การพยากรณ์ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยด้วยทฤษฎีเกรย์

Forecasting PM10 in the Upper Northern Area of Thailand with Grey System Theory

พิมพ์พรรณ อำพันธ์ทอง[1]* ปิยภัทร บุษบาบดินทร์[2]

Pimpan Amphanthong[1]*, Piyapatr Busababodhin[2]

[1] สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[2]ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

[1]Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi,

[2]Department of Mathematics, Faculty of Science, Mahasarakham University

วันที่รับบทความ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2557

วันที่ตอบรับตีพิมพ์ 12 พฤศจิกายน 2557

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณ PM10 ด้วยทฤษฎีระบบเกรย์ ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยซึ่งประกอบด้วย 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปางและแม่ฮ่องสอน ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่าคุณภาพอากาศในบริเวณที่ทำการศึกษามีปริมาณ PM10 สูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานซึ่งค่ามาตรฐานเฉลี่ยราย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับผลการพยากรณ์พบว่า ในปี พ.ศ. 2557-2560 ปริมาณ PM10 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ทุกบริเวณที่ทำการศึกษา โดยในช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน พบว่า จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีปริมาณ PM10 มากที่สุดโดยเฉพาะในเดือนมีนาคม ช่วงเดือนตุลาคมจนถึงเดือนธันวาคม พบว่า จังหวัดลำปางมี PM10 มากที่สุดโดยเฉพาะเดือนตุลาคม

คำสำคัญ : ทฤษฎีเกรย์ ตัวแบบ GM(1,1) PM10 มลพิษทางอากาศ พยากรณ์

Abstract

The objective of this study was to forecast PM10 with grey system theory in the upper northern area of Thailand which is composed of 4 provinces, Chiang Mai, Chiang Rai, Lampang and Maehongson. The results of study based on preliminary information showed the air quality of these provinces indicated there were PM10 exceeded the standard criterion. The standard criterion of PM10 is not over 120 ug/m^3 for an average 24 hours. The forecasting in 2014 to 2017 shows PM10 was inclined to increase for all provinces particularly in January to April. The predictd PM10 was highest in Maehongson especially in March. During October to December, the predicted PM10 was highest in Lampang especially in October.

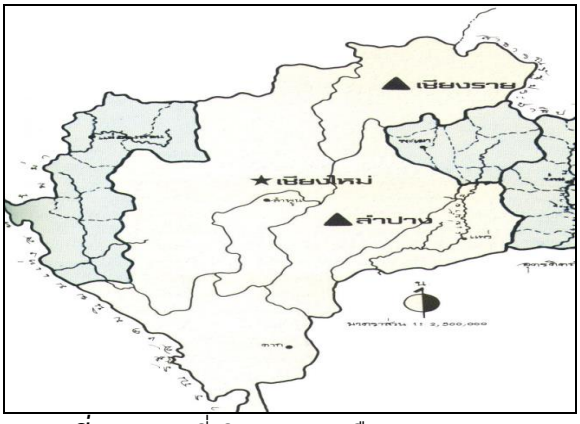
Keywords: Theory Grey, Model GM(1,1), PM10, Air Pollution, Forecast

*Corresponding author. E-mail : pim_pimpan@buu.ac.th

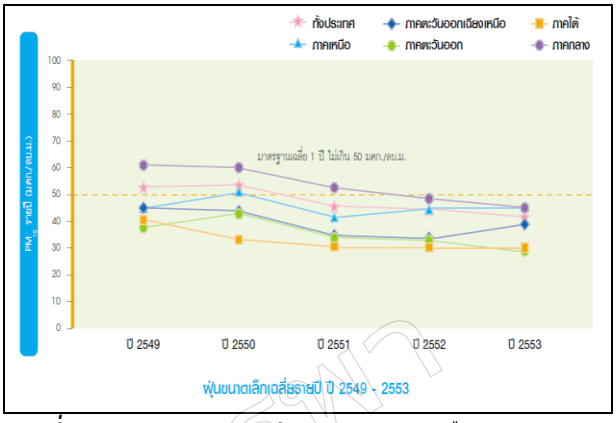
บทนำ

ในชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกจะมีความหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน ฝุ่นละอองและไอน้ำ และเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ก๊าซที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตมากที่สุด คือ ก๊าซออกซิเจน ชั้นบรรยากาศที่มีอากาศบริสุทธิ์จะต้องประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78.090% ,ก๊าซออกซิเจน 20.940% ,ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเฉื่อย 0.970% ดังนั้นเมื่อส่วนประกอบใดมีการเปลี่ยนแปลงจะเกิดปัญหากับมลพิษทางอากาศ องค์การอนามัยโลกได้รายงานผู้เสียชีวิตทั่วโลกมาจากสาเหตุมลพิษทางอากาศเฉลี่ยปีละ 3 ล้านคน ซึ่งผลของการเสียชีวิตจากสาเหตุดังกล่าวมากกว่าการเสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุถึง 3 เท่า โดยพบได้จากมลพิษจราจรในเมืองใหญ่ ๆ ของประเทศฝรั่งเศส ออสเตรียและสวิตเซอร์แลนด์ ต้นภาวะมลพิษทางอากาศของประเทศไทยมาจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ปัจจัยลำดับแรกมาจากแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น เชื้อเพลิงของแข็ง ,เชื้อเพลิงของเหลว และเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ โดยพบว่าเป็นตัวก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในชั้นบรรยากาศซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนิตย์ อินทรัตน์ (2554) ได้รายงานการประยุกต์ใช้แผนภูมิสารสนเทศ (GIS) ในการแสดงกระจายตัวของก๊าซและความสัมพันธ์ตัวแบบจำลองคุณภาพอากาศระหว่างดัชนีคุณภาพอากาศกับมลพิษทางอากาศ ผลพบว่า ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีคุณภาพอากาศมากที่สุด รองลงมาเป็น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และปริมาณ PM10 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศ ก่อให้เกิดปัญหากับมลพิษทางอากาศในจังหวัดที่มีแหล่งนิคมอุตสาหกรรม แสดงให้เห็นว่าปริมาณ PM10 มีผลกระทบต่อคุณภาพของอากาศโดยตรง และปัจจัยลำดับสองมาจากแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้จากยานพาหนะที่เกิดจากการสันดาปน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ สารมลพิษระเหยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดซ์ออกไซด์ ,ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ,สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ,ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก ,สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ ดร. วิจารณ์ สิมาฉายา ได้รายงานว่ามลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ในช่วงปี 2550-2553 ความรุนแรงของปัญหาปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าแล้ง(ธันวาคม- เมษายน) มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง ทำให้ปริมาณ PM10 เกิดการกระจายในบรรยากาศ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณ PM10 เพิ่มมากขึ้น จากการเผาในที่โล่งจำนวนมากทั้งการเผาในพื้นที่ป่า การเผาเศษเหลือจากการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรในพื้นที่ชุมชน และการเผาขยะมูลฝอยและเศษใบไม้ รวมทั้งผลกระทบจากการเผาในพื้นที่ประเทศเพื่อนบ้าน ในกลุ่มภูมิภาคลุ่มน้ำโขง ปริมาณ PM10 ฟุ้งกระจาย แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน ก่อให้เกิดฟ้าหลัวมีหมอกควันปกคลุม จากสองปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงคุณภาพอากาศที่เปลี่ยนไป โดยขยายเพิ่มเติมของรายละเอียดปัจจัยหลังได้จากรายงาน สถานีการตรวจวัดคุณภาพของอากาศทางภาคเหนือ ผลกระทบโดยตรงต่อภูมิอากาศ ในปี พ.ศ. 2550 มีระดับความเข้มข้นมลพิษทางอากาศจากหมอกควันอย่างรุนแรงเกินค่ามาตรฐาน 383 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ค่ามาตรฐาน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ทั้งสาเหตุหลักเกิดจากปัญหาหมอกควันจากการจราจรและระบบอุตสาหกรรม ดังนั้นเมื่อพบว่ามีอากาศผิดปกติ ผลกระทบจะเกิดกับปัญหาสุขภาพ เช่น โรคทางเดินหายใจ ,โรคทางตา ,โรคหัวใจและโรคหลอดเลือด ดังเห็นได้จากรูปภาพที่ 1ก แสดงให้เห็นจังหวัดในภาคเหนือที่ได้รับการพัฒนาในทุกๆด้านทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และการคมนาคมขนส่ง รวมทั้งรองรับการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว รูปภาพ 1ข แสดงกราฟปริมาณ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบน ช่วงปี พ.ศ. 2549-2553 จะเห็นได้ว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชาชนและสิ่งแวดล้อมในภูมิภาค

ทางภาคเหนือตอนบน ส่งผลก่อให้เกิดก๊าซมลพิษต่างๆ ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี หากไม่ดำเนินการแก้ไขอาจก่อให้เกิดการขยายวงกว้างขึ้น



ภาพที่ 1 ก แผนที่บริเวณภาคเหนือตอนบน



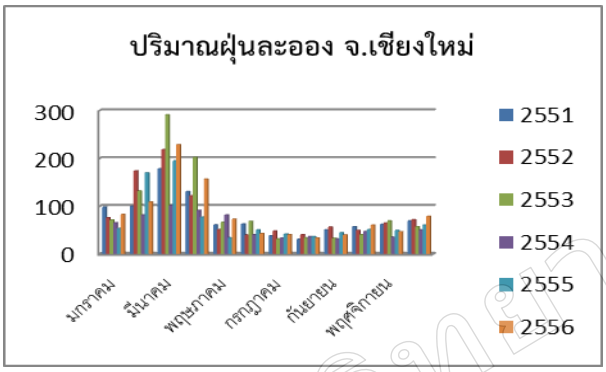
ภาพที่ 1 ข ปริมาณ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบน ช่วงปี พ.ศ. 2549-2553

(ที่มา: http://aqnis.pcd.go.th/data/main.)

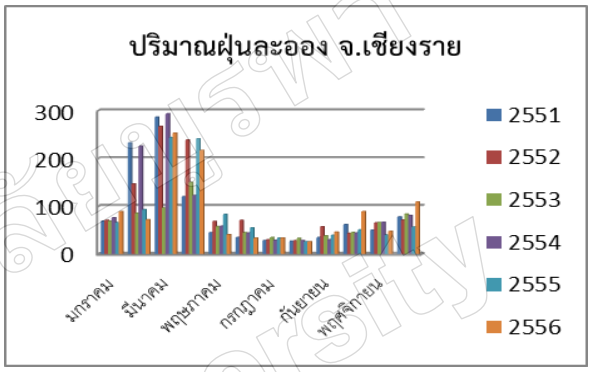
ทฤษฎีเกรย์ เป็นรูปแบบที่นำมาใช้ในการหาแนวโน้มของค่าพยากรณ์ ค้นพบโดย นักคณิตศาสตร์ชาวจีน Deng ในปี ค.ศ. 1982 ได้นำเสนอแบบจำลอง GREY MODEL (GM) โดยหลักการของแบบจำลอง GM คือศึกษาข้อมูลไม่ต่อเนื่อง รูปแบบการแจกแจงไม่แน่นอน เช่น ข้อมูลทางการแพทย์ ข้อมูลทางการเกษตร ข้อมูลทางวิศวกรรม ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลทางการตลาด นำข้อมูลมาสร้างการพยากรณ์โดยแบบจำลองนี้ เช่น Y. H. Wen. (1997), Diyar, Akay and Mehmet Atak. (2007), Erdal Kayacan and *et al*. (2010) และในปีต่อ ๆ มาทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลอง GM ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างมาก เนื่องจากแบบ GM มีขั้นตอนในการคำนวณ จะพิจารณาค่าข้อมูลเริ่มต้นนำโดยมาสร้างเมตริกซ์และนำไปหาตัวประมาณพารามิเตอร์ และที่สำคัญคือจำนวนข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ไม่ต้องมีจำนวนมาก แบบจำลองที่นิยมคือ GM(1,1) เป็นตัวแบบที่นิยมมาก โดยขยายมาจาก แบบจำลอง GM (n,h) เมื่อ n แทนจำนวนตัวแปรสุ่มที่ศึกษา และ h แทนจำนวนครั้งของการหาปริพันธ์ ดังนั้นจึงสนใจต่อการนำแบบจำลอง GM(1,1) มาใช้ในการการพยากรณ์ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศได้สรุปสถานการณ์หมอกควันของ 4 สถานี ได้แก่ สถานีโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ,สถานีสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดเชียงราย ,สถานีสำนักงานการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และสถานีสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสถานการณ์ปริมาณและการพยากรณ์ PM10 ด้วยทฤษฎีเกรย์ โดยพิจารณาข้อมูล ตั้งแต่ พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2556 ดังตารางที่ 1 และกราฟแสดงข้อมูล PM10 จำแนกรายเดือนในแต่ละจังหวัด ดังรูปภาพที่ 2 (ก-ง)

ตารางที่ 1 ข้อมูล PM10 เฉลี่ยรายปีของจังหวัดในภาคเหนือตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2551-2556

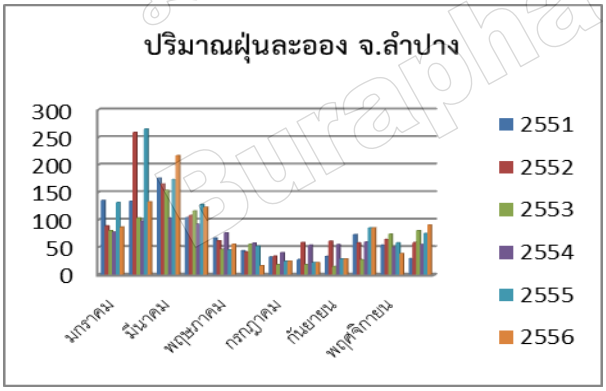
ข้อมูลเฉลี่ยรายปี (พ.ศ.) จำแนกจังหวัด	2551	2552	2553	2554	2555	2556
เชียงใหม่	78.567	84.650	91.658	58.342	72.233	83.000
เชียงราย	89.125	96.550	67.183	91.783	85.775	88.167
ลำปาง	76.142	88.617	66.092	68.617	91.100	77.108
แม่ฮ่องสอน	82.542	87.042	102.183	55.042	79.825	95.250



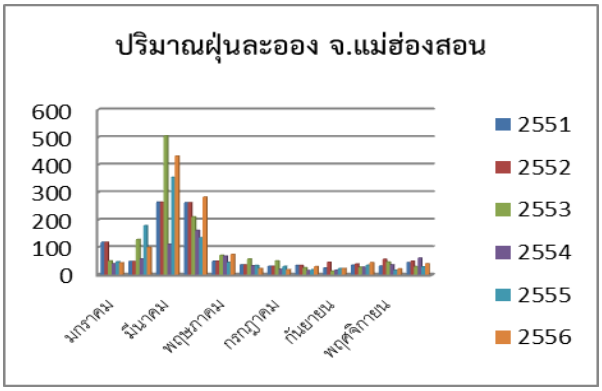
ภาพที่ 2 ก ปริมาณ PM10 ในจังหวัดเชียงใหม่ ช่วงปี พ.ศ. 2551-2556



ภาพที่ 2 ข ปริมาณ PM10 ในจังหวัดเชียงราย ช่วงปี พ.ศ. 2551-2556



ภาพที่ 2 ค ปริมาณ PM10 ในจังหวัดลำปาง ช่วงปี พ.ศ. 2551-2556



ภาพที่ 2 ง ปริมาณ PM10 ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ช่วงปี พ.ศ. 2551-2556

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากรูปภาพที่ 2 (ก-ง) กราฟแสดงจำนวนปริมาณ PM10 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในบริเวณภาคเหนือตอนบน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2556 โดยแต่ละปีจะแบ่งการพิจารณาออกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงเดือนธันวาคม จึงมีการนำทฤษฎีเกรย์ GM(1,1) มาช่วยในการหาค่าพยากรณ์ปริมาณ PM10 และค่าสัมบูรณ์เฉลี่ยที่บอกถึงค่าเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไข บรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศต่อไป

ตัวแบบจำลอง GM(1,1)

สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง GM(1,1) คือ การกำหนดข้อมูลเริ่มต้น (Original Data) $x^{(0)}=\{x^{(0)}(1),x^{(0)}(2),...,x^{(0)}(m)\}$ ตามลำดับของจำนวนข้อมูลจากนั้นหาค่าผลรวมสะสมข้อมูลดั้งเดิม $x^{(1)}(k)=\sum_{i=1}^{k}x^{(0)}(i)$, $k=1,2,...,m$ และตั้งเป็นตัวแปรใหม่ $x^{(1)}=\{x^{(1)}(1),x^{(1)}(2),...,x^{(1)}(m)\}$ เรียก $x^{(1)}(k)$ ว่า ผลรวมสะสมของข้อมูลดั้งเดิม $x^{(0)}(k)$ (Accumulated Generating Operation of $x^{(0)}(k)$) หา Background Value โดยใช้ ลำดับของค่ากลางและการหาอนุพันธ์ของลำดับข้อมูล

การหาสมการอนุพันธ์ของแบบจำลอง GM(1,1) ดังนี้

$$\frac{dx^{(1)}}{dt}+ax^{(1)}=b$$

ผลของการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน จะได้ $x^{(0)}(k)+az^{(1)}(k)=b$ เมื่อ a และ b เป็นค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง โดยเรียก a ว่าค่าสัมประสิทธิ์การปรับปรุง (Developing Coefficient) และ k เป็นลำดับของข้อมูล การประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งสองตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) ดังนี้ $[a,b]^T=(B^TB)^{-1}B^TY_m$

เมื่อ $Y_m=[x^{(0)}(2),x^{(0)}(3),...,x^{(0)}(m)]$ และ $B=\begin{bmatrix}-z^{(1)}(2) & 1\\ -z^{(1)}(3) & 1\\ \vdots & \vdots\\ -z^{(1)}(m) & 1\end{bmatrix}$ สามารถคำนวณค่าใหม่ได้ดังนี้

$$z^{(1)}(k+1)=\frac{1}{2}\left(x^{(1)}(k)+x^{(1)}(k+1)\right),\quad k=1,2,...,m-1$$

การหาค่าพยากรณ์ของแบบจำลอง GM(1,1) นั่นคือ $\hat{x}^{(1)}(k+1)=\left(x^{(0)}(1)-\frac{b}{a}\right)e^{-ak}+\frac{b}{a}$ และปรับสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\hat{x}^{(0)}(k+1)=x^{(1)}(k+1)-x^{(2)}(k)=(1-e^{a})\left(x^{(0)}(1)-\frac{b}{a}\right)e^{-ak},\quad k=1,2,...,m-1$$

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสถานการณ์ปริมาณ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยด้วยทฤษฎีเกรย์ โดยมีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. พิจารณาข้อมูลปริมาณปริมาณ PM10 รายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2556 จำนวน 6 ปี ของภาคเหนือตอนบน จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานี ในจังหวัดเชียงใหม่ ,เชียงราย ,ลำปาง และแม่ฮ่องสอน

2. ใช้ทฤษฎีเกรย์ GM(1,1) ในการหาค่าพยากรณ์แนวโน้มปริมาณ PM10 ของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560

3. เพื่อทำนายค่าพยากรณ์ PM10 และใช้ค่าสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยที่ $\hat{x}(i), x(i)$ คือ ค่าพยากรณ์และค่าข้อมูลเริ่มต้น ตามลำดับ สำหรับ $k = 1,2,...,m$ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$MAE = \left(\sum_{i=1}^{m} \frac{\left(\frac{|\hat{x}(i) - x(i)|}{x(i)} \right)}{m} \right)$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากผลการวิเคราะห์และการหาค่าพยากรณ์ ข้อมูลปริมาณ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยใช้ทฤษฎีเกรย์ GM(1,1) ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 ได้ผลสรุปดังนี้

ตารางที่ 2 ข้อมูลแสดงค่าพยากรณ์แนวโน้ม PM10 ของจังหวัดในภาคเหนือตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560

พ.ศ.	2557				2558			
เดือน/จังหวัด	เชียงใหม่	เชียงราย	ลำปาง	แม่ฮ่องสอน	เชียงใหม่	เชียงราย	ลำปาง	แม่ฮ่องสอน
มกราคม	68.539	85.310	107.664	20.8582	68.079	89.433	112.995	15.2052
กุมภาพันธ์	106.203	92.441	143.155	151.359	98.634	83.883	134.9	172.336
มีนาคม	183.175	270.319	208.844	397.849	175.926	285.227	227.753	422.477
เมษายน	113.217	210.731	127.092	198.709	108.184	216.730	131.978	194.779
พฤษภาคม	64.692	53.869	53.536	69.8599	65.849	51.514	52.3284	72.6093
มิถุนายน	45.571	32.841	33.7571	26.0644	44.574	28.756	30.7094	23.1537
กรกฎาคม	37.770	34.507	25.3938	20.6669	37.226	35.230	24.3647	18.1203
สิงหาคม	33.198	25.095	18.4361	20.3822	32.171	24.100	15.0473	18.9011
กันยายน	34.281	35.301	24.2098	13.7252	32.248	33.286	20.9761	11.3883
ตุลาคม	61.474	94.485	106.875	41.844	65.910	115.877	129.095	44.1614
พฤศจิกายน	37.681	41.546	40.6178	14.8627	33.701	37.455	36.329	11.2851
ธันวาคม	70.357	96.895	92.5583	37.4472	72.632	103.319	100.785	35.8894

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. ผลจากข้อมูลปริมาณ PM10 รายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2556 จำนวน 6 ปี ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยใช้ทฤษฎีเกรย์ GM(1,1) ทำให้ได้ค่าพยากรณ์ปริมาณ PM10 ดังตารางที่ 2 ผลพบว่า เดือนมีนาคมในปี พ.ศ. 2557 พบ PM10สูงมากคือ 361.556, 270.319, 208.844 และ 183.175 ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำปางและเชียงใหม่ ตามลำดับ ,เดือนมีนาคมของปี พ.ศ. 2558 พบ PM10 สูงมากคือ 364.630, 285.227, 227.753 และ 168.964 จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำปางและเชียงใหม่ ตามลำดับ และผล PM10 ที่เปลี่ยนไปคือ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในเดือนเมษายน ของปี พ.ศ. 2559-2560 พบ PM10 สูงมาก 371.484 และ 417.477 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดเชียงใหม่จะมีปริมาณ PM10 คงที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พ.ศ.	2559				2560			
เดือน/จังหวัด	เชียงใหม่	เชียงราย	ลำปาง	แม่ฮ่องสอน	เชียงใหม่	เชียงราย	ลำปาง	แม่ฮ่องสอน
มกราคม	67.623	93.757	118.59	11.0842	67.170	98.289	124.462	8.08017
กุมภาพันธ์	91.604	76.117	127.122	196.22	85.074	69.070	119.792	223.413
มีนาคม	168.964	300.956	248.373	448.63	162.278	317.553	270.86	476.401
เมษายน	103.375	222.900	137.051	190.928	98.780	229.246	142.32	187.152
พฤษภาคม	67.027	49.261	51.148	75.4668	68.226	47.107	49.9942	78.4368
มิถุนายน	43.598	25.179	27.9369	20.5681	42.645	22.047	25.4147	18.2712
กรกฎาคม	36.690	35.969	23.3773	15.8875	36.162	36.723	22.43	13.9298
สิงหาคม	31.175	23.144	12.2813	17.5276	30.211	22.227	10.0238	16.254
กันยายน	30.335	31.386	18.1743	9.44921	28.535	29.595	15.7467	7.84032
ตุลาคม	70.667	142.113	155.935	46.607	75.767	174.288	188.356	49.1882
พฤศจิกายน	30.141	33.766	32.493	8.56861	26.958	30.441	29.062	6.50605
ธันวาคม	74.980	110.168	109.744	34.3964	77.404	117.471	119.498	32.9656

ตารางที่ 3 ข้อมูลแสดงค่าพารามิเตอร์และค่า MAE ของจังหวัดในภาคเหนือตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560

เดือน		มกราคม		กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน		พฤษภาคม		มิถุนายน	
ค่าพารามิเตอร์		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
จังหวัด	เชียงใหม่	0.007	71.785	0.074	166.865	0.040	235.931	0.045	151.329	-0.018	57.594	0.022	52.862
	เชียงราย	-0.047	62.529	0.097	180.314	-0.054	185.814	-0.028	177.202	0.045	70.894	0.133	72.759
	ลำปาง	-0.048	75.972	0.059	206.374	-0.087	114.371	-0.038	99.351	0.023	62.230	0.095	60.965
	แม่ฮ่องสอน	0.316	155.701	-0.130	67.627	-0.060	269.972	0.020	227.024	-0.039	54.564	0.118	54.367
ค่าความคลาดเคลื่อน		Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE
จังหวัด	เชียงใหม่	12.337	**0.195***	22.714	**0.216***	30.011	**0.239***	35.158	**0.338***	29.133	0.669	17.681	0.373
	เชียงราย	7.180	**0.100***	33.804	**0.341***	34.154	**0.290***	25.930	**0.167***	16.909	0.314	15.224	0.320
	ลำปาง	15.700	**0.167***	45.670	**0.367***	18.080	**0.146***	8.032	**0.078***	15.960	0.297	40.767	1.734
	แม่ฮ่องสอน	28.982	**0.592***	46.008	**0.637***	52.069	**0.383***	25.680	**0.147***	18.563	0.341	18.288	0.510

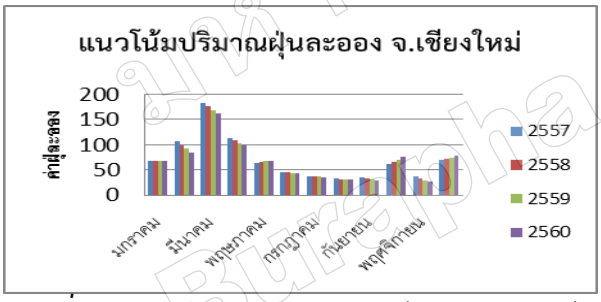
* หมายถึง ค่า MAE ค่อนข้างต่ำและสอดคล้องกับข้อมูลจริง

2. ผลจากข้อที่ 1 นำค่าดังกล่าวมาหาค่าพยากรณ์ค่าพารามิเตอร์และค่า MAE ของจังหวัดในภาคเหนือตอนบนระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 ดังตารางที่ 3 จากการพิจารณาค่า MAE แสดงให้เห็นว่าเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายนมีค่า MAE ค่อนข้างต่ำ จะเห็นได้จากเดือน มกราคมจนถึงเดือนเมษายน โดยค่าต่ำมากที่สุด จังหวัดลำปางในเดือนเมษายน คือ 0.078 รองลงมา จังหวัดเชียงรายในเดือนมกราคม คือ 0.100 ผลที่ได้แสดงถึงค่าที่ได้จากค่าพยากรณ์สอดคล้องกับค่าข้อมูลจริงรายเดือนที่นำมาวิเคราะห์ ประกอบกับสอดคล้องกับข้อมูลพื้นที่ในช่วงเวลาดังกล่าวประสบปัญหาหมอกควันตอนต้นปีอย่างต่อเนื่อง

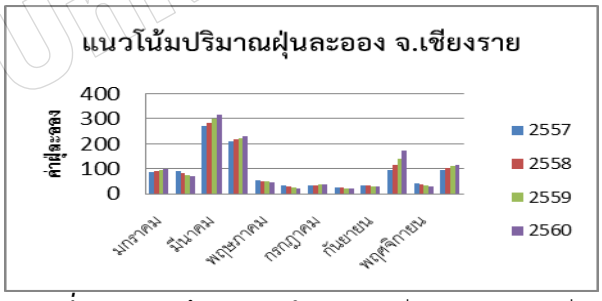
ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน		กรกฎาคม		สิงหาคม		กันยายน		ตุลาคม		พฤศจิกายน		ธันวาคม	
ค่าพารามิเตอร์		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
จังหวัด	เชียงใหม่	0.015	41.464	0.031	40.438	0.061	51.085	-0.070	37.887	0.112	76.564	-0.032	56.849
	เชียงราย	-0.021	30.200	0.040	32.450	0.059	50.819	-0.204	18.045	0.104	78.680	-0.064	63.069
	ลำปาง	0.041	33.241	0.203	61.933	0.143	58.111	-0.189	23.896	0.112	81.067	-0.085	55.373
	แม่ฮ่องสอน	0.132	46.801	0.075	33.497	0.187	43.093	-0.054	29.159	0.275	76.323	0.042	49.244
ค่าความคลาดเคลื่อน		Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE	Error	MAE
จังหวัด	เชียงใหม่	14.282	0.386	3.926	0.108	20.013	0.533	8.272	0.174	15.794	0.375	14.401	0.236
	เชียงราย	5.082	0.161	5.016	0.169	18.308	0.487	16.350	0.326	11.621	0.234	16.189	0.243
	ลำปาง	22.404	0.938	38.614	1.633	49.191	2.607	25.661	0.724	12.927	0.241	11.870	0.180
	แม่ฮ่องสอน	27.125	1.000	24.735	1.184	41.316	2.289	15.788	0.471	15.533	0.718	24.552	0.679

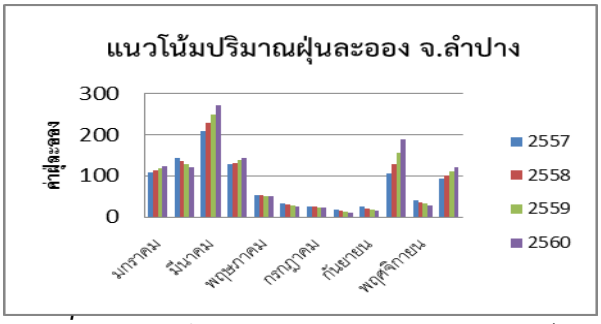
* หมายถึง ค่า MAE ค่อนข้างต่ำและสอดคล้องกับข้อมูลจริง



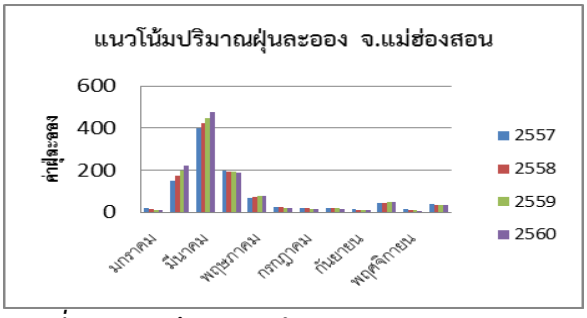
ภาพที่ 3 ก แนวโน้ม PM10 ในจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560



ภาพที่ 3 ข แนวโน้ม PM10 ในจังหวัดเชียงราย ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560

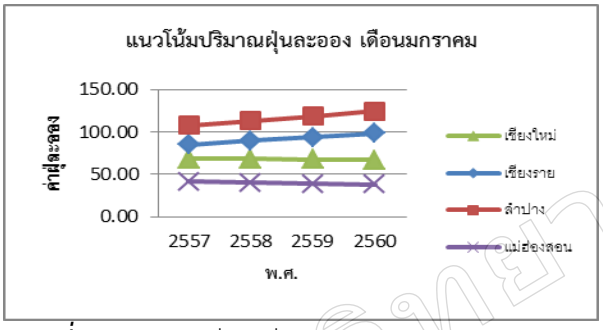


ภาพที่ 3 ค แนวโน้ม PM10 ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560

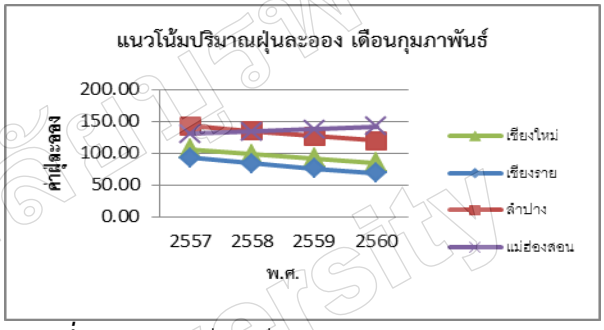


ภาพที่ 3 ง แนวโน้ม PM10 ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560

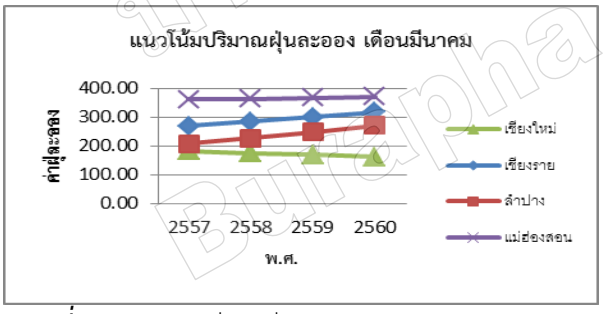
จากผลการพยากรณ์ค่าปริมาณ PM10 ในรูปภาพที่ 3 (ก-ง) พบว่า ปี พ.ศ. 2557 ของเดือนมีนาคมจะมีปริมาณ PM10 สูงสุด ใน จังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงราย, ลำปางและเชียงใหม่ คือ 397.849, 270.319, 208.844 และ 183.175ตามลำดับ ปี พ.ศ. 2558 ของเดือนมีนาคมจะมีปริมาณ PM10 สูงสุด ใน จังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงราย, ลำปางและเชียงใหม่ คือ 422.477, 285.227, 227.753 และ 175.926 ตามลำดับ ปี พ.ศ. 2559 ของเดือนมีนาคมจะมีปริมาณ PM10 สูงสุด ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงราย, ลำปางและเชียงใหม่ คือ 448.630, 300.956, 248.373 และ 168.964 ตามลำดับ ปี พ.ศ. 2560 ของเดือนมีนาคมจะมีปริมาณ PM10 สูงสุด ใน จังหวัดแม่ฮ่องสอน, เชียงราย, ลำปางและเชียงใหม่ คือ 476.401, 317.553, 270.860 และ 162.278 ตามลำดับ จากผล PM10 ของแต่ละสถานีในแต่ละจังหวัดมีค่าสูงมาก โดยเฉพาะช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน จึงนำค่าดังกล่าวมาแสดงการเปรียบเทียบของแต่ละจังหวัดได้ดังรูปภาพที่ 4 (ก-ง)



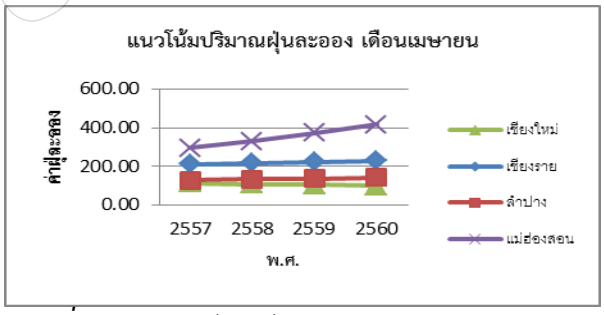
ภาพที่ 4 ก กราฟเปรียบเทียบ PM10 ของแต่ละจังหวัดในเดือนมกราคม



ภาพที่ 4 ข กราฟเปรียบเทียบ PM10 ของแต่ละจังหวัดในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 4 ค กราฟเปรียบเทียบ PM10 ของแต่ละจังหวัดในเดือนมีนาคม



ภาพที่ 4 ง กราฟเปรียบเทียบ PM10 ของแต่ละจังหวัดในเดือนเมษายน

จากผลการพยากรณ์ค่าปริมาณ PM10 ในรูปภาพที่ 4 (ก-ง) พบว่า ในเดือนมกราคม จังหวัดลำปางจะมีแนวโน้มสูงสุดคือ 107.664, 112.995, 118.590 และ 124.462 ตามลำดับ ในเดือนกุมภาพันธ์ จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีแนวโน้มสูงสุดคือ 151.359, 172.336, 196.220 และ 223.413 ตามลำดับ ในเดือนมีนาคม จังหวัดแม่ฮ่องสอนจะมีแนวโน้มสูงสุดคือ 397.849, 422.477, 448.630 และ 476.401 ตามลำดับ และในเดือนเมษายน จังหวัดเชียงรายจะมีแนวโน้มสูงสุดคือ 210.731, 216.730, 222.900 และ 229.246 ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

การพยากรณ์ปริมาณ PM10 ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยด้วยทฤษฎีเกรย์ GM(1,1) ถือเป็นทางเลือกที่ใช้ในการหาค่าพยากรณ์โดยพิจารณาข้อมูลใน ปี พ.ศ. 2551-2556 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 4 สถานี โดยค่าพยากรณ์ในอนาคตใน 4 ปีข้างหน้า คือ พ.ศ. 2557-2560 พบว่า ทฤษฎีเกรย์สามารถแสดงค่าพยากรณ์ได้ใกล้เคียงค่าความจริง (ในช่วง พ.ศ. 2551-2556) และคุณภาพอากาศในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจะมีปริมาณ PM10 สูง คือค่าสูงในเดือนเดือนตุลาคมจนถึงเดือนเมษายนของทุกจังหวัด ยกเว้นในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ปริมาณ PM10 สูงในเดือนเมษายน-พฤษภาคม ของปี พ.ศ. 2559-2560 แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของปริมาณ PM10 อยู่ในเกณฑ์เกินค่ามาตรฐาน จากค่าพยากรณ์ของปริมาณ PM10 แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำจากค่าน่าเชื่อถือได้จากค่า MAE แสดงค่าใกล้เคียงกับค่าจริง ประกอบกับข้อมูลจริงของสองจังหวัดคือ จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีชายแดนติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านมีการเกษตรแบบเดิมๆ ทั้งในส่วนของประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านคือการจุดไฟเผาหญ้าและการป้องกันไฟป่าที่ดี ทำให้เห็นว่ามลพิษทางของปริมาณ PM10 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนจังหวัดลำปาง พบว่าโรงไฟฟ้าแม่เมาะที่ใช้ลิกไนต์เป็นพลังงานในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งทุกครั้งมีการปล่อยกำมะถันประมาณร้อยละ 3-5 ก่อให้เกิด ปริมาณ PM10 สูงขึ้น ทั้งนี้จากค่าแนวโน้มของปริมาณ PM10 ที่เพิ่มขึ้น สามารถนำไปวางแผนในอนาคตเพื่อลดปัญหาคุณภาพอากาศในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. วันที่ค้นข้อมูล 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2557, เข้าถึงได้จากhttp://aqnis.pcd.go.th/data/main.

ดร. วิจารย์ สิมาฉายา. มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ: ปัญหาและแนวทาง : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.วันที่ค้นข้อมูล 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2557, เข้าถึงได้จาก http://infofile.pcd.go.th/air/Smoke_North.pdf?CFID=683997&CFTOKEN=47198734.

ธนิตย์ อินทรัตน์.(2554). การประยุกย์ใช้แผนภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินคุณภาพอากาศ: กรณีศึกษาจังหวัดชลบุรี *.วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 16* (1), 32-40.

Deng, Julong. (1989). Introduction to Grey System Theory. *The Journal of Grey System*, Vol.1, No.1, 1-24.

Diyar, Akay and Mehmet Atak. (2007).Grey prediction with rolling mechanism for electricity deman forecasting of Turkey. *Energy*, Vol.32, 1670-1675.

Erdal Kayacan , Baris Ulutas and Okyay Kaynak. (2010).Grey System theory-based models in time series prediction. *Expert Systems with Applications*, Vol.37,1784-1789.

Y. H. Wen. (1997).The Application of Grey Model on the Forecast of Passenger of International Air Transportation. *Transport Planning Journal*, *26*(3), 522 – 555.