เปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทยโดยวิธีอนุกรมเวลาและวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

COMPARATION OF FORECASTING MODELS FOR QUANTITY OF EXPORTING THAILAND'S RAWSUGAR USING TIME SERIES ANALYSIS AND MULTIPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS

ธวัชชัย เทพเปี่ยม * และ น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์
Tawatchai Teppiam and Nomchit Kittichotipanit
สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้คือ หาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทยด้วยวิธีอนุกรมเวลาและวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ โดยวิธีอนุกรมเวลาใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กโปแนนเชียลแบบโฮลต์ วินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแบบคลาสสิค และวิธีบ๊อกและเจนกินส์ สำหรับวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ จะใช้เทคนิคการคัดเลือกตัวแปรอิสระ วิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) และนำสมการที่ได้มาเปรียบเทียบกันกับวิธีอนุกรมเวลาโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ธนาคารแห่งประเทศไทย กรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557

ผลการวิจัยพบว่าวิธีที่ดีที่สุดของวิธีอนุกรมเวลาคือ วิธีบ๊อกและเจนกินส์ได้ ให้ค่า MSE เท่ากับ 1.38294×10^{16} ส่วนวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ ได้ตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทยคือ ดัชนีการส่งน้ำตาลทรายดิบ ปริมาณการส่งออกกากน้ำตาลทราย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วประเทศ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุเท่ากับ 0.78 ค่า MSE เท่ากับ 5.86×10^{15} ดังนั้นผลการเปรียบเทียบพบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทยคือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

คำสำคัญ : ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ, วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา, วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

*tawatchai_ton@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

The object of this research is to find the appropriate forecasting model for export quantity of rawsugar in Thailand using Time Series analysis and Multiple Linear Regression Analysis by Time Series using Hote-Winters Method, Classical Method and Box-Jenkins Method. Multiple Linear Regression Analysis with Stepwise regression procedure for selecting the independent variables into the regression equation is used. Mean Square Error (MSE) is used to compare the efficiency of these two methods. The data set is the secondary data collecting from office of Agricultural Economics, Office of the cane and Sugar Board, Bank of Thailand and Meteorological Department during January 2005 to December 2014.

The best method of Time Series Method is Box-Jenkins Method that MSE is 1.38294×10^{16}. For Multiple Linear Regression, the independent variables that have an affect on dependent variable are rawsugar of exporting index, quantity of exporting molasses, quantity of rainfall average Thailand which MSE is 5.86×10^{15}. To compare the results of two methods, it was found that Multiple Linear Regression Analysis is the appropriate Method for export quantity of Rawsugar in Thailand.

Keyword : exporting quantity of rawsugar, Time Series Method, Multiple Linear Regression Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 บทนำ

น้ำตาลทรายเป็นสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรที่สำคัญสินค้าหนึ่งในอุตสาหกรรมบุกเบิกการสร้างรากฐานที่แข็งแกรงของประเทศไทย สร้างรายได้เป็นเงินตราต่างประเทศ ซึ่งผลผลิตน้ำตาลทราย 2 ใน 3 ส่งออกไปต่างประเทศ เป็นมูลค่ามากกว่า 40,000 ล้านบาทต่อปี เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ผลผลิตทางด้านการเกษตรนำมาแปรรูปเป็นน้ำตาลทราย เพื่อใช้ในการบริโภคภายในประเทศและส่งออก โดยประเทศไทยนับเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลทรายรายใหญ่เป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากบราซิลและออสเตรเลีย และประเทศไทยเป็นอันดับหนึ่งในเอเชีย น้ำตาลทรายนอกจากจะใช้บริโภคในครัวเรือนเพื่อ ประกอบอาหารและทำขนมหวานแล้ว ยังใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการรสชาติรูปร่าง หรือให้คุณค่าแก่ร่างกาย ได้อีกหลายร้อยประเภท เช่นอุตสาหกรรมน้ำอัดลม นมข้นหวาน ไอศครีม ขนมปัง สุรา เบียร์ ไวน์ ลูกกวาดขนมหวาน อุตสาหกรรมอาหารต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ผลไม้กระป๋อง อาหารกระป๋องผักกระป๋อง เป็นต้น [1]

ในอดีต การค้าน้ำตาลในตลาดโลกมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ปี 2000 การค้าน้ำตาลในขณะนั้นส่วนใหญ่จะเป็นในลักษณะน้ำตาลทรายดิบ โดยในช่วงปี 2000-2005 การส่งออกน้ำตาลทรายดิบเฉลี่ยอยู่ที่ 23.3 ล้านตัน เมื่อเปรียบเทียบกับการส่งออกน้ำตาลทรายขาวจะอยู่ที่ 20 ล้านตัน โดยปริมาณการค้าน้ำตาลทรายขาวในระดับนานาชาติจะถูกจำกัดอยู่ที่ 20-25 ล้านตัน แต่ทั้งนี้การส่งออกน้ำตาลทรายดิบกลับมีเพิ่มมาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีมากกว่า 10 ล้านตัน จนถึงเกือบ 25 ล้านตัน [2]

น้ำตาลทรายดิบ คือน้ำตาลผลิตจากอ้อยโดยตรง เป็นน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการผลิตขั้นต้นโดยกระบวนการเคี่ยวและตกผลึกน้ำตาล โดยทั่วไปมีค่าสีสูงกว่า 1,500 ICUMSA สีจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีสิ่งสกปรกเจือปนสูง ความบริสุทธิ์ต่ำ เป็นเกล็ดใส สีน้ำตาลเข้มอ่อนถึงเข้ม มีความชื้นปานกลาง เกล็ดน้ำตาลจะจับติดกันไม่ร่วน น้ำตาลชนิดนี้ไม่สามารถนำไปบริโภคโดยตรงได้ ต้องนำน้ำตาลไปผ่านกระบวนการรีไฟน์หรือทำให้บริสุทธิ์ก่อนเพื่อผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

จากการสำรวจพื้นที่ปลูกอ้อยจะมีปริมาณพื้นที่เพราะปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นเกือบทุกภาคของประเทศไทยเนื่องจากมีการสนับสนุนให้ปลูกกันมาก เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การปลูกอ้อย การที่ประเทศไทยเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกอ้อยมากขึ้นทำให้ปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นและจะมีผลผลิตน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้นทำให้ประเทศมีรายได้จากการส่งออกน้ำตาลทรายไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ในขณะที่ตลาดโลกก็ยังมีความต้องการน้ำตาลทรายในปริมาณที่เพิ่มขึ้นโดยตลอด การรักษาศักยภาพในการส่งออกน้ำตาลทรายของไทย สามารถทำให้เพิ่มรายได้ให้แก่ประเทศได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ ซึ่งผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานของรัฐบาลและผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย รวมทั้งกลุ่มบริษัทอ้อยและน้ำตาลทรายของไทย จะศึกษาถึงเทคนิคการพยากรณ์ 2 แบบคือ

1. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series) เป็นการการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม
2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple Linear Regression Analysis) เป็นวิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่มีการนำตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเข้าร่วมพิจารณาด้วย

งานวิจัยครั้งนี้จึงสนใจนำวิธีอนุกรมเวลา (Time Series) [3] และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple Linear Regression Analysis) [4] มาใช้หาตัวแบบพยากรณ์การส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทยและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีข้างต้นโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์การส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนจำนวน 120 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 และข้อมูลปี พ.ศ. 2557 ใช้ในการพยากรณ์เพื่อเปรียบเทียบว่าตัวแบบใดดีที่สุด ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจาก 4 แหล่งคือ

1) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตของอ้อย ราคาอ้อยโรงงานรายเดือนที่ขายได้ที่ไร่นา ราคาส่งออกน้ำตาลทรายดิบ ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ ปริมาณการส่งออกกากน้ำตาลทราย

2) สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ได้แก่ ราคาน้ำตาลทรายขาวตลาดลอนดอลล่วงหน้าเฉลี่ยรายเดือน ราคาน้ำตาลทรายดิบตลาดนิวยอร์คล่วงหน้าเฉลี่ยรายเดือน

3) ธนาคารแห่งประเทศไทย ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนดอลลาร์เทียบกับเงินบาทไทย อัตราเงินเฟ้อ ดัชนีราคาผู้บริโภค ดัชนีราคาสินค้าเกษตรที่ขายได้ ราคาขายปลีกน้ำตาลทรายขาว มูลค่าการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรม มูลค่าการนำเข้าสินค้าอุตสาหกรรม ดัชนีราคาสินค้าส่งออก ดัชนีราคาสินค้านำเข้า ราคาน้ำมันดีเซล ราคาน้ำมันเตา ดัชนีการส่งน้ำตาลทรายดิบ

4) กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วประเทศไทย

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิธีแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาแบบคลาสสิค

3.2.3 วิธีบอกซ์และเจนกินส์

3.2.4 วิธีการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุโดยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระ

3.3 เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์วิธีอนุกรมเวลาแบบและวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) วิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดจะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์มากที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา

4.1.1 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของอนุกรมเวลา

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบอิทธิผลของข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบด้วยวิธีการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

วิธีการที่ใช้ทดสอบอิทธิผลของฤดูกาล	ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ	บริเวณวิกฤตของค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	ค่าที่ได้จากการคำนวณ	ผลลัพธ์ที่ได้
การทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	H	$H \geq \chi^2_{0.05,11} = 19.576$	$H = 40.594$	ปฏิเสธ H_0

จากตารางที่ 1 จากสมมุติฐานที่ตั้งไว้ค่าที่ได้จากการคำนวณตกอยู่ในบริเวณวิกฤตแสดงว่าอนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง การทดสอบข้างต้นสรุปผลได้ว่าข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบรายเดือน มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ในขั้นตอนต่อไปจะทำการวิเคราะห์หาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบรายเดือน ดังรายละเอียดดังนี้

4.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt – Winters รูปแบบบวกและคูณ (HWS)

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของฤดูกาลในข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบรายเดือน พบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการพยากรณ์จะเลือกใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบแบบ Holt – Winters รูปแบบบวกและคูณมาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ทั้ง 2 รูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt – Winters รูปแบบบวก

จากการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt – Winters รูปแบบบวก จะใช้ค่าสังเกตทั้งหมด ในการหาอิทธิพลของฤดูกาลหลังจากนั้นทำการปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_t(t)$ อิทธิพลของฤดูกาล $\hat{S}_i(t)$ ไปเรื่อยๆ จนครบ 108 ตัว กำหนดค่า α, γ และ δ ระหว่าง 0 ถึง 1 จนได้ค่า MSE ต่ำสุด สำหรับข้อมูลการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ ซึ่งจะได้ค่า MSE = 1.40578×10^{16}, α =0.182223286, γ = 0 และ δ = 0.569072928

4.1.4 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt – Winters รูปแบบคูณ

จากการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt – Winters รูปแบบคูณ จะใช้ค่าสังเกตทั้งหมด ในการหาอิทธิพลของฤดูกาลหลังจากนั้นทำการปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_t(t)$ อิทธิพลของฤดูกาล $\hat{S}_i(t)$ ไปเรื่อยๆ จนครบ 108 ตัว กำหนดค่า α, γ และ δ ระหว่าง 0 ถึง 1 จนได้ค่า MSE ต่ำสุดสำหรับข้อมูลการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ ซึ่งจะได้ค่า MSE = 1.11436×10^{16} , α =0.47470843 , γ = 0 และ δ = 0 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ Holt – Winters รูปแบบคูณเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบและตัวแบบพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{108+p}(108) = (130436546 + 1636932(p)) \times \hat{S}_i(108)$$

โดยที่ Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 , p มีหน่วยเป็นเดือน

4.1.5 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค

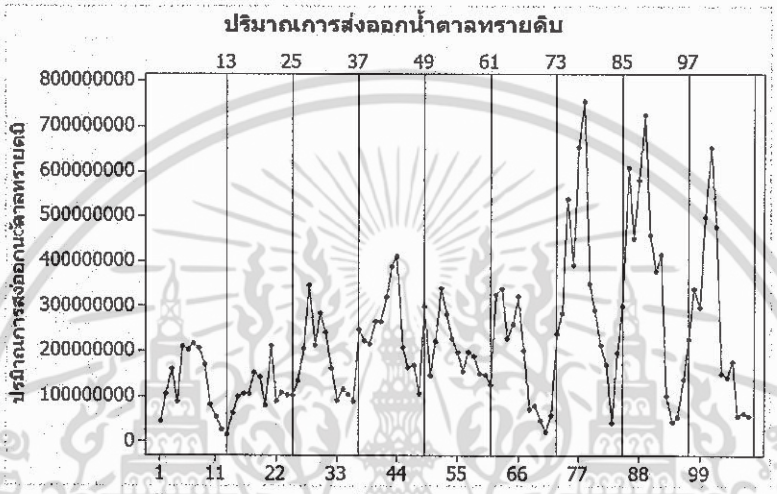
เนื่องจากอนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนแนวโน้มทั้งรูปแบบบวกและคูณ พบว่าค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) เป็น 1.27962×10^{16} สำหรับรูปแบบบวก และค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) เป็น 1.09563×10^{16}สำหรับรูปแบบคูณจึงเลือกการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิคในรูปแบบคูณ ซึ่งมีส่วนประกอบของแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาลได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t' = 18.517 + 0.00801t + \hat{S}_t'$$

โดยที่ Origin เดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 , p มีหน่วยเป็นเดือน

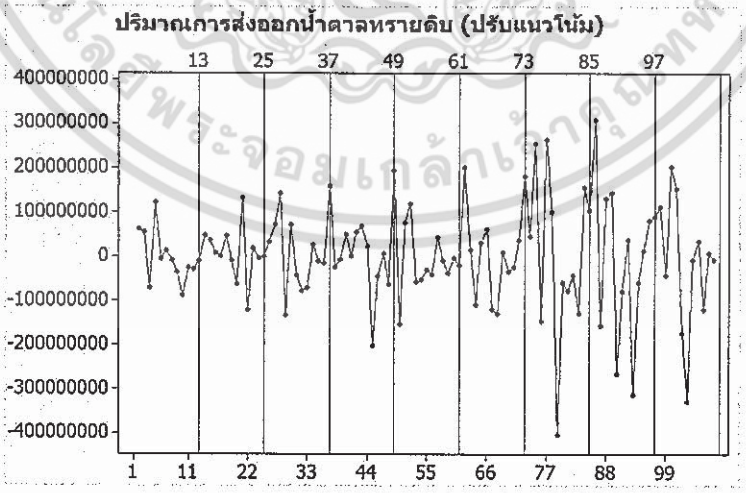
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)



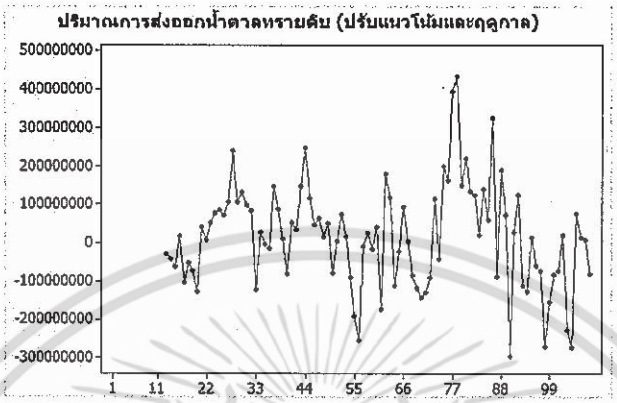
รูปที่ 1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 จนถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2556

จากรูปที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มที่ชัดเจน และมีอิทธิพลของฤดูกาลจากการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลด้วยวิธีไม่ใช้พารามิเตอร์ จึงสรุปว่าอนุกรมเวลานี้มีแนวโน้มและฤดูกาล เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มและฤดูกาลทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่สเตชันนารี ดังนั้นจะทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารี โดยการหาผลต่างแนวโน้มของอนุกรมเวลา 1 ครั้งและหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 กราฟอนุกรมเวลาหลังจากการหาผลต่างแนวโน้มของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง



รูปที่ 3 กราฟอนุกรมเวลาหลังจากการหาผลต่างแนวโน้มของอนุกรมเวลา 1 ครั้งและหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปพบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้งและหาผลต่างของฤดูกาลอีก 1 ครั้งของปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารี นำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีไปพล็อตคลอเรลโรแกรม Autocorrelation (ACF) และ Partial - Autocorrelation (PACF) เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมต่อไปผลเป็นดังรูปที่ 4

```
Final Estimates of Parameters

Type      Coef  SE Coef      T      P
AR   1   0.4949    0.1095   4.52  0.000
MA   1   0.9501    0.0499  19.04  0.000
SMA  12  0.7363    0.1027   7.17  0.000


Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12
Number of observations:  Original series 108, after differencing 95
Residuals:    SS =  984912960114475650 (backforecasts excluded)
              MS =  10705575653418214  DF = 92


Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag             12     24     36     48
Chi-Square    11.9   26.3   35.4   41.0
DF               9     21     33     45
P-Value      0.217  0.194  0.354  0.641
```

รูปที่ 4. ผลลัพธ์ของการทดสอบตัวแปรของรูปแบบ ARIMA(1,1,1) x SARIMA (0,1,1)และ การทดสอบ Box-Ljung

ทดสอบ ϕ_1 $H_0 : \phi_1 = 0$ $H_0 : \phi_1 \neq 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบ t = 4.52ได้ค่า P-Value = 0.000 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\phi_1 \neq 0$จึงสามารถนำ ϕ_1เข้ามาใช้ในตัวแบบได้

ทดสอบ θ_1 $H_0 : \theta_1 = 0$ $H_1 : \theta_1 \neq 0$

สถิติทดสอบ t = 19.04ได้ค่า P-Value = 0.000 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\theta_1 \neq 0$ จึงสามารถนำ θ_1เข้ามาใช้ในตัวแบบได้

ทดสอบ θ_{12} : $H_0\ \theta_{12} = 0\ H_1 : \theta_{12} \neq 0$

สถิติทดสอบ t = 7.17 ได้ค่า P-Value = 0.000 < 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ $\theta_{12} \neq 0$ จึงสามารถนำ θ_{12}เข้ามาใช้ในตัวแบบได้

ต่อไปจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบว่าเป็นอิสระกันหรือไม่ด้วยสถิติ Box-Ljung ตามสมมติฐาน ดังนี้

$$H_0 : \rho_t(e_t) = \cdots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

H_0 : $\rho_k(e_t)$ค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,2,\ldots,12$

จากการทดสอบพบว่า ค่า p-value มากกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้นแสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag 24 36 และ 48 แสดงให้เห็นว่าตัวแบบ ARIMA(1,1,1) x SARIMA(0,1,1) เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

4.1.7 การเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยจะพิจารณาจากค่า MSE ซึ่งแสดงในตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ค่า MSE ของเทคนิคการพยากรณ์สำหรับข้อมูลการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ

รูปแบบการพยากรณ์	MSE
Holt – Winters รูปแบบคูณ	1.11436×10^{16}
อนุกรมเวลาแบบคลาสลิค(วิธีลัดส่วนแนวโน้มรูปแบบคูณ)	1.09563×10^{16}
วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์	1.07055×10^{16}

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด คือ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) รูปแบบ ARIMA(1,1,1) x SARIMA(0,1,1) โดยพิจารณาจากค่า MSE ต่ำสุด คือ 1.07055×10^{16}

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวแปรตาม Y ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการแปลง Y เป็น $\sqrt{Y}$ เพื่อให้มีการแจกแจงแบบปกติ หลังจากแปลง Y ให้เป็น $\sqrt{Y}$ แล้วทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม $\sqrt{Y}$ กับตัวแปรอิสระ X ทีละคู่จากนั้นจึงทำการแปลงตัวแปรอิสระโดยได้ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคือ

$$\sqrt{Y_i} = X_1 + X_1^2 + X_1^3 + INVX_2 + LOGX_3 + INVX_4 + \sqrt{X_5} + INVX_6 + X_7 + X_7^2 + X_7^3 + X_8 + LOGX_9 + INVX_{10} + X_{11} + X_{11}^2 + X_{11}^3 + X_{12} + X_{13} + X_{13}^2 + X_{14} + INVX_{15} + LOGX_{16} + INVX_{17} + INVX_{18} + X_{19} + \varepsilon$$

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุแบบขั้นตอนจะได้ผลดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระทีละขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

Model	Unstandardized Coefficient		t	Sig.	Collinearity Statistics
	B	Std. Error			VIF
(Constant)	-4982.845	2840.557	-1.754		
X_{13}	153.728	16.574	9.276	0.088	11.417
X_{13}^2	-0.326	0.078	-4.185	0.088	11.392
$LOGX_6$	1371.610	359.572	3.815	0.911	1.097
X_{12}	6.020	2.862	2.104	0.901	1.110

จากตารางที่ 3 ได้สมการถดถอยคือ

$$\hat{\sqrt{Y_i}} = -4982.845 + 153.728\, X_{13} - 0.326\, X_{13}^2 + 1371.610\, LOGX_6 + 6.020\, X_{12}$$

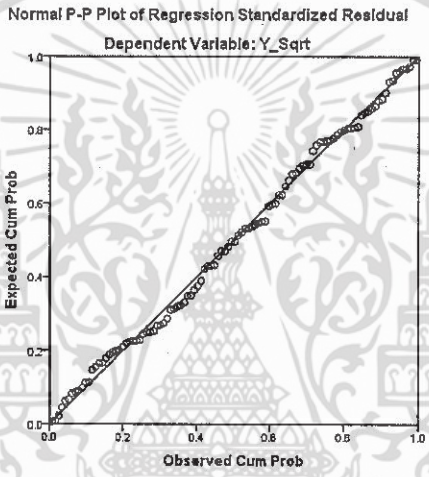
โดยที่ $R^2 = 0.78$

4.2.1 การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระ จากตารางที่ 5. จะเห็นได้ว่าตัวแปรอิสระทุกตัวมีค่า VIF ไม่เกิน 10 ยกเว้น X_{13} และ X_{13}^2 มีค่า 11 มากกว่า 10 เล็กน้อยเนื่องจากเป็นตัวแปรเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ตรวจสอบข้อสมมุติของค่าความคลาดเคลื่อน

4.2.2.1 การแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 5. Normal Probability Plot ของค่าเศษเหลือของสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์

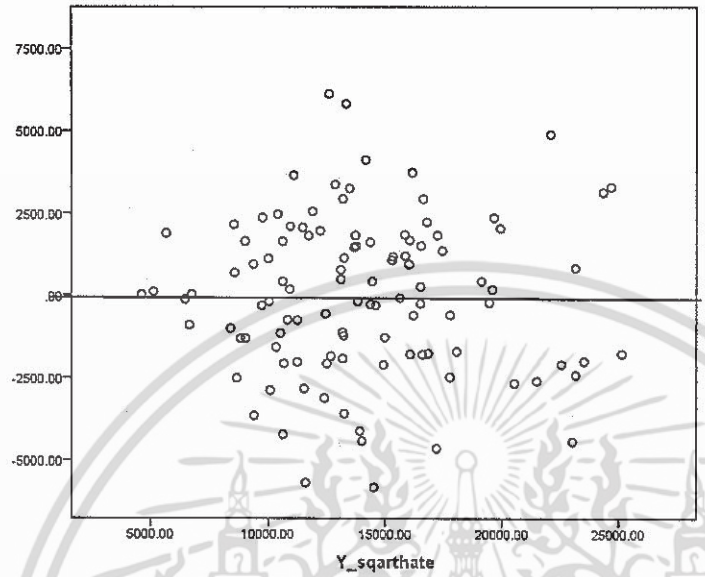
จากรูปที่ 5 จะเห็นว่ากราฟที่ได้มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง จึงสรุปได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และจากผลการทดสอบของ Kolmogorov-Smirnov ที่ปรับปรุงด้วยการทดสอบของ Lilliefore ได้ผลดังนี้ ค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า α = 0.01 ดังนั้น สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ

4.2.2.2 ความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน โดยใช้การทดสอบของ Durbin-Watson ได้ผลดังนี้ d = 1.813 นั้นคือมีค่าอยู่ในช่วง 1.5-2.5 สรุปได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

4.2.2.3 ผลการตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน จากรูปที่ 6 พบว่ามีการกระจายอยู่รอบค่าศูนย์แบบสุ่มและขนานไปกับแกน X สรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

4.2.2.4 ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ จากรูปที่ 6 จะเห็นว่าค่าเศษเหลือมีค่าสูงหรือต่ำกว่า 0 ไม่มากนักและมีการเคลื่อนไหวอยู่ในแนวขนานกับแกนนอน แสดงว่าตัวแบบการถดถอยเหมาะสมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (e_i) กับค่าประมาณ $\sqrt{\hat{Y}_i}$

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าวิธีอนุกรมเวลาวิธีที่ดีที่สุดคือ วิธีบ๊อกและเจนกินส์ได้ ให้ค่า MSE เท่ากับ 1.38294×10^{16} ส่วนวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ ได้ ค่า MSE เท่ากับ 5.86×10^{15} ดังนั้นผลการเปรียบเทียบพบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทย คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ โดยมีสมการดังนี้

$$\sqrt{\hat{Y}_i} = -4982.845 + 153.728\,X_{13} - 0.326\,X_{13}^2 + 1371.610\,LOGX_6 + 6.020\,X_{12}$$

โดยที่ $R^2 = 0.78$

จากผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบคือ ดัชนีการส่งน้ำตาลทรายดิบ ปริมาณการส่งออกกากน้ำตาลทราย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วประเทศ ซึ่งสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ 78%

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุมีความถูกต้อง 78% ซึ่งยังมีค่าน้อยดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปอาจปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยการเปรียบเปรียบเทียบโดยวิธีอื่นๆต่อไป เช่น วิธีโครงข่ายประสามเทียม เป็นต้น และจะเห็นได้ว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุมีประสิทธิภาพใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยากรณ์ดีกว่าวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ แต่วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุจะต้องเก็บข้อมูลตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลมากขึ้นกว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ซึ่งเก็บข้อมูลเพียงตัวเดียวเท่านั้นและการวิเคราะห์ข้อมูลก็ไม่ยุ่งยากเท่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ

เอกสารอ้างอิง (References)

[1] น้ำตาลทรายกาญจนบุรี. น้ำตาลทรายดิบ. [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก http://www.thaisugarmill.com/index.php วันที่สืบค้น 15 เมษายน 2558

[2] สำนักคณะกรรมการอ้อย. รายงานการประชุม. [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก http://www.ocsb.go.th/th/home/index.php
วันที่สืบค้น 15 เมษายน 2558

[3] สมศรี บัณฑิตวิไล, 2552. เอกสารประกอบการสอนวิชาอนุกรมเวลาและเลขดัชนี. โครงการตำราภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

[4] วิรัชช พานิชวาศ์, 2549. การวิเคราะห์การถดถอย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้