

## ตัวแบบระบบเกรย์สำหรับการพยากรณ์การแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก

: กรณีศึกษากรุงเทพมหานคร

## Grey System Model for forecasting dengue outbreak:

## case study of Bangkok metropolis

ปรีชา เครือโฮสม<sup>1</sup>เฉลิมชัย ภูริพัฒน์<sup>2</sup>พิณรัตน์ นุชโพธิ์<sup>3</sup>พรวิมล คล่องสั่งสอน<sup>4</sup><sup>1</sup>มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี<sup>2</sup>มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต<sup>3</sup>คณะวิทยาการจัดการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

<sup>4</sup>คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี

Preecha Khru easom<sup>1</sup>Chalemchai Puripat<sup>2</sup>Pinnarat Nuchpho<sup>3</sup>Pornvimon Klongsangson<sup>4</sup><sup>1</sup>Dhonburi Rajabhat University<sup>2</sup>Kasem Bundit University<sup>3</sup>Faculty of Management Science,

Pibulsongkram Rajabhat University

<sup>4</sup>Faculty of Science,

Udon Thani Rajabhat University

DOI: 10.14456/dcj.2023.30

Received: July 31, 2021 | Revised: July 18, 2022 | Accepted: July 21, 2022

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาตัวแบบระบบเกรย์สำหรับการพยากรณ์การแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก 2) รายงานค่าความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์การแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก ในปี 2561-2565 3) ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะใช้ข้อมูลสารสนเทศในการตัดสินใจบริหารจัดการ การแก้ไขปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องกับไข้เลือดออก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ จำนวนผู้ติดเชื้อไข้เลือดออกในเขตกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เทคนิควิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบข้อมูลด้วยทฤษฎีเกรย์ (Grey Theory) ในระบบ GM (1,1) ผลการวิจัย พบว่า 1) วิธีการของทฤษฎีเกรย์ (Grey Theory) ในระบบ GM (1,1) มีความเหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ติดเชื้อไข้เลือดออก ในเขตกรุงเทพมหานคร 2) ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกด้วยวิธีการของทฤษฎีเกรย์ (Grey Theory) ในระบบ GM (1,1) สามารถพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยได้แม่นยำถึงร้อยละ 98.62 เมื่อเทียบกับรายงานการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก ในปี 2563 จากรายงานของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร 3) การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ คือ การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์หรือจำนวนข้อมูล พิจารณาจากการที่ค่าจริงใกล้เคียงกับค่าพยากรณ์ที่สุด หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้พยากรณ์ได้ ผลลัพธ์ที่แม่นยำ การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบในภาพรวมของการทดลองด้วยวิธีการของทฤษฎีเกรย์ (Grey Theory) ในระบบ GM (1,1) มีความแม่นยำของตัวแบบที่ดีเพราะให้ค่าสถิติ MAPE ร้อยละ 6.10

ติดต่อผู้พิมพ์ : ปรีชา เครือโฮสม

อีเมล : patumwan\_61it@hotmail.com

## Abstract

The research aimed to 1) study the Grey system model for forecasting the dengue outbreak, 2) report on the accuracy of forecasting the dengue outbreak during 2018–2022, 3) use the information for decision-making with respect to planning, management and problem solving associated with dengue outbreaks. The sample group used in this study was the number of dengue cases in the areas under Bangkok Metropolitan Administration (BMA). Research tool was the Grey Theory, which was a suitable forecasting technique for the formatted data by the system GM (1, 1). Findings from this study indicated that: 1) The Grey system theory by the GM (1, 1) was suitable for forecasting the number of dengue infected people in Bangkok area; 2) The results of forecasting the number of patients during dengue outbreaks using the Grey Theory, a method in the GM (1, 1), were able to forecast the number of dengue cases with an accuracy of 98.62 percent, compared with the number of patients reported in 2020 by the BMA Health Department; and 3) The model accuracy inspection was the measurement of the error of actual value and the forecast value by using the co-efficient value or the number data, assuming the actual value was close to the forecast value or with minimal errors, which was the appropriate value for forecasting an accurate result. Regarding accuracy validation of the model, overall, the GM (1, 1) method was found to be accurate because this method achieved a MAPE statistical value of 6.10 percent.

**Correspondence:** Preecha Khru easom E-mail: patumwan\_61it@hotmail.com

### คำสำคัญ

ระบบเกรย์, การพยากรณ์, ไข้เลือดออก

### Keywords

Grey System, Forecasting, Dengue

## บทนำ

ในปัจจุบัน โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญมากที่สุดปัญหาหนึ่งสำหรับประเทศในเขตร้อนชื้น โดยทั่วไปจะระบาดในฤดูฝน มีุงลายเป็นพาหะนำโรค โรคไข้เลือดออกเกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ซึ่งเป็นอาร์ เอ็น เอ ไวรัส (RNA virus) จัดอยู่ในตระกูล Flaviviridae เดิมเรียกว่า group B Arbovirus มี 4 ซีโรไทป์ (Serotype) คือ DEN-1, DEN-2, DEN-3 และ DEN-4 ที่มีุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะนำโรคหลัก และุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะรอง<sup>(1)</sup> สิ่งมีชีวิตหลักของการติดเชื้อ (Host) ไวรัสไข้เลือดออก คือ มนุษย์ แต่ก็สามารถพบเชื้อในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น การกัดเพียงครั้งเดียวสามารถทำให้ติดเชื้อได้ เมื่อุงตัวเมียดูดเลือดจากผู้ติดเชื้อ

ไข้เลือดออกจะทำให้มีการติดเชื้อในทางเดินอาหารของุงตัวนั้น ต่อมา 8-10 วัน ไวรัสจะแพร่ไปยังเนื้อเยื่ออื่น ๆ ของตัวุง รวมทั้งต่อมน้ำลายของุงด้วย ทำให้มีการหลั่งตัวไวรัสออกมาในน้ำลายของุง โดยจะมีการติดเชื้อไปตลอดอายุขัย ยังไม่ปรากฏว่าการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกส่งผลเสียต่อุงที่ติดเชื้อ ุงลายบ้านมักวางไข่ในแหล่งน้ำขังใกล้ที่อยู่อาศัยของมนุษย์และมักดูดเลือดจากมนุษย์มากกว่าสัตว์อื่น ๆ<sup>(2)</sup>

ตั้งแต่ปี 2496-2507 มีไข้เลือดออกระบาดใหญ่ในหลายประเทศ เขตภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียแปซิฟิก เช่น ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ เวียดนาม เมื่องกัลกัตตาอินเดีย และประเทศไทย<sup>(3)</sup> สำหรับประเทศไทยเริ่มพบโรคกลุ่มไข้เลือดออก ตั้งแต่ปี 2492 และเริ่มมีรายงานการระบาดของโรคไข้เลือดออกอย่าง

ชัดเจน ในปี 2501 โดยตรวจพบผู้ป่วยในเขตกรุงเทพมหานคร<sup>(4)</sup> ตั้งแต่นั้นมา มีการระบาดกระจายออกไปทุกภูมิภาคของประเทศ โดยเฉพาะในปี 2530 มีผู้ป่วยสูงสุดเท่าที่เคยมีรายงาน โดยพบผู้ป่วยจำนวน 174,285 ราย และเสียชีวิต 1,007 ราย ปัจจุบันโรคไข้เลือดออกมีการระบาดกระจายไปทั่วประเทศทุกจังหวัด และทุกอำเภอ<sup>(5)</sup> โดยรูปแบบการระบาดมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ จากการระบาดแบบปีเว้นปี เปลี่ยนมาเป็นการระบาดแบบสูง 2 ปี แล้วลดต่ำลง 2 ปี แล้วเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ การกระจายโรคมักมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่อยู่ตลอดเวลา<sup>(6)</sup>

การวินิจฉัยโรคไข้เลือดออกทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากอาการของโรคมีความคล้ายคลึงกับโรคไข้หวัด ในช่วงแรก จึงทำให้ผู้ป่วยเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าตนเป็นเพียงโรคไข้หวัด และไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องในทันที โรคไข้เลือดออกมีอาการและความรุนแรงของโรคหลายระดับ ตั้งแต่ไม่มีอาการ หรือมีอาการเพียงเล็กน้อย ไปจนถึงเกิดภาวะช็อก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิต และยังไม่มียารักษาเป็นการเฉพาะ เนื่องจากยังไม่มีการพัฒนาวัคซีนหรือไวรัสเด็งกี การรักษาโรคนี้นี้จึงเป็นการรักษาตามอาการเป็นสำคัญ กล่าวคือ ใช้ยาลดไข้ เช็ดตัว และป้องกันภาวะช็อก ยาลดไข้ที่ใช้มีเพียงชนิดเดียว คือ ยาพาราเซตามอล ส่วนแอสไพรินและไอบูโพรเฟน เป็นยาลดไข้เช่นเดียวกัน แต่ห้ามใช้ลดไข้กรณีโรคไข้เลือดออก เนื่องจากยิ่งส่งเสริมการเกิดภาวะเลือดออกผิดปกติ จนอาจเกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้ ส่วนการป้องกันภาวะ

ช็อกนั้น ทำได้โดยการชดเชยน้ำให้ร่างกาย เพื่อไม่ให้ปริมาตรเลือดลดต่ำจนเกิดภาวะความดันโลหิตตก แพทย์จะพิจารณาให้สารน้ำตามความรุนแรงของอาการ โดยอาจให้ผู้ป่วยดื่มเพียงสารละลายเกลือแร่ ORS หรือผู้ป่วยบางรายอาจได้รับน้ำเกลือเข้าทางหลอดเลือดดำ ซึ่งในกรณีที่ผู้ป่วยเกิดภาวะเลือดออกผิดปกติจนเกิดภาวะเสียชีวิตอาจต้องได้รับเลือดเพิ่ม โดยต้องมีการเฝ้าระวังการเกิดภาวะช็อคตลอดเวลา เนื่องจากเป็นภาวะที่อันตรายต่อชีวิตของผู้ป่วยเป็นอย่างมาก<sup>(7)</sup> จากสถิติ ปี 2555 ของสำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร พบว่าประชากรป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก มากเป็นลำดับที่ 3 ของการเจ็บป่วยทั้งหมด โดยมีจำนวนผู้ป่วย 10,081 คน อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน มีค่าเท่ากับ 177.68 ราย ละเอียดแสดงดังตารางที่ 1<sup>(8)</sup> และจากสถานการณ์ไข้เลือดออกในกรุงเทพมหานครเปรียบเทียบกับสถานการณ์ไข้เลือดออกทั่วประเทศ ตั้งแต่ปี 2555-2559 พบว่าอัตราป่วยด้วยไข้เลือดออกในกรุงเทพมหานคร ต่ำกว่าอัตราป่วยทั่วประเทศ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราป่วยต่อแสนคนของกรุงเทพมหานคร สูงกว่าอัตราป่วยต่อแสนคนทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปี 2558 และเมื่อพิจารณาอัตราป่วยด้วยไข้เลือดออกในกรุงเทพมหานคร พบว่า ปี 2558 ที่มีอัตราป่วยสูงสุด คิดเป็น 461.87 ต่อแสนประชากร รองลงมา คือ ปี 2556, 2555, 2559 และ 2557 คิดเป็น 260.39, 167.84, 129.39 และ 83.17 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 2<sup>(9)</sup>

ตารางที่ 1 โรคที่ประชากรเจ็บป่วย 10 อันดับ ในกรุงเทพมหานคร 2555<sup>(8)</sup>

Table 1 Top 10 diseases in Bangkok, 2012<sup>(8)</sup>

ลำดับ	โรค	จำนวนผู้ป่วย (คน)	อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน
1	อุจจาระร่วง	39,157	690.17
2	ไข้หวัดใหญ่	16,272	286.80
3	ไข้เลือดออก	10,081	177.68
4	ปอดอักเสบ	8,572	151.09
5	มือ เท้า ปาก	6,914	121.86
6	อาหารเป็นพิษ	3,714	65.46
7	สுகไส	2,514	44.31
8	ตาแดง	1,532	27.00
9	หัด	255	4.49
10	คางทูม	173	3.05

แหล่งข้อมูล : กลุ่มงานระบาดวิทยา กองควบคุมโรคติดต่อ สำนักงานมัย กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ : ข้อมูลประชากรในกรุงเทพมหานคร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2555 จำนวน 5,673,560 คน

ตารางที่ 2 สถานการณ์โรคไข้เลือดออก รวมทั้งประเทศและกรุงเทพมหานคร ปี 2555-2559<sup>(9)</sup>

Table 2 Situation of dengue fever of Thailand and Bangkok, 2012-2016<sup>(9)</sup>

ปี	รวมทั้งประเทศ							กรุงเทพมหานคร				
	ป่วย ประชากร	ป่วย (ราย)	ตาย (ราย)	อัตราป่วย ต่อแสน	อัตราตาย ต่อแสน	อัตราป่วย ตาย (%)	ประชากร	ป่วย (ราย)	ตาย (ราย)	อัตราป่วย ต่อแสน	อัตราตาย ต่อแสน	อัตราป่วย ตาย (%)
2555	63,878,267	74,250	79	116.24	0.12	0.11	5,701,394	9,569	10	167.84	0.18	0.10
2556	64,076,033	154,444	136	241.03	0.21	0.09	5,674,843	14,777	2	260.39	0.04	0.01
2557	64,621,302	40,278	41	62.33	0.06	0.10	5,679,906	4,724	0	83.17	0.00	0.00
2558	65,124,716	142,925	141	219.46	0.22	0.10	5,692,284	26,291	3	461.87	0.05	0.01
2559	65,426,907	63,310	61	96.76	0.09	0.10	5,694,347	7,368	0	129.39	0.00	0.00

แหล่งข้อมูล : สำนักโรคติดต่อภายในโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

วิธีการหนึ่งในการควบคุมโรคไข้เลือดออก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาปัจจัยสำคัญในการพยากรณ์ การเกิดโรคของแต่ละพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์และมีส่วน เกี่ยวข้องกับการระบาด วิธีการนั้น คือ การสร้างตัวแบบ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นรูปแบบที่นำมาใช้ในการหาแนว โนม์ของค่าพยากรณ์ เช่น ทฤษฎีเกรย์ (Grey theory) ค้น พบโดยนักคณิตศาสตร์ชาวจีนชื่อ Julong Deng<sup>(10)</sup> ในปี ค.ศ. 1982 โดยหลักการของตัวแบบระบบเกรย์ (Grey Model) จะทำการศึกษาข้อมูลทั้งหมด ซึ่งมีหลายลักษณะ มีทั้งข้อมูลที่ขาดหาย และไม่ครบสมบูรณ์ หรือบางกรณี ก็อาจจะมีข้อมูลน้อย ด้วยเหตุนี้จึงมีการคัดเลือกข้อมูลที่

เป็นตัวแทนสำหรับการทำนายการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้มี ความเหมาะสมกับการวิจัยในแบบต่างๆ เช่น ข้อมูลทาง วิศวกรรม ข้อมูลทางการเกษตร ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลทางการศึกษา และข้อมูลทางการแพทย์ ตัวอย่าง การนำทฤษฎีเกรย์มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย เช่น Akay and Atak<sup>(11)</sup> ใช้ทฤษฎีเกรย์ในการพยากรณ์กลไกของ เครื่องรีด เพื่อดูความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศตุรกี และ Kayacan et al<sup>(12)</sup> ได้ศึกษาการใช้ทฤษฎีระบบเกรย์ ในการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

ทฤษฎีเกรย์ ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและ เริ่มมีนักวิจัยนำมาทดลองใช้กันมากขึ้น จากการที่ตัวแบบ

ระบบเกรย์เป็นที่รู้จัก ทำให้นำขั้นตอนในการคำนวณ มีการพิจารณาค่าของข้อมูลเริ่มต้น โดยมีการจำแนกข้อมูล เป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับทำการวิจัยและพยากรณ์ โดยที่ จัดเป็นโครงสร้างของเมตริกและนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ ไปใช้ต่อในสมการอนุพันธ์ ในรูปแบบของ GM (1,1) ไปวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์หาความถูกต้องของข้อมูล ซึ่ง สามารถตรวจสอบความแม่นยำได้ค่าที่มีความถูกต้อง โดยทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่มีการ พยากรณ์เอาไว้ในแต่ละครั้ง จึงทำให้มีความนิยมมากขึ้น

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงกำหนดวัตถุประสงค์การ วิจัย โดยสนใจที่จะนำตัวแบบทฤษฎีเกรย์ในระบบ GM (1,1) มาใช้ในการพยากรณ์และหาแนวโน้มของจำนวน ผู้ติดเชื้อไข้เลือดออก ตั้งแต่ปี 2561-2565 พร้อม ทดสอบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ เพื่อใช้เป็น ข้อมูลสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจและวางแผนในการ บริหารจัดการทดลอง ซึ่งอาจใช้สำหรับการแก้ไขปัญหา ด้านพฤติกรรมในการป้องกันโรคไข้เลือดออกของ ประชาชนในกรุงเทพมหานคร และนำผลการศึกษามาใช้ ในการพัฒนารูปแบบและวางแผนการป้องกันโรคไข้เลือด ออก

## วัสดุและวิธีการศึกษา

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎี

ทฤษฎีเกรย์ (Grey Theory)

ข้อมูลจากจุดเริ่มต้นของกลุ่ม  $Y_n$  และเมตริกซ์  $B$

$$Y_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \Rightarrow B = \begin{bmatrix} -0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2)) & 1 \\ -0.5(x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2) + x^{(0)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -0.5(x^{(0)}(1) + \dots + x^{(0)}(n)) & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -z^{(0)}(1) & 1 \\ -z^{(0)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(0)}(n-1) & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

เกรย์ ที่ถูกสร้างขึ้นโดย Julong Deng ในปี ค.ศ. 1982<sup>(13)</sup> เป็นวิธีการใหม่ที่มุ่งเน้นการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับตัวอย่าง ขนาดเล็ก ข้อมูลไม่สมบูรณ์ ข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกัน บางส่วนขาดหาย อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีเกรย์ก็สามารถ อธิบายและตรวจสอบค่าจากการทำนายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ การคำนวณที่ได้สามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการ ได้หลากหลาย ปัจจุบันพบว่า มีบทความวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีเกรย์ได้รับการตีพิมพ์ใน 300 วารสารสากลที่เป็นที่ยอมรับและอยู่บนฐานข้อมูล International Scientific Indexing (ISI) ระหว่างปี ค.ศ. 1996-2010 ผลจากการตรวจสอบ พบว่ามีงานวิจัย ตีพิมพ์จำนวน 632 บทความ ในหลากหลายสาขาวิชา เช่น วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ วัสดุ ศาสตร์ ระบบการควบคุมอัตโนมัติ การวิจัยดำเนินงาน พลังงานเชื้อเพลิง พอลิเมอร์ เศรษฐศาสตร์ โดยกว่าร้อยละ 90 เป็นผลงานของนักวิจัยชาวไต้หวัน ชาวจีน และ ชาวอินเดีย<sup>(14)</sup> จะเห็นได้ว่าทฤษฎีเกรย์ได้รับการยอมรับ อย่างมากในรอบ 15 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 เป็นต้นมา

การวิจัยใช้ข้อมูลในอดีตและทฤษฎีทางสถิติ ด้านการพยากรณ์ (Forecasting Method) ด้วยวิธีการของ ทฤษฎีเกรย์สร้างตัวแบบระบบเกรย์ในระบบ GM (1,1) ตามสมการที่ (1) ถึง (6) มาใช้ในการพยากรณ์และหา แนวโน้มของจำนวนผู้ติดเชื้อ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศ สำหรับการตัดสินใจและวางแผน<sup>(15)</sup>

หา  $\hat{a}$  เป็นส่วนหนึ่งของตัวประมาณแบบ least squares ของตัวแบบระบบเกรย์ในระบบ GM (1,1)

$$\hat{a} = [B^T B]^{-1} B^T Y_n = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \tag{2}$$

เมื่อหา  $\hat{a}$  ก็ให้นำค่าไปแทนสมการ (3) เพื่อใช้ในการทำนายผล

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b, \hat{x}^{(1)} = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right) e^{-at} + \frac{b}{a} \tag{3}$$

หลังจากนั้นก็นำค่าการจำลองคำนวณของ  $X^{(1)}$  ของกลุ่มข้อมูลไปทำตามวิธีเดิมจะได้เป็นค่าทำนายดังนี้

$$X^{(1)} = (X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), X^{(1)}(3), \dots, X^{(1)}(n)) \tag{4}$$

จากสมการ (4) จึงหาค่าเริ่มต้นในการคำนวณตามแบบรูปแบบของ GM (1,1) จะแสดงผลตามค่า  $k$  ที่กำหนดไว้ดังนี้

$$\hat{x}^{(1)}(k + 1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right) e^{-a} + \frac{b}{a}, k = 1, 2, \dots, n \tag{5}$$

การปรับปรุงค่าการทำนาย  $\hat{x}^{(0)}(k)$  ก็จะได้สมการถัดไป:

$$\begin{aligned} \hat{x}^{(0)}(k) &= \beta - \alpha x^{(1)}(k - 1) \\ \hat{x}^{(0)}(k + 1) &= \alpha^{(1)} \hat{x}^{(1)}(k + 1) \\ &= \hat{x}^{(1)}(k + 1) - \hat{x}^{(1)}(k) \end{aligned} \tag{6}$$

เมื่อ  $\beta = \frac{b}{1+0.5a}$  and  $\alpha = \frac{a}{1+0.5a}$

ร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE = Mean Absolute Percentage Error) (7)

$$\Delta = 100 \times \left[ \left| \frac{x^{(0)}(1) - \hat{x}^{(1)}(1)}{x^{(0)}(1)} \right| + \dots + \left| \frac{x^{(0)}(2) - \hat{x}^{(1)}(2)}{x^{(0)}(2)} \right| + \left| \frac{x^{(0)}(n-1) - \hat{x}^{(1)}(n-1)}{x^{(0)}(n-1)} \right| \right]$$

หรือ  $\Delta = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n \Delta_k \times 100 = \text{MAPE}$

**ผลการศึกษา** กรุงเทพมหานคร  $Y_n = (2,270, 3,255, 10,628,$   
 เริ่มต้นทำนายผลจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกใน  $10,075, 8,369, 4,772, 7,646, 7,759, 7,950)$

ตารางที่ 3 จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกในกรุงเทพมหานคร ปี 2552-2560<sup>(15)</sup>

Table 3 Number of patients in Bangkok, 2009-2017<sup>(15)</sup>

ปี	จำนวนผู้ป่วย	จำนวนผู้ป่วยสะสม
2552	2,270	2,270
2553	3,255	5,525
2554	10,628	16,153
2555	10,075	26,228
2556	8,369	34,597
2557	4,772	39,369
2558	7,646	47,015
2559	7,759	54,774
2560*	7,950	62,724

\*เนื่องจากการพยากรณ์ใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2552-2559 และปี 2560 ณ วันที่เริ่มงานวิจัยข้อมูลยังไม่ครบถ้วน จึงต้องทำการพยากรณ์ข้อมูลเป็นข้อมูลนำเข้ตัวใหม่เพื่อใช้ในการพยากรณ์ ปี 2561-2565

$$B = \begin{bmatrix} -0.5(2,270 + 5,525) & 1 \\ -0.5(5,525 + 16,153) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -0.5(54,774 + 62,724) & 1 \end{bmatrix} = Z = \begin{bmatrix} -z^{(0)}(1) & 1 \\ -z^{(0)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(0)}(n-1) & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -3,897.50 & 1 \\ -10,839.00 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -58,749.00 & 1 \end{bmatrix}$$

กระบวนการสร้างตัวแบบระบบเกรย์จำแนกประเภทข้อมูลโดยสมการ (2)

$$\hat{a} = [B^T B]^{-1} B^T Y_n = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.06 \\ 7,198.61 \end{bmatrix}$$

คำนวณค่าเพื่อทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก ปี 2561-2565

$$\hat{x}^{(1)}(t) = \left( x^{(0)}(1) - \frac{7,198.61}{0.06} \right) e^{-0.06t} + \frac{7,198.61}{0.06}$$

ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์เปรียบเทียบในช่วงเวลา ปี 2553-2560

Table 4 Comparative forecast values during 2010-2017

ปี	ค่าเดิม	ค่าทำนาย	ผลต่าง	ความผิดพลาดสัมพัทธ์
2553	3,255	3,056.39	198.61	6.10
2554	10,628	9,979.53	648.47	
2555	10,075	9,460.27	614.73	
2556	8,369	7,858.36	510.64	
2557	4,772	4,480.83	291.17	
2558	7,646	7,179.49	466.51	
2559	7,759	7,285.58	473.42	
2560	7,950	7,464.93	485.07	

จากตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์อันดับที่ 2-9 หรือ ปี 2553-2560 มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ (Percent Error) ในแต่ละปีเท่ากับร้อยละ 6.10

ตารางที่ 5 ค่าการพยากรณ์แนวโน้มจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก

Table 5 Trend forecasting values for the number of patients

ปี	จำนวนผู้ป่วย
2561	7,465
2562	6,603
2563	5,937
2564	5,442
2565	5,011

จะเห็นได้ว่าแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยในกรุงเทพมหานครจากการพยากรณ์ที่ได้ มีแนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกลดลง นั่นคือค่าพยากรณ์ของช่วงเวลา ตั้งแต่ปี 2561-2565 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 6,092 คนต่อปี

## วิจารณ์

ผลการศึกษานี้ได้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก ในปี 2561-2565 ของกรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการของทฤษฎีเกรย์ (Grey Theory) ในระบบ GM (1,1) แล้วนำผลลัพธ์ ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับรายงานสถานการณ์โรคไข้เลือดออกในกรุงเทพมหานคร สัปดาห์ที่ 52 ปี 2563 สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร<sup>(16)</sup>

ผลการวิจัย พบว่าแนวโน้มของการพยากรณ์ปี 2563 ตามตารางที่ 5 จำนวน 5,937 คน เทียบกับรายงานของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 6,020 คน ดังนี้

$$(\text{ค่าการพยากรณ์จากระบบเกรย์} \times 100) / (\text{รายงานผลจากสำนักอนามัย}) = \text{ร้อยละ } 98.62$$

ดังนั้น ในระบบ GM (1,1) สามารถพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยได้แม่นยำถึงร้อยละ 98.62 เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ป่วยจริงจากรายงานของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ระบบ GM (1,1) มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูง และค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ (Percent Error) หรือ MAPE ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในแต่ละค่าได้ดี ทำให้สามารถเปรียบเทียบได้ถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 6.10 การ

ที่ค่าจริงใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุด หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้พยากรณ์และมีผลลัพธ์ที่แม่นยำ

อีกทั้งการระบาดของโรคไข้เลือดออกนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปจากการป่วยแบบเดิม คือ จากการระบาดที่เป็นแบบปีเว้นปี มาเป็นการระบาดแบบสูง 2 ปี แล้ว ลดต่ำลง 2 ปี แล้วเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ข้อมูลไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การกระจายของโรคมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่อยู่อาศัยของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกรุงเทพมหานคร มีแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยที่ลดลงจากปี 2554 คณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าประชาชนในกรุงเทพมหานคร มีความรู้ความสนใจในการเจ็บป่วยมากขึ้น มีการป้องกันโรคที่ดี ประกอบกับระบบสาธารณสุขให้ความสนใจโรคนี้มากขึ้น ทำให้จำนวนผู้ป่วยลดลง

**ข้อดี และข้อด้อยของระบบ GM (1,1)**

**ข้อดี**

1. สามารถพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลที่มีจำนวนน้อยได้
2. สามารถพยากรณ์ได้โดยการใช้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือขาดหายบางช่วงได้
3. สามารถใช้พยากรณ์กับข้อมูลหลายแบบ เช่น แบบมีแนวโน้ม แบบฤดูกาล แบบไม่มีแนวโน้ม

**ข้อด้อย**

1. ระบบ GM (1,1) ต้องใช้ข้อมูลในอดีตที่สนใจศึกษาเป็นฐานเท่านั้น ไม่สามารถใช้ข้อมูลจากปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ได้ หรือต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ทดลอง
2. ระบบ GM (1,1) ใช้พยากรณ์ได้เพียงระยะสั้น หลังจากนั้นค่าพยากรณ์มีแนวโน้มลดลง
3. ระบบ GM (1,1) มีการคำนวณที่ซับซ้อนในเชิงสถิติและคณิตศาสตร์

**ข้อเสนอแนะ**

**ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์**

จากข้อดี ข้อด้อย ของระบบ GM (1,1) คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะโดยให้พิจารณาถึงข้อมูลเป็นหลักสำคัญในการเลือกใช้งาน ในกรณีที่ข้อมูลดังกล่าว

มีจำนวนน้อย มีค่านอกเกณฑ์ หรือข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้นทางสถิติ (Assumption) เช่น ความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่มีการแจกแจงปกติ เป็นต้น ระบบ GM (1,1) สามารถลดความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษา และมีความแม่นยำในการพยากรณ์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อข้อมูลที่นำมาใช้ศึกษาเป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้นทางสถิติ การเลือกเทคนิคการพยากรณ์อื่นของตัวสถิติแบบมีพารามิเตอร์มาใช้งาน เช่น การวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา (เช่น เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่วิธีการแบบ Box-Jenkins) จะนำไปสู่การสรุปผลการศึกษาที่ดี มีความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษาน้อยและมีความแม่นยำในการพยากรณ์ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สถาบันการศึกษาที่สนใจได้นำผลการวิจัยนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์เบื้องต้นในการวางแผนบริหารจัดการ และประยุกต์ใช้ระบบ GM (1,1) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจในการวางแผนบริการจัดการ การแก้ไขด้านสาธารณสุขที่เกี่ยวข้อง **ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้ 1) สภาพแวดล้อมและการขยายตัวของชุมชนเมือง ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ การประมาณค่าปริมาณขุ่นเนื่องจากจำนวนขุ่นจะมีความสัมพันธ์ตามปริมาณน้ำฝน ความชื้น และอุณหภูมิ<sup>(17)</sup> 2) เลือกตัวสถิติที่ใช้ในการพยากรณ์แบบอื่น เช่น ระบบพีชชี สถิติไม่มีพารามิเตอร์ การวิเคราะห์ตัวแปรพหุ มาทดสอบเปรียบเทียบเพื่อวัดประสิทธิภาพ และค่าประมาณที่เหมาะสมที่สุด

**แหล่งทุน**

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ขอขอบพระคุณ การสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และกรมควบคุมโรค ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการ

จัดทำงานวิจัย สูดทำนายนี้ด้วยความระลึกถึงผู้ล่วงลับท่าน ศาสตราจารย์ อติศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ ที่ปรึกษาในการ ทำผลงานวิจัยนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. Department of Disease Control (TH), Division of Vector Borne Disease. Academic manual on dengue fever, 2001 [Internet]. [cited 2020 Dec 2]. Available from: <https://drive.google.com/file/d/16t5uWzrl3MFelwQkYH8fiMyFs-uPt-5eb/view> (in Thai)
2. Yangkao K, Srakaew K. Dengue hemorrhagic fever forecasted by 5-dimension data user in 9th Regional Health Area. *Dis Control J.* 2015;41(3):208-18. (in Thai)
3. Gubler DJ. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever: A global public health problem in the 21<sup>st</sup> century. *Dengue Bulletin.* 1997;21:1-19.
4. Hammon WM, Rudnik A, Sather GE. Viruses associated with epidemic hemorrhagic fever of the Philippines and Thailand. *Science.* 1960;131:1102-3.
5. Department of Disease Control (TH), Division of Vector Borne Disease. Dengue fever forecast report 2015 [Internet]. [cited 2020 Dec 2]. Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1026320220627144613.pdf> (in Thai)
6. Department of Disease Control (TH), Division of Vector Borne Disease. Academic Manual on Infectious Dengue and Dengue Hemorrhagic in Medicine and Public Health 2015 [Internet]. [cited 2020 Dec 2]. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1N1U3LXuJGNJPRj6kHDj4zaK9akOqkQ53/view> (in Thai)
7. Rattanavipanon W. Article on Dengue fever 2012 [Internet]. [cited 2020 Dec 2]. Available from: <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/102/> (in Thai)
8. Strategy and Evaluation Department, Bangkok Metropolitan Administration. Statistical Profile of Bangkok Metropolitan Administration 2012 [Internet]. [cited 2020 Dec 2]. Available from: [webportal.bangkok.go.th/upload/user/00000052/2020/Static/stat%202555\(thai\).pdf](http://webportal.bangkok.go.th/upload/user/00000052/2020/Static/stat%202555(thai).pdf) (in Thai)
9. Department of Disease Control (TH), Division of Vector Borne Disease. Situation of dengue fever, week 52, 2012-2016 [Internet]. [cited 2020 Dec 2]. Available from: <https://drive.google.com/drive/folders/1TTaSvaYYam-VwA5Ig7ATZJmIcHBuGXOSb> (in Thai)
10. Deng J. Introduction to grey system theory. *The Journal of grey system.* 1989;1(1):1-24.
11. Akay D, Atak M. Grey prediction with rolling mechanism for electricity demand forecasting of Turkey. *Energy.* 2007;32(9):1670-5.
12. Kayacan E, Ulutas B, Kaynak O. Grey System theory-based models in time series prediction. *Expert Systems with Applications.* 2010;37(2):1784-9.
13. Liu S, Lin Y. *Grey Systems Theory and Applications.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2010.
14. Pasunon P, Tragantalerngsak S, Atthirawong W. Application of Grey system theory to evaluate performance in savings and credit cooperatives of higher education institutions in Bangkok. *Research Methodology & Cognitive Science.* 2016;14(1):44-58. (in Thai)

15. Department of Disease Control (TH), Division of Epidemiology. Dataset: Dengue fever patients, 2009–2016 [CD-ROM]. Nonthaburi: Division of Epidemiology; 2016. (in Thai) Available from: [webportal.bangkok.go.th/upload/user/00000319/pdf/2563/Dengue\\_wk52\\_2020.pdf](http://webportal.bangkok.go.th/upload/user/00000319/pdf/2563/Dengue_wk52_2020.pdf) (in Thai)
16. Department of Health (Bangkok Metropolitan Administration). Situation of dengue fever, week 52, 2020 [Internet]. [cited 2021 Jul 29].
17. Maleesri T. Prevention and control of Dengue hemorrhagic fever in risk area; Omyai case study [Independent Study]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2009. 76 p. (in Thai)