สำนักวิทยบริการฯ
เลขทะเบียน ว.4926
9 เม.ย. 2562

รายงานวิจัย

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยตัวแบบ SARIMA

Forecasting Malaysian Tourists To Thailand Using SARIMA Model

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ทัศนีพร ทุ่ยอ้น
พรสินี แสงชูติ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2561

ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ชื่อเรื่องงานวิจัย การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยตัวแบบ SARIMA

Forecasting Malaysian Tourists To Thailand Using SARIMA Model

ชื่อผู้ทำงานวิจัย ทัศนีพร ทุ่ยอ้น และ พรสินี แสงชูติ

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ธีระพงค์ คงเกื้อ)

.....ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์จิราภรณ์ กวดขัน)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์ศรัณยา เฮงสวัสดิ์)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์สานิตย์ ฤทธิเดช)

.....ประธานหลักสูตร
(อาจารย์สานิตย์ ฤทธิเดช)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ -5 พ.ย. 2567

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เลขทะเบียน 114615
รับที่ 10 มิ.ย. 2567
เลขเรียกหนังสือ 519.55
ท1114ร

ชื่อเรื่อง การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยตัวแบบ SARIMA

ชื่อผู้ทำงานวิจัย นางสาวทัศนีพร ทุ่ยอ้น รหัสนักศึกษา 584254008

นางสาวพรสินี แสงชูติ รหัสนักศึกษา 584254015

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ธีระพงค์ คงเกื้อ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย และตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างจากวิธีทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์เจนกินส์ และข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (*MAPE*) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีบอกซ์เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + \hat{Y}_{t-1} + \hat{Y}_{t-12} - \hat{Y}_{t-13} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ณ เวลา t

คำสำคัญ : การพยากรณ์ นักท่องเที่ยวชาวมาเลเซีย การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

Project Title	Forecasting Malaysian Tourists To Thailand Using SARIMA Model
Authors	Miss Tassaneeporn Tuion Student ID 584254008
	Miss Pornsinee Sangchuti Student ID 584254015
Advisor	Lect. Teerapong Kongkue
Bachelor of Science	Program in Mathematics
Institute	Songkhla Rajabhat University
Academic Year	2561

ABSTRACT

The objective of this research was to created the suitable forecasting model for number of Malaysion tourists traveling to Thailand and were used determining the accuracy of forecasting models. data from January, 2009 to December, 2016 consist of 96 constants were used to create the forecasting model by two types of methods which are Winter's smoothing method and Box-jenkins method. data from January to December, 2017 consist of 12 constants were used for determining the accuracy of forecasting models with mean absolute percentage error (*MAPE*). The research found that, the Box-jenkins forecasting was the most suitable and the forecasting models is ;

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + \hat{Y}_{t-1} + \hat{Y}_{t-12} - \hat{Y}_{t-13} + \varepsilon_t$$

where $\hat{Y}_t$ is forecasting tourists value at a time t.

Keywords : Winter's Smoothing Method, Box-jenkins Method, Forecasting Models

คำนำ

รายงานการศึกษาโครงงานทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 4504901 โครงงานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาบังคับสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 โปรแกรมคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาหาตัวแบบการพยากรณ์ด้วยทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและโดยวิธีบอกซ์เจนกินส์ ในการวิเคราะห์หาตัวแบบที่เหมาะสม ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการศึกษาสำหรับผู้ที่สนใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง สำหรับการวางแผนและรับมือทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านที่พัก และด้านการท่องเที่ยว

ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ธีระพงค์ คงเกื้อ ผู้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการทำโครงงานครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ทัศนีพร ทุ่ยอ้น และ พรสินี แสงชูติ

กุมภาพันธ์ 2562

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานทางคณิตศาสตร์เรื่อง การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยตัวแบบ SARIMA ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบคุณ อาจารย์ธีระพงศ์ คงเกื้อ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งได้ให้คำปรึกษา คำชี้แนะและคำแนะนำขั้นตอนในการทำโครงงานครั้งนี้ จนกระทั่งประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำ ในการแก้ไขข้อผิดพลาด และอาจารย์โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์และสถิติทุกท่านที่ให้ความรู้ คำปรึกษาในการทำโครงงานทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย จากกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา กรมการท่องเที่ยว

ทัศนีพร ทุ่ยอ้น และ พรสินี แสงชูติ

กุมภาพันธ์ 2562

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

Abstract ข

คำนำ ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

สารบัญตาราง ช

สารบัญรูป ช

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 แผนดำเนินการศึกษา 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.2 ประเทศมาเลเซียกับประเทศไทย 5
2.2.1 สังคมและวัฒนธรรม 5
2.2.2 ด้านการท่องเที่ยว 6
2.3 อนุกรมเวลา 6
2.3.1 ความหมายของอนุกรมเวลา 6
2.3.2 องค์ประกอบของอนุกรมเวลา 7
2.3.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา 7
2.4 การพยากรณ์ 7
2.4.1 ความหมายของการพยากรณ์ 7
2.4.2 ประโยชน์ของการพยากรณ์ 8

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

หน้า

2.4.3 เทคนิคการพยากรณ์ 8
2.4.4 การวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์ค่าแนวโน้ม 8
2.4.5 การวิเคราะห์ความผันแปรตามฤดูกาล 9
2.4.6 การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก . . . 9
2.4.7 การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์เจนกินส์ 10
2.4.8 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน 12
2.4.9 การประมาณค่าพารามิเตอร์ 13
2.4.10 การเลือกตัวแบบ 13
2.4.11 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ 14
2.4.12 วินิจฉัยตัวแบบ 15

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 19
3.1 แหล่งข้อมูลและการจัดการข้อมูล 19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 19

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล 21
4.1 ข้อมูลนักท่องที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย 21
4.2 ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา 22
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา 24
4.3.1 ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก 24
4.3.2 ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์เจนกินส์ 25
4.4 เลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม 29
4.5 วินิจฉัยตัวแบบ 30
4.6 พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยของปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562 30

บทที่ 5 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย 31

ภาคผนวก A 32

ภาคผนวก B 57

เอกสารอ้างอิง 69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย	21
4.2	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	27
4.3	ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	28
4.4	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 และค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (*MAPE*)	29
4.5	แสดงผลค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562	30
5.1	แสดงผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบออโต (r_k)	43
5.2	แสดงผลการเคลื่อนไหวจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ	44
5.3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบออโตโดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ	48
5.4	ค่า *BIC* และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$.	51

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559	22
4.2	กราฟแสดงผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552-2559	23
4.3	กราฟแสดงผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย	23
4.4	กราฟแสดงค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยของปี พ.ศ. 2552-2559	24
4.5	กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559	25
4.6	กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ช่วงฤดูกาลที่ 12, 24, 36, 48, 60	26
4.7	กราฟแสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ	26
4.8	กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยเมื่อแปลงข้อมูลการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ	27

บทที่ 1

บทนำ

อุตสาหกรรมท่องเที่ยวถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย การท่องเที่ยวเป็นแหล่งที่มาของเงินตราต่างประเทศที่สำคัญที่สุด รายได้จากอุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่ได้มาในรูปของเงินตราต่างประเทศมีส่วนช่วยสร้างเสถียรภาพให้กับดุลการชำระเงิน นอกจากนี้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวยังเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจซึ่งนำไปสู่การจ้างงาน สร้างอาชีพ เป็นการกระจายรายได้และการลงทุนในธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องกันมากมายทั้งที่เกี่ยวเนื่องกันโดยตรงและทางอ้อม และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยอันดับต้น ๆ ซึ่งก็คือ นักท่องเที่ยวชาวมาเลเซีย นับว่าเป็นประเทศเพื่อนบ้านที่อยู่ติดกัน เดินทางไปมาได้สะดวกสบายและค่าครองชีพไม่ได้สูงมาก

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระดับโลก ได้แก่ การขยายตัวทางเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการตลาด ความร่วมมือระหว่างประเทศ เป็นการสร้างโอกาสให้ประเทศไทยในการขยายตลาดไปยังนักท่องเที่ยว ซึ่งมีอำนาจซื้อค่อนข้างสูง ประกอบกับแนวโน้มนักท่องเที่ยวที่สนใจการท่องเที่ยวให้ความสนใจเป็นพิเศษมีมากขึ้น เช่น การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ การท่องเที่ยวเชิงผจญภัย การท่องเที่ยวเชิงศาสนา การท่องเที่ยวเชิงกีฬา และฮันนีมูน เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีความพร้อมในโครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากรการท่องเที่ยว ที่สามารถตอบรับการท่องเที่ยวรูปแบบต่าง ๆ ได้

การท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ การส่งเสริมการท่องเที่ยวจึงเป็นการสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ ในปี 2554 มีนักท่องเที่ยวจากชาวมาเลเซียเดินทางมาประเทศไทยมากเป็นอันดับหนึ่ง จำนวน 2.47 ล้านคน ขณะที่มีนักท่องเที่ยวไทยไปมาเลเซียจำนวน 1.52 ล้านคน โดยในปี 2546 มีนักท่องเที่ยวจากมาเลเซีย 1,160,769 คน ของจำนวนนักท่องเที่ยวจากต่างชาติทั้งหมด ซึ่งตัวเลขนี้เพิ่มขึ้นจากปี 2545 นอกจากนี้ จากสถิติของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย พบว่า วัตถุประสงค์ของชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยเหล่านี้ คือ เพื่อการท่องเที่ยวเป็นกลุ่มใหญ่ และมีระยะเวลาพักผ่อนอยู่ในประเทศไทย อีกอย่างอาจเป็นเพราะเดินทางสะดวกสบาย และค่าครองชีพก็ไม่สูงจนเกินไป และโดยส่วนมากแล้วนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียจะมาซื้อของและเยี่ยมชมสถานที่สำคัญ ๆ ของไทยในจังหวัดสงขลาและใกล้เคียง แหล่งช็อปปิ้งต่าง ๆ เช่น ตลาดนัดเปิดท้ายขนส่งหาดใหญ่ ตลาดกิมหยง ตลาดกรีนเวย์ และตลาดน้ำคลองแห เป็นต้น หรือ

สถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ เช่น หาดสมิหลา สวนสาธารณะหาดใหญ่ ถ้ำเจ็ดคต ล่องแก่งวังสายหมอก และเกาะหลีเป๊ะ เป็นต้น และอีกเหตุผลที่นักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียเดินทางมาไทย เพราะว่าค่าเงินของไทยถูกกว่าประเทศมาเลเซีย ซึ่งถ้าหากคนมาเลเซียเดินทางมาประเทศไทย สามารถที่จะซื้อของจำนวนเยอะ ๆ กลับไปมาเลเซียได้ (สกุล จริยาแจ่มสิทธ, 2555)

ดังนั้นจากการที่ได้ทราบผลกระทบหลาย ๆ ด้านแล้ว ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย มีผลประโยชน์เพื่อที่จะเตรียมพร้อมทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านที่พัก และด้านการท่องเที่ยว เป็นต้น จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์เจนกินส์

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาอนุกรมเวลาที่เหมาะสมเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

2) เพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

3) เพื่อนำข้อมูลที่พยากรณ์ได้มาใช้สำหรับการวางแผนและรับมือทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านที่พัก และด้านการท่องเที่ยว

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาข้อมูล รวบรวมทฤษฎีการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์เจนกินส์

2) หาตัวแบบเพื่อศึกษาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

3) เปรียบเทียบตัวแบบและเลือกตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลดังกล่าว

4) ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยว ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560

1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา

1) ศึกษาหัวข้อ และทำความเข้าใจ

2) ศึกษาการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์-เจนกินส์

3) จัดทำโครงงาน

4) นำเสนอโครงงาน

5) ส่งโครงงานฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

2) ได้ความรู้และความเข้าใจ ทฤษฎีในการหาตัวแบบทางสถิติและพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

3) สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ไปใช้ในเหตุการณ์จริงและสามารถรับมือเตรียมพร้อมในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านที่พัก และด้านการท่องเที่ยว เป็นต้น

1.6 แผนดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2561						พ.ศ. 2562	
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง								
2. พัฒนางานวิจัย								
3. สรุปและอภิปรายผล								
4. เขียนรายงานและส่งเล่มรายงาน								
5. สอบโครงงานวิจัยทางคณิตศาสตร์								

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKON NAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศไทยได้เติบโตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องมาตลอดระยะเวลากว่า 40 ปี ท่ามกลางความราบรื่นและอุปสรรคนานาประการ ทั้งนี้ เป็นที่ตระหนักว่าอุตสาหกรรมท่องเที่ยวมีส่วนแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น อุตสาหกรรมท่องเที่ยวจึงจัดเป็นสาขาการพัฒนาที่มีความสำคัญสูง อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศยังมีปัญหาด้านความยั่งยืน อันเนื่องมาจากปัจจัยที่เกิดขึ้นทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ

สำหรับกระแสด้านการท่องเที่ยวของไทย พบว่ามีการนำเสนอแนวคิดและผลักดันกิจกรรมด้านการส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวที่ยึดกระแสหลักด้านเศรษฐกิจมาโดยตลอด อาทิ ในช่วงปี 2547-2549 มุ่งกระแสหลักด้านการนำการท่องเที่ยวเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเศรษฐกิจ ดังนั้นเป้าหมายการพัฒนาการท่องเที่ยวจึงมุ่งเน้นเรื่องจำนวนคน และรายได้ในรูปเงินตราต่างประเทศ

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักขณา เศาธยะนันท์, สุณี ทวีสกุลวัชระ, ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา และบุญหญิง สมร่าง (2557) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย 2 วิธี คือ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการของวินเตอร์ การเปรียบเทียบพิจารณาจากรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean square error, RMSE) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (mean absolute percent error, MAPE) ผลการวิจัย พบว่า การพยากรณ์โดยวิธีการของวินเตอร์ให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ในทุกช่วงเวลา

นิตินัย รุ่งจินดารัตน์ และนลินี พานสายตา (2559) ได้ทำการวิจัยเพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ณ สนามบินสุวรรณภูมิ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 รวมทั้งสิ้น 66 เดือน ที่ได้จากการรวบรวมของกรมการท่องเที่ยวนำมาทำการทดสอบแนวโน้มและฤดูกาลของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้าประเทศไทย ณ สนามบินสุวรรณภูมิ ด้วยสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ และสร้างสมการในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวด้วยวิธีของบอกซ์-เจนกินส์ โดยตัวแบบ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Models (SARIMA) ผลการศึกษา พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ณ สนามบินสุวรรณภูมิ ได้

รับอิทธิพลจากทั้งแนวโน้มและฤดูกาลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ คือ ตัวแบบ SARIMA $(0,1,0)(0,1,1)_{12}$ สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - 0.4995e_{t-12}$$

2.2 ประเทศมาเลเซียกับประเทศไทย

ประเทศมาเลเซีย หรือชื่อทางการว่า "สหพันธรัฐมาเลเซีย" (Federation of Malaysia) เป็นประเทศในภูมิภาคที่แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ คาบสมุทรมลายู และทางเหนือของเกาะบอร์เนียว มีพื้นที่ราว 329,847 ตารางกิโลเมตร มีประชากร 28.72 ล้านคน (สำรวจปี 2554) และมีความหลากหลายทางเชื้อชาติสูง ประเทศมาเลเซียมีประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวมลายู นอกจากนี้ยังมีชาวอิบัน ชาวกาดาซัน-ดูซุน ชาวบาเจา ชาวมาเลเซียเชื้อสายจีน และเชื้อสายอินเดีย รวมถึงเชื้อสายไทย และชนพื้นเมืองเดิม เช่น โอรัง อัสลี เป็นต้น

นับถือศาสนาอิสลาม (55%) ศาสนาพุทธ (25%) ศาสนาคริสต์ (13%) ศาสนาฮินดู (7%) และลัทธิศาสนาพื้นเมือง (4%) ภาษาทางการ คือ ภาษามาเลย์

2.2.1 สังคมและวัฒนธรรม

ด้านสังคม ไทยกับมาเลเซียมีความใกล้ชิดกันในระดับท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการไปมาหาสู่กันในฐานะเครือญาติและเพื่อนฝูง ซึ่งนำไปสู่ความร่วมมือกันทั้งในด้านการค้าและด้านอื่น ๆ ทั้งสองประเทศมีโครงการเชื่อมโยงเส้นทางคมนาคมระหว่างกัน รวมทั้งความร่วมมือด้านการบริหารจัดการสัญจรข้ามแดนเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนในพื้นที่และส่งเสริมการติดต่อด้านการค้าและการท่องเที่ยว นอกจากนี้ ทั้งสองฝ่ายยังอนุญาตให้คนถือสัญชาติของอีกฝ่ายหนึ่งที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชายแดนใช้บัตรผ่านแดน ซึ่งออกให้โดยหน่วยงานปกครองท้องถิ่นของแต่ละฝ่ายแทนการใช้หนังสือเดินทางเพื่อผ่านด่านพรมแดนระหว่างกันได้

ด้านศาสนาและวัฒนธรรม มีการแลกเปลี่ยนการเยือนของผู้นำศาสนาอิสลาม ทั้งในระดับจุฬาราชมนตรีและผู้นำศาสนา ทั้งจากส่วนกลางและในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ และการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการบริหาร จัดการโรงเรียนสอนศาสนาอิสลามและวิทยาลัยอิหม่าม เพื่อส่งเสริมความร่วมมือด้านกิจการศาสนาอิสลาม

ด้านวิชาการ ทั้งสองประเทศมีการประชุมความร่วมมือทางวิชาการระหว่างกันเพื่อทบทวนและติดตามผลการดำเนินงานของทั้ง 2 ประเทศ ซึ่งมีสำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ และ Economic Planning Unit (EPU) ของมาเลเซียเป็นหน่วยงานหลักในการประสานงานความร่วมมือในกรอบทวิภาคีที่ฝ่ายไทยให้แก่ฝ่ายมาเลเซีย ได้แก่ การจัดหลักสูตรประจำปี (Annual

International Training Course: AITC) หลักสูตรศึกษานานาชาติ (Thai International Postgraduate Programme: TIPP) ความร่วมมือทางวิชาการระหว่างประเทศกำลังพัฒนา (Technical Cooperation Among Development Country: TCDC) และยังร่วมกันจัดการฝึกอบรมให้กับประเทศที่สาม (Third Country Training Programme: TCTP) ส่วนมาเลเซียได้แจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการให้ทุนฝึกอบรมประจำปีภายใต้โครงการ Malaysia Technical Cooperation Programme (MTCP) ในสาขาต่าง ๆ ให้แก่ประเทศไทย เพื่อให้คัดเลือกผู้ไปรับการฝึกอบรมที่มาเลเซีย โดยในช่วง พ.ศ. 2540-2548 มีชาวไทยได้รับทุนดังกล่าวรวม 165 ทุน

2.2.2 ด้านการท่องเที่ยว

นักท่องเที่ยวจากมาเลเซีย เป็นนักท่องเที่ยวต่างชาติกลุ่มใหญ่ที่สุดที่มาท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยในปี 2546 (เดือนมกราคม – พฤศจิกายน) มีนักท่องเที่ยวจากมาเลเซีย 1,160,769 คน คิดเป็นร้อยละ 13.04 ของจำนวนนักท่องเที่ยวจากต่างชาติทั้งหมด ซึ่งตัวเลขนี้เพิ่มขึ้นจากปี 2545 คิดเป็นร้อยละ 1.59 นอกจากนี้ จากสถิติของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย พบว่า วัตถุประสงค์ของชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยเหล่านี้ คือ เพื่อการท่องเที่ยวเป็นกลุ่มใหญ่ (89.39%) และมีระยะเวลาพักอยู่ในประเทศเฉลี่ยประมาณ 3.73 วัน มีการใช้จ่ายเฉลี่ย 4,412 บาท/วัน ในขณะเดียวกันมาเลเซียก็เป็นประเทศที่ชาวไทยเดินทางไปเป็นอันดับ 1 โดยในปี 2544 มีนักท่องเที่ยวชาวไทยเดินทางไปมาเลเซียจำนวน 627,864 คน (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.17 ของนักท่องเที่ยวไทยที่เดินทางไปต่างประเทศ) เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปี 2543 ร้อยละ 16.64 ชาวไทยเหล่านี้ จะพักอยู่ในมาเลเซียเฉลี่ยประมาณ 10.27 วัน มีการใช้จ่ายเฉลี่ย 3,615 บาท/วัน (ภานุวัฒน์ มันทุราช, 2557)

2.3 อนุกรมเวลา

2.3.1 ความหมายของอนุกรมเวลา

อนุกรมเวลา (Time series) คือ ค่าสังเกตที่สังเกตทุกหน่วยเวลาติดต่อกันเป็นลำดับ โดยทั่วไปแต่ละหน่วยเวลาห่างเท่ากัน เช่น ข้อมูลที่เป็นข้อมูลรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี เป็นต้น เรียกอนุกรมเหล่านี้ว่า อนุกรมเวลาดิสครีต (Discrete time series) ส่วนอนุกรมเวลาชนิดต่อเนื่อง (Continuous time series) คือ ค่าที่สังเกตต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น อุณหภูมิประจำวันที่อ่านได้เมื่อเวลา 6 นาฬิกาของทุกวัน หรือราคาหุ้นของบริษัทแห่งหนึ่งที่เวลาปิดทุกวัน (มุกดา แม้นมินทร์, 2550)

2.3.2 องค์ประกอบของอนุกรมเวลา

โดยทั่วไปลักษณะของอนุกรมเวลาอธิบายได้ด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน ดังนี้

1) แนวโน้ม (Trend T) หมายถึง การเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนแปลงของค่าอนุกรมเวลาในระยะยาวในลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลง

2) วัฏจักร (Cycle C) หมายถึง การเคลื่อนไหวขึ้น ๆ ลง ๆ รอบระดับของแนวโน้มคล้ายกันเป็นช่วง ๆ โดยที่แต่ละช่วงมีระยะเวลายาวนานกว่า 1 ปี เช่น 2 ปี หรือ 10 ปี เป็นต้น

3) การแปรผันตามฤดูกาล (Seasonal variations S) หมายถึง ลักษณะการเคลื่อนไหวเหมือนกันเป็นช่วง ๆ โดยที่แต่ละช่วงนานไม่เกิน 1 ปี เรียกแต่ละช่วงเวลาที่อนุกรมมีลักษณะเหมือนกันนี้ว่าคาบของฤดูกาล เช่น สำหรับข้อมูลรายไตรมาส คาบของฤดูกาลอาจเท่ากับ 4 สำหรับข้อมูลรายวันคาบของฤดูกาลอาจเท่ากับ 7 เป็นต้น

4) การแปรผันแบบผิดปกติหรือการแปรผันแบบไม่สม่ำเสมอ (Irregular variations I) หมายถึงส่วนประกอบของอนุกรมเวลาที่ปรากฏในรูปของลักษณะการเคลื่อนไหวที่ไม่มีรูปแบบ การเคลื่อนไหวชนิดนี้ คือ ส่วนที่เหลือจากแนวโน้ม วัฏจักร และการแปรผันตามฤดูกาล การเคลื่อนไหวผิดปกติโดยทั่วไปเป็นผลกระทบจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น แผ่นดินไหวหรือสงคราม เป็นต้น

2.3.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เป็นการพิจารณาแผนแบบการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่ได้จากการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาและ สร้างรูปแบบอนุกรมเวลาแทนลักษณะการเคลื่อนไหว เพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตจากรูปแบบอนุกรมเวลาที่สร้างขึ้นภายใต้ข้อสมมติว่าแผนแบบการเคลื่อนไหวในอนาคตไม่ต่างจากแผนแบบการเคลื่อนไหวในอดีต

2.4 การพยากรณ์

2.4.1 ความหมายของการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) หมายถึง การคาดคะเนหรือการทำนายลักษณะการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ในอนาคต โดยศึกษารูปแบบการเกิดของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมอย่างมีระบบ การพยากรณ์มีความสำคัญยิ่งต่อบุคคลและองค์กรในงานสาขาต่าง ๆ ตัวอย่าง เช่น เศรษฐกิจ อุตุนิยมวิทยา การเมือง สาธารณสุข เพราะเมื่อผู้บริหารองค์กรทั้งขนาดเล็กหรือใหญ่ และทั้งของรัฐหรือเอกชน ทราบว่าจะเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ใดในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่ง การวางแผนหรือการตัดสินใจที่ถูกต้องจะให้ประโยชน์สูงสุดแก่องค์กรนั้น ๆ

2.4.2 ประโยชน์ของการพยากรณ์

การพยากรณ์สามารถนำมาช่วยกำหนดตารางการใช้ทรัพยากรในปัจจุบันและจะทำให้ทราบว่า ทรัพยากรในองค์กรที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอะไรบ้าง เช่น เครื่องจักร แรงงาน เงินสดหมุนเวียน ได้มีการใช้ไปเท่าใด ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่และมีลักษณะการใช้อย่างไร ส่งผลให้องค์กรไม่เสียเวลา และไม่เสียงบประมาณไปกับสิ่งที่ไม่จำเป็น ทำให้องค์กรสามารถเสาะแสวงหาทรัพยากรอื่น ๆ มาเพิ่มจากข้อมูล พื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผน นอกจากนั้นการพยากรณ์สามารถนำไปใช้ในการ วางแผนช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต เพื่อให้มีสินค้าเพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค สามารถต่อสู้กับคู่แข่งขันรวมทั้งรักษา ส่วนแบ่งตลาดได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นแล้วการพยากรณ์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการดำเนินงาน เพื่อตรวจสอบว่าวิธีการหรือกลยุทธ์ที่องค์กรใช้อยู่นั้นเป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ หรือใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน โดยประเมินสถานการณ์และสร้างความคาดหวังในอนาคต ส่งผลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีความกระตือรือร้นในการทำงานมากขึ้น

2.4.3 เทคนิคการพยากรณ์

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม (2546) กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วการพยากรณ์จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Methods) ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิดเห็นหรือประสบการณ์ และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods) ซึ่งใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์และข้อมูลในอดีตเพื่อจะพยากรณ์ การพยากรณ์เชิงปริมาณ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1) การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series)

2) การวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Causal or Associative Models)

2.4.4 การวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์ค่าแนวโน้ม

การวิเคราะห์แนวโน้มเป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะยาว ว่าข้อมูลมีรูปแบบการเคลื่อนไหวเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง เส้นที่ใช้แทนการเคลื่อนไหวของข้อมูลต้องเป็นเส้นเรียบไม่มีหักมุม เรียกเส้นนี้ว่า "เส้นแนวโน้ม"

ค่าที่พยากรณ์ได้จากเส้นแนวโน้ม เรียกว่า "ค่าแนวโน้ม" เส้นแนวโน้มที่ดีจะต้องสามารถพยากรณ์ค่าได้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

การสร้างเส้นแนวโน้มโดยการคำนวณ เป็นวิธีการสร้างแนวโน้มที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และมีความยุ่งยาก แต่การสร้างเส้นแนวโน้มโดยการคำนวณ มีหลักเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือเส้นแนวโน้มที่ถูกสร้างขึ้นมีเพียงเส้นเดียวเท่านั้น จากข้อมูลที่ทำการพยากรณ์จะคำนวณหาเส้นแนวโน้มโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การคำนวณสมการเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมี 2 วิธี คือ วิธีการคำนวณแบบยาวและวิธีการคำนวณแบบลัด

สมการเส้นแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

$$Y_c = a + bX$$

โดย Y_c = ค่าแนวโน้ม

a = ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้นของอนุกรมเวลา

b = ค่าความชันของเส้นแนวโน้ม / ค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าแนวโน้ม ต่อหนึ่งหน่วยเวลา

X = หน่วยเวลา

วิธีการคำนวณแบบยาว จากสมการ

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

วิธีการคำนวณแบบลัด จากสมการ

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

$$a = \bar{Y}$$

2.4.5 การวิเคราะห์ความผันแปรตามฤดูกาล

ความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal variation) เป็นส่วนประกอบของอนุกรมเวลาที่แสดงการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของข้อมูล โดยรูปแบบการเปลี่ยนแปลงซ้ำ เดินในช่วงเวลาที่สั้นภายใน 1 ปี ลักษณะการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

การวิเคราะห์ความผันแปรตามฤดูกาล หมายถึง การแยกความผันแปรตามฤดูกาลออกจากข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลเป็นส่วนประกอบ วิธีการแยกความผันแปรตามฤดูกาลจะต้องคำนึงถึงตัวแบบอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะตัวแบบการบวกหรือตัวแบบการคูณ

2.4.6 การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกจัดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำอนุกรมเวลาจากอดีตมาวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อกำหนดตัวแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต

วิธีการนี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลคงที่ (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, 2556) กล่าวคือ ความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีสมการการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_{t+m+s} \tag{2.1}$$

หาค่า a_t, b_t และ $\hat{S}_t$ จาก

$$a_t = \begin{cases} Y_2 & ; t = 2 \\ \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) & ; t = 3, 4, \ldots, s+2 \\ \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) & ; t > s+2 \end{cases}$$

$$b_t = \begin{cases} Y_2 - Y_2 & ; t = 2 \\ \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} & ; t > 2 \end{cases}$$

$$\hat{S}_t = \begin{cases} Y_t - a_t & ; t = 2, 3, \ldots, s+2 \\ \delta(Y_t - a_t) + (1-\beta)\hat{S}_{t-s} & ; t > s+2 \end{cases}$$

เมื่อ Y_t แทน ข้อมูลจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าการพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา $t+m$

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

α แทน ค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

γ แทน ค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของแนวโน้ม ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

δ แทน ค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของฤดูกาล ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

s แทน จำนวนฤดูกาล

a_t, b_t และ $\hat{S}_t$ คือ ค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์

m แทน จำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

2.4.7 การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์เจนกินส์

วิธีบอกซ์เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Patial Autocorrelation Function : PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ตัวแบบทั่วไปของ

วิธีบอกซ์เจนกินส์ คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average : $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ แสดงดังสมการ

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \qquad (2.2)$$

เมื่อ Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน

μ แทน ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\phi_p(B)$ แทน ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-seasonal Autoregressive Operator of Order p : $AR(p)$)

$\Phi_P(B^s)$ แทน ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลที่ P (seasonal Autoregressive Operator of Order P : $SAR(P)$)

$\theta_q(B)$ แทน ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-seasonal Moving Average Operator of Order q : $MA(q)$)

$\Theta_Q(B^s)$ แทน ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q : $SMA(Q)$)

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทน จำนวนฤดูกาล

d และ D แทน ลำดับที่ของการหาผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทน ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$ และ $B^s\varepsilon_t = \varepsilon_{t-s}$

โดยที่ $\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_P(B^s)$

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^s - \ldots - \phi_p B^p$

$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \ldots - \Phi_P B^{Ps}$

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q$

$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \ldots - \Theta_Q B^{Qs}$

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์เจนกินส์

1) พิจารณาอนุกรมเวลาว่าคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t) กราฟ ACF และ PACF หากพบว่า อนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non-Stationary) ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น การแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) การเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (Common Logarithm or Natural Logarithm) การแปลงข้อมูลด้วยรากที่สอง (Squareroot)

หรือแปลงข้อมูลด้วยฟังก์ชันส่วนกลับ เป็นต้น

2) กำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่คงที่ นั่นคือกำหนดค่า p, q, P และ Q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

3) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบที่กำหนดด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

4) คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าเกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Baysian Information Criterion : *BIC*) ที่ต่ำที่สุด มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ

5) พยากรณ์อนุกรมเวลาโดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด (วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2556)

2.4.8 การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

1) ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองที่ช่วงเวลาห่าง $k(r_k)$ เป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลาหรือเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} โดยอธิบายว่า Y_t และ Y_{t-k} มีสหสัมพันธ์ทางตามกันหรือทางตรงข้ามกันและอธิบายขนาดของสหสัมพันธ์ r_k เป็นค่าประมาณของ ρ_k ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\rho_k = \frac{COV(Y_t, Y_{t-k})}{V(Y_t)}$$

และ

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2} \qquad (2.3)$$

เมื่อ $\rho_k = 0$ สำหรับ $k > q$

$\bar{Y} - \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Y_t$ และ $k = 0, 1, 2, 3, \ldots$

2) ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนที่ช่วงเวลาห่าง k ที่แทนด้วย r_{kk} เป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลาหรือค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} เมื่อกำหนด Y_t ที่ช่วงเวลาห่างอื่นที่สั้นกว่าหรือ $Y_{t-k+1}, Y_{t-k+2}, \ldots, Y_{t-1}$ คงที่ r_{kk} เป็นค่าประมาณของ ρ_{kk} ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

ในกรณีทราบค่า r_k หาค่า r_{kk} และค่า r_{kj}

$$\rho_{kk}/r_{kk} = \begin{cases} r_1 & ,k = 1 \\ \dfrac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j} & ,k = 2,3,... \end{cases} \tag{2.4}$$

และ $r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j}$ สำหรับ $j = 1, ..., k-1$ และ $k = 2, 3, ...$

ประโยชน์จากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (r_k) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (r_{kk}) ที่ช่วงเวลา k ที่นำมาใช้มีดังนี้

- ใช้ค่า r_k และ r_{kk} เป็นแนวทางในการอธิบายขนาดและทิศทางของสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา

- ใช้ค่า r_k อธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล กล่าวคือ เมื่อมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้ม $|r_k|$ จะมีค่าลดลงช้าเมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาล $|r_k|$ มีค่าขึ้นลงเป็นคลื่นโดย $|r_k|$ จะมีค่าสูงเมื่อ k มีค่าเท่ากับผลคูณของ $S/2$ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

2.4.9 การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ซึ่งทำได้โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด ค่าประมาณที่ได้จะนำไปสร้างสมการพยากรณ์ รายละเอียดของการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ค่าประมาณของพารามิเตอร์ในรูปแบบที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นค่าประมาณที่ให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีค่าน้อยที่สุด ค่าประมาณมีวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลานาน จึงมีการใช้หลักการวิเคราะห์ตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณ การประมาณจะเริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์ ซึ่งอาจจะเป็นค่าประมาณจากวิธีการประมาณแบบง่าย การคำนวณจะทำหลายรอบจนกว่าจะได้ค่าประมาณที่คงที่และให้ค่า SSE ที่ต่ำที่สุด

2.4.10 การเลือกตัวแบบ

เกณฑ์การคัดลือกตัวแบบ ที่ได้มาจากการดัดแปลงแบบเบส์ของเกณฑ์ AIC เรียกว่า เกณฑ์สารสนเทศของเบย์ (BIC) ซึ่งเกณฑ์ BIC จะเลือกตัวแบบที่ให้ค่า BIC ต่ำสุด เป็นตัวแบบที่ถูกต้อง โดยมีสูตร ดังนี้

$$BIC = n\ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + \frac{2(p+1)n\sigma^2}{SSE} - \frac{2n^2\sigma^4}{SSE^2} \tag{2.5}$$

2.4.11 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (Forecast Error หรือ e_t) การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์จะเป็นการตรวจสอบว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์แตกต่างจากค่าจริงมากน้อยเพียงใด ณ ช่วงเวลา t เดียวกันใด ๆ หากค่าจริงแตกต่างจากค่าพยากรณ์มาก ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ก็จะมีค่าสูง สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ สามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$e_t = Y_t - F_t \tag{2.6}$$

เมื่อ e_t แทน ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

Y_t แทน ค่าปริมาณความต้องการจริง ณ ช่วงเวลา t

F_t แทน ค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

โดยปกติแล้วจะวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในระยะยาว ซึ่งวัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สะสม โดยเปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงในอดีตและค่าที่ได้จากตัวแบบพยากรณ์ ในการเลือกใช้ตัวแบบการพยากรณ์ ควรพิจารณาว่า การพยากรณ์ที่ได้นั้นมีความถูกต้องสูงหรือมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำนั่นเอง วิธีวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่นิยมใช้มีดังนี้

1) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Abrolute Deviation : *MAD*) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$MAD = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|e_t| \tag{2.7}$$

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยหรือ *MAD* เป็นตัวชี้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยผู้พยากรณ์ควรจะเลือกสมการพยากรณ์ที่มีค่า *MAD* ต่ำสุด

2) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: *MSE*) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$MSE = \left(\frac{\sum e_t^2}{n}\right) \tag{2.8}$$

การหาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยหรือ *MSE* ใช้หลักการเดียวกันกับการหาค่าความแปรปรวนในทางสถิติ ซึ่งจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่สูง เนื่องจากเป็นการนำความคลาดเคลื่อน ณ เวลาใด ๆ มายกกำลังสอง ก่อนที่จะหาผลรวมแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง

3) ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Abrolute Percentage Error: *MAPE*) มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum\left|\frac{e_t}{y_t}\right| \times 100}{n} \tag{2.9}$$

การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยหรือ *MAPE* เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริง จึงสามารถที่จะใช้ในการประเมินการพยากรณ์ได้อย่างเหมาะสม (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539)

2.4.12 วินิจฉัยตัวแบบ

การวินิจฉัยตัวแบบจะทำการทดสอบด้วยการสมมติฐานต่าง ๆ จากผลการตรวจสอบของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติทดสอบโดย Kolmogorov-Smirnov Statistic ความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกันทดสอบโดย Run-test ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ทดสอบโดย t-test และความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ทดสอบโดย F ดังนี้

1) การทดสอบของคอลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ

การทดสอบของคอลโมโกรอฟ-สไมร์นอฟ เป็นการทดสอบภาวะสารูปสนิทดีอีกวิธีหนึ่งที่นักคณิตศาสตร์ชาวสหภาพโซเวียต ชื่อ อังเดร นิโคเลวิช คอลโมโกรอฟ (Andrei Nikolaevich Kolmokorow: 1903) และสไมร์นอฟ (N.V.smirnov) ได้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1933 และ 1939 ตามลำดับ

การทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ ต้องการทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงที่สอดคล้องกับการแจกแจงแบบใดแบบหนึ่งหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่ง คือ ต้องการทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงอย่างที่คาดไว้ตามทฤษฎีหรือไม่ แต่การทดสอบนี้อาศัยความถี่สัมพัทธ์สะสมไม่ว่าจะเป็นความถี่จากการสังเกตหรือความถี่คาดหมาย ประสิทธิภาพของการทดสอบมีมากกว่าการทดสอบด้วยไคกำลังสอง และสามารถทดสอบได้กับทุกข้อมูลทุกกรณีถึงแม้ว่าข้อมูลบางกลุ่มมีความถี่เป็นศูนย์ โดยเฉพาะตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก

การทดสอบนี้ใช้กับข้อมูลที่มีการวัดระดับอันดับขึ้นไปและตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ประชากรมีการแจกแจง...

H_1 : ประชากรไม่มีการแจกแจง...

หรือ $H_0 : F_0(X) = S_n(X)$

$H_1 : F_0(X) \neq S_n(X)$

โดยที่ $F_0(X)$ เป็นความถี่สัมพัทธ์สะสมจากการสังเกต

$S_n(X)$ เป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมภายใต้สมมติฐาน H_0 หรือความถี่สัมพัทธ์สะสมที่คาดหมาย

หากตัวอย่างมีการแจกแจงดังที่คาดไว้ในสมมติฐาน H_0 แล้ว แสดงว่าผลต่างระหว่าง $F_0(X)$ และ $S_n(X)$ ควรมีค่าน้อย ซึ่งการทดสอบนี้เป็นการทดสอบสองด้านโดยที่มีค่าสถิติการทดสอบ

$$D = max|F_0(X) - S_n(X)| \tag{2.10}$$

ค่าวิกฤต D ที่ขนาดตัวอย่าง n และระดับนัยสำคัญที่กำหนด และจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อค่า D ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต D ซึ่งหมายความว่าข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงดังที่คาดไว้ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

2) การทดสอบรัน

การทดสอบรันหรือการทดสอบของวอลด์วูลฟอวิทซ์ (Wald-Wolfowitz run test) ใช้สำหรับการทดสอบความสุ่ม (randomness) ของการจัดเรียงของข้อมูล ถ้าปรากฏว่าข้อมูลมีการจัดเรียงอย่างสุ่มแสดงว่าสมาชิกแต่ละตัวของประชากรมีโอกาสถูกเลือกหรือเกิดเท่า ๆ กัน ดังนั้นจึงสามารถทดสอบว่าตัวอย่างที่ได้จากประชากรได้มาอย่างสุ่มหรือไม่ ในการทดสอบได้อาศัยจำนวนรัน (run) โดยรันหนึ่ง ๆ หมายถึง อนุกรมของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้เหมือนกันซึ่งอาจจะตามหรือนำสัญลักษณ์อื่น หรือไม่มีสัญลักษณ์อื่นตามหรือนำ เช่น

	a	b	aa	b	a	bbb	a
รันที่	1	2	3	4	5	6	7

จำนวนรัน $r = 7$

ถ้าปรากฏว่าจำนวนรันมีมากหรือน้อยเกินไปแสดงว่าการจัดเรียงของข้อมูลไม่เป็นไปอย่างสุ่ม เช่น

$a\ b\ a\ b\ a\ b\ a\ b\ a\ b$ จำนวนรัน $r = 10$

$a\ a\ a\ a\ a\ b\ b\ b\ b\ b$ จำนวนรัน $r = 2$

การทดสอบนี้ใช้กับข้อมูลที่มีการวัดระดับจำแนกประเภทขึ้นไปและตัวอย่างส่วนเดียวที่แบ่งเป็น 2 ลักษณะ (dichotomy)

โดยให้ n_1 เป็นจำนวนสมาชิกของลักษณะที่ 1

n_2 เป็นจำนวนสมาชิกของลักษณะที่ 2

และ $n_1 + n_2 = n$ = ขนาดของตัวอย่าง

สมมติฐานการทดสอบ คือ

H_0 : ข้อมูลมีการจัดเรียงอย่างสุ่ม

H_1 : ข้อมูลไม่ได้มีการจัดเรียงอย่างสุ่ม

ค่าวิกฤตจำนวนรัน r ถ้า r ที่สังเกตได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤต หรือมากกว่าค่าวิกฤตในตาราง แสดงว่า สามารถปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในกรณีที่ตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ $n_1 > 20$ และ $n_2 > 20$ จำนวนรัน r มีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติที่มี

ค่าเฉลี่ย $$\mu_r = \frac{2n_1n_2}{n} + 1$$

และความแปรปรวน $$\sigma_r^2 = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n)}{n^2(n-1)}$$

ดังนั้น ค่าสถิติทดสอบเป็น

$$Z = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r} \tag{2.11}$$

และ Z มีการแจกแจงใกล้เคียง $N(0, 1)$ ค่าวิกฤตเป็น ± 1.96 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าสัมบูรณ์ของสถิติการทดสอบที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.96 ; $|Z_c| \geq 1.96$

3) การทดสอบ t-test

เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยกรณีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม และการทดสอบค่าเฉลี่ยกรณีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม สามารถทำได้ทั้ง z-test และ t-test ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะ t-test กรณีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ ในการทดสอบค่าเฉลี่ยกรณีที่กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จะเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกับค่าคงที่ค่าหนึ่งที่ผู้วิจัยสนใจที่ต้องการเปรียบเทียบ ซึ่งค่าคงที่นี้อาจได้จากการกำหนดขึ้นหรือการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งการใช้สถิติทดสอบ t-test มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \tag{2.12}$$

4) การทดสอบเอฟ

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรโดยใช้ t-test สิ่งสำคัญที่พิจารณา คือ ความแปรปรวนของประชากรเท่ากันหรือไม่ หรือความเป็นเอกพันธ์ของค่าความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) และในการทดสอบว่า ความแปรปรวนของประชากรจะแตกต่างกันหรือไม่นั้น จะต้องใช้การทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติทดสอบเอฟ ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบเอฟ มีดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มที่เป็นอิสระจากกัน
2. ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

3. ข้อมูลอยู่ในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากร

ในการทดสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยกรณีกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน โดยใช้สถิติทดสอบที แบบ Pooled Variance และ Separated Variance ผู้ทดสอบต้องเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่ง จึงจำเป็นต้องทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากรด้วยการใช้สถิติทดสอบเอฟ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบเอฟ

2. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_0 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

3. กำหนด α

4. คำนวณหาค่าสถิติ F จากสูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{โดยที่} \quad S_1^2 > S_2^2$$

5. ค่า F ที่ได้จากตาราง โดยกำหนดให้เป็น F วิกฤต และ $df_1 = n_1 - 1, df_2 = n_2 - 1$

6. สรุปผลการทดสอบ

$F \geq F_{\alpha, df_1, df_2}$ จะปฏิเสธ H_0

$F < F_{\alpha, df_1, df_2}$ จะยอมรับ H_0 (อมรรัตน์ แมกไม้รักษา, 2550)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

การวิจัยพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์อนุกรมเวลา มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1 แหล่งข้อมูลและการจัดการข้อมูล

ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์การพยากรณ์ คือ สถิตินักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 ที่ได้ข้อมูลจากเว็บไซต์กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา กรมการท่องเที่ยว เป็นข้อมูลรายเดือน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 สถิตินักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์เจนกินส์

ชุดที่ 2 สถิตินักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า สำหรับทดสอบตัวแบบพยากรณ์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1) ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลสถิติเพื่อนำข้อมูลสถิติมาทำการพยากรณ์จากเว็บไซต์กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาแห่งประเทศไทย กรมการท่องเที่ยว

2) นำข้อมูลชุดที่ 1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูล หาแนวโน้มและฤดูกาล

3) วิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ มี 2 วิธีดังนี้

- วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก
- วิธีบอกซ์เจนกินส์

4) คัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี โดยทำการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ของข้อมูลชุดที่ 2 ได้ค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ ($Error: e_t = Y_t - \hat{Y}_t$) เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ($MAPE$) โดยวิธีการพยากรณ์ใด มีค่า $MAPE$ ต่ำที่สุด วิธีการพยากรณ์นั้นจะมีความเหมาะสมกับอนุกรมชุดนี้มากที่สุด

5) วินิจฉัยตัวแบบการพยากรณ์

6) พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

บทนี้เป็นผลการวิจัยเพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

4.1 ข้อมูลนักท่องที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคมปี พ.ศ.2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 เป็นระยะเวลา 96 เดือน (กรมการท่องเที่ยว, 2561)

ตารางที่ 4.1 จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

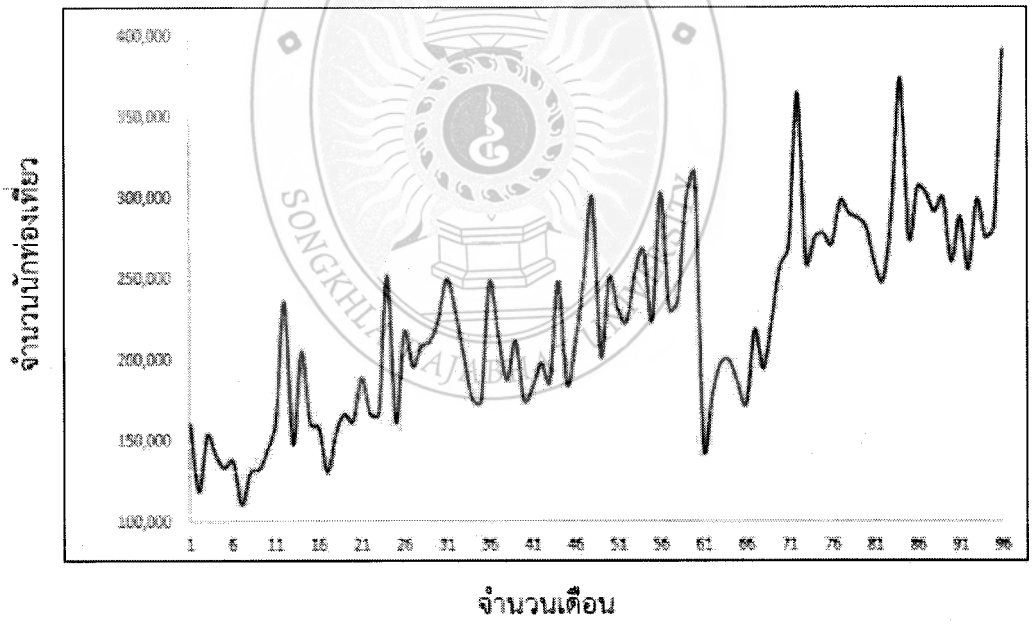
ปี พ.ศ.	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน
2552	160,214	118,428	153,458	140,622	133,073	137,288
2553	147,207	205,370	160,681	158,323	130,195	154,734
2554	160,922	217,755	195,762	208,644	211,532	225,090
2555	216,644	187,338	211,828	174,886	183,637	198,313
2556	201,981	251,084	231,210	223,479	254,412	268,026
2557	145,150	177,851	197,945	200,124	185,547	172,567
2558	259,863	275,563	278,509	271,568	298,671	290,790
2559	275,775	307,121	303,081	291,557	300,186	260,460

ปี พ.ศ.	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2552	110,354	130,343	131,597	143,860	162,240	236,336
2553	166,644	161,850	188,836	166,315	166,294	252,507
2554	250,599	230,751	201,846	175,320	173,839	248,220
2555	186,514	248,768	184,521	210,392	250,897	300,659
2556	223,680	303,738	231,529	236,655	299,596	315,707
2557	218,588	194,505	225,083	259,045	270,783	366,230

ปี พ.ศ.	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2558	288,133	282,622	260,029	249,171	293,217	375,261
2559	288,887	255,655	299,667	275,825	282,649	392,973

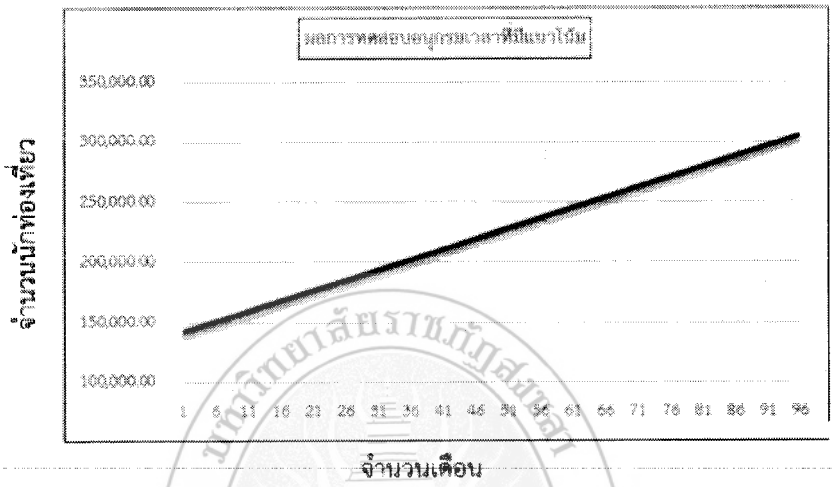
4.2 ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า ดังรูปที่ 4.1 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความแปรผันตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยมีการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันของข้อมูลในทุก ๆ 12 ค่า แสดงว่า มีจำนวนฤดูกาลเท่ากับ 12 (S = 12) ซึ่งสามารถดูรายละเอียดในภาคผนวกได้จากหัวข้อ 1. ผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม และหัวข้อ 2. ผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล



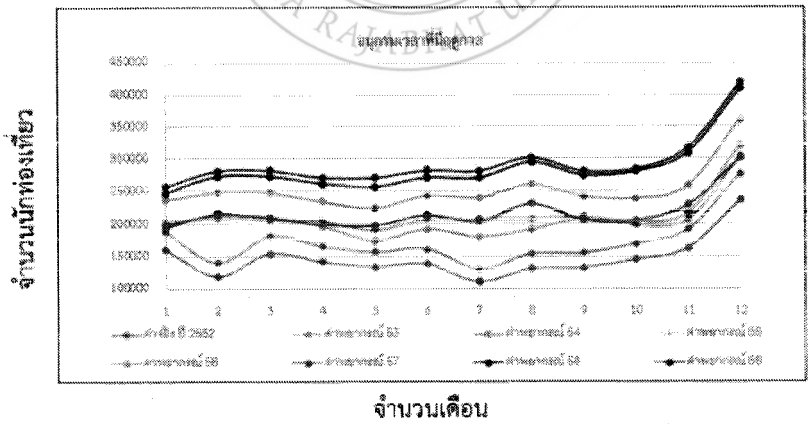
รูปที่ 4.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย พบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีแนวโน้มและมีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้น ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552-2559

และพบว่า กราฟมีความผันแปรตามฤดูกาล มีลักษณะการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ กันของทุก ๆ ปี แสดงดังรูปที่ 4.3



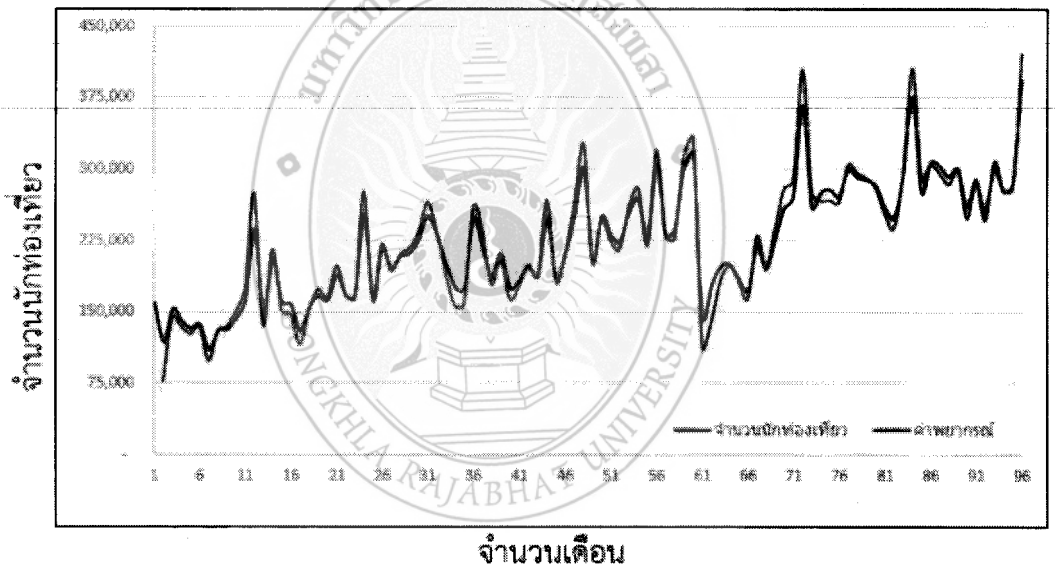
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา

4.3.1 ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

วิธีการพยากรณ์จะกำหนดค่า α, γ และ δ ซึ่งจะเป็นการปรับค่าเฉลี่ยและแนวโน้ม โดยวิธีการนี้มีความเหมาะสมเนื่องจากข้อมูลเป็นอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและความผันแปรตามฤดูกาล และสามารถหาค่าพยากรณ์โดยใช้สมการ การพยากรณ์ข้อมูลและสร้างตัวแบบจะทำได้ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.853, \gamma = 0.505$ และ $\delta = 0.3689$ (สามารถดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก หัวข้อ 3.)

จากการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก สามารถแสดงกราฟได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ของปี พ.ศ. 2552-2559

ดังนั้น สมการการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = (332,354.74 + 28,127.11m) + \hat{S}_{t+m-s} \qquad (4.1)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ณ เวลา t

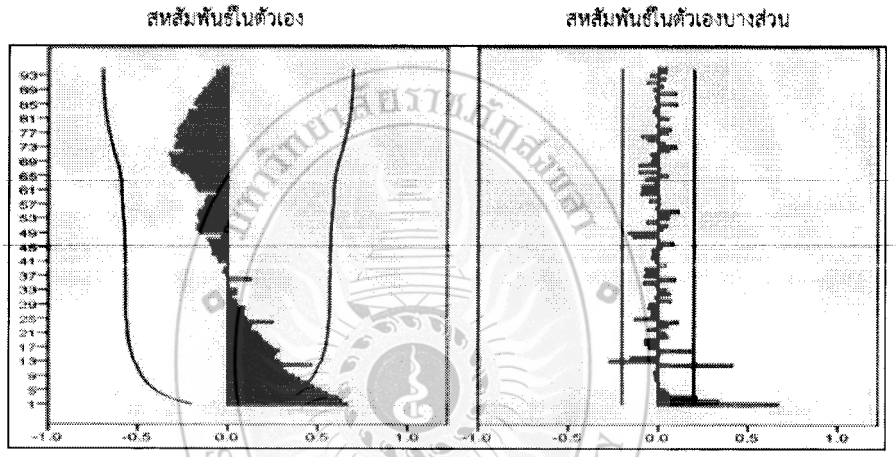
$\hat{S}_{t+m-s}$ แทน ค่าประมาณจำนวนนักท่องเที่ยว ณ เวลา t ของพารามิเตอร์

m แทน จำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดย $m = 1$

s แทน จำนวนฤดูกาล

4.3.2 ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์เจนกินส์

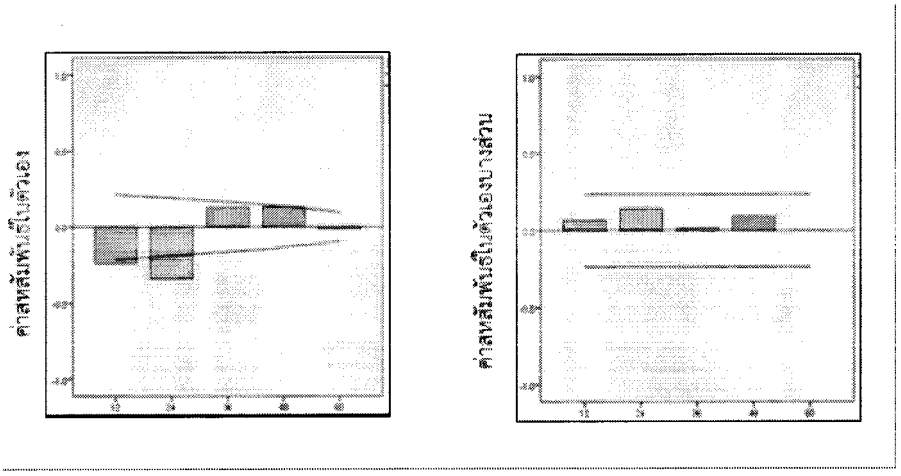
จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า ดังรูปที่ 4.1 พบว่า อนุกรมชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล จากนั้นนำข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย 96 ค่า คำนวณหรือทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (r_k) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (r_{kk}) จะได้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559

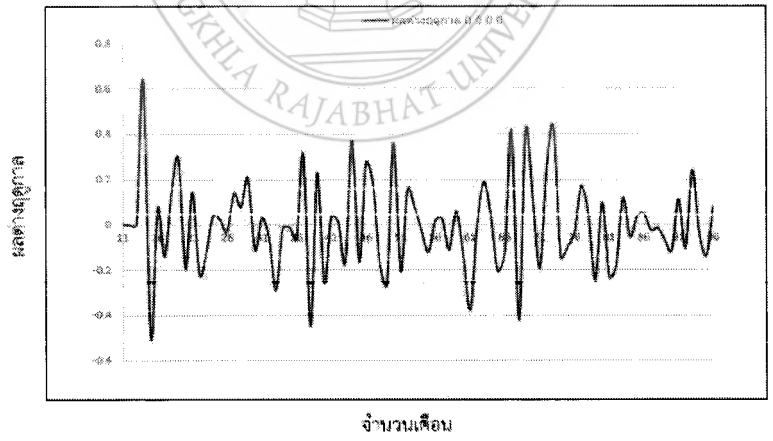
จากกราฟสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ดังรูปที่ 4.5 พบว่า อนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ยังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรของฤดูกาลอย่างชัดเจน เนื่องจากกราฟสหสัมพันธ์ในตัวเองในภาพซ้ายมือ มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบลดลง ตามเวลาที่เปลี่ยนไป และรูปที่ 4.6 สหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่างฤดูกาลจะเห็นได้ชัดเจนว่า ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ช่วงฤดูกาลที่ 12,24,36,48,60 มีค่าลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป สรุปได้ว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาลเป็นส่วนประกอบ

ก
519.55
ก๓๙๓
10 มิ.ย. 2562



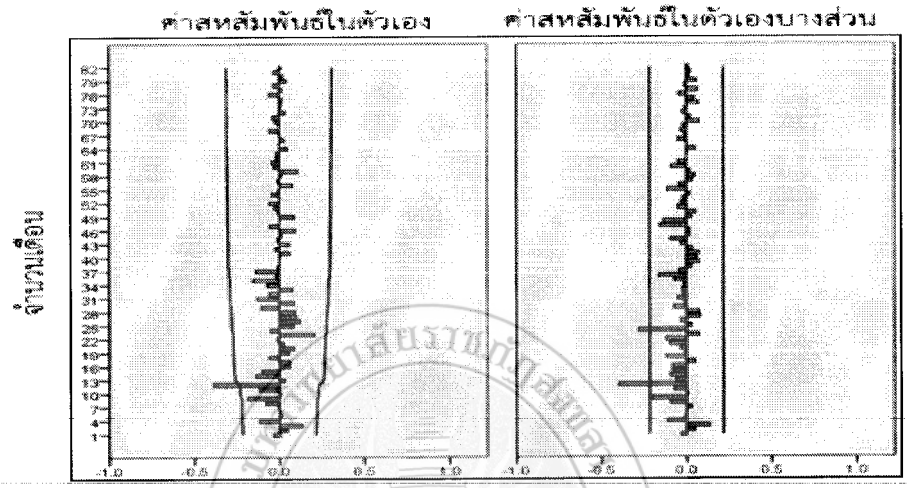
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ช่วงฤดูกาลที่ 12, 24, 36, 48, 60

ดังนั้น จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ หาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 เมื่อจำนวนฤดูกาลเท่ากับ 12 ($d = 1$, $D = 1$, $s = 12$) เพื่อให้อนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่และค่าเฉลี่ยคงที่ก่อนนำไปใช้ในการกำหนดตัวแบบที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยต่อไป และสามารถคำนวณการเคลื่อนไหวโดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ จากรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลอันดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ สามารถคำนวณได้ดังตารางในภาคผนวก (สามารถดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก ตารางที่ 5.2) และดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ

จากรูปที่ 4.7 และ รูปที่ 4.8 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว พบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า *BIC* ต่ำที่สุด และมีค่าสถิติ Ljung Box Q คือ ตัวแบบ **SARIMA**$(0,1,1)(0,1,0)_{12}$

ตารางที่ 4.2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$

ค่าประมาณพารามิเตอร์		SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	SARIMA $(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	SARIMA $(1,1,0)(0,1,1)_{12}$
ค่าคงที่ δ	ค่าประมาณ	85.614	-59.509	178.484
	$p-value$	0.893	0.980	0.848
AR(1) ϕ_1	ค่าประมาณ	-	-	-0.442
	$p-value$	-	-	0.0001
MA(1) θ_1	ค่าประมาณ	0.514	0.441	-
	$p-value$	0.0001	0.0001	-

ค่าประมาณพารามิเตอร์		SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	SARIMA $(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	SARIMA $(1,1,0)(0,1,1)_{12}$
SAR(1)	ค่าประมาณ	-	-	-
Φ_1	$p-value$	-	-	-
SMA(1)	ค่าประมาณ	0.972	-	0.890
Θ_1	$p-value$	0.517	-	0.012

ตารางที่ 4.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$

SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	*BIC*	ค่าสถิติ	$p-value$
SARIMA$(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	20.952	11.291	0.791
SARIMA$(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	20.015	10.967	0.755
SARIMA$(1,1,0)(0,1,1)_{12}$	20.986	13.949	0.603

จากค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$ พบว่า ตัวแบบ SARIMA$(0,1,1)(0,1,0)_{12}$ มีความเหมาะสมจากสมการ (2.2) สามารถเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\varepsilon_t$$

$$(1-B)(1-B^{12})Y_t = \delta + (1-\theta_1 B)\varepsilon_t$$

$$(1-B-B^{12}+B^{13})Y_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1 B\varepsilon_t$$

$$Y_t - BY_t - B^{12}Y_t + B^{13}Y_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1 B\varepsilon_t$$

$$Y_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1 B\varepsilon_t + BY_t B^{12}Y_t - B^{13}Y_t$$

$$Y_t = \delta + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13}$$

เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากตารางที่ 4.2 จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดง ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t \qquad (4.2)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ณ เวลา t

Y_t แทน ข้อมูลจริงของจำนวนนักท่องเที่ยว ณ เวลา t

ε_t แทน ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

4.4 เลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

จากการใช้ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกในสมการ (4.1) และตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์เจนกินส์ในสมการ (4.2) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูล ชุดที่ 2 คือ จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า ได้ค่าพยากรณ์และค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (*MAPE*) แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 และค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (*MAPE*)

ช่วงเวลา	จำนวนนักท่องเที่ยวจริง	วินเทอร์แบบบวก	บอกซ์เจนกินส์
มกราคม	263,253	284,219	287,254
กุมภาพันธ์	262,608	305,815	318,896
มีนาคม	302,285	304,812	315,074
เมษายน	312,730	296,905	303,690
พฤษภาคม	307,927	300,412	312,381
มิถุนายน	302,285	301,665	272,639
กรกฎาคม	242,526	304,933	300,972
สิงหาคม	277,606	314,288	267,568
กันยายน	235,654	303,649	311,330
ตุลาคม	244,999	302,834	287,160
พฤศจิกยน	251,412	325,700	293,577
ธันวาคม	365,796	399,245	403,417
	MAPE	13.59	12.75

ผลการตรวจสอบของตัวแบบพยากรณ์ พบว่า วิธีบอกซ์เจนกินส์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า *MAPE* ต่ำที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยของปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562

4.5 วินิจฉัยตัวแบบ

วินิจฉัยค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์วิธีบอกซ์เจนกินส์

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่า ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov : $D = 0.149, F = 0.139$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, การเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test : $Z = -0.0215, F = \pm 1.96$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับศูนย์ ($t = 12.502$, $F = 1.96$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ (Levene Statistic = 1.335, $F = 1.02$ และ $F = 1.69$) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.6 พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยของปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562

จากการเลือกตัวแบบที่ดีที่สุด คือ วิธีบอกซ์เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA$(0, 1, 1)(0, 1, 0)_{12}$ ซึ่งสามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยของปี พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 แสดงผลค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562

ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2561	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2562	ค่าพยากรณ์
มกราคม	298,072	มกราคม	308,230
กุมภาพันธ์	330,010	กุมภาพันธ์	340,464
มีนาคม	326,406	มีนาคม	337,078
เมษายน	315,162	เมษายน	325,974
พฤษภาคม	323,915	พฤษภาคม	334,789
มิถุนายน	284,157	มิถุนายน	295,015
กรกฎาคม	312,396	กรกฎาคม	323,160
สิงหาคม	278,820	สิงหาคม	289,412
กันยายน	322,332	กันยายน	332,674
ตุลาคม	297,834	ตุลาคม	307,848
พฤศจิกายน	303,845	พฤศจิกายน	313,453
ธันวาคม	413,201	ธันวาคม	422,325

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ดังนี้

ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์

ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า เพื่อใช้สำหรับการทดสอบตัวแบบพยากรณ์

สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและวิธีบอกซ์เจนกินส์ จะทดสอบตัวแบบการพยากรณ์ ***MAPE*** ต่ำที่สุด จากผลการวิจัย พบว่า วิธีบอกซ์เจนกินส์เป็นวิธีที่มีค่า ***MAPE*** ต่ำที่สุด โดยมีค่า ***MAPE*** ของการพยากรณ์เท่ากับ 12.75 มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยมีตัวแบบเป็น

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + \hat{Y}_{t-1} + \hat{Y}_{t-12} - \hat{Y}_{t-13} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ณ เวลา t

ε_t แทน ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

จากผลการวิจัย ยังพบอีกว่า จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ทั้งนี้เมื่อนำผลการวิจัยมาพิจารณาร่วมกับงานวิจัยของนิตินัย รุ่งจินดารัตน์ (2016) ที่ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยตัวแบบ SARIMA และงานวิจัยของ บุญหญิง สมร่าง (2014) ที่ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบอกซ์เจนกินส์และวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก โดยผลการศึกษาพบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยขึ้นอยู่กับฤดูกาล ซึ่งตัวแบบ SARIMA สามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียและนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องในการเลือกตัวแบบ SARIMA เข้ามาใช้ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียซึ่งได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

ภาคผนวก A

1. ผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม

จากข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย สามารถทดสอบการพยากรณ์แนวโน้มจากสมการการถดถอยเชิงเส้นได้ดังนี้ เมื่อมีจำนวนข้อมูลเป็นคู่ (96 เดือน) จึงกำหนดให้ 2 เดือนที่อยู่กึ่งกลางมีค่า $x = 1$ และ $x = -1$ และ กำหนดให้ y แทน จำนวนนักท่องเที่ยว ดังนี้

เดือน	จำนวนนักท่องเที่ยว	x	x^2	xy	ค่าพยากรณ์ $(\frac{\sum Y}{n} + \frac{\sum xy}{\sum x^2}(x))$
1	160,214	-95	9025	-15,220,330	142,264.05
2	118,428	-93	8649	-11,013,804	143,980.24
3	153,458	-91	8281	-13,964,678	145,696.44
4	140,622	-89	7921	-12,515,358	147,412.63
5	133,073	-87	7569	-11,577,351	149,128.82
6	137,288	-85	7225	-11,669,480	150,845.02
7	110,354	-83	6889	-9,159,382	152,561.21
8	130,343	-81	6561	-10,557,783	154,277.41
9	131,597	-79	6241	-10,396,163	155,993.60
10	143,860	-77	5929	-11,077,220	157,709.80
11	162,240	-75	5625	-12,168,000	159,425.99
12	236,336	-73	5329	-17,252,528	161,142.18
13	147,207	-71	5041	-10,451,697	162,858.38
14	205,370	-69	4761	-14,170,530	164,574.57
15	160,681	-67	4489	-10,765,627	166,290.77
16	158,323	-65	4225	-10,290,995	168,006.96
17	130,195	-63	3969	-8,202,285	169,723.15
18	154,734	-61	3721	-9,438,774	171,439.35
19	166,644	-59	3481	-9,831,996	173,155.54
20	161,850	-57	3249	-9,225,450	174,871.74
21	188,836	-55	3025	-10,385,980	176,587.93
22	166,315	-53	2809	-8,814,695	178,304.13

เดือน	จำนวนนักท่องเที่ยว	x	x^2	xy	ค่าพยากรณ์ $(\frac{\sum Y}{n} + \frac{\sum xy}{\sum x^2}(x))$
23	166,294	-51	2601	-8,480,994	180,020.32
24	252,507	-49	2401	-12,372,843	181,736.51
25	160,922	-47	2209	-7,563,334	183,452.71
26	217,755	-45	2025	-9,798,975	185,168.90
27	195,762	-43	1849	-8,417,766	186,885.10
28	208,644	-41	1681	-8,554,404	188,601.29
29	211,532	-39	1521	-8,249,748	190,317.48
30	225,090	-37	1369	-8,328,330	192,033.68
31	250,599	-35	1225	-8,770,965	193,749.87
32	230,751	-33	1089	-7,614,783	195,466.07
33	201,846	-31	961	-6,257,226	197,182.26
34	175,320	-29	841	-5,084,280	198,898.46
35	173,839	-27	729	-4,693,653	200,614.65
36	248,220	-25	625	-6,205,500	202,330.84
37	216,644	-23	529	-4,982,812	204,047.04
38	187,338	-21	441	-3,934,098	205,763.23
39	211,828	-19	361	-4,024,732	207,479.43
40	174,886	-17	289	-2,973,062	209,195.62
41	183,637	-15	225	-2,754,555	210,911.81
42	198,313	-13	169	-2,578,069	212,628.01
43	186,514	-11	121	-2,051,654	214,344.20
44	248,768	-9	81	-2,238,912	216,060.40
45	184,521	-7	49	-1,291,647	217,776.59
46	210,392	-5	25	-1,051,960	219,492.79
47	250,897	-3	9	-752,691	221,208.98
48	300,659	-1	1	-300,659	222,925.17
49	201,981	1	1	201,981	224,641.37
50	251,084	3	9	753,252	226,357.56

เดือน	จำนวนนักท่องเที่ยว	x	x^2	xy	ค่าพยากรณ์ $(\frac{\sum Y}{n} + \frac{\sum xy}{\sum x^2}(x))$
51	231,210	5	25	1,156,050	228,073.76
52	223,479	7	49	1,564,353	229,789.95
53	254,412	9	81	2,289,708	231,506.14
54	268,026	11	121	2,948,286	233,222.34
55	223,680	13	169	2,907,840	234,938.53
56	303,738	15	225	4,556,070	236,654.73
57	231,529	17	289	3,935,993	238,370.92
58	236655	19	361	4,496,445	240,087.12
59	299,596	21	441	6,291,516	241,803.31
60	315,707	23	529	7,261,261	243,519.50
61	145,150	25	625	3,628,750	245,235.70
62	177,851	27	729	4,801,977	246,951.89
63	197,945	29	841	5,740,405	248,668.09
64	200,124	31	961	6,203,844	250,384.28
65	185,547	33	1089	6,123,051	252,100.47
66	172,567	35	1225	6,039,845	253,816.67
67	218,588	37	1369	8,087,756	255,532.86
68	194,505	39	1521	7,585,695	257,249.06
69	225,083	41	1681	9,228,403	258,965.25
70	259,045	43	1849	11,138,935	260,681.45
71	270,783	45	2025	12,185,235	262,397.64
72	366,230	47	2209	17,212,810	264,113.83
73	259,863	49	2401	12,733,287	265,830.03
74	275,563	51	2601	14,053,713	267,546.22
75	278,509	53	2809	14,760,977	269,262.42
76	271,568	55	3025	14,936,240	270,978.61
77	298,671	57	3249	17,024,247	272,694.80
78	290,790	59	3481	17,156,610	274,411.00

เดือน	จำนวนนักท่องเที่ยว	x	x^2	xy	ค่าพยากรณ์ $(\frac{\sum Y}{n} + \frac{\sum xy}{\sum x^2}(x))$
79	288,133	61	3721	17,576,113	276,127.19
80	282,622	63	3969	17,805,186	277,843.39
81	260,029	65	4225	16,901,885	279,559.58
82	249,171	67	4489	16,694,457	281,275.78
83	293,217	69	4761	20,231,973	282,991.97
84	375,261	71	5041	26,643,531	284,708.16
85	275,775	73	5329	20,131,575	286,424.36
86	307,121	75	5625	23,034,075	288,140.55
87	303,081	77	5929	23,337,237	289,856.75
88	291,557	79	6241	23,033,003	291,572.94
89	300,186	81	6561	24,315,066	293,289.13
90	260,460	83	6889	21,618,180	295,005.33
91	288,887	85	7225	24,555,395	296,721.52
92	255,655	87	7569	22,241,985	298,437.72
93	299,667	89	7921	26,670,363	300,153.91
94	275,825	91	8281	25,100,075	301,870.11
95	282,649	93	8649	26,286,357	303,586.30
96	392,973	95	9025	37,332,435	305,302.49

2. ผลการทดสอบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล

การพยากรณ์ข้อมูลที่มีฤดูกาลนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการพยากรณ์ด้วยดัชนีฤดูกาล จากข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย จะได้ตารางดัชนีฤดูกาลในแต่ละเดือนของทุกปี ดังนี้

เมื่อข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องจำเป็นต้องหาวิธีที่จะปรับค่าฤดูกาลก่อน การพยากรณ์ข้อมูลที่มีฤดูกาลนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการพยากรณ์ด้วยดัชนีฤดูกาลที่เป็นวิธีที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

1) คำนวณหาปริมาณความต้องการเฉลี่ยต่อฤดูกาล โดยนำปริมาณความต้องการทั้งหมดหารจำนวนฤดูกาล

2) นำปริมาณความต้องการจริงต่อฤดูกาลหารด้วยปริมาณความต้องการเฉลี่ย ที่ได้จากข้อ 1. จะได้ดัชนีฤดูกาล (Seasonal Factor) ของแต่ละฤดูกาลในช่วงเวลาหนึ่งปี

3) คำนวณหาดัชนีฤดูกาลเฉลี่ยของแต่ละฤดูกาลโดยใช้ผลลัพธ์จากข้อ 2. โดยรวมดัชนีฤดูกาลทั้งหมดในช่วงเวลาที่ตรงกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล

4) ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการในฤดูกาลถัดไป จะสามารถทำได้โดยหาจำนวนปริมาณความต้องการจริงเฉลี่ยต่อฤดูกาลในปีถัดไป ซึ่งสามารถเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นที่เหมาะกับข้อมูลที่ศึกษา จากนั้นให้หารปริมาณความต้องการต่อปีนั้นด้วยจำนวนฤดูกาล แล้วจึงนำปริมาณความต้องการต่อปีเฉลี่ยนั้นคูณด้วยดัชนีฤดูกาล ก็จะได้ค่าพยากรณ์ในฤดูกาลถัดไป

จากข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย จะได้ตารางค่าดัชนี ฤดูกาล (Average Seasonal factor) ในแต่ละเดือนของทุกปีดังนี้

เดือน	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
มกราคม	1.09	0.86	0.77	1.02	0.80	0.67	0.91	0.94
กุมภาพันธ์	0.81	1.20	1.05	0.88	0.99	0.82	0.97	1.04
มีนาคม	1.05	0.94	0.94	1.00	0.91	0.91	0.98	1.03
เมษายน	0.96	0.92	1.00	0.82	0.88	0.92	0.95	0.99
พฤษภาคม	0.91	0.76	1.02	0.86	1.00	0.85	1.05	1.02
มิถุนายน	0.94	0.90	1.08	0.93	1.06	0.79	1.02	0.88
กรกฎาคม	0.75	0.97	1.20	0.88	0.88	1.00	1.01	0.98
สิงหาคม	0.89	0.94	1.11	1.17	1.20	0.89	0.99	0.87
กันยายน	0.90	1.10	0.97	0.87	0.91	1.03	0.91	1.02
ตุลาคม	0.98	0.97	0.84	0.99	0.93	1.19	0.87	0.94
พฤศจิกายน	1.11	0.97	0.83	1.18	1.18	1.24	1.03	0.96
ธันวาคม	1.61	1.47	1.19	1.41	1.25	1.68	1.32	1.33

ดังนั้น จึงได้ค่าพยากรณ์ในแต่ละปีของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ได้ดังนี้

เดือน	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
มกราคม	187661.36	203322.62	193283.96	237063.90	197695.04	247495.12	257303.16
กุมภาพันธ์	138716.71	208919.75	216450.51	249026.88	214359.01	272825.00	282030.11
มีนาคม	179747.94	206698.85	207448.19	248277.75	210428.18	272921.02	282549.51
เมษายน	164712.92	196138.30	204642.38	234777.26	199817.93	261814.50	271698.96
พฤษภาคม	155870.65	173690.99	190337.11	224608.66	198143.64	256804.36	271262.78
มิถุนายน	160807.75	191588.05	207143.88	243983.51	213803.61	271065.10	282718.42
กรกฎาคม	129259.50	179664.26	207709.67	240976.93	204114.70	270536.00	281858.46
สิงหาคม	152672.95	190969.46	208650.41	260345.79	231190.51	294834.35	302544.82
กันยายน	154141.78	208246.44	210574.14	242941.43	206814.32	274900.92	281576.15
ตุลาคม	168505.64	203293.65	198167.44	239563.55	205373.08	280742.29	285143.37
พฤศจิกายน	190034.45	216352.58	206557.48	259110.67	229629.48	309783.46	317334.11
ธันวาคม	276824.34	321395.06	303431.82	360420.68	302048.50	409674.89	417816.15

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.853, \gamma = 0.505, \delta = 0.3689$

เมื่อ $t = 2$ $\quad a_2 = Y_2 = 118428$

$$b_2 = Y_2 - Y_1 = 118,428 - 160,214 = -41786$$

$$\hat{S}_2 = \frac{Y_2}{a_2} = \frac{118,428}{118428} = 1$$

เมื่อ $t = 3$ $\quad a_2 = \alpha Y_3 + (1-\alpha)(a_2 + b_2)$

$$= 0.853(153,458) + (1\text{-}0.853)(118,428+(-41786))$$

$$= 142,166.05$$

$$b_3 = \gamma(a_3 - a_2) + (1-\gamma)b_2$$

$$= 0.505(142,166.05\text{-}118,428) + (1\text{-}0.505)(-41,786)$$

$$= -8,696.36$$

เมื่อ $t = 3$ $\hat{S}_3 = Y_t - a_t$

$= 153,458 - 142,166.05$

$= 11,291.95$

เมื่อ $t = 4$ $a_4 = \alpha Y_4 + (1 - \alpha)(a_3 + b_3)$

$= 0.853(140,622)+(1-0.853)(142,166.05+(-8,696.36))$

$= 139,570.61$

$b_4 = \gamma(a_4 - a_3) + (1 - \gamma)b_3$

$= 0.505(139,571-142,166.05)+(1-0.505)(-8,696.36)$

$= -5,615.39$

$\hat{S}_4 = Y_t - a_t$

$= 140,622-139,570.61$

$= 1,051.39$

$\vdots$

เมื่อ $t = 15$ $a_{15} = \alpha(Y_{15} - \hat{S}_{15-12}) + (1 - \alpha)(a_{14} + b_{14})$

$= 0.853(160,681-11,291.95)+(1-0.853)(197,691.89+10,833.36)$

$= 158,082.07$

$b_{15} = \gamma(a_{15} - a_{14}) + (1 - \gamma)b_{14}$

$= 0.505(158,082.07-197,691.89)+(1-0.505)(10,833.36)$

$= -14,640.44$

$\hat{S}_{15} = \delta(Y_{15} - a_{15}) + (1 - \delta)\hat{S}_{15-12}$

$= 0.3689(160,681-158,082.07)+(1-0.3689)11,291.95$

$= 8,085.10$

$\vdots$

จะได้ตารางการคำนวณการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก ดังนี้

Y_t	จำนวนนักท่องเที่ยว	α	γ	δ	a_t	b_t	$\hat{S}_t$	ค่าพยากรณ์
1	160,214	0.853	0.505	0.3689	-	-	-	-
2	118,428	0.853	0.505	0.3689	118,428	-41,786	1	76,643
3	153,458	0.853	0.505	0.3689	142,166.05	-8,696.36	11,291.95	144,762
4	140,622	0.853	0.505	0.3689	139,571	-5,615.39	1,051.39	135,007

Y_t	จำนวนนักท่องเที่ยว	α	γ	δ	a_t	b_t	$\hat{S}_t$	ค่าพยากรณ์
5	133,073	0.853	0.505	0.3689	133,203	-5,995.42	-129.69	127,078
6	137,288	0.853	0.505	0.3689	135,806	-1,652.99	1,481.87	135,635
7	110,354	0.853	0.505	0.3689	113,852	11,904.83	-3,498.47	98,449
9	130,343	0.853	0.505	0.3689	126,169	326.90	4,174.12	130,670
9	131,597	0.853	0.505	0.3689	130,847	2,524.32	749.88	134,121
10	143,860	0.853	0.505	0.3689	142,318	7,042.43	1,541.82	150,902
11	162,240	0.853	0.505	0.3689	160,347	12,590.42	1,893.27	174,830
12	236,336	0.853	0.505	0.3689	227,016	39,900.42	9,319.63	276,236
13	147,207	0.853	0.505	0.3689	164,804	-11,666.36	-17,597.34	135,541
14	205,370	0.853	0.505	0.3689	197,692	10,833.36	7,678.11	216,203
15	160,681	0.853	0.505	0.3689	158,082.07	-14,640.44	2,598.93	146,041
16	158,323	0.853	0.505	0.3689	155,238.60	-8,682.97	3,084.40	149,640
17	130,195	0.853	0.505	0.3689	132,710.64	-15,674.69	-2,515.64	114,520
18	154,734	0.853	0.505	0.3689	147,928.35	-74.03	6,805.65	154,660
19	166,644	0.853	0.505	0.3689	166,866.12	9,526.93	-222.12	176,171
20	161,850	0.853	0.505	0.3689	160,427.31	1,464.23	1,422.69	163,314
21	188,836	0.853	0.505	0.3689	184,235.52	12,747.94	4,600.48	201,584
22	166,315	0.853	0.505	0.3689	169,508.09	-1,127.12	-3,193.09	165,188
23	166,294	0.853	0.505	0.3689	164,985.83	-2,841.67	1,308.17	163,452
24	252,507	0.853	0.505	0.3689	231,274.02	32,068.91	21,232.98	284,576
25	160,922	0.853	0.505	0.3689	190,988.41	-4,470.12	-30,066.41	156,452
26	217,755	0.853	0.505	0.3689	206,613.78	5,678.10	11,141.22	223,433
27	195,762	0.853	0.505	0.3689	195,975.01	-2,561.92	-213.01	193,200
28	208,644	0.853	0.505	0.3689	203,774.06	2,670.37	4,869.94	211,314
29	211,532	0.853	0.505	0.3689	212,929.97	5,945.57	-1,397.97	217,478
30	225,090	0.853	0.505	0.3689	218,371.26	5,690.91	6,718.74	230,781
31	250,599	0.853	0.505	0.3689	246,887.55	17,217.73	3,711.45	267,817
32	230,751	0.853	0.505	0.3689	234,440.52	2,237.03	-3,689.52	232,988

Y_t	จำนวนนักท่องเที่ยว	α	γ	δ	a_t	b_t	$\hat{S}_t$	ค่าพยากรณ์
33	201,846	0.853	0.505	0.3689	203,042.02	-14,748.91	-1,196.02	187,097
34	175,320	0.853	0.505	0.3689	179,950.76	-18,961.80	-4,630.76	156,358
35	173,839	0.853	0.505	0.3689	170,834.17	13,989.97	3,004.83	159,849
36	248,220	0.853	0.505	0.3689	216,676.02	16,225.10	31,543.98	264,445
37	216,644	0.853	0.505	0.3689	244,680.44	22,173.66	-28,036.44	238,818
38	187,338	0.853	0.505	0.3689	189,523.40	-16,878.34	-2,185.40	170,460
39	211,828	0.853	0.505	0.3689	206,249.80	92.05	5,578.20	211,920
40	174,886	0.853	0.505	0.3689	175,355.96	-15,555.83	-469.96	159,330
41	183,637	0.853	0.505	0.3689	181,325.44	-4,685.54	2,311.56	178,951
42	198,313	0.853	0.505	0.3689	189,395.97	1,756.27	8,917.03	200,069
43	186,514	0.853	0.505	0.3689	184,029.95	-1,840.48	2,484.05	184,674
44	248,768	0.853	0.505	0.3689	242,128.12	28,428.53	6,639.88	277,197
45	184,521	0.853	0.505	0.3689	198,188.45	-8,117.41	-13,667.45	176,404
46	210,392	0.853	0.505	0.3689	211,354.85	2,630.92	-962.85	213,023
47	250,897	0.853	0.505	0.3689	242,907.93	17,236.61	7,989.07	268,134
48	300,659	0.853	0.505	0.3689	267,796.36	21,100.78	32,862.64	321,760
49	201,981	0.853	0.505	0.3689	238,672.76	-4,262.53	-36,691.76	197,718
50	251,084	0.853	0.505	0.3689	250,497.10	3,861.34	586.90	254,945
51	231,210	0.853	0.505	0.3689	229,854.62	-8,513.09	1,355.38	222,697
52	223,479	0.853	0.505	0.3689	223,565.66	-7,389.90	-86.66	216,089
53	254,412	0.853	0.505	0.3689	246,819.52	8,085.19	7,592.48	262,497
54	268,026	0.853	0.505	0.3689	258,490.94	9,896.24	9,535.06	277,922
55	223,680	0.853	0.505	0.3689	228,133.06	-10,432.09	-4,453.06	213,248
56	303,738	0.853	0.505	0.3689	285,426.74	23,769.42	18,311.26	327,507
57	231,529	0.853	0.505	0.3689	254,604.41	-3,799.41	-23,075.41	227,730
58	236655	0.853	0.505	0.3689	239,556.36	-9,479.97	-2,901.36	227,175
59	299,596	0.853	0.505	0.3689	282,561.94	17,025.23	17,034.06	316,621
60	315,707	0.853	0.505	0.3689	285,305.55	9,813.01	30,401.45	325,520

Y_t	จำนวนนักท่องเที่ยว	α	γ	δ	a_t	b_t	$\hat{S}_t$	ค่าพยากรณ์
61	145,150	0.853	0.505	0.3689	198,493.45	-38,982.67	-53,343.45	106,167
62	177,851	0.853	0.505	0.3689	174,654.37	-31,335.16	3,196.63	146,516
63	197,945	0.853	0.505	0.3689	188,758.87	-8,388.13	9,186.13	189,557
64	200,124	0.853	0.505	0.3689	197,294.19	158.22	2,829.81	200,282
65	185,547	0.853	0.505	0.3689	180,820.71	-8,240.79	4,726.29	177,306
66	172,567	0.853	0.505	0.3689	164,435.49	-12,353.73	8,131.51	160,213
67	218,588	0.853	0.505	0.3689	212,610.05	18,213.06	5,977.95	236,801
68	194,505	0.853	0.505	0.3689	184,224.25	-5,319.36	10,280.75	189,186
69	225,083	0.853	0.505	0.3689	237,978.14	24,512.63	-12,895.14	249,596
70	259,045	0.853	0.505	0.3689	262,026.39	24,278.12	-2,981.39	283,323
71	270,783	0.853	0.505	0.3689	258,534.61	10,254.32	12,248.39	281,037
72	366,230	0.853	0.505	0.3689	325,973.73	39,132.64	40,256.27	405,363
73	259,863	0.853	0.505	0.3689	320,835.74	16,775.97	-60,972.74	276,639
74	275,563	0.853	0.505	0.3689	281,957.43	-11,329.44	-6,394.43	264,234
75	278,509	0.853	0.505	0.3689	269,514.72	-11,891.64	8,994.28	266,617
76	271,568	0.853	0.505	0.3689	267,104.27	-7,103.64	4,463.73	264,464
77	298,671	0.853	0.505	0.3689	288,954.93	7,518.28	9,716.07	306,189
78	290,790	0.853	0.505	0.3689	284,689.25	1,567.38	6,100.75	292,357
79	288,133	0.853	0.505	0.3689	282,757.98	-199.44	5,375.02	287,934
80	282,622	0.853	0.505	0.3689	273,843.19	-4,600.69	8,778.81	278,021
81	260,029	0.853	0.505	0.3689	272,382.94	-3,014.77	-12,353.94	257,014
82	249,171	0.853	0.505	0.3689	254,683.11	-10,430.72	-5,512.11	238,740
83	293,217	0.853	0.505	0.3689	275,571.32	5,385.34	17,645.68	298,602
84	375,261	0.853	0.505	0.3689	327,059.66	28,667.35	48,201.34	403,928
85	275,775	0.853	0.505	0.3689	339,537.69	20,491.74	-63,762.69	296,267
86	307,121	0.853	0.505	0.3689	320,352.99	455.14	-13,231.99	307,576
87	303,081	0.853	0.505	0.3689	298,014.77	-11,055.51	5,066.23	292,025
88	291,557	0.853	0.505	0.3689	287,073.57	-10,997.78	4,483.43	280,559

Y_t	จำนวนนักท่องเที่ยว	α	γ	δ	a_t	b_t	$\hat{S}_t$	ค่าพยากรณ์
89	300,186	0.853	0.505	0.3689	288,353.99	-4,797.29	11,832.01	295,389
90	260,460	0.853	0.505	0.3689	258,651.28	-17,374.53	1,808.72	243,085
91	288,887	0.853	0.505	0.3689	277,303.40	818.93	11,583.60	289,706
92	255,655	0.853	0.505	0.3689	251,469.38	-12,640.81	4,185.62	243,014
93	299,667	0.853	0.505	0.3689	301,261.66	18,887.90	-1,594.66	318,555
94	275,825	0.853	0.505	0.3689	287,042.54	2,168.86	-11,217.54	277,994
95	282,649	0.853	0.505	0.3689	268,561.91	-8,259.13	14,087.09	274,390
96	392,973	0.853	0.505	0.3689	332,354.74	28,127.11	60,618.26	421,100

ตารางที่ 5.1 แสดงผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบออโต (r_k)

r_k		r_k		r_k		r_k	
r_1	0.668	r_25	0.100	r_49	-0.152	r_73	-0.297
r_2	0.633	r_26	0.085	r_50	-0.168	r_74	-286
r_3	0.611	r_{27}	0.085	r_{51}	-0.167	r_{75}	-0.272
r_4	0.550	r_{28}	0.091	r_{52}	-0.153	r_{76}	-0.291
r_5	0.515	r_{29}	0.048	r_{53}	-0.160	r_{77}	-0.273
r_6	0.473	r_{30}	0.046	r_{54}	-0.166	r_{78}	-0.275
r_7	0.439	r_{31}	0.016	r_{55}	-0.159	r_{79}	-0.260
r_8	0.399	r_{32}	0.046	r_{56}	-0.136	r_{80}	-0.243
r_9	0.364	r_{33}	0.047	r_{57}	-0.121	r_{81}	-0.225
r_{10}	0.327	r_{34}	0.006	r_{58}	-0.123	r_{82}	-0.219
r_{11}	0.299	r_{35}	-0.001	r_{59}	-0.110	r_{83}	-0.215
r_{12}	0.467	r_{36}	0.127	r_{60}	-0.057	r_{84}	-0.162
r_{13}	0.283	r_{37}	-0.004	r_{61}	-0.166	r_{85}	-0.185
r_{14}	0.248	r_{38}	-0.022	r_{62}	-0.178	r_{86}	-0.177
r_{15}	0.264	r_{39}	-0.017	r_{63}	-0.177	r_{87}	-0.163
r_{16}	0.283	r_{40}	0.003	r_{64}	-0.199	r_{88}	-0.143

r_k		r_k		r_k		r_k	
r_{17}	0.242	r_{41}	-0.046	r_{65}	-0.211	r_{89}	-0.134
r_{18}	0.218	r_{42}	-0.054	r_{66}	-0.260	r_{90}	-0.106
r_{19}	0.192	r_{43}	-0.083	r_{67}	-0.281	r_{91}	-0.097
r_{20}	0.183	r_{44}	-0.081	r_{68}	-0.306	r_{92}	-0.082
r_{21}	0.162	r_{45}	-0.084	r_{69}	-0.309	r_{93}	-0.061
r_{22}	0.121	r_{46}	-0.095	r_{70}	-0.311	r_{94}	-0.062
r_{23}	0.127	r_{47}	-0.108	r_{71}	-0.323	r_{95}	-0.031
r_{24}	0.250	r_{48}	-0.030	r_{72}	-0.239	r_{96}	-

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการเคลื่อนไหวจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศ-ไทย โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ

เดือน	Y_t	lnY_t	ผลต่าง	ผลต่างฤดูกาล
1	160,214	11.98	-	-
2	118,428	11.68	-0.30	-
3	153,458	11.94	0.26	-
4	140,622	11.85	-0.09	-
5	133,073	11.80	-0.06	-
6	137,288	11.83	0.03	-
7	110,354	11.61	-0.22	-
8	130,343	11.78	0.17	-
9	131,597	11.79	0.01	-
10	143,860	11.88	0.09	-
11	162,240	12.00	0.12	-
12	236,336	12.37	0.38	-
13	147,207	11.90	-0.47	-
14	205,370	12.23	0.33	0.64
15	160,681	11.99	-0.25	-0.50

เดือน	Y_t	lnY_t	ผลต่าง	ผลต่างฤดูกาล
16	158,323	11.97	-0.01	0.07
17	130,195	11.78	-0.20	-0.14
18	154,734	11.95	0.17	0.14
19	166,644	12.02	0.07	0.29
20	161,850	11.99	-0.03	-0.20
21	188,836	12.15	0.15	0.14
22	166,315	12.02	-0.13	-0.22
23	166,294	12.02	0.00	-0.12
24	252,507	12.44	0.42	0.04
25	160,922	11.99	-0.45	0.02
26	217,755	12.29	0.30	-0.03
27	195,762	12.18	-0.11	0.14
28	208,644	12.25	0.06	0.08
29	211,532	12.26	0.01	0.21
30	225,090	12.32	0.06	-0.11
31	250,599	12.43	0.11	0.03
32	230,751	12.35	-0.08	-0.05
33	201,846	12.22	-0.13	-0.29
34	175,320	12.07	-0.14	-0.01
35	173,839	12.07	-0.01	-0.01
36	248,220	12.42	0.36	-0.06
37	216,644	12.29	-0.14	0.31
38	187,338	12.14	-0.15	-0.45
39	211,828	12.26	0.12	0.23
40	174,886	12.07	-0.19	-0.26
41	183,637	12.12	0.05	0.04
42	198,313	12.20	0.08	0.01
43	186,514	12.14	-0.06	-0.17

เดือน	Y_t	lnY_t	ผลต่าง	ผลต่างฤดูกาล
44	248,768	12.42	0.29	0.37
45	184,521	12.13	-0.30	-0.16
46	210,392	12.26	0.13	0.27
47	250,897	12.43	0.18	0.18
48	300,659	12.61	0.18	-0.18
49	201,981	12.22	-0.40	-0.26
50	251,084	12.43	0.22	0.36
51	231,210	12.35	-0.08	-0.21
52	223,479	12.32	-0.03	0.16
53	254,412	12.45	0.13	0.08
54	268,026	12.50	0.05	-0.02
55	223,680	12.32	-0.18	-0.12
56	303,738	12.62	0.31	0.02
57	231,529	12.35	-0.27	0.03
58	236655	12.37	0.02	-0.11
59	299,596	12.61	0.24	0.06
60	315,707	12.66	0.05	-0.13
61	145,150	11.89	-0.78	-0.38
62	177,851	12.09	0.20	-0.01
63	197,945	12.20	0.11	0.19
64	200,124	12.21	0.01	0.04
65	185,547	12.13	-0.08	-0.21
66	172,567	12.06	-0.07	-0.12
67	218,588	12.29	0.24	0.42
68	194,505	12.18	-0.12	-0.42
69	225,083	12.32	0.15	0.42
70	259,045	12.46	0.14	0.12
71	270,783	12.51	0.04	-0.19

เดือน	Y_t	lnY_t	ผลต่าง	ผลต่างฤดูกาล
72	366,230	12.81	0.30	0.25
73	259,863	12.47	-0.34	0.43
74	275,563	12.53	0.06	-0.14
75	278,509	12.54	0.01	-0.10
76	271,568	12.51	-0.03	-0.04
77	298,671	12.61	0.10	0.17
78	290,790	12.58	-0.03	0.05
79	288,133	12.57	-0.01	-0.25
80	282,622	12.55	-0.02	0.10
81	260,029	12.47	-0.08	-0.23
82	249,171	12.43	-0.04	-0.18
83	293,217	12.59	0.16	0.12
84	375,261	12.84	0.25	-0.06
85	275,775	12.53	-0.31	0.04
86	307,121	12.63	0.11	0.05
87	303,081	12.62	-0.01	-0.02
88	291,557	12.58	-0.04	-0.01
89	300,186	12.61	0.03	-0.07
90	260,460	12.47	-0.14	-0.12
91	288,887	12.57	0.10	0.11
92	255,655	12.45	-0.12	-0.10
93	299,667	12.61	0.16	0.24
94	275,825	12.53	-0.08	-0.04
95	282,649	12.55	0.02	-0.14
96	392,973	12.88	0.33	0.08

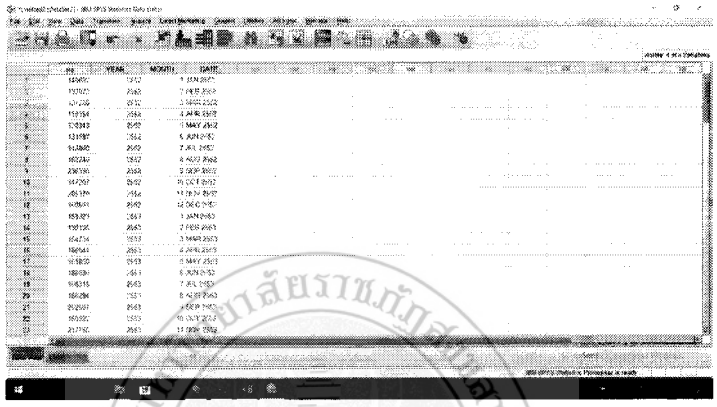
ตารางที่ 5.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบออโตโดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ

r_k		r_k		r_k		r_k	
r_1	-0.405	r_{22}	-0.174	r_{43}	0.051	r_{64}	0.074
r_2	0.028	r_{23}	0.324	r_{44}	0.001	$r65$	-0.051
r_3	0.079	r_{24}	-0.262	r_{45}	-0.015	r_{66}	0.039
r_4	-0.133	r_{25}	0.112	r_{46}	0.101	r_{67}	0.002
r_5	0.089	r_{26}	0.036	r_{47}	-0.140	r_{68}	-0.053
r_6	-0.057	r_{27}	0.005	r_{48}	0.029	r_{69}	0.028
r_7	0.075	r_{28}	0.120	r_{49}	0.066	r_{70}	-0.012
r_8	-0.039	r_{29}	-0.178	r_{50}	-0.029	r_{71}	-0.037
r_9	-0.157	r_{30}	0.131	r_{51}	0.014	r_{72}	0.042
r_{10}	0.161	r_{31}	-0.095	r_{52}	-0.076	r_{73}	-0.012
r_{11}	-0.009	r_{32}	-0.028	r_{53}	0.059	r_{74}	0.007
r_{12}	-0.299	r_{33}	0.087	r_{54}	-0.040	r_{75}	0.028
r_{13}	0.197	r_{34}	0.001	r_{55}	0.001	r_{76}	-0.065
r_{14}	-0.143	r_{35}	-0.157	r_{56}	0.061	r_{77}	0.042
r_{15}	-0.003	r_{36}	0.133	r_{57}	-0.035	r_{78}	-0.044
r_{16}	0.048	r_{37}	-0.153	r_{58}	-0.043	r_{79}	0.042
r_{17}	0.017	r_{38}	0.072	r_{59}	0.162	r_{80}	0.014
r_{18}	0.017	r_{39}	0.006	r_{60}	-0.065	r_{81}	-0.036
r_{19}	-0.070	r_{40}	-0.046	r_{61}	-0.024	r_{82}	0.014
r_{20}	0.081	r_{41}	0.078	r_{62}	0.001		
r_{21}	0.031	r_{42}	-0.078	r_{63}	-0.042		

วิธีและขั้นตอนการทำด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

1. การป้อนข้อมูล

ป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม SPSS → Data → Define Dates → Years, Months → กำหนดปีของข้อมูลและจำนวนเดือน → ok



2. วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

กด Analyze → Forecasting → Create Models. → ใส่ข้อมูลในช่อง Dependent Variables: → Method เลือก Exponential Smoothing → Criteria เลือกช่อง Seasonal: กด Winter's additive → Continue และสามารถกดเลือกกำหนดค่าที่ต้องการได้ในหน้าต่างถัดไป

ตารางสถิติ

Model Statistics

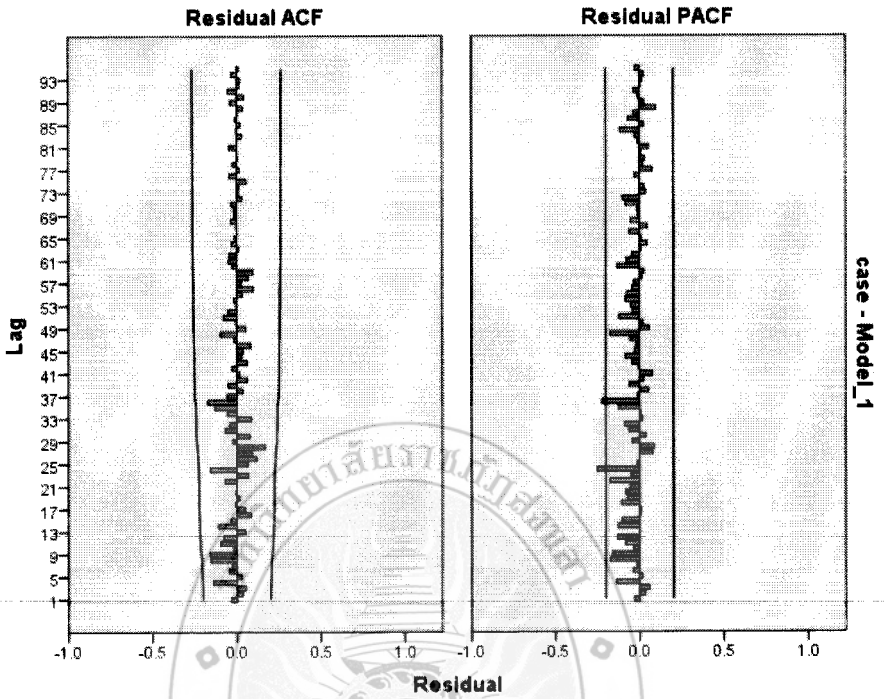
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics					Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	Statistics	DF	Sig.	
tra-Model_1	0	.591	9.210	19380.620	62.570	90820.675	13.017	15	.601	0

ตาราง Model Summary

Model Fit

Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	.591	.	.591	.591	.591	.591	.591	.591	.591	.591	.591
R-squared	.824	.	.824	.824	.824	.824	.824	.824	.824	.824	.824
RMSE	25339.174	.	25339.174	25339.174	25339.174	25339.174	25339.174	25339.174	25339.174	25339.174	25339.174
MAPE	9.210	.	9.210	9.210	9.210	9.210	9.210	9.210	9.210	9.210	9.210
MaxAPE	62.570	.	62.570	62.570	62.570	62.570	62.570	62.570	62.570	62.570	62.570
MAE	19380.620	.	19380.620	19380.620	19380.620	19380.620	19380.620	19380.620	19380.620	19380.620	19380.620
MaxAE	90820.675	.	90820.675	90820.675	90820.675	90820.675	90820.675	90820.675	90820.675	90820.675	90820.675
Normalized BIC	20.426	.	20.426	20.426	20.426	20.426	20.426	20.426	20.426	20.426	20.426

กราฟสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน



3. วิธีบอกซ์เจนกินส์

กด Analyze → Forecasting → Create Models. → ใส่ข้อมูลในช่อง Dependent Variables: → Method เลือก ARIMA → Criteria ใส่ตัวแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ เลือกใส่เลข $(0,1,1)(0,1,0)$ ในช่อง Model ตามลำดับ → Continue และสามารถกดเลือกกำหนดค่าที่ต้องการในหน้าต่างถัดไป

ตารางสถิติ

Model Statistics

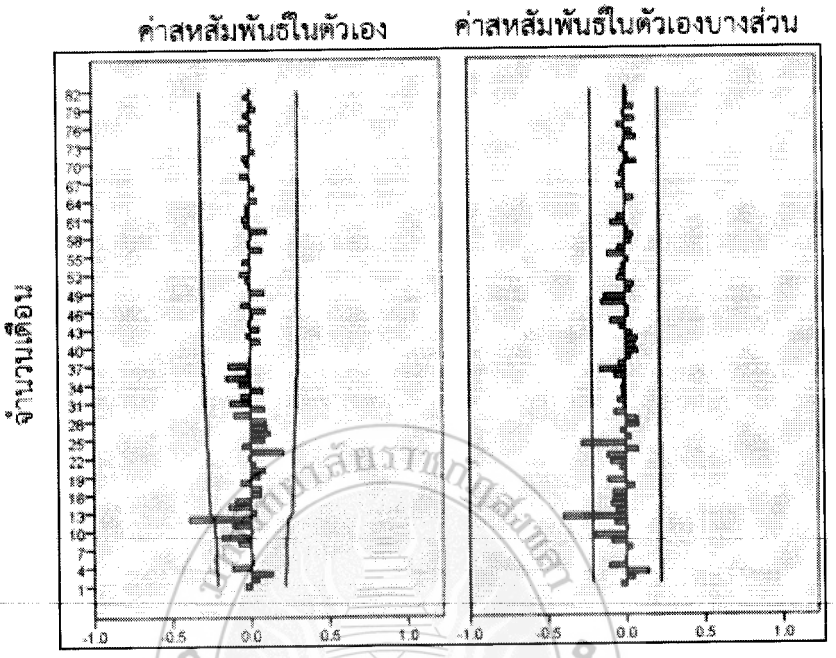
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics					Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	MAPE	MAE	MaxAPE	MaxAE	Statistics	DF	Sig.	
tra-Model_1	0	.166	13.352	29461.998	57.425	92037.886	30.976	17	.020	0

ตาราง Model Summary

Model Fit

Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	.166	.	.166	.166	.166	.166	.166	.166	.166	.166	.166
R-squared	.526	.	.526	.526	.526	.526	.526	.526	.526	.526	.526
RMSE	37764.575	.	37764.575	37764.575	37764.575	37764.575	37764.575	37764.575	37764.575	37764.575	37764.575
MAPE	13.352	.	13.352	13.352	13.352	13.352	13.352	13.352	13.352	13.352	13.352
MaxAPE	57.425	.	57.425	57.425	57.425	57.425	57.425	57.425	57.425	57.425	57.425
MAE	29461.998	.	29461.998	29461.998	29461.998	29461.998	29461.998	29461.998	29461.998	29461.998	29461.998
MaxAE	92037.886	.	92037.886	92037.886	92037.886	92037.886	92037.886	92037.886	92037.886	92037.886	92037.886
Normalized BIC	21.188	.	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188

กราฟสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน



ตารางที่ 5.4 ค่า *BIC* และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$

SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	*BIC*	ค่าสถิติ	*p − value*
SARIMA$(0,1,0)(0,1,0)_{12}$	21.379	43.693	0.001
SARIMA$(0,1,0)(0,1,1)_{12}$	21.107	26.059	0.073
SARIMA$(0,1,0)(0,1,2)_{12}$	21.165	25.691	0.059
SARIMA$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$	21.305	30.279	0.024
SARIMA$(0,1,0)(1,1,1)_{12}$	21.167	25.759	0.058
SARIMA$(0,1,0)(1,1,2)_{12}$	21.222	24.746	0.053

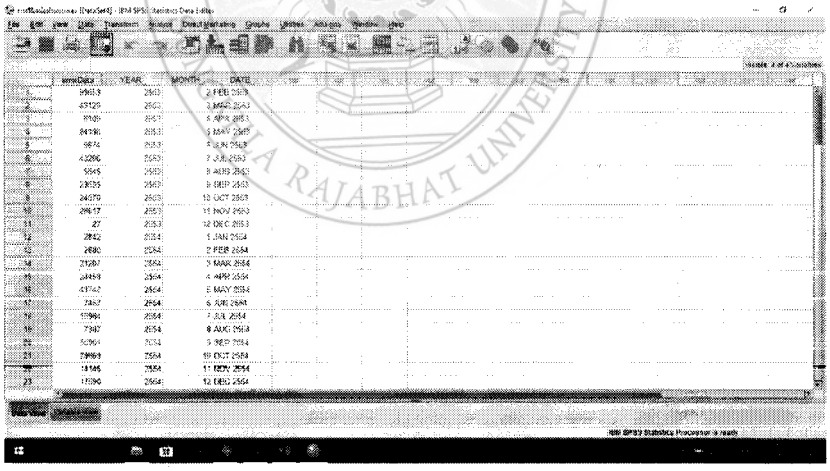
SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	*BIC*	ค่าสถิติ	$p-value$
SARIMA$(0,1,0)(2,1,0)_{12}$	21.241	23.634	0.098
SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$	21.217	24.527	0.057
SARIMA$(0,1,0)(2,1,2)_{12}$	21.287	24.552	0.039
SARIMA$(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	20.015	10.967	0.755
SARIMA$(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	20.952	11.291	0.791
SARIMA$(0,1,1)(0,1,2)_{12}$	21.250	27.414	0.052
SARIMA$(0,1,1)(1,1,0)_{12}$	21.136	12.263	0.726
SARIMA$(0,1,1)(1,1,1)_{12}$	21.016	10.972	0.755
SARIMA$(0,1,1)(1,1,2)_{12}$	21.081	11.030	0.684
SARIMA$(0,1,1)(2,1,0)_{12}$	21.114	11.858	0.690
SARIMA$(0,1,1)(2,1,1)_{12}$	21.078	11.018	0.685
SARIMA$(0,1,1)(2,1,2)_{12}$	21.147	10.980	0.613
SARIMA$(1,1,0)(0,1,0)_{12}$	21.262	28.613	0.038
SARIMA$(1,1,0)(0,1,1)_{12}$	20.986	13.949	0.603
SARIMA$(1,1,0)(0,1,2)_{12}$	21.042	13.222	0.585
SARIMA$(1,1,0)(1,1,0)_{12}$	21.169	16.135	0.444
SARIMA$(1,1,0)(1,1,1)_{12}$	21.044	13.295	0.579
SARIMA$(1,1,0)(1,1,2)_{12}$	21.106	13.075	0.521
SARIMA$(1,1,0)(2,1,0)_{12}$	21.131	12.725	0.624
SARIMA$(1,1,0)(2,1,1)_{12}$	21.102	12.977	0.528
SARIMA$(1,1,0)(2,1,2)_{12}$	21.174	13.150	0.436
SARIMA$(1,1,1)(0,1,0)_{12}$	21.307	25.877	0.056
SARIMA$(1,1,1)(0,1,1)_{12}$	21.017	11.218	0.737
SARIMA$(1,1,1)(0,1,2)_{12}$	21.079	10.731	0.707
SARIMA$(1,1,1)(1,1,0)_{12}$	21.200	11.886	0.688
SARIMA$(1,1,1)(1,1,1)_{12}$	21.081	10.703	0.709
SARIMA$(1,1,1)(1,1,2)_{12}$	21.146	10.867	0.622
SARIMA$(1,1,1)(2,1,0)_{12}$	21.177	11.494	0.647

SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	*BIC*	ค่าสถิติ	$p-value$
SARIMA$(1,1,1)(2,1,1)_{12}$	21.143	10.772	0.630
SARIMA$(1,1,1)(2,1,2)_{12}$	21.213	10.724	0.553
SARIMA$(1,1,2)(0,1,0)_{12}$	21.369	23.549	0.073
SARIMA$(1,1,2)(0,1,1)_{12}$	21.083	11.222	0.669
SARIMA$(1,1,2)(0,1,2)_{12}$	21.100	11.700	0.552
SARIMA$(1,1,2)(1,1,0)_{12}$	21.266	11.878	0.616
SARIMA$(1,1,2)(1,1,1)_{12}$	21.147	10.646	0.640
SARIMA$(1,1,2)(1,1,2)_{12}$	21.166	11.074	0.523
SARIMA$(1,1,2)(2,1,0)_{12}$	21.243	11.402	0.577
SARIMA$(1,1,2)(2,1,1)_{12}$	21.173	11.294	0.504
SARIMA$(1,1,2)(2,1,2)_{12}$	21.234	10.917	0.450
SARIMA$(2,1,0)(0,1,0)_{12}$	21.296	23.445	0.102
SARIMA$(2,1,0)(0,1,1)_{12}$	21.018	11.244	0.735
SARIMA$(2,1,0)(0,1,2)_{12}$	21.077	10.008	0.762
SARIMA$(2,1,0)(1,1,0)_{12}$	21.196	10.740	0.771
SARIMA$(2,1,0)(1,1,1)_{12}$	21.079	10.036	0.760
SARIMA$(2,1,0)(1,1,2)_{12}$	21.144	10.407	0.660
SARIMA$(2,1,0)(2,1,0)_{12}$	21.172	11.007	0.685
SARIMA$(2,1,0)(2,1,1)_{12}$	21.140	10.126	0.684
SARIMA$(2,1,0)(2,1,2)_{12}$	21.210	10.121	0.605
SARIMA$(2,1,1)(0,1,0)_{12}$	21.348	21.904	0.110
SARIMA$(2,1,1)(0,1,1)_{12}$	21.076	10.584	0.718
SARIMA$(2,1,1)(0,1,2)_{12}$	21.134	9.301	0.750
SARIMA$(2,1,1)(1,1,0)_{12}$	21.253	10.311	0.739
SARIMA$(2,1,1)(1,1,1)_{12}$	21.136	9.349	0.746
SARIMA$(2,1,1)(1,1,2)_{12}$	21.200	9.618	0.649
SARIMA$(2,1,1)(2,1,0)_{12}$	21.220	9.647	0.723
SARIMA$(2,1,1)(2,1,1)_{12}$	21.199	9.297	0.677

SARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_s$	*BIC*	ค่าสถิติ	$p-value$
SARIMA$(2,1,1)(2,1,2)_{12}$	21.266	9.390	0.586
SARIMA$(2,1,2)(0,1,0)_{12}$	21.413	20.997	0.102
SARIMA$(2,1,2)(0,1,1)_{12}$	21.138	9.972	0.696
SARIMA$(2,1,2)(0,1,2)_{12}$	21.199	9.188	0.687
SARIMA$(2,1,2)(1,1,0)_{12}$	21.303	10.636	0.641
SARIMA$(2,1,2)(1,1,1)_{12}$	21.201	9.301	0.677
SARIMA$(2,1,2)(1,1,2)_{12}$	21.263	9.362	0.588
SARIMA$(2,1,2)(2,1,0)_{12}$	21.286	9.677	0.644
SARIMA$(2,1,2)(2,1,1)_{12}$	21.264	9.274	0.597
SARIMA$(2,1,2)(2,1,2)_{12}$	21.331	9.263	0.507

4. การวินิจฉัยตัวแบบ

ป้อนข้อมูลของความคลาดเคลื่อนในโปรแกรม SPSS → Data → Define Dates → Years,Months → กำหนดปีของข้อมูลและจำนวนเดือน → ok



4.1 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ

กด Analyze → Nonparametric Test → Legacy Dialogs → 1-Sample K-S → ใส่ข้อมูลในช่อง Test Variable → กด Exact เลือก Exact → continue → กด options เลือก Descriptive → continue → ok

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		errorData
N		95
Normal Parameters[a,b]	Mean	30588.46
	Std. Deviation	23846.793
Most Extreme Differences	Absolute	.149
	Positive	.149
	Negative	-.100
Kolmogorov-Smirnov Z		1.450
Asymp. Sig. (2-tailed)		.030
Exact Sig. (2-tailed)		.027
Point Probability		.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

4.2 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ

กด Analyze → Nonparametric Test → Legacy Dialogs → Run → ใส่ข้อมูลในช่อง Test Variable → กด options เลือก Descriptive → continue → ok

Runs Test

	errorData
Test Value[a]	24070
Cases < Test Value	47
Cases >= Test Value	48
Total Cases	95
Number of Runs	47
Z	-.308
Asymp. Sig. (2-tailed)	.758

a. Median

4.3 การทดสอบค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์

กด Analyze → Compare Means → One-Sample T Test → ใส่ข้อมูลในช่อง Test Variable(s): → ok

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
errorData	95	30588.46	23846.793	2446.629

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
errorData	12.502	94	.000	30588.463	25730.62	35446.30

4.4 การทดสอบความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่

กด Analyze → Compare Means → One-Way ANOVA → ใส่ข้อมูลในช่อง Depedent List เลือกข้อมูลที่เป็นปีใส่ในช่อง fator → contrasts เลือก polynomial → continue → Post Hoc เลือก Schefte → continue → options เลือก Homogeneity of Variance test → continue → ok

Test of Homogeneity of Variances

errorData

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.335	7	87	.244

ภาคผนวก B

Proceedings

การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 4

"วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อบูรณาการท้องถิ่นอย่างยั่งยืน"

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

NSCIC 2019

7-8 กุมภาพันธ์ 2562

ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยโดยตัวแบบ SARIMA

Forecasting Malaysian Tourists to Thailand Using SARIMA Model

ทัศนีพร ทุ่ยอ้น[1], พรสินี แสงชูติ[1] และ ธีระพงศ์ คงเกื้อ[2*]

Tassaneeporn Tui-on[1], Pornsinee Sangchuti[1] and Teerapong Kongkue[2*]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาประเทศไทย และตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้าง โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์เจนกินส์ และข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีบ็อกเจนกินส์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

คำสำคัญ: การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก, วิธีบอกซ์เจนกินส์, ตัวแบบการพยากรณ์

Abstract

The objective of this research was to created the suitable forecasting model for number of Malaysion tourists traveling to Thailand and were used determining the accuracy of forecasting models. A first set of data from January, 2009 to December, 2016 consist of 96 constants were used to create the forecasting model by two types of methods which are Winter's smoothing method and Box-jenkins method. The second of data from January to December, 2017 consist of 12 constants were used for determining the accuracy of forecasting models with mean absolute percentage error (MAPE). The research found that, from the two forecasting methods, the Box-jenkins method was the most suitable the data in this research and the forecasting models is ;

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t$$

While $\hat{Y}_t$ is forecasting value at a time t.

Keyword: Winter's Smoothing Method, Box-jenkins Method, Forecasting Models

---

[1]นักศึกษา โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail address : teerapong.ko@skru.ac.th

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระดับโลก ได้แก่ การขยายตัวทางเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการตลาด ความร่วมมือระหว่างประเทศ เป็นการสร้างโอกาสให้ประเทศไทยในการขยายตลาดไปยังนักท่องเที่ยว ซึ่งมีอำนาจซื้อค่อนข้างสูง ประกอบกับแนวโน้มนักท่องเที่ยวที่สนใจการท่องเที่ยวให้ความสนใจเป็นพิเศษมีมากขึ้น เช่น การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ การท่องเที่ยวเชิงผจญภัย การท่องเที่ยวเชิงศาสนา การท่องเที่ยวเชิงกีฬา และฮันนีมูน เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีความพร้อมในโครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากรการท่องเที่ยว ที่สามารถตอบรับการท่องเที่ยวรูปแบบต่าง ๆ ได้

การท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ การส่งเสริมการท่องเที่ยวจึงเป็นการสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ ในปี 2554 มีนักท่องเที่ยวจากชาวมาเลเซียเดินทางมาประเทศไทยมากเป็นอันดับหนึ่ง จำนวน 2.47 ล้านคน ขณะที่มีนักท่องเที่ยวไทยไปมาเลเซียจำนวน 1.52 ล้านคน โดยในปี 2546 มีนักท่องเที่ยวจากมาเลเซีย 1,160,769 คน ของจำนวนนักท่องเที่ยวจากต่างชาติทั้งหมด ซึ่งตัวเลขนี้เพิ่มขึ้นจากปี 2545 นอกจากนี้จากสถิติของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย พบว่า วัตถุประสงค์ของชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยเหล่านี้ คือ เพื่อการท่องเที่ยวเป็นกลุ่มใหญ่ และมีระยะเวลาพักผ่อนอยู่ในประเทศไทย อีกอย่างอาจเป็นเพราะเดินทางสะดวกสบาย และค่าครองชีพก็ไม่สูงจนเกินไป และโดยส่วนมากแล้วนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียจะมาซื้อของและเยี่ยมชมสถานที่สำคัญ ๆ ของไทยในจังหวัดสงขลาและใกล้เคียง แหล่งช็อปปิ้งต่าง ๆ เช่น ตลาดนัดเปิดท้ายขนส่งหาดใหญ่ ตลาดกิมหยง ตลาดกรีนเวย์ และตลาดน้ำคลองแห เป็นต้น หรือสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ เช่น หาดสมิหลา สวนสาธารณะหาดใหญ่ ถ้ำเจ็ดคต ล่องแก่งวังสายหมอก และเกาะหลีเป๊ะ เป็นต้น และอีกเหตุผลที่นักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียเดินทางมาไทย เพราะว่าค่าเงินของไทยถูกกว่าประเทศมาเลเซีย ซึ่งถ้าหากคนมาเลเซียเดินทางมาประเทศไทย สามารถที่จะซื้อของจำนวนเยอะ ๆ กลับไปมาเลเซียได้ (กรมการท่องเที่ยว)

ดังนั้นจากการที่ได้ทราบผลกระทบหลาย ๆ ด้านแล้ว ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย มีผลประโยชน์เพื่อที่จะเตรียมพร้อมทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านที่พัก และด้านการท่องเที่ยว เป็นต้น จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบ็อกเจนกินส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอนุกรมเวลาที่เหมาะสมเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย
2. เพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย
3. เพื่อนำข้อมูลที่พยากรณ์ได้มาใช้สำหรับการวางแผนและรับมือทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการตลาด ด้านที่พัก และด้านการท่องเที่ยว

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การพยากรณ์ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในการวิจัยนี้ จะใช้วิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ดังนี้

1. การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกจัดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำอนุกรมเวลาจากอดีตมาวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อกำหนดตัวแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต วิธีการนี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลคงที่ กล่าวคือ ความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตาม

เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีสมการการพยากรณ์ดังนี้ (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, 2556)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t m + \hat{S}_{t+m-s}$$

หาค่า a_t, b_t และ $\hat{S}_t$ จาก

$$a_t = \begin{cases} Y_2 & ;t = 2 \\ \alpha Y_t + (1-\alpha)(\alpha_{t-1} + b_{t-1}) & ;t = 3,4,...,s+2 \\ \alpha(Y_t + \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) & ;t > s+2 \end{cases}$$

$$b_t = \begin{cases} Y_2 - Y_2 & ;t = 2 \\ \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} & ;t > 2 \end{cases}$$

$$\hat{S}_t = \begin{cases} Y_t - a_t & ;t = 2,3,...,s+2 \\ \delta(Y_t - a_t) + (1-\beta)\hat{S}_{t-s} & ;t > s+2 \end{cases}$$

เมื่อ Y_t แทน ข้อมูลจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าการพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา $t+m$

t แทน เวลา

α แทน ค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

γ แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของแนวโน้ม ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

δ แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของฤดูกาล ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

s แทนจำนวนฤดูกาล

a_t, b_t และ $\hat{S}_t$ คือ ค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกเจนกินส์

วิธีบ็อกเจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Patial Autocorrelation Function : PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ตัวแบบทั่วไปของวิธีบ็อกเจนกินส์ คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average : $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$ แสดงดังสมการดังนี้ (วรางคณา กีรติวิบูลย์, 2556)

$$\phi_p(\mathrm{B})\Phi_P(\mathrm{B}^s)(1-B)^d(1-\mathrm{B}^s)^D \mathrm{Y}_t = \delta + \theta_q(\mathrm{B})\Theta_Q(\mathrm{B}^s)\varepsilon_t$$

เมื่อ Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(\mathrm{B})\Phi_P(\mathrm{B}^s)$ แทน ค่าคงที่โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\phi_p(\mathrm{B}) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^s - ... - \phi_p B^p$ แทน ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$\Phi_P(\mathrm{B}^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - ... - \Phi_P B^{Ps}$ แทน ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลที่ P (seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

$\theta_q(\mathrm{B}) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - ... - \theta_q B^q$ แทน ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-seasonal Moving Average Operator of Order q: MA(q))

$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \ldots - \Theta_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทนจำนวนฤดูกาล

d และ D แทน ลำดับที่ของการหาผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทน ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$ และ $B^s \varepsilon_t = \varepsilon_{t-s}$

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์การสร้างตัวแบบพยากรณ์ คือจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 ที่ได้ข้อมูลจากกรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เป็นข้อมูลรายเดือน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและวิธีบอกซ์เจนกินส์
- ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 12 ค่า สำหรับทดสอบตัวแบบพยากรณ์

2. นำข้อมูลชุดที่ 1 มาวิเคราะห์หาแนวโน้มและฤดูกาล

3. วิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ มี 2 วิธี ดังนี้

3.1 สร้างตัวแบบด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

3.2 สร้างตัวแบบด้วยวิธีบอกซ์เจนกินส์

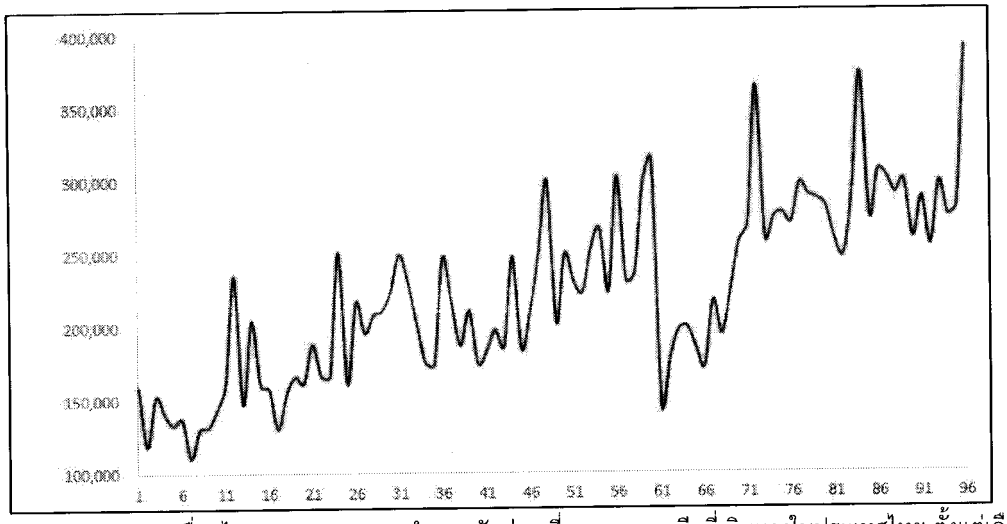
4. คัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี โดยทำการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวของข้อมูลชุดที่ 2 ได้ค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ (Error: $\varepsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t$) เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) โดยวิธีการพยากรณ์ใด มีค่า MAPE ต่ำที่สุด วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมชุดนี้มากที่สุด

5. วินิจฉัยตัวแบบพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2560

6. พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562

ผลการดำเนินการวิจัย

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 คือ จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 96 ค่า ดังภาพ 1 พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยมีการเกิดขึ้นซ้ำๆ กันของข้อมูลในทุกๆ 12 ค่า นั่นคือ มีจำนวนฤดูกาลเท่ากับ 12 ($s = 12$)



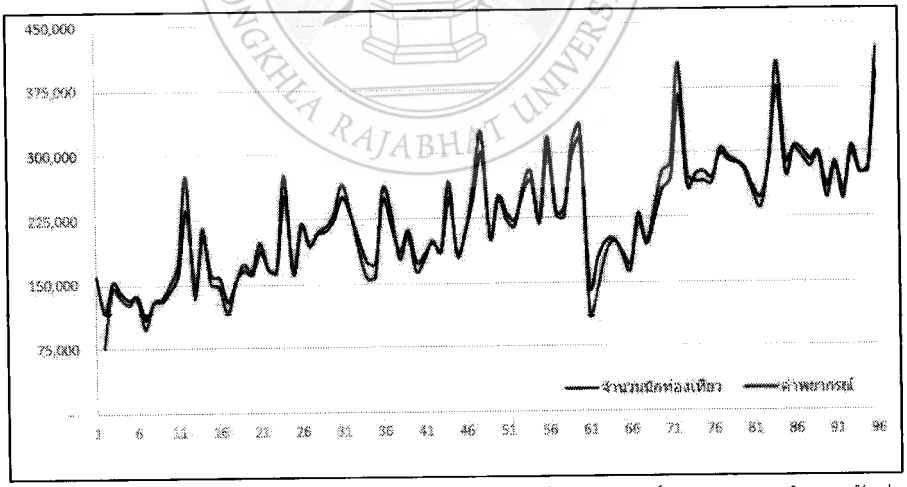
ภาพ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559

1. การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก วิธีการนี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล สามารถพยากรณ์ข้อมูลและสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต จะได้ดังนี้

เมื่อกำหนด α = 0.853, γ = 0.505, δ = 0.3689 เมื่อ s = 12

จากการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทยด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก สามารถแสดงกราฟได้ดังนี้



ภาพ 2 กราฟแสดงค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเตอร์แบบบวกของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย ของปี พ.ศ. 2552-2559

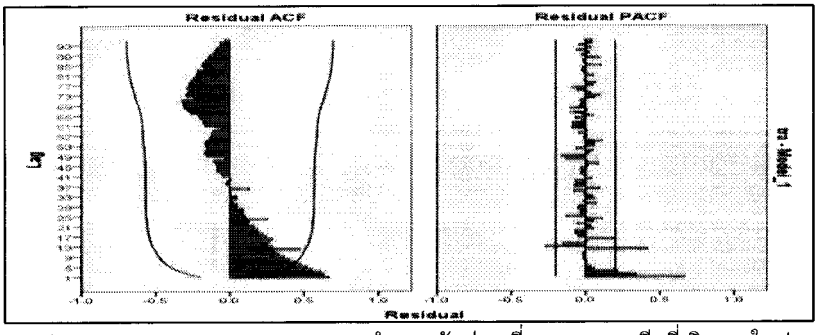
ดังนั้น สมการการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเตอร์แบบบวก คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = 352,722.59 + 37,941.81m + \hat{S}_{t+m-s}$$

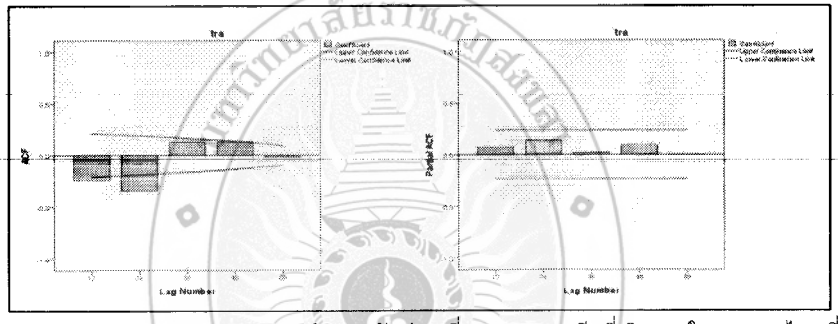
เมื่อ m แทนจำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2559 $(m = 1)$

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกเจนกินส์

จากข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย 96 ค่า นำมาคำนวณหรือทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบออโต และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนแบบออโต

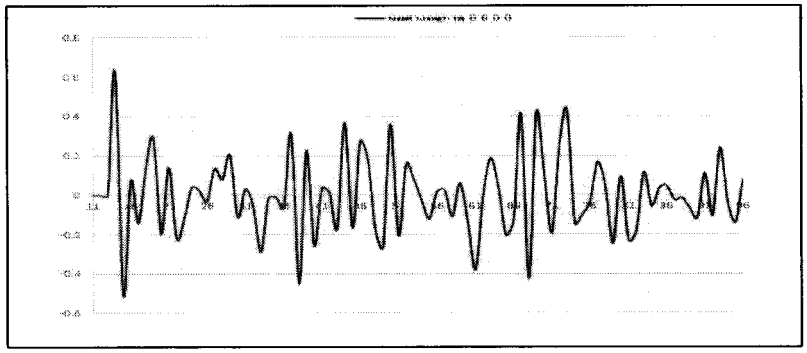


ภาพ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย

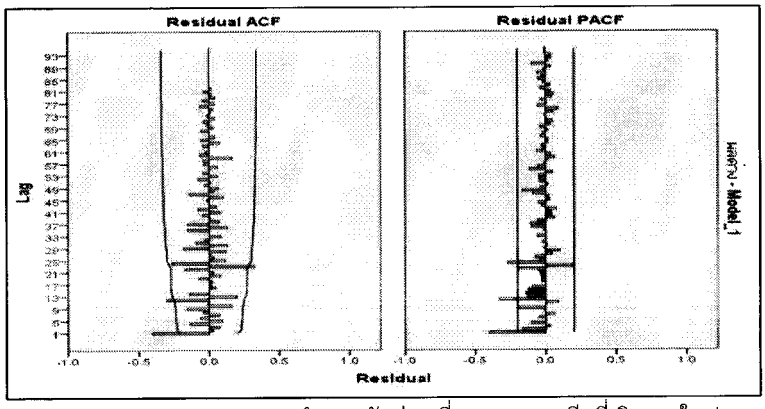


ภาพ 4 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทยที่ lag 12,24,36

จากภาพ 3 และ ภาพ 4 พบว่าของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้น จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ หาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 เมื่อจำนวนฤดูกาลเท่ากับ 12 $(d=1,\ D=1,\ s=12)$ เพื่อให้อนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่และค่าค่าเฉลี่ยคงที่ก่อนนำไปใช้ในการกำหนดตัวแบบที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทยต่อไป และสามารถคำนวณการเคลื่อนไหวโดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ ดังภาพ 5 และภาพ 6



ภาพ 5 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย ของปีโดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ



ภาพ 6 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย เมื่อแปลงข้อมูลการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 และลอการิทึมธรรมชาติ

จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้วพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังแสดงตาราง 2 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุด และมีค่าสถิติ Ljung Box Q คือตัวแบบ $SARIMA(0,1,1)(0,1,0)_{12}$

ตาราง 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$

ค่าประมาณพารามิเตอร์		$SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$		
		$SARIMA$ $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	$SARIMA$ $(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	$SARIMA$ $(1,1,0)(0,1,1)_{12}$
ค่าคงที่	ค่าประมาณ	85.614	-59.509	178.484
	p-value	0.893	0.980	0.848
$AR(1)$	ค่าประมาณ	-	-	-0.442
ϕ_1	p-value	-	-	0.0001
$MA(1)$	ค่าประมาณ	0.514	0.441	-
θ_1	p-value	0.0001	0.0001	-
$SAR(1)$	ค่าประมาณ	-	-	-
Φ_1	p-value	-	-	-
$SMA(1)$	ค่าประมาณ	0.972	-	0.890
Θ_1	p-value	0.517	-	0.012

ตาราง 2 ค่า BIC และ Ljung-Bok Q ของตัวแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$

$SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$	BIC	Ljung-Bok Q	
		ค่าสถิติ	p-value
$SARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	20.992	11.291	0.791
$SARIMA(0,1,1)(0,1,0)_{12}$	20.015	10.967	0.755
$SARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{12}$	20.986	13.949	0.603

เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากตาราง 2 จะได้ตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13}$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

$\hat{Y}_{t-j}$ คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา $t-j$

ε_{t-j} คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา $t-j$

คัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี โดยทำการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทยของข้อมูลชุดที่ 2 ได้ค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ $(Error: \varepsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t)$ เพื่อคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ โดยวิธีการพยากรณ์ที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุด จะเป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมชุดนี้มากที่สุด

ตาราง 3 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 และค่าเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ช่วงเวลา	จำนวนนักท่องเที่ยวจริง	จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางในประเทศไทยจากการพยากรณ์	
		วินเทอร์แบบบวก	บอกซ์เจนกินส์
มกราคม 2560	263,253	284,219	287,254
กุมภาพันธ์ 2560	262,608	305,815	318,896
มีนาคม 2560	302,285	304,812	315,074
เมษายน 2560	312,730	296,905	303,690
พฤษภาคม 2560	307,927	300,412	312,381
มิถุนายน 2560	302,285	301,665	272,639
กรกฎาคม 2560	242,526	304,933	300,972
สิงหาคม 2560	277,606	314,288	267,568
กันยายน 2560	235,654	303,649	311,330
ตุลาคม 2560	244,999	302,834	287,160
พฤศจิกายน 2560	251,412	325,700	293,577
ธันวาคม 2560	365,796	399,245	403,417
MAPE		13.59	12.75

ผลการตรวจสอบของตัวแบบพยากรณ์พบว่า วิธีบอกซ์เจนกินส์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE ต่ำที่สุด

พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยปี พ.ศ. 2561-2562

ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2561	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2562	ค่าพยากรณ์
มกราคม 2561	298,072	มกราคม 2562	308,230
กุมภาพันธ์ 2561	330,010	กุมภาพันธ์ 2562	340,464
มีนาคม 2561	326,406	มีนาคม 2562	337,078

ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2561	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2562	ค่าพยากรณ์
เมษายน 2561	315,162	เมษายน 2562	325,974
พฤษภาคม 2561	323,915	พฤษภาคม 2562	334,789
มิถุนายน 2561	284,157	มิถุนายน 2562	295,015
กรกฎาคม 2561	312,396	กรกฎาคม 2562	323,160
สิงหาคม 2561	278,820	สิงหาคม 2562	289,412
กันยายน 2561	322,332	กันยายน 2562	332,674
ตุลาคม 2561	297,834	ตุลาคม 2562	307,848
พฤศจิกายน 2561	303,845	พฤศจิกายน 2562	313,453
ธันวาคม 2561	413,201	ธันวาคม 2562	422,325

สรุปผลการวิจัย

ตัวแบบการพยากรณ์ จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย ใช้ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเตอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์เจนกินส์ โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ หรือค่า MAPE ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีบอกซ์เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความแม่นในการพยากรณ์มากที่สุด โดยมีค่า MAPE ของการพยากรณ์เท่ากับ 12.75 มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยมีตัวแบบการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = -59.509 - 0.441\varepsilon_{t-1} + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t$

ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้รู้แนวโน้มของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย และพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ซึ่งผลการพยากรณ์ดังกล่าวไม่เกี่ยวข้องกับตัวแปรด้านสภาพเศรษฐกิจที่ตกต่ำของมาเลเซีย ทั้งนี้เมื่อนำผลการวิจัยมาพิจารณาร่วมกับงานวิจัยของ นิตินัย รุ่งจินดารัตน์ (2016) ที่ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยตัวแบบ SARIMA และงานวิจัยของ บุญหญิง สมร่าง (2014) ที่ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบอกซ์เจนกินส์และวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก โดยผลการศึกษาพบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศไทยขึ้นอยู่กับฤดูกาล ซึ่งตัวแบบ SARIMA สามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียและนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องในการเลือกตัวแบบ SARIMA เข้ามาใช้ในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียซึ่งได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย โดยมีตัวแบบ SARIMA เป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำสมการในการพยากรณ์ไปปรับใช้กับข้อมูลที่มีความทันสมัย เพื่อให้สามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในช่วงเวลาถัดไปได้ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ที่เผยแพร่ข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิตินัย รุ่งจินดารัตน์ และนลินี พานสายตา. (2559). "การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยโดยตัวแบบ SARIMA." **วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี**. 10 (1), 17-28.

ลักขณา เศาธยะนันท์, สุณี ทวีสกุลวัชระ, ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา, และบุญหญิง สมร่าง. (2557). "การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีการของวินเตอร์." **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 22 (1), 25-35.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556). "การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร." **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 15 (1), 149-160.

ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2556). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา**. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. (2546). **เทคนิคการพยากรณ์**. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

เอกสารอ้างอิง

กรมการท่องเที่ยว. (2561). *สถิตินักท่องเที่ยว*. สืบค้น 15 สิงหาคม 2561, จาก https://goo.gl/cT2f2W

ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2539). *เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2549). *การพยากรณ์เชิงปริมาณ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตินัย รุ่งจินดารัตน์ และนลินี พานสายตา. (2559). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวรัสเซียที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยโดยตัวแบบ SARIMA. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*, *10*(1), 17-28.

ภานุวัฒน์ มันทุราช. (2557). *ความสัมพันธ์ระหว่างไทยกับมาเลเซีย*. ค้นหา จาก https://www.gotoknow.org/posts/575133

มุกดา แม้นมินทร์. (2550). *อนุกรมเวลาและการพยากรณ์*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท โฟร์พริ้นติ้ง จำกัด.

ลักขณา เศาธยะนันท์, สุณี ทวีสกุลวัชระ, ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา และบุญหญิง สมร่าง. (2557). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีของวินเตอร์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, *22*(1), 25-35.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างบ็อก-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กโพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, *15*(1), 149-160.

ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2556). *เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา*. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. (2546). *เทคนิคการพยากรณ์*. สงขลา: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สกุล จริยาแจ่มสิทธ. (2555). *การศึกษาเส้นทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียในประเทศไทย*. ค้นหา จาก http://ssruir.ssru.ac.th/bitstream/ssruir/655/1/071-55.pdf

อมรรัตน์ แมกไม้รักษา. (2550). *สถิติไม่อิงพารามิเตอร์*. บางพลัด กรุงเทพมหานคร: หจก.ภาพพิมพ์ 260 ซอยเจริญสนิทวงศ์ 40.