

การใช้ทฤษฎีระบบเกรย์พยากรณ์จุดความร้อนสะสมประเทศไทย

Using Grey Systems Theory to forecast Thailand cumulative hot spots

วัฒนา ชยธวัช^{1*}

¹คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

*E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์จุดความร้อนสะสมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566 โดยใช้ทฤษฎีระบบเกรย์กับข้อมูลจุดความร้อนสะสมทั่วประเทศจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 เป็นข้อมูลจุดความร้อนที่รวบรวมได้ในช่วงเดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของฤดูร้อน เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาจุดความร้อนสะสมมีค่าลดลงในปี พ.ศ. 2561 และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2562 และ 2563 จากนั้นลดลงในปี พ.ศ. 2564 และ 2565 ผลปรากฏว่า ตัวแบบ GM(1,1) ที่มีการแก้ไขข้อผิดพลาดเชิงคาบ (EPC) สามารถทำนายโดยมีค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ MAPE 13.54 ซึ่งน้อยกว่าตัวแบบ GM(1,1) การประมาณการจุดความร้อนสะสมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566 ด้วยตัวแบบ GM(1,1)EPC จะมีจุดความร้อนสะสม 59,222 จุด ลดลงจากจุดความร้อนสะสมประมาณการปี พ.ศ. 2565 จำนวน 4,202 จุด หรือลดลงร้อยละ 6.62 ตามแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: จุดความร้อนสะสม ตัวแบบการพยากรณ์ ทฤษฎีระบบเกรย์ ประเทศไทย

Abstract

This research aimed to forecast the cumulative hot spots of Thailand in 2023 using Grey Systems Theory and nationwide cumulative hot spots data from the Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (a public organization) for the past 5 years, from 2017 to 2022. The hot spots were collected during the period of January to May, which is the last month of summer. Because the cumulative hot spot time series data decreased in 2018,

* Corresponding author, e-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

it continued to increase in 2019 and 2020, then decreased in 2021 and 2022. The GM (1,1) with error periodic correction (EPC) model had a mean absolute percentage error of 10.54, which was less than the GM (1,1) model. Estimating the cumulative hot spots of Thailand in 2023 using the GM (1,1) EPC model, there will be 59,22 hot spots, a decrease of 4,202 hot spots from estimated 2022 or a decrease of 6.62 percent according to the continuously decreasing trend.

Keywords: Cumulative hotspots, Forecasting model, Grey Systems Theory, Thailand

1. ที่มาและความสำคัญ

1.1 จุดความร้อน

จุดความร้อน (Hot spot) คือ จุดที่ดาวเทียมตรวจพบค่าความร้อนสูงผิดปกติจากค่าความร้อนบนผิวโลก โดยการตรวจวัดคลื่นรังสีอินฟราเรด (รังสีความร้อนที่เกิดจากไฟ) ข้อมูลจุดความร้อนสะสมทั่วประเทศสามารถสืบค้นได้จากสรุปจำนวนจุดความร้อน ณ เวลารับสัญญาณของระบบเวียร์ (VIIRS) รายปี พ.ศ. 2561-2565 ของส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช [1] ระบุในรายงานว่าเป็นสถิติจุดความร้อนที่รวมการจัดการเชื้อเพลิงตามหลักวิชาการ เป็นข้อมูลตามปีงบประมาณ สรุปจุดความร้อนย้อนหลัง 5 ปี (รวมทั้งปีงบประมาณ) พ.ศ. 2561-2565 เฉพาะในป่าอนุรักษ์ ข้อมูลจากกองหอสมุดและศูนย์สารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ รายงานเมื่อ 10 มีนาคม 2566 [2] ซึ่งเป็นข้อมูลตามปีงบประมาณ 2561 ถึง 2565 (ปีงบประมาณของปีใด ๆ เริ่มต้นที่ 1 ตุลาคมของปีก่อนหน้า ถึงเดือนกันยายนของปีงบประมาณนั้น) เป็นข้อมูลครอบคลุมทุกพื้นที่รวมถึงในป่าอนุรักษ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนจุดความร้อนของประเทศไทย พ.ศ. 2560 ถึง 2565

ปี พ.ศ.	GISTDA	ปีงบประมาณ	กรมวิทยาศาสตร์บริการ	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
2560	76,557			
2561	51,709	2561	108,681	23,371
2562	116,847	2562	220,593	73,509
2563	128,537	2563	231,271	85,714
2564	79,441	2564	113,901	33,230
2565	31,082*	2565	54,900	8,939
2566	45,996	2566	76,377**	

หมายเหตุ GISTDA คือ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เป็นข้อมูลเดือนมกราคม-พฤษภาคม *ข้อมูล 1 มกราคม ถึง 15 มีนาคม 2565, **ข้อมูล 1 ตุลาคม 2565 ถึง 9 มีนาคม 2566

ส่วนข้อมูลจุดความร้อนสะสมทั่วประเทศจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) [3] ข้อมูลตัวเลขของจุดความร้อนย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 ในช่วงเดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของฤดูร้อน ข้อมูลปี พ.ศ. 2565 เป็นข้อมูลเดือนมกราคม ถึง 15 มีนาคม 2565 ซึ่งเป็นข้อมูลตามปีปฏิทิน และข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษรายงานข้อมูลจุดความร้อนสะสมทั่วประเทศ โดยใช้ข้อมูลจาก GISTDA ว่ามีจุดความร้อนสะสมจากบ้านเรือนป่าและพื้นที่เกษตรกรรม รวม 45,996 จุด [4] ข้อมูลจากทั้งสามแหล่งดังแสดงในตารางที่ 1

ข้อมูลจุดความร้อนสะสมทั่วประเทศจาก GISTDA เป็นจำนวนจุดความร้อนในประเทศไทยช่วงฤดูร้อนมกราคม ถึง พฤษภาคม เริ่มจาก พ.ศ. 2560 ลดลงในปี พ.ศ. 2561 และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2562 และ 2563 จากนั้นลดลงในปี พ.ศ. 2564 และ 2565 ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งการลดลงมีสาเหตุมาจากการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้งานให้ตรงกับความต้องการ ความร่วมมือจากทั้งหน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานเอกชน กลุ่มอาสาสมัครและภาคประชาชน ที่ร่วมกันดูแล ป้องกัน แก้ไขและเฝ้าระวังภัยพิบัติไฟป่า ไม่ว่าจะเป็นการให้องค์ความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องถึงสาเหตุและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา การได้รับอิทธิพลจากลานีญา (La Niña) ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกมากกว่าปกติช่วยลดการติดไฟและลุกลามเมื่อได้รับน้ำและความชื้นจากฝนทำให้เชื้อเพลิงเหล่านั้นไม่สามารถลุกไหม้ได้ [3]

การเผาก่อให้เกิดมลพิษ เขม่าควัน ที่จะกลายเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม นิเวศและสิ่งแวดล้อมเชื่อมโยงกันทั้งหมด สร้างความเสียหายให้กับระบบต่าง ๆ ของประเทศ ประเทศไทยมีโครงการ THEOS-2 ใช้ดาวเทียมมีขนาดประมาณ 100-110 กิโลกรัม จำนวน 2 ดวง ชื่อว่า “ดาวเทียม THEOS-2” และ “ดาวเทียม THEOS-2A” ภารกิจสำคัญของระบบดังกล่าว คือการสำรวจ วิเคราะห์ และติดตามสถานการณ์ภัยพิบัติไฟป่าหมอกควันและอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นได้อย่างทันทั่วถึงและแม่นยำ เพื่อการสนับสนุนข้อมูลสำคัญให้กับทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้นำข้อมูลไปใช้วางแผน ป้องกัน บรรเทา แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงจุดมากยิ่งขึ้น นอกจากจะสนับสนุนข้อมูลด้านน้ำท่วม ไฟป่า หรือภัยพิบัติต่าง ๆ แล้ว นอกจากการทำแผนที่ การวางผังเมือง การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ การติดตามพื้นที่เพาะปลูกเพื่อคาดการณ์ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร การติดตามผลกระทบจากภัยพิบัติ หรือการตรวจสอบพื้นที่ป่า เป็นต้น ดาวเทียมทั้งสองดวงจะปล่อยสู่วงโคจรได้ภายในเดือนตุลาคม 2566 [5]

1.2 เทคนิคการพยากรณ์

ทฤษฎีระบบเกรย์ [6] ใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลากับข้อมูลจำนวนน้อยที่สุดเพียง 4 คาบเวลา ก็สามารถใช้ทำนายคาบเวลาถัด 5 ได้ ตัวแบบเริ่มต้นคือ GM(1,1) (first order grey model for one variable) ซึ่งจะเริ่มต้นจากการแปลงข้อมูลเริ่มต้นเป็นข้อมูลสะสม แล้วใช้สมการถดถอยเชิงเส้นประมาณค่าคงที่และค่าความชัน จากนั้นทำนายค่าสะสมแล้วหักออกด้วยค่าสะสมที่ทำนายก่อนหน้านี้ก็จะได้ค่าทำนายของแต่ละคาบเวลา การพิจารณาว่าตัวแบบการทำนายสามารถทำนายได้แม่นยำเพียงใดก็สามารถพิจารณาได้จากค่าทำนายที่เบี่ยงเบนไปจากค่าจริง หรือ ค่าสหสัมพันธ์ของค่าจริงกับค่าทำนาย เป็นการสร้างฟังก์ชันที่มีค่า

ตามเวลาจากข้อมูลในอดีต ถ้าสามารถอธิบายอดีตได้ และอนาคตยังคงดำเนินไปเช่นอดีตแล้ว ก็ย่อมจะใช้ อธิบายอนาคตได้ การใช้ตัวแบบ GM (1, 1) ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์การแพร่กระจายของไฟฟ้าที่มีความแม่นยำช่วยในการลดผลกระทบ [7] การคาดการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติบนฐานเหตุฉุกเฉินความร่วมมือของเมือง Fangshan [8] และการพยากรณ์ไฟฟ้าพื้นที่ป่าไม้ภูเขาต้าซิงอันแห่งมณฑลโกเลียใน [9] อนุกรมเวลาที่มีลักษณะเพิ่มขึ้นโดยตลอด (the monotonic increase) จะมีความเหมาะสมกับการใช้ตัวแบบ GM(1,1) หากพิจารณารูปแบบอนุกรมเวลาของข้อมูลพบว่า มีการเพิ่มขึ้นแล้วเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงแล้วลดลงแล้วกลับเพิ่มขึ้นตัวแบบที่มีการแก้ไขข้อผิดพลาดเชิงคาบ (Error Periodic Correction Model) ก็จะมี ความเหมาะสมมากกว่า [10]

การพยากรณ์จำนวนจุดความร้อนในอนาคตจากข้อมูลอนุกรมเวลาการเกิดจุดความร้อนในอดีต ซึ่งหากเหตุการณ์ยังคงดำเนินไปเช่นในอดีตตัวแบบการพยากรณ์จะให้ผลลัพธ์ไปในอนาคต เพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการ ดำเนินมาตรการในการควบคุมที่เหมาะสมต่อไป

2. วัตถุประสงค์

พยากรณ์จุดความร้อนสะสมทั่วประเทศปี พ.ศ. 2566 ด้วยทฤษฎีระบบเกรย์

3. ทฤษฎีและวิธีการดำเนินงานวิจัย

ทฤษฎีระบบเกรย์

3.1 ตัวแบบ GM(1,1) [11]

ตัวแบบ GM(1,1) [11]

สัญลักษณ์ที่แสดงอยู่ในรูปของเวกเตอร์ (vector) และ เมทริกซ์ (matrix) ดังนี้

ค่าข้อมูลจริงจำนวน n ค่า จาก $1, 2, 3, \dots, n$

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)) \quad (1)$$

ค่าข้อมูลสะสมจำนวน n ค่า จาก $1, 2, 3, \dots, n$

$$X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)) \quad (2)$$

ค่าข้อมูลสะสมรายการที่ k

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), k=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

ค่าข้อมูลสะสมเฉลี่ยกับรายการก่อนหน้า

$$Z^{(1)} = (z^{(1)}(2), z^{(1)}(3), \dots, z^{(1)}(n)) \quad (4)$$

ค่าข้อมูลสะสมเฉลี่ยกับรายการก่อนหน้ารายการที่ k

$$z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)), k=2, 3, \dots, n \quad (5)$$

M^T คือ เมทริกซ์สลับเปลี่ยน (transpose matrix) M ทำการสลับตำแหน่งข้อมูลจากแถวเป็นสดมภ์และสดมภ์เป็นแถว

M^{-1} คือ เมทริกซ์ผกผัน (inverse matrix) ของเมทริกซ์ M

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \quad (6)$$

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & 1 \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$a = (B^T B)^{-1} B^T Y = [a \quad b]^T$$

a คือ สัมประสิทธิ์การพัฒนา (the development coefficient) และ

b คือ ปริมาณกระทำสีเทา (the grey action quantity)

สมการอนุพันธ์ของตัวแบบ GM(1,1)

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (8)$$

ค่าพยากรณ์สะสมรายการที่ $k+1$

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{ak} + \frac{b}{a} \quad (9)$$

ค่าพยากรณ์รายการที่ $k+1$

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = (1 - e^a) \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-ak}, k = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

การใช้คำสั่งโปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณการหาค่า a และ b

กรณีโปรแกรม Excel มีคำสั่งในการดำเนินการกับเมทริกซ์ ได้แก่

เมทริกซ์สลับเปลี่ยน (matrix transposition) =TRANSPOSE(array)

การหาเมทริกซ์ผกผัน (Matrix inversion) =MINVERSE(array)

การคูณเมทริกซ์ (Matrix multiplication) =MMULT(array1,array2)

สามารถดูตัวอย่างการใช้คำสั่งได้จาก Youtube [12,13]

3.2 ตัวแบบ GM(1,1)EPC

ตัวแบบ GM(1,1) ที่มีการแก้ไขข้อผิดพลาดเชิงคาบ (Error Periodic Correction Model) [10] ใช้อนุกรมฟูริเยร์ (the Fourier series) ที่สามารถเขียน $f(x)$ อยู่ในรูปอนุกรมอนันต์ของ $\cos(nx)$ และ $\sin(nx)$ แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเชิงคาบที่อยู่ใกล้ค่าสังเกต ทำให้ตัวแบบ GM(1,1)EPC นี้มีค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าสังเกตในช่วงเวลาที่ผ่านมา

ค่าความคลาดเคลื่อนรายการที่ k

$$\varepsilon^{(0)} = (\varepsilon^{(0)}(1), \varepsilon^{(0)}(2), \dots, \varepsilon^{(0)}(n)), \quad (11)$$

$$\text{เมื่อ } \varepsilon^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)$$

$$\varepsilon^{(0)}(k) \cong \frac{1}{2}a_0 + \sum_{i=1}^{k_n} \left[a_i \cos\left(\frac{2\pi i}{T}\right) + b_i \sin\left(\frac{2\pi i}{T}\right) \right], k = 2, 3, \dots, n \quad (12)$$

$$T = n-1, k_n = \frac{(n-1)}{2} - 1$$

การปรับค่าด้วยอนุกรมฟูรีเยร์ แสดงเป็นเมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็นค่าถ่วงน้ำหนักด้วย

$\sin$ และ $\cos$

$$P = \begin{bmatrix} 1/2 & \cos\left(2\frac{2\pi}{T}1\right) & \sin\left(2\frac{2\pi}{T}1\right) & \cos\left(2\frac{2\pi}{T}2\right) & \sin\left(2\frac{2\pi}{T}2\right) & \dots & \cos\left(2\frac{2\pi}{T}Z\right) & \sin\left(2\frac{2\pi}{T}Z\right) \\ 1/2 & \cos\left(3\frac{2\pi}{T}1\right) & \sin\left(3\frac{2\pi}{T}1\right) & \cos\left(3\frac{2\pi}{T}2\right) & \sin\left(3\frac{2\pi}{T}2\right) & \dots & \cos\left(3\frac{2\pi}{T}Z\right) & \sin\left(3\frac{2\pi}{T}Z\right) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/2 & \cos\left(n\frac{2\pi}{T}1\right) & \sin\left(n\frac{2\pi}{T}1\right) & \cos\left(n\frac{2\pi}{T}2\right) & \sin\left(n\frac{2\pi}{T}2\right) & \dots & \cos\left(n\frac{2\pi}{T}Z\right) & \sin\left(n\frac{2\pi}{T}Z\right) \end{bmatrix} \quad (13)$$

สมาชิกของเวกเตอร์ C ประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดตามสมการที่ 15

$$C = [a_0 \quad a_1 \quad b_1 \quad a_2 \quad b_2 \quad \dots \quad a_n \quad b_n]^T \quad (14)$$

$$C \cong (P^T P)^{-1} P^T \varepsilon^{(0)} \quad (15)$$

ค่าพยากรณ์รายการที่ k

$$x^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - \varepsilon^{(0)}(k) \quad (16)$$

ค่าพยากรณ์ความคลาดเคลื่อนที่ $n+1$ คือ $\varepsilon^{(0)}(n+1)$ โดยการแทนค่า $k = n+1$ ลงในสมการที่ (12)

3.3 ความแม่นยำของตัวแบบ [10,14,15]

ค่าเฉลี่ยของผลต่างสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error - MAE) คือ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x^{(0)}(i) - x^{(0)}(i)| \quad (17)$$

ค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Mean Squared Error - MSE) คือ ค่าเฉลี่ยผลต่างกำลังสองระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(x^{(0)}(i) - x^{(0)}(i) \right)^2 \quad (18)$$

รากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Squared Error - RMSE) คือ รากที่สองของ MSE ที่ทำให้ตีความขนาดของความแตกต่างได้ง่ายขึ้น

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

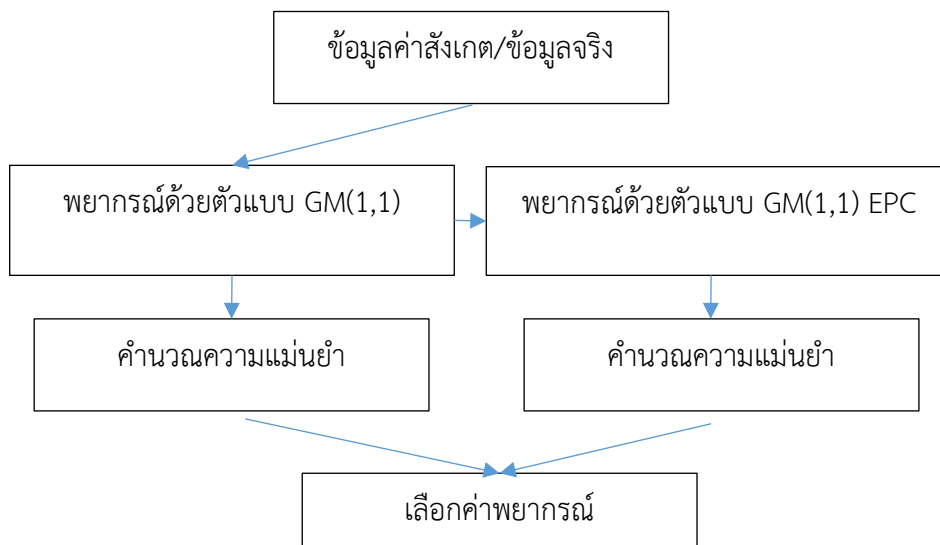
ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) คือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

(20)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x^{(0)}(i) - \hat{x}^{(0)}(i)}{x^{(0)}(i)} \right| \times 100$$

เกณฑ์การพิจารณาตัวแบบจาก MAPE [16] เป็นดังนี้

<10 มีความแม่นยำสูง	10-20 ใช้พยากรณ์ได้ดี
20-50 มีเหตุผลพอที่จะใช้พยากรณ์	>50 ไม่มีความแม่นยำ



รูปที่ 1 แผนภาพการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 การพยากรณ์

ข้อมูลจุดความร้อนสะสมทั่วประเทศจาก GISTDA ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2560 ถึง 2564 พยากรณ์ปี พ.ศ. 2565 เพื่อพิจารณาความแม่นยำของแบบจำลอง และใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 พยากรณ์ปี พ.ศ. 2566

4. ผลการวิจัยและอภิปราย

4.1 การพยากรณ์ปี พ.ศ. 2565 ด้วยข้อมูล พ.ศ. 2560 ถึง 2564

การคำนวณด้วยโปรแกรม Excel

$$Y = \begin{bmatrix} 51709 \\ 116847 \\ 128537 \\ 79441 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -102411.5 & 1 \\ -186689.5 & 1 \\ -309381.5 & 1 \\ -413370.5 & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2 เมทริกซ์ Y และ B เพื่อการพยากรณ์ปี พ.ศ. 2565

การจัดเมทริกซ์ Y และ B เพื่อการพยากรณ์ปี พ.ศ. 2565 ด้วยข้อมูล พ.ศ. 2560 ถึง 2564 ดังแสดงในรูปที่ 2 แล้วใช้คำสั่งโปรแกรมสำเร็จรูปดำเนินการกับเมทริกซ์ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ a และ b

ผลการพยากรณ์จุดความร้อนสะสมทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2565 แสดงในตารางที่ 2 ค่าพยากรณ์ของ GM(1,1)EPC มีค่า MAPE ร้อยละ 0.32 อยู่ในเกณฑ์น้อยกว่า 10 มีความแม่นยำสูง [16] MAPE ของตัวแบบแสดงว่าค่าพยากรณ์ในช่วงที่นำข้อมูลมาพัฒนาตัวแบบจะใกล้เคียงกับค่าสังเกตในช่วงดังกล่าวมาก แต่เมื่อค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 ที่มีจำนวน 79,441 จุด เหลือเพียง 31,082 จุด (ข้อมูล 1 มกราคม ถึง 15 มีนาคม 2565 จำนวน 74 วัน) ทำให้ค่าพยากรณ์จากแบบจำลอง GM(1,1)EPC จำนวน 83,267 จุดต่างไปจากค่าสังเกตในปี พ.ศ. 2565 มาก ค่าที่ควรจะเป็นจริงของปี พ.ศ. 2565 คือ ปรับเพิ่มจำนวนจุดความร้อนสะสมตามจำนวนวันที่ขาดไป คือ 16 มีนาคม ถึง 30 พฤษภาคม 2565 จำนวน 77 วัน คิดเป็น 33,342 จุด รวมเป็นค่าประมาณการปี พ.ศ. 2565 เท่ากับ $31,082 + 33,342 = 63,424$ จุด ค่าพยากรณ์จากตัวแบบ GM(1,1)EPC ที่ 83,267 จุดความร้อนสะสมก็จะแตกต่างกับค่าประมาณการ พ.ศ. 2565 ร้อยละ 31.29

ตารางที่ 2 การพยากรณ์จุดความร้อนสะสมปี พ.ศ. 2565 ด้วย GM(1,1) และ GM(1,1)EPC

พ.ศ.	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	
		GM(1,1)	GM(1,1)EPC
2560	76,557	76,557	76,557
2561	51,709	83,339	51,975
2562	116,847	90,261	116,581
2563	128,537	97,758	128,803
2564	79,441	105,877	79,175
2565	31,082*	114,672	83,267
ค่าความแม่นยำ			
MAE		28,858	266
RMSE		28,955	266
MAPE		35.29	0.32

หมายเหตุ: *ข้อมูล 1 มกราคม ถึง 15 มีนาคม 2565

4.2 การพยากรณ์ปี พ.ศ. 2566 ด้วยข้อมูล พ.ศ. 2560 ถึง 2565

ผลการพยากรณ์จุดความร้อนสะสมทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2566 ด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2560 ถึง 2564 และค่าประมาณการปี พ.ศ. 2565 ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 3 ค่าพยากรณ์ของ GM(1,1)EPC ปี พ.ศ. 2566 มีจุดความร้อนสะสมจำนวน 59,222 จุด โดยมีค่า MAPE ร้อยละ 13.54 อยู่ในเกณฑ์ 10-20 ใช้พยากรณ์ได้ดี [16] แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสังเกต ปี พ.ศ. 2566 จำนวน 45,996 จุดแล้ว ค่าพยากรณ์ก็ยิ่งสูงกว่าถึงร้อยละ 28.76 ผลการพยากรณ์จุดความร้อนสะสมทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2566 ดังแสดงในตารางที่ 3 และได้แสดงเป็นแผนภูมิเส้นในรูปที่ 3

ตารางที่ 3 การพยากรณ์จุดความร้อนสะสมปี พ.ศ. 2566 ด้วย GM(1,1) และ GM(1,1)EPC

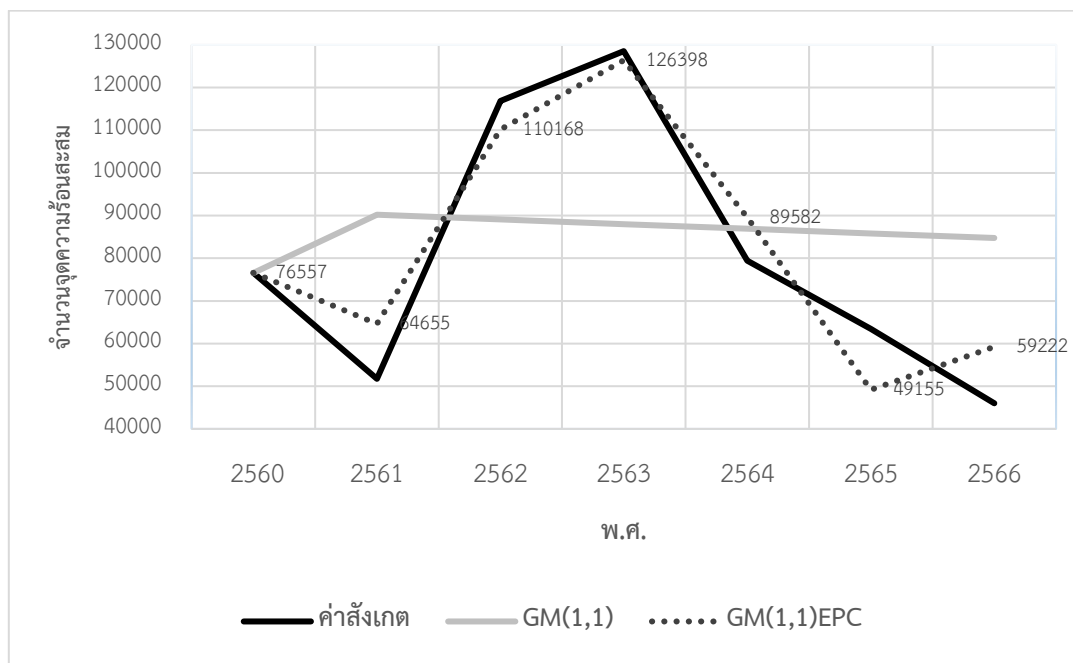
พ.ศ.	ค่าสังเกต	ค่าพยากรณ์	
		GM(1,1)	GM(1,1)EPC
2560	76,557	76,557	76,557
2561	51,709	90,198	64,655
2562	116,847	89,084	110,168
2563	128,537	87,984	126,398
2564	79,441	86,898	89,582
2565	63,424*	85,825	49,155
2566	45,996	84,765	59,222
ค่าความแม่นยำ			
MAE		27,332	9,235
RMSE		29,847	10,230
MAPE		34.89	13.54

หมายเหตุ: *ประมาณการจากข้อมูล 1 มกราคม ถึง 15 มีนาคม 2565 เป็น 1 มกราคม 2565 ถึง 31 พฤษภาคม 2565

5. บทสรุป

การพยากรณ์ด้วย GM(1,1)EPC สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะขึ้นลงตามคาบเวลา เมื่อทำการปรับค่าความคลาดเคลื่อนตามคาบเวลาแล้วจะสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำกว่า GM(1,1) ซึ่งใช้ได้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแต่แนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง การพยากรณ์ตามตัวแบบ GM(1,1)EPC ในปี พ.ศ. 2566 จะมีจุดความร้อนสะสม 59,222 จุด มากกว่ารายงานของกรมควบคุมมลพิษ [4] ถึง 13,226 จุดและลดลงจากประมาณการปี พ.ศ. 2565 ร้อยละ 6.62 ตามแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3

การพยากรณ์ตามทฤษฎีระบบเกรย์ซึ่งสร้างตัวแบบพยากรณ์จากอนุกรมเวลาจากข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวจึงเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้น การพิจารณาร่วมกับสถานการณ์อุตุนิยมวิทยาโดยเฉพาะอิทธิพลจากลานีญา (La Niña) ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกมากกว่าปกติช่วยลดการติดไฟและลูกกลม แต่หากอยู่ในอิทธิพลของเอลนีโญ (El Niño) ซึ่งจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยเฉลี่ยทุกห้าปี ก็จะเป็นปัจจัยเสริมให้มีจุดสะสมความร้อนเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 3 การพยากรณ์จุดความร้อนสะสมทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2566

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2566). สรุปจำนวนจุดความร้อน VIIRS รายปี 2561-2565.
<https://portal.Dnp.go.th/Content/firednp?contentId=19027>
- [2] กองหอสมุดและศูนย์สารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2566, มีนาคม 10). "จุดความร้อน" และไฟฟ้าที่กำลังเพิ่มทำไทยเผชิญปัญหา PM 2.5 อีกระยะ.
<https://siweb.dss.go.th/index.php/th/accordion-1/6722-pm-2-11>
- [3] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2565, มีนาคม 3). สถิติจุดความร้อนย้อนหลัง 5 ปี.
https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=5688&lang=EN
- [4] Rungsriyanon, S. (2023, June 20). Thailand Open Burning Management: Agricultural Sector. Asia Clean Blue Skies Program Knowledge Sharing Event | Agricultural Waste Burning: Technologies and Incentives. Pollution Control Department [Internet]. [cited 2022 Jun 16]
<https://events.development.asia/system/files/materials/2023/06/202306-thailand-open-burning-management-agricultural-sector.pdf>
- [5] ประชาชาติธุรกิจ. (2566, สิงหาคม 14). ไทยส่งดาวเทียม THEOS-2 ขึ้นสู่อวกาศ ก.ย.นี้.
<https://www.prachachat.net/economy/news-1369555>
- [6] Liu, S., & Lin, Y. (2010). Grey systems theory and application. Verlag: Springer.

- [7] Lv, C., Wang, J. & Zhang, F. (2020). Forest fire spread model based on the grey system theory. *J Supercomput*, 76, 3602–3614. <https://doi.org/10.1007/s11227-018-2560-x>
- [8] Guo, H., Hou, Y., Yang, B., Du, H. and Xiao, W. (2015). "Natural disaster forecast on the base of townships collaborative emergency: Take Fangshan District as an example", *Grey Systems: Theory and Application*, 5(3), 392-409. <https://doi.org/10.1108/GS-06-2015-0031>
- [9] Zeqiang, F., Qihong, S., Yunlong, C., & Erfu, D. (2002). RESEARCH ON FORECASTING MODEL OF FOREST FIRE BASED ON GREY-SYSTEM THEORY. *Scientia Silvae Sinicae*, 38(5): 95-100.
- [10] Lin, Y. H., Chiu, C. C., Lin, Y. J., & Lee, P. C. (2013). Rainfall prediction using innovative grey model with the dynamic index. *Journal of Marine Science and Technology*, 21(1), 63-75. DOI:10.6119/JMST-011-1116-1.
- [11] Zhou, W., & He, J-M. (2013). Generalized GM (1,1) model and its application in forecasting of fuel production. *Applied Mathematical Modelling*, 37(9), 6234-6243.
- [12] Igarashi, Y. (2014, May 24). Matrix transpose and matrix multiplication by Excel [Youtube]. https://www.youtube.com/watch?v=6UWG_L8TceU
- [13] Faiz, H. (2009, October 3). Matrix Multiplication and Inverse in Excel [Youtube]. <https://www.youtube.com/watch?v=G8w-d9U3PJM>
- [14] Andrés, D. (2023, June 22). Error Metrics for Time Series Forecasting. *Machine Learning Pills*. <https://mlpills.dev/time-series/error-metrics-for-time-series-forecasting/>
- [15] Cheng, K-S., Lien, Y-T., Wu, Y-C., Su, Y-F. (2017). On the criteria of model performance evaluation for real-time flood forecasting. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 31, 1-24. DOI:10.1007/s00477-016-1322-7.
- [16] Lewis, C.D. (2023). *Industrial and business forecasting methods*. London: Butterworths.