



แบบจำลองค่าสุดขีดกรณีอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบนของประเทศไทย

Extreme Value Modeling of Maximum Temperature in Upper Northeastern of Thailand

พลากร สีน้อย^{*}, รุ่งนภา แต่งสุวรรณ และ ศุรีย์ภรณ์ สุขอร่าม

Palakorn Seenoi^{*}, Rungnapa Tangsuwan and Sureporn Sukaram

สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Statistics, Faculty of Science, Khon Kaen University

Received : 11 September 2019

Revised : 12 November 2019

Accepted : 21 January 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแบบจำลองค่าสุดขีดกรณีอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย จากสถานีอุตุนิยมวิทยา 9 สถานี ด้วยการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดภายใต้กระบวนการคงที่และกระบวนการไม่คงที่รวม 6 รูปแบบ ทำการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมด้วยเกณฑ์สารสนเทศของอะกิเกะ เกณฑ์สารสนเทศของเบล์ และการทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น พร้อมทั้งหาระดับการเกิดซ้ำของอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำ และหาช่วงความเชื่อมั่นของระดับการเกิดซ้ำด้วยวิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น จากการศึกษาพบว่า สถานีอุตุนิยมวิทยาที่มีรูปแบบของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมภายใต้กระบวนการคงที่มี 5 สถานี และมีรูปแบบของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมภายใต้กระบวนการไม่คงที่มี 4 สถานี เมื่อพิจารณาถึงระดับการเกิดซ้ำ ควรให้ความสำคัญกับสถานีอุตุนิยมวิทยาอุดรธานีมากกว่าสถานีอื่น เนื่องจากมีโอกาสเกิดอุณหภูมิสูงสุดมากกว่าทุกสถานี

คำสำคัญ : การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป, วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด, ระดับการเกิดซ้ำ, วิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น

*Corresponding author. E-mail : palakorns@kku.ac.th



Abstract

The purpose of this research is to find the extreme value modeling of maximum temperature in the upper northeastern of Thailand from 9 meteorological stations using the generalized extreme value distribution. The parameter estimations are obtained from maximum likelihood estimation method under 6 different stationary and non-stationary process settings. The model selections are obtained by 3 criterions: Akaike's information criterion (AIC), Bayesian information criterion (BIC) and likelihood ratio test (LRT). The return levels of annual maximum temperature are calculated. Moreover, profile likelihood method is applied to calculate the confidence interval of return levels. The results of this study indicate that the 5 meteorological stations were appropriated for stationary and the 4 meteorological stations were appropriated for non-stationary when the scale parameter changed with the fitted trend. When the return levels are considered, Udon Thani meteorological station had a higher return level than other stations for each return period. Hence, this station should be more emphasized.

Keywords : generalized extreme value distribution, maximum likelihood estimation, return level, profile likelihood method

บทนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ประกอบด้วย 11 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น หนองคาย เลย ชัยภูมิ อุดรธานี หนองบัวลำภู กาฬสินธุ์ มหาสารคาม สกลนคร นครพนม และบึงกาฬ มีลักษณะภูมิประเทศโดยรวมเป็นพื้นที่ราบสูงและลาดต่ำไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทางตะวันตกมีทิวเขาเพชรบูรณ์ มีเนื้อที่ประมาณ 170,000 ตารางกิโลเมตร โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 250 เมตร ทางด้านตะวันตกของภาคเป็นเทือกเขา ดงพญาเย็นและเทือกเขาเพชรบูรณ์ ทางใต้มีเทือกเขาสันกำแพงและทิวเขาพนมดงรัก ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่กั้นลมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้อากาศและความชื้นจากทะเลเข้าไปไม่ถึง (Nakpalat & Angchuan, 2015) สภาพอากาศในฤดูร้อนอากาศร้อนจัด ในปี พ.ศ. 2550 พบอุณหภูมิสูงสุด 43 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดอุดรธานี ทั้งนี้เพราะเป็นลักษณะอากาศแบบภาคพื้นทวีป ช่วงอุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 32.1 องศาเซลเซียส และสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน (Khamson, 2012) พื้นที่หลายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนประสบปัญหาภัยธรรมชาติเป็นประจำทุกปี ซึ่งส่งผลกระทบต่อด้านต่าง ๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2558 มีการขยายตัวร้อยละ 2.3 ซึ่งต่ำกว่าการขยายตัวของประเทศที่มีการขยายตัวร้อยละ 2.9 เป็นผลมาจากการชะลอตัวของภาคเกษตร ซึ่งได้รับฝนทิ้งช่วงและภัยแล้งในปี พ.ศ. 2558 รวมทั้งราคาพืชผลเกษตรตกต่ำต่อเนื่อง ทำให้รายได้ลดลงและส่งผลกระทบต่ออำนาจซื้อของครัวเรือน (Office of the National Economic and Social Development Council, 2018) ด้านการเกษตรมีการทำเกษตรมากที่สุดของประเทศ รวม 63.85 ล้านไร่ แต่มีพื้นที่ชลประทานเพียง 6.38 ล้านไร่ หรือร้อยละ 10 ของพื้นที่การเกษตร ซึ่งเกษตรกรต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก (Thairath Online, 2018) ในการทำการเกษตร จึงทำให้ปริมาณของผลผลิตขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศเป็นหลักด้านสุขภาพโดยปกติแล้วร่างกายคนเรามีอุณหภูมิประมาณ 36 - 37 องศาเซลเซียส ในภาวะเพลิงแค้นร่างกายจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ยังไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส อาจทำให้เกิดอาการเพลียแดด โดยจะมาพร้อมกับอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย ส่วนโรคลมแดดเป็นภาวะการเจ็บป่วยจากความร้อนที่รุนแรงที่สุด โดยมีอุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส หากไม่ได้รับการรักษาที่ทันที อาจทำให้เกิดตับและไตวายหรือเสียชีวิตได้ (Ganghair, 2017) จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น

ล้วนเป็นผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้น Charin (2014) ได้สร้างแบบจำลองค่าสุดขีดกรณีอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย โดยศึกษาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่มีค่าสูงสุดที่อยู่ในส่วนของปลายทางด้านขวา ภายใต้กระบวนการคงที่และไม่คงที่ โดยใช้เกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ (Akaike's Information Criterion: AIC) ในการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดจะนำข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ไปสร้างแบบจำลองโดยใช้ทฤษฎีค่าสุดขีด ด้วยการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution: GEV) ภายใต้กระบวนการคงที่และไม่คงที่ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จะใช้เกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ เกณฑ์สารสนเทศของเบย์ (Bayesian Information Criterion: BIC) และการทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Ratio Test: LRT) ในการคัดเลือกแบบจำลอง และจะใช้วิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น (Profile Likelihood Method) ในการหาช่วงความเชื่อมั่นของระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) ซึ่งมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีความเบ้ เพื่อเป็นสารสนเทศในการวางแผนเตรียมความพร้อมรับมือกับปัญหาที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

ทฤษฎีค่าสุดขีด (Extreme Value Theory) หมายถึง ทฤษฎีที่กล่าวถึงคุณสมบัติของเหตุการณ์ที่มีตัวแปรสุ่ม ซึ่งจัดอยู่ในลักษณะที่เรียกว่า “ค่าสุดขีด” โดยสามารถแบ่งการแจกแจงของค่าสุดขีดได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการเลือกข้อมูลค่าสุดขีดที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ค่าสุดขีดในช่วงคาบเวลาที่สนใจ เช่น รายปี รายไตรมาส รายเดือน หรือรายสัปดาห์ โดยจะเลือกข้อมูลที่สูงสุดในแต่ละช่วงคาบเวลาที่ผู้วิเคราะห์สนใจ ในขณะที่การแจกแจงพาวเรโดวงนัยทั่วไป เหมาะสมกับข้อมูลที่กำหนดค่าเกณฑ์ (Threshold) ที่กำหนด (Charin, 2014; Busababodhin *et al.*, 2015) ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะในกรณีการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป ที่มี 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ μ แทน พารามิเตอร์บ่งตำแหน่ง σ แทน พารามิเตอร์บ่งขนาด ξ แทน พารามิเตอร์บ่งรูปร่าง ซึ่งมีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) ดังนี้ (Coles, 2004; Busababodhin & Kaewmun, 2015)

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

และมีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function: PDF) ดังนี้

$$f(x; \mu, \sigma, \xi) = \frac{1}{\sigma} \left\{ 1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right\}^{\left(-\frac{1}{\xi}\right)-1} \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}} \right\} \quad (2)$$

$$\text{เมื่อ } 1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) > 0$$

การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป แบ่งได้ 3 การแจกแจงตามลักษณะของพารามิเตอร์บ่งรูปร่าง เมื่อ $\xi = 0$ เรียกว่า การแจกแจงกัมเบล (Gumbel Distribution) $\xi > 0$ เรียกว่า การแจกแจงฟรีเชท (Fréchet Distribution) และ $\xi < 0$ เรียกว่า การแจกแจงไวบูล (Weibull Distribution)

จากฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ในสมการที่ (2) สามารถสร้างฟังก์ชันลึอกภวะน่าจะเป็น (Log-likelihood Function) ของพารามิเตอร์ μ, σ, ξ ได้ดังนี้ (Coles, 2004)

$$\ln L(\mu, \sigma, \xi) = -n \log \sigma - \left(\frac{1}{\xi} + 1 \right) \sum_{i=1}^n \log \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left[1 + \xi \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}} \quad (3)$$

จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\theta = \{\mu, \sigma, \xi\}$ ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด คือ $\hat{\theta} = \{\hat{\mu}, \hat{\sigma}, \hat{\xi}\}$ เมื่อ

$$\hat{\theta} = \arg \max_{\theta} \ln L(\mu, \sigma, \xi) \quad (4)$$

จากฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม ในสมการที่ (1) สามารถหาระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) ในรอบการเกิดซ้ำ (Return Period) T คาบเวลา ซึ่งหมายถึงค่าคาดหวังที่จะเกิดเหตุการณ์ $x > x_T$ เฉลี่ยหนึ่งครั้งในทุก ๆ T คาบเวลา เมื่อ $p = \frac{1}{T}$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ที่ $x > x_T$ ได้ดังนี้ (Busababodhin & Kaewmun, 2015)

$$x_T = \mu - \frac{\sigma}{\xi} \left\{ 1 - \left[-\log \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]^{-\xi} \right\} \quad (5)$$

วิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น

วิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น เป็นวิธีการประมาณช่วงความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ในกรณีที่ข้อมูลมีความเบ้ จากฟังก์ชันลึอกภวะน่าจะเป็นสำหรับพารามิเตอร์ $\theta = \{\mu, \sigma, \xi\}$ ในสมการที่ (3) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น $\ln L(\theta_i, \theta_{-i})$ เมื่อ θ_i แทนพารามิเตอร์ที่สนใจ และ θ_{-i} แทนพารามิเตอร์ที่เหลือ ดังนั้น ฟังก์ชันโพรไฟล์ลึอกภวะน่าจะเป็น (Profile Log-likelihood Function) สำหรับพารามิเตอร์ θ_i นิยามได้ดังนี้ (Coles, 2004)

$$\ln L(\theta_i) = \max_{\theta_{-i}} \ln L(\theta_i, \theta_{-i}) \quad (6)$$

การหาช่วงความเชื่อมั่นของระดับการเกิดซ้ำ ด้วยวิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น มีขั้นตอนดังนี้

1. จากสมการที่ (5) เมื่อทำการปรับรูปใหม่ จะได้

$$\mu = x_T + \frac{\sigma}{\xi} \left\{ 1 - \left[-\log \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]^{-\xi} \right\} \quad (7)$$

2. แทน μ ในสมการที่ (7) ลงในฟังก์ชันลึกลับภาวะน่าจะเป็น ในสมการที่ (3) จะได้ฟังก์ชันลึกลับภาวะน่าจะเป็นที่มีพารามิเตอร์ 3 ตัว ได้แก่ x_T , σ และ ξ ทั้งนี้ x_T เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องการทำการประมาณค่า

3. กำหนดให้ x_T เป็นค่าคงที่ใด ๆ โดย $x_T = x_{T_0}$ และทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ σ และ ξ ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด จะได้ $\ln L(x_{T_0})$ คือค่าโพสิโพลีลึกลับภาวะน่าจะเป็นที่สอดคล้องกับ x_{T_0} ดังสมการที่ (8)

$$\ln L(x_{T_0}) = \max_{(\sigma, \xi)} \ln L(x_{T_0}, \sigma, \xi) \quad (8)$$

4. ทำซ้ำโดยการเปลี่ยนค่า x_{T_0} จะได้คู่อันดับ $(x_{T_0}, \ln L(x_{T_0}))$

5. นำคู่อันดับ $(x_{T_0}, \ln L(x_{T_0}))$ ไปพล็อตกราฟ

6. ลากเส้นตรงที่จุด $\max[\ln L(x_{T_0})] - 0.5 \times \chi_{1,1-\alpha}^2$ ให้ขนานกับแกนนอนของกราฟ เมื่อต้องการหาช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha) \times 100\%$

7. ลากเส้นตรง 2 เส้น ที่จุดตัดของเส้น $\max[\ln L(x_{T_0})] - 0.5 \times \chi_{1,1-\alpha}^2$ กับเส้น $\ln L(x_{T_0})$ ให้ขนานกับแกนตั้งของกราฟ

8. ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha) \times 100\%$ ของวิธีโพสิโพลีภาวะน่าจะเป็นสำหรับระดับการเกิดซ้ำ หาได้จากจุดตัดบนแกนนอนของกราฟ ทั้ง 2 จุด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ข้อมูลที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวันของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2528 – 2561 จำนวน 8 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย สถานีอุตุนิยมวิทยาเลย สถานีอุตุนิยมวิทยาชัยภูมิ สถานีอุตุนิยมวิทยาอุดรธานี สถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร และสถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม และระหว่างปี พ.ศ. 2543 - 2561 จำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยากาฬสินธุ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยา 2 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองบัวลำภู เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาอยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2561 โดยข้อมูลที่ได้นั้นมีจำนวนน้อยเกินไปที่จะนำไปสร้างแบบจำลอง และสถานีอุตุนิยมวิทยาบึงกาฬ เนื่องจากเป็นจังหวัดที่ตั้งขึ้นใหม่ จึงยังไม่มีกรเก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด

2. นำข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวันที่มีค่าสูญหายมาทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) โดยใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่จัดอยู่ในประเภทเดียวกันเพื่อเติมค่าข้อมูลที่ขาดหาย จากนั้นนำไปหาข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายปี

3. ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ตามรูปแบบที่อยู่ภายใต้กระบวนการคงที่ (Stationary) และไม่คงที่ (Non-stationary) ซึ่งแบบจำลองที่ทำการศึกษามีรูปแบบของพารามิเตอร์ 6 รูปแบบ ดังตารางที่ 1 โดยใช้แพ็คเกจ “extRemes” ในโปรแกรม R (R Core Team, 2019)

ตารางที่ 1 รูปแบบของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษากายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

รูปแบบของพารามิเตอร์	พารามิเตอร์ที่ทำการประมาณค่า
กระบวนการคงที่ (Stationary)	
รูปแบบ 1: μ, σ และ ξ เป็นค่าคงที่	μ, σ และ ξ
กระบวนการไม่คงที่ (Non-stationary)	
รูปแบบ 2: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ และ σ, ξ เป็นค่าคงที่	β_0, β_1, σ และ ξ
รูปแบบ 3: μ, ξ เป็นค่าคงที่ และ $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$	μ, α_0, α_1 และ ξ
รูปแบบ 4: μ, ξ เป็นค่าคงที่ และ $\sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$	μ, α_0, α_1 และ ξ
รูปแบบ 5: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t, \sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\beta_0, \beta_1, \alpha_0, \alpha_1$ และ ξ
รูปแบบ 6: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t, \sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\beta_0, \beta_1, \alpha_0, \alpha_1$ และ ξ

4. หาแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละสถานี จากรูปแบบของพารามิเตอร์ทั้งหมด 6 รูปแบบ โดยใช้เกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ และเกณฑ์สารสนเทศของเบส์ และใช้การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น โดยแบบจำลองที่ให้ค่า AIC และ BIC ต่ำที่สุด เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด เมื่อ AIC และ BIC นิยามดังนี้ (The Royal Society, 2018)

$$AIC = -2 \ln \hat{L} + 2k \tag{9}$$

$$BIC = -2 \ln \hat{L} + k \ln n \tag{10}$$

เมื่อ \hat{L} แทน ค่าสูงสุดของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น

k แทน จำนวนพารามิเตอร์ในรูปแบบ

\ln แทน ลอการิทึมธรรมชาติ

n แทน จำนวนข้อมูลที่นำมาพิจารณา

นอกจากนี้หากแบบจำลองภายใต้กระบวนการไม่คงที่ที่ให้ค่า AIC และ BIC ต่ำที่สุด จะใช้การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น ทดสอบว่ารูปแบบดังกล่าวสามารถลดรูปของพารามิเตอร์ได้หรือไม่ ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

H_0 : รูปแบบที่มีจำนวนพารามิเตอร์น้อยกว่ามีความเหมาะสม

H_1 : รูปแบบที่มีจำนวนพารามิเตอร์มากกว่ามีความเหมาะสม

เมื่อ $\ln \hat{L}_1$ และ $\ln \hat{L}_2$ คือ ค่าล็อกภาวะน่าจะเป็นจากรูปแบบที่มีพารามิเตอร์น้อยกว่าและมากกว่า ตามลำดับ ค่าสถิติ LRT สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$LRT = -2 [\ln \hat{L}_1 - \ln \hat{L}_2] \tag{11}$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติ LRT ที่คำนวณได้มากกว่าค่าวิกฤตของการแจกแจงค่าไคกำลังสอง (Chi-square Distribution) ที่องศาเสรี (Degree of Freedom) มีค่าเท่ากับผลต่างของจำนวนพารามิเตอร์ทั้ง 2 รูปแบบ

5. เมื่อได้แบบจำลองที่ดีที่สุดในแต่ละสถานีแล้ว จะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลกับการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป โดยใช้ Probability Plot และ Quantile Plot

6. หาช่วงความเชื่อมั่นของพารามิเตอร์ภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปของแต่ละสถานี

7. หาระดับการเกิดซ้ำ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระดับการเกิดซ้ำ ในรอบปีการเกิดซ้ำ 5 10 15 20 50 และ 100 ปี ของแต่ละสถานี เมื่อกระบวนการคงที่จะใช้วิธีไฟโพลีโพลีภาวะน่าจะเป็น และกระบวนการไม่คงที่จะใช้การเปลี่ยนแปลงจากเวลาต่อระดับการเกิดซ้ำ (Effective Return Levels) ซึ่งเป็นการหาระดับการเกิดซ้ำในกรณีที่มีอิทธิพลของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องกับการประมาณค่าพารามิเตอร์

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าอุณหภูมิสูงสุดรายปี จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวันของแต่ละสถานี เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแบบจำลองค่าสุดขีดภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป โดยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายปีของทุกสถานี ค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 41.7 ถึง 43.4 องศาเซลเซียส ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.89 ถึง 1.46 ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้อยู่ในช่วง -0.22 ถึง 0.25 ค่าสัมประสิทธิ์ความโด่งอยู่ในช่วง -1.18 ถึง -0.17 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายปีภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป จำแนกตามสถานี

สถานีอุตุนิยมวิทยา	จำนวนข้อมูล	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สัมประสิทธิ์ความเบ้	สัมประสิทธิ์ความโด่ง
1. ขอนแก่น	34	42.4	0.94	-0.16	-0.67
2. หนองคาย	34	43.4	1.17	0.25	-0.83
3. เลย	34	43.0	1.24	0.18	-0.76
4. ชัยภูมิ	34	42.6	1.03	0.11	-0.17
5. อุตรดิตถ์	34	43.0	1.10	-0.14	-0.27
6. กาฬสินธุ์	19	42.3	1.46	0.17	-1.18
7. มหาสารคาม	34	42.5	0.89	-0.01	-0.69
8. สกลนคร	34	41.7	1.04	-0.22	-1.03
9. นครพนม	34	42.1	1.23	0.24	-0.93

2. ตัวอย่างการคัดเลือกแบบจำลองของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

การคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด โดยใช้เกณฑ์ AIC เกณฑ์ BIC และ LRT มีวิธีการดังนี้

2.1 กรณีกระบวนการคงที่ ยกตัวอย่าง : สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย

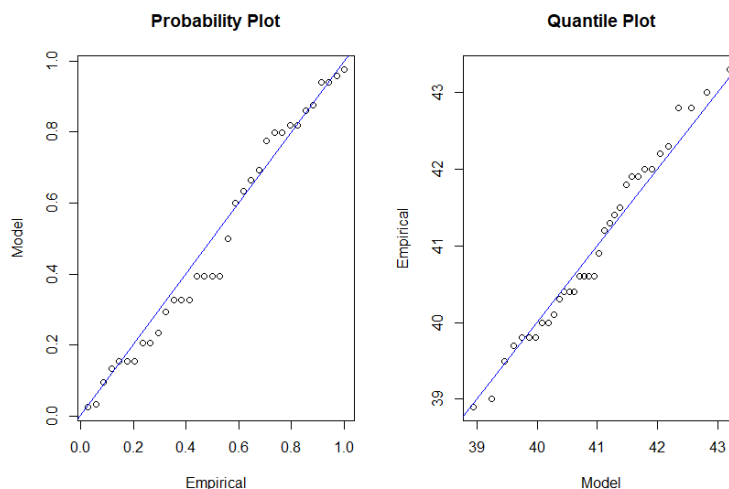
ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าลึอกภาวะน่าจะเป็น ค่า AIC และค่า BIC ของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป จำแนกตามรูปแบบของพารามิเตอร์ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าลึอกภาวะน่าจะเป็น ค่า AIC และค่า BIC ของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปของสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย

รูปแบบของพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์	$\ln \hat{L}$	AIC	BIC
รูปแบบ 1: μ, σ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\mu} = 40.5225$ $\hat{\sigma} = 1.0821$ $\hat{\xi} = -0.2159$	-52.5294	111.0589	115.6380
รูปแบบ 2: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ และ σ, ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\beta}_0 = 40.6653$ $\hat{\beta}_1 = -0.0085$ $\hat{\sigma} = 1.0706$ $\hat{\xi} = -0.2002$	-52.4463	112.8926	118.9980
รูปแบบ 3: μ, ξ เป็นค่าคงที่ และ $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$	$\hat{\mu} = 40.6736$ $\hat{\alpha}_0 = 0.9681$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0063$ $\hat{\xi} = -0.0886$	-53.4723	114.9446	121.0500
รูปแบบ 4: μ, ξ เป็นค่าคงที่ และ $\sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$	$\hat{\mu} = 40.5396$ $\hat{\alpha}_0 = 0.0091$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0044$ $\hat{\xi} = -0.2319$	-52.4739	112.9477	119.0532
รูปแบบ 5: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t, \sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\beta}_0 = 40.8120$ $\hat{\beta}_1 = -0.0158$ $\hat{\alpha}_0 = 0.9007$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0110$ $\hat{\xi} = -0.2392$	-52.2558	114.5116	122.1434
รูปแบบ 6: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t, \sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\beta}_0 = 40.7921$ $\hat{\beta}_1 = -0.0149$ $\hat{\alpha}_0 = -0.0779$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0092$ $\hat{\xi} = -0.2340$	-52.2739	114.5478	122.1796

จากตารางที่ 3 พบว่าแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 1 เหมาะสมกับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปของสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคายมากที่สุด เนื่องจากให้ค่า AIC และค่า BIC ต่ำที่สุด จึงทำการตรวจสอบความเหมาะสมของการแจกแจงโดยใช้ Probability Plot และ Quantile Plot ดังภาพที่ 1 พบว่าจุดในกราฟ Probability Plot และ Quantile Plot ตกอยู่ในแนวเส้นตรง ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย มีความเหมาะสมกับการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป

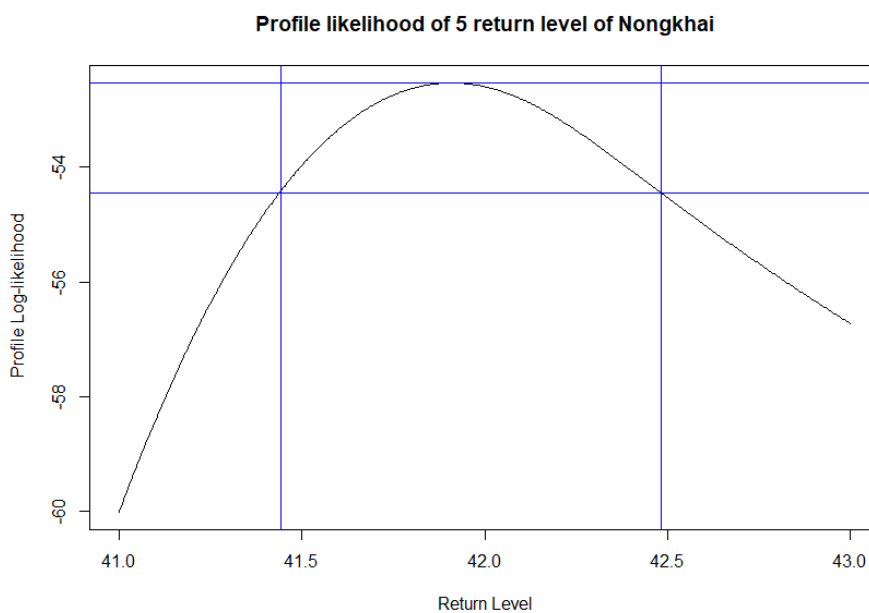
จึงทำการหาค่าประมาณระดับการเกิดซ้ำ ตามสูตรในสมการที่ (5) และหาช่วงความเชื่อมั่น 95% (CI 95%) ของระดับการเกิดซ้ำ ในรอบการเกิดซ้ำ 5 10 15 20 50 และ 100 ปี หรือด้วยความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ $\left(p = \frac{1}{T} \right)$ คือ 0.2 0.1 0.067 0.05 0.02 และ 0.01 ตามลำดับ ด้วยวิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น ซึ่งในภาพที่ 2 ได้แสดงตัวอย่างการหาช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระดับการเกิดซ้ำด้วยวิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น ในรอบการเกิดซ้ำ 5 ปี นอกจากนี้ค่าประมาณระดับการเกิดซ้ำและช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระดับการเกิดซ้ำด้วยวิธีโพรไฟล์ภาวะน่าจะเป็น ในรอบการเกิดซ้ำ 5 10 15 20 50 และ 100 ปี แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่า ในรอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี หมายความว่า จะเกิดอุณหภูมิสูงสุดที่ 41.91 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ครั้งในทุก ๆ 5 ปี ในส่วนของรอบปีการเกิดซ้ำอื่น ๆ สามารถแปลความหมายได้ในลักษณะเดียวกัน



ภาพที่ 1 Probability Plot และ Quantile Plot ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย

ตารางที่ 4 ค่าประมาณระดับการเกิดซ้ำและช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระดับการเกิดซ้ำ จำแนกตามรอบปีการเกิดซ้ำ ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย

รอบปีการเกิดซ้ำ	T = 5	T = 10	T = 15	T = 20	T = 50	T = 100
ระดับการเกิดซ้ำ	41.91	42.45	42.72	42.90	43.38	43.68
(CI 95%)	(41.44, 42.48)	(41.96, 43.41)	(42.22, 44.00)	(42.37, 44.45)	(42.74, 45.99)	(42.94, 47.29)



ภาพที่ 2 ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระดับการเกิดซ้ำที่ 5 ปี โดยใช้วิธีไฟรโพล์ภาวะน่าจะเป็นของสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย

2.2 กรณีกระบวนการไม่คงที่ ยกตัวอย่าง : สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าล็อกภาวะน่าจะเป็น ค่า AIC และค่า BIC ของข้อมูลอุณหภูมิตั้งแต่การแจกแจงค่าสูงสุดขีดวางนัยทั่วไป จำแนกตามรูปแบบของพารามิเตอร์ แสดงในตารางที่ 5

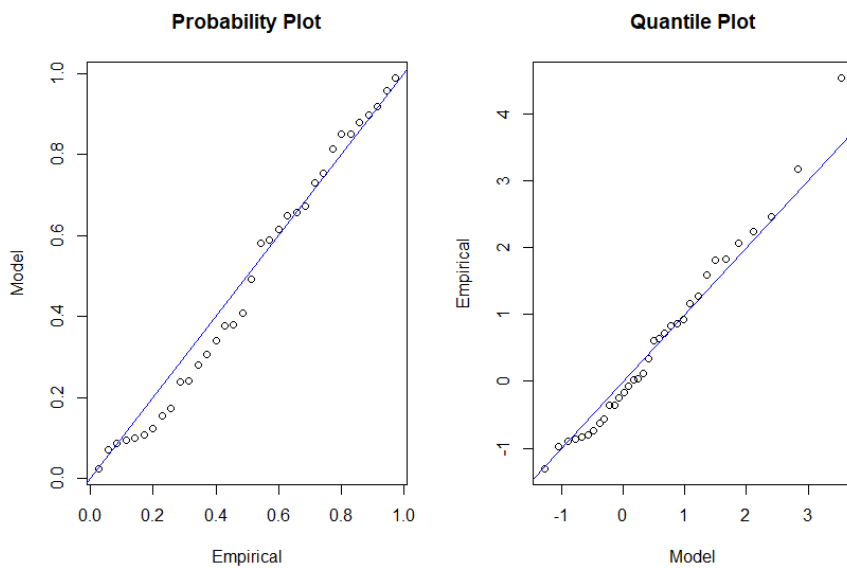
ตารางที่ 5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าล็อกภาวะน่าจะเป็น ค่า AIC และค่า BIC ของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปของสถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

รูปแบบของพารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์	$\ln \hat{L}$	AIC	BIC
รูปแบบ 1: μ, σ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\mu} = 40.2393$ $\hat{\sigma} = 0.9603$ $\hat{\xi} = -0.3690$	-45.2273	96.4545	101.0336
รูปแบบ 2: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t$ และ σ, ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\beta}_0 = 40.6234$ $\hat{\beta}_1 = -0.0253$ $\hat{\sigma} = 0.8641$ $\hat{\xi} = -0.2117$	-44.6350	97.2699	103.3753
รูปแบบ 3: μ, ξ เป็นค่าคงที่ และ $\sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$	$\hat{\mu} = 40.3714$ $\hat{\alpha}_0 = 0.6489$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0171$ $\hat{\xi} = -0.4458$	-43.3000	94.8889	100.9943
รูปแบบ 4: μ, ξ เป็นค่าคงที่ และ $\sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$	$\hat{\mu} = 40.3708$ $\hat{\alpha}_0 = -0.3804$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0178$ $\hat{\xi} = -0.4483$	-43.4475	94.8950	101.0004
รูปแบบ 5: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t, \sigma(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t$ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\beta}_0 = 40.4714$ $\hat{\beta}_1 = -0.0124$ $\hat{\alpha}_0 = 0.6146$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0199$ $\hat{\xi} = -0.4329$	-42.7237	95.4474	103.0792
รูปแบบ 6: $\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t, \sigma(t) = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 t)$ และ ξ เป็นค่าคงที่	$\hat{\beta}_0 = 40.6993$ $\hat{\beta}_1 = -0.0239$ $\hat{\alpha}_0 = -0.5547$ $\hat{\alpha}_1 = 0.0253$ $\hat{\xi} = -0.4070$	-42.2954	94.5908	102.2226

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาค่า AIC พบว่าแบบจำลองภายใต้รูปแบบของพารามิเตอร์รูปแบบ 6 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด เนื่องจากให้ค่า AIC ต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาค่า BIC พบว่าแบบจำลองภายใต้รูปแบบของพารามิเตอร์รูปแบบ 3 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด เนื่องจากให้ค่า BIC ต่ำที่สุด จึงทำการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมโดยใช้การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเลือกแบบจำลองภายใต้รูปแบบของพารามิเตอร์โดยใช้การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นของสถานี อุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

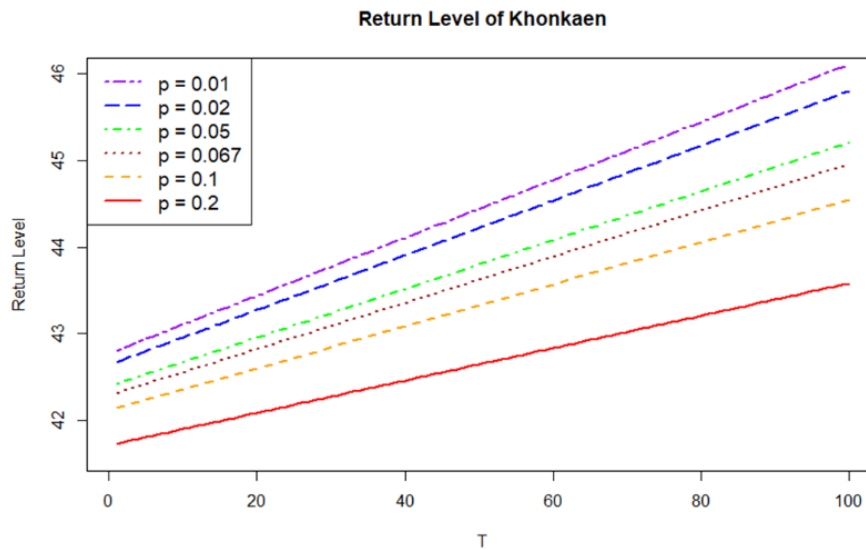
เปรียบเทียบรูปแบบ	ค่า LRT	ค่าวิกฤต	p-value	รูปแบบที่ถูกเลือก
1 กับ 3	3.8545	3.8415	0.0496	3
3 กับ 6	2.0092	3.8415	0.3662	3



ภาพที่ 3 Probability Plot และ Quantile Plot ของสถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

จากตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 1 กับรูปแบบ 3 พบว่ามีค่า LRT มากกว่าค่าวิกฤต ($LRT = 3.8545 > 3.8415$) ดังนั้นแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 3 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 1 และเมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 3 กับรูปแบบ 6 พบว่ามีค่า LRT น้อยกว่าค่าวิกฤต ($LRT = 2.0092 < 3.8415$) ดังนั้นแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 3 จึงมีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบ 6 จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองภายใต้รูปแบบ 3 เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลอุณหภูมิตั้งสูงสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

เมื่อได้ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของการแจกแจงโดยใช้ Probability Plot และ Quantile Plot ดังภาพที่ 3 พบว่าจุดในกราฟ Probability Plot และ Quantile Plot ตกอยู่ในแนวเส้นตรง ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิตั้งสูงสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น มีความเหมาะสมกับการแจกแจงค่าสุดขีดซึ่งวางนัยทั่วไป จึงทำการหาค่าประมาณระดับการเกิดซ้ำในรอบการเกิดซ้ำ 5 10 15 20 50 และ 100 ปี ที่ความน่าจะเป็นที่ 0.2 0.1 0.067 0.05 0.02 และ 0.01 ดังภาพที่ 4 นอกจากนี้ยังได้หาช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระดับการเกิดซ้ำ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่า ค่าประมาณระดับการเกิดซ้ำ ในรอบการเกิดซ้ำ 5 10 15 20 50 และ 100 ปี จะเกิดอุณหภูมิตั้งสูงสุดที่ 41.81 42.36 42.69 42.96 44.22 และ 46.11 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ด้วยความน่าจะเป็นที่ 0.2 0.1 0.067 0.05 0.02 และ 0.01 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 Return Level Plot ของสถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

ตารางที่ 7 ค่าประมาณระดับการเกิดซ้ำ และช่วงความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามรอบปีการเกิดซ้ำและความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ ของสถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น

รอบปีการเกิดซ้ำ	ความน่าจะเป็น (p)					
	0.2	0.1	0.067	0.05	0.02	0.01
T = 5	41.81 (41.15, 42.47)	42.24 (41.40, 43.07)	42.42 (41.49, 43.36)	42.54 (41.54, 43.54)	42.80 (41.60, 44.00)	42.94 (41.61, 44.27)
T = 10	41.90 (41.15, 42.66)	42.36 (41.39, 43.33)	42.56 (41.47, 43.65)	42.68 (41.51, 43.84)	42.96 (41.57, 44.35)	43.11 (41.57, 44.64)
T = 15	42.00 (41.14, 42.85)	42.48 (41.37, 43.59)	42.69 (41.45, 43.94)	42.82 (41.48, 44.15)	43.12 (41.54, 44.70)	43.27 (41.53, 45.01)
T = 20	42.09 (41.13, 43.05)	42.60 (41.35, 43.85)	42.82 (41.42, 44.23)	42.96 (41.46, 44.46)	43.28 (41.50, 45.05)	43.44 (41.49, 45.39)
T = 50	42.65 (41.06, 44.24)	43.33 (41.22, 45.44)	43.62 (41.27, 45.98)	43.80 (41.28, 46.31)	44.22 (41.28, 47.17)	44.44 (41.24, 47.64)
T = 100	43.58 (40.92, 46.25)	44.54 (41.00, 48.08)	44.96 (41.00, 48.91)	45.20 (40.99, 49.42)	45.80 (40.90, 50.70)	46.11 (40.80, 51.41)

3. ผลการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม

จากการหารูปแบบของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดภายใต้การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไปของทั้ง 9 สถานี โดยเกณฑ์ AIC BIC และ LRT ข้างต้น สามารถสรุปรูปแบบของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ ของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดจำแนกตามสถานีภายใต้กระบวนการคงที่ ดังตารางที่ 8 และภายใต้กระบวนการไม่คงที่ ดังตารางที่ 9

จากตารางที่ 8 และตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ปรงูปร่าง (ξ) ของแต่ละสถานีพบว่า การแจกแจงที่เหมาะสมกับสถานีอุตุนิยมวิทยาชัยภูมิ สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น สถานีอุตุนิยมวิทยาอุดรธานี สถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม และสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร คือ การแจกแจงไวบูล เนื่องจากช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ปรงูปร่าง (ξ) มีค่าคลุม 0 และการแจกแจงที่เหมาะสมกับสถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย สถานีอุตุนิยมวิทยาเลย สถานีอุตุนิยมวิทยากาฬสินธุ์ และสถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม คือ การแจกแจงกัมเบล เนื่องจากช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์ปรงูปร่าง (ξ) มีค่าน้อยกว่า 0

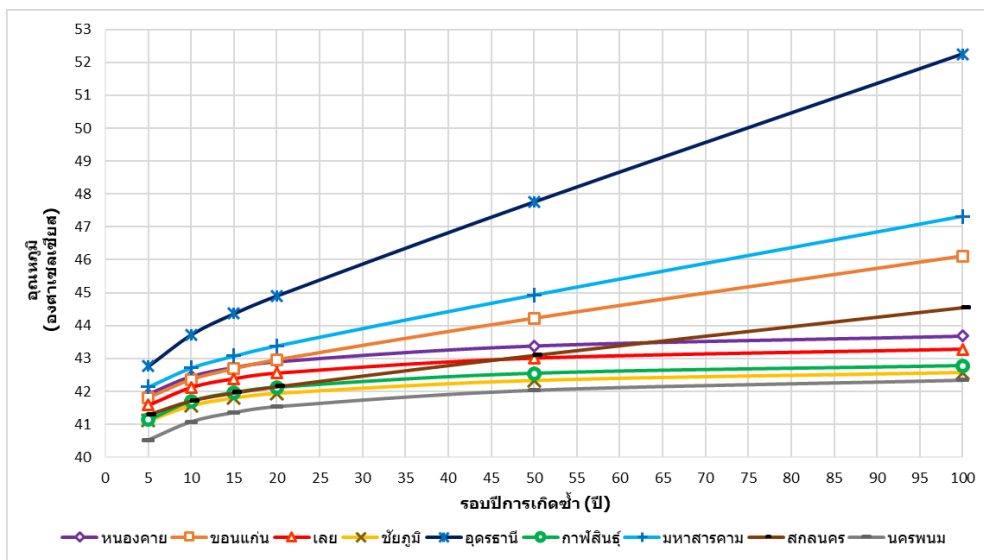
ตารางที่ 8 รูปแบบของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามสถานี ภายใต้กระบวนการคงที่

สถานี อุตุนิยมวิทยา	รูปแบบของ พารามิเตอร์ที่ เหมาะสม	ค่าประมาณพารามิเตอร์		
		$\hat{\mu}$ (s.e.) (CI 95%)	$\hat{\sigma}$ (s.e.) (CI 95%)	$\hat{\xi}$ (s.e.) (CI 95%)
1. หนองคาย	รูปแบบ 1	40.5225 (0.2172)	1.0821 (0.1625)	-0.2159 (0.1689)
		(40.0967, 40.9483)	(0.7636, 1.4006)	(-0.5470, 0.1151)
2. เลย	รูปแบบ 1	40.1293 (0.2334)	1.1754 (0.1740)	-0.2605 (0.1611)
		(39.6718, 40.5868)	(0.8344, 1.5165)	(-0.5763, 0.0553)
3. ชัยภูมิ	รูปแบบ 1	39.8601 (0.1898)	0.9999 (0.1336)	-0.2547 (0.1121)
		(39.4882, 40.2320)	(0.7380, 1.2618)	(-0.4743, -0.0350)
4. กาฬสินธุ์	รูปแบบ 1	39.4789 (0.4171)	1.4119 (0.3521)	-0.3367 (0.3435)
		(38.6614, 40.2965)	(0.7217, 2.1021)	(-1.0100, 0.3365)
5. นครพนม	รูปแบบ 1	39.0678 (0.2282)	1.1315 (0.1728)	-0.2181 (0.1731)
		(38.6205, 39.5152)	(0.7928, 1.4701)	(-0.5573, 0.1211)

ตารางที่ 9 รูปแบบของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามสถานี ภายใต้กระบวนการไม่คงที่

สถานี อุตุนิยมวิทยา	รูปแบบของ พารามิเตอร์ ที่เหมาะสม	ค่าประมาณพารามิเตอร์			
		$\hat{\mu}$ (s.e.) (CI 95%)	$\hat{\alpha}_0$ (s.e.) (CI 95%)	$\hat{\alpha}_1$ (s.e.) (CI 95%)	$\hat{\xi}$ (s.e.) (CI 95%)
1. ขอนแก่น	รูปแบบ 3	40.3714 (0.1784)	0.6489 (0.2048)	0.0171 (0.0097)	-0.4458 (0.1437)
		(40.0217, 40.7212)	(0.2475, 1.0502)	(-0.0020, 0.061)	(-0.7275, -0.1641)
2. อุตรธานี	รูปแบบ 3	40.8674 (0.1666)	0.3894 (0.1576)	0.0428 (0.0127)	-0.4596 (0.1468)
		(40.2142, 40.8674)	(0.0805, 0.6983)	(0.0179, 0.0676)	(-0.7474, -0.1718)
3. มหาสารคาม	รูปแบบ 3	40.5727 (0.1657)	0.4950 (0.1759)	0.0268 (0.0122)	-0.5601 (0.1612)
		(40.2479, 40.8976)	(0.1502, 0.8399)	(0.0029, 0.0508)	(-0.8760, -0.2443)
4. สกลนคร	รูปแบบ 3	39.8257 (0.2156)	0.7958 (0.2158)	0.0208 (0.0056)	-0.7336 (0.2054)
		(39.4031, 40.2484)	(0.3729, 1.2188)	(0.0098, 0.0318)	(-1.1362, -0.3310)

4. ผลการวิเคราะห์ระดับการเกิดซ้ำ (Return Level)



ภาพที่ 5 Return Level Plot ของทุกสถานี

จากภาพที่ 5 เมื่อพิจารณาจาก Return Level Plot ของทุกสถานี ในรอบการเกิดซ้ำ 5 10 15 20 50 และ 100 ปี ด้วยความน่าจะเป็นที่ 0.2 0.1 0.067 0.05 0.02 และ 0.01 ตามลำดับ พบว่า ระดับการเกิดซ้ำของสถานีอุตุนิยมวิทยา อุตรธานีสูงเป็นอันดับแรก รองลงมา คือ สถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม และลำดับสุดท้าย คือ สถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์การสร้างความจำลองค่าสุดขีดกรณีอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ทั้งหมด 9 สถานี พบว่า การแจกแจงไวบูลและการแจกแจงกัมเบลเหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charin (2014) ที่พบว่า การแจกแจงไวบูลและการแจกแจงกัมเบล เหมาะสมกับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางของประเทศไทย เนื่องจากข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จึงทำผลการวิจัยมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม Charin (2014) ได้ใช้เกณฑ์สารสนเทศพิเศษของอะกะอิเกะเพียงเกณฑ์เดียว สำหรับงานวิจัยนี้ได้เพิ่มเกณฑ์สารสนเทศของเบส์ และการทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นในการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าจะได้แบบจำลองที่เหมาะสมกับทุกสถานีมากขึ้น เพราะมีการทดสอบความมีนัยสำคัญในการเลือกรูปแบบของพารามิเตอร์

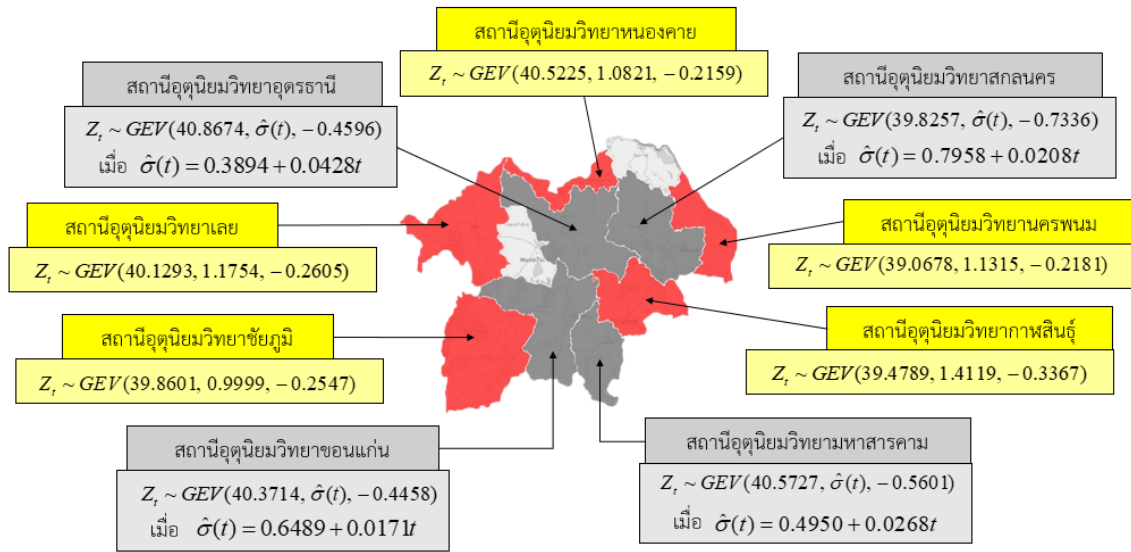
เมื่อพิจารณาถึงระดับการเกิดซ้ำ พบว่า สถานีอุตุนิยมวิทยาอุดรธานี มีระดับการเกิดซ้ำในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำสูงกว่าสถานีอื่น ดังนั้นหากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะทำการป้องกันหรือแก้ไขเกี่ยวกับปัญหาการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิ ควรให้ความสำคัญกับพื้นที่จังหวัดอุดรธานีเป็นอันดับแรก

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป อาจพิจารณาทำการวิจัยโดยใช้ข้อมูลอื่น ๆ ได้อีก เช่น ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดและต่ำสุด ข้อมูลความเร็วลมสูงสุดและต่ำสุด สำหรับการแจกแจงสามารถใช้การแจกแจงอื่น ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ เช่น การแจกแจงพาเรโตวางนัยทั่วไป การแจกแจงคัปปา (Kappa) และสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์สามารถใช้วิธีการประมาณอื่น ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของข้อมูล เช่น วิธี L-moments

สรุปผลการวิจัย

การสร้างความจำลองค่าสุดขีดกรณีอุณหภูมิสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ทั้งหมด 9 สถานี พบว่า การแจกแจงไวบูลและการแจกแจงกัมเบลเหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษา เมื่อพิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลในแต่ละสถานี ดังภาพที่ 6 พบว่า รูปแบบ 3 (กระบวนการไม่คงที่) เหมาะสมกับ 4 สถานี ส่วนรูปแบบที่ 1 (กระบวนการคงที่) เหมาะสมกับ 5 สถานี

เมื่อพิจารณาถึงระดับการเกิดซ้ำและช่วงความเชื่อมั่นของระดับการเกิดซ้ำด้วยวิธีโพร์ไฟล์ภาวะน่าจะเป็นซึ่งมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีความแปร พบว่าสถานีอุตุนิยมวิทยาอุดรธานี มีระดับการเกิดซ้ำในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำสูงกว่าสถานีอื่น รองลงมาคือสถานีอุตุนิยมวิทยามหาสารคาม สถานีอุตุนิยมวิทยาขอนแก่น และสถานีอุตุนิยมวิทยานครพนมเป็นลำดับสุดท้าย



ภาพที่ 6 แบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลในแต่ละสถานี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Busababodhin, P., & Kaewmun, A. (2015). Extreme Values Statistics. *The Journal of KMUTNB*, 25(2), 315 – 324. (in Thai)

Busababodhin, P., Siriboon, M., & Kaewmun, A. (2015). Modeling of Extreme Precipitation in Upper Northeast of Thailand. *Burapha Science Journal*, 20(1), 106 – 117. (in Thai)

Charin, B. (2014). *Modeling for Extreme Temperature in Central Northeast of Thailand*. Master of Science Thesis in Applied Statistics, Graduate School, Khon Kaen University. (in Thai)

Coles, S. (2004). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. (3). London: London Berlin Heidelberg.

Ganghair, G. (2017). *Health Articles Dealing with Sunstroke*. Retrieved September 18, 2018, from [http:// www.thaihealth.or.th/partnership/Content/35859-รับมือลมแดด-เพลิงแดด.html](http://www.thaihealth.or.th/partnership/Content/35859-รับมือลมแดด-เพลิงแดด.html). (in Thai)

Khamsorn, P. (2012). *Weather in Northeast*. Retrieved December 1, 2018, from <https://koethehero.wordpress.com> (in Thai)

Nakpalat, P., & Angchuan, P. (2015). *Natural Disaster in Thailand*. Retrieved September 18, 2018, from <https://sites.google.com/site/phaythrrmchatiniprathesthiy/hlak-kar-laea-thvsti-thi-keiywkhxng/phumi-xakas-laea-phumiprathes-khxng-prathesthiy>. (in Thai)



Office of the National Economic and Social Development Council. (2018). *North East Development Plan*

During the 2nd National Economic and Social Development Plan (year 2017 - 2021). Retrieved

December 1, 2018, from http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=7526. (in Thai)

R Core Team. (2019). R: A language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. from

<https://www.R-project.org/>

Thairath Online. (2018). *ONWR Following the Drought, East Joins Various Parties Assess the Situation*.

Retrieved December 1, 2018, from <https://www.thairath.co.th/content/1400810>. (in Thai)

The Royal Society. (2018). *Statistics Dictionary (the Royal Society Edition)*. (2). Bangkok: Office of the Royal

Society. (in Thai)