

การแจกแจงของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

Distribution of Tropical Cyclone Counts Moving into Thailand

¹บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และ ^{2*}ศิริทิพ วะสินรัตน์

¹ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹Boonyarit Choopradit and ^{2*}Sirithip Wasinrat

¹Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University

²Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

¹boonyarit@mathstat.sci.tu.ac.th, ^{2*}sirithip.w@chandra.ac.th

Received : July 30, 2021

Revised : December 28, 2021

Accepted : December 28, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พร้อมทั้งหาการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เกิดขึ้นเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) และทำการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เกิดขึ้นเข้าสู่ประเทศไทยเท่ากับ 2.8986 ลูกต่อปี มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.9937 ลูก การแจกแจงทวินามเชิงลบเป็นการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด โดยมีค่าประมาณของพารามิเตอร์ r และ μ เท่ากับ 8.9991 และ 2.8986 ตามลำดับ

คำสำคัญ: พายุหมุนเขตร้อน, การประมาณค่าพารามิเตอร์, การแจกแจงทวินามเชิงลบ, การแจกแจงเรขาคณิต, การแจกแจงปัวซอง

Abstract

The annual number of tropical cyclones moving into Thailand over 69 years from 1951 to 2019 were studied. The aim was to evaluate preliminary data and determine best-fit distribution. Results were that mean annual number of tropical cyclones moving into Thailand was 2.8986 units, with a standard deviation of 1.9937 units. The data was well represented by negative binomial distribution. The maximum likelihood estimation (MLE) was used for parameter estimates. Estimated values for r and μ parameters were 8.9991 and 2.8986, respectively.

Keywords: Tropical cyclone, Parameter estimation, Negative binomial distribution, Geometric Distribution, Poisson Distribution,

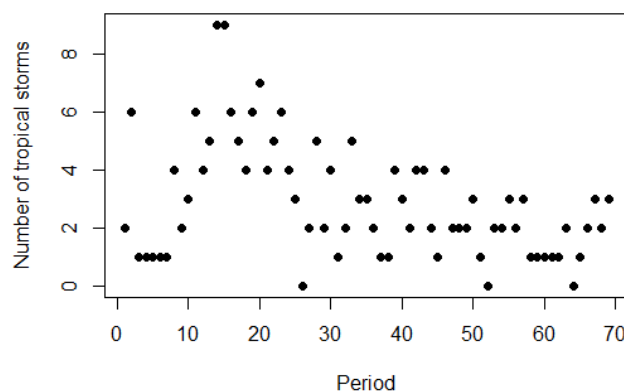
1. บทนำ

พายุไต้ฝุ่น (Typhoon) มักจะมาพร้อมกับปริมาณฝนที่ตกหนักและลมแรง ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียทรัพย์สินและชีวิตมนุษย์อย่างมากมาหลายทศวรรษ ตัวอย่างคือ ไต้ฝุ่นเกย์ เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2532 พายุที่ทรงพลังที่สุดในรอบกว่า 35 ปี ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนในพื้นที่จังหวัดชุมพร [1] ปริมาณน้ำฝนสูงสุดวัดได้ 194 มิลลิเมตร สร้างความเสียหายและทำลายบ้านเรือนหลายพันหลัง สร้างความเสียหายเป็นมูลค่าถึง 480 ล้านดอลลาร์สหรัฐ [2] โดยไต้ฝุ่นเป็นชื่อเรียกประเภทหนึ่งของพายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclone) ที่พัฒนามาจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงเหนือทะเลและมหาสมุทรในเขตร้อน เกิดอยู่ในบริเวณละติจูดประมาณ 5-20 องศาเหนือและใต้ ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่อยู่ในเขตร้อนและได้รับอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน 2 แห่ง ได้แก่ ฝั่งตะวันออกจากมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ และฝั่งตะวันตกจากอ่าวเบงกอลและทะเลอันดามัน ส่วนใหญ่พายุจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคมของทุกปี โดยปกติประเทศไทยจะมีพายุเคลื่อนผ่านเข้ามาเฉลี่ยประมาณ 3 - 4 ลูกต่อปี [3]

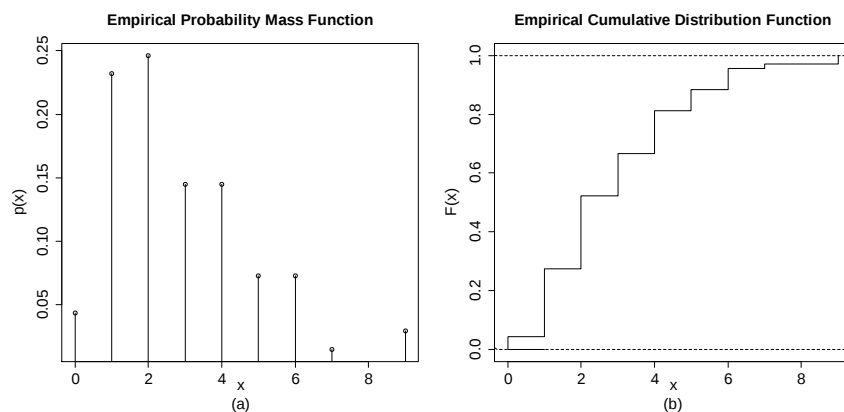
การศึกษาเกี่ยวกับฟังก์ชันการแจกแจง (Distribution Function) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) ของฟังก์ชันการแจกแจงที่เหมาะสมข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยามีการศึกษาในหลายแง่มุม เช่น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลคลื่นจำนวน 19 ปี ที่เกิดนอกชายฝั่งซิดนีย์ในทะเลแทสมัน (Tasman Sea) เพื่อให้ได้ตัวอย่างขนาดใหญ่เกี่ยวกับความสูงของคลื่น แล้วทำการหาการแจกแจงที่เหมาะสม พบว่าการแจกแจง FT-I และการแจกแจงไวบูลมีความเหมาะสมพอ ๆ กัน [4] เมื่อปี 2012 มีการวิเคราะห์เหตุการณ์ปริมาณน้ำฝนที่กรุงโซลในปี 2010 และปริมาณน้ำฝนสูงสุดประจำปี ระหว่างปี 1961 ถึงปี 2010 แนะนำวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงเบตา [5] หรือแม้แต่มีการศึกษาลักษณะการกระจายของขนาดน้ำฝนในไต้ฝุ่นมรกตที่ผ่านประเทศจีน โดยมีลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบจุดยอดเดียว (Unimodal Probability Distribution) และพบว่าข้อมูลชุดนี้เหมาะสมกับการแจกแจงแกมมา [6]

ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา รายงานพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยรายเดือนคาบ 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) [7] โดยได้แสดงจำนวนพายุรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยคาบที่ 1 ถึง คาบที่ 69 ดังรูปที่ 1 เมื่อพิจารณาฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นเชิงประจักษ์ (Empirical Probability Mass Function) ดังรูปที่ 2 (a) และฟังก์ชันการแจกแจงสะสมเชิงประจักษ์ (Empirical Cumulative Distribution Function: ECDF) ดังรูปที่ 2 (b) พบว่าจำนวนพายุรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยน่าจะมีการแจกแจงเบ้ขวา (Right-skewed Distribution) การเข้าใจในข้อมูลจำนวนพายุรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยจะทำให้สามารถหาตัวแบบการแจกแจงเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์จำนวนพายุในแต่ละปี และทราบถึงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สนใจได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พร้อมทั้งหาการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) และทำการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงที่เหมาะสมนั้น



รูปที่ 1 จำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562)



รูปที่ 2 (a) ฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นเชิงประจักษ์ของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปี

(b) ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมเชิงประจักษ์ของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปี

2. ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยจากรายงานพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยรายเดือนคาบ 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) ของศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา หาฟังก์ชันการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูล และประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับฟังก์ชันการแจกแจง

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

3.1 ฟังก์ชันการแจกแจง (Distribution Function)

3.1.1 การแจกแจงทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Distribution)

ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของการเกิดความล้มเหลว (Failure) ที่เป็นอิสระกันจนกระทั่งได้ความสำเร็จครบ r ครั้ง โดยมีฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x; r, p) = \binom{x+r-1}{r-1} p^r (1-p)^x, x = 0, 1, 2, \dots$$

p แทนความน่าจะเป็นของการเกิดความสำเ็จในแต่ละครั้ง และ $q=1-p$ แทนความน่าจะเป็นของการเกิดความล้มเหลวในแต่ละครั้ง โดยมีค่าเฉลี่ย $\mu = r(1-p)/p$ และความแปรปรวน $\sigma^2 = r(1-p)/p^2$ ฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามเชิงลบสามารถเขียนในอีกรูปหนึ่งดังนี้

$$f(x; r, \mu) = \frac{\Gamma(r+x)}{x! \Gamma(r)} \left(\frac{r}{r+\mu} \right)^r \left(\frac{\mu}{r+\mu} \right)^x, x = 0, 1, 2, \dots$$

โดย $\Gamma(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันแกมมา (Gamma Function) มี μ และ r เป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจง และมี

ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม ดังนี้

$$F(x; r, \mu) = \sum_{i=1}^x \binom{i+r-1}{r-1} \left(\frac{r}{r+\mu} \right)^r \left(\frac{\mu}{r+\mu} \right)^i$$

3.1.2 การแจกแจงเรขาคณิต (Geometric Distribution)

ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของการเกิดความล้มเหลวซ้ำ ๆ ที่เป็นอิสระกันจนกระทั่งได้ความสำเร็จเป็นครั้งแรก โดยมีฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นของ X เป็นดังนี้

$$f(x;p) = (1-p)^x p, x = 0,1,2,\dots$$

โดย $p \in (0,1)$ แทนความน่าจะเป็นของความสำเร็จ เป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจง โดยมีค่าเฉลี่ย $\mu = (1-p)/p$ และความแปรปรวน $\sigma^2 = p/(1-p)^2$ และมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม เป็นดังนี้

$$F(x;p) = 1 - (1-p)^{x+1}$$

3.1.3 การแจกแจงปัวซอง (Poisson Distribution)

ให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของความสำเร็จที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตหรือระยะเวลาที่กำหนด โดยมีฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นของ X เมื่อมีพารามิเตอร์ λ เป็นดังนี้

$$f(x;\lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, x = 0,1,2,\dots$$

โดยที่ $\lambda > 0$ แทนจำนวนครั้งเฉลี่ยของการเกิดความสำเร็จ เป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจง โดยมีค่าเฉลี่ย $\mu = \lambda$ และความแปรปรวน $\sigma^2 = \lambda$ และมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม เป็นดังนี้

$$F(x;\lambda) = \sum_{i=0}^x \frac{e^{-\lambda} \lambda^i}{i!}$$

3.2 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation Methods)

3.2.1 การประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood estimation: MLE)

การประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรที่ทำให้ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นของตัวอย่างสุ่มมีค่าสูงที่สุด ตัวประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุดคือผลเฉลยของสมการภาวะน่าจะเป็นต่อไปนี้

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

โดยที่ $L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_n)$ คือ ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นของตัวอย่างสุ่ม

3.2.2 การประมาณค่าด้วยวิธีโมเมนต์ (Moment matching estimation: MME)

ประมาณค่าพารามิเตอร์จากการหาผลเฉลยของ k สมการ ดังนี้

$$\mu'_t = E(X_i^t) = M'_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^t$$

เมื่อ k คือจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า และ $t = 1, 2, \dots, k$ โดยที่ μ'_t แทน โมเมนต์ของประชากรที่ t และ M'_t แทน โมเมนต์ตัวอย่างที่ t

3.2.3 การประมาณค่าด้วยวิธีภาวะสารูปดีสูงสุด (Maximum goodness-of-fit estimation: MGE)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงโดยการลดขนาดเชิงตัวเลขของสถิติของฟังก์ชันการแจกแจงเชิงประจักษ์ เช่น แอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling) เมื่อเทียบกับพารามิเตอร์ของประชากร [8]

3.3 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม

ในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์พิจารณาการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม ดังนี้

3.3.1 เกณฑ์สารสนเทศของอะไคเกะ (Akaike's information criterion: AIC)

$$AIC = 2k - 2\ln L(\theta)$$

โดยที่ k คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ และ

$\ln L(\theta)$ คือ ฟังก์ชันลอการิทึมของค่าความน่าจะเป็น

3.3.2 เกณฑ์สารสนเทศของเบย์ส์ (Bayesian information criterion: BIC)

$$BIC = -2\ln L(\theta) + k \ln(n)$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อมูลที่นำมาพิจารณา และ

$\ln L(\theta)$ คือ ฟังก์ชันลอการิทึมของค่าความน่าจะเป็น

3.4 การทดสอบภาวะสารูปดี (Goodness-of-fit test)

การทดสอบภาวะสารูปดีใช้การทดสอบไคกำลังสอง (Chi-squared test) สำหรับการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาจากค่าสังเกตสอดคล้องกับตัวแบบ โดยพิจารณาจากความแตกต่างต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าคาดหวังตามตัวแบบ [9]

4. การดำเนินการวิจัย

นำข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) มาหาการแจกแจงที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลักษณะการแจกแจง ใช้โปรแกรมอาร์ (R) ฟังก์ชัน `fitdist` แพคเกจ `fitdistrplus` ในการคัดเลือกตัวแบบการแจกแจงที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ ตรวจสอบความเหมาะสมของการแจกแจงด้วยกราฟความหนาแน่นและฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) ประเมินค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงด้วยวิธี MLE, MME และ MGE และแสดงการเปรียบเทียบค่าสังเกต (Observed Values) และค่าคาดหวัง (Expected Values) ของจำนวนปีแยกตามจำนวนพายุหมุนรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

5. ผลการวิจัย

ข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) หากค่าสถิติลักษณะเฉพาะของข้อมูลดังตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเท่ากับ 2.8986 ลูกต่อปี มีค่ามัธยฐานและค่าฐานนิยมเท่ากับ 2 ลูกต่อปี จำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยสูงสุดเท่ากับ 9 ลูก และต่ำสุดคือ ไม่มีพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ค่าความเบ้เท่ากับ 1.0269 และค่าความโด่งเท่ากับ 0.9910 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.9937 ลูก อีกทั้งยังพบว่าค่ามัธยฐานมีค่าใกล้เคียงค่าควอร์ไทล์ที่ 1 มากกว่าค่าควอร์ไทล์ที่ 3 และค่าเฉลี่ยมีค่ามากกว่าค่ามัธยฐาน ดังนั้นลักษณะของข้อมูลจำนวนพายุรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยน่าจะมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา ผู้วิจัยจึงเลือกการแจกแจงที่น่าจะเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้ ได้แก่ การแจกแจงทวินามเชิงลบ การแจกแจงเรขาคณิต และการแจกแจงปัวซอง

ตารางที่ 1 ค่าสถิติลักษณะเฉพาะของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เกิดขึ้นเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562)

Statistical characteristics	Value
Mean	2.8986
Skewness	1.0269
Kurtosis	0.9910
Standard deviation	1.9937
Variance	3.9749
Min	0
Q1	1
Q2(Median)	2
Q3	4
Max	9
Mode	2

ตารางที่ 2 การวัดความเหมาะสมของการแจกแจงของข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปี

การแจกแจง	วิธี	การวัดความเหมาะสม			
		Goodness-of-fit test	LL	AIC	BIC
ทวินามเชิงลบ	MLE	$\chi^2 = 1.2691$ p-value = 0.7365	-138.0415	280.0831	284.5513
	MME	$\chi^2 = 1.2413$ p-value = 0.7431	-138.0497	280.0994	284.5676
	MGE	$\chi^2 = 25.6989$ p-value < 0.0001	-154.3247	312.6494	317.1176
เรขาคณิต	MLE	$\chi^2 = 19.7782$ p-value = 0.0006	-153.1605	308.3211	310.5552
	MME	$\chi^2 = 19.7782$ p-value = 0.0006	-153.1605	308.3211	310.5552
	MGE	$\chi^2 = 30.8724$ p-value < 0.0001	-160.8839	323.7678	326.0019
ปัวซอง	MLE	$\chi^2 = 3.8253$ p-value = 0.4302	-139.6020	281.2040	283.4381
	MME	$\chi^2 = 3.8253$ p-value = 0.4302	-139.6020	281.2040	283.4381
	MGE	$\chi^2 = 95.7695$ p-value < 0.0001	-167.1766	336.3532	338.5873

หาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) ดังตารางที่ 2 ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลักษณะการแจกแจง โดยพิจารณาจาก การแจกแจงทวินามเชิงลบ การแจกแจงเรขาคณิต การแจกแจงปัวซอง พิจารณาการแจกแจงที่เหมาะสมโดย AIC, BIC และการทดสอบภาวะสารูปดี ประเมินค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MLE, MME และ MGE พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่า AIC การแจกแจงทวินามเชิงลบที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MLE ให้ค่า AIC ต่ำที่สุดเท่ากับ 280.0831 และเมื่อพิจารณาจากค่า BIC การแจกแจงปัวซองที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MLE และ MME ให้ค่า BIC ต่ำที่สุดเท่ากับ 283.4381 แต่เนื่องจากค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้น การแจกแจงทวินามเชิงลบเป็นการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้ โดยให้ค่า $\chi^2 = 1.2691$ และ $p\text{-value} = 0.7365$ สำหรับค่าประมาณของพารามิเตอร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแสดงดังตารางที่ 3 และการเปรียบเทียบค่าสังเกต (Observed Values) และค่าคาดหวัง (Expected Values) ของจำนวนปีแยกตามจำนวนพายุหมุนรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการแจกแจงทวินามเชิงลบด้วยค่าประมาณพารามิเตอร์โดยวิธี MLE แสดงดังตารางที่ 4

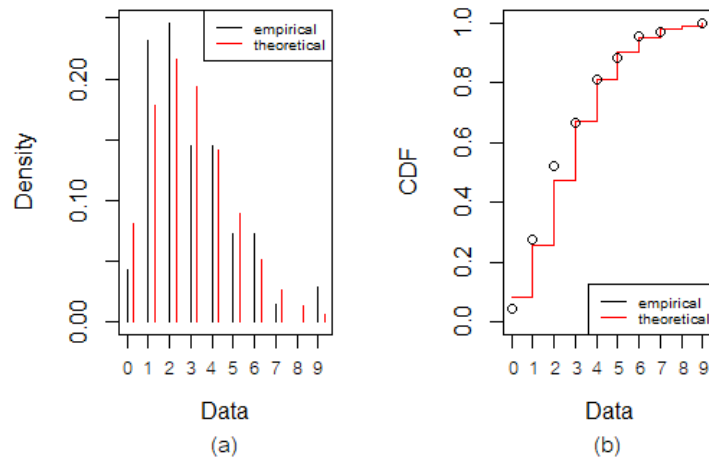
เมื่อพิจารณารูปภาพความหนาแน่นและ CDF ของข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ดังรูปที่ 3 (a) และ (b) พบว่า ฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นเชิงประจักษ์เทียบกับฟังก์ชันเชิงทฤษฎีมีค่าใกล้เคียงกัน และฟังก์ชันการแจกแจงสะสมเชิงประจักษ์เทียบกับฟังก์ชันเชิงทฤษฎีเกือบจะซ้อนทับกันสนิท แสดงว่าการแจกแจงทวินามเชิงลบด้วยวิธี MLE เป็นการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้

ตารางที่ 3 ค่าประมาณของพารามิเตอร์การแจกแจงทวินามเชิงลบด้วยวิธี MLE

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
r	8.9991	6.2694
μ	2.8986	0.2357

ตารางที่ 4 ค่าสังเกตและค่าคาดหวังของจำนวนปีแยกตามจำนวนพายุหมุนรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

จำนวนพายุหมุนรายปี (ลูก)	จำนวนปี	
	ค่าสังเกต	ค่าคาดหวัง
0	3	5.5921
1	16	12.2604
2	17	14.9335
3	10	13.3390
4	10	9.7486
5	5	6.1746
6	5	3.5098
7	1	1.8322
8	0	0.8927
9	2	0.4108



รูปที่ 3 (a) ฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็นเชิงประจักษ์เทียบกับฟังก์ชันเชิงทฤษฎีของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปี
(b) ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมเชิงประจักษ์เทียบกับฟังก์ชันเชิงทฤษฎีของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปี

6. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพร้อมทั้งหาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี (พ.ศ. 2494 – 2562) โดยพิจารณาการแจกแจงทวินามเชิงลบ การแจกแจงเรขาคณิต และการแจกแจงปัวซอง เพื่อหาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลที่สุด พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MLE, MME และ MGE จากการศึกษาพบว่า การแจกแจงทวินามเชิงลบเป็นการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงด้วยวิธี MLE โดยมีค่าประมาณของพารามิเตอร์ $r = 8.9991$ และ $\mu = 2.8986$

7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MLE ของการแจกแจงทวินามเชิงลบสำหรับข้อมูลจำนวนพายุหมุนเขตร้อนรวมรายปีที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย 69 ปี ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะการกระจายเกินเกณฑ์ (Overdispersion) ผู้ศึกษาอาจใช้การแจกแจงปัวซองเกาส์เซียนผกผัน (Poisson-Inverse Gaussian Distribution) ในการหาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูล หรือพิจารณาเลือกการแจกแจงที่มีพารามิเตอร์มากกว่า 2 ค่า รวมทั้งอาจใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีอื่น เช่น การประมาณของเบย์ส์ (Bayes' Estimation)

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Vongvisessomjai, S. (2009). Tropical cyclone disasters in the Gulf of Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 31(2): 213–227.
- [2] Asian Disaster Reduction Center. (1999). Thailand Country Report. Retrieved on June 21, 2021, from <https://www.adrc.asia/countryreport/THA/THAeng99/Thailand99.pdf>
- [3] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2559). หนังสืออุตุนิยมวิทยา. สืบค้น 18 มิถุนายน 2564, จาก <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=58>
- [4] You Z.J. (2011). Extrapolation of historical coastal storm wave data with best-fit distribution function. *Australian Journal of Civil Engineering*. 9(1):73-82.
- [5] Jun, C.H., & Yoo, C. (2012). Application of the Beta Distribution for the Temporal Quantification of Storm Events.

- Journal of Korea Water Resources Association*. 45(6): 531–544.
- [6] Chen, B.-J., Wang, Y., & Ming, J. (2012). Microphysical characteristics of the raindrop size distribution in Typhoon Morakot (2009). *Journal of Tropical Meteorology*. 18(2): 162– 171.
- [7] ศูนย์ภูมิอากาศ. (2564). พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยคาบ 69 ปี(พ.ศ.2494-2562). สืบค้น 1 มิถุนายน 2564, จาก <http://climate.tmd.go.th/content/file/1574>
- [8] Luceño, A. (2008). Maximum likelihood vs. maximum goodness of fit estimation of the three-parameter Weibull distribution. *Journal of Statistical Computation and Simulation*. 78(10): 941-949.
- [9] Snedecor, G. W., & Cochran, W. G. (1989). **Statistical Methods**. 8th Edition, Iowa State University Press.