

แบบจำลองค่าสุดขีดของอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

นิภาดา พากักดี^{1*}, ปิยภัทร บุชบาบดินทร์², เบญจวรรณ รัตนวงศ์¹

(วันที่รับบทความ: 17 กรกฎาคม 2568, วันที่แก้ไข: 29 สิงหาคม 2568, วันที่ตอบรับ 1 ตุลาคม 2568)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองค่าสุดขีดสำหรับวิเคราะห์และคาดการณ์อัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายสัปดาห์สูงสุดของแต่ละจังหวัด จำนวนทั้งสิ้น 20 จังหวัด ในการคำนวณอัตราการป่วยสูงสุดรายสัปดาห์ (หน่วย: ต่อแสนประชากร) แบบจำลองที่นำมาใช้ คือ การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution: GEV) โดยดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE) ภายใต้สมมติฐานกระบวนการคงที่และไม่คงที่ รวมทั้งหมด 8 รูปแบบ จากนั้นทำการเปรียบเทียบและคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมโดยใช้สถิติทดสอบดีไวเียนซ์และค่าล็อกภาวะน่าจะเป็น พร้อมทั้งประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองด้วยกราฟความน่าจะเป็นและกราฟควอนไทล์ นอกจากนี้ยังคำนวณค่าระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) เพื่อติดตามและประเมินความเสี่ยงของการเกิดเหตุการณ์รุนแรงในอนาคต ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลอัตราการป่วยโรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ในแต่ละจังหวัด มีรูปแบบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมภายใต้กระบวนการไม่คงที่ คือ $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ และ $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$ โดยที่ ξ เป็นค่าคงที่ สำหรับทุกจังหวัด โดยจังหวัดอุดรธานีมีความเสี่ยงสูงสุดเมื่อพิจารณาจากระดับการเกิดซ้ำ แสดงให้เห็นถึงเหตุการณ์การระบาดที่มีโอกาสเกิดขึ้น 1 ครั้งใน 40 สัปดาห์ ($p=0.05$) มีค่า Return Level สูงถึงประมาณ 60 รายต่อแสนประชากร ขณะที่การระบาดที่พบบ่อยกว่ามีค่า Return Level อยู่ในช่วง 13-42 รายต่อแสนประชากร สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดในพื้นที่ดังกล่าว

คำสำคัญ : โควิด 19, การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป, กระบวนการคงที่, กระบวนการไม่คงที่

¹สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

²ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*Corresponding author, นิภาดา พากักดี e-mail: nipada.pa@rmuti.ac.th

Extreme Value Modeling for the Rate of Covid-19 in the Northeast of Thailand

Nipada Papukdee^{1*}, Piyapatr Busababodhin², Benjawan Rattanawong¹

(Received 17th July 2025; Revised : 29th August 2025; Accepted 1st October 2025)

Abstract

The objective of this study was to develop an extreme value model to analyze and predict the COVID-19 morbidity rate in northeastern Thailand. Weekly maximum case counts from 20 provinces were used to calculate the weekly maximum morbidity rate (cases per 100,000 population). The analysis employed the Generalized Extreme Value (GEV) distribution, with parameter estimation performed using the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method under both stationary and non-stationary processes across eight model structures. Model selection was based on deviance statistics and negative log-likelihood values, with goodness-of-fit assessed using probability and quantile plots. In addition, return levels were calculated to estimate recurrence intervals for extreme morbidity rates. The results indicated that the non-stationary model, in which the location parameter depends on covariates $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ and $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$ while the shape parameter ξ is held constant, provided the best fit across all 20 provinces. Udon Thani exhibited the highest risk, with the return level reaching approximately 60 cases per 100,000 population for a rare outbreak event occurring once every 40 weeks ($p = 0.05$), while more frequent outbreaks corresponded to return levels of 13–42 cases per 100,000 population, suggesting the need for focused monitoring and public health interventions in this area.

Keywords: covid 19, generalized extreme value distribution, stationary process, non-stationary process

¹Applied Statistics Department, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology

²Department of Mathematics, Faculty of Science, Mahasarakham University

*Corresponding author, Nipada Papukdee e-mail: nipada.pa@rmuti.ac.th



บทนำ

การระบาดทั่วของโควิด 19 เป็นการระบาดทั่วโลกที่กำลังดำเนินไปของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 19; โควิด 19) โดยมีสาเหตุมาจากไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ เริ่มต้นขึ้นในเดือนธันวาคม 2562 โดยพบครั้งแรกในนครอู่ฮั่น เมืองหลวงของมณฑลหูเป่ย์ ประเทศจีน องค์การอนามัยโลกได้ประกาศให้การระบาดนี้เป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขระหว่างประเทศ ในวันที่ 30 มกราคม 2563 และประกาศให้เป็นโรคระบาดทั่วและได้ส่งผลกระทบต่อหลาย ๆ ด้านในประเทศไทย อาทิเช่น ผลกระทบการจ้างงาน ผลกระทบต่อการท่องเที่ยวและการบิน ผลกระทบด้านการส่งออก ผลกระทบทางด้านการศึกษา และผลกระทบด้านสุขภาพ หลังจากนั้นมีการตอบสนองของรัฐบาลต่อการระบาดเริ่มจากการคัดกรองและการติดตามการสัมผัส มีการคัดกรองโควิดตามท่าอากาศยานนานาชาติ ตลอดจนที่โรงพยาบาลสำหรับผู้ป่วยที่มีประวัติเดินทางหรือสัมผัส มีการสอบสวนโรคกรณีที่เกิดกลุ่มการระบาด กระทรวงสาธารณสุขเน้นการเฝ้าระวังตนเอง การรักษาความสะอาดโดยเฉพาะการล้างมือและการเลี่ยงฝูงชน (หรือใส่หน้ากากอนามัยแทน ปลายเดือนมีนาคม 2563 สถานที่สาธารณะและธุรกิจห้างร้านได้รับคำสั่งให้ปิดในกรุงเทพมหานคร และอีกหลายจังหวัด นายกรัฐมนตรี ประกาศสถานการณ์ฉุกเฉิน มีผลวันที่ 26 มีนาคม 2563 และมีประกาศห้ามออกนอกเคหสถานยามวิกาล ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2563 ในขณะเดียวกันพระราชกำหนดสถานการณ์ฉุกเฉินยังสั่งตั้งเจ้าหน้าที่เครื่องมือที่มีแอลกอฮอล์ชั่วคราวและให้

ประชาชนชะลอการเดินทางข้ามจังหวัด ซึ่งยกเลิกเป็นส่วนใหญ่ในเดือนกรกฎาคมและเปิดสถานศึกษาในเดือนสิงหาคม 2563 อย่างไรก็ตาม รัฐบาลยังไม่ยกเลิกสถานการณ์ฉุกเฉิน ต่อมาพบการระบาดของโรครอบใหม่ในจังหวัดสมุทรสาครประมาณกลางเดือนธันวาคม 2563 ซึ่งสงสัยว่ามาจากแรงงานต่างด้าวที่มีการลักลอบพาเข้าประเทศ ทำให้ยอดผู้ติดเชื้อในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 20 ในเดือนเมษายน 2564 พบการระบาดใหม่โดยมีประชากรกลุ่มเสี่ยงที่ย่านทองหล่อและนราธิวาส โรคระบาดทำให้เศรษฐกิจของประเทศได้รับผลกระทบหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคการท่องเที่ยวที่มีความสำคัญ กองทุนการเงินระหว่างประเทศทำนายว่าจีดีพีของไทยจะหดตัวลงร้อยละ 6.7 ในปี 2563 ปรับลดจากเดิมขยายตัวร้อยละ 2.5 รัฐบาลประกาศมาตรการช่วยเหลือหลายอย่าง รวมทั้งการกู้เงินเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจมูลค่า 1.9 ล้านล้านบาท แต่มีผู้ได้รับการช่วยเหลือจำนวนน้อย

การระบาดของโควิด 19 ในประเทศไทย ยังคง ดำเนินอยู่ในประเทศไทยตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2563 จนถึงปัจจุบันโดยข้อมูล ณ วันที่ 1 ตุลาคม 2565 จากกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข มีจำนวนผู้ป่วยโควิด 19 ในประเทศไทยทั้งสิ้น 4,634,606 ราย จำนวนผู้เสียชีวิต 32,771 ราย โดยพบจำนวนผู้ป่วยโควิด 19 สูงสุดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 1,695,969 ราย จำนวนผู้เสียชีวิต 13,589 ราย รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 782,601 ราย จำนวนผู้เสียชีวิต 4,411 ราย และภาคใต้ 702,526 ราย จำนวนผู้เสียชีวิต 4,158 ราย ตามลำดับ หากพิจารณาข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโควิด 19



ตามรายภาคจะเห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนผู้ป่วยและเสียชีวิตด้วยโรคโควิด 19 สูงกว่าภาคอื่น ๆ⁽¹⁾

จากข้อมูลสถิติจำนวนผู้ป่วยโรคโควิด 19 ดังกล่าวหากต้องการทราบโอกาสหรือความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์จำนวนผู้ป่วยโควิด 19 สูงสุดในแต่ละจังหวัดหรือในแต่ละพื้นที่แบบจำลองหรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ดังกล่าว เรียกว่า ทฤษฎีค่าสุดขีด ซึ่งเป็นสถิติที่มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์เหตุการณ์ค่าสุดขีด⁽²⁾ ได้กล่าวว่า ทฤษฎีค่าสุดขีดอธิบายพฤติกรรมของการแจกแจงที่ระดับสูงสุดหรือต่ำสุด อันที่จริงแล้วทฤษฎีค่าสุดขีดได้ถูกประยุกต์ใช้ในสาขาต่าง ๆ สำหรับการสร้างแบบจำลองและด้วยเหตุนี้การทำนายเหตุการณ์รุนแรงซึ่งอาจมีผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์สูงจากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีงานวิจัยจำนวนมากที่ประยุกต์ใช้ **แบบจำลองค่าสุดขีด (Extreme Value Theory, EVT)** เพื่ออธิบายเหตุการณ์ผิดปกติสูงในด้านสุขภาพ ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์การเสียชีวิตและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจากโรคหัวใจในประเทศแคนาดา⁽³⁾ การใช้ EVT ตรวจจับและพยากรณ์การระบาดของไข้หวัดใหญ่⁽⁴⁾ การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

bivariate POT และ ARIMA เพื่อประเมินผลกระทบของอุณหภูมิสุดขีดต่ออัตราการเสียชีวิต⁽⁵⁾ การใช้ EVT วิเคราะห์ค่าความดันโลหิต systolic ในผู้สูงอายุ⁽⁶⁾ และ การใช้ GEV/GPD เพื่อประเมินขีดจำกัดสูงสุดของอายุขัยมนุษย์⁽⁷⁻⁸⁾ งานเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า EVT มีศักยภาพสูงในการวิเคราะห์อัตราการ

ป่วยที่เกิดขึ้นผิดปกติสูงและสร้างภาระต่อระบบสาธารณสุข ในทำนองเดียวกัน งานวิจัยนี้ได้ศึกษา แบบจำลองค่าสุดขีดแบบวางนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value; GEV) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์อัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมุ่งประเมินความเสี่ยงและความถี่ของเหตุการณ์การแพร่ระบาดที่รุนแรง ซึ่งสามารถสะท้อนพลวัตของโรคและสนับสนุนการกำหนดนโยบายด้านสาธารณสุขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาแบบจำลองค่าสุดขีดสำหรับอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแบบจำลองค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปเป็นแบบจำลองหนึ่งในทฤษฎีค่าสุดขีด สำหรับอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อสร้างแบบจำลองค่าสุดขีดของอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2) เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นของการระบาดของโรคโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การแจกแจงค่าสุดขีดนัยทั่วไป (Generalized Extreme value distribution: GEV) มีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function: cdf) ดังนี้⁽²⁾



$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}} \right\}$$

(2.1)

โดยที่ $-\infty < \mu < \infty$ เป็นพารามิเตอร์ระบุตำแหน่ง

$\sigma > 0$ เป็นพารามิเตอร์ระบุขนาด

ขนาด

$-\infty < \xi < \infty$ เป็นพารามิเตอร์ระบุรูปร่าง

รูปร่าง

$$\text{และ } \left\{ x : \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right] > 0 \right\}$$

และมีฟังก์ชันควอไทล์

$$x(F) = \mu - \frac{\sigma}{\xi} \left[1 - \{-\log(1-p)\}^{-\xi} \right]$$

(2.2)

ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีประมาณค่าภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood estimation: MLE)

นำข้อมูลอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ต่อแสนประชากรมาประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดดังนี้

1) สร้างฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น

(Likelihood Function) ของการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

2) สร้างฟังก์ชันล็อกภาวะน่าจะเป็น

ของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปที่ได้จากขั้นตอนที่

3) ประมาณค่าพารามิเตอร์

$\mu(t), \sigma(t), \xi(t)$ ด้วยการหาอนุพันธ์ย่อย (Partial Derivative) จากฟังก์ชันที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 ตามลำดับ

แบบจำลองอัตราการป่วยโรคโควิด 19

แบบจำลองที่ทำการศึกษาคั้งนี้แบ่งรูปแบบที่ศึกษาออกเป็นรูปแบบภายใต้กระบวนการคงที่ (Stationary) และรูปแบบภายใต้กระบวนการไม่คงที่ (Non-stationary) ซึ่งแบบจำลองที่ทำการศึกษาคั้งนี้ทั้งหมด 8 รูปแบบ โดยใช้แพ็คเกจ "extRemes"⁽⁹⁾ ในโปรแกรม R ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ภายใต้กระบวนการคงที่ (Stationary process)

รูปแบบที่ 1 μ, σ และ ξ เป็นค่าคงที่

ภายใต้กระบวนการไม่คงที่ (Non-Stationary process)

รูปแบบที่ 2 $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$

รูปแบบที่ 3 $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$

รูปแบบที่ 4 $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$

รูปแบบที่ 5 $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2$

รูปแบบที่ 6 $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ และ $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$

รูปแบบที่ 7 $\sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$

รูปแบบที่ 8 $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ และ

$\sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$

โดยที่ σ และ ξ เป็นค่าคงที่ในรูปแบบที่ 2 และ 3 ในรูปแบบที่ 4 5 และ 7 ค่า μ และ ξ เป็นค่าคงที่ และ รูปแบบที่ 6 และ 8 ค่า ξ เป็นค่าคงที่

ผลการวิจัย

จากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองค่าสุดขีดสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการศึกษา



ปรากฏการณ์ด้านสาธารณสุขที่มีลักษณะรุนแรงและเกิดขึ้นไม่บ่อย เช่น การระบาดของโรคติดเชื้อหรือการเพิ่มขึ้นผิดปกติของอัตราป่วยและอัตราตาย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อสร้างแบบจำลองค่าสถิติของอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ดังนี้

1. ข้อมูลที่ศึกษา ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคโควิด 19 รายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2564 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565⁽¹⁰⁾ มาคำนวณหาจำนวนผู้ป่วยสูงสุดรายสัปดาห์ของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทั้งหมด 20 จังหวัด คำนวณหาอัตราการป่วย (Morbidity rate) ในบางช่วงเวลาเป็นศูนย์ แสดงถึงการระบาดที่ไม่ต่อเนื่องในบางช่วง โดยภาพรวมจังหวัดที่ควรให้ความสำคัญในการเฝ้าระวังและควบคุมโรคมากเป็นพิเศษ ได้แก่ ชัยภูมิ ขอนแก่น และ

โรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ (หน่วย : ต่อแสนประชากร) ของแต่ละจังหวัด จากตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของอัตราผู้ป่วยโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลอัตราผู้ป่วยโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า จังหวัดชัยภูมิมีอัตราผู้ป่วยสูงสุดรายสัปดาห์สูงสุดที่ 54.74 รายต่อแสนประชากร รองลงมาคือมหาสารคาม ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ และกาฬสินธุ์ ขณะที่จังหวัดขอนแก่น และอุดรธานีมีค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของอัตราผู้ป่วยในระดับสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น สะท้อนถึงการระบาดที่ค่อนข้างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยเฉพาะจังหวัดขอนแก่นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 11.07 รายต่อแสนประชากร นอกจากนี้ หลายจังหวัด เช่น มุกดาหารและยโสธร พบค่าสูงสุดอุดรธานี เนื่องจากมีแนวโน้มเกิดการระบาดรุนแรงและต่อเนื่องมากกว่าจังหวัดอื่นในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของอัตราผู้ป่วยโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

จังหวัด	ค่าต่ำสุด	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90	ค่าสูงสุด
กาฬสินธุ์	0.20	5.74	8.08	8.09	20.77	32.57
ขอนแก่น	0.22	10.77	11.07	7.25	21.52	29.23
ชัยภูมิ	0.27	4.36	9.72	13.61	25.79	54.74
นครพนม	0.14	1.81	5.29	5.96	14.06	23.98
นครราชสีมา	0.19	5.70	6.88	7.97	13.61	32.08
บึงกาฬ	0.24	4.98	6.89	5.86	19.38	23.70
บุรีรัมย์	0.13	7.72	10.20	8.70	24.42	34.93



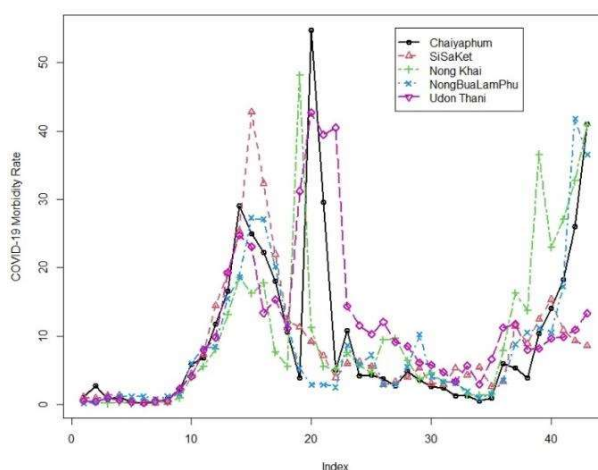
ตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของอัตราผู้ป่วยโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ต่อ)

จังหวัด	ค่าต่ำสุด	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90	ค่าสูงสุด
มหาสารคาม	0.42	5.26	9.52	9.38	27.13	37.96
มุกดาหาร	0.00	4.84	7.33	6.76	18.68	27.05
ยโสธร	0.00	4.68	7.75	10.16	21.20	40.64
ร้อยเอ็ด	0.15	3.39	7.66	9.25	21.54	37.15
เลย	0.16	3.76	5.27	5.87	14.22	23.64
ศรีสะเกษ	0.21	5.42	8.31	10.63	18.44	42.73
สกลนคร	0.09	2.62	5.14	5.51	14.25	22.15
สุรินทร์	0.15	5.66	9.66	9.47	26.10	38.05
หนองคาย	0.19	5.61	10.05	11.99	26.26	48.15
หนองบัวลำภู	0.20	5.30	8.48	10.40	19.91	41.83
อำนาจเจริญ	0.00	3.45	7.21	7.11	21.31	28.44
อุดรธานี	0.26	9.12	11.02	10.60	24.42	42.69
อุบลราชธานี	0.11	7.50	9.03	8.20	22.11	32.93

ตารางที่ 2 ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\hat{\mu}$, $\hat{\sigma}$ และ $\hat{\xi}$ และลอกลักษณะน่าจะเป็นติตลบ (negative log-likelihoods; nllh) สำหรับแต่ละรูปแบบของจังหวัดอุดรธานี

รูปแบบ	k	ค่าประมาณพารามิเตอร์	nllh
1	3	$\hat{\mu} = 7.98, \hat{\sigma} = 7.12, \hat{\xi} = -0.18$	143.17
2	4	$\hat{\mu} = 1.21 + 0.31t, \hat{\sigma} = 5, \hat{\xi} = 0.01$	136.36
3	5	$\hat{\mu} = -0.75 + 0.66t - 0.01t^2, \hat{\sigma} = 4.81, \hat{\xi} = 0.05$	136.36
4	4	$\hat{\mu} = 8.24, \hat{\sigma} = 7.52 - 0.03t, \hat{\xi} = -0.14$	142.41
5	5	$\hat{\mu} = 9.72, \hat{\sigma} = 16.35 - 1.1t + 0.02t^2, \hat{\xi} = 0.08$	142.41
6	5	$\hat{\mu} = -0.66 + 0.38t, \hat{\sigma} = 0.43 + 0.19t, \hat{\xi} = 0.26$	129.55
7	4	$\hat{\mu} = 8.93, \hat{\sigma} = \exp(2.23 - 0.02t), \hat{\xi} = 0.05$	142.22
8	5	$\hat{\mu} = -0.43 + 0.37t, \hat{\sigma} = \exp(0.49 - 0.04t), \hat{\xi} = 0.29$	131.64





ภาพที่ 1 อัตราผู้ป่วยโควิด 19 สูงสุด 5 จังหวัดแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

2. การคัดเลือกแบบจำลอง

ในการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลอัตราการป่วยโรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ ของแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพิจารณาจากสถิติทดสอบดีไวเียนซ์ (Deviance Statistics: D) และค่าล็อกภาวะน่าจะเป็น (nllh) พร้อมนำเสนอกราฟความน่าจะเป็น (Probability Plot) และกราฟควอนไทล์ (Quantile Plot) เพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลอง

สถิติทดสอบดีไวเียนซ์ (Deviance Statistics: D)

สถิติที่ใช้ทดสอบแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นแบบจำลองทั้งภายใต้กระบวนการคงที่และภายใต้กระบวนการไม่คงที่ และเหมาะสมกับแบบจำลองที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน

สถิติทดสอบ

$$D = 2\{l_1(M_1) - l_2(M_2)\}$$

เมื่อ $l_1(M_1)$ และ $l_2(M_2)$ คือ ค่าล็อกภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของแบบจำลองที่ 1 และ 2 จะปฏิเสธสมมติฐานหลักก็ต่อเมื่อ $D > \chi^2_k$ เมื่อ k คือ ผลต่างระหว่างมิติของจำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 1 กับรูปแบบที่ 2 ซึ่งมีค่าสถิติดีไวเียนซ์เท่ากับ 13.60 ซึ่งมากกว่าค่า $\chi^2_1 = 3.84$ ดังนั้นแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 2 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 1 จากนั้นทำการเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 2 กับ รูปแบบที่ 3 ซึ่งมีค่าสถิติดีไวเียนซ์เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าค่า $\chi^2_1 = 3.84$ ดังนั้นแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 2 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 6 ซึ่งมีค่าสถิติดีไวเียนซ์เท่ากับ 27.23 ซึ่งมากกว่าค่า $\chi^2_2 = 5.99$ ดังนั้นแบบจำลองภายใต้ รูปแบบ 6 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 1 และพบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 1

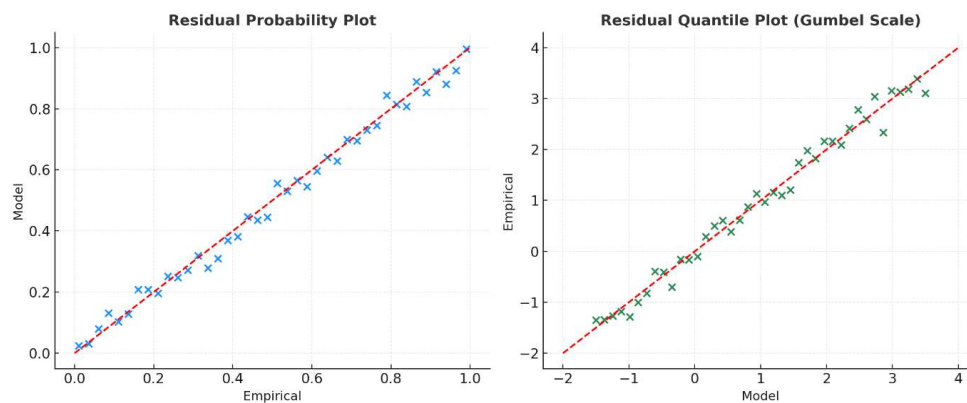
กับรูปแบบที่ 4 5 และ 7 ซึ่งมีค่าสถิติดีเวียนซ์น้อยกว่าค่าวิกฤติดังตาราง ดังนั้นแบบจำลองภายใต้ รูปแบบ 1 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 4 5 และ 7 ผู้วิจัยจะไม่นำรูปแบบ 1 ไปเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่นอีก แต่พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 1 กับรูปแบบที่ 8 ซึ่งมีค่าสถิติดีเวียนซ์เท่ากับ 23.05 ซึ่งมากกว่าค่า $\chi^2_2 = 5.99$ ดังนั้นแบบจำลองภายใต้ รูปแบบ 8 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 1 และเมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 2 กับ รูปแบบที่ 6 ซึ่งมีค่าสถิติดีเวียนซ์ค่าสถิติดีเวียนซ์เท่ากับ 13.63 ซึ่งมากกว่าค่า $\chi^2_1 = 3.84$ ดังนั้นแบบจำลองภายใต้ รูปแบบ 6 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบรูปแบบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 6 กับรูปแบบที่ 8 เราจะพิจารณาจากค่าล็อกภาวะน่าจะเป็น (nllh) ซึ่งพบว่า แบบจำลองภายใต้รูปแบบ 6 มีค่าค่าล็อกภาวะน่าจะเป็นต่ำสุด ดังนั้นแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 6 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบที่ 8 สำหรับข้อมูลอัตราการป่วยโรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ในจังหวัดอุดรธานี จากภาพที่ 2 นำแบบจำลองภายใต้รูปแบบ ที่ 6 ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมไปพล็อตกราฟความน่าจะเป็น (Probability Plot) และกราฟควอนไทล์ (Quantile Plot) เพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลอง พบว่า กราฟ Residual Probability

Plot (ซ้ายมือ) กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นเชิงประจักษ์ (Empirical) กับค่าที่ได้จากแบบจำลอง (Model) สำหรับข้อมูลอัตราผู้ป่วยโควิด 19 ในจังหวัดอุดรธานี จากเส้นแนวทฤษฎี (เส้นทแยงมุม) และตำแหน่งของจุดข้อมูล พบว่าจุดข้อมูลส่วนใหญ่กระจายอยู่ใกล้เส้นแนวทฤษฎี แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่เลือก (รูปแบบที่ 6) สามารถอธิบายข้อมูลได้ดีในภาพรวม ไม่มีการเบี่ยงเบนที่ชัดเจนจากเส้นทฤษฎี Residual Quantile Plot (ขวามือ) กราฟแสดงการเปรียบเทียบควอนไทล์ของข้อมูลเชิงประจักษ์กับ ควอนไทล์ของแบบจำลองในมาตราส่วน Gumbel จุดข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ใกล้เส้นทฤษฎี สะท้อนถึงการกระจายตัวของข้อมูลจริงที่สอดคล้องกับการ แจกแจงตามแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม มีจุดข้อมูลบางส่วนในหางบนที่เบี่ยงเบนออกจากเส้นเล็กน้อย อาจบ่งชี้ถึงการกระจายของข้อมูลช่วงสุดขีดที่แตกต่างเล็กน้อยจากการคาดการณ์ของแบบจำลองทั้งสองกราฟแสดงให้เห็นว่า **แบบจำลองรูปแบบที่ 6** เหมาะสมในการอธิบายข้อมูลอัตราการป่วยโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ในจังหวัดอุดรธานี โดยจุดข้อมูลกระจายตามเส้นทฤษฎีอย่างใกล้เคียงในทั้งกราฟความน่าจะเป็นและกราฟควอนไทล์ สะท้อนว่าแบบจำลองสามารถติดตามและอธิบายพฤติกรรมข้อมูลได้ดี ทั้งในส่วนกลางและบริเวณหางของการแจกแจง



ตารางที่ 3 ค่าสถิติดีไวเอนซ์ ค่าพารามิเตอร์ความแตกต่าง และค่าวิกฤต สำหรับรูปแบบที่เหมาะสมของ จังหวัดอุดรธานี

รูปแบบที่เปรียบเทียบ	ค่าสถิติดีไวเอนซ์ (D)	ค่าพารามิเตอร์ ความแตกต่าง (k)	ค่าวิกฤต (χ^2_k)	รูปแบบ ที่เหมาะสม
รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 2	13.60	1	3.84	รูปแบบที่ 2
รูปแบบ 2 กับ รูปแบบที่ 3	0.00	1	3.84	รูปแบบที่ 2
รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 6	27.23	5	5.99	รูปแบบที่ 6
รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 4	1.51	1	3.84	รูปแบบ 1
รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 5	1.51	2	5.99	รูปแบบ 1
รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 7	1.89	1	3.84	รูปแบบ 1
รูปแบบ 1 กับ รูปแบบที่ 8	23.05	2	5.99	รูปแบบ 8
รูปแบบ 2 กับ รูปแบบที่ 6	13.63	1	3.84	รูปแบบ 6
รูปแบบ 6 กับ รูปแบบที่ 8	-1.29	1	3.84	รูปแบบ 6



ภาพที่ 2 กราฟความน่าจะเป็นและกราฟควอนไทล์สำหรับรูปแบบที่ 6 ของจังหวัดอุดรธานี

ตารางที่ 4 รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

จังหวัด	รูปแบบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหมาะสม	รูปแบบที่เหมาะสม
กาฬสินธุ์	$\hat{\mu} = -0.32 + 0.24t$, $\hat{\sigma} = 0.23 + 0.17t$, $\hat{\xi} = 0.46$	รูปแบบที่ 6
ขอนแก่น	$\hat{\mu} = -0.25 + 0.26t$, $\hat{\sigma} = 0.20 + 0.18t$, $\hat{\xi} = 0.73$	รูปแบบที่ 6
ชัยภูมิ	$\hat{\mu} = 0.01 + 0.13t$, $\hat{\sigma} = 0.25 + 0.11t$, $\hat{\xi} = 0.80$	รูปแบบที่ 6
นครพนม	$\hat{\mu} = 0.08 + 0.12t$, $\hat{\sigma} = -0.20 + 0.20t$, $\hat{\xi} = 0.28$	รูปแบบที่ 6

ตารางที่ 4 รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ต่อ)

จังหวัด	รูปแบบค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหมาะสม	รูปแบบที่เหมาะสม
นครราชสีมา	$\hat{\mu} = 0.35 + 0.23t$, $\hat{\sigma} = -0.32 + 0.32t$, $\hat{\xi} = 0.08$	รูปแบบที่ 6
บึงกาฬ	$\hat{\mu} = 0.21 + 0.08t$, $\hat{\sigma} = -0.14 + 0.14t$, $\hat{\xi} = 0.95$	รูปแบบที่ 6
บุรีรัมย์	$\hat{\mu} = 0.13 + 0.07t$, $\hat{\sigma} = 0.17 + 0.08t$, $\hat{\xi} = 1.00$	รูปแบบที่ 6
มหาสารคาม	$\hat{\mu} = 0.35 + 0.15t$, $\hat{\sigma} = 1.10 + 0.07t$, $\hat{\xi} = 0.77$	รูปแบบที่ 6
มุกดาหาร	$\hat{\mu} = 0.18 + 0.12t$, $\hat{\sigma} = 0.28 + 0.09t$, $\hat{\xi} = 0.39$	รูปแบบที่ 6
ยโสธร	$\hat{\mu} = 0.15 + 0.11t$, $\hat{\sigma} = 0.30 + 0.10t$, $\hat{\xi} = 0.91$	รูปแบบที่ 6
ร้อยเอ็ด	$\hat{\mu} = 0.26 + 0.12t$, $\hat{\sigma} = 0.77 + 0.09t$, $\hat{\xi} = 0.88$	รูปแบบที่ 6
เลย	$\hat{\mu} = 0.09 + 0.15t$, $\hat{\sigma} = 0.16 + 0.15t$, $\hat{\xi} = 0.52$	รูปแบบที่ 6
ศรีสะเกษ	$\hat{\mu} = 0.55 + 0.15t$, $\hat{\sigma} = 0.12 + 0.18t$, $\hat{\xi} = 0.69$	รูปแบบที่ 6
สกลนคร	$\hat{\mu} = -0.39 + 0.28t$, $\hat{\sigma} = 0.29 + 0.19t$, $\hat{\xi} = 0.43$	รูปแบบที่ 6
สุรินทร์	$\hat{\mu} = -0.01 + 0.15t$, $\hat{\sigma} = -0.03 + 0.11t$, $\hat{\xi} = 0.69$	รูปแบบที่ 6
หนองคาย	$\hat{\mu} = 0.19 + 0.17t$, $\hat{\sigma} = 0.30 + 0.12t$, $\hat{\xi} = 0.47$	รูปแบบที่ 6
หนองบัวลำภู	$\hat{\mu} = 0.19 + 0.05t$, $\hat{\sigma} = 0.23 + 0.06t$, $\hat{\xi} = 1.29$	รูปแบบที่ 6
อำนาจเจริญ	$\hat{\mu} = 0.47 + 0.12t$, $\hat{\sigma} = 0.42 + 0.14t$, $\hat{\xi} = 0.90$	รูปแบบที่ 6
อุดรธานี	$\hat{\mu} = -0.66 + 0.38t$, $\hat{\sigma} = 0.43 + 0.19t$, $\hat{\xi} = 0.26$	รูปแบบที่ 6
อุบลราชธานี	$\hat{\mu} = -0.01 + 0.17t$, $\hat{\sigma} = 0.02 + 0.14t$, $\hat{\xi} = 0.75$	รูปแบบที่ 6

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล อัตราผู้ป่วยโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ใน 20 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทุกจังหวัด คือ แบบจำลองรูปแบบที่ 6 ซึ่งเป็นแบบจำลองภายใต้กระบวนการไม่คงที่ โดยรูปแบบนี้มีความสามารถในการอธิบายแนวโน้มของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาได้ดีกว่าแบบจำลองภายใต้กระบวนการคงที่ เนื่องจากลักษณะของการระบาดของโรคโควิด 19 ในแต่ละจังหวัดมีความผันแปรและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาการศึกษา การเลือกใช้รูปแบบที่ 6 จึงช่วยให้การประมาณค่า

พารามิเตอร์มีความเหมาะสมและแม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้การคาดการณ์และประเมินความเสี่ยงของการระบาดในอนาคตในแต่ละจังหวัดมีความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้ควรนำแบบจำลองรูปแบบนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการวางแผนและกำหนดมาตรการควบคุมโรคในพื้นที่ต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไป

เมื่อสามารถสร้างแบบจำลองค่าสุดท้ายของอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ได้แล้ว ขั้นตอนถัดไปที่มีความสำคัญคือการนำแบบจำลองดังกล่าวมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงในเชิงคาดการณ์ เนื่องจากการแพร่ระบาดของโควิด 19 มีลักษณะไม่แน่นอนและอาจเกิดขึ้นเป็น ช่วง ๆ ที่มีความ



รุนแรงสูง การคาดการณ์ความน่าจะเป็นของการระบาดจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้สามารถประเมินโอกาสการเกิดเหตุการณ์สุดขีดล่วงหน้า และใช้เป็นแนวทางสำหรับการวางแผนรับมือด้านสาธารณสุขได้อย่างเหมาะสม โดยจะประยุกต์ใช้การคำนวณค่าระดับการเกิดซ้ำ

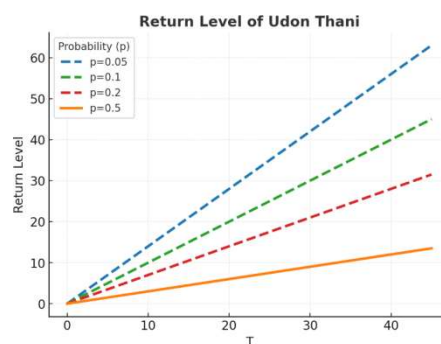
3. คำนวณค่าระดับการเกิดซ้ำ

(Return Level)

การคำนวณค่าระดับการเกิดซ้ำเป็นการดูการเปลี่ยนแปลงจากเวลาต่อระดับการเกิดซ้ำ (Effective Return Level) ของรูปแบบพาราเมเตอร์ที่เหมาะสมที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 เพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นของการระบาดของโรคโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

จากภาพที่ 3 เป็นกราฟแสดงระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) ของอัตราผู้ป่วยโควิด 19 ในจังหวัดอุดรธานี โดยมีแกน X แสดงค่าระยะเวลาการเกิดซ้ำ (T) ในหน่วยสัปดาห์ และแกน Y แสดงค่าระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) ในหน่วยอัตราผู้ป่วยต่อแสนประชากร กราฟแสดงเส้นแนวโน้ม 4 เส้นตามค่าความน่าจะเป็นที่แตกต่างกัน (p) ได้แก่ $p = 0.05$, 0.1 , 0.2 และ 0.5 ซึ่งหมายถึงความน่าจะเป็น

ของการเกิดอัตราผู้ป่วยสูงสุดภายในช่วงเวลาการเกิดซ้ำที่กำหนดจากกราฟ พบว่า แบบจำลองค่าสุดขีดโดยใช้ข้อมูลอัตราการป่วยโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ของจังหวัดอุดรธานี พบว่าเส้นโค้ง Return Level มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าช่วงเวลาการเกิดซ้ำ (Return period, T) สะท้อนให้เห็นว่า หากระยะเวลาการแผ่ระงวยยาวนานขึ้น โอกาสที่จะพบเหตุการณ์การระบาดที่มีความรุนแรงสูงย่อมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะเส้นโค้งที่มีค่า p เล็ก (เช่น $p=0.05$) ซึ่งแสดงถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่บ่อยแต่มีระดับความรุนแรงสูงที่สุด ในขณะที่เส้นโค้งที่มีค่า p สูงกว่า (เช่น $p=0.5$) สื่อถึงระดับอัตราป่วยที่มักพบได้บ่อยและมีความรุนแรงต่ำกว่า ผลการคำนวณบ่งชี้ว่าในกรณีของเหตุการณ์สุดขีดที่หายาก ($p=0.05$) อัตราการป่วยสูงสุดอาจสูงถึงประมาณ 60 รายต่อแสนประชากรต่อสัปดาห์ หากพิจารณาในช่วงเวลา 40 สัปดาห์ ข้อค้นพบนี้ยืนยันว่าแบบจำลองค่าสุดขีดสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประเมินระดับความรุนแรงของการระบาดที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต และมีศักยภาพในการสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายด้านสาธารณสุขเพื่อเตรียมความพร้อมต่อเหตุการณ์การแพร่ระบาดที่รุนแรงในพื้นที่



ผลการวิจัย

ภาพที่ 3 กราฟการเกิดซ้ำของจังหวัดอุดรธานี

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองค่าสุดขีดเพื่อวิเคราะห์และคาดการณ์อัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยพิจารณาแบบจำลองทั้งหมด 8 รูปแบบ ประกอบด้วยแบบจำลองภายใต้กระบวนการคงที่ 1 รูปแบบ และแบบจำลองภายใต้กระบวนการไม่คงที่ 7 รูปแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดคือ **แบบจำลองรูปแบบที่ 6 ภายใต้กระบวนการไม่คงที่** ซึ่งสามารถอธิบายข้อมูลอัตราการป่วยโรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ได้อย่างเหมาะสมในทุกจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบที่ 6 สามารถรองรับความแปรผันของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อวิเคราะห์ค่าระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) พบว่าในจังหวัดอุดรธานี มีอัตราการป่วยโรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ที่ 13.16 คนต่อแสนประชากร ในรอบการเกิดซ้ำ 2 สัปดาห์ ($p = 0.5$) และเพิ่มขึ้นเป็น 26.47 คนต่อแสนประชากร ในรอบการเกิดซ้ำ 5 สัปดาห์ ($p = 0.2$) ซึ่งจัดเป็นจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงสุดในช่วงเวลาสั้นและปานกลาง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในช่วงเวลาการเกิดซ้ำที่นานขึ้น พบว่าในรอบการเกิดซ้ำ 10 สัปดาห์ ($p = 0.1$) จังหวัดหนองคายมีอัตราการป่วยสูงสุดที่ 40.59 คนต่อแสนประชากร และในรอบการเกิดซ้ำ 20 สัปดาห์ ($p = 0.05$) จังหวัดชัยภูมิ มีอัตราการป่วยสูงสุดที่ 96.12 คนต่อแสนประชากรซึ่งนับว่าสูงที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สะท้อนถึงแนวโน้มความเสี่ยงของการเกิดการระบาดในระดับรุนแรงในบางพื้นที่และช่วงเวลา จึงควรมี

การเฝ้าระวังและวางแผนการรับมืออย่างเหมาะสมในแต่ละจังหวัดตามระดับความเสี่ยงที่แตกต่างกันไป

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการสร้งแบบจำลองค่าสุดขีดของอัตราการป่วยโรคโควิด 19 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่าแบบจำลอง รูปแบบที่ 6 ซึ่งเป็นแบบจำลองภายใต้กระบวนการไม่คงที่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลอัตราการป่วยโรคโควิด 19 สูงสุดรายสัปดาห์ในทุกจังหวัด ทั้งนี้เนื่องจากแบบจำลองรูปแบบที่ 6 ได้คำนึงถึงตัวแปรด้านเวลาและฤดูกาลในกระบวนการประมาณพารามิเตอร์จึงสามารถสะท้อนแนวโน้มและลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Coles 2004⁽²⁾ ที่ระบุว่าการพิจารณากระบวนการไม่คงที่ (Non-Stationary Process) ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ค่าสุดขีด จะช่วยให้การประเมินความเสี่ยงของเหตุการณ์ในอนาคตมีความแม่นยำมากขึ้นในกรณีที่ข้อมูลมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น การระบาดของโรคติดต่อ⁽¹⁾ นอกจากนี้ผลการศึกษา ยังสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศที่นำทฤษฎีค่าสุดขีดไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์โรคระบาดและภัยพิบัติ โดยเฉพาะงานที่เน้นการใช้ตัวแปรด้านเวลาเพื่ออธิบายพลวัตของข้อมูล เช่น การตรวจจับการระบาดของไข้หวัดใหญ่⁽⁴⁾ และการประเมินผลกระทบของสภาพภูมิอากาศสุดขีดต่ออัตราการเสียชีวิต⁽⁵⁾ นอกจากนี้ งานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับโรคติดต่ออุบัติใหม่ เช่น SARS และ MERS พบว่าการนำ



แบบจำลองเชิงสถิติและการพิจารณาความไม่คงที่ด้านเวลามีบทบาทสำคัญต่อการคาดการณ์การแพร่ระบาดและการจัดการเชิงนโยบาย⁽¹¹⁻¹²⁾ รวมถึงงานวิจัยเกี่ยวกับไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ที่ใช้ให้เห็นว่าการใช้ EVT สามารถช่วยตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติที่รุนแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁽¹³⁾ ในบริบทของประเทศไทย ผลการศึกษานี้ยืนยันว่าการระบาดของโรคโควิด 19 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนตามเวลา โดยจำนวนผู้ติดเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง ก่อนจะลดลงภายใต้มาตรการควบคุมโรคและการฉีดวัคซีน ทั้งนี้ แม้สถานการณ์โดยรวมจะดีขึ้น แต่ยังคงมีความเสี่ยงของการเกิดการระบาดซ้ำ ซึ่งสะท้อนว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการนำไปใช้ติดตามและคาดการณ์ความเสี่ยงระดับจังหวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนการกำหนดมาตรการสาธารณสุขเชิงป้องกันในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. บูรณาการข้อมูลสิ่งแวดล้อมควรเชื่อมโยงข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน และคุณภาพอากาศกับข้อมูลอัตราป่วยโควิด 19 เพื่อเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลอง
2. ใช้ตัวแปรภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่นำข้อมูลด้านความหนาแน่นประชากร การใช้ที่ดิน และโครงสร้างการคมนาคมมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่ออธิบายการแพร่ระบาดในเชิงพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น
3. ขยายพื้นที่ศึกษาและเปรียบเทียบภูมิภาคศึกษาครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศไทยและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ

แบบจำลอง เพื่อพัฒนากลยุทธ์ป้องกันโรคที่เหมาะสมตามบริบท

4. พัฒนาเครื่องมือเชิงปฏิบัติ จัดทำแดชบอร์ดติดตามความเสี่ยง (risk monitoring dashboard) เพื่อช่วยผู้กำหนดนโยบายในการวางแผนเตรียมทรัพยากรด้านสาธารณสุข

5. ระบบเตือนภัยเชิงพื้นที่ระดับชุมชน นำผลการคาดการณ์ไปใช้พัฒนาระบบแจ้งเตือนการระบาดล่วงหน้าในระดับจังหวัดหรืออำเภอ เพื่อสนับสนุนมาตรการป้องกันและควบคุมโรคอย่างทันท่วงที

กิตติกรรมประกาศ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น สำหรับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยซึ่งได้รับทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ตามสัญญาเลขที่ ENG 11/65 งบประมาณรายได้ปีงบประมาณ พ.ศ.2565 ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Wikipedia contributors. COVID-19 pandemic in Thailand [Internet]. Wikipedia; 2022 [cited 2025 Sep 10]. Available from: <https://th.wikipedia.org/wiki/>
2. Coles S. *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. London: Springer; 2004.
3. Villeneuve PJ, Weichenthal S, Crouse D, Miller AB, To T, Martin RV, et al. Long-term exposure to fine particulate matter air pollution and mortality among Canadian

