

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับอุบัติการณ์ไข้เลือดออกในจังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย

Climatic factors associated with dengue incidence in Chiang Mai Province, Thailand

ไพรัช สุทนธ์

Priracha Suthon

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

วัฒนา ชยธวัช*

Vadhana Jayathavaj*

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

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

*Corresponding author

(Received: 16 January 2026, Revised: 6 May 2026, Accepted: 7 May 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1452>

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ กับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายเดือนในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ รายเดือนจำนวน 120 เดือน (พ.ศ. 2558–2567) ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป (Generalized linear model, GLM) ถูกนำมาใช้เพื่อคำนวณอัตราส่วนอุบัติการณ์ (Incidence rate ratio: IRR) ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแบบทวินามลบสองตัวแปรต้น (Negative binomial: NB2) มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถจัดการกับปัญหาความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย (overdispersion) ได้ดี และมีค่าเกณฑ์สารสนเทศของอไคเกะ (AIC) และ เกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (BIC) ต่ำที่สุด ผล IRR แสดงให้เห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเป็นตัวแปรที่มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น 1% สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยประมาณร้อยละ 9–10 และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยประมาณร้อยละ 13–17 ขณะที่ปริมาณฝนไม่พบว่ามีนัยสำคัญ แต่มีบทบาทในการสร้างแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้ข้อมูลภูมิอากาศเป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ความเสี่ยงและการวางแผนมาตรการสาธารณสุขเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกในพื้นที่เสี่ยง

คำสำคัญ: ไข้เลือดออก ปัจจัยภูมิอากาศ อัตราส่วนอุบัติการณ์ ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป เชียงใหม่

Abstract

This study aimed to analyze the relationship between climatic factors, including rainfall, relative humidity, and temperature, and the monthly incidence of dengue fever in Chiang Mai Province. Secondary monthly data covering 120 months (2015–2024) were used. Generalized Linear Model (GLM) were applied to estimate the Incidence Rate Ratio (IRR). The results indicated that the Negative Binomial regression with two independent variables (NB2) model was the most appropriate, as it effectively addressed overdispersion and yielded the lowest Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC) values. The IRR analysis revealed that relative humidity and temperature were significant predictors of dengue incidence. A 1% increase in relative humidity was associated with a 9–10% increase in dengue cases, while a 1 °C rise in temperature was associated with a 13–17% increase. While rainfall was not found to be statistically significant, it plays a role in creating breeding sites for *Aedes aegypti* mosquitoes. These findings highlight the importance of incorporating climatic data into risk prediction and public health planning to prevent and control dengue outbreaks in vulnerable regions.

Keywords: Dengue fever, Climatic factors, Incidence rate ratio, Generalized linear models, Chiang Mai

บทนำ

จังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก พ.ศ. 2558 ถึง 2567 เฉลี่ยปีละ 3,484 ราย คิดเป็นร้อยละ 3.98 ของประเทศ และ ร้อยละ 31.88 ของเขตสุขภาพที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่, เชียงราย, ลำพูน, ลำปาง, แพร่, น่าน, พะเยา และแม่ฮ่องสอน ค่ามัธยฐาน 5 ปี (พ.ศ. 2563 – 2567) มีผู้ป่วย 3,293 ราย ขณะที่ปี พ.ศ. 2566 และ ปี พ.ศ. 2567 มีผู้ป่วย 7,680 และ 3,462 ราย ตามลำดับ (กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค, 2569) ซึ่งมากกว่าค่ามัธยฐาน 5 ปี จัดได้ว่าการระบาดเมื่อพิจารณาจากจำนวนผู้ป่วยเปรียบเทียบกับค่ามัธยฐานย้อนหลัง 5 ปี (กรมควบคุมโรค, 2562) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่ เฝ้าระวังโรคติดต่อมาโดยוגาย รายงานว่า ปี พ.ศ. 2568 จังหวัดเชียงใหม่พบผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่เดือนมิถุนายน เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบันพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ทั้งหมด 1,363 ราย เสียชีวิต 5 ราย (พิมพ์ลักษณ์ เดชะชัย, 2568)

เนื่องจากข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรวมรายเดือนเป็นข้อมูลจำนวนนับ ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป (Generalized linear model, GLM) เป็นกรอบทางสถิติที่ขยายจาก Linear regression เพื่อรองรับตัวแปรตามที่ไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไปได้ใช้ในการศึกษาจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในรัฐเซอลังงอร์ ประเทศมาเลเซีย

(Sheng & Rahman, 2025) ประเทศบังกลาเทศกับข้อมูลปริมาณฝน และอุณหภูมิรายเดือน (Panel data) ค.ศ. 2000 – 2021 (22 ปี) ในการกำหนดค่าวิกฤติ (Thresholds) ของอุณหภูมิและปริมาณฝน สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ความเสี่ยง และ วางแผนมาตรการสาธารณสุข (Hossain, 2023) การศึกษาที่กรุงนิวเดลี ประเทศอินเดียโดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นนี้ทั่วไปด้วยข้อมูลสิ่งแวดล้อมและข้อมูลโรคไข้เลือดออกระหว่างปี พ.ศ. 2558-2561 พบว่า ตัวแบบจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับปัจจัยทำนายทางสิ่งแวดล้อม เช่น ผลต่างอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนสะสม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิสูงสุด มีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.01) (Singh & Chaturvedi, 2022) ทั้งนี้ผู้กำหนดนโยบายสามารถใช้ผลการศึกษานี้เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการดำเนินงานด้านสาธารณสุขในอนาคต เพื่อการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก โดยเริ่มต้นจากการตรวจสอบการพยากรณ์ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ แล้วใช้ตัวแบบประเมินอุบัติการณ์เพื่อกำหนดมาตรการเฝ้าระวังที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกของจังหวัดเชียงใหม่

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสังเกตแบบอนุกรมเวลา (Time-series observational study) เชิงพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) รายเดือน ครอบคลุมระยะเวลา 10 ปี (120 เดือน) ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 ถึง 2567

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ข้อมูลพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วย จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรวมรายเดือน และปัจจัยภูมิอากาศ

กลุ่มตัวอย่าง คือ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรวมรายเดือน (ราย) ของจังหวัดเชียงใหม่ มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 120 เดือน และปัจจัยภูมิอากาศ ปริมาณฝนสะสม (มิลลิเมตร) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน (ร้อยละ) และ อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (องศาเซลเซียส) ในช่วงเดือนเดียวกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความครบถ้วน ตรวจสอบความถูกต้องโดยเทียบกับรายงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับจังหวัดเชียงใหม่

กำหนดให้จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรวมรายเดือนเป็นตัวแปรตาม และ ปริมาณฝนสะสม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน และ อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน เป็นตัวแปรอิสระ

เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรวมรายเดือนเป็นข้อมูลจำนวนนับ จึงใช้ตัวแบบเชิงเส้นนี้ทั่วไป กรณีที่ตัวแปรตามมีความแปรปรวนใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย (Equidispersion) วิธีที่เหมาะสม คือ

การถดถอยปัวซอง (Poisson regression, PR) ความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย (Overdispersion) วิธีที่เหมาะสม คือ การถดถอยแบบกึ่งปัวซอง (Quasi-Poisson regression, QP) และ เมื่อ Overdispersion รุนแรง จะใช้วิธีการถดถอยทวินามลบ (Negative binomial regression, NB) (Zeileis et al., 2008) GLM ใช้ฟังก์ชันเชื่อมโยง (Link function) เป็น Log link ดังนี้

$$\log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

เมื่อ μ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (expected count)

$X_1, X_2, \dots, X_k$ คือ เป็นตัวแปรอิสระ

β_0 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของจุดตัด (intercept)

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ

หรือ

$$\mu = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}$$

e^β คือ อัตราส่วนอุบัติการณ์ (Incidence rate ratio, IRR) เมื่อค่าของ IRR > 1 เมื่อตัวแปรอิสระ (X) เพิ่มขึ้น 1 หน่วย อัตราการเกิดโรค (Incidence rate) จะเพิ่มขึ้นเป็น IRR เท่า (หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ $(IRR-1) \times 100$) โดยควบคุมตัวแปรอื่นในโมเดลแล้ว, ถ้า IRR < 1 เมื่อตัวแปรอิสระ (X) เพิ่มขึ้น 1 หน่วย อัตราการเกิดโรคจะลดลง (หรือลดลงร้อยละ $(1-IRR) \times 100$) โดยควบคุมตัวแปรอื่นในโมเดลแล้ว, และ ถ้า IRR = 1: หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ ระหว่างการเพิ่มขึ้นของตัวแปรอิสระกับอัตราการเกิดโรค (Hilbe, 2014)

เครื่องมือวิจัย

ตารางบันทึกข้อมูลอนุกรมเวลา ประกอบด้วย ตัวแปร (สดมภ์) ปี พ.ศ., เดือน, จำนวนผู้ป่วย, ปริมาณฝนสะสม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนและ อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน และรายการข้อมูลแต่ละเดือน (แถว)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรวมรายเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 120 เดือน รวบรวมจาก ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 กองระบาดวิทยา (2569)

ข้อมูลรายเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ประกอบด้วย ปริมาณฝนสะสม (มิลลิเมตร) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน (ร้อยละ) และ อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (องศาเซลเซียส) ในช่วงเวลาเดียวกันกับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก รวบรวมจาก National Aeronautics and Space Administration (NASA) (2026)

การวิเคราะห์ข้อมูล

โปรแกรมสถิติ Jamovi เวอร์ชัน 2.3.28 (15) (The jamovi project, 2024) และโมดูล GAMLj: General analyses for linear models (Gallucci, 2019) การวิจัยนี้กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

จริยธรรมการวิจัย

ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในจังหวัดเชียงใหม่รวบรวมจากระบบรายงาน 506 ของกระทรวงสาธารณสุข เป็นข้อมูลสาธารณะ ชุดข้อมูลดังกล่าวไม่มีข้อมูลใดที่สามารถเชื่อมโยงกับผู้ป่วยรายบุคคลได้ และนักวิจัยไม่มีช่องทางในการติดต่อหรือมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับผู้ป่วย ซึ่งได้ประเมินตามแบบตรวจสอบกิจกรรม/งานวิจัยเข้าข่ายการวิจัยในมนุษย์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)(2569) แล้ว พบว่า “ไม่เข้าข่ายเป็นงานวิจัยในมนุษย์”

ผลการวิจัย

สถิติจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคไข้เลือดออกและภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่

จากข้อมูลการติดตามจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกและตัวแปรภูมิอากาศรายเดือนในจังหวัดเชียงใหม่ครอบคลุมระยะเวลา 120 เดือน สถิติจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคไข้เลือดออกและภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 290 ราย โดยมีค่ามัธยฐาน 116 ราย แสดงให้เห็นว่าการกระจายของข้อมูลมีความเบ้ไปทางขวา (Right-skewed) เนื่องจากมีบางเดือนที่มีจำนวนผู้ป่วยสูงมาก (สูงสุด 2,103 ราย) เมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดเพียง 4 รายต่อเดือน พิสัยของจำนวนผู้ป่วยกว้างถึง 2,099 ราย สะท้อนถึงความผันผวนของการระบาดในแต่ละช่วงเวลา

สำหรับ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนอยู่ที่ 99.7 มิลลิเมตร โดยมีค่ามัธยฐาน 80.3 มิลลิเมตร และมีพิสัยตั้งแต่ 0.4 ถึง 350 มิลลิเมตร แสดงถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนที่สูงตามฤดูกาล ส่วน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 68.1 โดยมีค่ามัธยฐาน ร้อยละ 70.8 และมีพิสัยตั้งแต่ร้อยละ 38.5 ถึง 84.5 ซึ่งสะท้อนถึงความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง ขณะที่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนอยู่ที่ 26 °C โดยมีค่ามัธยฐาน 26.5 °C และมีพิสัย 20.8–31.8 °C ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุงลาย

ผลการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยการทดสอบชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) พบว่าตัวแปรทั้งหมดมีค่า $p\text{-value} < 0.05$ (จำนวนผู้ป่วย, ปริมาณฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, และอุณหภูมิ) แสดงว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามการแจกแจงปกติ (Non-normal distribution) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะข้อมูลเชิงนับและข้อมูลภูมิอากาศที่มักมีการกระจายตัวไม่สมมาตร การใช้ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไปจึงเหมาะสมในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศกับอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออก

ตารางที่ 1 สถิติจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคไข้เลือดออกและปัจจัยภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่

ค่าสถิติ	จำนวนผู้ป่วย (ราย/เดือน)	ปัจจัยภูมิอากาศ		
		ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
ค่าเฉลี่ย	290	99.7	68.1	26.0
ค่ามัธยฐาน	116	80.3	70.8	26.5
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	381	98.6	12.1	2.6
ความแปรปรวน	145455	9721	146	7
พิสัย	2099	349.6	46.0	11.0
ค่าต่ำสุด	4	0.4	38.5	20.8
ค่าสูงสุด	2103	350.00	84.50	31.80
Shapiro-Wilk W	0.73	0.867	0.92	0.964
Shapiro-Wilk p-value	<0.001	<0.001	<0.001	0.003

สหสัมพันธ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคไข้เลือดออกและภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation, rho) ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝน ($\rho = 0.599, p < .001$) และ ความชื้นสัมพัทธ์ ($\rho = 0.689, p < 0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่อุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยอย่างมีนัยสำคัญ ($\rho = 0.101, p = 0.274$) แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝน ($\rho = 0.46, p < 0.001$) และเชิงลบเล็กน้อยกับความชื้นสัมพัทธ์ ($\rho = -0.099, p = 0.282$) ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 สหสัมพันธ์จำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคไข้เลือดออกและปัจจัยภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่

ปัจจัยภูมิอากาศ	สถิติ	จำนวนผู้ป่วย (ราย/เดือน)	ปัจจัยภูมิอากาศ	
			ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)
ปริมาณฝน	Spearman's rho	0.599	—	
	p-value	<0.001	—	
ความชื้นสัมพัทธ์	Spearman's rho	0.689	0.791	—
	p-value	<0.001	<0.001	—
อุณหภูมิ	Spearman's rho	0.101	0.460	-0.099
	p-value	0.274	<0.001	0.282

ตารางที่ 3 สถิติความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุของปัจจัยภูมิอากาศ

ปัจจัยภูมิอากาศ	VIF	Tolerance
ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	4.96	0.202
ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	4.24	0.236
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	2.42	0.413

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ (Multicollinearity) โดยใช้ปัจจัยความแปรปรวนเพื่อ (Variance inflation factor, VIF) และ ค่าความทนทาน (Tolerance) (ตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, และอุณหภูมิ ตัวแปรภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลางถึงสูง โดยเฉพาะปริมาณฝนและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่า VIF เกิน 4 ซึ่งสะท้อนถึงการมี Multicollinearity อยู่บ้าง (Hair et al., 2010) แต่ยังคงอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ในตัวแบบ GLM ได้ โดยต้องตีความผลลัพธ์อย่างระมัดระวัง

การพัฒนาตัวแบบจะได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่มีตัวแปรต้นที่เหลือน้อยโดยพิจารณาจากค่าที่ใช้วัดความไม่สอดคล้องกัน (Deviance) ค่าอัตราส่วนไค-สแควร์ต่อองศาอิสระ (Chi-squared/DF) ค่าเกณฑ์สารสนเทศของอโคเกะ (AIC) และ เกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (BIC) ต่ำที่สุด จึงเรียกชื่อตัวแบบตามจำนวนตัวแปรต้นที่เหลือน้อย 2 หรือ 3 ตัวแปร โดยใช้เลข 2 หรือ 3 ต่อท้ายชื่อตัวแบบ ได้แก่ QP2 QP3 NB2 และ NB3 จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะของตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป (ตารางที่ 4) พบว่า ตัวแบบทวินามลบเป็นตัวแบบที่เหมาะสมในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับตัวแปรภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากตัวแบบกึ่งปวซง มีค่า Deviance และ Chi-squared/DF สูงมาก จึงไม่เหมาะสมต่อการใช้ในการตีความผลลัพธ์ ส่วน NB2 มีค่าเกณฑ์สารสนเทศของอโคเกะ (AIC) และ เกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (BIC) ต่ำที่สุด แสดงถึงความสอดคล้องของตัวแบบกับข้อมูลจริง (Hair et al., 2010)

การวิเคราะห์ IRR (ตารางที่ 5) ยืนยันว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ เป็นตัวแปรภูมิอากาศที่มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญและสอดคล้องกันในทุกตัวแบบ ขณะที่ ปริมาณฝน ไม่พบผลโดยตรงที่มีนัยสำคัญต่อจำนวนผู้ป่วยรายเดือน การตีความร่วมกับผลการเปรียบเทียบตัวแบบในตารางที่ 4 ชื่อว่า ตัวแบบทวินามลบ (NB2) เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการอธิบายความสัมพันธ์ เนื่องจากจัดการกับปัญหา overdispersion ได้ดี และให้ผล IRR ที่มีความสมเหตุสมผลและมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 คุณลักษณะตัวแบบตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไปจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกรายเดือนกับภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่

Model	QP3	QP2	NB3	NB2
ตัวแบบ	กิ่งปัวซง		ทวินามลบ	
ตัวแปรต้น				
ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	✓		✓	
ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	✓	✓	✓	✓
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	✓	✓	✓	✓
Model Fit				
R ²	0.515	0.513	0.513	0.510
Adj. R ²	0.515	0.513	0.502	0.503
Chi-squared	23991	23883	100	99.3
p-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Model Value				
LogLikelihood	n.a.	n.a.	-743.13	-743.49
AIC	n.a.	n.a.	1496.26	1494.98
BIC	n.a.	n.a.	1510.19	1506.13
Deviance	22564	22672	134.2	134.26
Residual DF	116	117	116	117
Chi-squared/DF	215	216	1.03	1.04
Omnibus tests				
ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)				
Chi-squared	0.504	-	0.725	-
p-value	0.478	-	0.395	-
ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	Rh			
Chi-squared	34.499	105.48	47.36	128.6
p-value	<.001	<.001	<.001	<.001
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
X ²	1	7.34	9.374	14.3
p-value	0.009	0.007	0.002	<0.001

หมายเหตุ: n.a. เนื่องจากตัวแบบกิ่งปัวซง ไม่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นที่สมบูรณ์ ค่า AIC และ BIC จึงไม่สามารถคำนวณได้สำหรับตัวแบบประเภทนี้ (R Core Team, 2026.; Venables & Ripley, 2002)

ตารางที่ 5 อัตราส่วนอุบัติการณ์ของตัวแบบ

Model	QP3	QP2	NB3	NB2
ตัวแบบ	กิ่งป้าง		ทวินามลบ	
Intercept				
Exp(B)	179.094	182.48	181.965	182.43
Lower	139.064	143.06	155.116	155.45
Upper	230.650	232.77	213.46	214.09
z	40.618	42.37	63.889	63.77
p-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)				
Exp(B)	0.999	-	0.998	-
Lower	0.996	-	0.995	-
Upper	1.000	-	1	-
z	-0.709	-	-0.885	-
p-value	0.478	-	0.376	-
ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)				
Exp(B)	1.104	1.09	1.104	1.09
Lower	1.065	1.07	1.074	1.08
Upper	1.140	1.12	1.13	1.11
z	5.448	8.19	7.097	12.78
p-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
Exp(B)	1.162	1.13	1.168	1.13
Lower	1.032	1.03	1.063	1.06
Upper	1.31	1.24	1.28	1.2
z	2.512	2.63	3.22	3.87
p-value	0.012	0.008	0.001	<0.001

การอภิปรายผล

ผล IRR จากตัวแบบทวินามลบสองตัวแปร (NB2) ชี้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญที่สัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ปริมาณฝนไม่พบผลโดยตรง การตีความนี้สามารถเชื่อมโยงกับกลไกทางชีววิทยาของยุงลาย และสอดคล้องกับงานวิจัยในบังกลาเทศและประเทศเขตร้อนอื่น ๆ ที่รายงานผลคล้ายกัน

ผลการวิเคราะห์ IRR พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 แล้ว จำนวนผู้ป่วยจะเพิ่มขึ้น ~ร้อยละ 9–10 และ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C แล้ว จำนวนผู้ป่วยจะเพิ่มขึ้น ~ร้อยละ 13–17 ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยกลไกทางชีววิทยาของ *Aedes aegypti* ดังนี้

อุณหภูมิสูง (25–30 °C) ทำให้วงจรชีวิตของยุงลายสั้นลงและอัตราการวางไข่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประชากรยุงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Doeurk et al., 2025)

ความชื้นสัมพัทธ์สูง (> ร้อยละ 70) ช่วยให้ยุงมีอัตราการรอดชีวิตสูงขึ้น เนื่องจากลดการสูญเสียน้ำจากร่างกาย และเพิ่มกิจกรรมการดูดเลือด (Abu et al., 2024)

การแพร่เชื้อไวรัสเดงกี (DENV) ภายในยุงลายเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูง ทำให้ระยะฟักตัวของไวรัสในยุง (Extrinsic incubation period) สั้นลง และเพิ่มโอกาสในการแพร่เชื้อสู่คน (Carrington et al., 2013)

การวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยในบังกลาเทศที่พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอุณหภูมิและจำนวนผู้ป่วย โดยช่วงอุณหภูมิ 28–30 °C มีจำนวนผู้ป่วยสูงสุด และความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณฝนอยู่ในระดับปานกลาง (90–360 มิลลิเมตร) (Alam et al., 2025) งานวิจัยในมาเลเซีย (Singh et al., 2022) และไทย (Kaewhan et al., 2025) รายงานผลคล้ายกันว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญต่อการแพร่ระบาดของไข้เลือดออก โดยเฉพาะในฤดูฝนที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิอยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุง ผลการศึกษาของจังหวัดเชียงใหม่จึงสอดคล้องกับหลักฐานสากลว่า ความชื้นและอุณหภูมิเป็นตัวแปรหลัก ขณะที่ปริมาณฝนมีผลทางอ้อมผ่านการสร้างแหล่งเพาะพันธุ์ แต่ไม่ใช่ตัวแปรที่มีผลโดยตรงในตัวแบบ IRR

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ตัวแบบเชิงเส้นนัยทั่วไปในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับอัตราอุบัติการณ์ไข้เลือดออกในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีข้อจำกัดที่สำคัญประการหนึ่งคือ การพิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านภูมิอากาศ (ปริมาณฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ) เท่านั้น เนื่องจากเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่สามารถเข้าถึงได้อย่างเป็นระบบและมีมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนผู้ป่วย เช่น ความเข้มข้นและประสิทธิภาพของมาตรการรณรงค์ควบคุมโรคไข้เลือดออกของหน่วยงานสาธารณสุข (เช่น การรณรงค์กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย การพ่นหมอกควัน) รวมถึง ปัจจัยด้านพฤติกรรมของประชาชน (เช่น การป้องกันตนเองจากยุงกัด การมีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อม) และปัจจัยทางสังคมเศรษฐกิจ (เช่น ความหนาแน่นของประชากร ลักษณะที่อยู่อาศัย) การละเลยปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้ตัวแบบไม่สามารถอธิบายความแปรปรวนของจำนวนผู้ป่วยได้ทั้งหมด และอาจทำให้

เกิดอคติในการประมาณค่าอิทธิพลของปัจจัยภูมิอากาศได้ ดังนั้น การนำผลการศึกษาไปใช้ควรตระหนักถึงข้อจำกัดนี้ และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมที่รวบรวมข้อมูลด้านพฤติกรรมและการดำเนินงานด้านสาธารณสุขมาวิเคราะห์ร่วมด้วย เพื่อให้ได้ตัวแบบที่สมบูรณ์และแม่นยำยิ่งขึ้นสำหรับการพยากรณ์และการวางแผนมาตรการป้องกันควบคุมโรคในพื้นที่ (Rothman et al., 2008)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลรายเดือนจำนวน 120 เดือน เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกกับตัวแปรภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ โดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นนัยทั่วไป ทั้งตัวแบบกึ่งปัวซองและตัวแบบทวินามลบ ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแบบ Negative binomial (NB2) มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถจัดการกับปัญหา Overdispersion ได้ดี และมีค่า AIC และ BIC ต่ำที่สุด

ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนอุบัติการณ์ (IRR) แสดงให้เห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ เป็นตัวแปรที่มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยประมาณร้อยละ 9–10 และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยประมาณร้อยละ 13–17 ขณะที่ปริมาณฝนไม่พบผลโดยตรงที่มีนัยสำคัญ แต่มีบทบาททางอ้อมผ่านการสร้างแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับหลักฐานสากลที่รายงานในมาเลเซียและไทยว่า ความชื้นและอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักในการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก

ข้อเสนอแนะ

ด้านสาธารณสุขและการเฝ้าระวังโรค

ควรจัดทาระบบเฝ้าระวังเชิงพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเป็นตัวแปรหลักในการคาดการณ์ความเสี่ยงการระบาด ควรมีการแจ้งเตือนล่วงหน้าควรเน้นช่วงฤดูฝนที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิอยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุงลาย

ด้านการควบคุมและป้องกันโรค

ควรดำเนินมาตรการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายอย่างเข้มข้นในช่วงที่มีความชื้นสูง มีการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ควรเน้นการป้องกันในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่ระบาด

ด้านการวิจัยต่อยอด

ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยทางสังคมและสิ่งแวดล้อม เช่น ความหนาแน่นประชากร และการใช้พื้นที่เมือง เพื่อเสริมความแม่นยำของตัวแบบ มีการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และตัวแบบเชิงเวลา (Time-series models) จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการพยากรณ์การระบาดในระดับพื้นที่ย่อย

เอกสารอ้างอิง

- กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2569). ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506.
<http://doe1.moph.go.th/surdata/index.php>
- กรมควบคุมโรค. (2562). รายงานพยากรณ์ โรคไข้เลือดออก ปี 2562.
<https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1026720200625043825.pdf>
- พิมลภักดิ์ เดชะชัย. (2568). สสจ. เชียงใหม่ เตือน ประชาชน ระมัดระวังและป้องกันตนเองจากโรคติดต่อที่มี
ยุ่งกลายเป็นพาหะ ในระยะนี้. สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย จังหวัดเชียงใหม่.
<https://radiochiangmai.prd.go.th/th/content/category/detail/id/57/iid/413283>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2569). แบบตรวจกิจกรรม/งานวิจัยเข้าข่ายการ
วิจัยในมนุษย์. <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/ori/docs/20200402-the-scientific-purposes-of-research-and-testing-in-human-inspection-form.pdf>
- Abu, A. E. I, Becker, M., Accoti, A., Sylla, M., & Dickson, L. B. (2024). Low humidity enhances Zika virus infection and dissemination in *Aedes aegypti* mosquitoes. *mSphere*, 9(8), 576075.
<https://doi.org/10.1101/2024.01.17.576075>
- Alam, K. E., Ahmed, M. J., Chalise, R., Rahman, M. A., Mathin, T. T., Bhuiyan, M. I. H., Bhandari, P., & Hossain, D. (2025). Time series analysis of dengue incidence and its association with meteorological risk factors in Bangladesh. *PLOS ONE*, 20(8), 0323238.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323238>
- Carrington, L. B., Armijos, M. V., Lambrechts, L., & Scott, T. W. (2013). Fluctuations at a low mean temperature accelerate dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(4), 2190. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002190>
- Doeurk, B., Leng, S., Long, Z., Maquart, P. O., & Boyer, S. (2025). Impact of temperature on survival, development and longevity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Phnom Penh, Cambodia. *Parasites & Vectors*, 18(1), 362. <https://doi.org/10.1186/s13071-025-06892-y>
- Gallucci, M. (2019). *GAMLj: General analyses for linear models*. [jamovi module].
<https://gamlj.github.io/>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis*. (7th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Hilbe, J. M. (2014). *Modeling Count Data*. Cambridge University Press.

- Hossain, S. (2023). Generalized Linear Regression Model to Determine the Threshold Effects of Climate Variables on Dengue Fever: A Case Study on Bangladesh. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 1, 2131801.
<https://doi.org/10.1155/2023/2131801>
- Kaewhan, S., Junpha, J., & Pimpeach, W. (2025). The regional distribution of dengue fever in Thailand and other emerging countries in Southeast Asia: A literature review. *Toxicology and Environmental Health Sciences*, 17, 327–334.
<https://doi.org/10.1007/s13530-025-00251-1>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2026). *POWER Data Access Viewer: Monthly climatology for Chiang Mai, Thailand (Lat 18.79, Lon 98.98) from 2015 to 2024* [Data set]. NASA Langley Research Center. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- R Core Team. (2026). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2008). *Modern epidemiology*. (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Sheng, L. J., Rahman, H. A. (2025). Generalized Linear Model Approach on Dengue Incidence in Selangor. In: Embong, A.F., Zainuddin, Z.M., Shabri, A., Yussof, F.N.M. (eds) *Mathematics for Sustainable Industry. ISMI 2024. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 496*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85926-7_16
- Singh, P. S., & Chaturvedi, H. K. (2022). A retrospective study of environmental predictors of dengue in Delhi from 2015 to 2018 using the generalized linear model. *Sci Rep*, 12(1), 8109. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12164-x>
- Singh, S., Lai, C. H., Sulaiman, L. H., Wong, S. F., Jelip, J., Mokhtar, N., Harpham, Q., Tsarouchi, G., & Gill, B. S. (2022). The effects of meteorological factors on dengue cases in Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6449. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116449>
- The jamovi project. (2024). *jamovi (Version 2.5) [Computer software]*. <https://www.jamovi.org>
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern applied statistics with S*. (4th ed.). Springer.
- Zeileis, A., Kleiber, C., & Jackman, S. (2008). Regression models for count data in R. *Journal of Statistical Software*, 27(8), 1–25. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i08>