

■ Research Article



ต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย

Developing an innovative prototype of automation for the harvesting process of Thai sea salt products to increase the potential

ดวงกมล อังอำนวยศิริ¹, จิตราพร ชัยเสริมวงศ์² และกมลวรรณ วงศ์วุฒิ^{3*}

^{1,2,3} คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 76000

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทยและ 2) เพื่อหาความพึงพอใจของเกษตรกรเมื่อใช้ต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สมาชิกเกษตรกรเกลือทะเลไทย พื้นที่ชุมชน ตำบลบางขุนไทร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 25 คน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงและโดยบังเอิญ สถานที่สำหรับการทำวิจัยนาเกลือของชุมชนตำบลบางขุนไทร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) ระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทยและ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของเกษตรกร โครงสร้างระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย ใช้วัสดุที่ทำจากเหล็ก มีการขับเคลื่อนล้อเป็นแบบตีนตะขาบ (แบบยาง) เพื่อรองรับน้ำหนักของตัวโครงสร้างและน้ำหนักของเกลือที่ถูกลำเลียงใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 4 แรงม้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน โดยกระบะที่ใช้บรรจุเกลือสามารถบรรจุเกลือได้ 180 กิโลกรัม ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการทดสอบสมรรถนะของต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย พบว่า สามารถเคลื่อนที่บนแปลงนาเกลือด้วยความเร็วเฉลี่ย 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีเงื่อนไขการบรรจุเกลือไม่เกิน 100 กิโลกรัม และลักษณะหน้าดินในแปลงนาเกลือแน่น ถ้าหากหน้าดินในแปลงนาเกลือมีพื้นผิวที่นุ่ม ระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทยสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลงเฉลี่ย 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งการบรรจุเกลือในปริมาณที่มากขึ้น จะส่งผลต่อความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ เนื่องจากพื้นผิวดินเกิดการยุบตัวลง ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการขับเคลื่อนของระบบอัตโนมัติฯ 2) ผลการทดสอบความเร็วของระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือฯ ค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ที่ นาทีละ 23.39 กิโลกรัม และ 3) การสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทยพบว่าอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.53

คำสำคัญ: นวัตกรรม, ระบบอัตโนมัติ, เกลือทะเลไทย, ความเร็ว, ความพึงพอใจ

Received:

6 November 2025

Revised:

19 December 2025

Accepted:

27 December 2025

Published:

29 December 2025

*Corresponding

Author:

kamolwan.won@mail.pbru.ac.th

Copyright:

© Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

ISSN

Print: 2586-8500

Electronic: 2586-8632

Abstract

The objective of this research is to : 1) To design, construct, and test a prototype of an innovative automated system for the Thai sea salt harvesting process. 2) To evaluate the satisfaction of farmers with the use of the innovative automated system prototype for the harvesting process of Thai sea salt. The research was conducted in the salt fields of the Bang Khun Thian Subdistrict community, Ban Laem District, Phetchaburi Province. The sample group consisted of 25 Thai sea salt farmer members from the Bang Khun Thian Subdistrict community, selected using purposive and accidental sampling methods. The research instrument used was: 1) An automated system for the harvesting process of Thai sea salt. 2) A farmer satisfaction questionnaire. The structure of the automated system for the harvesting process of Thai sea salt was built using steel materials. The system is equipped with caterpillar wheels (rubber track) to support the weight of the structure and the transported salt. A 4-horsepower gasoline engine is used as the main power source for driving the system. The salt transport tray with a capacity to carry up to 180 kilograms of salt.

The research results found that 1) The performance test of the prototype of the innovative automated system for the harvesting process of Thai sea salt showed that it could run on the salt fields at an average speed of 7 kilometers per hour, with the condition that the salt load does not exceed 100 kilograms, and the soil surface in the salt field is compact. If the soil surface in the salt field is soft, the automated system for the harvesting process of Thai sea salt can run at a reduced average speed of 5 kilometers per hour. The increased salt load affects the vehicle's speed due to soil compaction, which creates an obstacle for the vehicle's movement. 2) The results of the speed test for the suction or salt transportation system of the automated harvesting system showed an average speed of 23.39 kilograms per minute. 3) The survey on farmers' satisfaction with the automated system for the harvesting process of Thai sea salt revealed a high level of satisfaction, with an average score of 4.50 and a standard deviation of 0.53.

Keywords: Innovation, Automation System, Thai Sea Salt, Speed, Satisfaction

1. บทนำ

ประชาชนในจังหวัดเพชรบุรี สมุทรสงครามและสมุทรสาครมีอาชีพดั้งเดิมคือ การทำนาเกลือทะเล นอกเหนือจากอาชีพทำนา ทำสวนและทำประมง ทั้งนี้พื้นที่ทำนาเกลือทะเลเกือบทั้งหมดของประเทศไทยนั้นอยู่ในภายในจังหวัดที่ได้กล่าวมา ซึ่งมีพื้นที่รวมกันประมาณ 62,000 ไร่ ผลผลิตเกลือทะเลรวมทั้งประเทศประมาณ 992,000 ตัน [1] ราคาปัจจุบันถูกปรับตัวสูงขึ้นถึงเกือบจะ 3,000-3,300 บาท เนื่องจากสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทำนาเกลือ ทั้งนี้กระบวนการทำนาเกลือทะเลมีขั้นตอนอยู่มากมาย และจำเป็นต้องอาศัยความชำนาญของคนทำนาเกลือ (นายนา) โดยมีขั้นตอนดังนี้ [2] 1) เมื่อถึงฤดูกาลทำนาเกลือ จะต้องทำการคันหรือสูบน้ำทะเลไปกักเก็บไว้ในนาขังหรือที่เรียกว่า “วังน้ำ” ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเล ทั้งนี้ความเค็มของน้ำในนาขังมีค่าประมาณ 10 ดักรี 2) ทำการสูบน้ำจากนาขังเข้าสู่นาตากหรือนาแผ่ ซึ่งเป็นนาขั้นต้นในการทำนาเกลือ โดยระดับความสูงของน้ำทะเลในนาตากประมาณ 5-10 เซนติเมตร เพื่อให้มีน้ำมีดีกรีของความเค็มและความเข้มข้นของน้ำทะเลที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งจะตากน้ำทะเลประมาณ 4-5 วัน 3) ทำการปล่อยน้ำจากนาตากมายังนาเชื้อ เพื่อบ่มน้ำให้ได้ความเค็มประมาณ 23 ดักรี 4) ทำการบดอัดนาปลงหรือนาวางให้เรียบและแน่น เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมออกจากนา และป้องกันหน้าดินของนาวางล่อนออกไปปนกับน้ำทะเล 5) ทำการตากน้ำทะเลไว้ในนาจนเกิดผลึกเกลือและทับถมกันเป็นแผ่นหนา โดยปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10-20 วัน หากตากน้ำทะเลได้เวลานานแผ่นเกลือจะมีความหนาและปริมาณเกลือที่ได้ก็จะมากตามด้วยเช่นกัน 6) เมื่อได้ระยะเวลาและความหนาของแผ่นเกลือตามที่ต้องการแล้วก็ถึงขั้นตอนการเก็บเกลือ โดยใช้ “คทาเรือ” แซะให้เกลือแตกออกจากกัน จากนั้นใช้ “คทาแถว” ชักลากเกลือมากองรวมกันเป็นแถวๆ และใช้ “คทาสุม” จากนั้นจะเป็นขั้นตอนในการโกยเกลือมารวมเป็นกอง ๆ เหมือนเจดีย์ทราย และ 7) ทำการเก็บเกลือเข้ายุ้งฉาง โดยปัจจุบันเกษตรกรยังต้องใช้วิธี “การหาบเกลือ” เพื่อไปเก็บยังยุ้งฉาง ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมและต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ในขณะที่จำนวนแรงงานที่มีอยู่ไม่เพียงพอกับความต้องการ และนับวันจะค่อยๆ มีจำนวนที่ลดลงจึงอาจส่งผลให้อาชีพทำนาเกลือทะเลมีความเสี่ยงกับวิกฤตขาดแคลนแรงงาน เช่นเดียวกับภาคเกษตรกรรมอื่น ๆ และจะส่งผลให้ราคาต้นทุนในการผลิตเกลือทะเลให้สูงขึ้นไปอีก ซึ่งไม่สอดคล้องกับราคาขายในตลาดที่มักจะถูกกดราคาให้ต่ำอยู่เสมอ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการหาบเกลือทะเลไทย

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรนาเกลือจะเห็นว่าค่าแรงหาบเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ของการทำนาเกลือทะเลคือประมาณ 300 บาทต่อเกวียน ซึ่งการหาบเกลือหรือลำเลียงเกลือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ซึ่งหากเกิดฝนตกในสภาวะที่ขาดแคลนแรงงานลำเลียงผลผลิตเกลือทะเลทั้งหมดอาจได้รับความเสียหาย จากการศึกษาดูงานเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการลำเลียงเกลือในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้จำแนกเทคโนโลยี

ที่มีความเหมาะสมออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบระบบสายพานลำเลียงเป็นระบบที่นิยมใช้ในการเคลื่อนย้ายเกลือระยะไกลหรือใช้สำหรับลำเลียงเกลือขึ้นสู่รถบรรทุก จุดเด่นคือสามารถลำเลียงผลผลิตเกลือได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยถนอมสภาพความสมบูรณ์ของผลึกเกลือไม่ให้แตกหักเสียหาย แต่มีข้อจำกัดคือมีโครงสร้างขนาดใหญ่ ทำให้มีต้นทุนในการสร้างและติดตั้งค่อนข้างสูง รูปแบบเครื่องจักรกลแบบเคลื่อนที่ เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาระบบการเก็บเข้ากับระบบลำเลียงไว้ในเครื่องจักรเพียงชุดเดียว จุดเด่นคือ ทำการส่งต่อเกลือที่เก็บเกี่ยวได้ไปยังรถสำหรับบรรทุกเกลือหรือส่งไปยังภาชนะบรรจุเกลือได้ทันที จุดเด่น คือช่วยลดขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน ลดการใช้แรงงานคนในการขนย้าย ตลอดจนช่วยประหยัดเวลาในการเก็บเกี่ยวได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องจักรกลเคลื่อนที่ โดยจะประกอบไปด้วยระบบการเก็บเกี่ยวและลำเลียง เพื่อเป็นต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย ซึ่งจะลดภาระค่าใช้จ่ายด้านแรงงานหาบและเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งลำเลียง ควบคู่ไปกับการสร้างองค์ความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกร เพื่อเสริมสร้างการพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยีภายในชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

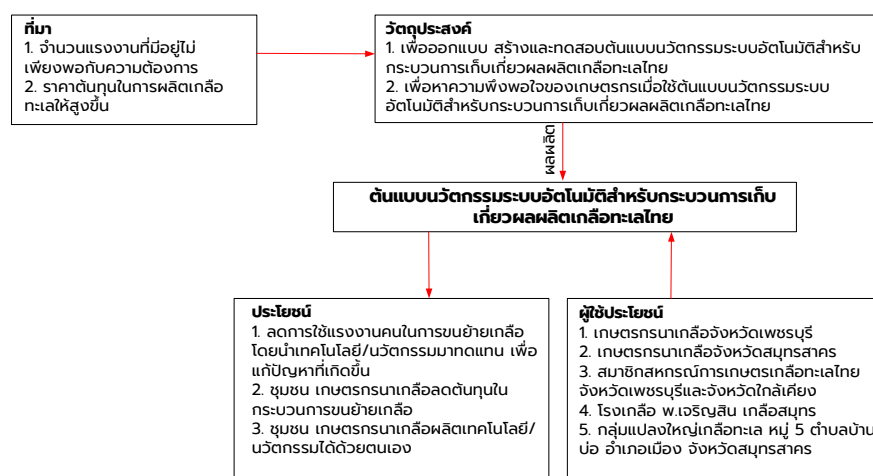
- 2.1 เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย
- 2.2 เพื่อหาความพึงพอใจของเกษตรกรเมื่อใช้ต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ของจอห์น ลินแบค [4] มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาจากการลงพื้นที่จริงพบว่าเกษตรกรนาเกลือประสบปัญหาขาดแคลนแรงงานคนในการเก็บเกี่ยวสภาพอากาศที่ไม่แน่นอนทำให้ต้องเร่งเก็บผลผลิต และขั้นตอนการเก็บเกี่ยวแบบดั้งเดิมใช้เวลานานและส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกายของเกษตรกร
2. การวิเคราะห์และวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ของนาเกลือ อาทิเช่นความหนาแน่นของดิน กลไกของนวัตกรรมทางการเกษตรที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มสูง
3. พิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนานวัตกรรมโดยการออกแบบร่างต้นแบบหลากหลายรูปแบบเช่น ระบบแขนกลตักเกลือและระบบดูดเก็บ พร้อมทั้งวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย ในเชิงเทคนิค นอกจากนี้ยังได้บูรณาการความคิดเห็นจากเกษตรกรผ่านการสัมภาษณ์เพื่อร่วมวางแผนในการสร้างนวัตกรรมให้ตอบโจทย์การใช้งานจริงในพื้นที่นาเกลือ
4. การทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชิ้นส่วนและประกอบขึ้นเป็นต้นแบบนวัตกรรม จากนั้นนำไปทดสอบการทำงานเบื้องต้นในพื้นที่จำลองและพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลสมรรถนะการทำงาน
5. การหาข้อแก้ไข ผู้วิจัยได้นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ปัญหาที่พบและทำการปรับปรุงแก้ไขกลไก เพื่อให้ได้ต้นนวัตกรรมที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุดก่อนนำไปใช้งานจริง

ซึ่งการสร้างต้นแบบดังกล่าวได้คำนึงถึงการใช้งานและสภาพพื้นที่การทำงานเกลือในพื้นที่ เลือกใช้วัสดุที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น มีต้นทุนที่ต่ำ โดยอาศัยความรู้ตามหลักวิชาการทางด้านวัสดุศาสตร์ การเคลื่อนที่การขับเคลื่อน



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย ซึ่งการขนย้ายวัตถุดิบ (เกลือ) ได้สร้างกลไกการดูด-อัดและปรับอนุภาคเกลือให้เป็นเกลือบ้น เพื่อลำเลียงเม็ดเกลือไปยังถังวางการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย

1.1 ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานทางวิศวกรรม เพื่อใช้ในการคำนวณและออกแบบโครงสร้าง ดังนี้ หลักการสมดุลและแรงเสียดทาน ผู้วิจัยใช้หลักการสมดุลของวัตถุแข็งเกร็งตามแนวคิดของ Hibbeler [8], Pytel & Kiusalaas [6] และ Riley & Sturges [9] เพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของรถขณะทำงานบนพื้นราบและพื้นลาดเอียง โดยพิจารณาแรงเสียดทาน ($F_f = \mu N$) ตลอดจนได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของวัสดุและการรับน้ำหนัก ในส่วนของการเลือกวัสดุโครงสร้างได้นำทฤษฎีความแข็งแรงของวัสดุของ ชนะ กลสิการ์ [3] มาใช้ในการวิเคราะห์ความเค้นที่เกิดขึ้นบนเพลาลูกและโครงระบบอัตโนมัติฯ เพื่อให้รองรับน้ำหนักบรรทุกเกลือและแรงกระทำต่อพื้นผิว

1.2 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาลในการทำนาเกลือ ตลอดจนวิธีการทำนาเกลือในปัจจุบัน จากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและวิธีการทำนาเกลือในปัจจุบัน พบว่าฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีระยะเวลาจำกัดและมีความเสี่ยงสูงจากฝนหลวงฤดูที่อาจสร้างความเสียหายต่อผลผลิต ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวทางการออกแบบเครื่องต้นแบบให้มีสมรรถนะการเก็บเกี่ยวที่รวดเร็วกว่าแรงงานคนเพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว นอกจากนี้ ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพพื้นดินนา จึงได้ออกแบบระบบขับเคลื่อนให้มีการกระจายน้ำหนักอย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผิวดิน พร้อมทั้งเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion Resistance) เพื่อความคงทนต่อสภาพแวดล้อมเค็ม

1.3 ออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย โดยการออกแบบจะแบ่งเป็นส่วนๆ ได้แก่ ระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือ

ระบบขับเคลื่อนใช้เป็นเครื่องยนต์เบนซิน, ล้อเป็นแบบตีนตะขาบ (ยาง) ลักษณะการใช้งานเป็นแบบคนเดินตามหรือนั่ง, ระบบการดูดเกลือ, โครงสร้างและฐานที่นั่ง

1.4 สร้างและปรับปรุงระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทยตามแบบที่ได้ร่างไว้

ทั้งนี้ระบบได้แบ่งออกเป็น 6 ส่วนได้แก่

1) ระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือ ลักษณะจะเป็นเกลียวแบบวงแหวนทำจากสแตนเลส ระบบดังกล่าวจะมีทิศทางในการหมุนหมุนเข้าหาท่อลำเลียงเกลือ ซึ่งจะอาศัยแรงดันของเกลือและความเร็วในการหมุนลำเลียงส่งเกลือเข้าไปยังท่อและส่งผ่านไปยังกระบะต่อไป



รูปที่ 4 ระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย

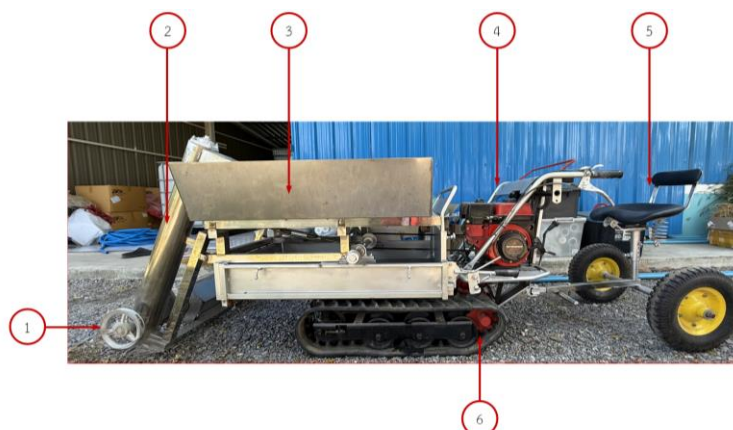
2) ท่อสำหรับการลำเลียงเกลือไปยังกระบะทำจากสแตนเลส มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 15 เซนติเมตร

3) กระบะในการลำเลียงเกลือทำจากสแตนเลสเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู โดยมีขนาดเท่ากับ 86.8x118x23.5 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x ลึก) และมีความลาดเอียงของกระบะที่ 110 องศา โดยสามารถบรรจุเกลือได้ถึง 180 กิโลกรัม

4) ระบบขับเคลื่อนใช้เป็นเครื่องยนต์เบนซินต้นกำลังในการขับเคลื่อน 4 แรงม้า 2000 รอบต่อนาที

5) โครงสร้างและฐานที่นั่ง ของต้นแบบนวัตกรรมระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย ได้สร้างให้ฐานที่นั่งมีระดับที่สูงสามารถปรับเปลี่ยนระดับได้ เพื่อให้สามารถมองเห็นกองเจดีย์เกลือและมุมมองคนขับกว้างขึ้น ลักษณะการใช้งานการขับเคลื่อนนั้นสามารถเป็นแบบคนเดินตามหรือการนั่งขับ

6) ล้อเป็นแบบตีนตะขาบมีขนาดความกว้างหน้าสัมผัส 8 นิ้ว ระยะห่างระหว่างดอกยางขนาด 4 นิ้ว ทั้งนี้ได้สร้างให้มีพื้นที่หน้าสัมผัสมากเพื่อช่วยกระจายน้ำหนักและลดแรงกดต่อพื้นผิวตามหลักทฤษฎีแรงกด ทั้งนี้วัสดุที่เลือกใช้คือ “ยาง” เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องถื่น มีความยืดหยุ่นสูง สมบัติในด้านการเหนียวติดกันที่ดี มีค่าความทนทานต่อแรงดึงสูงมากมีความทนต่อการฉีกขาดสูง ตลอดจนทนต่ออุณหภูมิที่สูง



รูปที่ 3 ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย

1.5 ทำการทดสอบหาค่าสมรรถนะของระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย โดยการทดสอบแบ่งออกเป็นดังนี้

- 1) การทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ โดยไม่ได้บรรทุกเกลือ
- 2) การทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ ขณะบรรทุกเกลือ
- 3) การทดสอบความเร็วระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือฯ

นอกจากการหาสมรรถนะของระบบแล้วนั้นผู้วิจัยได้หาความพึงพอใจของเกษตรกรเมื่อใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทยอีกด้วย ทั้งนี้การสร้างแบบประเมินใช้วิธีการสร้างแบบสอบถาม [5] เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อระบบอัตโนมัติ ฯ ทั้งนี้แบบประเมินเป็นแบบชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's Scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ [7] เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมในการวัดเจตคติและความคิดเห็นที่เป็นนามธรรม ให้สามารถออกมาเป็นค่าคะแนนเชิงปริมาณได้ชัดเจน อีกทั้งยังมีความละเอียดเพียงพอในการจำแนกความแตกต่างของระดับความคิดเห็น ซึ่งได้กำหนดระดับความคิดเห็นไว้ดังนี้

ระดับความคิดเห็น	คำน้ำหนักคะแนน
5	ระดับดีมาก
4	ระดับดี
3	ระดับปานกลาง
2	ระดับพอใช้
1	ระดับควรปรับปรุง

โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็น โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยและนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

เกณฑ์	4.50-5.00	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
เกณฑ์	3.50-4.49	ระดับความพึงพอใจมาก
เกณฑ์	2.50-3.49	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
เกณฑ์	1.50-2.49	ระดับความพึงพอใจน้อย
เกณฑ์	1.00-1.49	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ทั้งนี้ประชาชนและกลุ่มตัวอย่างได้แก่เกษตรกรผู้ทำนาเกลือจังหวัดเพชรบุรี 25 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงและโดยบังเอิญ (Accidental Sampling)

5. ผลการวิจัย

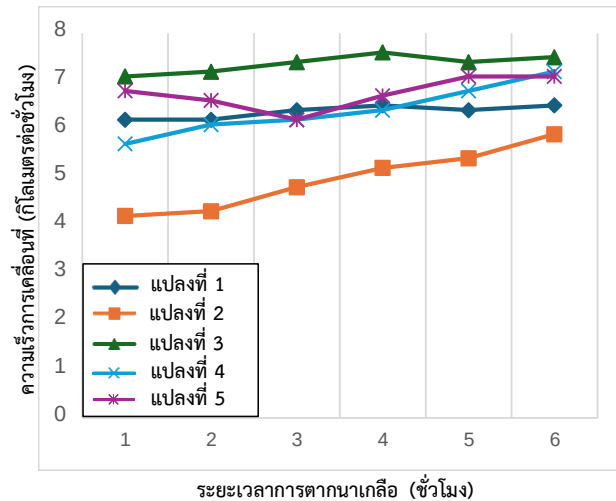
ผลการวิจัยของระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและได้ผลการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ โดยไม่ได้บรรทุกเกลือ

ตารางที่ 1 การทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ โดยไม่ได้บรรทุกเกลือ

ระยะเวลาการ ตากนาเกลือ (ชั่วโมง)	ความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)				
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
1	6.2	4.2	7.1	5.7	6.8
2	6.2	4.3	7.2	6.1	6.6
3	6.4	4.8	7.4	6.2	6.2
4	6.5	5.2	7.6	6.4	6.7
5	6.4	5.4	7.4	6.8	7.1
6	6.5	5.9	7.5	7.2	7.1
เฉลี่ย	6.37	4.97	7.37	6.40	6.75

จากตารางที่ 1 เป็นการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ โดยไม่ได้บรรทุกเกลือ ก่อนมีการหาบเกลือด้วยแรงงานคน ซึ่งพื้นนาเกลือมีความราบเรียบไม่มีการเหยียบย่ำ แต่ยังคงมีน้ำเกลืออยู่หลังการเคาะเกลือ (การเคาะเกลือคือการแยกเกลือจากผลึกเกลือและตั้งเป็นกอง) การทดสอบจะตากนาไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำให้พื้นนาแห้งและในทุกชั่วโมงจะมีการนำระบบอัตโนมัติฯ ลงวิ่งทดสอบความเร็วจำนวน 3 รอบและหาค่าความเร็วเฉลี่ย ในการขับระบบอัตโนมัติฯ ทดสอบ (ผู้ดูแลนาเกลือ) จะให้นายนาขับด้วยความเร็วที่เหมาะสมกับสภาพแปลงนาและความคุ้นชินกับการขับรถบดนา จากการทดสอบพบว่าความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติฯ ในแต่ละแปลงนาจะมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับหน้าดินและความยาวของนา หากหน้าดินแน่นและแปลงนายาวจะทำความเร็วได้มากขึ้น ทั้งนี้ สังเกตได้ว่า แปลงที่ 2 ความเร็วการเคลื่อนที่ช้าสุด เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำกว่าแปลงอื่น ๆ ที่ได้ทำการทดสอบ และดินมีส่วนผสมของดินเหนียวที่อุ้มน้ำ ทำให้ดินมีความนิ่ม เมื่อล้อรถวิ่งผ่านจะเกิดการยุบตัว ส่งผลให้เครื่องยนต์ต้องใช้แรงบิดมากขึ้น และแปลงที่ 3 ความเร็วการเคลื่อนที่เร็วสุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ปรับระดับหน้าดินได้เรียบแน่น มีการระบายน้ำที่ดีกว่า ทำให้ดินแข็งกว่า ล้อจึงจมตัวน้อยกว่าและเคลื่อนที่ได้คล่องตัวกว่า นั่นเอง



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ
 โดยไม่ได้บรรทุกเกลือต่อเวลาตากนา

5.2 การทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ ขณะบรรทุกเกลือ
 ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ ในกรณี
 ที่มีการบรรทุกเกลือด้วยน้ำหนักบรรทุกที่แตกต่างกัน

ระยะเวลา การตาก นาเกลือ (ชั่วโมง)	ความเร็วของระบบอัตโนมัติ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)					
	30 กิโลกรัม	60 กิโลกรัม	90 กิโลกรัม	120 กิโลกรัม	150 กิโลกรัม	180 กิโลกรัม
แปลงนาที่ 1						
1	6.00	6.20	6.00	4.70	3.20	3.00
3	6.25	6.20	6.10	5.20	3.70	3.50
5	6.30	6.50	6.30	5.30	4.10	3.60
เฉลี่ย	6.18	6.30	6.13	5.07	3.67	3.37
แปลงนาที่ 2						
1	4.20	4.60	3.90	1.80	1.00	0.00
3	4.50	4.60	4.20	2.10	1.20	1.00
5	5.00	4.90	4.40	2.60	1.35	1.20
เฉลี่ย	4.57	4.70	4.17	2.17	1.18	0.73
แปลงนาที่ 3						
1	7.20	7.00	6.90	6.60	6.50	6.40
3	7.30	7.30	7.20	6.90	6.70	6.50
5	7.30	7.30	7.30	7.00	6.60	6.60
เฉลี่ย	7.27	7.20	7.13	6.83	6.60	6.50
แปลงนาที่ 4						
1	5.80	5.50	5.20	5.10	4.90	4.50
3	6.00	5.90	5.70	5.60	5.00	4.50
5	6.80	6.70	6.40	5.80	5.30	5.00
เฉลี่ย	6.20	6.03	5.77	5.50	5.07	4.67

แปลงนาที่ 5

1	6.70	6.50	6.30	6.00	5.50	5.00
3	6.70	6.55	6.30	6.20	5.60	5.30
5	7.00	6.80	6.50	6.30	5.60	5.50
เฉลี่ย	6.80	6.62	6.37	6.17	5.57	5.27

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ ในกรณีที่มีการบรรทุกเกลือด้วยน้ำหนักบรรทุกที่แตกต่างกันในแปลงนาที่ 1 ถึงแปลงนาที่ 5 จะใช้วิธีการตัดผลผลิตเกลือด้วยแรงงานคนและใช้น้ำหนักเพื่อให้ได้น้ำหนักตามที่ต้องการ โดยน้ำหนักเกลือที่บรรทุกสำหรับการทดสอบคือ 30, 60, 90, 120, 150, 180 กิโลกรัม

การทดสอบในแปลงนาที่ 1 พบว่าหากระบบอัตโนมัติ บรรทุกเกลือด้วยน้ำหนักที่ไม่เกิน 90 กิโลกรัม ความเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ยของระบบอัตโนมัติ จะประมาณใกล้เคียงกับกรณีที่ไม่ได้บรรทุกเกลือค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.21 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่หากเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเป็น 120 กิโลกรัม ความเร็วการเคลื่อนที่ที่จะลดลงเล็กน้อยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และถ้าเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเป็น 150 กิโลกรัม ความเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ยจะลดลงมีค่าเท่ากับ 3.52 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งลดลงถึง 42 เปอร์เซ็นต์

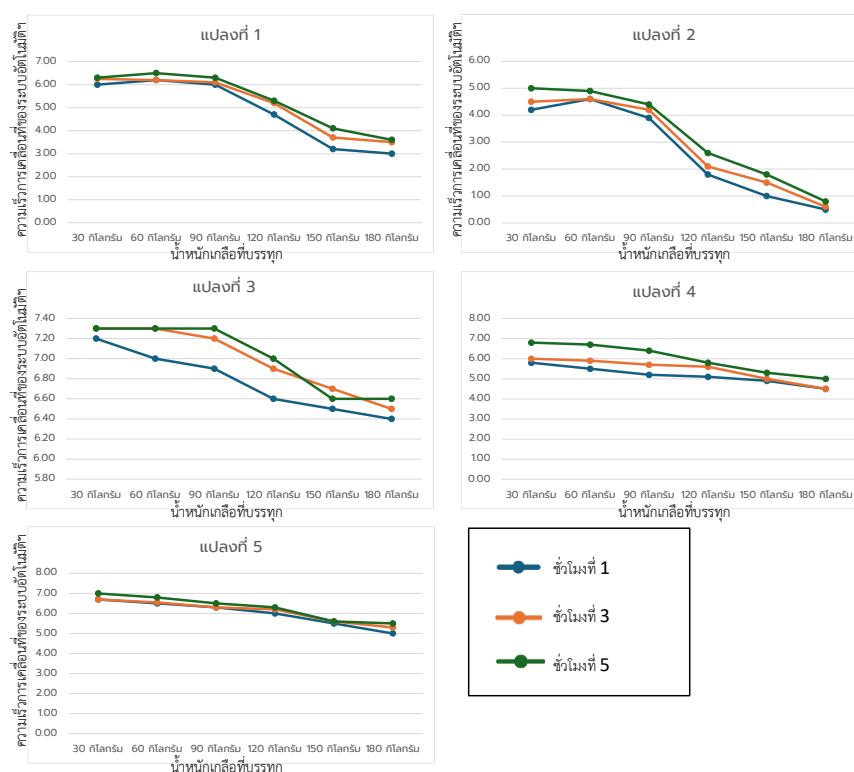
ทั้งนี้เนื่องจากน้ำหนักเกลือที่มากขึ้นทำให้น้ำดินอ่อนจนล่อจมลงไปค่าเฉลี่ยประมาณ 1 นิ้ว ส่งผลให้ระบบอัตโนมัติ เคลื่อนที่ได้ช้าประกอบกับน้ำหนักที่มีลักษณะเป็นคลื่นจึงต้องใช้ความระมัดระวังในการขับเคลื่อนเป็นอย่างมาก

การทดสอบในแปลงนาที่ 2 พบว่าหากระบบอัตโนมัติ บรรทุกเกลือด้วยน้ำหนักที่ไม่เกิน 30 กิโลกรัม ความเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ยของระบบอัตโนมัติ จะประมาณใกล้เคียงกับกรณีการทดสอบระบบอัตโนมัติ กรณีที่ไม่ได้บรรทุกเกลือ เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเป็น 60 กิโลกรัม ความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ จะช้าลงเล็กน้อยอยู่ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช้าลงเหลือ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่น้ำหนักบรรทุก 90 กิโลกรัม

เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเป็น 120 กิโลกรัม ระบบอัตโนมัติ จะการเคลื่อนที่ได้ช้าเฉลี่ย 2.17 กิโลเมตรต่อชั่วโมงหรือลดลงกว่า 55 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากน้ำเกลือที่ค้างอยู่ในนาเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ เป็นอย่างมากในช่วงชั่วโมงแรกของการทดสอบ ล้อขับเคลื่อนเกิดการสั่นไถล เนื่องจากสภาพพื้นผิวมีความชันสูง ส่งผลให้เกิดแรงตะกุก ทำลายโครงสร้างผิวหน้าดินจนเสียสภาพความแข็งแรง แต่หากเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเป็น 150-180 กิโลกรัม ระบบอัตโนมัติ จะสามารถเคลื่อนที่ได้ช้ามากหรือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ในช่วงการตากนา 3 ชั่วโมงแรก เนื่องจากยังคงมีน้ำเกลือค้างอยู่ประกอบกับระบบอัตโนมัติ มีน้ำหนักมากเกินกว่าที่หน้าดินจะรับได้ ส่งผลให้ล้อขับเคลื่อนเกิดการสั่นไถล และติดหล่มบ่อยครั้ง แม้ว่าจะผ่านกระบวนการตากนาเพื่อลดความชื้นมาแล้วถึง 5 ชั่วโมง ปัจจัยดังกล่าวทำให้ระบบอัตโนมัติ เคลื่อนที่ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยสามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้เพียง 1.28 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

การทดสอบในแปลงนาที่ 3 พบว่าระบบอัตโนมัติ สามารถเคลื่อนที่ได้ดี ทำความเร็วได้ใกล้เคียงกับระบบอัตโนมัติ กรณีที่ไม่ได้บรรทุกเกลือ แม้จะบรรทุกเกลือมากถึง 120 กิโลกรัม เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเป็น 150-180 กิโลกรัม ความเร็วลดลงเล็กน้อยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.92 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือลดลงเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากหน้าดินของแปลงนาเกลือนี้ค่อนข้างแข็งเพราะมีการบดอัดอย่างดี เช่นเดียวกับการทดสอบในแปลงนาที่ 4 และแปลงนาที่ 5

พบว่าระบบอัตโนมัติ สามารถเคลื่อนที่ได้ดีทำความเร็วได้ใกล้เคียงกับระบบอัตโนมัติ
 กรณีที่ไม่ได้บรรทุกเกลือ โดยมีความเร็วที่ลดน้อยไม่เกิน 10-15 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ ต่อน้ำหนักบรรทุก

5.3 การทดสอบความเร็วของระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือ

ตารางที่ 3 ความเร็วของระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือ

น้ำหนักเกลือ	ระยะเวลาการดูดหรือลำเลียงเกลือ (นาท)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	4.2	8.7	13	17	22	25	28	34	38	44
S.D	0.2	0.5	0.8	1.3	1.6	1.2	1.5	1.3	1.8	1.3

จากตารางที่ 3 ได้ทดสอบความเร็วของระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือ โดยระยะเวลาตั้งแต่ 1 นาที เป็นต้นไป และได้ทดสอบจำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ที่น้ำหนักละ 23.39 กิโลกรัม ซึ่งในช่วงแรกเกลือที่ออกมาจากท่อลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติจะค่อนข้างช้า เนื่องจากอาศัยหลักการอัดแน่นของเกลือในการลำเลียง

5.4 ความพึงพอใจของเกษตรกรที่ใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเล

ผลการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรที่ใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเล จำนวน 25 คน จากแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ และ ด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งมี 8 ประเด็น พบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบน (S.D.) เท่ากับ 0.53

ตารางที่ 4.12 ผลการประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร

ลำดับ	รายการที่ประเมินความพึงพอใจ	ระดับความคิดเห็น		
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ				
1	ระบบอัตโนมัติฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเลไทยมีความสวยงาม ขนาดเหมาะสม	4.40	0.51	มาก
2	ระบบอัตโนมัติฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเลไทยมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.80	0.41	มากที่สุด
3	ระบบอัตโนมัติฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเลไทยมีความแข็งแรง	4.33	0.49	มาก
4	วัสดุที่นำมาสร้างระบบอัตโนมัติฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเลไทย	4.20	0.56	มาก
เฉลี่ยรวม		4.43	0.53	มาก
ส่วนที่ 2 การนำไปใช้งาน				
1	วิธีการขับเคลื่อน การเดินหน้า-ถอยหลัง	4.40	0.51	มาก
2	ความเร็วของระบบอัตโนมัติฯ เก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือกะเลไทยในการขับเคลื่อน	4.53	0.52	มากที่สุด
3	ปริมาณเกลือกที่บรรจุได้	4.73	0.46	มากที่สุด
4	การขับเคลื่อนขั้นที่สูง	4.60	0.63	มาก
เฉลี่ยรวม		4.57	0.53	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.50	0.53	มากที่สุด

6. การอภิปรายผล

ในการทดสอบสมรรถนะของระบบอัตโนมัติ เก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือทะเลไทย ในแปลงนาเกลือจริงจำนวน 5 แปลง แต่ละแปลงจะมีการตากนาเพื่อให้แห้งเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในแต่ละชั่วโมงจะมีการทดสอบการวิ่งเพื่อเปรียบเทียบกับ ผลการทดสอบในกรณีระบบอัตโนมัติ โดยไม่มีการบรรทุกเกลือพบว่าสามารถเคลื่อนที่ได้ความเร็วเฉลี่ยประมาณ 6.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่หากแปลงนามีสภาพดินอ่อน (แปลงนาที่ 2) ความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ลดลงถึง 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในกรณีที่มีการบรรทุกเกลือ น้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม ระบบอัตโนมัติ ยังคงมีความเร็วในการเคลื่อนที่ได้ใกล้เคียงกับสภาวะไม่มีการบรรทุกเกลือ แต่เมื่อเพิ่มน้ำหนักเกลือเป็น 150-180 กิโลกรัม ความเร็วการเคลื่อนที่ของระบบอัตโนมัติ จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากหน้าดินรับน้ำหนักมากเกินไปจนเกิดการยุบตัวของหน้าดิน โดยเฉพาะแปลงนาที่ 2 มีสภาพดินอ่อน อาการรวมเลนจนระบบอัตโนมัติ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในบางครั้ง ในขณะที่แปลงนาอื่น ๆ ยังคงวิ่งได้แต่ความเร็วช้าลง จากผลการทดสอบดังกล่าวสามารถสรุปที่สำคัญ 3 ประการ คือ (1) การตากนาอย่างน้อย 5 ชั่วโมงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเพิ่มการยึดเกาะของหน้าดิน (2) น้ำหนักบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับประสิทธิภาพสูงสุดไม่ควรเกิน 120 กิโลกรัม และ (3) ควรมีการปรับปรุงการออกแบบล้อให้มีลักษณะเป็นระบบตีนตะขาหรือ ล้อตีนเปิดมีระยะห่างระหว่างดอกยางน้อยกว่า 4 นิ้ว เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสหน้าดินและกระจายน้ำหนัก และเพิ่มกำลังมอเตอร์เพื่อแก้ปัญหาการทำงานในพื้นที่ดินอ่อนในอนาคต

ในการทดสอบความเร็วของระบบการดูดหรือลำเลียงเกลือของระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือฯ ค่าเฉลี่ยความเร็วของอัตราการลำเลียงเกลือมีค่าเท่ากับ 5.52 กิโลกรัมต่อนาที ทั้งนี้ในช่วงเริ่มต้นของการลำเลียงเกลือนั้นมีอัตราการไหลของเกลือจะค่อนข้างต่ำ เนื่องจากระบบจำเป็นต้องอาศัยกลไกการสะสมตัวและอัดแน่นของมวลเกลือภายในท่อลำเลียงให้มีความหนาแน่นเพียงพอเสียก่อน จึงจะเกิดแรงดันผลักดันให้เกลือเคลื่อนที่ออกมาได้อย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรที่ใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกลือฯ จำนวน 25 คน จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ และ ด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งมี 8 ประเด็น พบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด และมีความพึงพอใจต่อด้านความเหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด อันเนื่องมาจากวัสดุที่เลือกใช้ทนต่อการกัดกร่อนของเกลือและระบบอัตโนมัติ สามารถบรรทุกและวิ่งได้ในทุกสภาพของพื้นนาตลอดจนสามารถวิ่งขึ้นพื้นที่ต่างระดับของนาเกลือ (โคก) ได้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนวิจัยประเภททุนสนับสนุนโครงการวิจัยงานมูลฐาน (Fundamental Fund ; FF) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ที่เล็งเห็นความสำคัญและสนับสนุนงานวิจัยนี้ด้วยดี ขอขอบคุณหน่วยงานราชการในพื้นที่และเกษตรกรนาเกลือที่ช่วยเหลือด้านต่างๆ ขอขอบคุณนายสุพจน์ แพเจริญ และนางอุไรวรรณ แพเจริญที่ให้การสนับสนุนพื้นที่ในการดำเนินงานวิจัย และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อพร่องของเครื่องมือและการเก็บผลการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมสวัสดิการคุ้มครองแรงงาน สำนักพัฒนามาตรฐานแรงงาน. (2548). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสำรวจงานทำนาเกลือ. กรุงเทพมหานคร: กรมสวัสดิการคุ้มครองแรงงาน.
- [2] กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่นและนวัตกรรมด้านการเกษตร กองวิจัยและพัฒนางานส่งเสริมการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร. (2564). ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรการผลิต. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [3] ชนะ กสิภาร์. (2546). ความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์
- [4] ถาวร สารวิทย์. (2529). การออกแบบอุตสาหกรรมศิลป์. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- [5] สาโรช ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- [6] Andrew Pytel, Jaan Kiusalass.(1996).Engineering Mechanics, statics & Dyamics, SI Edition.
- [7] Likert, R. (1967). The human organization: Its management and value. New Yock: McGraw-Hill.
- [8] R. C. Hibbeler.(1992). Engineering mechanics Statics: Prentice - Hall international, Inc.
- [9] William F.Riley Leroy D. (1996).Sturges Engineer Mechanics, Static: John Eiley & Sons, Inc .