



การศึกษาการเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

อธิปกรณ นาคมทอง สิริรัตน์ สุวะนิช และ ปิยภัทร บุชบาบดินทร์*

หน่วยวิจัยวิทยาการข้อมูลเพื่อเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มนูญ โตะโอย

กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 2542 6396 อีเมล: piyapatr.b@msu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.10.006

รับเมื่อ 27 กรกฎาคม 2565 แก้ไขเมื่อ 21 เมษายน 2566 ตอรับเมื่อ 29 สิงหาคม 2566 เผยแพร่ออนไลน์ 1 ตุลาคม 2567

© 2025 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเคลื่อนตัว ความรุนแรง และการกระจายของปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ร่วมกับการวิเคราะห์ค่าสุดขีด (Extreme Value Analysis) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันที่เกิดในช่วงวันที่เกิดพายุ โดยนับตั้งแต่วันที่พายุส่งผลกระทบบอยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2563 (5 ปี) จำนวน 28 สถานี มีพายุที่ส่งผลทั้งหมด 11 ลูก โดยผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม RStudio จากผลการศึกษาพบว่า มีพายุหมุนเขตร้อน 2 ลูก ได้แก่ พายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนโนอึล ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันที่เกิดซ้ำในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี และ 20 ปี มากกว่าพายุหมุนเขตร้อนลูกอื่น ๆ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเตรียมการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากพายุที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับพายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนโนอึล มากกว่าพายุลูกอื่น

คำสำคัญ: พายุโซนร้อน การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ การวิเคราะห์ค่าสุดขีด ปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุ ระดับการเกิดซ้ำ

การอ้างอิงบทความ: อธิปกรณ นาคมทอง, สิริรัตน์ สุวะนิช, ปิยภัทร บุชบาบดินทร์ และ มนูญ โตะโอย, “การศึกษาการเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 35, ฉบับที่ 2, หน้า 1-11, เลขที่บทความ 252-126223, เม.ย.-มิ.ย. 2568.



A Study of the Movement and Intensity of Tropical Cyclones that Attacked Thailand's Northeastern Region

Athipakon Nathomthong, Sirirat Suwanit and Piyapat Busababidin

Data Science for Sustainable Agricultural Research Unit (DSSA), Maharakham University, Maha Sarakham, Thailand

Department of Mathematics, Faculty of Science, Maharakham University, Maha Sarakham, Thailand

Manoon Doe-oi

The Meteorological Department, Ministry of Digital Economy and Society, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 2542 6396, E-mail: piyapatr.b@msu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.10.006

Received 27 July 2022; Revised 21 April 2023; Accepted 29 August 2023; Published online: 1 October 2024

© 2025 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The aims of this study are to examine and predict the movement patterns, intensity, and the storm precipitation distribution that will occur in the northeastern region of Thailand. Two approaches comprising the Multiple Linear Regression and the Extreme Value Analysis were applied to analyze daily maximum rainfall data during the storm days by using the R Studio program. Heavy storm information recorded by 28 meteorological stations disclosed 11 storms attacking Thailand during 2016–2020 (5 years). It was found that there were two tropical cyclones, namely Super Typhoon Rai and Tropical Storm Noul. These tropical cyclones were found to generate the greatest amount of rainfall. Thus, relevant agencies should get prepared to help the community to avoid impending threats or to address issues related to the impacts produced by tropical cyclones, specifically those with characteristics similar to Typhoon Rai and Typhoon Noul.

Keywords: Tropical Cyclone, Multiple Linear Regression Analysis, Extreme Value Analysis, Rainfall from Storms, Return Level

Please cite this article as: A. Nathomthong, S. Suwanit, P. Busababidin, and M. Doe-oi, "A study of the movement and intensity of tropical cyclones that attacked Thailand's Northeastern region," *The Journal of KMUTNB*, vol. 35, no. 2, pp. 1–11, ID. 252-126223, Apr.–Jun. 2025 (in Thai).

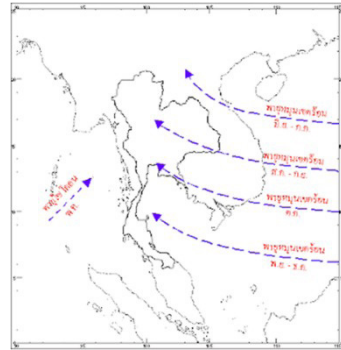
1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันก่อให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ ทรัพย์สิน และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาล โดยเฉพาะชีวิตและทรัพย์สินทั้งของส่วนตัวและของส่วนรวม ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาจากภัยพิบัติทางธรรมชาติส่งผลทำให้หน่วยงานภาครัฐต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากเพื่อช่วยเหลือและบรรเทาฟื้นฟูความเป็นอยู่ของประชาชนและพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติต่าง ๆ โดยเฉพาะอุทกภัย สืบเนื่องจากรายงานกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่า ตลอดช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมาพายุหมุนเขตร้อนเข้าที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยปีละ 3-4 ลูก ในช่วงเริ่มต้นฤดูฝนถึงกลางฤดูหนาว โดยที่อัตราของจำนวนพายุหมุนเขตร้อนเข้าสู่ประเทศไทยมากที่สุดในเดือนตุลาคม โดยพายุหมุนเขตร้อนเหล่านี้ต่างก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย ทั้งนี้ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างบริเวณแหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนทั้งสองด้าน ด้านตะวันออกคือมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ ส่วนด้านตะวันตกคือมหาสมุทรอินเดีย พายุมีโอกาสเคลื่อนจากทางด้านตะวันออกมากกว่าทางตะวันตก (รูปที่ 1)

ดังนั้นการศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลทำให้พายุมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ อาทิเช่น

- ความเร็วใกล้ศูนย์กลาง ซึ่งอาจสูงถึง 400 กม./ชม.
- ความเร็วของการเคลื่อนตัว
- ทิศทางการเคลื่อนตัวของพายุ
- ขนาดความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวพายุ

ซึ่งบอกถึงอาณาบริเวณที่จะได้รับความเสียหายว่าครอบคลุมเท่าใด [1] เพื่อให้ทราบถึงสภาพบรรยากาศที่ถูกรบกวน โดยเฉพาะที่มีผลกระทบต่อพื้นผิวโลก และบ่งบอกถึงสภาพอากาศที่รุนแรงที่ส่งผลต่อความรุนแรงของพายุแต่ละลูกที่เกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อประเทศไทยการยกตัวของภูมิภาคของอากาศชั้นที่ไม่เสถียรซึ่งจะกระตุ้นการพาความร้อนที่รุนแรง แม้จะมีพลังงานศักย์หมุนเวียนในปริมาณปานกลางและอัตราการไหลผ่านที่ขึ้น ความไม่เสถียรของความชื้น ความชื้นที่อุดมสมบูรณ์ และความชื้นสูงร่วมกันมีบทบาท



รูปที่ 1 แผนที่ทางเดินของพายุ (ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา [1])

สำคัญในการเพิ่มศักยภาพในการเกิดฝนตกหนักในปัจจุบัน ซึ่งเป็นปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการพัฒนาของฝนตกหนัก [2] ปริมาณน้ำฝนที่รุนแรงอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาการหมุนเวียนของพายุได้ผูกกับกระแสลมมรสุมฤดูร้อนและฤดูหนาว การจ่ายไอน้ำของมรสุม ความเร็วในการแปลของพายุได้ผูก และการพาความร้อนแบบมีเสถียรอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาระหว่างพายุได้ผูกกับมรสุมเป็นปัจจัยสำคัญในเหตุการณ์ฝนตกหนัก [3] การวิเคราะห์หน้าตัดบนพื้นที่ให้เห็นว่ามี การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุได้ผูกส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องมาจากการรวมตัวกันของไอน้ำที่เพิ่มขึ้น และความชื้นในชั้นบรรยากาศ [4]

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการเคลื่อนตัว ความรุนแรง การกระจายของปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุ พร้อมทั้งคาดการณ์ความรุนแรง รูปแบบการเคลื่อนตัวของพายุในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบสูงเกิดจากการยกตัวของแผ่นดิน 2 ด้าน คือ ด้านตะวันตกและด้านใต้ของภาค ทำให้มีความลาดเอียงไปทางตะวันออก ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่คล้ายกับแอ่งกระทะ ซึ่งหมายถึง บริเวณขอบ ๆ ของพื้นที่จะเป็นที่ราบสูง ส่วนตรงกลางจะเป็นจุดต่ำลงมา ซึ่งทำให้การระบายน้ำในพื้นที่เป็นไปได้ค่อนข้างยากอย่างยิ่ง หากมีอุทกภัยเกิดขึ้น หรือแม้กระทั่งเวลาฝนตกถึงฝนตกหนัก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทำให้เกิดการวิจัยครั้งนี้ขึ้นมา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาจากข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนที่พัดเข้าและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 5 ปีย้อนหลังคือตั้งแต่



พ.ศ. 2559–2563 ทั้งหมดจำนวน 11 ลูก ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ร่วมกับการวิเคราะห์ค่าสุดขีด (Extreme Value Analysis) เพื่อสร้างแบบจำลองในการคาดการณ์พายุที่จะขึ้นในอนาคต และเฝ้าระวังความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากผลกระทบของพายุในอนาคตซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงให้เตรียมตัวรับมือเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 พื้นที่การศึกษา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ครอบคลุมทั้งหมด 20 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดเลย หนองคาย บึงกาฬ หนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ มุกดาหาร ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการวิจัยรวบรวมมาจากเว็บไซต์บริการสารสนเทศภูมิอากาศ (Climate Information Services; CIS) กรมอุตุนิยมวิทยา (METNET) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และแผนที่ลมระดับ 850 700 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล ตามลำดับ คัดกรองและรวบรวมข้อมูลโดยใช้ โปรแกรม Microsoft Office Excel และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเขียนคำสั่งโดยโปรแกรม RStudio และนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านแผนภาพระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) โดยโปรแกรม QGIS

2.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยรายพิภพ ประกอบด้วย

1) ความเร็วลมที่ความสูงระดับ 850 700 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล

2) ความชื้นสัมพัทธ์

3) ปริมาณน้ำฝนสะสมสูงสุด ณ วันที่พายุส่งผลกระทบต่อพื้นที่ที่ศึกษา

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายอำเภอ ความชื้นสัมพัทธ์รายจังหวัด และแผนที่ลมระดับ 850 700 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล ตามลำดับ เพื่อศึกษากำลังและทิศทางในแต่ละระดับของพายุหมุนเขตร้อนที่พัดเข้าและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2559–2563 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 35 วัน จากระบบบริการสารสนเทศภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่พายุหมุนเขตร้อนพัดเข้าและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ดังกล่าว ถึงวันสลายตัวเพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน

2.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.5.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) สำหรับหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวแปรกับตัวแปรตาม [5] โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1) ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น ดังสมการที่ (1)

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

โดยที่ Y คือ ค่าของตัวแปรตาม

α คือ ค่าคงที่ในสมการถดถอย ซึ่งเป็นค่าของ Y เมื่อกำหนดค่าของสำหรับทุกค่าของ

β คือ สัมประสิทธิ์ของเส้นถดถอย ซึ่งสอดคล้องกับแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ นั่นคือ

β_i คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงส่วน (Partial Regression Coefficient) แสดงการเปลี่ยนแปลงใน Y เมื่อ X_i เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย เมื่อ $X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, X_{i+1}, \dots, X_k$ คงที่

2) ε คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ซึ่งเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ_ε^2

3) $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ ความคลาดเคลื่อนสุ่มที่เป็นอิสระ

4) ตัวแปรอิสระ $X_i, X_j; i \neq j$ เป็นอิสระกัน

สำหรับการประมาณค่าสมการถดถอยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และได้คัดเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นบันได (Stepwise) [5]

2.5.2 การแจกแจงพาราโตไนท์ทั่วไป (Generalized Pareto Distribution; GPD)

การวิเคราะห์แบบจำลองของค่าสุดขีดด้วยการแจกแจงค่าสุดขีดไนท์ทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution; GEVD) เป็นวิธีที่พิจารณาข้อมูลที่มีค่าสูงสุดในแต่ละช่วงคาบเวลาที่เท่ากัน (Block Time; BT) แต่ถ้าต้องการวิเคราะห์การแจกแจงบริเวณปลายหางของข้อมูลเหล่านี้ หรือ $\bar{F}(x) = 1 - F(x)$ เมื่อข้อมูลมีจำนวนมาก สามารถประยุกต์ใช้นุกรมเทเลอร์ (Taylor Series Extension) [6] ซึ่งสามารถเขียนฟังก์ชันใหม่ได้ดังสมการที่ (2)

$$1 - F(x) = 1 - \left(\exp \left(- \left(1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right) \right)^{-1/\xi} \right)^{1/n} \quad (2)$$

ซึ่งจะลู่เข้าสู่ 1 ถ้า $x \rightarrow X^F$ ดังนั้น

$$P(\bar{x} > u + x | \bar{x} > u) = \frac{P(\bar{x} > u + x)}{P(\bar{x} > u)} \\ \cong \left(\frac{1 + \xi(x + u - \mu)/\sigma}{1 + \xi(u - \mu)/\sigma} \right) \left(\frac{n^{-1}}{n^{-1}} \right) = \left(1 + \xi \left(\frac{x}{\sigma^*} \right) \right)^{1/\xi}$$

เมื่อ $\sigma^* = \sigma + \xi \left(\frac{u - \mu}{\sigma} \right)$ เรียกฟังก์ชันนี้ว่า “การแจกแจงพาราโตไนท์ทั่วไป หรือ GPD”

โดยปกติพบว่า เหตุการณ์ที่เกิดค่าสุดขีด ค่า X_i มีค่าสูงกว่าค่า u (Threshold) ที่กำหนด ถ้า u มีค่ามากทำให้ฟังก์ชันการแจกแจงของ $X_i - u$ มีเงื่อนไขเมื่อ $X_i > u$ ดังสมการที่ (3)

$$H(x) = 1 - \left(1 + \xi \frac{x}{\sigma} \right)^{-1/\xi} \quad (3)$$

สำหรับ $x > 0, 1 + \xi x/\sigma > 0$ เมื่อ $\sigma = \sigma + (u + \mu)$

จากสมการที่ (3) เป็นการแจกแจงที่อยู่ในกลุ่มการแจกแจงเดียวกันกับการแจกแจงพาราโต โดยค่า σ_u เป็นพารามิเตอร์บ่งขนาด เมื่อ $u > u_0$ พบว่า $\sigma_u = \sigma_{u_0} + \xi(u - u_0)$ ดังนั้นค่าพารามิเตอร์บ่งขนาด (ξ) จะเปลี่ยนไป ยกเว้นเมื่อ $\xi = 0$ GPD ไม่มีการเปลี่ยนแปลง การปรับพารามิเตอร์บ่งขนาดจะปรับโดยสมการ $\sigma^* = \sigma - \xi u$ เมื่อค่า u_0 คือ ค่าต่ำที่สุดของ u และตัวประมาณของ σ^* และ ξ เป็นค่าคงที่ ซึ่งสามารถเขียนฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ GPD ได้ดังสมการที่ (4)

$$h(x) = 1 + \left(\xi \left(\frac{x - u}{\sigma} \right) \right)^{-1/\xi} \quad (4)$$

เมื่อ $\sigma > 0$ และ $-\infty < \xi < \infty$ GPD แบ่งตามพารามิเตอร์บ่งรูปร่าง (ξ) ได้การแจกแจง 3 แบบ ได้แก่ เมื่อ $\xi \rightarrow 0$ คือ “การแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล” (Exponential Distribution; ED) สำหรับกรณี $\xi > 0$ คือ “การแจกแจงพาราโต” (Pareto Distribution; PD) และกรณี $\xi < 0$ คือ “การแจกแจงแกมมา” (Gamma Distribution; GMD) [7]

2.5.3 ระดับการเกิดซ้ำสำหรับการแจกแจงพาราโตไนท์ทั่วไป

สำหรับ GPD มีพารามิเตอร์ σ และ ξ เมื่อมีข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าค่า u นั้นแสดงว่า $X > u$ ซึ่งสามารถเขียนสมการทั่วไปได้ดังสมการที่ (5)

$$\Pr(X > u + y) \approx \hat{\lambda}_u \left[1 + \frac{\xi y}{\sigma} \right]_+^{-1/\xi} \quad (5)$$

เมื่อ $\hat{\lambda}_u = \Pr(X > u)$ และแทน $\hat{\lambda}_u$ เป็นตัวประมาณค่ามากกว่าค่าเกณฑ์ ดังนั้น การประมาณค่าระดับการเกิดซ้ำ R_T ที่จะเกิดขึ้นหนึ่งครั้งในทุก ๆ ระยะเวลา t หาได้จากสมการที่ (6)

$$\hat{\lambda}_u \left[1 + \xi \left(\frac{\hat{R}_T - u}{\sigma} \right) \right]_+^{-1/\xi} = \frac{1}{t} \quad (6)$$



จากการหาค่า R_T หรือระดับการเกิดซ้ำ ณ เวลา t ค่าซึ่งการหารระดับการเกิดซ้ำรายปีจะมีความสะดวกต่อการคำนวณและง่าย ดังนั้นจึงได้กำหนดระดับการเกิดซ้ำซึ่งอยู่ในรายปีหรือ T หมายถึง ค่าคาดหวังที่จะเกิดระดับการเกิดซ้ำที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างน้อยหนึ่งครั้งในทุก ๆ T ปี ถ้าค่าสังเกต n_y ค่าต่อปี จะหารระดับการเกิดซ้ำทุก ๆ เวลา t ค่าสังเกตได้จาก $t = r \times \eta_y$ ดังนั้น การประมาณค่าของระดับการเกิดซ้ำ T หรือ R_T กำหนดได้ดังสมการที่ (7) และ (8)

$$\hat{R}_T = u + \frac{\hat{\sigma}}{\xi} \left[\left(T \cdot \eta_y \cdot \hat{\lambda}_u \right)^\xi - 1 \right] \quad (7)$$

และเมื่อ $\xi = 0$ หา \hat{R}_T ได้จาก

$$\hat{R}_T = u + \hat{\sigma} \log(T \cdot \eta_y \cdot \hat{\lambda}_u) \quad (8)$$

2.5.4 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ด้วยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov Test (K-S Test)

เป็นสถิติทดสอบการแจกแจงของประชากรว่ามี การแจกแจงเป็นการแจกแจงชนิดใด หลักการของการทดสอบนี้คือ การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูลตัวอย่างกับค่าฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูล สมมติฐานว่าประชากร/ข้อมูลมีการแจกแจงที่สนใจศึกษา ถ้าค่าความแตกต่างระหว่างฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูลตัวอย่างกับค่าฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูลมีค่าน้อย แสดงว่า ข้อมูลมีการแจกแจงที่สนใจศึกษา [7]

2.5.5 วิธีเกณฑ์ (Threshold Methods)

วิธีเกณฑ์เป็นหนึ่งวิธีที่ใช้เลือกค่าสังเกตที่มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด หรือเรียกว่า “ค่าเกณฑ์” (Threshold) เป็นวิธีที่นำคุณสมบัติของข้อมูลมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี BT [8]

การเลือกค่าเกณฑ์ (Threshold Choice) ที่เหมาะสม หมายถึง ค่าเกณฑ์ที่มีความคงที่ (Threshold Stability Choice) หรือการสร้างแบบจำลองด้วย GPD ที่เป็นไปได้สำหรับค่าที่มีค่ามากกว่าค่าเกณฑ์บางค่าแล้วจะมีค่าที่มากกว่าเกณฑ์ทั้งหมด หรือกำหนดให้เป็นพารามิเตอร์บ่ง ขนาดของค่ามากกว่าค่า ดังนั้น ค่าคาดหวังที่สูงกว่าค่าเกณฑ์

จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังสมการที่ (9) ต่อไปนี้

$$E[X - u | X > u] = \frac{\sigma u + \xi u}{1 - \xi} \quad (9)$$

นั่นคือ ทุก ๆ $u > u_0$ เมื่อ $E[X - u | X > u]$ เป็นฟังก์ชันเส้นตรงของ u และ $E[X - u | X > u]$ เป็นค่าเฉลี่ยของค่าที่มีค่ามากกว่าค่า u [8]

3. ผลการทดลอง

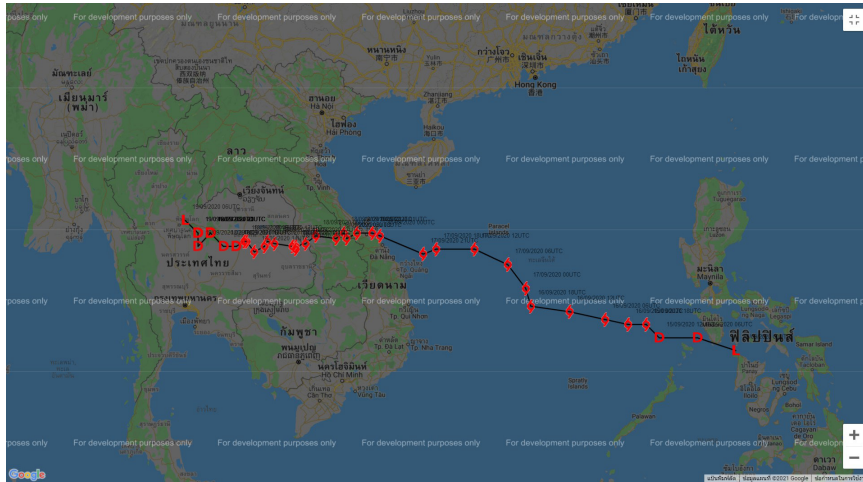
ในการศึกษาและคาดการณ์การเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน อุณหภูมิสูงสุดรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมระดับ 850 700 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล จากสถานีตรวจอากาศ อุตุณิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ทั้งสิ้น 28 สถานี ในระหว่าง พ.ศ. 2559–2563 (5 ปี) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) และการวิเคราะห์ค่าสุดขีด (Extreme Value Analysis) มีรายละเอียดดังนี้

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจำแนกตามพายุ

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของพายุหมุนเขตร้อนแต่ละลูก โดยใช้สถิติพื้นฐาน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเบื้องต้นที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน

พายุ	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ความแปร	ความโค้ง
พายุโซนร้อนราวี	201.3	34.46	6.43	1.69
พายุโซนร้อนตาลัส	80.2	14.43	6.21	1.82
พายุโซนร้อนเฉินกา	193	37.37	5.08	1.62
ไต้ฝุ่นทกซูรี	130.2	18.42	7.39	2.13
พายุโซนร้อนเฉินติญ	70.4	11.30	6.54	2.15
พายุโซนร้อนเบนคา	70.6	11.50	5.70	1.91
พายุโซนร้อนโพตุล	201.3	40.63	4.85	1.64
พายุโซนร้อนคากิ	142.7	39.86	4.35	1.35
พายุโซนร้อนชินลาถู	114.4	16.76	5.30	1.77
พายุโซนร้อนโนฮิล	200.8	50.24	3.82	1.44
ไต้ฝุ่นโมลาเบ	61	21.05	2.52	0.64



รูปที่ 2 เส้นทางพายุโซนร้อน “โนอึล” ในช่วงเดือน กันยายน พ.ศ. 2563 (ที่มา: ระบบเฝ้าระวัง ติดตามและพยากรณ์อากาศ สำนักพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา [1])

จากตารางที่ 1 พบว่า พายุหมุนเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด ได้แก่ พายุโซนร้อนราวีและพายุโซนร้อนโพดุล มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 201.3 มิลลิเมตร ในขณะที่พายุโซนร้อนโนอึลมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนสูงสุด 50.24 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณน้ำฝนของพายุทุกลูกมีการกระจายตัวลักษณะเบ้ขวา ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์ทฤษฎีค่าสุดขีด

3.2 ผลการศึกษาการเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อน

ผู้วิจัยได้ศึกษาการเคลื่อนตัวของพายุหมุนเขตร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เกิดขึ้นในระหว่าง พ.ศ. 2559–2563 โดยได้ศึกษาข้อมูลเส้นทางพายุหมุนเขตร้อนจำนวน 11 ลูก ที่กรมอุตุนิยมวิทยาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ การวิจัยนี้เน้นการศึกษาการเคลื่อนตัวของพายุโนอึล เนื่องจากส่งผลกระทบต่อพื้นที่เป้าหมายและมีความรุนแรงสูงสุดรายละเอียดดังนี้

เส้นทางของพายุโซนร้อนโนอึล เริ่มเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำจากแผนที่ความกดอากาศผิวพื้นของเวลา 00 UTC ของวันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2563 และเป็นหย่อมความกดอากาศกำลังแรงในวันที่ 13–15 กันยายน พ.ศ. 2563

ก่อนที่จะพัฒนาตัวเป็นพายุดีเปรสชันวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 06:00 UTC และได้ทวีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุโซนร้อนโนอึล (Noul) วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 18:00 UTC พายุโนอึลพัดขึ้นฝั่งในวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 03:00 UTC (เวลา 07:00 น. ตามเวลาท้องถิ่นประเทศเวียดนาม) ระหว่างจังหวัดกว๋างบิ่กับจังหวัดเถียน-เว่ จากนั้นเคลื่อนตัวผ่าน สปป.ลาว และเคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทย บริเวณจังหวัดมุกดาหารรอยต่อจังหวัดอำนาจเจริญ วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2563 เมื่อเวลา 19.00 ซึ่งถือว่าสร้างความเสียหาย และสร้างปริมาณน้ำฝนในปริมาณสูง โดยปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นอยู่ที่ประมาณ 150.00–200.00 มิลลิเมตร อยู่ในเกณฑ์ฝนตกหนักมาก สามารถดูภาพการเคลื่อนตัวของพายุโนอึลได้ดังรูปที่ 2

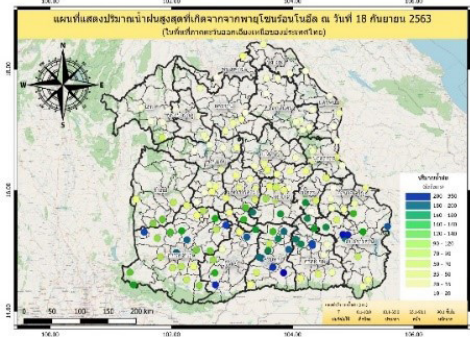
3.3 ผลศึกษาการกระจายของปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน

จากการศึกษาเส้นทางพายุหมุนเขตร้อน จำนวน 11 ลูก ดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากพายุที่ส่งผลให้บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยฝนตกหนักจากระบบบริการสารสนเทศภูมิอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อมูลและนำมาทำแผนที่ด้วยโปรแกรม Quantum GIS หรือ

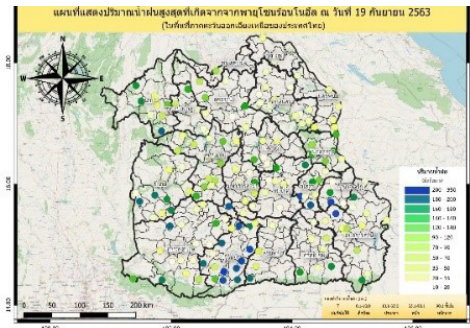


QGIS เพื่อศึกษาการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เน้นการศึกษาการเคลื่อนตัวของพายุโนอ็ลเนื่องจากส่งผลกระทบต่อพื้นที่เป้าหมายและมีความรุนแรงสูงสุด รายละเอียดดังนี้

พายุไซร่อนโนอ็ล เคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทยบริเวณจังหวัดมุกดาหาร รอยต่อจังหวัดอำนาจเจริญ วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2563 เมื่อเวลา 19.00 น. ในขณะที่เป็นพายุไซร่อนหลังจากนั้นลดกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชัน เคลื่อนผ่านจังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น หนองบัวลำภู ชัยภูมิ เมื่อเข้าสู่จังหวัดเพชรบูรณ์ ลดระดับเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำ หลังจากนั้นเคลื่อนตัวผ่าน จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย ตาก และสลายตัวเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกระจายตัวในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งถือว่าสร้างความเสียหาย และสร้างปริมาณน้ำฝนในปริมาณสูง โดยปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นอยู่ที่ประมาณ 150.00–200.00 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถดูการกระจายปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุไซร่อนโนอ็ลทั้ง 2 วัน จากรูปที่ 3 (ก)–(ข) ดังนี้



(ก)



(ข)

3.4 ผลการคาดการณ์รูปแบบการเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อน และการกระจายปริมาณน้ำฝน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตในพื้นที่

ผู้วิจัยได้คาดการณ์รูปแบบการเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุ และการกระจายปริมาณน้ำฝน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตในพื้นที่โดยใช้ด้วยวิธีการดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้ทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยวิธี Spearman’s Correlation เนื่องจากข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้นตรง

3.4.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)

ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ด้วยวิธี Stepwise เพื่อหาตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ ในวันที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่เกิดจากพายุ และในทุกวันที่พายุส่งผลต่อภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพบว่า สมการถดถอยที่ได้จากพายุไซร่อนโนอ็ล เมื่อพิจารณาค่า $R^2 = 0.81$ เป็นสมการที่เหมาะสม

รูปที่ 3 แผนที่ปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุไซร่อนโนอ็ล (ก) ณ วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2563 และ (ข) ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2563

ที่สุด ได้แก่ $Y_{NOULI} = -76.90 + 0.38HU_1 - 0.36wind_{850} + 0.78wind_{500} + 0.38wind_{300}$ หมายถึง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมที่ระดับ 850 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนของพายุไซร่อนโนอ็ลร้อน 81% นั่นคือ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุไซร่อนโนอ็ลเพิ่มขึ้น 0.38 หน่วย เมื่อ ความเร็วลมที่ระดับ 850 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล คงที่ ในทำนองเดียวกัน เมื่อความเร็วลมที่ระดับ 850 เฮกโตปาสกาล เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุไซร่อนโนอ็ลลดลง 0.36 หน่วย เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมที่ระดับ 500 และ 300 เฮกโตปาสกาล คงที่ ซึ่งสมการถดถอยของพายุลูกอื่นจะแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมการการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุด ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ จำแนกตามพายุ

พายุ	สมการ	R ²
ราอี	$Y_{RAI} = -18.15 + 0.26HU + 0.13wind_700 - 0.18wind_300$	0.57
ตาลัส	$Y_{TALUS1} = -27.92 + 0.37HU1$	0.54
เซินกา	$Y_{SONCA4} = -0.57 + 0.27HU4 - 0.05wind_850 - 1.63wind_700 + 0.61wind_500$	0.74
ทกซูรี	$Y_{DOKSURI} = -45.20 + 0.51HU - 0.09wind_850 + 0.22wind_500$	0.55
เซินติญ	$Y_{SON-TINH1} = -29.87 + 0.23HU1 - 0.18wind_700 + 0.65wind_300$	0.43
เบบिका	$Y_{BABICA} = 1.45 - 8.51wind_500 + 9.27wind_300$	0.27
โพตุล	$Y_{PODUL2} = -13.54 + 0.28HU2 - 0.20wind_700$	0.70
คากิ	$Y_{KAIKIZ} = -89.22 + 2.26wind_850 + 0.98wind_700 - 0.81wind_500 + 3.86wind_300$	0.80
ซินลากู	$Y_{SINLAKU} = -20.86 + 0.19HU + 0.03wind_850 + 0.04wind_500 + 0.28wind_300$	0.56
โนฮิล	$Y_{NOUL1} = -76.90 + 0.38HU1 - 0.36wind_850 + 0.78wind_500 + 0.38wind_300$	0.81
โมลาเบ	$Y_{MOLAVE1} = 2.87 - 0.03wind_850 + 0.04wind_700 + 0.06wind_300$	0.71

ตารางที่ 3 ค่าประมาณพารามิเตอร์และการแจกแจงของปริมาณน้ำฝนสูงสุด ด้วยวิธีเกณฑ์ (Threshold Method)

พายุ	$\hat{\sigma}$ (S.E)	$\hat{\xi}$ (S.E)	การแจกแจงที่เหมาะสม	D	p-value
ราอี	35.13 (13.33)	0.02 (0.27)	ED	0.19	0.64
ตาลัส	24.52 (9.99)	0.25 (0.83)	ED	0.16	0.83
เซินกา	67.00 (16.24)	-0.41 (0.19)	GMD	0.13	0.62
ดกซูรี	40.93 (17.15)	-1.22 (0.33)	GMD	0.18	0.75
เซินติญ	93.38 (0.00)	-2.69 (0.00)	GMD	0.22	0.88
เบบिका	66.24 (0.00)	-1.14 (0.00)	GMD	0.26	0.66
โพตุล	101.29 (31.66)	-0.67 (0.28)	GMD	0.23	0.18
คากิ	72.71 (46.42)	-0.79 (0.62)	GMD	0.25	0.33
ซินลากู	51.13 (10.86)	-0.51 (0.16)	GMD	0.11	0.83
โนฮิล	96.15 (33.25)	-0.47 (0.30)	GMD	0.20	0.19
โมลาเบ	21.61 (9.20)	-0.68 (0.38)	GMD	0.26	0.31

3.4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดด้วยการวิเคราะห์ค่าสุดขีด (Extreme Value Analysis)

พบว่า การแจกแจงที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนทั้ง 11 ลูก เป็นดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าประมาณแบบช่วงของพารามิเตอร์บ่งรูปร่าง (ξ) มีช่วงครอบคลุมค่าที่เป็นลบหรือมีทางเป็นไปได้ด้านซ้าย แสดงว่าการแจกแจงที่เหมาะสมคือ GMD ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่เกิดจาก พายุโซนร้อนเซินกา พายุไต้ฝุ่นดกซูรี พายุโซนร้อนเซินติญ พายุโซนร้อนเบบिका พายุโซนร้อนซินลากู พายุโซนร้อนโพตุล พายุโซนร้อนคากิ พายุโซนร้อนโนฮิล และพายุไต้ฝุ่นโมลาเบ นอกจากนี้ยังพบว่า มีค่าประมาณแบบช่วงของ (ξ) ที่ครอบคลุม 0

แสดงว่า การแจกแจงที่เหมาะสม คือ ED ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่เกิดจากพายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนตาลัส และเมื่อตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบปริมาณน้ำฝนสูงสุด ด้วยสถิติทดสอบ KS ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า การแจกแจงของปริมาณน้ำฝนสูงสุดของพายุหมุนเขตร้อนทั้ง 11 ลูก มีความเหมาะสม

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าคาดการณ์ระดับการเกิดซ้ำประมาณน้ำฝนสูงสุด (มม.) ของพายุหมุนเขตร้อนทั้ง 11 ลูก เป็นดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ระดับการเกิดซ้ำปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน (มม.) ของพายุหมุนเขตร้อนของพื้นที่ทำการศึกษา ณ รอบปีการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี และ 20 ปี

พายุ	ระดับการเกิดซ้ำ		
	T = 2	T = 5	T = 20
ราอี	247.75	282.58	336.10
ตาลัส	90.75	96.29	102.63
เซินกา	199.99	206.25	212.25
ดกซูรี	151.06	162.09	175.14
เซินติญ	70.39	70.40	70.40
เบบินคา	70.28	70.47	70.57
โพตุล	203.77	206.06	207.72
คาจิกิ	144.00	144.83	145.35
ซินลากู	115.37	117.96	120.16
โนฮิล	219.45	224.34	228.76
โมลาเบ	62.56	63.24	63.80

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันที่จะเกิดซ้ำของพายุหมุนเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำ ได้แก่ พายุหมุนเขตร้อนที่มีลักษณะความรุนแรงเช่นเดียวกับ พายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนโนฮิล ตามลำดับ

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาการคาดการณ์การเคลื่อนตัวและความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบว่า เมื่อวัดปริมาณน้ำฝนรวมทั้งหมดของพายุทั้ง 11 ลูก สถานีที่วัดปริมาณน้ำฝนได้สูงสุดคือสถานีอุตุนิยมวิทยา (กลุ่มงานเกษตร) ร้อยเอ็ด และสถานีอุตุนิยมวิทยา (กลุ่มงานเกษตร) อุบลราชธานี ซึ่งวัดปริมาณน้ำฝนได้สูงถึง 1,339.40 และ 1,193.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากสถานีอุตุนิยมวิทยา (กลุ่มงานเกษตร) ร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นบริเวณที่พายุพัดผ่านบ่อยที่สุด และสถานีอุตุนิยมวิทยา (กลุ่มงานเกษตร) อุบลราชธานี อยู่ติดกับแม่น้ำโขง และยังเป็นจังหวัดที่พายุเข้าถึงก่อนจังหวัดอื่น ๆ ในประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยมีการคาดการณ์การเคลื่อนตัว และความรุนแรงของ

พายุ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดต่อการคาดการณ์ของพายุและค่อนข้างที่จะเสถียรคือแบบจำลองของพายุโซนร้อนโนฮิล

$Y_{NOUL1} = -76.90 + 0.38HU_1 - 0.36wind_{850} + 0.78wind_{500} + 0.38wind_{300}$ ให้ค่า $R^2 = 0.81$ จึงเหมาะสมที่เลือกเป็นแบบจำลองในการคาดการณ์การเคลื่อนตัว และความรุนแรงของพายุในอนาคตร่วมกับการวิเคราะห์ค่าสถิติ สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ด้วยสถิติทดสอบ KS ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามี 2 การแจกแจงที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุด ได้แก่ GMD มีความเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่เกิดจากพายุโซนร้อนเซินกา พายุไต้ฝุ่นดกซูรี พายุโซนร้อนเซินติญ พายุโซนร้อนเบบินคา พายุโซนร้อนซินลากู พายุโซนร้อนโพตุล พายุโซนร้อนคาจิกิ พายุโซนร้อนโนฮิล และพายุไต้ฝุ่นโมลาเบ ส่วน ED มีความเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่เกิดจากพายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนตาลัส

ผลการวิเคราะห์ระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันจากพายุหมุนเขตร้อนพบว่า ค่าคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันที่จะเกิดซ้ำของพายุหมุนเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำ ได้แก่ พายุหมุนเขตร้อนที่มีลักษณะความรุนแรงเช่นเดียวกับ พายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนโนฮิล ตามลำดับ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเตรียมการป้องกันหรือแก้ไขปัญหากเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับพายุโซนร้อนราอี และพายุโซนร้อนโนฮิล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Meteorological Department of Thailand. (2021, October 16). *Tropical cyclone in Thailand*



- [Online] (in Thai). <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=58>
- [2] T. Takemi and T. Unuma, "Environmental factor for the development of heavy rainfall in the eastern part of Japan during Typhoon Hagibis (2019)," *Scientific Online Letters on the Atmosphere: SOLA* 16, vol. 16 no. 1, pp. 30–36, 2020.
- [3] H.C. Kuo, L.H. Hsu and Y.T. Yang, "Temporal and spatial characteristics of typhoon extreme rainfall in Taiwan," *Journal of the Meteorological Society of Japan*, vol. 90 no. 5, pp. 721–736, 2012.
- [4] C.-C. Wang, L.-S. Tseng, J. Huang, S.-H. Lo, C.-T. Chen, P.-Y. Chuang, N.-C. Su, and K. Tsuboki, "How much of Typhoon Morakot's extreme rainfall is attributable to anthropogenic climate change," *International Journal of Climatology*, vol. 39 no. 8, pp. 3454–3464, 2019.
- [5] B. Kumpol, *Regression Analysis: Multiple Linear Regression*, Mahasarakham: Rajabhat Maha Sarakham University, 2001, pp. 51–147 (in Thai).
- [6] P. Busababodhin and A. Keawmun, "Extreme values statistics," *The Journal of KMUTNB*, vol. 25 no. 2, pp. 55–65, 2015 (in Thai).
- [7] P. Senapeng and P. Busababodhin, "Modeling of maximum temperature in northeast Thailand," *Burapha Science Journal*, vol. 22 no. 1, pp. 92–107, 2017 (in Thai).
- [8] P. Busababodhin, *Extreme Value Analysis with R programming: Classical models for extremes*, Mahasarakham: Rajabhat Maha Sarakham University, 2018, pp. 33–78 (in Thai).

