

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว
ในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์
Mathematical Model for Forecasting the Number of Tourists
in Phanom Rung Historical Park Chaloem Phra Kiat District
Buriram Province

ยุวดี พวงกระโทก¹
โสรยา สอนภู¹
วชิรารักษ์ ไอรธรรมย์²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุดโดยที่ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 132 ค่า สำหรับศึกษาตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้การพยากรณ์วิธีการถดถอยเชิงเส้น วิธีการถดถอยแบบพหุนามกำลังสอง วิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ และวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ ผลการศึกษาจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ เป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุด และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ คือ

$$F_{t+m} = \left[\left(0.975 \frac{X_t}{I_{t-12}} + (1 - 0.975)(S_{t-1} + b_{t-1}) + 0.0195(S_t - S_{t-1}) \right. \right. \\ \left. \left. + (1 - 0.0195)b_{t-1} \right) m \right] \left(0.5299 \frac{X_{t-12+m}}{S_{t-12+m}} + (1 - 0.5299)I_{t-24+m} \right)$$

คำสำคัญ : แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พยากรณ์ จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยาน

Abstract

The purpose of this research was to construct model for Mathematical Model for forecasting the number of tourists in Phanom Rung Historical Park Chaloem Phra Kiat District Buriram Province. by using 144 values of garbage gathered from the Phnom Rung Historical Park from October, 2006 to September, 2018. Those were separated into two sets. The first set, 132 values from October, 2006 to September, 2017 were used for Linear Regression, Second-order Polynomial Regression, winter's Three-Parameter Trend & Seasonality Method and Classical Decomposition Method. Another set, the last 12 values from October, 2017 to September, 2018 were used for checking the accuracy of the forecasting models via Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. Research findings indicated that for all the forecasting methods, winter's Three-Parameter Trend & Seasonality Method is the most suitable for this prediction in Phanom Rung Historical Park Chaloem Phra Kiat District Buriram Province. The mathematical model for forecasting solid waste is

$$F_{t+m} = \left[\left(0.975 \frac{X_t}{I_{t-12}} + (1 - 0.975)(S_{t-1} + b_{t-1}) + 0.0195(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0.0195)b_{t-1} \right) m \right] \left(0.5299 \frac{X_{t-12+m}}{S_{t-12+m}} + (1 - 0.5299)I_{t-24+m} \right)$$

Keywords : mathematical model, forecasting, Number of tourists in Phanom Rung Historical Par

บทนำ

อุตสาหกรรมท่องเที่ยวถือว่ามีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย จนกลายเป็นอุตสาหกรรมหลักในระบบเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งนำไปสู่ การสร้างอาชีพ อีกทั้งยังเป็นการกระจายรายได้และการลงทุนธุรกิจในด้านต่าง ๆ ทั้งทางตรง ได้แก่ ด้านการขนส่ง ที่พัก อาหาร การนำเที่ยว และทางอ้อม ได้แก่ การผลิตสินค้า เป็นต้น เนื่องจากจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญ คือ พื้นที่สูงภูเขาทางตอนใต้ ลูกคลื่นลอนตื้นตอนกลางของจังหวัด และแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจ ทั้งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางอารยธรรมขอมที่อยู่ในพื้นที่กว่า 60 แห่ง

โดยได้สร้างชื่อเสียงด้านการท่องเที่ยวให้กับจังหวัดบุรีรัมย์มาอย่างยาวนาน ซึ่งเป็นที่รู้จักในนามเมืองกีฬา ปราสาทสายฟ้า สโมสรฟุตบอลบุรีรัมย์ ยูไนเต็ด ทีมฟุตบอลอันดับต้น ๆ ของประเทศ ส่วนด้านกีฬาความเร็ว ต้องมอบให้ สนามช้างอินเตอร์ เนชั่นแนลเซอร์กิต ที่เป็นสนามแข่งรถมาตรฐานสากล และจัดการแข่งขันในระดับโลกหลายรายการ จะเห็นได้ว่าความเป็นเมืองแห่งปราสาทหินหรือเมืองปราสาทสองยุค ที่เชื่อมระหว่างเมืองปราสาทหินในยุคขอมรวมเข้ากับความโดดเด่นของเมืองกีฬาเป็นปราสาทสายฟ้าในปัจจุบันได้อย่างลงตัว เพื่อดึงดูดให้นักท่องเที่ยวแวะเยี่ยมชมเมืองปราสาทสองยุค ปัจจุบันนักท่องเที่ยวนิยมท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับสถานที่ที่สำคัญอันดับหนึ่งของจังหวัดบุรีรัมย์ คือ ปราสาทหินพนมรุ้ง ที่ขึ้นชื่อในเรื่องของความงามบนลายสลักของหิน ตั้งอยู่บนภูเขาไฟที่เคยประทุในอดีตแล้วดับลงกว่าหนึ่งล้านปี และให้เป็นสุดยอดปราสาทหินของเมืองไทย นอกจากความงดงามแล้วในทุก ๆ ปีปราสาทหินพนมรุ้งยังมีสิ่งที่น่าสนใจปรากฏขึ้นนั่นคือปรากฏการณ์ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ลอดช่องผ่านประตูทั้ง 15 ช่องเป็นแนวเดียวกัน

จากข้อมูลผู้เข้าชมอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง จะเห็นว่าจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้งในแต่ละปีมีแนวโน้มของนักท่องเที่ยวที่ไม่แน่นอน และมีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายนของทุก ๆ ปี เนื่องจากช่วงเดือนมกราคมจะมีแนวโน้มสูงขึ้นจาก 44757 คน ในปี 2551 เป็น 116775 คน ในปี 2560 และลดลงเป็น 79209 คน ในปี 2561 และเพื่อเตรียมการรองรับจำนวนนักท่องเที่ยวในด้านต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้าชมอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ในอนาคต

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลจากอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 132 ค่า สำหรับศึกษาวิธีการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรม Excel และข้อมูล ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของ

ค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อนำข้อมูลจำนวน 132 ค่า นำมาตรวจสอบลักษณะข้อมูลว่า ข้อมูลที่มีลักษณะสม่ำเสมอในแนวนอน (Horizontal Data Pattern) ข้อมูลที่มีลักษณะฤดูกาล (Seasonal Data Pattern) ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้ม (Trend Data Pattern) และข้อมูลที่ขึ้นลงตามวัฏจักร (Cyclical Data Pattern) โดยใช้โปรแกรม excel จากนั้นจะใช้เทคนิคการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

2. วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เป็นระเบียบวิธีที่ใช้ในการสร้างเส้นตรงจากชุดข้อมูลด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นตรงจะได้ (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2555 : 109)

$$F_t = a_0 + a_1x$$

$$a_0 = \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i y_i)(\sum_{i=1}^n x_i)}{n(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$a_1 = \frac{n(\sum_{i=1}^n x_i y_i) - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

โดยที่	F_t	แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	a_0, a_1	แทนค่าคงที่
	n	แทนจำนวนข้อมูล

3. การถดถอยพหุนามกำลังสอง (Second-order Polynomial Regression)

การถดถอยแบบพหุนามกำลังสอง (Second-order Polynomial Regression) เป็นระเบียบวิธีที่ใช้สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายไม่อยู่ในรูปแบบของเชิงเส้น รูปทั่วไปของสมการถดถอยแบบพหุนามกำลังสองจะได้ (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2555: 119)

$$F_t = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (2)$$

รูปทั่วไปของสมการแบบพหุนามกำลังสอง

$$\begin{aligned} na_0 + \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)a_1 + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right)a_2 &= \sum_{i=1}^n y_i \\ \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)a_0 + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right)a_1 + \left(\sum_{i=1}^n x_i^3\right)a_2 &= \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right)a_0 + \left(\sum_{i=1}^n x_i^3\right)a_1 + \left(\sum_{i=1}^n x_i^4\right)a_2 &= \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \end{aligned}$$

โดยที่ F_t แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
 a_0, a_1, a_2 แทนค่าคงที่
 n แทนจำนวนข้อมูล

4. วิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ (Winter's Three-Parameter Trend & Seasonality Method (winters))

วิธีการนี้ใช้กับข้อมูลที่เป็นแนวโน้มและฤดูกาลสำหรับปรับให้เรียบ 3 ค่าคือ α เป็นค่าคงที่ ที่ทำให้เรียบระหว่าง ข้อมูลกับค่าพยากรณ์ γ เป็นค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่าง แนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม และ β เป็นค่าคงที่ ที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริง กับค่าประมาณฤดูกาล ทั้งสามค่านี้มีค่าระหว่าง 0 – 1 ดังสมการต่อไปนี้ (อัจฉรา จันทรฉาย, 2557: 104)

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{t-L+m} \quad (3)$$

โดยที่ F_t แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
 L คือ ช่วงฤดูกาล (จำนวนเดือนใน 1 ปี)
 m คือ ระยะเวลาที่ต้องพยากรณ์ไปข้างหน้า

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1})$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1 - \beta)I_{t-L}$$

5. วิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา (Classical Decomposition Method)

เทคนิคนี้พยายามแยกข้อมูลออกเป็นส่วนๆว่าเป็น $T S C I$ เพื่อใช้พยากรณ์ต่อไปตามแบบของ Decomposition มี 2 รูปแบบดังนี้ (อัจฉรา จันทร์ฉาย, 2557: 108)

5.1 การแยกองค์ประกอบแบบการคูณ (Multiplicative Decomposition)

- (1) หาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่โดยที่ n คือ ช่วงของฤดูกาล เป้าหมายการคำนวณเฉลี่ยเคลื่อนที่เพื่อกำจัดฤดูกาล S คือ ความไม่แน่นอน
- (2) เนื่องจากค่าถัวเฉลี่ยที่ได้ ถ้า n คือ 12 (ข้อมูลเป็นราย 12 เดือนใน 1 ปี) จะอยู่ตรงกลาง ดังนั้น จะหาค่าถัวเฉลี่ย 2 เดือน (Centered Moving Average) เพื่อให้ค่าที่ได้ตรงกันในช่วง หลังจากทำ Centered Moving Average

จะเหลือ $T_t \times C_t$
 จาก $Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$
 จะได้ $S_t \times I_t = \frac{Y_t}{T_t \times C_t}$

- (3) คำนวณหา S โดยหาค่าเฉลี่ยของฤดูกาล
- (4) คำนวณหา T จากข้อมูลที่กำจัดฤดูกาลแล้ว

โดยที่ $d_t = \frac{Y_t}{S_t}$

หาแนวโน้ม T จากสูตร

$$T_t = b_0 + b_1 t$$

$$b_1 = \frac{n \sum t d - \sum t \sum d}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b_0 = \frac{n \sum t^2 - (\sum t)^2}{n} - \frac{b_1 \sum t}{n}$$

คำนวณค่า $C_t \times I_t = \frac{Y_t}{T_t \times S_t}$

คำนวณค่า $I_t = \frac{C_t \times I_t}{C_t}$

โดยปกติจะใช้ค่า T และค่า S มาพยากรณ์เท่านั้นเพราะการพยากรณ์ระยะสั้นไม่มีผลกระทบของวัฏจักร ดังนั้นการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการแยกองค์ประกอบแบบการคูณ จะได้

$$F_t = T_t \times S_t \quad (4)$$

โดยที่	F_t	แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	Y_t	แทนค่าของข้อมูลจริงในช่วงเวลาปัจจุบัน
	T_t	แทนค่าประมาณของแนวโน้ม
	S_t	แทนค่าประมาณของการแปรผันตามฤดูกาล
	C_t	แทนค่าประมาณของแปรผันตามวัฏจักร
	I_t	แทนค่าประมาณของความไม่แน่นอน
	n	แทนจำนวนข้อมูล

5.2 การแยกองค์ประกอบแบบการบวก (Additive Decomposition)

- (1) หาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่โดยที่ n คือ ช่วงของฤดูกาล เป้าหมายการคำนวณเฉลี่ย เคลื่อนที่เพื่อกำจัดฤดูกาล S ความไม่แน่นอน
- (2) เนื่องจากค่าถัวเฉลี่ยที่ได้ ถ้า n คือ 12 (ข้อมูลเป็นราย 12 เดือนใน 1 ปี) จะอยู่ตรงกลาง ดังนั้นจะหาค่าถัวเฉลี่ย 2 เดือน (Centered Moving Average) เพื่อให้ค่าที่ได้ตรงกันในช่วง หลังจากทำ Centered Moving Average

จะเหลือ

$$T_t + C_t$$

จาก

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

จะได้

$$S_t + I_t = Y_t - (T_t + C_t)$$

- (3) คำนวณหา S โดยหาค่าเฉลี่ยของฤดูกาล
- (4) คำนวณหา T จากข้อมูลที่กำจัดฤดูกาลแล้ว

โดยที่

$$d_t = Y_t - S_t$$

หาแนวโน้ม T จากสูตร

$$T_t = b_0 + b_1 t$$

$$b_1 = \frac{n \sum t d - \sum t \sum d}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b_0 = \frac{n \sum t^2 - (\sum t)^2}{n} - \frac{b_1 \sum t}{n}$$

$$\text{คำนวณค่า } C_t + I_t = Y_t - (T_t + S_t)$$

$$\text{คำนวณค่า } I_t = (C_t + I) - C_t$$

โดยปกติจะใช้ค่า T และค่า S มาพยากรณ์เท่านั้นเพราะการพยากรณ์ระยะสั้นไม่มี ผลกระทบของวัฏจักร ดังนั้นการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการแยกองค์ประกอบแบบการบวก จะได้

$$F_t = T_t + S_t \quad (5)$$

โดยที่	F_t	แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	Y_t	แทนค่าของข้อมูลจริงในช่วงเวลาปัจจุบัน
	T_t	แทนค่าประมาณของแนวโน้ม
	S_t	แทนค่าประมาณของการแปรผันตามฤดูกาล
	C_t	แทนค่าประมาณของแปรผันตามวัฏจักร
	I_t	แทนค่าประมาณของความไม่แน่นอน
	n	แทนจำนวนข้อมูล

6. เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์

วิธีที่ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะอาศัยหลักการ การเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้กับข้อมูลจริงในช่วงเวลา t หากค่าพยากรณ์มีค่าคลาดเคลื่อนมาก อาจหมายถึง วิธีการที่ใช้ยังไม่เหมาะสมหรืออาจจำเป็นต้องเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางค่าให้เหมาะสม สำหรับงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 2 วิธี คือ (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ , 2530 : 4)

6.1. ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD)

เป็นเทคนิคที่วัดความแม่นยำโดยแก้ปัญหาเทคนิคค่าเฉลี่ยความผิดพลาด โดยพิจารณาช่วงเวลาพยากรณ์กับช่วงเวลาปัจจุบันจริงโดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - F_i|}{n}$$

โดยที่	X_i	แทนค่าของข้อมูลจริง
	F_i	แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
	n	แทนจำนวนข้อมูล

6.2. ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) เป็นเทคนิควัดความแม่นยำโดยคำนวณร้อยละความผิดพลาดในการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย ค่าที่ได้ต่ำแสดงว่าเทคนิคนั้นแม่นยำ

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{\left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right| \times 100}{n}$$

โดยที่ X_i แทนค่าของข้อมูลจริง
 F_i แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
 n แทนจำนวนข้อมูล

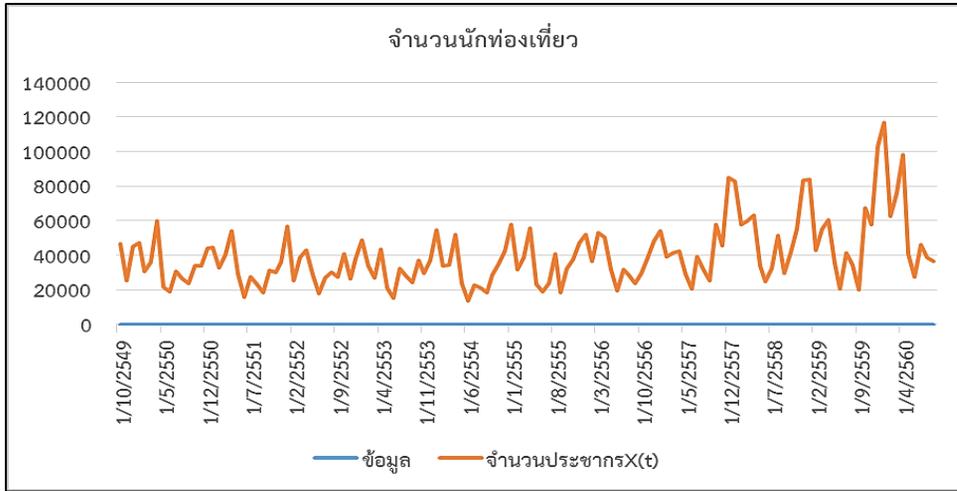
7. การเลือกตัวแบบพยากรณ์

จากการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 แบบโดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 แล้วนำข้อมูลชุดที่ 2 ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAD และ $MAPE$ ที่มีค่าต่ำที่สุด จะถือว่าตัวแบบการพยากรณ์นั้นแม่นยำที่สุด แล้วจะได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

เมื่อตรวจสอบข้อมูลชุดที่ 1 จำนวน 132 ค่า ด้วยโปรแกรม excel จะได้ดังภาพที่ 1 พบว่าข้อมูลชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล เนื่องจากในช่วงเทศกาลจะมีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้งมากกว่าปกติ ดังนั้นจะได้เทคนิคการพยากรณ์ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1. กราฟจำนวนนักท่องเที่ยวโดยใช้โปรแกรม excel

2. ผลการพยากรณ์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

จากสมการที่ 1 โดยใช้โปรแกรม excel คำนวณค่าการพยากรณ์ จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ผลดังภาพที่ 2 และแสดงค่าพยากรณ์ ดังตารางที่ 1 โดย $a_0 = 26842.27$ และ $a_1 = 192.2758$

3. ผลการพยากรณ์โดยวิธีการถดถอยพหุนามกำลังสอง (Second-order Polynomial Regression)

จากสมการที่ 2 โดยใช้โปรแกรม excel คำนวณค่าการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ผลดังภาพที่ 2 และแสดงค่าพยากรณ์ดังตารางที่ 1 โดย $a_0 = 37055.03968$, $a_1 = -265.012341$ และ $a_2 = 3.438257001$

4. ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ Winter's Three-Parameter Trend & Seasonality Method (winters)

จากสมการที่ 3 โดยใช้โปรแกรม excel คำนวณค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว
ในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ล่วงหน้า 12 เดือน
ได้ผลดังภาพที่ 2 และแสดงค่าพยากรณ์ ดังตารางที่ 1 โดย $\alpha = 0.975, \beta = 0.5299$
และ $\gamma = 0.0195$

5. ผลการพยากรณ์โดยวิธีแยกองค์ประกอบแบบอนุกรมเวลา (Classical Decomposition Method)

(1) การแยกองค์ประกอบแบบการคูณ (Multiplicative Decomposition)

จากสมการที่ 4 โดยใช้โปรแกรม excel คำนวณค่าพยากรณ์จำนวน
นักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ
จังหวัดบุรีรัมย์ ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ผลดังภาพที่ 2 และแสดงค่าพยากรณ์
ดังตารางที่ 1 โดย $b_0 = 25769.41927$ และ $b_1 = 190.9271993$

(2) การแยกองค์ประกอบแบบการบวก (Additive Decomposition)

จากสมการที่ 4 โดยใช้โปรแกรม excel คำนวณค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว
ในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์
ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ผลดังภาพที่ 2 และแสดงค่าพยากรณ์ ดังตารางที่ 1
โดย $b_0 = 24595.392568336$ และ $b_1 = 211.51965943606$

6. เปรียบเทียบความแม่นยำ

การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้ง 5 แบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด
สมบูรณ์ MAD และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย $MAPE$ ได้ผลดังตารางที่ 1

7. การเลือกตัวแบบพยากรณ์

จากการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 แบบโดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 แล้วนำข้อมูลชุดที่ 2 ใช้
วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAD และ $MAPE$ และ จาก
ตารางที่ 1 พบว่าวิธีการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ มีความแม่นยำใน
การพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่า MAD และ $MAPE$ ต่ำสุด จากสมการที่ 3 สามารถ
สร้างตัวแบบได้ดังนี้

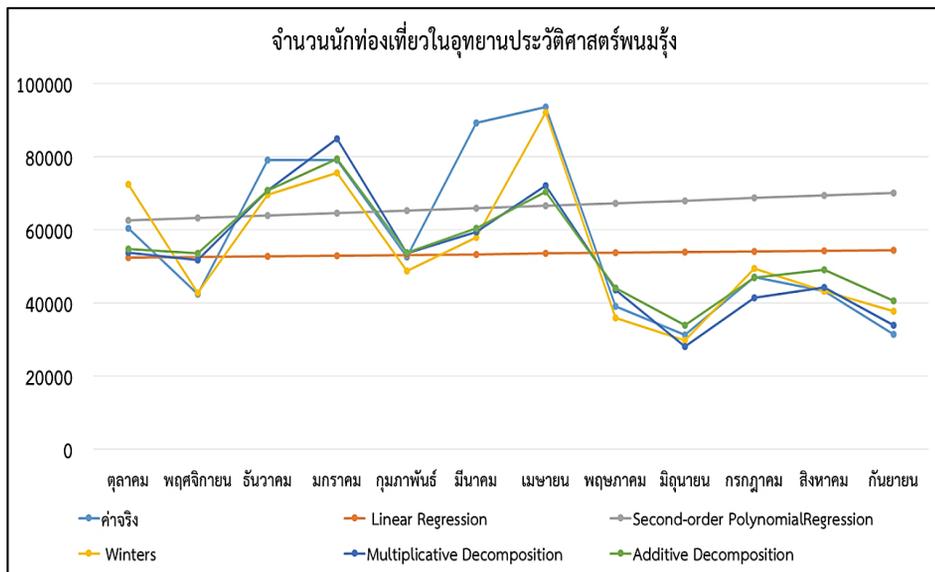
$$F_{t+m} = \left[\left(0.975 \frac{X_t}{I_{t-12}} + (1 - 0.975)(S_{t-1} + b_{t-1}) + 0.0195(S_t - S_{t-1}) \right. \right. \\ \left. \left. + (1 - 0.0195)b_{t-1} \right) m \right] \left(0.5299 \frac{X_{t-12+m}}{S_{t-12+m}} + (1 - 0.5299)I_{t-24+m} \right)$$

โดยที่ F_t แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
 L คือ ช่วงฤดูกาล (จำนวนเดือนใน 1 ปี)
 m คือ ระยะเวลาที่ต้องพยากรณ์ไปข้างหน้า

ตารางที่ 1 ค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 – เดือนกันยายน พ.ศ. 2561

เดือน	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์				
		Linear Regression	Second-order Polynomial Regression	Winter	Classical Decomposition Method	
					Multiplicative Decomposition	Additive Decomposition
ตุลาคม	60456	52415	62628	72536	53803	54866
พฤศจิกายน	42474	52607	63281	42862	51716	53574
ธันวาคม	79092	52800	63941	69624	70767	70798
มกราคม	79209	52992	64607	75707	84983	79511
กุมภาพันธ์	52707	53184	65281	48872	53695	53812
มีนาคม	89276	53376	65962	57906	59435	60483

เมษายน	93554	53569	66649	92099	72073	70454
พฤษภาคม	39071	53761	67343	36023	43675	44122
มิถุนายน	31238	53953	68044	29769	28057	33927
กรกฎาคม	47210	54145	68752	49449	41533	46901
สิงหาคม	43368	54338	69467	43366	44322	49208
กันยายน	31454	54530	70189	37755	33887	40641
ความคลาด	<i>MAD</i>	18786	22248	6263	8263	8447
เคลื่อน	<i>MAPE</i>	34.25	49.00	9.88	12.73	14.18



ภาพประกอบ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 – เดือนกันยายน พ.ศ. 2561

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลจากอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 132 ค่า สำหรับการศึกษาวิธีการพยากรณ์โดยใช้โปรแกรม Excel และข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2561 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้

สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ เนื่องจากจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะเห็นได้จากปริมาณนักท่องเที่ยวมีจำนวนที่เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายนของทุก ๆ ปี และมีค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ที่ต่ำที่สุดคือ 9.88% และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมบูรณ์ คือ 6263 พบว่าการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล แบบวินเทอร์ เป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุด

สรุปผลการศึกษา

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ในครั้งนี้นั้นได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์

$$F_{t+m} = \left[\left(0.975 \frac{X_t}{I_{t-12}} + (1 - 0.975)(S_{t-1} + b_{t-1}) + 0.0195(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0.0195)b_{t-1} \right) m \right] \left(0.5299 \frac{X_{t-12+m}}{S_{t-12+m}} + (1 - 0.5299)I_{t-24+m} \right)$$

โดยที่ F_t แทนค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน
 L คือ ช่วงฤดูกาล (จำนวนเดือนใน 1 ปี)
 m คือ ระยะเวลาที่ต้องพยากรณ์ไปข้างหน้า

ข้อเสนอแนะ

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะเวลา 1-3 เดือนข้างหน้าของการพยากรณ์หากต้องการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ในช่วงที่ยาวนานกว่านี้ควรปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา จึงจะทำให้ได้ค่าพยากรณ์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในอุทยานประวัติศาสตร์พนมรุ้ง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กิตตินันท์ ประเวแส้ง. (2560). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์. สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ธนาวุฒิ ประกอบผล. (2555). ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- วชิรารักษ์ โอธรรมย์ และวัชระ วงศา. (2562). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองบุรีรัมย์. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 3. : 1107-1118.
- วรางคณา กิรติวิบูลย์. (2556). ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 29 (2): 9-26.
- ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2530). เทคนิคการพยากรณ์การวิเคราะห์อนุกรมเวลา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อัจฉรา จันทน์ฉาย. (2557). เทคนิคการพยากรณ์เพื่อการจัดการ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chen, W. (2012). Demand forecasting for last buy decisions of spare parts at Océ. Drienerlolaan: University of Twente. Bagheri, A., H. Midi, M. Ganjali & S. Eftekhari. (2010). A Comparison of Various Influential Points Diagnostic Methods and Robust Regression Approaches: Reanalysis of Interstitial Lung Disease Data. Applied Mathematical Science, 4 (28) : 1367-1386.