การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป

วรางคณา เรียนสุทธิ์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พัทลุง 93210
E-mail: warang27@gmail.com

รับบทความ: 6 กุมภาพันธ์ 2563 แก้ไขบทความ: 29 พฤษภาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 18 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 108 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 96 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

คำสำคัญ: กาแฟสำเร็จรูป การส่งออก ตัวแบบพยากรณ์ บ็อกซ์–เจนกินส์ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง

Forecasting the Quantity of Instant Coffee Exports

Warangkhana Riansut

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University,
Phatthalung Campus, Phatthalung 93210, Thailand
E-mail: warang27@gmail.com

Received: 6 February 2020 Revised: 29 May 2020 Accepted: 18 June 2020

Abstract

The objective of this study was to forecast the quantity of instant coffee exports. The monthly average data, which were gathered from the website of Office of Agricultural Economics during January 2011 to December 2019 of 108 months were divided into 2 datasets. The first dataset, which consisted of 96 months from January 2011 to December 2018 was used for constructing the forecasting models via the use of 7 statistical methods, namely, Box–Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, damped trend exponential smoothing method, simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method. The second dataset, which consisted of 12 months from January to December 2019 was used for comparing the accuracy of the forecasting model via the lowest root mean square error. The results indicated that the most accurate method was the Winters' multiplicative exponential smoothing method.

Keywords: Instant coffee**,** Export, Forecasting model, Box–Jenkins**,** Exponential smoothing

บทนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้ดี ประกอบกับประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศและปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกกาแฟ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีปัญหาด้านการผลิตกาแฟที่มีต้นทุนสูงและมีคุณภาพไม่ตรงตามที่ตลาดต้องการ ทำให้เกษตรกรลดจำนวนพื้นที่ปลูกกาแฟลง และยังมีปัญหาด้านการตลาด เช่น ราคาตกต่ำและมีความผันผวนสูง เนื่องจากราคากาแฟอิงกับราคาในตลาดโลก จึงทำให้เกษตรกรไม่สามารถกำหนดราคาเองได้ (Louhnab, 2010) ในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยไม่ได้ปลูกกาแฟเอง แต่มีการนำเข้าเพื่อการบริโภคภายในประเทศ ดังนั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ได้ทรงเห็นว่าภูมิประเทศทางตอนใต้ของประเทศไทยมี

พื้นที่และสภาพอากาศเหมาะสมที่จะปลูกกาแฟเองได้ จึงให้หน่วยงานภาครัฐเข้ามาส่งเสริมการปลูก รวมทั้งได้เข้ามารับซื้อและประกันราคาให้เกษตรกร ต่อมาเกษตรกรได้พัฒนาการปลูกกาแฟอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีผลผลิตมากเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ และยังสามารถใช้เป็นสินค้าส่งออกในรูปของเมล็ดกาแฟดิบ ซึ่งประเทศไทยได้ส่งออกเมล็ดกาแฟดิบประมาณร้อยละ 80 และบริโภคภายในประเทศเพียงร้อยละ 20 ของการผลิตทั้งประเทศ ปัจจุบันตลาดส่งออกหลักของไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริกาและโปแลนด์ โดยมูลค่าการส่งออกกาแฟไปยังสหรัฐอเมริกาสูงกว่าโปแลนด์ (Muing, 2007) จากการศึกษาของ Ariyawong (2007) พบว่า มูลค่าทางการตลาดของกาแฟในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็นกาแฟผงบรรจุขวด มีสัดส่วนทางการตลาดร้อยละ 50 กาแฟคั่วและบด มีสัดส่วนทางการตลาดร้อยละ 20 และกาแฟสำเร็จรูป มีสัดส่วนทางการตลาดร้อยละ 30 อย่างไรก็ตาม สัดส่วนทางการตลาดดังกล่าวยังคงมีความผันผวน รวมถึงปริมาณและมูลค่าการส่งออกกาแฟทุกประเภทของไทยยังคงมีความผันผวนสูง ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำปริมาณการส่งออกกาแฟในอดีตมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยการศึกษาครั้งนี้จะให้ความสนใจกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป เนื่องจากมีความผันผวนของข้อมูลมากที่สุด (Office of Agricultural Economics, 2020)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง Ariyawong (2007) ศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกกาแฟดิบโดยวิธีอารีมา ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกกาแฟดิบ คือ AR(1) MA(2) MA(3) MA(12) MA(15) Mookjang (2007) ศึกษาการส่งออกกาแฟไทยไปสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า กาแฟไทยที่ส่งออกไปสหรัฐอเมริกายังคงไม่มีศักยภาพมากนัก ดังนั้นประเทศไทยจึงต้องเร่งกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวให้ชัดเจน โดยกำหนดทิศทาง ยุทธศาสตร์ในการผลิตของประเทศ เช่น พัฒนาการผลิต ราคากาแฟ ปรับปรุงพันธุ์ที่ดี ลดต้นทุนให้ต่ำลง ศึกษาวิจัยเพิ่มเติม และตรวจสอบคุณภาพให้การส่งออกได้มาตรฐานตามที่กำหนดและสอดคล้องกับมาตรฐานขององค์กรกาแฟระหว่างประเทศ Muing (2007) วิเคราะห์ความได้เปรียบโดยการเปรียบเทียบการส่งออกกาแฟของประเทศไทยกับประเทศคู่แข่งที่สำคัญในตลาดสหรัฐอเมริกา ได้แก่ บราซิล เวียดนาม อินโดนีเซีย โคลัมเบีย เม็กซิโก และแคนาดา ผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยสูญเสียความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบทางการผลิตหรือไม่มีความได้เปรียบทางการแข่งขันของการส่งออกกาแฟ ดังนั้นประเทศไทยจึงควรเร่งเพิ่มศักยภาพและพัฒนาปรับปรุงอุตสาหกรรมกาแฟ เพื่อการแข่งขันในตลาดสหรัฐอเมริกาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้กาแฟไทยเป็นกาแฟที่มีคุณภาพทัดเทียมกับคู่แข่งขัน อีกทั้งตรงต่อความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ Louhnab (2010) ศึกษาการผลิตและการตลาดของกาแฟในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตกาแฟ ได้แก่ เนื้อที่ให้ผลผลิตของกาแฟ ราคากาแฟที่เกษตรกรขายได้ ราคาผลผลิตปาล์มที่เกษตรกรขายได้ และต้นทุนผันแปร ขณะที่ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอุปสงค์ของกาแฟในประเทศ ได้แก่ ราคาเม็ดกาแฟที่ท่าเรือนำเข้าและจำนวนประชากรทั้งประเทศ Keerati-

vibool (2014) ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟคั่วและบด โดยเปรียบเทียบวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม และวิธีการพยากรณ์รวมที่ถ่วงน้ำหนักด้วยการผกผันของรากของผลรวมของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง และวิธีการพยากรณ์รวมที่ถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอยจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมที่ถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอยจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และ Riansut (2019) ศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาเมล็ดกาแฟ โดยเปรียบเทียบวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ยังไม่เคยมีการศึกษาพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อนำค่าพยากรณ์ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถของหน่วยงานที่ดูแลการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปของประเทศไทย เช่น สนับสนุนส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกาแฟเพิ่มขึ้นในฤดูกาลที่มีการส่งออกปริมาณมาก หรือชะลอการการปลูกกาแฟให้น้อยลงในฤดูกาลที่มีการส่งออกปริมาณตกต่ำ ผู้วิจัยมีความคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการศึกษาครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนการปลูก โดยจะส่งผลดีต่อการตัดสินใจของเกษตรกร ผู้ประกอบการทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ได้ทราบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของปริมาณการส่งออกของกาแฟสำเร็จรูป เพื่อช่วยในการบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่าง ๆ ช่วยในการประเมินการคาดการณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปล่วงหน้า อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อรัฐบาลในการออกนโยบายสนับสนุนการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยดียิ่งขึ้นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้จะดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS รุ่น 17 ที่มีลิขสิทธิ์ โดยใช้ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป (กิโลกรัม) เฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics, 2020) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 108 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงธันวาคม 2561 จำนวน 96 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2562 จำนวน 12 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean square error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด

ดำเนินการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปชุดที่ 1 ดังนี้ ถ้าอนุกรมเวลามีการแจกแจงปรกติ (ตรวจ-

สอบการแจกแจงปรกติด้วยการทดสอบชาพิโร–วิลก์ (Shapiro–Wilk test) เนื่องจากข้อมูลในแต่ละกลุ่มที่จะตรวจสอบมีจำนวนไม่เกิน 50 ค่า) และมีความแปรปรวนเท่ากัน (ตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากันด้วยการทดสอบของเลวีนภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene's test based on median) จะใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ (parametric statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one–way analysis of variance: ANOVA) แต่ถ้าอนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปรกติหรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอล–วอลลิส (Kruskal–Wallis's one–way analysis of variance by rank) ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าอนุกรมเวลามีเฉพาะการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ที่มีตัวแบบ autoregressive integrated moving average: ARIMA(p, d, q) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลามีทั้งการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ที่มีตัวแบบ seasonal autoregressive integrated moving average: SARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)_s$ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Ket–iam, 2005; Manmin, 2006) จากผลการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลในผลการวิจัยและอภิปรายผลแสดงว่าปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปมีเพียงการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มเท่านั้น ไม่ปรากฏอิทธิพลของฤดูกาล อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ ได้แก่ วิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด (Riansut, 2018) ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 7 วิธีดังกล่าว แสดงรายละเอียดในตาราง 1 โดยมีความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

$\hat{Y}_t$ และ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t และเวลา t + m ตามลำดับ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$\hat{\delta} = \hat{\mu}\hat{\phi}_p(B)\hat{\Phi}_p(B^s)$ แทนค่าคงตัว (constant) โดยที่ $\hat{\mu}$ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (stationary)

$\hat{\phi}_p(B) = 1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - \ldots - \hat{\phi}_p B^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (non–seasonal autoregressive operator of order p: AR(p))

$\hat{\Phi}_p(B^s) = 1 - \hat{\Phi}_1 B^s - \hat{\Phi}_2 B^{2s} - \ldots - \hat{\Phi}_p B^{Ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (seasonal autoregressive operator of order P: SAR(P))

ตาราง 1 ตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์
1	บ็อกซ์–เจนกินส์ (BJ)	SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)$_s$: $\hat{\phi}_p(B)\hat{\Phi}_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D\hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)\hat{\Theta}_Q(B^s)e_t$ (Box *et al.*, 1994)
2	โฮลต์ (Holt)	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m)$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$ (Manmin, 2006)
3	บราวน์ (Brown)	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t\left[(m-1) + \frac{1}{\alpha}\right]$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$ (Ket–iam, 2005)
4	แดม (Damped)	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t\sum_{i=1}^{m}\phi^i$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$ (Manmin, 2006)
5	ฤดูกาลอย่างง่าย (SimpleS)	$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ (Ket–iam, 2005)
6	วินเทอร์แบบบวก (WinterAdd)	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ (Ket–iam, 2005)
7	วินเทอร์แบบคูณ (WinterMul)	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m)\hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha\frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta\frac{Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ (Ket–iam, 2005)

$\hat{\theta}_q(B) = 1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - \ldots - \hat{\theta}_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (non–seasonal moving average operator of order q: MA(q))

$\hat{\Theta}_Q(B^s) = 1 - \hat{\Theta}_1 B^s - \hat{\Theta}_2 B^{2s} - \ldots - \hat{\Theta}_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal moving average operator of order Q: SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 (n_1 = 96)

s แทนจำนวนฤดูกาล ซึ่งอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปเป็นข้อมูลรายเดือน ดังนั้น s = 12

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (backward operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

a_t, b_t และ $\hat{S}_t$ แทนค่าประมาณระยะตัดแกน Y ความชันของแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t ตามลำดับ

α, γ, ϕ และ δ แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$, $0 < \phi < 1$ และ $0 < \delta < 1$

ผู้วิจัยจะดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี โดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งวิธีบ็อกซ์–

เจนกินส์ มีขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

(1) พิจารณาอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t) ถ้าพบว่า อนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะสรุปว่าอนุกรมเวลามีลักษณะไม่คงที่ (non–stationary) หรือพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (autocorrelation function: ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (partial autocorrelation function: PACF) ถ้าพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวจากกราฟ ACF และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนจากกราฟ PACF ตกอยู่นอกขอบเขตความเชื่อมั่นที่กำหนด $\left(\pm 2/\sqrt{n_1}\right)$ สรุปว่าอนุกรมเวลามีลักษณะไม่คงที่ หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น การแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล ลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ

(2) กำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ นั่นคือ กำหนดค่า p, q, P และ Q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ โดยค่าของ q และ Q จะพิจารณาจากกราฟ ACF และค่าของ p และ P จะพิจารณาจากกราฟ PACF ซึ่งค่าของ p และ q คือ จำนวนแท่งสหสัมพันธ์แท่งแรก ๆ ที่มีค่าเกินจากขอบเขตที่กำหนด ขณะที่ค่าของ P และ Q คือ จำนวนแท่งสหสัมพันธ์ตามฤดูกาลที่มีค่าเกินจากขอบเขตที่กำหนด

(3) ตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกจากตัวแบบพยากรณ์ครั้งละ 1 ตัว จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์และประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทั้งหมด

สำหรับวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ผู้วิจัยได้ใช้คำสั่งของโปรแกรม SPSS ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ คือ Analyze ➜ Forecasting ➜ Create Models… ซึ่งโปรแกรมจะกำหนดค่าประมาณพารามิเตอร์มาให้

ตรวจสอบข้อสมมุติ (assumption) ของค่าคลาดเคลื่อน คือ ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปรกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ–สมีร์นอฟ (Kolmogorov–Smirnov's test: KS test) เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนที่จะตรวจสอบมีจำนวนเกิน 50 ค่า มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรันส์ (runs test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (*t*–test) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวีนภายใต้การใช้มัธยฐาน หากพบว่าอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีข้อสมมุติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสมและไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีข้อสมมุติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เป็นจริงทุกข้อแล้ว จะดำเนินการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยการเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 กับค่า

พยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ RMSE (Ket–iam, 2005) แสดงดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2}\sum_{j=1}^{n_2} e_j^2}$$

เมื่อ $e_j = Y_j - \hat{Y}_j$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา j

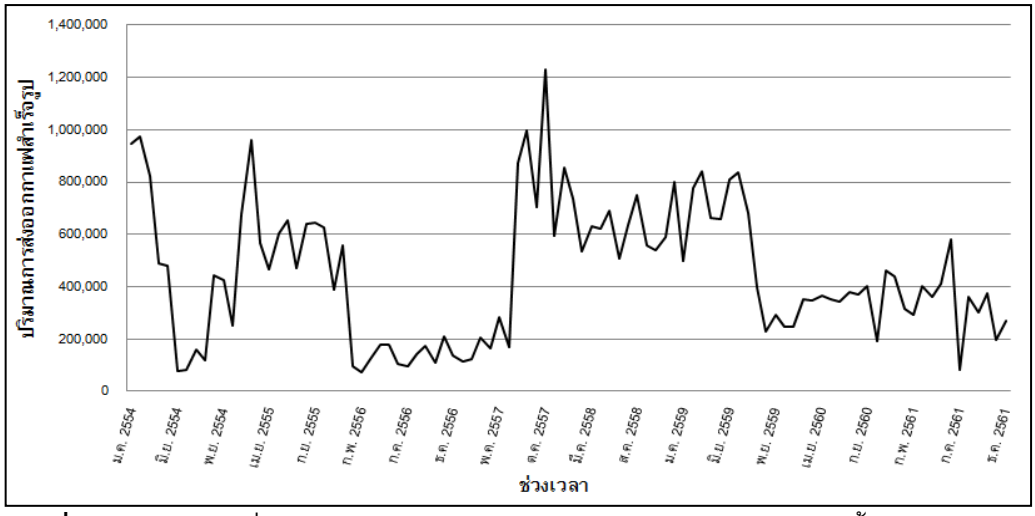
Y_j และ $\hat{Y}_j$ แทนอนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ ณ เวลา j ตามลำดับ

j แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2 (n_2 = 12)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงธันวาคม 2561 จำนวน 96 เดือน ดังในภาพที่ 1 พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มทั้งในทิศทางเพิ่มขึ้นและลดลง และมีความแปรปรวนของข้อมูลสูงในบางช่วงเวลา เช่น ช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงธันวาคม 2555

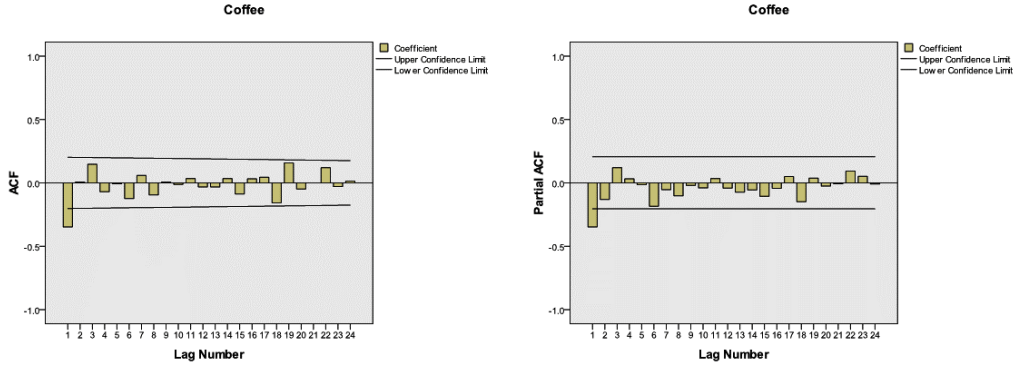
จากการทดสอบสมมุติฐานเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล พบว่า อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปในแต่ละปีมีการแจกแจงปรกติ แต่



ภาพที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงธันวาคม 2561

มีความแปรปรวนไม่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอล–วอลลิสในการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม พบว่า อนุกรมเวลามีค่ามัธยฐานในแต่ละปีแตกต่างกัน (χ^2 = 41.461, *p*–value < 0.0001) นั่นคือ อนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม และอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปในแต่ละเดือนมีการแจกแจงปรกติและมีความแปรปรวนเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์

ความแปรปรวนทางเดียวในการตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาล พบว่า อนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกัน (F = 0.160, p–value = 0.999) นั่นคือ อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล เนื่องจากอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปมีเฉพาะการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 (d = 1) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังภาพที่ 2(ก) และ 2(ข) ตามลำดับ ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ เพราะค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวจากกราฟ ACF (ภาพที่ 2(ก)) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนจากกราฟ PACF (ภาพที่ 2(ข)) ตกอยู่ภายในขอบเขตความเชื่อมั่นที่กำหนด ยกเว้นเฉพาะ Lag ที่ 1 จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น ซึ่งมีค่า p = 1 (สังเกตจากกราฟ PACF ภาพที่ 2(ข) มีเฉพาะ Lag ที่ 1 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนเกินจากขอบเขตความเชื่อมั่นที่กำหนด) มีค่า d = 1 (เนื่องจากมีการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1) และมีค่า q = 1 (สังเกตจากกราฟ ACF ภาพที่ 2 (ก) มีเฉพาะ Lag ที่ 1 ที่มีค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเกินจากขอบเขตความเชื่อมั่นที่กำหนด) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เริ่มต้น คือ ตัวแบบ ARIMA(1, 1, 1)



(ก) (ข)

ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป เมื่อแปลงข้อมูลด้วยผลต่างลำดับที่ 1

ประมาณค่าพารามิเตอร์จนได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ซึ่งจากตาราง 1 สามารถเขียนเป็นตัวแบบของวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ได้ดังนี้

$$(1-B)Y_t = (1-\theta_1 B)\varepsilon_t$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จะได้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์และวิธีการพยากรณ์อื่นๆ แสดงในตาราง 2 และค่าดัชนีฤดูกาลจากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ แสดงในตาราง 3 สำหรับผลการตรวจสอบข้อสมมุติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งพบว่า ตัวแบบพยา-

กรณ์ที่สร้างขึ้นทั้ง 7 วิธี มีข้อสมมุติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เป็นจริงทุกข้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปรกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำและพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

ตาราง 2 ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์
1	บ็อกซ์–เจนกินส์ (BJ)	ARIMA(0, 1, 1) : $\hat{Y}_t = Y_{t-1} - 0.34486e_{t-1}$ โดยที่ Y_{t-1} และ e_{t-1} แทนอนุกรมเวลาและค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t – 1 ตามลำดับ
2	โฮลต์ (Holt)	$\hat{Y}_{t+m} = 262{,}109.20016 - 637.29498(m)$ โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2562
3	บราวน์ (Brown)	$\hat{Y}_{t+m} = 279{,}636.34255 - 15{,}419.67343\left[(m-1) + \frac{1}{0.38446}\right]$ โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2562
4	แดม (Damped)	$\hat{Y}_{t+m} = 263{,}113.7712 - 17{,}375.8747\sum_{i=1}^{m}(0.47056)^i$ โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2562
5	ฤดูกาลอย่างง่าย (SimpleS)	$\hat{Y}_t = 276{,}396.27975 + \hat{S}_t$ โดยที่ $\hat{S}_t$ แสดงในตาราง 3
6	วินเทอร์แบบบวก (WinterAdd)	$\hat{Y}_{t+m} = (273{,}116.84353 - 579.64416m) + \hat{S}_t$ โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2562 และ $\hat{S}_t$ แสดงในตาราง 3
7	วินเทอร์แบบคูณ (WinterMul)	$\hat{Y}_{t+m} = (287{,}064.55967 - 2{,}430.66227m)\hat{S}_t$ โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2562 และ $\hat{S}_t$ แสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ

เดือน	$\hat{S}_t$ ของวิธีฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบบวก	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบคูณ	เดือน	$\hat{S}_t$ ของวิธีฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบบวก	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบคูณ
มกราคม	5,125	1,931	0.86318	กรกฎาคม	–18,330	–18,040	0.56346
กุมภาพันธ์	60,558	57,948	0.93921	สิงหาคม	62,937	63,806	0.84096
มีนาคม	42,232	40,203	0.98465	กันยายน	–37,176	–35,728	0.75529
เมษายน	–36,179	–37,627	0.82028	ตุลาคม	17,928	19,956	0.83740
พฤษภาคม	7,315	6,446	0.88333	พฤศจิกายน	–55,081	–52,472	0.88596
มิถุนายน	–44,367	–44,657	0.63174	ธันวาคม	–4,961	–1,767	0.98293

ตาราง 4 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	KS test	*p*–value	Runs test	*p*–value	*t*–test	*p*–value	Levene statistic	*p*–value
1	BJ	1.054	0.216	1.755	0.079	–0.570	0.570	0.861	0.581
2	Holt	1.037	0.233	1.231	0.218	–0.484	0.630	0.847	0.594
3	Brown	1.064	0.207	0.821	0.412	0.326	0.745	0.814	0.626
4	Damped	1.076	0.197	1.231	0.218	–0.471	0.638	0.780	0.659
5	SimpleS	0.835	0.488	0.205	0.837	–0.511	0.610	0.838	0.603
6	WinterAdd	0.841	0.479	0.205	0.837	–0.471	0.638	0.834	0.607
7	WinterMul	1.048	0.222	–1.026	0.305	–0.972	0.333	1.607	0.112

เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นในตาราง 2 สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2562 จากนั้นเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าจริงโดยการคำนวณค่า RMSE ได้ผลแสดงในตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป เนื่องจากมีค่า RMSE ต่ำที่สุด (RMSE = 65,707) หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป 65,707 กิโลกรัม และตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำรองลงมา คือ ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม (RMSE = 79,872) หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป 79,872 กิโลกรัม

ตาราง 5 ค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2

วิธีพยากรณ์	BJ	Holt	Brown	Damped	SimpleS	WinterAdd	WinterMul
RMSE	83,058	81,837	128,715	79,872	88,107	85,317	65,707

จากผลการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปชุดที่ 1 ที่พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีเพียงการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มเท่านั้น ไม่ปรากฏอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมควรจะเป็นวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA(p, d, q) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม แต่ผลการศึกษาครั้งนี้กลับพบว่า วิธีการที่เหมาะสม คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ซึ่งมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ทุกครั้ง ผู้วิจัยควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เกณฑ์ RMSE ใน

การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นทั้ง 7 วิธี สำหรับเกณฑ์การเปรียบเทียบความแม่นยำนั้นยังคงมีเกณฑ์อื่น ๆ อีก เช่น เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error: MAPE) ซึ่งการใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบความแม่นยำแตกต่างกัน อาจส่งผลให้การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุดเหมือนหรือแตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตาม ผลการใช้เกณฑ์ RMSE ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2563 ได้ผลดังในตาราง 6 และภาพที่ 3 ซึ่งพบว่า ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปยังคงมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มทั้งในทิศทางเพิ่มขึ้นและลดลง และมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง กล่าวคือ ปริมาณการส่งออกจะเพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมถึงมีนาคม แล้วลดลงในเดือนเมษายน กลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนพฤษภาคม และลดลงในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม เพิ่มขึ้นในเดือนสิงหาคมและลดลงในเดือนกันยายน แล้วกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ความแปรปรวนของปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Mookjang (2007) ที่พบว่า การส่งออกกาแฟไทยยังคงไม่มีศักยภาพมากนัก และสอดคล้องกับการศึกษาของ Muing (2007) ที่พบว่า ประเทศไทยไม่มีความได้เปรียบทางการแข่งขันของการส่งออกกาแฟ ดังนั้นประเทศไทยจึงควรกำหนดทิศทางและยุทธศาสตร์ในการผลิตของประเทศ ทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ตรวจสอบคุณภาพให้การส่งออกได้มาตรฐานตามที่กำหนดและสอดคล้องกับมาตรฐานขององค์กรกาแฟระหว่างประเทศ เพิ่มศักยภาพและพัฒนาปรับปรุงอุตสาหกรรมกาแฟ เพื่อทำให้กาแฟไทยเป็นกาแฟที่มีคุณภาพทัดเทียมกับคู่แข่งขัน อีกทั้งตรงต่อความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ (Mookjang, 2007; Muing 2007)

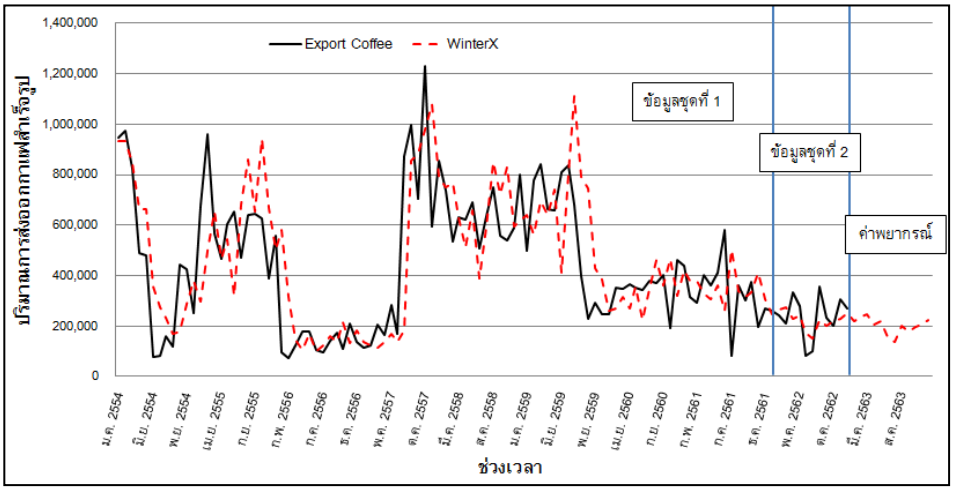
จากภาพที่ 3 พบว่า ค่าพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแตกต่างจากข้อมูลจริงมากพอสมควร อาจเนื่องมาจากค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 มีค่าสูง (200,563) อีกทั้งปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยเวลา เช่น เนื้อที่ให้ผลผลิตของกาแฟ ราคากาแฟที่เกษตรกรขายได้ ต้นทุนผันแปร ความต้องการของลูกค้า (Louhnab, 2010) ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากขึ้นหรือมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมและมีค่าคลาดเคลื่อนต่ำ สำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

สรุปผล

การศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป โดยใช้ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ตาราง 6 ค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป (กิโลกรัม) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563

ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์
ม.ค. 2563	220,513	เม.ย. 2563	203,573	ก.ค. 2563	135,727	ต.ค. 2563	195,609
ก.พ. 2563	237,653	พ.ค. 2563	217,072	ส.ค. 2563	200,529	พ.ย. 2563	204,798
มี.ค. 2563	246,758	มิ.ย. 2563	153,711	ก.ย. 2563	178,264	ธ.ค. 2563	224,825



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูปกับค่าพยากรณ์จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงธันวาคม 2561 จำนวน 96 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ชุดที่ 2 คือข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 12 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (287,064.55967 - 2,430.66227m)\hat{S}_t$$

โดยที่ m = 1 แทนเดือนมกราคม 2562 และ $\hat{S}_t$ แทนดัชนีฤดูกาล แสดงในตาราง 3

เอกสารอ้างอิง

Ariyawong, P. (2007). **Coffee Bean Export Values Forecasting by ARIMA Method.** Master of Economics Thesis. Chiang Mai:

Chiang Mai University. (in Thai)

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., and Reinsel, G. C. (1994). **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall.

Keerativibool, W. (2014). Forecasting model for the export quantity of roast and ground coffee. **Srinakharinwirot Science Journal** 30(1): 55–73. (in Thai)

Ket–iam, S. (2005). **Forecasting Technique**. 2nd ed. Songkhla: Thaksin University. (in Thai)

Louhnab, K. (2010). Coffee production and marketing in Thailand. **Journal of Management Science Chiangrai Rajabhat University** 5(2): 119–144. (in Thai)

Manmin, M. (2006). **Time Series and Forecasting**. Bangkok: Foreprinting. (In Thai)

Mookjang, N. (2007). **The Export of Thai Coffee to the United States of America.** Master of Economics Thesis. Bangkok: Ramkhamhaeng University. (in Thai)

Muing, B. (2007). **A Comparative Advantage Analysis of Coffee Exports from Thailand to the U.S.A.** Master of Economics Thesis. Bangkok: Ramkhamhaeng University. (in Thai)

Office of Agricultural Economics. (2020). **The Quantity of Instant Coffee Exports**. Retrieved from http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2554&E_YEAR=2562&PRODUCT_GROUP=5247&PRODUCT_ID=4885&wf_search=&WF_SEARCH=Y#export, January 31, 2020.

Riansut, W. (2018). Comparison of tangerine prices forecast model by exponential smoothing methods. **Thai Journal of Science and Technology** 7(Supplement Issue 5): 460–470. (in Thai)

Riansut, W. (2019). Forecasting model for coffee bean prices. **UTK Journal** 13(1): 141-155. (in Thai)