

ตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าระบบอินเทอร์เน็ตประสาสนสรรพสิ่ง (ไอโอที) สำหรับการเลี้ยงต้นไม้ในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน

Internet of Things System for Lime Trees in Cement Blocks: Cost-Effectiveness Assessment Model

นินันติ ศิลประเสริฐ^{1*} และ เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์²

Nisanti Sinprasert^{1*} and Thepparit Banditwattanawong²

¹ศูนย์พัฒนาภาษาและวิเทศสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Language Competency Center and International Affairs, Phetchaburi Rajabhat University

² Faculty of Science Technology, Kasetsart University

*Corresponding author; E-mail: navintar111@hotmail.com

Received: 05 August 2021/Revised: 17 September 2021/Accepted: 28 February 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าของระบบอินเทอร์เน็ตประสาสนสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นไม้ในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน โดยใช้ดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน ประกอบด้วย ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit/Cost Ratio : B/C Ratio) และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะนาวแบบดั้งเดิม และข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ หนังสือ วารสาร สถิติ เอกสาร และบทความทางวิชาการ ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าระบบอินเทอร์เน็ตประสาสนสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นไม้ในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน มีระยะเวลาคืนทุนใน 1 ปี 1 เดือน การลงทุนเริ่มแรกของโครงการ 91,800 บาท มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 363,528 บาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน เท่ากับ 3.96 อัตราผลตอบแทนการลงทุน เท่ากับ 484.53% ทำให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการลงทุน เพราะโครงการลงทุนในภาพรวมของระบบอินเทอร์เน็ตประสาสนสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นไม้ในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกันมีความคุ้มค่า

คำสำคัญ: ตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าไอโอที ไอโอทีสำหรับการเลี้ยงต้นไม้ในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน

Abstract

The objective of this article was to study the cost-effectiveness assessment model of the Internet of Things (IoT) system for growing lime in cement containers by using economic indicators to determine costs and financial profit, including Payback Period (PP), Net Present Value (NPV), Benefit/Cost Ratio (B/C Ratio), and Return on Investment (ROI). Primary data was collected from interviews with traditional lemon-growing farmers, while secondary data was collected from various sources: theses, dissertations, books, journals, statistics, papers and academic articles. The results showed that the Internet of Things cost-effectiveness assessment model for growing lime in cement containers had a payback period of 1 year and 1 month. The initial investment was 91,800 baht, the Net Present Value was 363,528 baht, the Benefit/Cost Ratio (B/C Ratio) value was 3.96, and the Return on Investment (ROI) was 484.53%. This shows the opportunity and the possibility of investment in the overall investment project of the business is worthwhile.

Keywords: IoT Value Appraisal Model, IoT for Automatic farming of lemon trees, Internet of Thing

บทนำ

นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2560-2564) กล่าวถึงประเด็นวิจัยด้านอุตสาหกรรมเกษตรและเศรษฐกิจฐานชีวภาพ (Bio-based Economy): การวิจัยด้านการเกษตรเป็นจุดแข็งของประเทศ มีการพัฒนางานวิจัยและใช้ประโยชน์งานวิจัยด้านอุตสาหกรรมเกษตรมากที่สุด และต้องการที่จะใช้จุดแข็งนี้สร้างประเทศให้เป็นศูนย์กลางด้านการเกษตรของโลก¹ ซึ่งในจังหวัดเพชรบุรีเป็นแหล่งผลิตมะนาวในเชิงพาณิชย์ของไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อำเภอท่ายางและอำเภอบ้านลาดนับว่าเป็นแหล่งผลิตมะนาวการปลูกมะนาวแบบดั้งเดิม ในปัจจุบันอำเภอท่ายางและอำเภอบ้านลาดเป็นศูนย์กลางที่มีการซื้อขายผลผลิตมะนาวจากทั่วประเทศ ในอดีตเกษตรกรจะปลูกมะนาวพันธุ์หนังและพันธุ์ไซเป็นหลัก แต่ปัจจุบันได้มีการเปลี่ยน

สายพันธุ์เป็นชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์แป้นรำไพ แป้นทวาย แป้นใหญ่ แป้นพวง แป้นดกพิเศษ เป็นต้น ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด เนื่องจากผลผลิตมีเปลือกบาง ปริมาณน้ำมาก และมีกลิ่นหอม การเจริญเติบโตของมะนาวในแต่ละช่วงฤดูจะส่งผลให้ผลผลิตมะนาวมีปริมาณแตกต่างกัน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งจะมีผลผลิตมะนาวออกสู่ตลาดน้อย จึงทำให้มะนาวมีราคาแพงสูงกว่าปกติ² การควบคุมการให้น้ำ ให้อุณหภูมิหรือธาตุอาหาร การบำรุงดูแลต้นมะนาวที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้มะนาวมีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งนี้สามารถให้มะนาวออกผลนอกฤดู เช่น การควบคุมน้ำให้เกิดการสะสมอาหารและการออกดอก ซึ่งการปลูกมะนาวในปัจจุบันจะนิยมใช้วิธีการปลูก 2 วิธี คือ การปลูกแบบลงดินและแบบซีเมนต์ ซึ่งวิธีการปลูกแบบลงดินนั้นราคามะนาวสามารถแผ่กระจายไปได้ไกลเพราะมีพื้นที่ไม่จำกัดทำให้มะนาวมีทรงพุ่มใหญ่และอายุต้นที่ยาวนาน แต่ไม่

สามารถรดน้ำเพื่อให้มะนาวออกนอกฤดูได้ หากเกษตรกรต้องการบังคับให้มะนาวออกนอกฤดูนั้น ต้องใช้วิธีการปลูกแบบบ่อนซีเมนต์³ แต่การปลูกวิธีนี้จะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการปลูกและส่งผลให้มะนาวมีทรงพุ่มที่เล็ก มีพื้นที่ในการหากินของรากที่จำกัดรวมทั้งทำให้มีอายุสั้นลงโดยเฉลี่ยประมาณ 4 ปี เกษตรกรประสบปัญหาการควบคุมสภาพแวดล้อมทางกายภาพในสวนมะนาวให้อยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมเป็นไปด้วยความยากลำบาก เช่น ความชื้นในดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หรือความชื้นในดินสูงเกินไปทำให้เกิดโรคเชื้อราและรากเน่าได้ จึงมีแนวคิดพัฒนาระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเพิ่มผลผลิตภาพการทำสวนมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกันเพื่อแก้ปัญหาผลผลิตต่ำและโรคของมะนาวอายุ 6 เดือนถึง 2 ปี ระบบสามารถทำการควบคุมความชื้น ธาตุอาหารรวม และความเป็นกรด-ด่างของดินโดยอาศัยตัวรับรู้ความชื้น ตัวรับรู้ธาตุอาหารรวม และตัวรับรู้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เชื่อมต่อกับโหนดเอ็มซียู ข้อมูลที่เกิดขึ้นได้จากโหนดเอ็มซียูจะถูกส่งไปยังรหัสเบอร์รี่พายเพื่อทำการประมวลผลข้อมูลตามหลักตรรกศาสตร์คลุมเครือและการคำนวณแบบเอดจ์เพื่อสร้างสัญญาณความคลุมเครืออุปกรณ์จ่ายน้ำและธาตุอาหารรวม นอกจากนี้ข้อมูลสถานะการทำงานของระบบ ได้แก่ ข้อมูลความชื้น ธาตุอาหารรวม ความเป็นกรด-ด่างของดิน และการทำงานของอุปกรณ์จ่ายน้ำและธาตุอาหารรวม ยังถูกส่งขึ้นไปเก็บบนคลาวด์เพื่อให้เกษตรกรสามารถควบคุมและเฝ้าสังเกตสถานะการทำงานของระบบผ่านบริการซอฟต์แวร์คลาวด์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผลการทดลองพบว่าระบบที่เสนอสามารถควบคุมความชื้น

ความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารรวมของดินในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกันให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะนาวได้อย่างอัตโนมัติภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของความชื้น ธาตุอาหารรวม และความเป็นกรด-ด่างของดิน ปัจจุบันมีผู้ประกอบการจำนวนมากที่สนใจจะลงทุนทำสวนมะนาวในเชิงพาณิชย์ ซึ่งในการปลูกแต่ละรายก็จะมีต้นทุนและพื้นที่ในการเพาะปลูกที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนในการประกอบการในด้านต่าง ๆ เช่น ที่ดิน วัสดุอุปกรณ์ สายพันธุ์มะนาว และค่าดูแลอื่น ๆ รวมถึงช่องทางจัดจำหน่าย บทความฉบับนี้จึงเสนอตัวแบบเศรษฐศาสตร์ของระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน เพื่อให้เกษตรกรนำไปใช้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางให้กับธุรกิจเกิดความมั่นใจในการนำระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติโดยอาศัยตรรกศาสตร์คลุมเครือและการคำนวณแบบเอดจ์ไปลงทุนติดตั้งในการดำเนินงานในสวนมะนาวของเกษตรกรต่อไป ตัวแบบที่เสนอใช้ดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน ประกอบด้วย ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit/Cost Ratio: B/C Ratio) และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) โดยอ้างอิงข้อมูลของระบบ อินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติโดยอาศัยตรรกศาสตร์คลุมเครือและการคำนวณแบบเอดจ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบขึ้น⁴

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าของระบบอินเทอร์เน็ตประสาทรพวง (Internet of Things: IoT) สำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติในวงบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน

แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะนาว

มะนาวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ตลาดมีความต้องการสูงตลอดทั้งปี เพราะแทบทุกครัวเรือนต้องใช้มะนาวในการปรุงอาหารต่าง ๆ และเนื่องจากในปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มค่อนข้างสูง อีกทั้งการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีการนำมะนาวมาใช้เป็นวัตถุดิบอีกมากมาย ทำให้มะนาวมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง คือประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายนของทุกปี มะนาวมีราคาสูงกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงดังกล่าวจะมีผลผลิตมะนาวออกสู่ตลาดน้อยจึงทำให้มะนาวมีราคาแพง⁵ อีกทั้งมะนาวยังเป็นพืชพื้นเมืองที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายกันมาช้านาน เป็นพืชที่ปลูกง่ายสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด เพียงแต่ให้มีการระบายน้ำที่ดี น้ำไม่ขังเท่านั้น

2. ตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ มีการใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเรียนรู้แบบวิธีคิดและการตัดสินใจที่ซับซ้อนของมนุษย์ ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ถือว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในสองประเด็นต่อไปนี้

1. ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบที่มีความซับซ้อนที่พฤติกรรมไม่เป็นที่เข้าใจแน่ชัด

2. ในสถานการณ์ที่ต้องการการคาดคะเนเพื่อแก้ปัญหาอย่างรวดเร็ว

โครงสร้างพื้นฐานของระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ⁶ ดัง Figure 1.

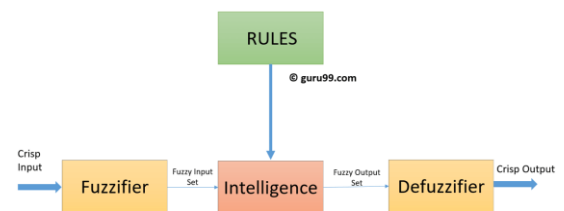


Figure 1. Fuzzy logic Architecture

การทำงานของระบบคลุมเครือมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ส่วนแปลงข้อมูลให้เป็นฟัซซี (Fuzzification) ทำหน้าที่จัดแบ่งและรวบรวมกลุ่มของข้อมูลอินพุตที่รับเข้ามาเดิม ซึ่งอยู่ในรูปแบบของเซตแบบดั้งเดิมหรือเซตวินัยที่มีค่าข้อมูล 0 และ 1 ให้เป็นฟัซซีเซตที่สามารถมีค่าระหว่าง 0 และ 1 โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ขั้นตอนที่ 2 การอนุมานหรือตีความ (Fuzzy Inferencing) ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริงตามกฎอนุมานที่ตั้งขึ้น เพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผลสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา โดยกฎคลุมเครือที่นิยมใช้คือ กฎคลุมเครือแบบ ถ้า-แล้ว (Fuzzy If-Then Rule) ที่อาศัยหลักการของเหตุและผล และในขั้นตอนที่ 3 แปลงข้อมูลเอาต์พุตให้เป็นข้อมูลทั่วไป (Defuzzification) เป็นการนำค่าคลุมเครือส่งออกมาแปลงเป็นค่าแบบดั้งเดิมคือ 0 และ 1 ค่าปกติ (Crisp Output) ซึ่งมีหลายวิธี เช่น วิธีถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก วิธีการหาจุดศูนย์กลาง

3. อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งตามนิยามของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) คือ โครงข่ายสื่อสารที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสาร เครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ อาคารสิ่งก่อสร้าง หรือวัตถุอื่น ๆ โดยอาศัยการฝังระบบอิเล็กทรอนิกส์ซอฟต์แวร์ อุปกรณ์ตัวรับรู้ และส่วนเชื่อมต่อโครงข่าย ที่จะช่วยให้ อุปกรณ์และวัตถุดังกล่าวสามารถเก็บ หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้⁷ ทั้งนี้ยังเป็นผลให้มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น ควบคุมอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ และการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งได้ใช้เทคโนโลยีตัวรับรู้ความขึ้นในดิน ตัวรับรู้ธาตุอาหารรวมและตัวรับรู้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เชื่อมต่อกับโหนดเอ็มซียู ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากโหนดเอ็มซียูจะถูกส่งไปยังราสพ์เบอร์รี่พายเพื่อทำการประมวลผลข้อมูลตามหลักตรรกศาสตร์คลุมเครือ และการคำนวณแบบเอดจ์(ดังแสดงใน Figure 2)⁸

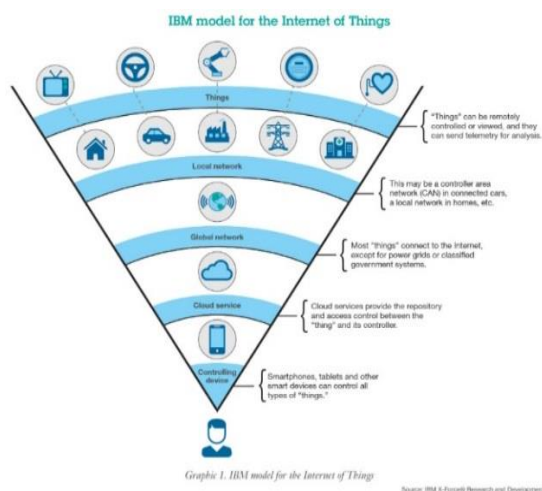


Figure 2. Internet of Things System Architecture

4. การคำนวณแบบเอดจ์

การคำนวณแบบเอดจ์ (Edge Computing) เป็นชั้นของอุปกรณ์รอบข้างที่สามารถเข้าถึงระบบเครือข่ายได้เพื่อรองรับการประมวลผลใกล้กับอุปกรณ์ให้แก่ผู้ใช้งานบุคคล ตัวอย่างของอุปกรณ์เอดจ์เช่น โทรศัพท์ สมาร์ทวอตช์ สมาร์ทแท็บเล็ต สมาร์ทโฟน และอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอื่น ๆ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้สามารถเข้าถึงคลาวด์ในระยะไกลด้วยโพรโทคอล เอชทีทีพี (HTTP) โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์⁹ ในระบบอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติโดยอาศัยตรรกศาสตร์คลุมเครือและการคำนวณแบบเอดจ์ที่นำมาอ้างอิงในบทความนี้ใช้การคำนวณแบบเอดจ์มาประมวลผลตรรกศาสตร์คลุมเครือแทนที่จะส่งไปประมวลผลที่คลาวด์ซึ่งอยู่ไกลกว่าเพื่อเป็นการลดระยะเวลาการคอย¹⁰ ดัง Figure 3

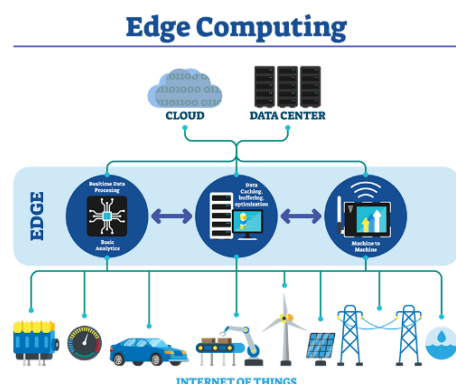


Figure 3. Edge computing

5. ดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์

5.1 ต้นทุนและผลตอบแทน ประกอบด้วย ต้นทุน (Cost) หมายถึง มูลค่าที่วัดได้เป็นจำนวนเงินของสินทรัพย์ หรือความเสียสละที่กิจการได้ลงทุนไปเพื่อให้ได้สินค้า สินทรัพย์หรือบริการต่าง ๆ ซึ่งกิจการคาดว่าจะ

จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในภายหลัง¹¹ ถ้าต้นทุนที่เกิดขึ้นให้ประโยชน์ในปัจจุบันและอนาคต (Unexpired Cost) จะถือเป็นสินทรัพย์ แต่ถ้าไม่ให้ประโยชน์แล้ว (Expired Cost) และก่อให้เกิดผลตอบแทนกลับมาจะรับรู้เป็นค่าใช้จ่าย¹² โดยในงานวิจัยนี้จะจัดประเภทเป็นต้นทุนเพื่อการวิเคราะห์และพยากรณ์พฤติกรรมต้นทุน (Cost Behavior) แบ่งเป็น¹³

1) ต้นทุนผันแปร (Variable Costs) คือ ต้นทุนที่ผันแปรไปตามระดับกิจกรรม หรือตามหน่วยที่ผลิต

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) คือ ต้นทุนโดยรวมที่เกิดขึ้นอย่างคงที่ไม่ผันแปรไปตามกิจกรรม หรือตามจำนวนสินค้าที่ผลิต

5.2 ผลตอบแทน (Benefit) หมายถึง ผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนปลูกระยะยาว จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจำหน่าย ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ในการวิเคราะห์ประเมินโครงการคือ¹⁴

1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP) แบบไม่ปรับค่าของเวลา คือ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการจากเงินที่ลงทุนเริ่มแรกเพื่อแสดงว่าผู้ลงทุนในโครงการ สามารถทราบว่าต้องใช้ระยะเวลาเท่าไรที่จะได้รับเงินลงทุนคืนมา ด้วยการหาจากกระแสเงินสดเข้าในแต่ละปีหากกระแสเงินสดเข้าแต่ละปีไม่เท่ากัน คำนวณโดยการรวมกระแสเงินสดเข้าของแต่ละปี เรียงลำดับปีที่ได้รับเงินสดจนกระทั่งจำนวนเงินรวมทั้งสิ้นจะเท่ากับเงินลงทุนที่จ่ายระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{ผลตอบแทน}} \quad (1)$$

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือการคำนวณเปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนทางด้านเศรษฐกิจในปีต่าง ๆ กับผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาวิเคราะห์โครงการ โดยใช้อัตราส่วนลด (Discount Rate) แปลงค่าเป็นเงินปัจจุบัน เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดเข้ากับกระแสเงินสดออก ซึ่งการลงทุนโครงการ จะยอมรับได้คือ มีมูลค่าปัจจุบันเป็นบวก

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I \quad (2)$$

$$\text{หรือ } NPV = \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I$$

3) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit/Cost Ratio: B/C Ratio) คือ ความคุ้มค่าของการลงทุนวิเคราะห์จากมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่ได้รับตลอดอายุของโครงการต่อต้นทุนรวม โดยค่าจะต้องมากกว่า 0 โครงการจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่นำจะลงทุน

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (3)$$

4) อัตราผลตอบแทนการลงทุน คือ ผลตอบแทนจากการลงทุนโดยเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างเงินลงทุนกับผลกำไรที่เกิดจากการลงทุนนั้น ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนเป็นตัวเลขนสูงเท่าไรยิ่งเป็นผลตอบแทนการลงทุนที่ดีเท่านั้น เช่น

ROI = 900 % นั้นหมายถึงการลงทุน 1 บาท จะมีผลตอบแทน 9 บาท

$$ROI = \frac{(\text{รายรับ} - \text{ต้นทุน})}{\text{ต้นทุน}} \times 100 \quad (4)$$

6. ระบบอินเทอร์เน็ตระสานสรรพสิ่ง โดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติในระบบอินเทอร์เน็ตระสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติโดยอาศัยตรรกศาสตร์คลุมเครือ และการคำนวณแบบเอคจ์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 รายการฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

1) อุปกรณ์สมองกลฝังตัวที่เป็นระบบอินเทอร์เน็ตระสานสรรพสิ่งเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมความชื้นในดิน ธาตุอาหารรวมในดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดินคือราสพ์เบอร์รี่พาย 4 (Raspberry Pi 4) ซึ่งมีลักษณะทางเทคนิค ดังต่อไปนี้ CPU ARM Cortex-A72 1.5 GHz Quad-core 64 bit, 1GB LPDDR4-3200 SDRAM, 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE, Gigabit Ethernet, 2 USB 3.0 ports; 2 USB 2.0 ports.

2) โหนดเอ็มซียู อีเอสพี 8266 (Node MCU ESP8266) อุปกรณ์แปลงสัญญาณจากแอนะล็อกมาเป็นสัญญาณดิจิทัลจากตัวรับรู้

3) ตัวรับรู้ความชื้นในดินและความเป็นกรดเป็นด่างในดินสำหรับโหนดเอ็มซียู อีเอสพี 8266 (Node MCU ESP8266) วัดความชื้นในดินได้ 0-100% และวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ 3.5-8.0

4) ตัวรับรู้ความสมบูรณ์ในดินธาตุอาหารรวมสำหรับโหนดเอ็มซียู อีเอสพี 8266 (Node MCU ESP8266) วัดความสมบูรณ์ในดินธาตุอาหารรวมได้ 0 – 100%

5) อุปกรณ์ควบคุมความชื้น ธาตุอาหารรวมในดิน และ ความเป็นกรด - ด่างในดิน ใช้อุปกรณ์รีเลย์ (Relay) ต่อเข้ากับปั้มน้ำและปั้มน้ำธาตุอาหารรวมและส่งสัญญาณไปควบคุมวาล์วโซลินอยด์ เปิด-ปิด ท่อส่งน้ำและท่อปั้มน้ำธาตุอาหารรวม เพื่อทำการการปรับอุณหภูมิความชื้น ธาตุอาหารรวมในดินและความเป็นกรดในดิน

6) อุปกรณ์วาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve) เปิด-ปิด ท่อส่งน้ำและท่อปั้มน้ำธาตุอาหารรวม เพื่อทำการการปรับอุณหภูมิความชื้น ธาตุอาหารรวมในดินและความเป็นกรดในดิน

7) อุปกรณ์ไวไฟ (WiFi) และอินเทอร์เน็ตร้าเตอร์ 4G (Internet router 4G)

6.2 รายการซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

1) ระบบปฏิบัติการราสเบียน (Rasbian)

2) อาดูอินไอดีอี (Arduino IDE)

3) ฟิเชพ 7.3 (PHP 7.3)

4) ไพทอน 3 (Python 3)

5) มายเอสคิวเอล (My SQL SERVER)

6) เจพีกราฟ 4.2 (JPGraph 4.2)

7) บริการคลาวด์โฮสติ้ง (Cloud Server)

8) บริการคลาวด์บิ่งค์ (Blynk APP)

ตารางสรุปราคาอุปกรณ์ระบบอินเทอร์เน็ตระสานสรรพสิ่ง ดังแสดงใน Table 1

Table 1. Expense summary for equipment of the internet of things system

specs	price	amount	Total
Hardware			20,000
1. Raspberry Pi4	1,700	1	1,700
2. Node MCU (ESP8266)	200	4	800
3. Humidity and pH sensor	800	4	3,200
4. Fertility sensor	900	4	3,600
5. Solenoid valve	200	7	1,400
6. Wi-Fi	2,200	1	2,200
7. Relay kit	1,200	1	1,200
8. 24-volt transformer	250	7	1,750
9. LCD display	150	4	600
10. Water pump	1,775	2	3,550
Software			15,000
1. System control	13,500	1	13,500
2. Cloud hosting	1,500	1	1,500
total			35,000

เป็นราคาของระบบอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง ที่ควบคุมบ่อมะนาว จำนวน 4 บ่อ ติดตั้ง 1 บ่อ สามารถควบคุม 20 บ่อ ต่ออุปกรณ์ 1 ชุด ดัง Figure 4

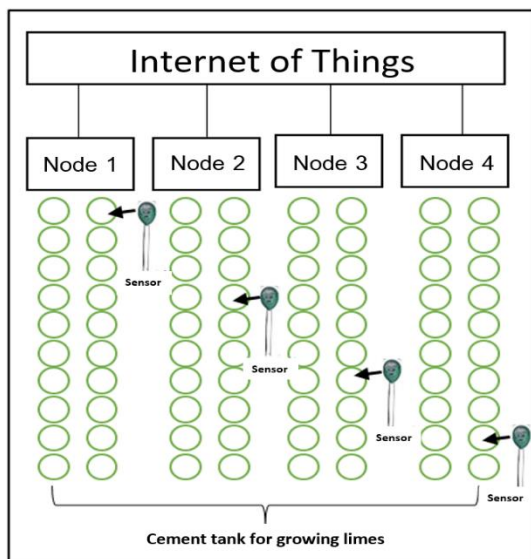


Figure 4. Chart of the internet of things control system for growing limes in the cement tanks

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Singh และ Jha ¹⁵ เสนอการควบคุมการปลูกผักในระบบชลประทานด้วยพลังแสงอาทิตย์โดยวิธีตรรกศาสตร์คลุมเครือในการควบคุมการให้น้ำโดยหัวสปริงเกอร์ ขนาดของแปลงเพาะปลูก ค่าที่วัดได้จะนำเข้าสู่กระบวนการทำตรรกศาสตร์คลุมเครือมี 3 ขั้นตอนวิธี คือ ขั้นตอนที่ 1) จะมีตัวรับรู้ หลาย ๆ ตัวจะวัดความชื้นในดิน และขนาดของแปลงผักจะมีขนาดแปลงขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ขั้นตอนที่ 2) ค่าที่ได้จะถูกทำให้เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และขั้นตอนที่ 3) ขั้นตอนนี้จะถูกนำไปเป็นตรรกศาสตร์คลุมเครือ ให้ค่าปกติ แล้วนำไปคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง (Approximate Centre of Gravity: COG) ค่าที่ได้จะส่งสัญญาณค่าตัววัด ไปควบคุมปั้มน้ำบาดาล (Submersible pump) จะเป็นค่าที่การให้น้ำแบบสมดุลง (Water budget) โดยตัวควบคุมสปริงเกอร์น้ำด้วยแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (PV power module) ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้การนำตัวรับรู้มาใช้สำหรับในการปลูกผักด้วยระบบชลประทานพลังแสงอาทิตย์โดยอาศัยวิธีตรรกศาสตร์คลุมเครือ

Jampour, et. al ¹⁶ เสนอตรรกศาสตร์คลุมเครือวินิจฉัยโรคในสัตว์โดยงานวิจัยนี้ได้มีการทดลองวินิจฉัยโรคกับวัว โดยจะนำเลือดของวัวมาตรวจซึ่งเราจะทราบอาการโรคของวัวจากค่าของเลือดที่ปรากฏจากนั้นจะมีการนำค่าเหล่านี้ไปป้อนให้กับระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ รวมถึงการนำเข้าของอาการตาบอดสี อุณหภูมิในร่างกายสัตว์ในการส่งข้อมูลออกจากระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือจะบ่งบอกถึงโรคต่าง ๆ เช่น 1) เนื้อสมองตาย (Polyencephalomalacia: PEM) 2) โรคทางเดินอาหาร (Lactation tetany: LT) 3) โรควัวบ้า (Bovine spongy



encephalopathy: BSE) 4) โรคกลัวน้ำ (Rabies, silent form: R) และ 5) โรคพิษจากสารตะกั่ว (Lead poisoning, acute form: LP) หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาทำฟังก์ชันความเป็นสมาชิกกันจะได้กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือ 17 กฎด้วยกันโดยการทำให้เป็นตรรกศาสตร์คลุมเครือให้เป็นค่าปกติแล้วก็จะวินิจฉัยโรคได้ว่าเป็นโรคอะไร ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการวินิจฉัยโรคในสัตว์

จักราฐ หาญวิเศษ และเทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์¹⁷ ศึกษาตัวแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จากตัวรับรู้ที่ได้ติดตั้งไว้ในแปลงของมันสำปะหลังโดยศึกษาความชื้นในดิน อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ความเค็มของดิน ธาตุฟอสฟอรัสธาตุโปแตสเซียม ธาตุสังกะสี และอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งผลจากการศึกษานี้พบว่าตัวแบบที่เสนอถูกประเมินด้วยวิธีการจำลองการทำงานให้ผลลัพธ์การทำงานที่ถูกต้อง

จิตภววรรณ ภูปรางค์ และธีรวัฒน์ จันทิก¹⁸ ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของธุรกิจการเกษตรสวนมะนาว อำเภอสวรรคบุรี จังหวัดชัยนาท ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนได้แก่ 1) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) จากผู้ประกอบการธุรกิจสวนมะนาว 2) การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน ประกอบด้วย ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) ผลจากการศึกษาพบว่า ธุรกิจสวนมะนาว ทำให้เห็นถึง

โอกาสและความเป็นไปได้ในการลงทุนธุรกิจสวนมะนาว

พิกาน แสนภักดี¹⁹ ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกมะนาวแบบบ่อซีเมนต์กับแบบปลูกลงดินของเกษตรกร ตำบลวังลึก อำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 20 ราย โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดในแต่ละตำบล 10 อันดับแรก มีกลุ่มเกษตรกรที่ใช้วิธีการปลูกมะนาวแบบใช้บ่อซีเมนต์ 10 ราย และกลุ่มเกษตรกรที่ใช้วิธีการปลูกแบบลงดิน 10 ราย แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาออกมาเป็นผลการวิจัย พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของการปลูกมะนาวแบบลงดินคืนทุนได้เร็วกว่าการปลูกแบบบ่อซีเมนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ และข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากวิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ หนังสือ วารสาร บทสัมภาษณ์ สถิติ เอกสาร และบทความทางวิชาการ รวมถึงการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ห้องสมุด ระบบสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

1.2 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) เกษตรกรผู้ปลูกมะนาวรายหนึ่งในอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี โดยมีต้นทุนและรายได้ของเกษตรกรจากการปลูกมะนาว จำนวน 1 ไร่ มีต้นมะนาว 80 ต้น ปลูกแบบลงบ่อปูนซีเมนต์แบบรองกัน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการลงทุนของโครงการ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) คำนวณหาตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ โดยการนำต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์มาเปรียบเทียบกับแบบปรับค่าของเวลา

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาตัวแบบเศรษฐศาสตร์ของระบบ อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาว อัดโนมิติในบ่อปูนซีเมนต์แบบรองกัน จำนวนเนื้อที่ปลูก 1 ไร่ จำนวนต้นมะนาว 80 ต้น (1 ต้นต่อ 1 บ่อซีเมนต์) ศึกษา ต้นทุนและกำไรของโครงการจำนวน 3 ปี การปลูกมะนาว แบบลงบ่อปูนซีเมนต์แบบรองกัน มีพื้นที่ในการหาถิ่นของ รากที่จำกัดรวมทั้งทำให้มีอายุสั้นลงโดยเฉลี่ยประมาณ 4 ปี ซึ่งหากใช้ระบบอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่งสำหรับการ เลี้ยงต้นมะนาวอัดโนมิติในบ่อปูนซีเมนต์แบบรองกัน สามารถใช้ 1 ระบบ ต่อมะนาว 80 ต้น โดยระบบรองรับ การทำสวนมะนาวที่มีการปลูกดังนี้

1. อายุของมะนาวทั้งสวนต้องมีอายุการปลูก เท่ากัน

2. ใช้วัสดุการปลูกมะนาวเป็นชนิดเดียวกัน

3. ปลูกในวงบ่อปูนซีเมนต์แบบรองกัน

4. พื้นที่ปลูกเป็นที่โล่งแจ้ง

ผู้วิจัยสามารถประมาณการต้นทุนและ ผลตอบแทนของโครงการดังต่อไปนี้

1. ประมาณการต้นทุนของโครงการ

1.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรก เพื่อใช้ในการติดตั้ง

ระบบในการทำสวนมะนาว ซึ่งต้นทุนของโครงการ สามารถ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) ได้แก่ ค่าเครื่องมือชุดอุปกรณ์ ค่าฮาร์ดแวร์ ค่าจ้าง พัฒนา จำนวน 35,000 บาท และต้นทุนการปลูก มะนาวในวงบ่อปูนซีเมนต์จำนวน 29,000 บาท สำหรับการ ผลิตมะนาวในเชิงพาณิชย์ ส่วนต้นทุนผันแปร (Variable Costs) ประกอบ ค่าบำรุงรักษาระบบ จำนวน 15,000 บาท และค่าแรงงาน วัสดุปลูก ค่าปุ๋ยคอก สารชีวภาพ ยาฆ่าหนอน ยาฆ่าเชื้อรา ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยสูตรปกติ ค่าพลังงาน จำนวน 135,800 บาท ต้นทุนปีที่ 1-3 รวมทั้งสิ้น 214,800 บาท

1.2 การประมาณต้นทุนของโครงการได้แก่ ต้นทุนปลูกมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรองกัน ข้อมูล จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะนาว พบว่า

เริ่มต้นของการปลูกมะนาว มีต้นทุนรวมทั้งหมด 56,800 บาท ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่ 29,000 บาท และต้นทุนผันแปร 27,800 บาท ค่าการลงทุนเริ่ม ปลูกจะสูง เนื่องจาก ต้องมีการลงทุน ในต้นทุนคงที่ ซึ่งประกอบด้วยค่าบ่อปูนซีเมนต์ อุปกรณ์ ติดตั้งระบบน้ำ กิ่งพันธุ์ ดินและวัสดุในการปลูกมะนาว เช่น มูลสัตว์ แกลบ ขี้เถ้า ขี้เลื่อย เป็นต้น

ปีที่ 1 เป็นปีที่มะนาวเริ่มให้ผลผลิต มีต้นทุนรวมทั้งหมด 36,000 บาท ประกอบด้วย ต้นทุนผันแปรที่เป็น ต้นทุนในการดูแลรักษา

ปีที่ 2 มะนาวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น มีต้นทุนรวมทั้งหมด 36,000 บาท มีต้นทุนผันแปรที่เป็นต้นทุน ในการดูแลรักษา

ปีที่ 3 มะนาวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น มีต้นทุนรวมทั้งหมด 36,000 บาท มีต้นทุนผันแปร ที่เป็นต้นทุน ในการดูแลรักษา

ต้นทุนการผลิตมะนาว ปีที่ 1- 3 รวมเป็นเงิน 164,800 บาท ประกอบด้วยต้นทุนคงที่ 29,000 บาท และต้นทุนผันแปร 135,800 บาท

จะเห็นได้ว่าเริ่มต้นของการปลูกมะนาว มีต้นทุนสูง ซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย ค่าปั้มน้ำ ท่อ PVC บ่อปูนซีเมนต์ ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 จะมีเพียงต้นทุนผันแปรซึ่งเป็นต้นทุนในการดูแลรักษา เท่านั้น ซึ่งประกอบด้วยค่ายาฆ่าหนอน ยาฆ่าแมลง ยา กำจัดเชื้อรา ปุ๋ย เป็นต้น

เมื่อพิจารณาการปลูกมะนาวตามลักษณะของ ต้นทุนการผลิต พบว่าต้นทุนที่สำคัญที่สุดคือต้นทุนผันแปร จำนวน 135,800 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนวัสดุปลูกและ ต้นทุนในการดูแลรักษาประกอบด้วย ดินปลูก กิ่งพันธุ์ ค่ายาฆ่าแมลง ค่ายากำจัดหนอน ค่ายาฆ่าเชื้อรา ค่าพลังงาน เป็นต้น

1.3 การประมาณผลตอบแทนหรือรายได้ของ โครงการได้แก่ รายได้จากการปลูกมะนาว ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ เกษตรกรผู้ปลูกมะนาว พบว่า ในปีที่ 1 เป็นช่วงของการ ลงทุนเป็นการลงทุนครั้งแรกซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง มีผลผลิตในปีแรก ค่อนข้างน้อย โดยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อ ต้นคือ 450 ผลต่อต้นต่อปี ในการปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ จำนวน 80 ต้น เกษตรกรได้รับผลผลิตประมาณ 36,000 ลูก ราคาขายเฉลี่ยตลอดทั้งปี คือ 3.50 เกษตรกรมี รายได้ทั้งหมด 126,000 บาทต่อปี

ปีที่ 2 มะนาวเริ่มให้ผลผลิตจำนวนมาก ประกอบราคาผลผลิตอยู่ในระดับสูง โดยเฉลี่ย 900 ผลต่อต้นต่อปี ในการปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ จำนวน 80 ต้น เกษตรกรได้รับผลผลิตประมาณ 72,000 ลูก

ราคาขายเฉลี่ยตลอดทั้งปี คือ 3.50 เกษตรกรมีรายได้ ทั้งหมด 252,000 บาทต่อปี

ปีที่ 3 มะนาวเริ่มให้ผลผลิตจำนวนมาก ประกอบราคาผลผลิตอยู่ในระดับสูง โดยเฉลี่ย 1,100 ผลต่อต้นต่อปี ในการปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ จำนวน 80 ต้น เกษตรกรได้รับผลผลิตประมาณ 88,000 ลูก ราคาขายเฉลี่ยตลอดทั้งปี คือ 3.20 เกษตรกรมีรายได้ ทั้งหมด 281,600 บาทต่อปี

การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกใช้ อัตราส่วนคิดลด (Discount Rate) ในการคำนวณ ทางการเงินสำหรับโครงการนี้ พิจารณาข้อมูลอัตรา ดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อของ 5 สถาบันการเงินชั้นนำของ เมืองไทย ประกอบด้วย ธนาคารไทยพาณิชย์ ธนาคารกรุงไทย ธนาคารกรุงเทพ ธนาคารกสิกรไทย และ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ซึ่งมีดอกเบี้ย MRR เฉลี่ยอยู่ที่ 7.5 % ต่อปี

ผู้วิจัยใช้ตัวแบบทางเศรษฐศาสตร์ของระบบ อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้น มะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน จากตัวชี้วัดทาง เศรษฐศาสตร์คำนวณผลตามสมการ ดังนี้

1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP)

$$PP = Y + \frac{C-B_{t-1}}{B_t} \quad (5)$$

PP = จำนวนปีก่อนที่จะได้คืนทุนครบหมด

เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ-กระแสเงินสดสะสมก่อนที่จะคืนทุน
+ $\frac{\text{กระแสเงินสดสะสมที่คาดว่าจะได้รับปีถัดไป}}$

$$PP = 1 + \frac{91,800-85,000}{211,000}$$

$$PP = 1.03 \text{ ปี หรือ } 1 \text{ ปี } 1 \text{ เดือน}$$



โดยกำหนดให้

Y = จำนวนปีก่อนที่จะได้คืนทุนครบหมด

C = เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ

B_{t-1} = กระแสเงินสดสะสมก่อนที่จะคืนทุน

B_t = กระแสเงินสดสะสมที่คาดว่าจะได้รับปี

ถัดไป

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

$$NPV = \frac{B_{t_1}}{(1+r)} + \frac{B_{t_2}}{(1+r)^2} + \frac{B_{t_3}}{(1+r)^3} - C \quad (6)$$

$$\text{หรือ } NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^n} \quad (7)$$

$$NPV = \frac{\text{ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ 1}}{(1+\text{อัตราคิดลด})} +$$

$$\frac{\text{ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ 2}}{(1+\text{อัตราคิดลด})^2} +$$

$$\frac{\text{ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ 3}}{(1+\text{อัตราคิดลด})^3} -$$

เงินลงทุนทั้งหมดของโครงการ

$$NPV = \frac{85,000}{(1+0.075)} + \frac{211,000}{(1+0.075)^2} + \frac{240,600}{(1+0.075)^2} - 91,800$$

$$NPV = 363,528$$

โดยกำหนดให้

B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C = เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ

r = อัตราคิดลด (Discount Rate)

n = อายุของโครงการ

t = ปีของโครงการ

3) อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio:

B/C Ratio)

$$B/C = \frac{NPV}{C} \quad (8)$$

$$B/C = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันสุทธิเงินลงทุน}}{\text{เงินลงทุนทั้งหมดของโครงการ}}$$

$$B/C = \frac{363,528}{91,800}$$

$$B/C = 3.96$$

โดยกำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิเงินลงทุน

C = เงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ

4) อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI)

$$ROI = \frac{NP}{C} \times 100 \quad (9)$$

กำไรสุทธิ = รายรับ - ต้นทุน

$ROI = (\text{กำไรสุทธิ}/\text{ต้นทุน}) \times 100$

กำไรสุทธิ = 536,600 - 91,800 = 444,800

$$ROI = \frac{444,800}{91,800} \times 100 = 484.53 \%$$

โดยกำหนดให้

NP = กำไรสุทธิ

C = ต้นทุนทั้งหมดของโครงการ



Table 2. Capital cost and profit of growing limes in the cement tanks with the internet of things control system

Internet of things system cost			Cost of growing lime in the cement pond per rai that year 1-3 (number 80 Cement well)				
list	Year 0	Total	list	Year 1	Year 2	Year 3	Total
Internet of Things investment expenditures			Fixed Cost				
1. Hardware cost	20,000	20,000	1. Node MCU maintenance cost	800	800	800	2,400
2. control program cost	10,000	10,000	2. Relay set maintenance cost	800	800	800	2,400
3. System installation cost	5,000	5,000	3. NPK receptor maintenance cost	1,800	1,800	1,800	5,400
Total investment expenditures of internet of things system		35,000	4. Maintenance cost moisture / pH sensor	1,600	1,600	1,600	4,800
Area capital expenditures			Total fixed costs	5,000	5,000	5,000	15,000
1. Cement well	20,000	20,000	Variable cost (average)				
2. Water pump	5,000	5,000	1. Biological substances cost	7,000	7,000	7,000	21,000
3. PVC	5,000	4,000	2. Worm killer cost	6,500	6,500	6,500	19,500
4. Cement pipe laying cost	4,000	4,000	3. Fungicide cost	5,000	5,000	5,000	15,000
5. Soil mix cost	3,000	3,000	4. Insecticide cost	2,000	2,000	2,000	6,000
6. Water system installation cost	3,000	3,000	5. Normal formula fertilizer cost	3,000	3,000	3,000	9,000
7. Potting soil	3,000	3,000	6. Energy cost	8,000	8,000	8,000	24,000
8. material	2,800	2,800	7. Manure cost	4,500	4,500	4,500	13,500
9. Species	12,000	12,000	Total variable costs	36,000	36,000	36,000	108,000
Total capital expenditures		56,800	Total operating costs	41,000	41,000	41,000	123,000
Total cost of internet of things system		91,800	Including the cost of internet of things and the cost of growing lime				214,000
Cost and benefit from growing lime in the cement pond Year 1-3 (baht) (number 80 Cement well)							
list		Average / plant	Total	Selling price	Total	Total cost	compensation
Year 1		450	36,000	3.50	126,000	41,000	85,000
Year 2		900	72,000	3.50	252,000	41,000	211,000
Year 3		1,100	88,000	3.20	281,600	41,000	240,600
Total cost and return		2,450	196,000	-	659,600	123,000	536,600

Table 3. Summary of economic indicator

Economic indicators	Economic indicators
Payback Period (PP)	1 years 1 months
Net Present Value (NPV)	363,528
Benefit/Cost Ratio (B/C)	3.96
Return on Investment (ROI)	484.53%

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เสนอตัวแบบเศรษฐศาสตร์ของระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวอัตโนมัติในวงบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกันประกอบไปด้วยสมการ ดังนี้

1. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PP)

$$PP = Y + \frac{C-B_{t-1}}{B_t} \quad (10)$$

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value:

NPV)

$$NPV = \frac{B_{t_1}}{(1+r)} + \frac{B_{t_2}}{(1+r)^2} + \frac{B_{t_3}}{(1+r)^3} - C \quad (11)$$

$$\text{หรือ } NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}$$

3. อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (Benefit

Cost Ratio: B/C Ratio)

$$B/C = \frac{NPV}{C} \quad (12)$$

4. อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return

on Investment: ROI)

$$ROI = \frac{NP}{C} \times 100 \quad (13)$$

จากการทดลองนำตัวแบบทางเศรษฐศาสตร์ไปประเมินความคุ้มค่าการลงทุนของระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน ซึ่งได้วิจัยและพัฒนาระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับควบคุมสภาพแวดล้อมภายในสวนมะนาวในวงบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน พบว่ามีเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ ทั้งหมด 91,800 บาท จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการบ่งชี้ถึงความคุ้มค่าของโครงการนี้ต่อการลงทุน กล่าวคือ ระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 1 ปี 1 เดือน ตลอดระยะเวลาของโครงการมีค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 363,528 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของโครงการเท่ากับ 3.96 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 484.53%

การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าของระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน พบว่าเงินลงทุน 91,800 บาท/ต้นมะนาว 80 ต้น (1 ต้นต่อ 1 บ่อซีเมนต์) เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดระยะเวลาของโครงการมีค่าสุทธิเท่ากับ 363,528 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 3.96 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการคิดเป็นร้อยละ 484.53 ระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 1 ปี 1 เดือน แสดงให้เห็นว่าระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับควบคุมสภาพแวดล้อมภายในสวนมะนาวในวงบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน อยู่ในเกณฑ์ที่คืนการลงทุน เพราะมีมูลค่าเป็นบวกซึ่งจะส่งผลดีต่อการลงทุนปลูกการเลี้ยงต้นมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์

แบบรอกัน สำหรับเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจจะปลูกมะนาว เพราะตัวแบบการประเมินความคุ้มค่าของระบบอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งจะเป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตภรณ์ ภูปรางค์ และธีรวัฒน์ จันทิก¹⁸ ศึกษาวิจัยเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของธุรกิจการเกษตรสวนมะนาว อำเภอศรีนครบุรี จังหวัดชัยนาท ผลการวิจัยพบว่า ผลตอบแทนระยะเวลาดำเนินทุน ระยะเวลาดำเนินทุน 4 ปี 10 เดือน 7 วัน อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 32.53% มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 3,069,043.21 บาท แสดงให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการลงทุนธุรกิจสวนมะนาว

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาตัวแบบเศรษฐศาสตร์ของระบบอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับการเลี้ยงต้นมะนาวในบ่อปูนซีเมนต์แบบรอกัน โดยใช้ดัชนีชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน พบว่า มีความเป็นไปได้ในการลงทุนของสวนมะนาว แต่จะต้องพิจารณาปัจจัยหลายปัจจัยใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อประโยชน์สูงสุดที่จะได้รับการลงทุนสามารถสรุปและเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบกิจการดังนี้

1. การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์และประเมินการลงทุนที่มีความเสี่ยงไม่มาก ดังนั้นหากผู้ประกอบการธุรกิจจะนำการศึกษานี้ไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจลงทุน ผู้ประกอบการธุรกิจสวนมะนาวควรวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เช่น อัตราดอกเบี้ย ต้นทุนผันแปร โดยการวิเคราะห์

ความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อในกรณีปัจจัยต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลง

2. การนำไปใช้ควรทำการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในด้านอื่นๆ เพิ่มเติม ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านสิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจในธุรกิจการเกษตรสวนมะนาว เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการตัดสินใจที่จะลงทุน รวมทั้งควรมีการศึกษาเรื่องการลงทุนขยายตลาดในพื้นที่ใกล้เคียง

เอกสารอ้างอิง

1. นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2560-2564). [อินเทอร์เน็ต]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 2564 มีนาคม 10]. เข้าถึงได้จาก: <https://research.pcru.ac.th/researchV2/index.php/component/attachments/download/912>.
2. อภิชาติ ศิริสะอาด, พัชรีย์ สำโรงเย็น. ปฏิทินมะนาวนอกฤดู. กรุงเทพฯ: นาคา อินเทอร์เน็ต; 2558.
3. กรมส่งเสริมการเกษตร. เทคนิคการผลิตมะนาวนอกฤดูหรือมะนาวหน้าแล้ง. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ; 2548 [เข้าถึงเมื่อ 2564 มีนาคม 19]. เข้าถึงได้จาก: <http://agritech.doe.go.th/agrimedia/bookfile/bookveg/VS025.pdf>.
4. Sinprasert N, Nattawuttisit S, Mungsing S, Banditwattanawong T. Internet of Things System for Improving Productivity of Lime with Fuzzy Logic and Edge Computing. The Science Journal of Phetchaburi Rajabhat University 2019;16:55-70.
5. สามารถ เศรษฐวิทยา, วรวิ เสฐฐักดิ์, สุชะวันนท์ ทองเหลียว. เทคนิคการผลิตมะนาวนอกฤดู. ใน: ผลงานวิจัย นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์และบริการ

- วิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: งาน
นิทรรศการด้านวิจัย "บนเส้นทางสู่เกษตร 4.0" งาน
เกษตรกำแพงแสน ประจำปี 2560. นครปฐม:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน
สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน กองบริหารการ
วิจัยและบริการวิชาการ; ม.ป.ป. น. หน้า 99.
6. Fuzzy Logic: What is Architecture, Application, Example. [internet]. 2022 [Cited 2022 Feb 15]. Available from: <https://www.guru99.com/what-is-fuzzy-logic.html>
 7. Overview of the Internet of things. [internet] . 2016 [Cited 2021 Sep 25]. Available from: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I.2016>.
 8. IBM model of Internet of Things. [internet]. 2016 [Cited 2021 Sep 25]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/IBM-model-of-Internet-of-Things-Source-IBM-X-Force-Research-development_fig2_303100052.
 9. Banditwattanawong T, Masdisornchote M. Temporal Acceleration for Cloud – CDN – Fog – Edge Hierarchy by Leveraging Proximal Object Replicas. *Internetworking Indones J* 2019; 11:1-7.
 10. IEEE Innovation at work. Real-Life Use Cases for Edge Computing. [internet]. 2020.[cited 2021 Sep 20]. Available from: <https://innovationatwork.ieee.org/real-life-edge-computing-use-cases/>
 11. ดวงมณี โกมารทัต. การบัญชีต้นทุน. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2555.
 12. ลำไย มากเจริญ. การบัญชี ต้นทุน. กรุงเทพมหานคร: ทริปปี้ด กรุ๊ป; 2551.
 13. พรานิภา รอดวรรณะ. การบัญชีต้นทุนและกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2560.
 14. วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญชัย, อรรถ ศรีสวัสดิ์เล็ก, เหวอดี อุบลสุข, สร้อยฟ้า แก้วประเสริฐ. การวิเคราะห์ ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกไม้กฤษณาในระบบวนเกษตร. *การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*; 2554. ขอนแก่น: 2554. หน้า 386-90.
 15. Singh SN, Jha R, Nandwana MK. Optimal design of solar powered fuzzy control irrigation system for cultivation of green vegetable plants in Rural India. *Recent Advances in Information Technology (RAIT), 1st International Conference, Dhanbad, 2012*, p. 877-82.
 16. Jampour M, Ashourzadeh M, Yaghoobi M. 2011. A Fuzzy Expert System to Diagnose Diseases with Neurological Signs in Domestic Animal. *Information Technology New Generations (ITNG) 2011 Eighth International Conference; Las Vegas. NV; 2011*, p.1021-24.
 17. จักรารุณ หาญวิเศษ, เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์. ตัวแบบการเพิ่มผลผลิตภาพมันสำปะหลังด้วยความแม่นยำสูงโดยอาศัยระบบคลุมเครือ. *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 10 SPUCON 2015. กรุงเทพมหานคร; 2015.*



18. จิตภววรรณ ภูโปร่งค์, ธีรวัฒน์ จันทิก. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของธุรกิจกิจการเกษตรสวนมะนาวในอำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติด้านบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ครั้งที่ 5. เชียงใหม่; 2017.
19. พิธาน แสนภักดี. การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกมะนาวแบบบ่อซีเมนต์กับแบบปลูกลงดินของเกษตรกรตำบลวังลึก อำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารสหวิทยาการวิจัยฉบับบัณฑิตศึกษา 2563;8:258-64.