

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอุตสาหกรรม เครื่องดื่ม: กรณีศึกษา เกมแบบจำลองทางธุรกิจ

DEMAND FORECASTING IN BEVERAGE INDUSTRY: A CASE STUDY OF BUSINESS SIMULATION GAME

Received: 18 June, 2022

Revised: 20 January, 2023

Accepted: 30 January, 2023

คุณากร วิวัฒน์กรวงศ์*
Kunakorn Wiwattanakornwong*
สุภาพร บุตรใส***
Suphaphon Butrsai***
ชัคตบดี วรรณางกูร****
Chakatbordee Vannangkura****
กมลวรรณ งามดี*****
Kamonwan Ngamdee*****

วริศ ลิ้มลาวัลย์**
Varis Limlawan**
ณัฐดา นิลพันธุ์***
Natlada Ninpan***
อริษรา เทพแก้ว*****
Arissara Thepkaew*****
พงศธร พลอยธรรมคุณ*****
Pongsathorn Ploythummakun*****

*,**อาจารย์ประจำหลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

***Lecturer of Logistics and Supply Chain Management, College of Innovative Business and Accountancy (CIBA), Dhurakij Pundit University

***Email: kunakorn.wiw@dpu.ac.th, varis.lim@dpu.ac.th

, *, ***** นักศึกษาบริหารธุรกิจบัณฑิต หลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

, *, ***** Student of the Bachelor of Business Administration Program (Logistics and Supply Chain Management), College of Innovative Business and Accountancy (CIBA), Dhurakij Pundit University

, *, ***** Email: 644701120006@dpu.ac.th, 644701120017@dpu.ac.th, 644701120008@dpu.ac.th, 620201120014@dpu.ac.th, 620201120009@dpu.ac.th, 620201120010@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม กรณีศึกษาเกมแบบจำลองทางธุรกิจ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการของสินค้าน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้ม น้ำเมลลอน น้ำแอปเปิ้ล จากสถานการณ์เกมแบบจำลองทางธุรกิจ Monsoonsim Business Simulation ทั้งนี้ผู้เรียนเปรียบเสมือนผู้ประกอบการธุรกิจและผู้ปฏิบัติงานโดยขาดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาปริมาณสั่งซื้อของแต่ละสินค้า ยึดปริมาณยอดขายของเดือนก่อนหน้าเสมอ ทำให้ยอดสั่งซื้อสินค้าบางรายการมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการและบางรายการพบปัญหาสินค้าขาดมือ แสดงให้เห็นถึงความไม่แม่นยำในการพยากรณ์ และความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง จึงได้นำเทคนิคการพยากรณ์ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียล และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม มาใช้กับข้อมูลการขายย้อนหลัง 24 วัน และเปรียบเทียบวัดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณ Mean Absolute Percent Error (MAPE) เพื่อให้ได้วิธีที่ดีที่สุดที่เหมาะสมในการพยากรณ์ จากการศึกษาพบว่า วิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีความเหมาะสมที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำแอปเปิ้ล สำหรับการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้มด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น มีความเหมาะสมที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำเมลลอน ในขณะที่วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียล มีความเหมาะสมที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำส้ม ด้วยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณการพยากรณ์ที่ 28.32%, 28.44%, 24.81% ตามลำดับ

คำสำคัญ: การพยากรณ์ความต้องการ เกมแบบจำลองทางธุรกิจ อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม

Abstract

This study is the Demand Forecasting in Beverage Industry, a case study of Business Simulation Game. The objective is to examine the appropriate forecasting model which forecasts the demand for 3 types of ready-to-drink juice. These include orange juice, melon juice, and apple juice in a business simulation game scenario via Monsoonsim Business Simulation Game. Students are like entrepreneurs and practitioners. While playing, there was a problem with the lack of guidelines for determining the number of orders for each product. Players usually based on the previous month's sales volume. As a result, some purchase orders exceeded the demand and some items encountered problems with shortage of products. This shows inaccuracies in forecasting and relatively high discrepancies. Therefore, the time series forecasting techniques such as Moving Average Method, Exponential Smoothing Method and time-series forecasting are based on trend. Forecasting has been applied to the historical sales data of 24 days and to compare forecast errors by Mean Absolute Percent Error (MAPE) to gain the best optimal demand forecasting method. The study found that the

Moving Average forecasting method is suitable for forecasting apple juice. The Time-Series Forecasting based on Trend by Linear Regression Analysis is suitable for melon water forecasting. While the Exponential Smoothing forecasting method is suitable for orange juice forecasting with Mean Absolute Percent Error at 28.32%, 28.44%, 24.81%, respectively.

Keywords: Demand Forecasting, Business Simulation Game, Beverage Industry

บทนำ

อุตสาหกรรมเครื่องดื่มถือเป็นหนึ่งอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่และมีความสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ โดยในปี พ.ศ. 2563 ตลาดเครื่องดื่มในไทยมีมูลค่า 7.2 แสนล้านบาท หรือ มีปริมาณการบริโภครวม 1.3 หมื่นล้านลิตร (วรรณา ยงพิศาลภา, 2565) โดยแบ่งเป็น กลุ่มเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ ได้แก่ น้ำดื่มบรรจุขวด น้ำผลไม้ น้ำอัดลม โซดา เครื่องดื่มบำรุงกำลัง เครื่องดื่มเกลือแร่ เป็นต้น มีส่วนแบ่งตลาดประมาณร้อยละ 79 ของปริมาณการบริโภค และ 2) กลุ่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้แก่ เบียร์ สุรา ไวน์ มีส่วนแบ่งตลาดประมาณร้อยละ 21 ของปริมาณการบริโภค นอกจากนี้ วรรณา ยงพิศาลภา (2565) จากวิจัยกรุงศรียังได้ระบุว่า ตลาดของกลุ่มเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์จะกลับมาขยายตัวหลังจากประเทศกลับมาเปิดอีกครั้งหลังยุคโควิด 19 ขณะที่การแข่งขันจากคู่แข่งในอุตสาหกรรมเดียวกันยังคงรุนแรงและกระแสของเครื่องดื่มสุขภาพจะเป็นกระแสที่มาแรงในยุคปัจจุบันยังทำให้อุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมต้องปรับตัว หนึ่งในสิ่งที่จะต้องจำเป็นสำหรับการปรับตัว คือ การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting)

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการนำเสนอการนำวิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามาประยุกต์ใช้กับธุรกิจ โดยแสดงผ่านข้อมูลที่ได้จากการเล่นเกมแบบจำลองทางธุรกิจ Monsoonsim Business Simulation ทั้งนี้ผู้เรียนเปรียบเสมือนผู้ประกอบการธุรกิจและผู้ปฏิบัติงานโดยขาดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาปริมาณสั่งซื้อของแต่ละสินค้า เพื่อจำหน่ายน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 3 ชนิด คือ น้ำส้ม น้ำเมลอน และน้ำแอปเปิ้ล ยอดปริมาณยอดขายของเดือนก่อนหน้าเสมอ ทำให้ยอดสั่งซื้อสินค้าบางรายการมีปริมาณมากเกินความต้องการและบางรายการพบปัญหาสินค้าขาดมือ แสดงให้เห็นถึงความไม่แม่นยำในการพยากรณ์ และความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting) เป็นการประมาณความต้องการในอนาคตและเป็นพื้นฐานสำหรับการวางแผนและการตัดสินใจทางธุรกิจที่ดี การพยากรณ์จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญลำดับแรก ๆ ของการวางแผนเชิงกลยุทธ์ในการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน องค์กรที่มีระบบการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ถูกต้อง แม่นยำ จะได้เปรียบองค์กรอื่น ซึ่งจะช่วยให้องค์กรทราบปริมาณความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าล่วงหน้า และสามารถวางแผนการผลิต การขาย การจัดการสินค้าคงคลัง และการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้อย่างถูกต้อง ตรงเวลารวมทั้งบริหารพื้นที่ในคลังสินค้าได้อย่างเหมาะสม การพยากรณ์ความต้องการทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับทุก ๆ กิจกรรมในกระบวนการทางธุรกิจ (UKEssays, 2018) ผู้ประกอบการจึงต้องมีการปรับตัวให้ทันต่อสถานการณ์ที่ผันผวนของตลาด เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด รวมไปถึงการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ได้อย่างทันเวลา (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2545; พิกพ ลิติการณ, 2553)

จากประโยชน์และความสำคัญของการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า บริษัทหลาย ๆ บริษัทได้มีการพัฒนาเทคนิคการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้น รวมถึงมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์อีกด้วย (คุณากร วิวัฒนากรวงศ์ และ รชฏ ขำบุญ, 2560; Ruankham et al., 2021)

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อกำหนดวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการของสินค้าน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้ม น้ำเมลลอน น้ำแอปเปิ้ล ระหว่างวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียล, และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม

แนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีความต้องการซื้อของลูกค้า (Consumer Demand)

ปริมาณความต้องการซื้อของลูกค้า หรืออุปสงค์ (Demand) หมายถึง จำนวนของสินค้าและบริการชนิดหนึ่ง ๆ ที่ลูกค้าประสงค์จะซื้อในช่วงเวลานั้น ในระดับราคาของสินค้าหรือบริการนั้น ในทางเศรษฐศาสตร์ได้ให้คำนิยามสำหรับอุปสงค์ที่มีประสิทธิผล (Effective Demand) เป็นอุปสงค์ที่มีการซื้อขายเกิดขึ้นจริง โดยลูกค้าที่มีความสามารถในการจ่ายซื้อ (Ability to pay) ความเต็มใจที่จะซื้อ (Willingness to pay) และความต้องการ (Need or Desire) บนบรรทัดฐานความปรารถนาที่จะได้รับความพอใจสูงสุด หากขาดเงื่อนไขความสามารถในการจ่ายซื้อ (Ability to pay) ความเต็มใจที่จะซื้อ (Willingness to pay) แล้วถูกเรียกว่า อุปสงค์ที่มีศักยภาพ (Potential Demand) ที่ไม่ก่อให้เกิดการซื้อขายขึ้นจริง ในขณะที่ลูกค้ามีปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์หลายประการในการเลือกบริโภค เช่น รายได้ รสนิยมและ ระดับราคาของสินค้าและบริการ หรือปัจจัยอื่น ๆ เช่น ลักษณะส่วนบุคคล เป็นต้น (วรารวรรณ อนันตรัตน์, 2549; Parkin, 2011) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออุปสงค์อีกจำนวนมากในประเทศไทย เช่น การศึกษาของ Ruankham and Khuanmuang (2020) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการบริโภคสินค้าและบริการในประเทศไทย พบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออุปสงค์ประกอบด้วย ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านปริมาณสินค้า ปัจจัยด้านแรงจูงใจ ความเชื่อ และทัศนคติ ปัจจัยส่วนกระตุ้นทางการตลาด รวมถึงปัจจัยสิ่งกระตุ้นด้านสิ่งแวดล้อม

แบบจำลองทางธุรกิจ Monsoonsim Business Simulation

เกมแบบจำลองทางธุรกิจ เป็นหนึ่งเครื่องมือสร้างการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนด้านการบริหารธุรกิจในรูปแบบเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เพื่อดึงดูดความน่าสนใจ ความท้าทาย ในการสร้างพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของผู้เรียน (Anderson, 2005; Zichermann, 2015; Huang and Soman, 2013) ในการประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชันเพื่อการศึกษา มีลำดับขั้นตอนดังนี้ 1) เข้าใจกลุ่มเป้าหมายและเนื้อหาประกอบการสอน โดยผู้สอนต้องทำความเข้าใจในกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษาสามารถระบุลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ช่วงอายุ ระดับชั้น ความสนใจ หรือความรู้ทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนมี เป็นต้น ควบคู่กับบริบทในการจัดการสอนต่าง ๆ เช่น จำนวนผู้เรียน ขอบเขตระยะเวลา และความพร้อมของอุปกรณ์การสอน เป็นต้น 2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรู้ อาจมีทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ เพื่อมุ่งไปสู่ผลลัพธ์ทางการศึกษา

ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (พนิต เข้มทอง, 2541) 3) สร้างโครงสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ กำหนดลำดับการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อใช้ในการพิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละประเด็น 4) ระบุทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ คำนึงถึงทรัพยากรและความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบันและทรัพยากรที่จำเป็นต้องจัดหาเพิ่ม รวมถึงงบประมาณที่ใช้ และ 5) ประยุกต์ใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน โดยพิจารณาถึงการนำเกมมิฟิเคชันมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ อาจมุ่งเน้นเกี่ยวกับการพัฒนาตนเอง (self-element) และองค์ประกอบทางสังคม (social-element)

Thailand MonsoonSIM product & services (2553) และ ประมินทร์ เยาว์ยืนยง (2563) ระบุว่า MonsoonSIM เป็นเครื่องมือในการสร้าง การเรียนรู้เชิงประจักษ์ (Experiential Learning) ในกระบวนการทางธุรกิจ บนพื้นฐานการทำงานบนระบบบริหารทรัพยากรองค์กร (Enterprise resource planning) ประกอบด้วย 13 โมดูล (Module) ได้แก่ การบริหารงานจัดซื้อจัดหา (Procurement) การบริหารทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource Management) การบริหารการผลิต (Production) การบริการลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Service) การซ่อมบำรุง (Maintenance) การจัดการร้านค้าปลีก (Retail Sales) การจัดการร้านค้าส่ง (Wholesales) การจัดการโลจิสติกส์และคลังสินค้า (Logistics & Warehouse) การวางแผนงานเพื่อสนับสนุนการขายสินค้า การผลิต และการบริหารสินค้าคงคลัง (Demand Planning) การเงินและการบัญชี (Finance and Accounting) การตลาด (Marketing) การใช้ Management Information Systems ในการช่วยบริหารธุรกิจ เช่น ระบบวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirements Planning) และการจัดการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) ซึ่งมีบทบาท 2 มิติ ประกอบด้วยมิติด้านสถานการณ์จำลองทางธุรกิจ (Business Simulation) ทำให้เกิดการลงมือทำจากข้อมูลต่าง ๆ และเห็นผลลัพธ์จากการดำเนินงานควบคู่กับประสบการณ์เสมือนลงมือทำธุรกิจ เช่น การจำลองสถานการณ์ผ่านเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ และ มิติด้าน Gamification คือ ใช้เกมเพื่อการเรียนรู้เรื่องใด ๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดี ซึ่งใช้การแข่งขันแบบมีการวัดผลแพ้ชนะด้วยเกณฑ์ใด ๆ ผลแพ้หรือชนะ นั้นจะต้องประกอบด้วย วิธีการอธิบายกฎนโยบายในการทำความเข้าใจให้เป็นไปตามวุฒิภาวะของ Learner การแปลผลลัพธ์ในเกมเพื่อเป็นตัวอย่างในการเรียนรู้จากการผิดพลาด หรือการใช้ Game on Game ในการเรียนการสอน เป็นต้น ทั้งนี้จึงเป็นการสร้างให้เกิดได้จาก Simulation และ Gamification มากกว่าการเข้าใจทฤษฎีเพื่อส่งมอบความรู้และความเข้าใจนี้สู่ผู้เรียน

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting) ถือเป็นกิจกรรม Inbound Logistics แรก ๆ ของกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งหมายถึง การประมาณการเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้าในอนาคต โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติและข้อมูลอื่น ๆ การพยากรณ์ความต้องการที่เหมาะสมจะช่วยให้ธุรกิจนั้น ๆ มีข้อมูลที่สำคัญและทราบถึงประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ทางธุรกิจของตัวเองในตลาด นอกเหนือจากนั้นการพยากรณ์ความต้องการยังให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการลงทุนและการตัดสินใจขยายกิจการอีกด้วย การคาดการณ์นี้ทำให้เจ้าของธุรกิจสามารถตัดสินใจอย่างชาญฉลาดเพื่อกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด รวมถึงสามารถกำหนดราคาได้อย่างดีที่สุด หากไม่มีการพยากรณ์ความต้องการจะทำให้ธุรกิจมีความเสี่ยง เจ้าของธุรกิจอาจตัดสินใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ รวมถึงเป้าหมายทางธุรกิจได้ไม่ดีพอ การตัดสินใจที่ไม่มีข้อมูลอาจส่งผลกระทบต่อต้นทุน การทำกำไร และความพึงพอใจของลูกค้าได้ (นิภา นิรุตติกุล, 2551)

เทคนิคการพยากรณ์ด้วยเทคนิคอนุกรมเวลา (Time Series) Box et al. (2015) ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1) การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Simple Moving Averages)

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่ายเป็นการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตจากข้อมูลหรือค่าสังเกตล่าสุดจำนวน N ค่า โดยให้น้ำหนักของข้อมูลเท่ากัน เมื่อได้กำหนดจำนวนที่จะเฉลี่ย ค่าที่คำนวณได้จะเป็นค่าพยากรณ์ของข้อมูลในช่วงเวลาต่อไป (ณ เวลาที่ $t+1$) โดยค่า N ที่ใช้จะเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่ก็ได้ แต่จะต้องใช้ข้อมูลตั้งแต่ 3 ช่วงเวลาขึ้นไป

$$F_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n}}{N} \quad (1)$$

โดยที่ F_t คือ ค่าพยากรณ์ของ ณ เวลาที่ t
 D_t คือ ค่าความต้องการที่แท้จริง ณ เวลาที่ t
 N คือ คาบเวลาทั้งหมด

2) การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing)

วิธีการพยากรณ์ที่ใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยวิธีหนึ่ง โดยให้ความสำคัญกับน้ำหนักกับค่าสังเกตแต่ละค่าไม่เท่ากันจะมีการให้น้ำหนักกับค่าที่เกิดขึ้นล่าสุดมากที่สุด และลดหลั่นกันไปตามค่าสังเกตที่อยู่ห่างออกไป ทั้งนี้มีการกำหนดข้อมูลล่าสุดเป็น α โดยให้มีค่าอยู่ที่ 0-1 หากค่า α มีค่าใกล้เคียง 1 หรือเท่ากับ 1 หมายถึงการให้น้ำหนักกับข้อมูลล่าสุดมาก ดังสมการ

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad (2)$$

โดยที่ F_t คือ ค่าพยากรณ์ของ ณ ช่วงเวลาที่ t
 F_{t-1} คือ ค่าพยากรณ์ของ ณ ช่วงเวลาที่ $t-1$
 α คือ ค่าน้ำหนักการพยากรณ์ โดยที่ $0 \leq \alpha \leq 1$
 D_t คือ ค่าความต้องการที่แท้จริง ณ เวลาที่ t

3) การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting)

การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาต้องศึกษาการเคลื่อนไหวของข้อมูลตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ทั้งนี้สาเหตุการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนไหวของข้อมูลอุปสงค์จะได้รับอิทธิพลจากแนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) วัฏจักร (Cycle) และเหตุการณ์ปกติ (Irregular Variation) โดยการศึกษาครั้งนี้จะเน้นที่อิทธิพลทางแนวโน้ม (Trend) มีลักษณะขึ้นหรือลงแล้วแต่การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล แนวโน้มอาจจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง โดยรวมแล้วจะอยู่ในแนวลาดชัน วิธีการพยากรณ์ที่นิยมใช้ได้แก่การวิเคราะห์ถดถอย

การวิเคราะห์ถดถอย (Linear Regression Analysis) เป็นการศึกษาว่า ตัวแปรอิสระมีผลกระทบต่อตัวแปรตามที่ส่งผลทำให้ค่าผันแปรไปในรูปแบบใด ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะความสัมพันธ์ด้วยรูปแบบสมการถดถอย (Regression Model) ดังสมการ

$$F_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad (2)$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ของ ณ เวลาที่ t
	β_0	คือ ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น (Interception)
	β_1	คือ ค่าความชันของสมการถดถอยเชิงเส้น (Slope)
	t	คือ ลำดับของคาบเวลา

การประเมินความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Measuring Forecast Errors)

Wallström and Segerstedt (2010) ความแม่นยำของการพยากรณ์สามารถประเมินได้จากค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นความแตกต่าง ระหว่างค่าที่เกิดขึ้นจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ แม้ว่าในการพยากรณ์โดยทั่วไปจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ก็ตาม แต่วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการพยากรณ์ไม่ว่าจะใช้เทคนิคใดก็ตาม คือ การทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด การวัดค่าความผิดพลาดที่ได้จากการพยากรณ์มีวิธีการคำนวณดังนี้

Mean Absolute Percent Error (MAPE) ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ เป็นวิธีวัดความแม่นยำโดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย ค่าที่ได้ต่ำมีความแม่นยำสูง เช่น ถ้า $MAPE = 4\%$ แสดงว่าวิธีเลือกมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 4% ใช้ในการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์จากค่าอุปสงค์จริง ไม่ว่าจะพยากรณ์น้อยหรือมากกว่าก็ตาม และ ความคลาดเคลื่อนนี้เทียบกับค่าอุปสงค์จริง

$$MAPE = \frac{(\sum_{t=1}^N |A_t - F_t| / A_t) \times 100}{N} \quad (3)$$

โดยที่	F_t	คือ ค่าพยากรณ์ของ ณ เวลาที่ t
	A_t	คือ ค่าความต้องการที่แท้จริง ณ เวลาที่ t
	N	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดในการพยากรณ์

ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณโดยวิธีนี้ จะถูกนำมาเปรียบเทียบแต่ละวิธี โดยวิธีนี้จะใช้การวัดค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ 3 ค่า โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อน MAD, MSE, MAPE น้อยที่สุด เพื่อให้ได้วิธีที่ดีที่สุดที่เหมาะสมในการพยากรณ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิลาวัชร แก้วพิจิตร และ ประจวบ กล่อมจิตร (2564) ศึกษาและเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์ 4 วิธี คือ (1) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (2) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (3) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า (4) วิธีการถดถอยเชิงเส้นตรง เพื่อพยากรณ์ความต้องการแลกเปลี่ยนสำหรับวางแผนการผลิตกระแสไฟฟ้า โรงงานผลิตไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่งจากการเก็บข้อมูล ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2559 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2563 และพิจารณาเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ผลการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่าผิดพลาด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองเท่า มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 2,600,611 แสดงว่า วิธีการ

พยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองเท่าเป็นตัวแทนที่เหมาะสมมากที่สุด สำหรับการพยากรณ์หาปริมาณความต้องการแถบเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในอนาคต

วิธีวิจัยการดำเนินงาน

ขั้นตอนวิธีวิจัยการดำเนินงานประกอบด้วย ขั้นตอนแรกคือ การเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่สองคือ วิเคราะห์ข้อมูลและเลือกพยากรณ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือ เปรียบเทียบผลการพยากรณ์และสรุปผล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนแรก ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายหรือความต้องการของสินค้าผลไม้พร้อมดื่ม 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้ม น้ำเมลลอน น้ำแอปเปิ้ลในเกมแบบจำลองทางธุรกิจ Monsoonsim Business Simulation จำนวน 24 วัน ซึ่งเป็นข้อมูลแบบปฐมภูมิ หรือ Primary Data ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้จัดตั้งบริษัทชื่อ SIMData ในระบบจำลองธุรกิจ Monsoonsim และกำหนดให้มีคู่แข่ง 2 ทีมเป็นระบบอัตโนมัติหรือบอทเกมชื่อ Oxibot และ Jonbot นอกจากนี้กำหนดโมดูลในเกมดังต่อไปนี้ โมดูลทั่วไป โมดูลการเงิน โมดูลจัดซื้อ โมดูลร้านค้าปลีก โมดูลการพยากรณ์ โมดูลคลังสินค้า และ โมดูลการขายส่ง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเล่นเกมตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 24 ข้อมูลยอดขายที่ได้ตามตารางที่ 1 ข้อมูลยอดขายน้ำผลไม้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 24 และ ตารางที่ 2 อัตราส่วนยอดขายน้ำผลไม้ของบริษัท SIMData

ตารางที่ 1 ข้อมูลยอดขายน้ำผลไม้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 24 (หน่วย : บาท)

Date	Apple	Melon	Orange	Date	Apple	Melon	Orange
1	13,000	19,300	46,000	13	44,500	37,500	87,000
2	23,500	67,000	23,700	14	97,600	46,500	60,000
3	19,300	72,000	95,000	15	55,400	33,000	78,400
4	26,000	69,500	48,000	16	49,300	97,000	65,200
5	25,000	44,500	115,000	17	67,000	64,300	55,000
6	35,000	120,200	65,000	18	72,000	65,800	67,800
7	41,000	77,000	71,500	19	69,500	109,000	63,700
8	25,000	83,000	76,000	20	44,500	53,000	95,000
9	36,000	67,800	52,300	21	55,500	33,700	84,300
10	20,000	55,000	33,700	22	51,000	44,500	98,000
11	31,500	45,100	44,500	23	29,000	49,300	77,500
12	24,300	55,600	115,000	24	36,500	67,000	83,800

ตารางที่ 2 อัตราส่วนยอดขายน้ำผลไม้ ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 24 ของบริษัท SIMData

กลุ่มสินค้า	ยอดขาย (บาท)	ร้อยละ
น้ำแอปเปิ้ล	991,400.00	23.78%
น้ำเมลอน	1,476,600.00	35.42%
น้ำส้ม	1,701,400.00	40.81%
รวม	4,169,400.00	100.00%

2. ศึกษาวิธีการพยากรณ์เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม

ในขั้นตอนที่สอง ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลยอดขายมาวิเคราะห์ด้วยโดยใช้เครื่องมือ 1. วิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) 2. วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และ 3. การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis)

วิธีพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) เป็นวิธีการที่หาค่าพยากรณ์ในอนาคตโดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีตย้อนหลังหรือค่าสังเกตล่าสุดจำนวน N ค่า (Hyndman & Athanasopoulos, 2018) ค่าที่คำนวณได้จะเป็นค่าพยากรณ์ของข้อมูลในช่วงเวลาต่อไป (ณ เวลาที่ $t+1$) โดยค่า N ที่ใช้จะเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่ก็ได้

วิธีการพยากรณ์ที่สอง คือ วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) โดยการพยากรณ์จะให้ค่าน้ำหนักแก่ข้อมูลจริงและค่าพยากรณ์ย้อนหลังหนึ่งช่วงเท่านั้น (Brown et al., 1961)

วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis) คือ เป็นวิธีพยากรณ์ที่หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรจากข้อมูลเพื่อพยากรณ์อนาคต (Montgomery & Runger, 2010) ในการวิจัยนี้ตัวแปรอิสระ คือ เวลา (วัน) และตัวแปรตาม คือ ยอดขายน้ำผลไม้

3. เปรียบเทียบผลการพยากรณ์และสรุปผล

ในขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัย คือ การเปรียบเทียบการพยากรณ์และสรุปผล ก่อนการเปรียบเทียบการพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์แต่ละวิธีจะถูกนำมาหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดโดยใช้ข้อมูลยอดขาย 24 วัน จะใช้สำหรับการเปรียบเทียบการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error) หรือ MAPE เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการพยากรณ์ในยอดขายที่แตกต่างกัน โดยสูตรการคำนวณค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ เพื่อสรุปเทคนิคการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิธีการพยากรณ์ความต้องการน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 3 ชนิด คือ น้ำส้ม น้ำเมลอน และน้ำแอปเปิ้ล ในรูปแบบดั้งเดิมที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ คือ การยึดปริมาณยอดขายของเดือนก่อนหน้าเสมอ ทำให้ยอดสั่งซื้อสินค้าบางรายการมีปริมาณมากเกินความต้องการและบางรายการพบปัญหาสินค้าขาดมือ

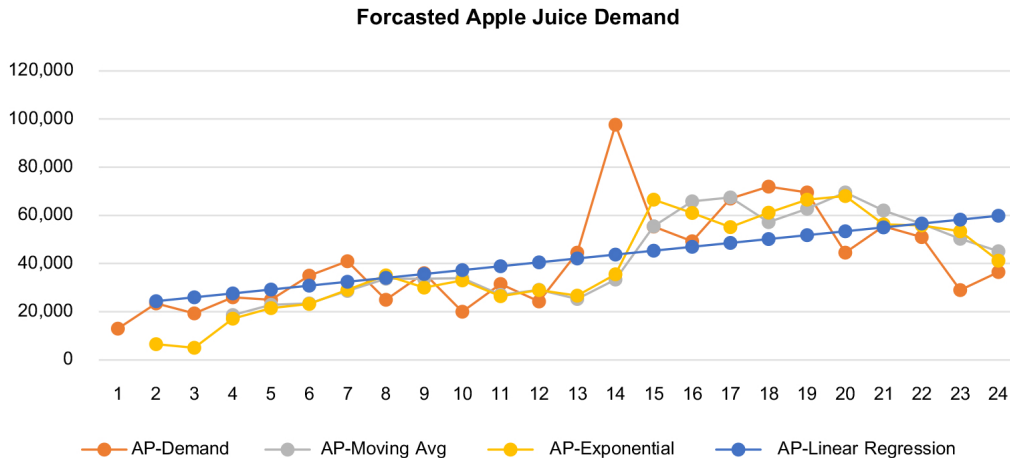
แสดงให้เห็นถึงความไม่แม่นยำในการพยากรณ์ และความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการลูกค้าได้อย่างทันทั่วทั้งที่

ตารางที่ 3 สถิติเชิงพรรณนาข้อมูลที่ใช้ศึกษา

	APPLE	MELON	ORANGE
Mean	41308.33	61525.00	70891.67
Median	36250.00	59950.00	69650.00
Maximum	97600.00	120200.0	115000.0
Minimum	13000.00	19300.00	23700.00
Std. Dev.	20424.90	24026.69	23605.82
Skewness	0.962311	0.688644	0.048268
Kurtosis	3.542050	3.253992	2.504053
Jarque-Bera	3.997985	1.961435	0.255282
Probability	0.135472	0.375042	0.880169
Sum	991400.0	1476600.	1701400.
Observations	24	24	24

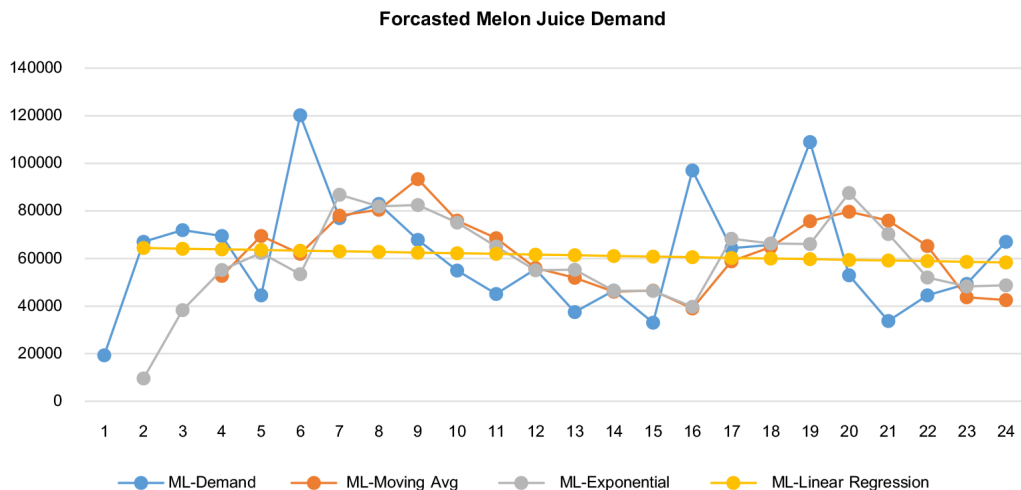
เมื่อศึกษาและรวบรวมยอดขายน้ำผลไม้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 24 พบว่า ยอดขายสินค้าที่ขายดีที่สุด คือ น้ำส้ม ยอดขายรวมอยู่ที่ 1,701,400 บาท รองลงมาคือ น้ำเมลลอนและน้ำแอปเปิ้ล ยอดขายรวม 1,476,600 บาทและ 991,400 บาท ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 4,169,400 บาท

ต่อมาผู้วิจัยนำข้อมูลยอดขายมาทำการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis) ดังตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 1 ผลการพยากรณ์น้ำแอปเปิ้ล, ภาพที่ 2 ผลการพยากรณ์น้ำเมลลอน, ภาพที่ 3 ผลการพยากรณ์น้ำส้ม



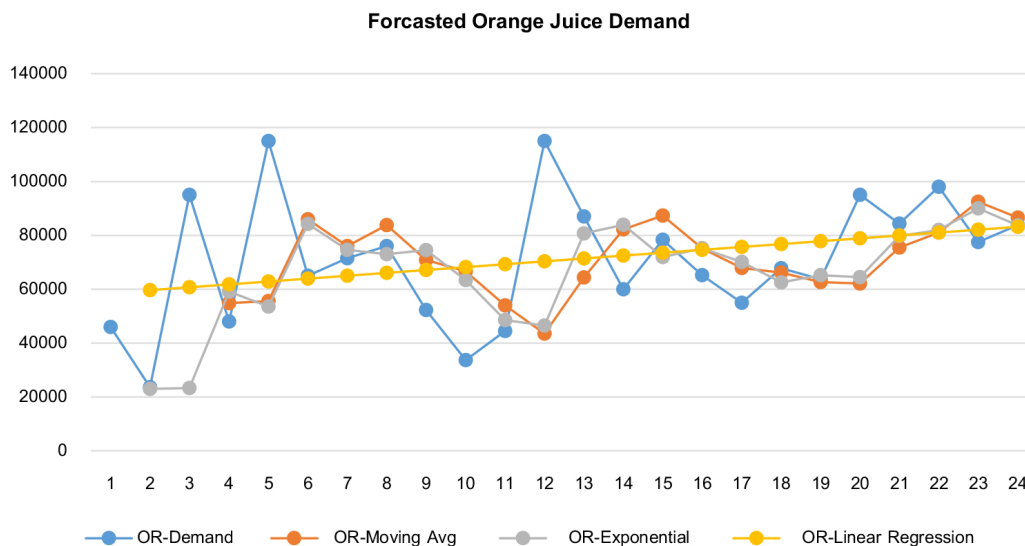
ภาพที่ 1 ผลการพยากรณ์น้ำแอปเปิ้ล

ดังภาพที่ 1 ผลการพยากรณ์น้ำแอปเปิ้ล แสดงถึงจำนวนตัวเลขความต้องการน้ำแอปเปิ้ลจริงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์ การพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis)



ภาพที่ 2 ผลการพยากรณ์น้ำเมลลอน

ดังภาพที่ 2 ผลการพยากรณ์น้ำเมลลอน แสดงถึงจำนวนตัวเลขความต้องการน้ำเมลลอนจริงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์ การพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis)



ภาพที่ 3 ผลการพยากรณ์น้ำส้ม

ดังภาพที่ 3 ผลการพยากรณ์น้ำส้มแสดงถึงจำนวนตัวเลขความต้องการน้ำส้มจริง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์ การพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis)

ตารางที่ 4 แสดงผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์การพยากรณ์

MAPE	Moving Avg	Exponential	Linear Regression
Apple Juice	28.32%	30.76%	29.19%
Melon Juice	33.93%	33.91%	28.44%
Orange Juice	25.40%	24.81%	29.98%

ผลการศึกษา การนำข้อมูลยอดขายมาทำการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) และการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis) มาใช้ในการพยากรณ์สินค้าน้ำแอปเปิ้ล, น้ำเมลลอน และน้ำส้ม พบว่า วิธีพยากรณ์แบบการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) มีความเหมาะสมที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำแอปเปิ้ล ด้วยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์การพยากรณ์ (MAPE) ที่ 28.32% สำหรับการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาโดยหาค่าแนวโน้ม (Time Series Forecasting) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression analysis) มีความเหมาะสมที่ใช้ในการ

พยากรณ์น้ำเมลลอน ด้วยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์การพยากรณ์ (MAPE) ที่ 28.44% ในขณะที่วิธีการพยากรณ์ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) มีความเหมาะสมที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำส้ม ด้วยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์การพยากรณ์ (MAPE) ที่ 24.81%

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการพยากรณ์ของบริษัทได้ แต่หากในสถานการณ์จริง อาจมีปัจจัยอื่น ๆ ให้คำนึงถึงมากกว่านี้ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย อาจเป็นการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Method) เช่น ประสพการณ์ในอดีตของผู้บริหารหรือผู้ปฏิบัติงาน มาประกอบเพื่อให้เกิดความชัดเจน จากปัจจัยภายในและภายนอกต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- คุณากร วิวัฒนาการวงศ์, และ รัชฎ ขำบุญ. (2560). การประยุกต์ใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการเติมเต็มสินค้าอาหารแห่งกรณศึกษา คลังสินค้า บริษัท เซ็นทรัลเรสเตอรองส์ กรุ๊ป จำกัด. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*, 6(1), 16-30. <http://bitly.ws/B4Er>
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). *การวางแผนและควบคุมการผลิต* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ปรมินทร์ เยาว์ยืนยง. (2563). *MonsoonSIM คืออะไร*. <http://www.monsoonsimthailand.com/>
- พนิต เข้มทอง. (2541). *วัตถุประสงค์ทางการศึกษา: การเขียนและการจำแนก*. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิภพ ลลิตาภรณ์. (2553). *ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต* (ฉบับปรับปรุง) (พิมพ์ครั้งที่ 15). สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วรรณ ฆงพิศาลภพ. (2565, 1 กุมภาพันธ์). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2565-2567: อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม*. <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Food-Beverage/Beverage/IO/io-beverage-2022>
- วรารวรรณ อนันตรัตน์. (2549). *พฤติกรรมกรซื้อและความพึงพอใจของผู้ซื้อ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่* [การค้นคว้าแบบอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. Chiang Mai University Digital Collections. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:105394>
- ศีลวัชร แก้วพิจิตร, และ ประจวบ กล่อมจิตร. (2564). การเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ความต้องการแลกเปลี่ยนการผลิตกระแสไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าชีวมวลแห่งหนึ่ง. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 4* (น. 282-288). มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- Thailand MonsoonSIM product & services*. (2553). <http://www.monsoonsimthailand.com/th-monsoonsim-product--service.html>.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control*. John Wiley & Sons.
- Brown, R. G., Meyer, R. F., & D'Esopo, D. A. (1961). The fundamental theorem of exponential smoothing. *Operations Research*, 9(5), 673-687. <http://www.jstor.org/stable/166814>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice* (2nd ed.). OTexts.
- Limlawan, V., Wiwattanakornwong, K., & Suantubtim, S. (2022). Importance of inventory management knowledge for new entrepreneur: A demonstration through student performance in business game. In *The 7th international research conference on social sciences, humanities, education, and management* (pp. 203-209). Pathum Thani; Thailand.

- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2010). *Applied statistics and probability for engineers* (5th ed.). Wiley.
- Parkin, M. (2011). *Macroeconomics (Pearson series in economics)*. Prentice Hall.
- Ruankham, W., & Khuanmuang, S. (2020). Behavior and factors towards the consumption of goods and services for the elderly in border areas of Chiang Rai. *Journal of Economics and Management Strategy*, 7(2), 39-56.
- Ruankham, W., Pongpruttikul, P., & Daoming, W., (2021). Time effectiveness of the COVID-19 state emergency decree: Evidence from the non-experimental design and the interrupted-time series analysis. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 19(5), 593-605.
- Wallström, P., & Segerstedt, A. (2010). Evaluation of forecasting error measurements and techniques for intermittent demand. *International Journal of Production Economics*, 128(2), 625-636. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.07.013>
- UKEssays. (2018). *Introduction to demand forecasting business essay*. <https://www.ukessays.com/essays/business/introduction-to-demand-forecasting-business-essay.php?vref=1>

ตารางผนวกที่ 1 ผลการพยากรณ์

Week	Apple Juice				Melon Juice				Orange Juice			
	AP-Demand	AP-Moving Avg	AP-Exponential	AP-Linear Regression	ML-Demand	ML-Moving Avg	ML-Exponential	ML-Linear Regression	OR-Demand	OR-Moving Avg	OR-Exponential	OR-Linear Regression
1	13,000				19,300				46,000			
2	23,500		6,500.00	24,378.68	67,000.00		9,650.00	64,423.00	23,700.00		23,000.00	59,665.80
3	19,300		5,000.00	25,991.03	72,000.00		38,325.00	64,147.00	95,000.00		23,350.00	60,734.93
4	26,000	18,600.00	17,150.00	27,603.38	69,500.00	52,766.67	55,162.50	63,871.00	48,000.00	54,900.00	59,175.00	61,804.06
5	25,000	22,933.33	21,575.00	29,215.72	44,500.00	69,500.00	62,331.25	63,595.00	115,000.00	55,566.67	53,587.50	62,873.19
6	35,000	23,433.33	23,287.50	30,828.07	120,200.00	62,000.00	53,415.63	63,319.00	65,000.00	86,000.00	84,293.75	63,942.32
7	41,000	28,666.67	29,143.75	32,440.42	77,000.00	78,066.67	86,807.81	63,043.00	71,500.00	76,000.00	74,648.88	65,011.45
8	25,000	33,666.67	35,071.88	34,052.77	83,000.00	80,566.67	81,903.91	62,767.00	76,000.00	83,833.33	73,073.44	66,080.58
9	36,000	33,666.67	30,035.94	35,665.12	67,800.00	93,400.00	82,451.95	62,491.00	52,300.00	70,833.33	74,536.72	67,149.71
10	20,000	34,000.00	33,017.97	37,277.46	55,000.00	75,933.33	75,125.98	62,215.00	33,700.00	66,600.00	63,418.36	68,218.84
11	31,500	27,000.00	26,508.98	38,889.81	45,100.00	68,600.00	65,062.99	61,939.00	44,500.00	54,000.00	48,559.18	69,287.97
12	24,300	29,166.67	29,004.49	40,502.16	55,600.00	55,966.67	55,081.49	61,663.00	115,000.00	43,500.00	46,529.59	70,357.10
13	44,500	25,266.67	26,652.25	42,114.51	37,500.00	51,900.00	55,340.75	61,387.00	87,000.00	64,400.00	80,764.79	71,426.23
14	97,600	33,433.33	35,576.1	43,726.86	46,500.00	46,066.67	46,420.37	61,111.00	60,000.00	82,166.67	83,882.40	72,495.36
15	55,400	55,466.67	66,588.06	45,339.20	33,000.00	46,533.33	46,460.19	60,835.00	78,400.00	87,333.33	71,941.20	73,564.49
16	49,300	65,833.33	60,994.03	46,951.55	97,000.00	39,000.00	39,730.09	60,559.00	65,200.00	75,133.33	75,170.60	74,633.62
17	67,000	67,433.33	55,147.02	48,563.90	64,300.00	58,833.33	68,365.05	60,283.00	55,000.00	67,866.67	70,185.30	75,702.75
18	72,000	57,233.33	61,073.51	50,176.25	65,800.00	64,766.67	66,332.52	60,007.00	67,800.00	66,200.00	62,592.65	76,771.88
19	69,500	62,766.67	66,536.75	51,788.59	109,000.00	75,700.00	66,066.26	59,731.00	63,700.00	62,666.67	65,196.32	77,841.01
20	44,500	69,500.00	68,018.38	53,400.94	53,000.00	79,700.00	87,533.13	59,455.00	95,000.00	62,166.67	64,448.16	78,910.14
21	55,500	62,000.00	56,259.19	55,013.29	33,700.00	75,933.33	70,266.57	59,179.00	84,300.00	75,500.00	79,724.08	79,979.28
22	51,000	56,500.00	55,879.59	56,625.64	44,500.00	65,233.33	51,983.28	58,903.00	98,000.00	81,000.00	82,012.04	81,048.41
23	29,000	50,333.33	53,439.80	58,237.99	49,300.00	43,733.33	48,241.64	58,627.00	77,500.00	92,433.33	90,006.02	82,117.54
24	36,500	45,166.67	41,219.90	59,850.33	67,000.00	42,500.00	48,770.82	58,351.00	83,800.00	86,600.00	83,753.01	83,186.67