

บทที่ 6

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในทางวิศวกรรมการวิเคราะห์ค่าในทางเศรษฐศาสตร์ จะมีความสำคัญมากต่อการออกแบบและสร้างอะไรขึ้นมาสักอย่างหนึ่ง เพื่อที่จะดูว่าผลที่ได้จะคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ ซึ่งการวิเคราะห์ค่าในทางเศรษฐศาสตร์สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการประเมินรายจ่ายแบบรายปี (Annual Cost Method) ค่าใช้จ่ายรายปีที่นำมาประเมินประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายของการลงทุน (Initial Cost) ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงหรือพลังงานของอุปกรณ์ (Running Cost) ค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษา (Operating and Maintenance Cost) แล้วนำค่าใช้จ่ายรวมรายปีมาเปรียบเทียบกับการลงทุนของการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จาก 30°C ระหว่างระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ กับระบบทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิ ซึ่งกำหนดให้สภาพการทำงานของระบบทั้งสองเหมือนกันทุกประการ คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ 30°C เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2°C ชนิดของผลิตภัณฑ์เป็นผักกาดหอมจำนวน 1,000 kg เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง อายุการใช้งาน 10 ปี อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี รายละเอียดการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมรายปี มีดังนี้

6.1 การทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ

จากการออกแบบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ เพื่อใช้ในการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ 30°C เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2°C ออกแบบให้สามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 30 kg จากการทดสอบพบว่า สามารถลดอุณหภูมิของผักกาดหอมที่สภาวะของการออกแบบจะใช้เวลา 30 นาที ดังนั้นที่เวลาของการลดอุณหภูมิ 16 ชั่วโมง ไม่คิดเวลาที่นำผลิตภัณฑ์เข้าออก จะสามารถลดอุณหภูมิของผักกาดหอมได้ 960 kg หรือคิดว่าเป็นประมาณ 1,000 kg ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ มีดังนี้

ก. เครื่องกำเนิดไอน้ำผลิตในประเทศไทย (บริษัทไทยเค บอยเลอร์ จำกัด) ขนาด 200 kg/h ปริมาณความร้อน (Capacity) 120,000 kcal/h ประสิทธิภาพ 85 %

ข. ระยะเวลาทำงาน 16 h/day

ค. ใช้น้ำมันเตาเกรดซี ราคา 4 Baht/liters

ง. ค่าไฟฟ้าคิดหน่วยละ 2.25 Baht/kW-h

จ. สามารถลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตลอดปี โดยสมมติให้ทำงาน 350 day/year

ฉ. ไม่คิดมูลค่าซากและค่าจ้างแรงงาน

6.1.1 ค่าใช้จ่ายของการลงทุน

รายการ	ราคา (บาท)
เครื่องกำเนิดไอน้ำ ขนาด 200 kg/h (รวมถึงน้ำมัน)	450,000
หัวฉีดไอน้ำ จำนวน 2 ชุด	24,000
ถังบรรจุผลิตภัณฑ์ ขนาด 0.539 m ³	40,000
อุปกรณ์การวัดและระบบควบคุม	15,000

ท่อไอน้ำและอุปกรณ์ส่วนควบอื่น ๆ (ชุดควบคุมไม่ให้ความดันในแต่ละสแตจต่ำกว่าปกติ เพื่อป้องกันความดันย้อนกลับเข้าสู่ระบบ)	200,000
การดำเนินการสร้าง	40,000
รวม	769,000

$$\text{ราคาค้นทุนต่อปี} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \times P$$

โดยที่

- P = เงินลงทุนหรือเงินต้น
 i = อัตราดอกเบี้ยตลอดอายุการใช้งาน
 n = จำนวนปีของอายุการใช้งาน

ดังนั้น ราคาค้นทุนต่อปี

$$= \frac{0.15(1.15)^{10}}{(1.15)^{10} - 1} \times 769,000 = 153,225 \text{ บาท}$$

6.1.2 ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงและพลังงานของอุปกรณ์

ค่าไฟฟ้า โดยที่กิโลวัตต์รวมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดไอน้ำเท่ากับ 1.5 kW ดังนั้น
 เสียค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อปี

$$\begin{aligned}
 &= 1.5 \text{ kW} \times 2.25 \text{ Baht/kW-h} \times 16 \text{ h/day} \times 350 \text{ day/year} \\
 &= 18,900 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากการทดสอบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำที่ออกแบบของสแตจที่ 2 และ 3 จะสิ้นเปลืองไอน้ำเท่ากับ 100 kg/h ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยพบว่าสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 17 liters/h ดังนั้นถ้าเปลี่ยนมาใช้น้ำมันเตาเกรดซี ซึ่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 41,280 kJ/liters นำมาใช้กับเครื่องกำเนิดไอน้ำตามที่เลือกไว้ ซึ่งมีปริมาณความร้อนเท่ากับ 120,000 kcal/h หรือ 502,440 kJ/h ดังนั้นเมื่อคิดเปรียบเทียบเป็นค่าความร้อนของน้ำมันเตาเกรดซี จะสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

$$= \frac{502,440}{41,280} \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \frac{\text{liters}}{\text{kJ}} = 12.172 \text{ liters/h}$$

สิ้นเปลืองน้ำมันเตาเกรดซีเท่ากับ 12.172 liters/h ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อปี

$$\begin{aligned}
 &= 12.172 \text{ liters/h} \times 4 \text{ Baht/liters} \times 16 \text{ h/day} \times 350 \text{ day/year} \\
 &= 272,653 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

6.1.3 ค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษาของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ จะเน้นไปทางด้านการดูแลบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไอน้ำเท่านั้น เพราะชุดหัวฉีดไอน้ำที่ใช้สำหรับสร้างสูญญากาศไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ จึงคิดค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษาเป็น 2.5 % ของค้นทุนต่อปี ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษาต่อปี

$$= 0.025 \times 769,000 = 19,225 \text{ บาท}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมรายปีของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ

$$= 153,225 + 18,900 + 272,653 + 19,225 = 464,003 \text{ บาท}$$

6.2 การทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิ

เมื่อต้องการเก็บผลิตผลจำนวน 1,000 kg ไว้ในห้องลดอุณหภูมิ โดยออกแบบให้มีขนาด กว้าง 4 m ยาว 4 m สูง 3 m จากสภาวะการทำงานของห้องลดอุณหภูมิ จะต้องใช้กำลังของการทำความเย็นประมาณ 4.2 kW ซึ่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เหมือนกับการลดอุณหภูมิโดยใช้สุญญากาศ มีดังนี้

6.2.1 ค่าใช้จ่ายของการลงทุน

รายการ	ราคา (บาท)
ห้องขนาด 80 m ² ค่าก่อสร้างตารางเมตรละ 1,500 บาท	120,000
ชุดคอยล์เย็นแบบ Direct Expansion รุ่น SAGE 1 ตัว	82,000
ชุดคอนเดนซิ่ง ยูนิต รุ่น L61/2T-S มอเตอร์ 5.5 kW	115,000
อุปกรณ์ควบคุม	30,000
ท่อและอุปกรณ์ส่วนควบอื่น ๆ	60,000
การดำเนินการ	30,000
รวม	437,000

ดังนั้น ราคาต้นทุนต่อปี

$$= \frac{0.15 (1.15)^{10}}{(1.15)^{10} - 1} \times 437,000 = 87,073 \text{ บาท}$$

6.2.2 ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงหรือพลังงานของอุปกรณ์

รายการ	กิโลวัตต์ (kW)
พัดลมของคอยล์เย็น จำนวน 2 ตัว ขนาด 0.6 kW	1.2
พัดลมของคอนเดนซิ่ง ยูนิต จำนวน 1 ตัว ขนาด 0.5 kW	0.5
มอเตอร์ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ขนาด 5.5 kW	5.5
รวม	7.2 kW

ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อปี

$$= 7.2 \text{ kW} \times 2.25 \text{ Baht/kW-h} \times 16 \text{ h/day} \times 350 \text{ day/year}$$

$$= 90,720 \text{ บาท}$$

6.2.3 ค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษาของระบบทำความเย็นด้วยห้องลดอุณหภูมิจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าระบบทำความเย็นด้วยสุญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ จึงคิดค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษาเป็น 5 % ของต้นทุนต่อปี ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายของการดูแลบำรุงรักษาต่อปี

$$= 0.05 \times 437,000 = 21,850 \text{ บาท}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมรายปีของระบบทำความเย็นด้วยห้องลดอุณหภูมิ

$$= 87,073 + 90,720 + 21,850$$

$$= 199,643 \text{ บาท}$$

6.3 มูลค่าเพิ่มที่ได้จากการส่งผลิตผลไปขายที่ต่างประเทศ

เหตุผลที่สำคัญของการออกแบบระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ คือ สามารถส่งผลิตผลจำพวกผักไปขายที่ตลาดต่างประเทศได้ เนื่องจากการลดอุณหภูมิของผลิตผลจำพวกผักที่ใช้ในปัจจุบันใช้เวลาที่นานมาก มักจะใช้วิธีการทำความเย็นโดยเก็บไว้ในห้องเย็น ปรากฏว่าอุณหภูมิที่ใจกลางของผลิตผลไม่ถึง 2°C หรือไม่สม่ำเสมอ ตามมาตรฐานที่ต้องการ จึงทำให้ไม่สามารถส่งผลิตผลไปขายที่ตลาดต่างประเทศได้ ซึ่งถ้าสามารถส่งผลิตผลไปขายยังตลาดต่างประเทศได้ จะทำให้มูลค่าของผลิตผลเพิ่มขึ้นประมาณ 6 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นถ้าพิจารณาจากผลประโยชน์ที่ได้รับจากการส่งผลิตผลไปขายที่ต่างประเทศของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ ข้อมูลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ มีดังนี้

ก. มูลค่าของผลิตผลเพิ่มขึ้น 6 Baht/kg

ข. สามารถลดอุณหภูมิของผลิตผลได้ 1,000 kg/day

ค. สมมติว่าทำงาน 350 day/year

ง. เงินลงทุนเบื้องต้น 769,000 บาท

จ. ค่าใช้จ่ายตลอดปี ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงหรือพลังงานของอุปกรณ์และการดูแลบำรุงรักษา 310,778 บาท

6.3.1 มูลค่าของผลิตผลที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาขายต่อปี

$$= 1,000 \text{ kg/day} \times 6 \text{ Baht/kg} \times 350 \text{ day/year} \\ = 2,100,000 \text{ บาท}$$

6.3.2 กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาขายผลิตผลต่อปี

กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาขายผลิตผล ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างมูลค่าที่เพิ่มเนื่องจากราคาขายกับค่าใช้จ่ายรวมรายปีของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ

$$= 2,100,000 - 464,003 \\ = 1,653,997 \text{ บาท}$$

6.4 เปรียบเทียบการลงทุนในแต่ละระบบ

จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมรายปีของทั้งสองระบบ พบว่าระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำเท่ากับ 464,003 บาท และระบบทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิเท่ากับ 199,643 บาท ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมรายปีของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำจะสูงกว่าระบบทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิเท่ากับ 2.324 เท่า และมีค่าใช้จ่ายพลังงานต่อกิโลกรัมผลิตผลเท่ากับ 0.833 บาท/กิโลกรัม ซึ่งค่าใช้จ่ายที่สูงกว่ามานี้ เนื่องจากราคาของเครื่องกำเนิดไอน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมจะแพงกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องลดอุณหภูมิ แต่ถ้าหากในโรงงานนั้นมีการใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิตอยู่แล้ว และมีไอน้ำเพียงพอที่จะนำมาใช้ ก็จะเป็นการประหยัดในส่วนนี้ลงได้อีกกว่า 450,000 บาท อีกทั้งระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำการบำรุงรักษาจะน้อยกว่า เพราะไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่และไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษ เนื่องจากการรั่วไหลของสารทำความเย็น ดังนั้นถ้านำผลิตผลที่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยสูญญากาศส่งไปขายที่ตลาดต่างประเทศ จึงมีความเป็นไปได้ในการคุ้มทุน ซึ่งจะต้องมีผลิตผลมากพอและตลอดปี แต่จะไม่คุ้มค่า

การลงทุน ถ้าขายผลิตผลในประเทศ เพราะว่ายังไม่คำนึงถึงอุณหภูมิใจกลางของผลิตผลเหมือนตลาดต่างประเทศ

6.5 วิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ เมื่อคิดระยะเวลาของการคืนทุน (Payback Period) ซึ่งเป็นการวัดความเร็วของเวลาในการลงทุนที่ได้รับทุนกลับคืนมาสามารถหาได้ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเบื้องต้น}}{(\text{รายได้เฉลี่ยรายปี} - \text{ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยตลอดปี})}$$

ดังนั้นระยะเวลาในการคืนทุน

$$= \frac{769,000}{(2,100,000 - 310,778)}$$

$$= 0.429 \text{ ปี} = 5.15 \text{ เดือน}$$

สำหรับการส่งผลิตผลไปขายที่ตลาดต่างประเทศ โดยใช้ระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศ จะทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาขายผลิตผลต่อปีเท่ากับ 1,635,997 บาท และมีระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 5.15 เดือน ที่มูลค่าของการขายผลิตผลเพิ่มขึ้น 6 บาท/กิโลกรัม

จากการวิจัยที่ผ่านมาซึ่งไม่มีการศึกษาการเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวกับการลดอุณหภูมิของผลิตผลจำพวกผักใบ ของระบบการทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ กับระบบการทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

สรุปผลได้ว่า ในการลดอุณหภูมิผลิตผลจำนวน 1,000 kg โดยกำหนดให้สภาพการลดอุณหภูมิเหมือนกัน พบว่าค่าใช้จ่ายรวมรายปีของระบบทำความเย็นด้วยสูญญากาศโดยใช้หัวฉีดไอน้ำ จะมีค่าใช้จ่ายพลังงานต่อกิโลกรัมผลิตผลเท่ากับ 0.833 บาท/กิโลกรัม การลงทุนจะแพงกว่าระบบทำความเย็นโดยใช้ห้องลดอุณหภูมิ 2.324 เท่า จึงไม่เหมาะที่จะลงทุนถ้านำผลิตผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิขายภายในประเทศ แต่ถ้านำไปขายที่ต่างประเทศ จะทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลต่างของราคาขายต่อปีเท่ากับ 1,653,997 บาท และมีระยะเวลาในการคืนทุน 5.15 เดือน ที่มูลค่าของการขายผลิตผลเพิ่มขึ้น 6 บาท/กิโลกรัม ซึ่งผลประโยชน์ที่ได้รับเนื่องจากผลต่างของราคาขายต่อปีที่ตลาดต่างประเทศ จะเปลี่ยนแปลงไปตามราคาของผลิตผล