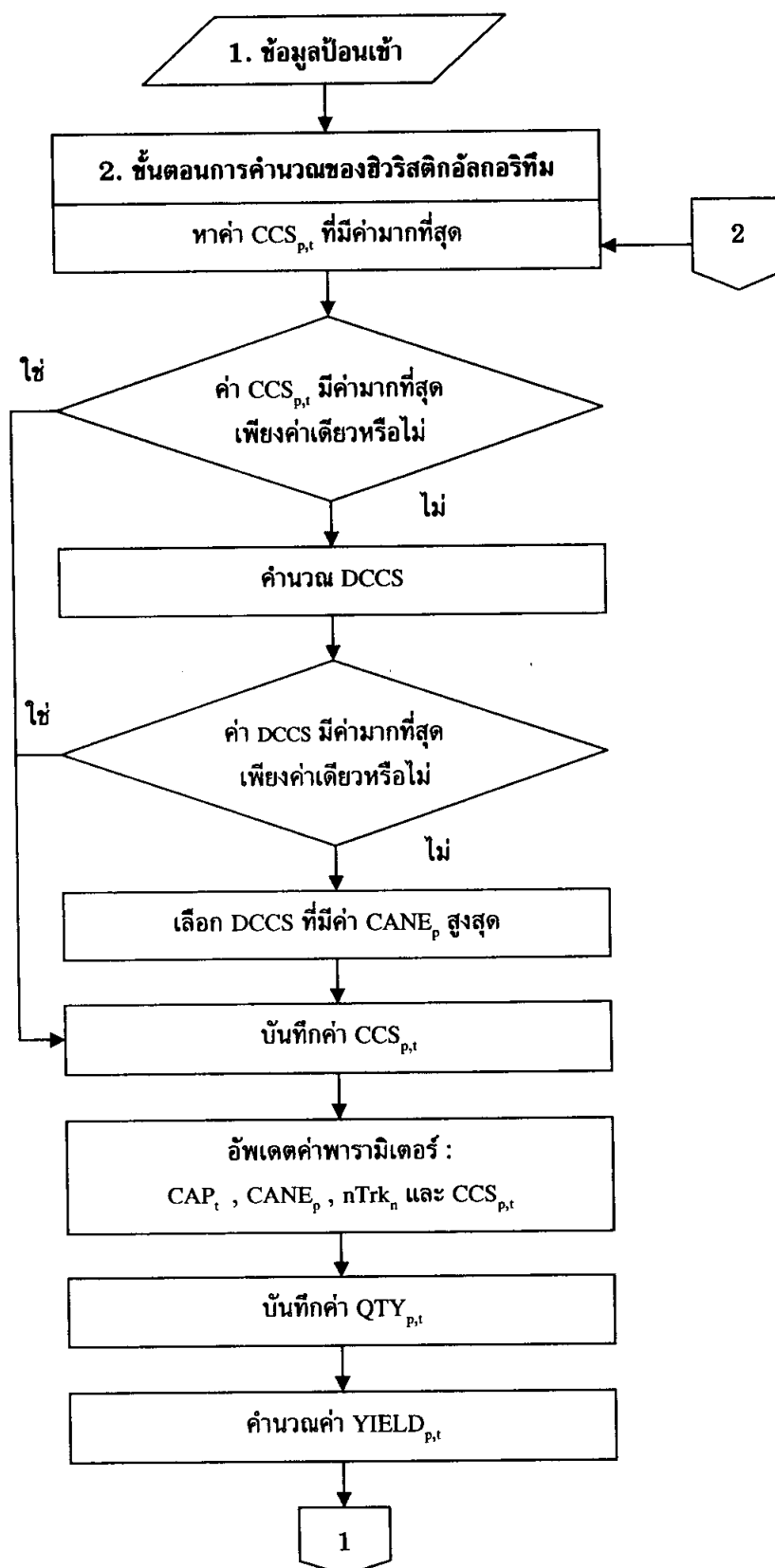
(1) ค่าความหวานของอ้อยในแต่ละวันของแต่ละแปลงเพาะปลูกอ้อย ($\text{CCS}_{p,t}$) กำหนดให้มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่พิจารณาเป็น 5 วันเก็บเกี่ยว ($t = 1, 2, 3, \dots, 5$) และจำนวนแปลงอ้อยที่พิจารณามีทั้งหมด 5 แปลงเพาะปลูก ($p = 1, 2, 3, \dots, 5$) แสดงดังตารางที่ 5.1

(2) ปริมาณกำลังการผลิตของโรงงานต่อวัน (CAP_t) กำหนดให้ปริมาณความต้องการอ้อยในแต่ละวันมีค่าเท่ากัน คือ 400 ตันต่อวัน ($\text{CAP}_1 = \text{CAP}_2 = \text{CAP}_3 = \text{CAP}_4 = \text{CAP}_5 = 400$)

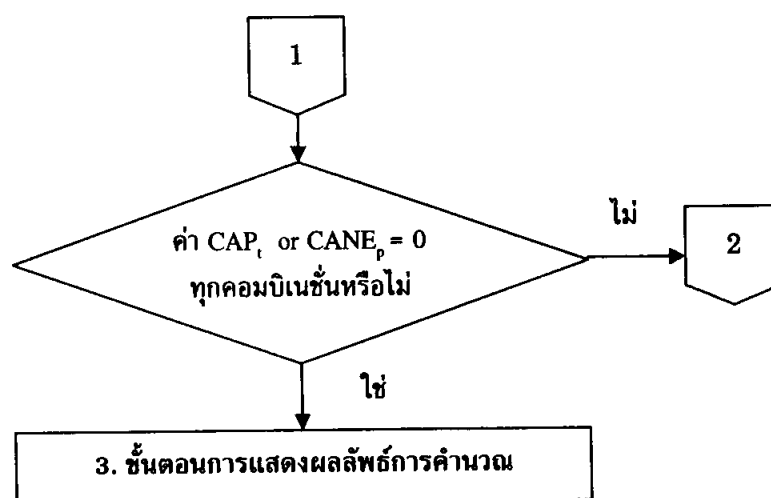
(3) ปริมาณอ้อยของแต่ละแปลงเพาะปลูกอ้อย (CANE_p) กำหนดให้ปริมาณอ้อยของแต่ละแปลงเพาะปลูก แสดงดังตารางที่ 5.2

(4) ปริมาณบรรทุกของรถบรรทุก ($\text{Trk}_{p,t,n}$) กำหนดให้รถบรรทุกมีปริมาณบรรทุกเท่ากัน คือ 20 ตัน ($\text{Trk}_{p,t,n} = 20$, สำหรับทุกคอมบินเนชั่น)

(5) จำนวนรถบรรทุกในแต่ละปริมาณบรรทุก ($n\text{Trk}_{p,t,n}$) กำหนดให้จำนวนรถบรรทุกมีปริมาณสูงสุดที่สามารถขนส่งได้ในแต่ละแปลงเพาะปลูกและในแต่ละวันมีจำนวนเท่ากัน คือ 15 คัน ($n\text{Trk}_{p,t,n} = 15$, สำหรับทุกคอมบินเนชั่น)



ภาพที่ 5.1 แสดงขั้นตอนอีไวรัสติกอัลกอริทึมในการหาค่าตอบเริ่มต้น



ภาพที่ 5.1 แสดงขั้นตอนฮิวริสติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบเริ่มต้น (ต่อ)

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความหวานของอ้อยในแต่ละแปลงเพาะปลูก ($CCS_{p,t}$)

แปลงเพาะปลูกที่ (p)	วันที่ (t)	ค่าความหวาน ($CCS_{p,t}$)
1	1	7
	2	8
	3	9
	4	10
	5	9
2	1	8
	2	9
	3	10
	4	10
	5	8
3	1	9
	2	9
	3	10
	4	9
	5	8
4	1	10
	2	10
	3	8
	4	7
	5	6
5	1	9
	2	10
	3	9
	4	9
	5	8

ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณอ้อยของแต่ละแปลงเพาะปลูก ($CANE_p$)

แปลงเพาะปลูกที่ (p)	ปริมาณอ้อย ($CANE_p$)
1	200
2	400
3	600
4	300
5	200
รวม	1,700

2.6.2 ขั้นตอนการคำนวณตามขั้นตอนของฮิวริสติกอัลกอริทึม

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยและให้ได้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุดสำหรับปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย มีดังนี้

(1) รวบรวมข้อมูลป้อนเข้าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณให้อยู่ในรูปแบบของตารางที่ 5.3

(2) ขั้นตอนที่ 1 หาค่า $CCS_{p,t}$ ที่มีค่าสูงที่สุด ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 5.4 เมื่อพิจารณาจากค่า $CCS_{p,t}$ ที่มีค่าสูงที่สุด พบว่ามีหลายค่าที่มีค่าเท่ากัน ดังนั้น ต้องทำการคำนวณหาค่า DCCS ตามขั้นตอนย่อยของขั้นตอนที่ 1 ยกตัวอย่างเช่น

แปลงเพาะปลูกที่ 1 จะได้ $DCCS = CCS_{1,6} - CCS_{1,7} = 10 - 9 = 1$ สำหรับค่า DCCS ของแปลงเพาะปลูกอื่นๆ แสดงดังตารางที่ 5.5

จากตารางที่ 5.5 พบว่า ค่า DCCS ของแปลงเพาะปลูกที่ 2 และ 4 มีค่าเป็นบวกสูงสุด แต่การพิจารณาจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย จะพิจารณาแปลงเพาะปลูกที่มีปริมาณมากที่สุดก่อน ซึ่งแปลงเพาะปลูกที่ 2 มีจำนวนอ้อยในแปลงเพาะปลูก เท่ากับ 400 ตัน ซึ่งมากกว่าแปลงเพาะปลูกที่ 4 ที่มีจำนวนอ้อยในแปลงเพาะปลูกเท่ากับ 300 ตัน ดังนั้น จึงจัดให้มีการเก็บเกี่ยวอ้อยในวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ 4 จากแปลงเพาะปลูกที่ 2 เป็นปริมาณ 300 ตัน โดยเป็นจำนวนรถบรรทุกทั้งหมด 15 คัน มีปริมาณบรรทุกคันละ 20 ตัน

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลป้อนเข้าทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ

แปลงเพาะปลูกที่	ปริมาณอ้อย (ตัน)	วันที่	ค่าความ หวาน	ปริมาณ บรรทุก (ตันต่อคัน)	จำนวน รถบรรทุก (คัน)
1	200	1	7	20	15
		2	8	20	15
		3	9	20	15
		4	10	20	15
		5	9	20	15
2	400	1	8	20	15
		2	9	20	15
		3	10	20	15
		4	10	20	15
		5	8	20	15
3	600	1	9	20	15
		2	9	20	15
		3	10	20	15
		4	9	20	15
		5	8	20	15
4	300	1	10	20	15
		2	10	20	15
		3	8	20	15
		4	7	20	15
		5	6	20	15
5	200	1	9	20	15
		2	10	20	15
		3	9	20	15
		4	9	20	15
		5	8	20	15

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าความหวานของอ้อยในแต่ละวัน ($CCS_{p,i}$) ที่มีค่าสูงที่สุดของแต่ละแปลงเพาะปลูก

แปลงเพาะปลูกที่	ปริมาณอ้อย (ตัน)	วันที่	ค่าความหวาน
1	200	1	7
		2	8
		3	9
		4	10
		5	9
2	400	1	8
		2	9
		3	10
		4	10
		5	8
3	600	1	9
		2	9
		3	10
		4	9
		5	8
4	300	1	10
		2	10
		3	8
		4	7
		5	6
5	200	1	9
		2	10
		3	9
		4	9
		5	8

ตารางที่ 5.5 แสดงค่า DCCS ของแต่ละแปลงเพาะปลูก

แปลงเพาะปลูกที่	t	DCCS
1	4	1
2	3	1
	4	2
3	3	1
4	1	0
	2	2
5	2	1

(3) ทำการบันทึกค่า CCS ปริมาณอ้อยที่จะเก็บเกี่ยว และวันที่ทำการเก็บเกี่ยวอ้อย ($CCS_{2,4} = 1^{\circ}$)

(4) ขั้นตอนที่ 2 ทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด ยกตัวอย่างสำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์เมื่อมีการจัดให้มีการเก็บเกี่ยวอ้อยในวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ 4 สำหรับแปลงเพาะปลูกที่ 2 ดังนี้

$$CANE_2 - \underset{v_n}{Max} (Trk_{2,4,1} ; nTrk_{2,4,1} \neq 0) = 400 - 300 = 100 > 0$$

เป็นไปตามกรณีที่ 2 ดังนั้น ทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

$$nTrk_{2,4,1} = 15 - 15 = 0$$

$$CAP_4 = 400 - 300 = 100$$

$$CANE_2 = 400 - 300 = 100$$

$CCS_{2,4} = 0$ เนื่องจากกรณีนี้ เป็นกรณีที่ $nTrk_{p,n}$ ถูกปรับปรุงค่าแล้วมีค่าเป็น 0 จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่า $CCS_{p,i}$ เป็น 0 ด้วย เพื่อป้องกันการกลับมาพิจารณาจัดลำดับซ้ำสำหรับแปลงเพาะปลูกที่ 2 ในวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ 4 เนื่องจากไม่สามารถจัดรถบรรทุกให้มีการขนส่งได้

บันทึก $QTY_{2,4} = 300$ ตัน ซึ่งหมายถึง ปริมาณอ้อย 300 ตัน ซึ่งจะทำให้การเก็บเกี่ยวจากแปลงเพาะปลูกที่ 2 ถูกเก็บเกี่ยวและส่งเข้าโรงงานในวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ 4

(5) หาผลคูณของ $CCS_{p,i}$ และ $QTY_{p,i}$ ที่ได้จากข้อ 3 และข้อ 4 ตามลำดับจะได้ว่า

$$YIELD_{2,4} = CCS_{2,4} \times QTY_{2,4} = 10 \times 300 = 3,000 \text{ หน่วย}$$

(6) เมื่อทำการปรับปรุงค่าตามขั้นตอนที่ 2 แล้ว จะทำให้ค่า DCCS ในตารางที่ 5.5 มีค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.6 ดังนั้น แปลงเพาะปลูกที่ 4 ในวันเก็บเกี่ยวที่ 2 จะถูกจัดลำดับให้มีการเก็บเกี่ยวอ้อยเป็นลำดับต่อไป ซึ่งจำนวนอ้อยที่จะทำ

การเก็บเกี่ยวอ้อยจะได้จากเงื่อนไขของจำนวนรถบรรทุกและปริมาณบรรทุกที่มีอยู่ ปริมาณความต้องการตามกำลังการผลิตของโรงงาน และจำนวนอ้อยที่มีในแปลงเพาะปลูก

ตารางที่ 5.6 แสดงค่า DCCS ของแต่ละแปลงเพาะปลูกที่เหลืออยู่หลังจากที่ได้ทำการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยให้กับแปลงเพาะปลูกที่ 2 ของวันเก็บเกี่ยวที่ 4 แล้ว

แปลงเพาะปลูกที่	t	DCCS
1	4	1
2	3	1
3	3	1
4	1	0
	2	2
5	2	1

(7) ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 – ขั้นตอนที่ 5 จนกระทั่ง $nTrk_{p,t_n}$, CAP_t หรือ $CANE_p$ ค่าใดค่าหนึ่งเป็น 0 ทุกคอมบินเนชัน

2.6.3 ขั้นตอนที่ 3 การแสดงผลลัพธ์การคำนวณของฮิวริสติกอัลกอริทึมการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ประกอบด้วย

$$(1) \text{ ผลผลิตน้ำตาลรวม} = \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T YIELD_{p,t}$$

$$= 10 \times (300+100+100+300+100+300) + 9 \times (300+100+100) = 16,500 \text{ หน่วย}$$

(2) ลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ปริมาณอ้อยและค่าความหวานที่ได้จากแต่ละแปลงเพาะปลูกที่ถูกคัดเลือกให้มีการเก็บเกี่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ วันเก็บเกี่ยว หมายเลขแปลงเพาะปลูก ปริมาณอ้อยที่จะทำการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงเพาะปลูก และค่าความหวานที่ได้ ซึ่งจากตัวอย่างโจทย์ที่กำหนดขึ้น สามารถแสดงผลลัพธ์ของลำดับการเก็บเกี่ยวได้ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยของแต่ละแปลง

วันเก็บเกี่ยวที่	แปลงเพาะปลูกที่	ปริมาณอ้อย (ตัน)	ค่าความหวานที่ได้
1	3	300	9
	5	100	9
2	4	300	10
	5	100	10
3	2	100	10
	3	300	10
4	1	100	10
	2	300	10
5	1	100	9
รวม	-	1,700	-

3. ระยะที่ 2 : เมตะฮิวริสติกของการค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นด้วยวิธีทาบูลีเซิร์ช

เมตะฮิวริสติก (Meta heuristic) เป็นวิธีการที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้มีหลายวิธี เช่น ทาบูลีเซิร์ช เจเนติกอัลกอริทึม ซิมูเลตเทด แอนนีลลิ่ง เป็นต้น วิทยานิพนธ์นี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีค้นหาคำตอบด้วยวิธีทาบูลีเซิร์ช ซึ่งจะเป็นการปรับปรุงคำตอบที่ได้จากฮิวริสติก อัลกอริทึมการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย เพื่อให้ได้ค่าผลผลิตน้ำตาลที่มากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นสมการเป้าหมายของการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย โดยมีรายละเอียดขององค์ประกอบหลักและขั้นตอนการค้นหาคำตอบด้วยวิธีทาบูลีเซิร์ช ดังต่อไปนี้

3.1 องค์ประกอบหลักของวิธีทาบูลีเซิร์ช

จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบหลักของวิธีทาบูลีเซิร์ช ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1.1 ทาบูลิสต์ (Tabu List) เป็นตัวเก็บลักษณะซึ่งใช้ในการควบคุมการย้อนกลับหรือการหลงในวัฏจักรอยู่ในขอบเขตการค้นหาเดิม ๆ ซึ่งเป็นการเก็บคู่ของวันเก็บเกี่ยวอ้อย โดยกำหนดให้มีขนาดของทาบูลิสต์ เท่ากับ $L = L_1, L_2, \dots, L_{maxtl}$ ซึ่งความยาวของทาบูลิสต์ที่มีค่ามากที่สุดเป็น L_{maxtl} โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ

(1) กรณี $n \leq 12$

$$L_{maxtl} = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$$

(2) กรณี $n > 12$

$$L_{\max} = 7$$

โดยที่ n = จำนวนวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่พิจารณา (Sethanan,

2001 cite from Laguna et al., 1993)

ในการเริ่มต้นการค้นหาคำตอบ ทาบูลิสต์จะเป็นเซตว่าง และเมื่อมีการแทรกจุดครั้งที่ L การแทรกจุดแต่ละครั้งจะถูกบันทึกลงในทาบูลิสต์

3.1.2 มูฟ (Move) เป็นฟังก์ชันที่เปลี่ยนจากคำตอบหนึ่งเป็นอีกคำตอบหนึ่ง องค์ประกอบย่อยของมูฟที่สามารถนำไปใช้กับคำตอบใดคำตอบหนึ่งจะก่อให้เกิดชุดของคำตอบหลายๆคำตอบ ซึ่งเรียกว่า เนบออะฮูด (Neighborhood) ซึ่งการมูฟนำไปสู่เนบออะฮูดที่มีคุณภาพการค้นหาลำบากทำให้เกิดการมูฟซึ่งก่อให้เกิดคำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่ดีที่สุดและเป็นการหลีกเลี่ยงการถูกจำกัดโดยคำตอบเฉพาะถิ่น (Local optimum) การมูฟสำหรับปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ใช้วิธีการมูฟแบบแทรกข้อมูล (Insert move) โดยเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งโดยการย้ายคำตอบใด ๆ ไปแทรกอยู่ระหว่างคำตอบ 2 คำตอบซึ่งเป็นวิธีการที่ให้คำตอบที่ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสลับข้อมูล (Swap move) (Sethanan, 2001)

การแทรกข้อมูลของทาบูลิสต์สำหรับปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย เป็นการแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยวันเก็บเกี่ยวอ้อยอื่นๆที่ได้ทำการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวในคำตอบเริ่มต้นจากฮิวริสติกอัลกอริทึม ซึ่งการแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวอ้อยจะทำให้ค่าผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยในวันที่แตกต่างกัน จะทำให้ค่าความหวานของอ้อยเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งการแทรกข้อมูลจะมีความสอดคล้องกับเนบออะฮูดไฮส์ที่เป็นขอบเขตของการมูฟ

รายละเอียดในการบันทึกการแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยวอ้อย เป็นดังนี้

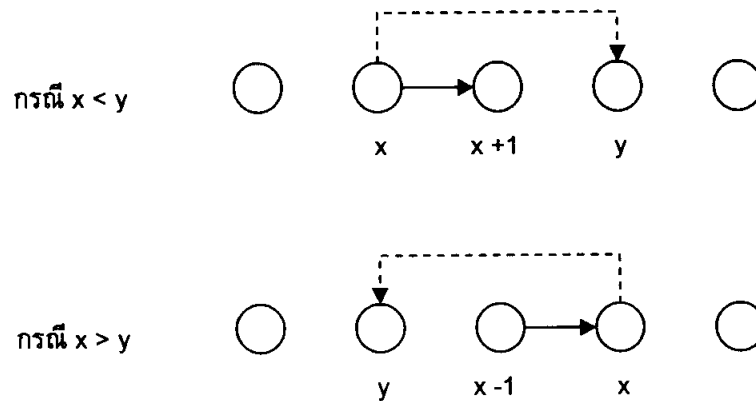
(1) การแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยวอ้อย จะอนุญาตให้มีการแทรกข้อมูลได้ก็ต่อเมื่อปริมาณอ้อยที่ทำการเก็บเกี่ยวหลังจากการแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยวไม่ฝ่าฝืนปริมาณอ้อยตามความต้องการกำลังการผลิตในแต่ละวันเก็บเกี่ยวที่กำหนดขึ้น

(2) การกำหนดแอททริบิวต์ในทาบูลิสต์หลังจากที่ทำการแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยวอ้อยแล้ว สามารถแบ่งได้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ $x < y$ เมื่อตำแหน่ง x คือตำแหน่งที่นำไปแทรกและตำแหน่ง y เป็นตำแหน่งที่ถูกแทรกโดยตำแหน่ง x ทำให้การกำหนดแอททริบิวต์ในทาบูลิสต์ จะประกอบด้วยข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวที่นำไปแทรก (x) และข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวหลังจากจุดที่นำไปแทรก ($x+1$) แสดงได้ดังภาพที่ 8

กรณีที่ $x > y$ เมื่อตำแหน่ง x คือตำแหน่งที่นำไปแทรกและตำแหน่ง y เป็นตำแหน่งที่ถูกแทรกโดยตำแหน่ง x ทำให้การกำหนดแอททริบิวต์ในทาบูลิสต์ ประกอบด้วย

ข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวที่นำไปแทรก (x) และจุดของวันเก็บเกี่ยวก่อนหน้าจุดที่นำไปแทรก ($x-1$) แสดงได้ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ทาบูลิสต์ของการแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยวอ้อย (x, y)

ยกตัวอย่างการแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวอ้อย ที่คำนึงถึงปริมาณอ้อยที่จะทำการแทรก ปริมาณอ้อยที่ถูกแทรกและปริมาณอ้อยที่อยู่ระหว่างการแทรก ดังนี้

กำหนดให้ $T_i (D, P_1, Q_1, P_2, Q_2, \dots)$ ลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ถูกกำหนดไว้ตามคำตอบเริ่มต้นจากฮิวริสติกอัลกอริทึม

โดยที่ T_i คือ วันเก็บเกี่ยวอ้อยตามระยะเวลาจริง
 D คือ วันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ถูกกำหนดจากการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวที่เป็นคำตอบเริ่มต้น

P คือ แปลงที่ทำการเก็บเกี่ยว

Q คือ ปริมาณอ้อยที่ทำการเก็บเกี่ยว

สมมติให้ลำดับการเก็บเกี่ยวเป็น

$T_1 (1, 1, 20, 3, 40)$, $T_2 (2, 2, 10, 5, 50)$, $T_3 (3, 1, 20, 6, 20, 7, 10)$, $T_4 (4, 4, 30, 7, 10)$

เมื่อทำการแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยว (D) จะต้องนำวันเก็บเกี่ยวและปริมาณอ้อยที่จะทำการเก็บเกี่ยวมาพิจารณาด้วย โดยการแทรกสามารถทำได้ดังนี้ คือ

กรณีที่ 1 การแทรกข้อมูล โดยวันที่ 2 แทรกวันที่ 1 ลำดับการเก็บเกี่ยวจะเปลี่ยนเป็น $T_1(2, 2, 10, 5, 50)$, $T_2 (1, 1, 20, 3, 40)$, $T_3 (3, 1, 20, 6, 20, 7, 10)$, $T_4 (4, 4, 30, 7, 10)$

ทาบูลิสต์จะบันทึกคู่ของวันเก็บเกี่ยว เป็น $(1, 2)$

กรณีที่ 2 การแทรกข้อมูลโดยวันที่ 4 แทรกวันที่ 3 ลำดับการเก็บเกี่ยวจะเปลี่ยนเป็น T1 (1, 1, 20, 3, 40) , T2 (2, 2, 10, 5, 50) , T3 (4, 4, 30, 7, 10) , T4 (3, 1, 20, 6, 20, 7, 10)

ทาบูลิสต์จะบันทึกคู่ของวันเก็บเกี่ยว เป็น (3, 4)

3.1.3 เนบะฮูดไซส์ (Neighborhood Size) เป็นการกำหนดขอบเขตในการค้นหาคำตอบจากขอบเขตของการมูฟ (move distance: d) ซึ่งขอบเขตของการมูฟของปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวย่อย เป็นการกำหนดความกว้างของการแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวย่อย โดยขอบเขตการมูฟ สามารถคำนวณได้ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

(1) กรณี $n \leq 30$

$$d = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor - 1$$

(2) กรณี $n > 30$

$$d = \left(\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor / 2 \right) * \frac{c}{4}$$

โดยที่ n = จำนวนวันเก็บเกี่ยวย่อยที่พิจารณา

$\left\lfloor h \right\rfloor$ = จำนวนเต็มที่มากที่สุดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ h

c = ค่าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 1 ถึง 4

(Sethanan, 2001 cite from Laguna et al., 1993 and Brandao & Mercer, 1997)

ค่า c ที่นำมาแทนค่าในสมการของปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวย่อย ได้กำหนดค่าให้เท่ากับ 2 ($c = 2$)

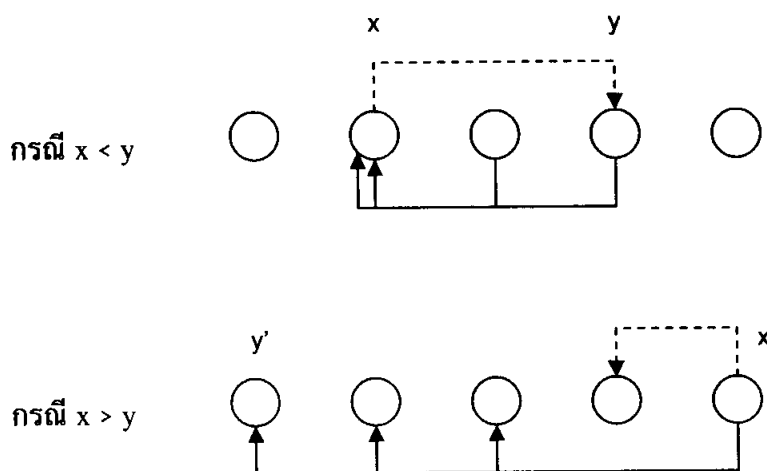
3.1.4 ทาบูเรสทริคชัน (Tabu Restriction) คือ การป้องกันการแทรกจุดที่จะทำให้เกิดการย้อนกลับไปยังตำแหน่งเดิม โดยทั่วไปแล้วจะมีหลายวิธีในการกำหนดทาบูเรสทริคชัน แต่วิธีที่ดีที่สุด คือ การกำหนดทาบูเรสทริคชันโดยการประยุกต์ขอบเขตของการมูฟ (move distance: d) ซึ่งการมูฟแต่ละครั้งนั้น จะต้องตรวจสอบก่อนว่ามีทาบูเรสทริคชันอยู่ในทาบูลิสต์หรือไม่ หากมีทาบูเรสทริคชันอยู่ในทาบูลิสต์แล้ว การมูฟนั้นก็ไม่สามารถทำได้ ในทางตรงกันข้าม หากไม่มีทาบูเรสทริคชันอยู่ในทาบูลิสต์ การมูฟนั้นก็สามารถทำได้ โดยปกติแล้วทาบูเรสทริคชันจะมีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 1 คู่ โดยการกำหนดแอททริบิวต์ในทาบูเรสทริคชัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

(1) กรณีที่ $x < y$ และ $y - x < d$

การกำหนดแอททริบิวต์ในทาบูเรสทริคชัน ประกอบด้วยข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวที่นำไปแทรก (x) และข้อมูลทุกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวที่อยู่ระหว่างข้อมูลที่นำไปแทรกและข้อมูลที่ถูกแทรก (k) โดยที่ $x < k \leq y$ โดยเก็บในแอททริบิวต์เป็น (k, x) แสดงได้ดังรูปที่ 9

(2) กรณีที่ $x > y$ และ $x - y < d$

การกำหนดแอททริบิวต์ในทาบูลีสตริคชัน ประกอบด้วยข้อมูลสุดท้ายของขอบเขตการมูฟ (y') โดยที่ $x - y' = d - 1$ ทาบูลีสตริคชัน เป็นข้อมูลของวันที่เก็บเกี่ยวที่นำไปแทรก (x) และข้อมูลทุกข้อมูลของวันที่เก็บเกี่ยวที่อยู่ระหว่างข้อมูลที่นำไปแทรกและข้อมูลที่ถูกรวบรวม (k) โดยที่ $y' \leq k \leq x$ โดยเก็บในแอททริบิวต์เป็น (x, k) แสดงได้ดังรูปที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ทาบูลีสตริคชันของการแทรกข้อมูลวันเก็บเกี่ยว

3.1.5 แอดมิสซิเบิลมูฟ (Admissible Moves) คือ การย้ายตำแหน่งที่เป็นไปได้ โดยจะมีการพิจารณาทาบูลีสตริคชัน ว่ามีคู่ที่อยู่ในทาบูลีสตริคชันหรือไม่ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- (1) ถ้าไม่มีคู่ของทาบูลีสตริคชันที่อยู่ในทาบูลีสตริคชันจะมีการย้ายตำแหน่ง
- (2) ถ้ามีคู่ของทาบูลีสตริคชันอยู่ในทาบูลีสตริคชันจะไม่มีการย้ายตำแหน่งเกิดขึ้น ยกเว้นเมื่อค่าฟังก์ชันเป้าหมายที่ได้จากการย้ายตำแหน่งให้ค่าฟังก์ชันเป้าหมายสูงกว่าแอสไพเรชันเลเวล (Aspiration level) จึงจะอนุญาตให้ย้ายข้อมูลได้

3.1.6 เงื่อนไขการหยุดค้นหาคำตอบ (Stopping criteria) เป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการหยุดการค้นหาคำตอบ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

- (1) เงื่อนไขการหยุดค้นหาคำตอบจากจำนวนรอบการค้นหาคำตอบ (Iteration) สูงสุด เท่ากับ 100 รอบ
- (2) เงื่อนไขการหยุดค้นหาคำตอบจากจำนวนรอบการค้นหาคำตอบ (Iteration) ที่ไม่สามารถทำให้ค่าผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าที่มากขึ้นกว่าเดิมได้ เท่ากับ 30 รอบ

3.1.7 ขั้นตอนการคำนวณของวิธีทาบูลีสตริคชันสำหรับปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูก และการจัดลำดับการเก็บเกี่ยว

วิธีทาบูลีร์ช ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นของปัญหาการคัดเลือกแปลงเพาะปลูกและการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อย ซึ่งเป็นวิธีการแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวอ้อย ที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ได้จัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยไว้แล้ว ตามฮิวริสติกอัลกอริทึมระยะที่ 1 โดยขั้นตอนของการคำนวณด้วยวิธีทาบูลีร์ช สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

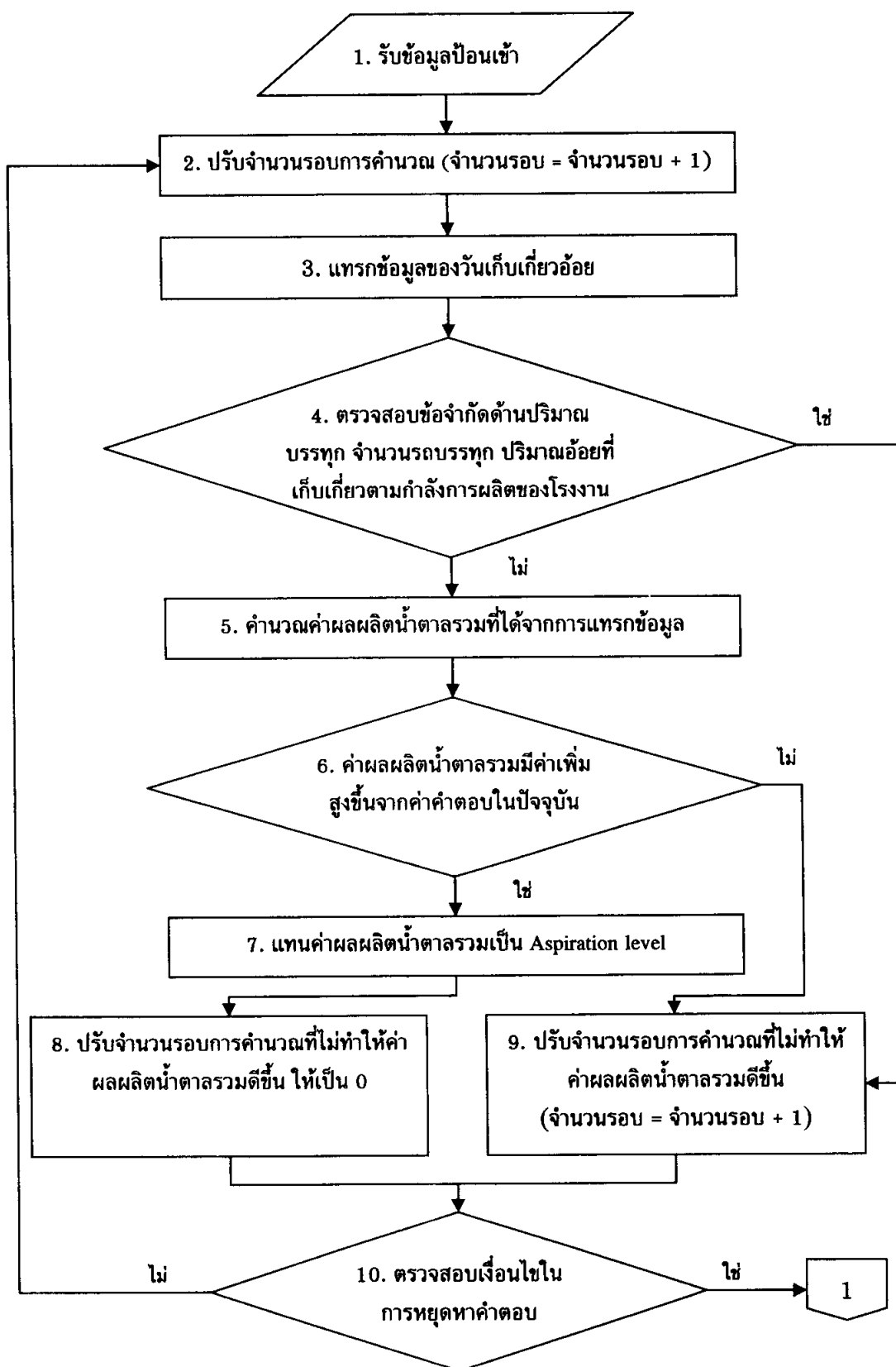
(1) ขั้นตอนที่ 1 รับข้อมูลป้อนเข้า ซึ่งประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นในการคำนวณ ประกอบด้วย ทาบูลิสต์ไซด์ (Tabu list size, L_{max}) เนบะฮูดไซด์ (Neighborhood size, d) แอซไพเรชันเลเวล (Aspiration level) และเงื่อนไขการหยุดค้นหาคำตอบ (Stopping criteria)

(2) ขั้นตอนที่ 2 ปรับจำนวนรอบการคำนวณ (Iteration) โดยให้มีจำนวนรอบการคำนวณในปัจจุบันเริ่มต้นเท่ากับ 0 และเมื่อมีการปรับจำนวนรอบ กำหนดให้

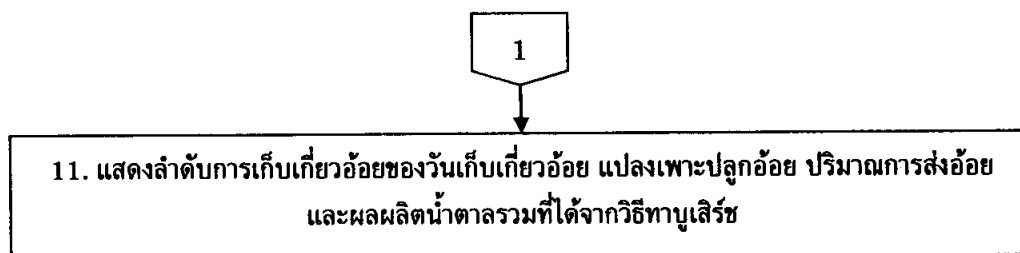
$$\text{จำนวนรอบการคำนวณปัจจุบัน} = \text{จำนวนรอบการคำนวณปัจจุบัน} + 1$$

(3) ขั้นตอนที่ 3 ทำการมูฟตำแหน่ง โดยการแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวอ้อย การแทรกข้อมูลของวันเก็บเกี่ยวอ้อย เป็นการจัดให้การเก็บเกี่ยวในวันทำการแทรกเป็นการเก็บเกี่ยวอ้อยตามปริมาณที่ได้ทำการเก็บเกี่ยวในวันเดิม แต่เปลี่ยนแปลงค่าความหวานไปตามวันเก็บเกี่ยวที่ไปแทรก ซึ่งการแทรกข้อมูลจะกระทำภายในเนบะฮูดไซด์ที่กำหนดไว้

(4) ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อพิจารณาว่าการแทรกข้อมูลในขั้นตอนที่ 3 สามารถกระทำได้หรือไม่ คือ การตรวจสอบจำนวนอ้อยที่จัดให้มีการเก็บเกี่ยวภายในวันเก็บเกี่ยวที่นำไปแทรก วันเก็บเกี่ยวที่ถูกแทรก และวันเก็บเกี่ยวที่อยู่ระหว่างการแทรก โดยปริมาณความต้องการอ้อยของโรงงานในแต่ละวัน จำนวนรถบรรทุกและปริมาณบรรทุกในวันต่างๆ ดังกล่าว ต้องมีปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับปริมาณอ้อยที่ถูกกำหนดให้มีการเก็บเกี่ยว การแทรกข้อมูลในขั้นตอนที่ 3 จึงจะสามารถอนุญาตให้กระทำได้นอกจากนี้ การแทรกข้อมูลที่สามารถเป็นไปได้ ยังต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของทาบูลีร์ช คือ แอดมิชชีเบลมูฟ อีกด้วย ถ้าค่าผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าไม่มากขึ้น ให้ข้ามไปที่ ขั้นตอนที่ 9



ภาพที่ 5.4 แสดงขั้นตอนการคำนวณของวิธีทาบูลีร์ช



ภาพที่ 5.4 แสดงขั้นตอนการคำนวณของวิธีทาบูลีร์ช (ต่อ)

(5) ขั้นตอนที่ 5 บันทึกข้อมูลการมูฟลงไปในทาบูลิสต์ และทาบูลีร์ชชัน ซึ่งเป็นข้อมูลวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ทำการแทรกและวันเก็บเกี่ยวอ้อยที่ถูกแทรก และคำนวณหาค่าผลผลิตน้ำตาลรวมจากลำดับการเก็บเกี่ยวใหม่ที่เกิดขึ้นจากวิธีทาบูลีร์ช

(6) ขั้นตอนที่ 6 บันทึกค่าผลผลิตน้ำตาลรวมที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 และพิจารณาว่ามีค่ามากขึ้นหรือไม่ ถ้าค่าผลผลิตน้ำตาลรวมมีค่าไม่มากขึ้น ให้ข้ามไปที่ ขั้นตอนที่ 9

(7) ขั้นตอนที่ 7 ถ้าค่าผลผลิตน้ำตาลรวมจากขั้นตอนที่ 6 มีค่ามากขึ้น ให้บันทึกเป็นค่าผลผลิตน้ำตาลรวมที่เป็น แอชไพเรชัน เลเวล

(8) ขั้นตอนที่ 8 ปรับปรุงเงื่อนไขการหยุดค้นหาคำตอบที่เป็นจำนวนรอบการคำนวณที่ไม่ทำให้ค่าคำตอบดีขึ้น เท่ากับ 0

(9) ขั้นตอนที่ 9 ปรับปรุงเงื่อนไขการหยุดค้นหาคำตอบที่เป็นจำนวนรอบการคำนวณที่ไม่ทำให้ค่าคำตอบดีขึ้น เท่ากับ จำนวนรอบ + 1

(10) ขั้นตอนที่ 10 ตรวจสอบเงื่อนไขในการหยุดหาคำตอบ ซึ่งประกอบด้วย 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 จำนวนรอบการคำนวณ (Iteration) = 100 รอบ

กรณีที่ 2 จำนวนรอบการคำนวณที่ไม่ทำให้ค่าคำตอบดีขึ้น = 30 รอบ

(11) ขั้นตอนที่ 11 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นด้วยวิธีทาบูลีร์ช โดยเป็นลำดับการเก็บเกี่ยวของวันเก็บเกี่ยวอ้อย แปลงเพาะปลูกและปริมาณการเก็บเกี่ยวอ้อย รวมถึงค่าสมการเป้าหมายที่เป็นผลผลิตน้ำตาลรวมที่ได้จากค้นหาคำตอบด้วยวิธีทาบูลีร์ช