

การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว
ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า
อำเภอคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

**The Development of a Business Intelligence System for Analyzing and
Forecasting Coconut Production of Large-Scale Coconut Farmers
in Banglao Subdistrict of Khlong Khuen District
in Chachoengsao Province**

ปราริชาติ รื่นพงษ์พันธ์,
จัดการ หาญบาง และ ภาวิณี มาตมั้น
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
**Prarichart Ruenphongphun,
Chadkarn Hanbang and Pavinee Matman**
Rajabhat Rajanagarindra University, Thailand
Corresponding Author, E-mail: prarichart.rue@rru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว รายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา 2) เพื่อพัฒนาระบบระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อ วิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว และ 3) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์ ระเบียบวิธีวิจัย เชิงปริมาณ กลุ่มเป้าหมาย คือ สมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูลทุติยภูมิ แบบประเมินความเหมาะสมของระบบที่พัฒนาขึ้น และแบบประเมินผล การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย วิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยการพยากรณ์ผลผลิตปัจจุบัน 3 วิธี คือ การวิเคราะห์ ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น, โมเดล XGBoost และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และวิเคราะห์ประสิทธิภาพ การพยากรณ์ผลผลิตในอนาคต 3 วิธี คือ การพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing

ผลการวิจัยพบว่า 1) โมเดล XGBoost มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ผลผลิตปัจจุบันดีที่สุด (MSE=629.992, MAE=19.590, RMSE=25.099) ส่วนโมเดล SARIMA มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ ผลผลิตในอนาคต 3 ปีดีที่สุด (MSE=403.694, MAE=16.866, RMSE=20.092) 2) ผลประเมินความ เหมาะสมของระบบธุรกิจอัจฉริยะจากผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งด้านมาตรฐานความเหมาะสม ($\bar{X}$ =4.80, S.D.=.249) มาตรฐานความเป็นประโยชน์ ($\bar{X}$ =4.70, S.D.=.274) และมาตรฐานความเป็นไปได้

* วันที่รับบทความ : 19 สิงหาคม 2567; วันที่แก้ไขบทความ 1 กันยายน 2567; วันที่ตอบรับบทความ : 5 กันยายน 2567

Received: August 19 2024; Revised: September 1 2024; Accepted: September 5 2024

($\bar{X}$ =4.85, S.D.=.249) และมาตรฐานความถูกต้อง ($\bar{X}$ =4.87, S.D.=.183) 3) ผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย จำนวน 30 คน (96.77%) พบว่า มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.33, S.D.=.606) โดย 3 ลำดับแรกที่มีความคิดเห็นมากที่สุด คือ ด้านความแม่นยำของการพยากรณ์ ($\bar{X}$ =4.67, S.D.=.474) ด้านการใช้งานระบบ ($\bar{X}$ =4.52, S.D.=.601) และด้านการพัฒนาความรู้และทักษะ ($\bar{X}$ =4.52, S.D.=.599) อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ระบบธุรกิจอัจฉริยะ; พยากรณ์การผลิตมะพร้าว; แดชบอร์ด

Abstract

This research aimed to 1) forecast coconut production for large-scale coconut farmers in Bang Lao Subdistrict, Khlong Khuean District, Chachoengsao Province, 2) develop a business intelligence system for analyzing and forecasting coconut production, and 3) transfer knowledge and promote the utilization of the system. The study employed quantitative research methodology, targeting 31 members of a large-scale coconut farmers' group. Research instruments included secondary data recording forms, a system suitability assessment form, and a research utilization evaluation form. The efficiency analysis involved three methods for current production forecasting: linear regression analysis, XGBoost model, and artificial neural network model; and three methods for future production forecasting: ARIMA (Box-Jenkins) time series forecasting, SARIMA model, and Holt-Winters Exponential Smoothing.

Results showed that: 1) The XGBoost model performed best in forecasting current production (MSE=629.992, MAE=19.590, RMSE=25.099), while the SARIMA model was most effective for three-year future production forecasting (MSE=403.694, MAE=16.866, RMSE=20.092). 2) Expert evaluation of the business intelligence system's suitability was at the highest level across all standards: appropriateness ($\bar{x}$ =4.80, S.D.=.249), utility ($\bar{x}$ =4.70, S.D.=.274), feasibility ($\bar{x}$ =4.85, S.D.=.249), and accuracy ($\bar{x}$ =4.87, S.D.=.183). 3) Among the 30 participants (96.77%) in knowledge transfer and research utilization, overall satisfaction was high ($\bar{x}$ =4.33, S.D.=.606). The top three aspects rated highest were forecasting accuracy ($\bar{x}$ =4.67, S.D.=.474), system usability ($\bar{x}$ =4.52, S.D.=.601), and knowledge and skill development ($\bar{x}$ =4.52, S.D.=.599), all at the highest level.

Keywords: Business Intelligence System; Coconut Production Forecast; Dashboard

บทนำ

มะพร้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากมะพร้าวสามารถใช้ประโยชน์ได้จากทุกส่วนตั้งแต่ใบ ยอด เนื้อ กะลา ราก ลำต้น กาบ และน้ำมะพร้าว โดยเฉพาะน้ำมะพร้าวที่มีสรรพคุณในการรักษาโรคต่าง ๆ อีกทั้งปัจจุบันมีความต้องการน้ำมะพร้าวมากขึ้น เนื่องมาจากพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่นั้นหันมาใส่ใจในด้านอาหาร เครื่องดื่ม หรือผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และด้วยน้ำมะพร้าว ที่จัดเป็นเครื่องดื่มที่มีแคลอรีต่ำเพียง 18.9 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม แต่อุดมไป

ด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญสำหรับร่างกาย จึงเหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัยทำให้น้ำมะพร้าวเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นสินค้าที่มีความเติบโตทางตลาดโดยเฉพาะในประเทศไทย สหรัฐอเมริกา (กัลป์กร ศรีเจ็ก และนรรักษ์ บุญญานาม, 2565: 9) และประเด็นสำคัญคือ รัฐบาลไทยมีการจัดทำแผนยุทธศาสตร์มะพร้าวเพื่ออุตสาหกรรมของประเทศไทยปี พ.ศ. 2561 -2579 โดยมีการส่งเสริม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตในรูปแบบแปลงใหญ่ ด้านพัฒนาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดศัตรูมะพร้าว ด้านพัฒนาด้านการแปรรูปและการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์มะพร้าว และด้านการพัฒนาการตลาด มีการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมมะพร้าว โดยส่งเสริมการส่งออกผลิตภัณฑ์ไปจำหน่ายต่างประเทศ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561)

จากการดำเนินโครงการโครงการตามยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น: การส่งเสริมพัฒนาเพื่อสร้างความมั่นคงให้แก่เศรษฐกิจท้องถิ่นและชุมชน ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 คณะผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการดูแลการดำเนินโครงการ ได้จัดกิจกรรมประชุมกลุ่มย่อยภาคีเครือข่ายของตำบล ประกอบด้วย บุคลากรจากหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ อบต.บางเล่า และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพส่วนตำบลบางเล่า สมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า เกษตรกร และชาวบ้านในท้องถิ่น และจากการสังเคราะห์ข้อมูลการประชุมกลุ่มย่อย พบว่า พี่เชษฐภกิจของตำบล ได้แก่ มะพร้าว พบว่า มีปัญหาด้านผลผลิตที่ขาดคุณภาพ เกิดแมลงทำลายผลผลิต และผลผลิตขาดตลาดในบางฤดูกาล ขาดการแปรรูป ส่งผลให้การขายสินค้าต่อพ่อค้าคนกลางมีราคาต่ำ ในการวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการขุดนำดินในแต่ละสวนมะพร้าวของสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า จำนวน 31 ราย จัดส่งตรวจคุณภาพดิน ณ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 2 ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน จังหวัดฉะเชิงเทรา และรายงานผลการวิเคราะห์ดินพร้อมนำเสนอให้กับสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า จำนวน 31 ราย เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาดิน โดยการปรับเปลี่ยนสูตรการใส่ปุ๋ยให้กับดิน ที่ส่วนใหญ่พบปัญหาดินเปรี้ยว ทำให้ผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมขาดความหวาน และหลังจากนำเสนอรายงานผลการวิเคราะห์ดินได้ทำการจัดประชุมสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า จำนวน 31 ราย เพื่อวิเคราะห์ผลจากการปรับเปลี่ยนสูตรปุ๋ยในการใส่ พบว่า ผลผลิตมีรสชาติดีขึ้น และด้านการแปรรูป ผู้ดำเนินโครงการและนักวิจัยร่วมกันจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรแปรรูปตำบลบางเล่าขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ที่ประกอบด้วย สมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า เกษตรกร และประชาชนในท้องถิ่นรวมกลุ่มกันสร้างรายได้จากแปรรูปพืชเศรษฐกิจของท้องถิ่น แต่สำหรับปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข ได้แก่ ปัญหาด้านการกำจัดศัตรูมะพร้าว และผลผลิตขาดตลาดบางฤดูกาล เป็นต้น

ทั้งนี้จากการดำเนินการดังกล่าว คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหาการผลิตมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทราที่มีสภาพปัญหาที่ขาดการวางแผนการผลิต ปัญหาสินค้าขาดตลาด หรือล้นตลาดในบางฤดูกาล เนื่องจากขาดการพยากรณ์และการวางแผนการผลิต ในการนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ทักษะความรู้ทางคอมพิวเตอร์ธุรกิจและการบริหารธุรกิจโดยนำเอาระบบสารสนเทศทางธุรกิจเข้ามาช่วยในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการพัฒนากระบวนการธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางธุรกิจที่อำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวสำหรับการวางแผนการผลิตโดยกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องใช้ชุดข้อมูลซึ่งมาจากข้อมูลทุติยภูมิประกอบด้วยข้อมูลปริมาณการผลิตมะพร้าวรายเดือนในแต่ละปี ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดฉะเชิงเทรา และสภาพภูมิอากาศอุณหภูมิและความกดอากาศของจังหวัดฉะเชิงเทรา นำมาสร้างแบบจำลองข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์ผลผลิตที่จะได้ในอนาคต โดยคณะผู้วิจัยคาดว่าผลวิจัยฉบับนี้จะสามารถช่วยเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถคาดการณ์และพยากรณ์ข้อมูลปริมาณผลผลิตที่จะเกิดขึ้นในอีก 3 ปีข้างหน้าได้ และใช้ข้อมูลจากผลการวิจัยในการวางแผนและจัดทำแผนธุรกิจ การจัดจำหน่าย และการแปรรูปได้อย่างเหมาะสมและใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา
2. เพื่อพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา
3. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์ระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) กับข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบทุติยภูมิ และนำมารายงานข้อมูลผ่านการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อเสนอผลการวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

1. ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายสำหรับใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลการผลิตมะพร้าว และการถ่ายทอดองค์ความรู้การใช้ประโยชน์ของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น คือ สมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ จำนวน 31 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการนำไปวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบทุติยภูมิจาก 3 แหล่งข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลปริมาณผลผลิตมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า ได้จากการจัดเก็บข้อมูลจากสำนักงานเกษตรอำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา และประธานกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวแปลงใหญ่ ประกอบด้วยเนื้อที่รวมกัน 165 ไร่ สมาชิกกลุ่มจำนวน 31 คน จำแนกข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2566 (ระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2567)

2. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้จากการเก็บข้อมูลจากชุดข้อมูลที่แสดงอยู่ในระบบบัญชีข้อมูลภาครัฐ ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก จำแนกเป็นรายเดือนและรายปี ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2566 (ระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2567)

3. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศอุณหภูมิและความกดอากาศจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้จากการเก็บข้อมูลจากชุดข้อมูลที่แสดงอยู่ในระบบบัญชีข้อมูลภาครัฐ ประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด และความกดอากาศเฉลี่ย จำแนกเป็นรายเดือนและรายปี ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2566 (ระบบบัญชีข้อมูลภาครัฐ, 2567)

3. ขอบเขตด้านหลักการพยากรณ์

1. สร้างโมเดลพยากรณ์ 3 โมเดล พยากรณ์ผลผลิตมะพร้าว ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression), XGBoost โมเดล และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Deep Learning (ANN)

2. พยากรณ์สถานการณ์การผลิตมะพร้าวในอนาคตระยะเวลา 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) ประกอบด้วย การพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบบันทึกข้อมูลทุติยภูมิสำหรับการวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. แบบประเมินผลการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ไปใช้ประโยชน์

5. วิธีการศึกษาและขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาโมเดลพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าวที่ดีที่สุด โดยการเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละโมเดล
2. ใช้ภาษา **Python** ในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดล
3. ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการสรุปผลการทำนาย
4. วิธีการพยากรณ์ตามฤดูกาลแบบรายปี (**Moving Average**) สำหรับหาเฉลี่ยเคลื่อนที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในช่วงระยะสั้นๆ โดยใช้ข้อมูลในอดีตคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เพื่อใช้ในการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาถัดไป และหาข้อมูลในอนาคตระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2567 – 2569)
5. วัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน **MSE, MAE และ RMSE** พิจารณาโมเดลที่มีตัวชี้วัดมาตรฐานต่ำที่สุด จะถือว่าเป็นโมเดลที่มีการพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมากที่สุด
6. รายงานผลข้อมูลในรูปแบบสารสนเทศ ได้แก่ กราฟ และการทำแดชบอร์ดแสดงผลข้อมูลในรูปแบบเรียลไทม์ด้วย **Looker Studio**
7. จัดประชุมสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูลพร้อมประเมินผลการนำระบบที่พัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรของเกษตรกร

6. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูล เพื่อออกแบบบันทึกข้อมูล การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะในการใช้เครื่องมือแดชบอร์ดแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ แบบสอบถามประเมินความเหมาะสม และแบบประเมินผลการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น
2. คณะผู้วิจัยเสนอเครื่องมือต่อผู้ทรงคุณวุฒิจากสถาบันอุดมศึกษา ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนอย่างน้อย 5 ปี หรือมีคุณวุฒิการศึกษาปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการ ระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป ในสาขาบริหารธุรกิจ คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ศึกษา สารสนเทศ วิทยาการคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ เป็นต้น โดยใช้การคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (**Purposive Sampling**) จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (**Validity**) ของแบบบันทึกข้อมูลชุดปฐมภูมิ พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ (**Index of Objective Congruency: IOC**) โดยใช้สูตร **IOC** (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 249) พบว่า มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

2.2 ประเมินความคิดเห็นที่มีต่อระบบธุรกิจอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น ตามเกณฑ์การประเมินความเหมาะสม 4 ด้าน ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ McMillan and Schumacher (2001) คือ 1) ด้านมาตรฐานความเหมาะสม 2) ด้านมาตรฐานความเป็นประโยชน์ 3) ด้านมาตรฐานความเป็นไปได้ และ 4) ด้านมาตรฐานความถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ (Likert, 1932)

2.3 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบประเมินการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะไปใช้ประโยชน์จากงานวิจัย พร้อมทั้งหาค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Objective Congruency: IOC) โดยใช้สูตร IOC (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 249) พบว่ามีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การรวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัยจัดเก็บข้อมูลดิบและทำการจัดการลำดับข้อมูลเพื่อบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูลหัตถ์ภูมิสำหรับการวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ คณะผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 ติดต่อประสานกับผู้ทรงคุณวุฒิผ่านทางโทรศัพท์ และจัดส่งสำเนาผ่านช่องทางที่ผู้ทรงคุณวุฒิสะดวก ได้แก่ จัดส่งทางไปรษณีย์ หรือจัดส่งในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น โดยหากจัดส่งทางไปรษณีย์คณะผู้วิจัยดำเนินการแนบซองเปล่าพร้อมติดแสตมป์ ำหน้าซองเพื่อส่งกลับมายังคณะผู้วิจัย

2.2 ติดตามทางโทรศัพท์และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Mail) เพื่อเก็บรวบรวมแบบประเมินให้

2.3 รวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น

3. นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายและรวบรวมผลเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิธีกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) เป็นการพิจารณาความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ โดยวิธียกกำลังสอง (รุ่งนภา ศรีประโค, 2557)

2. วิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็นวิธีที่การวัดค่าความคลาดเคลื่อนที่นิยมอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะช่วยบอกถึงขนาดของความคลาดเคลื่อนรวมได้ (Yuk & Thongkam, 2018)

3. วิธีการหาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) คือ การวัดความคลาดเคลื่อนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าจากการพยากรณ์และค่าจริงเฉลี่ยกำลังสอง (Yuk & Thongkam, 2018) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์จะถูกนำมา

เปรียบเทียบแต่ละวิธี เพื่อให้ได้วิธีที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ โดยวิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดจะให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด (รุ่งนภา ศรีประโคน, 2557)

4. วิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2561)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยขั้นที่ 1 การพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

1. ข้อมูลทุติยภูมิสำหรับการวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการศึกษาข้อมูลด้วยชุดข้อมูลทุติยภูมิจาก 3 แหล่งข้อมูล ประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลปริมาณผลผลิตมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า ได้จากการจัดเก็บข้อมูลจากสำนักงานเกษตรอำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา และประธานกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวแปลงใหญ่ ประกอบด้วยเนื้อที่รวมกัน 165 ไร่ สมาชิกกลุ่มจำนวน 31 คน จำแนกข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2566 (ระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2567) พบว่า ข้อมูลที่มีการบันทึกจัดเก็บในหน่วยงานภาครัฐและของสมาชิกกลุ่มมีความใกล้เคียงกันสามารถนำมาเทียบเคียงอ้างอิงเป็นชุดข้อมูลจริงได้ ข้อมูลที่มีการบันทึกไว้เป็นผลผลิตมะพร้าว หน่วยการจัดเก็บข้อมูลเป็นหน่วยตัน โดยมีการจัดเก็บข้อมูลจำแนกเป็นรายเดือนในแต่ละปี คณะผู้วิจัยเลือกใช้ชุดข้อมูลจำนวน 6 ปี ประกอบด้วยปี พ.ศ. 2561 – 2566 รวมจำนวน 72 เดือน

1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้จากการเก็บข้อมูลจากชุดข้อมูลที่แสดงอยู่ในระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก จำแนกเป็นรายเดือนและรายปี ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2566 (ระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา, 2567) พบว่า ฉะเชิงเทราอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น โดยทั่วไป จังหวัดนี้มีฤดูฝนที่ชัดเจน ซึ่งมักเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดฉะเชิงเทรามีอยู่ในช่วงประมาณ 1,200-1,500 มิลลิเมตร แต่อาจแตกต่างกันไปในแต่ละปีและแต่ละพื้นที่ของจังหวัด เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดมักเป็นเดือนกันยายนและตุลาคม ช่วงฤดูแล้งมักอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน

1.3 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศอุณหภูมิและความกดอากาศจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้จากการเก็บข้อมูลจากชุดข้อมูลที่แสดงอยู่ในระบบบัญชีข้อมูลภาครัฐ ประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด และความกดอากาศเฉลี่ย จำแนกเป็นรายเดือนและรายปี ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2566 (ระบบบัญชีข้อมูลภาครัฐ, 2567) พบว่า สภาพภูมิอากาศทั่วไปของจังหวัดฉะเชิงเทรามีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีอยู่ที่ประมาณ 27-29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมักอยู่ในช่วง 32-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมักอยู่ในช่วง 22-25 องศาเซลเซียส เดือนที่ร้อนที่สุดมักเป็นเดือนเมษายน เดือนที่เย็นที่สุดมักเป็นเดือนธันวาคม ความกดอากาศเฉลี่ยของจังหวัดฉะเชิงเทรามีอยู่ในช่วงประมาณ 1008-1010 hPa (เฮกโตปาสคาล)

ความกดอากาศอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและสภาพอากาศ ฤดูร้อน ประมาณเดือนมีนาคมถึง พฤษภาคม ฤดูฝน ประมาณเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม และฤดูหนาว: ประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์

จากข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มีการบันทึกไว้ พบว่า สอดคล้องกับข้อมูลที่สมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูก มะพร้าวแปลงใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลำลูกเกดได้ให้ข้อมูลปากเปล่าไว้ คือ ปริมาณผลผลิตมะพร้าวเฉลี่ย รายปี โดยผลผลิตจะออกมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว โดยเฉพาะช่วงเดือนธันวาคม จะมีผลผลิตออกมากที่สุด และหากเป็นช่วงฤดูร้อนผลผลิตจะออกน้อย ซึ่งปัญหาที่พบคือ ช่วงผลผลิตออกมากจะล้นตลาด ทำให้ขายได้ ราคาต่ำ และผลผลิตที่เกินความต้องการของตลาดจำเป็นต้องหาวิธีการแปรรูปผลผลิต ส่วนในช่วงผลผลิตน้อย อุปสงค์ของตลาดสูง แต่ไม่สามารถมีผลผลิตออกขายได้เพียงพอ

2. ผลการวิเคราะห์และพิจารณาโมเดลพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลำลูกเกด จังหวัดฉะเชิงเทรา

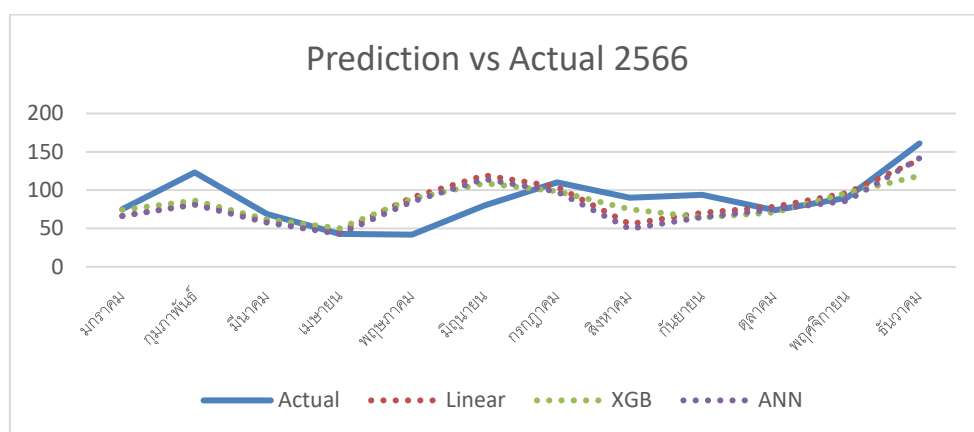
การวิเคราะห์และพิจารณาโมเดลพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าวของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลำลูกเกด จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการโดยสร้างโมเดลพยากรณ์ 3 โมเดล พยากรณ์ผลผลิตมะพร้าว ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression), โมเดล XGBoost และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Deep Learning (ANN) เพื่อเปรียบเทียบและเลือก โมเดลที่มีการพยากรณ์ใกล้เคียงข้อมูลจริงที่สุด ผลการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน ค่า MSE, MAE และ RMSE เปรียบเทียบโมเดลพยากรณ์การวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression), XGBoost โมเดล และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Deep Learning (ANN)

โมเดลพยากรณ์	สถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน		
	MSE	MAE	RMSE
ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)	667.820	20.412	25.842
โมเดล XGBoost	629.992	19.590	25.099
แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Deep Learning (ANN)	667.150	20.463	25.829

จากตารางที่ 1 แสดงค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน ค่า MSE, MAE และ RMSE เปรียบเทียบโมเดลพยากรณ์การวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression), โมเดล XGBoost และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Deep Learning (ANN) คณะผู้วิจัยดำเนินการเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Python เพื่อวิเคราะห์ชุดข้อมูลและทำการพยากรณ์ข้อมูล ซึ่งจะเห็นได้ว่า แบบจำลอง โมเดล XGBoost มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ดีที่สุด เนื่องจากค่า MSE เท่ากับ 629.992 MAE เท่ากับ

19.590 และ RMSE เท่ากับ 25.099 ซึ่งมีความค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐานน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบโมเดลพยากรณ์ทั้ง 3 โมเดล จึงถือได้ว่า XGBoost โมเดล สามารถทำนายผลผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทราได้ดีที่สุด



รูปที่ 2 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าโมเดลพยากรณ์การวิเคราะห์ข้อมูลถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression), XGBoost โมเดล และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม Deep Learning (ANN)

การวิเคราะห์และพิจารณาโมเดลพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าวในอนาคตรยะเวลา 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) ของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการโดยสร้างโมเดลพยากรณ์ 3 โมเดล ประกอบด้วย การพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing เพื่อเปรียบเทียบและเลือกโมเดลที่มีการพยากรณ์ใกล้เคียงข้อมูลจริงที่สุด ผลการดำเนินการวิจัยดังนี้

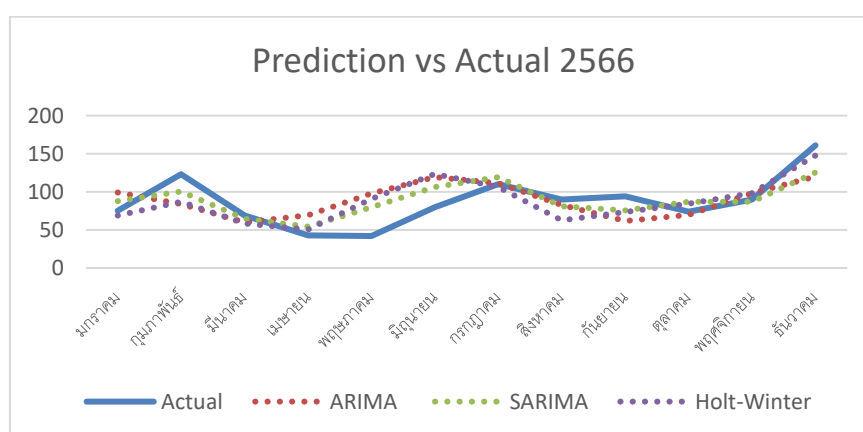
ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน ค่า MSE, MAE และ RMSE เปรียบเทียบโมเดลการพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และการพยากรณ์ข้อมูลด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing

โมเดลพยากรณ์	สถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน		
	MSE	MAE	RMSE
อนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins)	867.953	24.038	29.461
โมเดล SARIMA	403.694	16.866	20.092

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน ค่า MSE, MAE และ RMSE เปรียบเทียบโมเดลการพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และการพยากรณ์ข้อมูลด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing

โมเดลพยากรณ์	สถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน		
	MSE	MAE	RMSE
วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing	610.263	19.701	24.703

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน ค่า MSE, MAE และ RMSE เปรียบเทียบโมเดลการพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และการพยากรณ์ข้อมูลด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing คณะผู้วิจัยดำเนินการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python เพื่อวิเคราะห์ชุดข้อมูลและทำการพยากรณ์ข้อมูลคาดการณ์ในอนาคต ซึ่งจะเห็นได้ว่าโมเดล SARIMA มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ดีที่สุด เนื่องจากค่า MSE เท่ากับ 403.694 MAE เท่ากับ 16.866 และ RMSE เท่ากับ 20.092 ซึ่งมีค่ามีค่าสถิติวัดความแม่นยำของโมเดลด้วยตัวชี้วัดมาตรฐานน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบโมเดลพยากรณ์ทั้ง 3 โมเดล จึงถือได้ว่าโมเดล SARIMA สามารถทำนายผลผลิตมะพร้าวในอนาคตระยะเวลา 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทราได้ดีที่สุด



รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าโมเดลพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาด้วยวิธี ARIMA (Box-Jenkins), โมเดล SARIMA และการพยากรณ์ข้อมูลด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบ Holt-Winters Exponential Smoothing

ดังนั้นเมื่อนำโมเดล SARIMA มาพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าวในอนาคตรยะเวลา 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) ของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา จะได้ข้อมูลการพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าว ซึ่งเกษตรกรสามารถนำข้อมูลการคาดการณ์ผลผลิตที่คาดว่าจะเกิดขึ้นนำไปวางแผนการตลาด การจัดจำหน่าย และการแปรรูปได้ต่อไป ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลการพยากรณ์ผลผลิตมะพร้าวในอนาคตรยะเวลา 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) ของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ด้วยโมเดล SARIMA

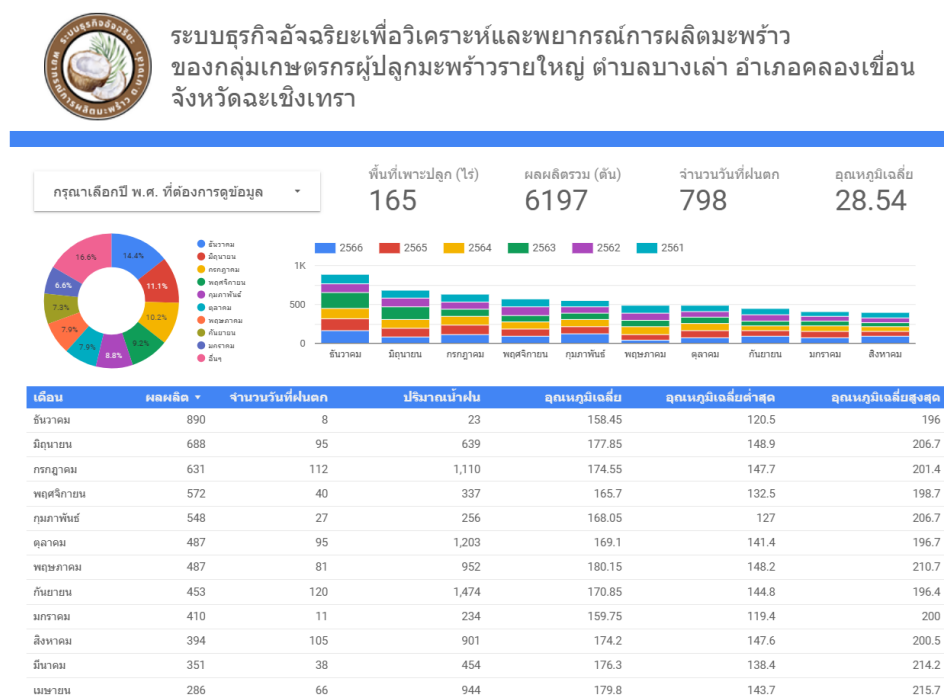
ปี	เดือน/ข้อมูลผลผลิตที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโมเดล SARIMA (หน่วย: ตัน)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2567	87.589	100.566	64.566	54.317	79.607	106.071	119.087	81.086	75.768	87.086	86.941	125.418
2568	90.791	105.209	72.995	58.924	69.682	103.753	120.959	87.380	83.941	86.837	81.737	126.905
2569	94.152	111.300	88.149	67.193	73.858	95.776	114.466	96.776	94.151	92.479	82.185	109.871

ผลการวิจัยขั้นที่ 2 การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการนำผลการวิจัยขั้นที่ 1 ข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลการพยากรณ์ผลผลิตระยะ 3 ปี มาใช้เป็นชุดข้อมูลโดยจัดเก็บลงในแอปสเปรดชีตออนไลน์ (Google Sheet) และจัดทำการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบแดชบอร์ดด้วย Looker Studio ดังลิงก์ต่อไปนี้ <https://bit.ly/3M3BDio>

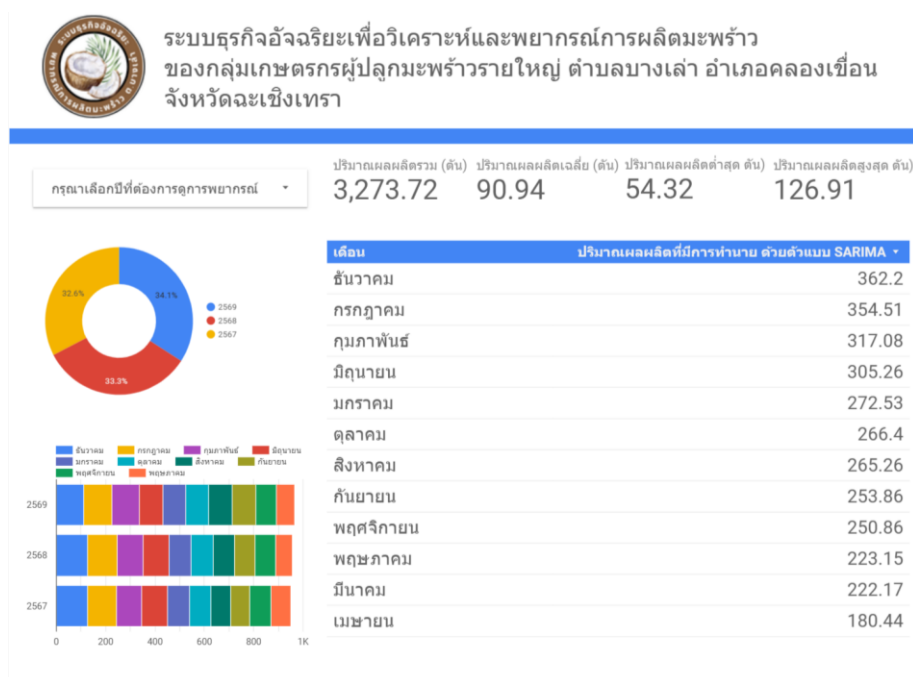
ผลการแสดงผลในรูปแบบแดชบอร์ดของการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยนำข้อมูลจากงานวิจัยขั้นที่ 1 ข้อมูลทุติยภูมิ สำหรับการวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา แสดงผลในรูปแบบแดชบอร์ด เพื่อให้สมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่พิจารณาข้อมูลเดิมประกอบการดำเนินงานทางธุรกิจของการผลิตมะพร้าว โดยสามารถพิจารณาข้อมูลในรูปแบบรายปีย้อนหลังจำนวน 6 ปี (พ.ศ. 2561 – 2566) แสดงผลข้อมูลในรูปแบบตารางแสดงผลผลิต (ตัน) จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือน ปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละเดือน และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละเดือน พร้อมทั้งแสดงจำนวนผลรวมพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละปี ผลผลิตรวมในแต่ละปี จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละปี และอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละปี นอกจากนี้

มีการแสดงผลในรูปแบบกราฟวงกลมแบบโดนัทที่แสดงผลผลผลิตในแต่ละเดือนเปรียบเทียบกับปีในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ และแผนภูมิแท่งแบบซับซ้อนแสดงจำแนกผลผลิตรายเดือนเฉลี่ยผลผลิตในแต่ละปี ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงผลลัพธ์ในรูปแบบแดชบอร์ดของการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตมะพร้าว จากชุดข้อมูลทุติยภูมิ (ที่มา: นักวิจัย)

คณะผู้วิจัยดำเนินการออกแบบและแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบแดชบอร์ดของการพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอดงเค็ง จังหวัดฉะเชิงเทรา จากผลการศึกษาข้อมูลการพยากรณ์จากโมเดล SARIMA ในการพยากรณ์ผลผลิตที่จะเกิดขึ้นในระยะ 3 ปี ข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) แสดงผลข้อมูลในรูปแบบตารางรายเดือนสำหรับพิจารณาข้อมูลการพยากรณ์ผลผลิตที่มีการทำงานด้วยโมเดล SARIMA โดยสามารถเลือกปีที่ต้องการดูชุดข้อมูลพยากรณ์ในระยะ 3 ปี พร้อมทั้งแสดงผลปริมาณผลผลิตรวม ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย ปริมาณผลผลิตต่ำสุด และประมาณผลผลิตสูงสุด ร่วมกับกราฟวงกลมแบบโดนัทที่แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตในแต่ละปีในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ และกราฟแท่งแบบซับซ้อนแสดงผลผลิตจำแนกเป็นรายเดือนในแต่ละปี ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงผลลัพธ์ในรูปแบบแดชบอร์ดของการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตมะพร้าว จากข้อมูลผลผลิตระยะ 3 ปีข้างหน้าที่ได้จากโมเดล SARIMA ในการพยากรณ์ข้อมูล (ที่มา: นักวิจัย)

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์		
	ผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 5)		ผลการประเมิน
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านมาตรฐานความเหมาะสม	4.80	.249	มากที่สุด
2. ด้านมาตรฐานความเป็นประโยชน์	4.70	.274	มากที่สุด
3. ด้านมาตรฐานความเป็นไปได้	4.85	.249	มากที่สุด
4. ด้านความถูกต้อง	4.87	.183	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ตามแนวคิดของ McMillan and Schumacher (2001) ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากสถาบันอุดมศึกษา ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนอย่างน้อย 5 ปี หรือมีคุณวุฒิการศึกษาปริญญาเอก หรือมี

ตำแหน่งทางวิชาการ ระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป ในสาขาบริหารธุรกิจ คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ศึกษา สารสนเทศ วิทยาการคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ เป็นต้น โดยใช้การคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 5 คน พบว่าทุกด้านได้รับการประเมินผลอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้าน มาตรฐานความเหมาะสม ($\bar{X}=4.80$, S.D.=.249) มาตรฐานความเป็นประโยชน์ ($\bar{X}=4.70$, S.D.=.274) และ มาตรฐานความเป็นไปได้ ($\bar{X}=4.85$, S.D.=.249) และมาตรฐานความถูกต้อง ($\bar{X}=4.87$, S.D.=.183)

ผลการดำเนินการวิจัยขั้นที่ 3 ถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์ระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์ระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์ และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ณ วิสาหกิจชุมชนเกษตรแปรรูปตำบลบางเล่า โดยมีผู้เข้าร่วมจำนวน 30 คน จากสมาชิก ทั้งหมด 31 คน คิดเป็นร้อยละ 96.77 คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการให้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลผลผลิตเดิม การแปรรูป การจัดจำหน่ายผลผลิตในช่วงที่มีผลผลิตล้นตลาด และเสนอผลจากระบบธุรกิจอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น ในการพยากรณ์ผลผลิตในอนาคตระยะ 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) เพื่อคาดการณ์ผลผลิต โดยมีผู้บริหาร แหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ ได้แก่ สวนปาล์มฟาร์มนก เข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ ได้เสนอการรับซื้อผลผลิตทาง เกษตรของชาวบ้าน และแนะนำช่องทางการจำหน่ายสินค้า ณ สวนปาล์มฟาร์มนกให้แก่กลุ่มเกษตรกร เพื่อ เป็นทางเลือกในการหาตลาดสินค้าให้กับกลุ่มนักท่องเที่ยว ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์ระบบธุรกิจอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นและผู้บริหารแหล่งท่องเที่ยว สวนปาล์มฟาร์มนก เข้าร่วมกิจกรรมและให้ข้อเสนอรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ตำบลบางเล่า

ตารางที่ 5 ผลการประเมินข้อคิดเห็นการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทราไปใช้ประโยชน์

รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์ (n=30)		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. ความแม่นยำของการพยากรณ์	4.67	.474	มากที่สุด
2. ประสิทธิภาพการผลิตและเศรษฐกิจ	4.31	.733	มาก
3. การใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะ	4.52	.601	มาก
4. ความพึงพอใจของการใช้งาน	4.35	.736	มาก
5. การพัฒนาความรู้และทักษะ	4.52	.599	มากที่สุด
6. ผลกระทบต่อชุมชน	4.37	.583	มาก
ความพึงพอใจในภาพรวม	4.33	.606	มาก

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินข้อคิดเห็นการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทราไปใช้ประโยชน์ พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวม ($\bar{X}=4.33$, S.D.=.606) อยู่ในระดับมาก เพื่อพิจารณารายประเด็น พบว่า ความแม่นยำของการพยากรณ์ ($\bar{X}=4.67$, S.D.=.474) อยู่ในระดับมากที่สุด การใช้งานระบบธุรกิจอัจฉริยะ ($\bar{X}=4.52$, S.D.=.606) อยู่ในระดับมากที่สุด การพัฒนาความรู้และทักษะ ($\bar{X}=4.52$, S.D.=.599) อยู่ในระดับมากที่สุด ผลกระทบต่อชุมชน ($\bar{X}=4.37$, S.D.=.583) อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจของการใช้งาน ($\bar{X}=4.35$, S.D.=.736) อยู่ในระดับมาก และประสิทธิภาพการผลิตและเศรษฐกิจ ($\bar{X}=4.31$, S.D.=.733) อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัยขั้นที่ 1 พยากรณ์การผลิตมะพร้าว ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ 3 แหล่งข้อมูล คือ ผลผลิตมะพร้าว ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความกดอากาศ โดยนำเข้าระบบและเขียนโปรแกรมพยากรณ์ด้วยภาษา Python พบว่า แบบจำลองโมเดล XGBoost มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรศักดิ์ พบวันดี และณัฐ โอธนาทรัพย์ (2566) ศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ระดับน้ำด้วยอัลกอริทึม ANN และ XGBoost กรณีศึกษาแม่น้ำป่าสัก พบว่า XGBoost สามารถพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับผลการพยากรณ์ ซึ่งถือว่าสามารถนำโมเดลพยากรณ์ด้วย XGBoost ในการพยากรณ์ข้อมูลได้ นอกจากนี้คณะผู้วิจัย

ดำเนินการเปรียบเทียบและศึกษาโมเดลพยากรณ์ในอนาคต (Moving average) ในการพยากรณ์สถานการณ์การผลิตมะพร้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567 – 2569) พบว่า โมเดล SARIMA มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิชา วิเศษสุวรรณ (2564) ได้จัดทำงานวิจัยระบบวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคทางสถิติและการเรียนรู้ของเครื่อง พบว่า โมเดล SARIMA สามารถพยากรณ์ยอดขายรวมรายวันแยกตามรายสินค้าได้แม่นยำที่สุด

อภิปรายผลการวิจัยขั้นที่ 2 พัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะจากการนำผลการวิจัยขั้นที่ 1 ร่วมพัฒนาและแสดงผลในรูปแบบแดชบอร์ดซึ่งสามารถแสดงข้อมูลที่สำคัญและเข้าใจง่ายสำหรับเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟและแผนภูมิช่วยให้เกษตรกรเห็นภาพรวมและแนวโน้มของการผลิตได้ชัดเจนขึ้น และได้มีการเสนอผู้ทรงคุณวุฒิดำเนินการประเมินความเหมาะสมของระบบที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกวรรณ สีนะ และคณะ (2565) ได้จัดทำงานวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแดชบอร์ด เพื่อนำเสนอข้อมูลพื้นฐานตำบลห้วยเตย จังหวัดมหาสารคาม พบว่า มีการออกแบบระบบด้วยเทคโนโลยีแดชบอร์ด และดำเนินการประเมินระบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการดำเนินการวิจัยและการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงสามารถนำระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ไปประยุกต์ใช้และนำเสนอให้กับสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวแปลงใหญ่พิจารณาถึงข้อมูลการผลิต และการพยากรณ์การผลิตในอนาคตเพื่อวางแผนการดำเนินงานรองรับสถานการณ์ของผลผลิตที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในระยะ 3 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2567-2569) ได้ต่อไป

อภิปรายผลการวิจัยขั้นที่ 3 ถ่ายทอดองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์ระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การผลิตมะพร้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ตำบลบางเล่า อำเภอกลองเชื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา คณะผู้วิจัยดำเนินการประเมินผลการนำไปใช้ประโยชน์ผลการประเมิน พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี (2557) ได้จัดทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมและองค์ความรู้การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสม โดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่เกษตรกรในชุมชนจังหวัดนครปฐม พบว่า มีกระบวนการและวัตถุประสงค์สอดคล้องกับงานวิจัยที่พัฒนาขึ้นคือ การพัฒนานวัตกรรมและกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายของงานวิจัยที่ดำเนินการร่วมกับชุมชน จึงเป็นการพัฒนาพื้นที่ที่ครอบคลุมการนำไปใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

จากการสังเคราะห์งานวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยสามารถสรุปกระบวนการและผลการดำเนินงานวิจัยได้ในรูปแบบแผนผังความคิด (Mind Map) ได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผลการสังเคราะห์งานวิจัย
(ที่มา: นักวิจัย)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

ควรส่งเสริมการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะมาใช้ในภาคเกษตรกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะในการวิเคราะห์และพยากรณ์ผลผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการผลิตและการตลาด พร้อมกับจัดการฝึกอบรมเกษตรกรในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการสวนมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำผลการวิจัยไปขยายผลในพื้นที่อื่นๆ ที่มีการปลูกมะพร้าว เพื่อทดสอบความเหมาะสมและปรับปรุงระบบให้สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง

2. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรกำหนดนโยบายสนับสนุนการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะและเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในภาคเกษตรกรรม พัฒนาและติดตั้งระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวและพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ วางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในพื้นที่เกษตรกรรม วางแผนสร้างกลไกความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาในการพัฒนาและขยายผลการใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะในภาคเกษตร

3. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

จัดให้มีการทดลองใช้งานระบบในกลุ่มเกษตรกรนำร่อง เพื่อประเมินผลและปรับปรุงก่อนขยายผลในวงกว้าง และพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนที่เชื่อมต่อกับระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ ผู้ให้ทุนอุดหนุนวิจัยและนวัตกรรมประจำปี 2565 และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอคลองเขื่อน ประธานและสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายใหญ่ ประธานวิสาหกิจชุมชนเกษตรแปรรูปตำบลบางเล่า ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่าง ๆ รวมทั้งผู้บริหารสวนปาล์มฟาร์มนก ตำบลบางเล่า ที่ได้เล็งเห็นและให้ความสำคัญกับสินค้าเกษตรในท้องถิ่น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ประเมินเครื่องมือ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินการได้สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ สีนะ, วราปภา อารีราษฎร์ และกาญจนา ดงสงคราม. (2565). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแดชบอร์ด เพื่อนำเสนอข้อมูลพื้นฐานตำบลห้วยเตย จังหวัดมหาสารคาม. *วารสารวิชาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*. 8 (1), 78-89.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2561). ยุทธศาสตร์มะพร้าวเพื่ออุตสาหกรรมของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2579. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2566. แหล่งที่มา: http://www.agriman.doe.go.th/home/agri1/agri1.3/strategics_2554/04_coconut%202561-2579.pdf.
- กัลป์กร ศรีเจ็ก และนรรักษ์ บุญญานาม . (2565). ปัจจัยที่มีผลต่อการนำเข้า-ส่งออกน้ำมันมะพร้าวของประเทศไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารวิชาการวิทยาลัยสันตพล*. 8 (1), 8-14.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2561). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพมหานคร: สามลดา.

- พรทิวา วิศิษฐ์สรอรรถ. (2564). *ระบบวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคทางสถิติและการเรียนรู้ของเครื่อง*. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่. วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี. (2557). การพัฒนานวัตกรรมและองค์ความรู้การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสม โดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่เกษตรกรในชุมชนจังหวัดนครปฐม. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*. 8 (1), 134-149.
- ระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา. (2567). ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2567. แหล่งที่มา: <https://chachoengsao.gdcatalog.go.th/ro/dataset/nabc-oae0001>.
- ระบบบัญชีข้อมูล จังหวัดฉะเชิงเทรา. (2567). ปริมาณน้ำฝนรายเดือน. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2567. แหล่งที่มา: <https://chachoengsao.gdcatalog.go.th/dataset/data>.
- ระบบบัญชีข้อมูลภาครัฐ. (2567). อุณหภูมิ และความกดอากาศ. *ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2567. แหล่งที่มา: <https://gdcatalog.go.th/dataset/gdpublish-28/resource/5ca416e9-80e1-4a71-b974-44ffe860f7f0>.
- รุ่งนภา ศรีประโค. (2557). *การลดปริมาณการขาดแคลนสินค้าโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ กรณีศึกษา บริษัท ไอ เซล (ประเทศไทย) จำกัด*. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- สุรศักดิ์ พบวันดี และณัฐ โอธนาทรัพย์. (2566). การศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ระดับน้ำด้วยอัลกอริทึม ANN และ XGBoost กรณีศึกษาแม่น้ำป่าสัก. *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 46*. วันที่ 15-17 พฤศจิกายน 2566. ตีวนา พลาซ่า กระบี่ อ่าวนาง จังหวัดกระบี่.
- MacMillan, J.H. and Schumacher, S. (2001). *Research in Education. A Conceptual Introduction*. 5th Edition, Longman, Boston.
- Likert, Rensis. (1932). "A Technique for the Measurement of Attitudes". *Archives of Psychology*. 140, 1–55
- Yuk, W., & Thongkam, J. (2018). Comparison of Time Series Techniques for Predicting Gold and Oil Prices. *RMUTI JOURNAL Science and Technology*, 154-167.