การสร้างแบบจำลองค่าสุดขีดปริมาณฝนประจำปีในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย
Modeling Annual Extreme Precipitation in upper Northern Region of Thailand

พัณณิ์ภาริษา ของทิพย์* มานัดถุ์ คำกอง และ พุฒิพงษ์ พุกกะมาน
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Panpharisa Khongthip* Manad Khamkong and Putipong Bookamana
Department of Statistics, Faculty of Science, Chiangmai University.

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป พร้อมทั้งหาระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการพิจารณาเพื่อป้องกันหรือช่วยลดความรุนแรงในการเกิดอุทกภัยในภาคเหนือตอนบนที่จะขยายสู่ภาคกลางของประเทศไทยต่อไป วิธีการที่ใช้ในการศึกษาคือการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบปีของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2500-2552 จาก 26 สถานี มาวิเคราะห์หาแบบจำลองที่เหมาะสมโดยใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปเมื่อกระบวนการปกติ เมื่อพารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงเส้นตรง และเมื่อพารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงกำลังสองและหาระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม R จากการศึกษาพบว่ามีเพียง 1 สถานีคือสถานีที่ 17 สถานี อ.เชียงของ จ.เชียงราย ที่มีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงเส้นตรง มี 2 สถานีที่มีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงกำลังสองคือสถานีที่ 14 สถานี อ.ลี้ จ.ลำพูนและสถานีที่ 20 สถานี อ.เมือง จ.เชียงราย ส่วนอีก 23 สถานีมีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่กระบวนการคงที่ และเมื่อพิจารณาระดับการเกิดซ้ำและรอบปีการเกิดซ้ำสามารถกล่าวได้ว่าสถานีที่ 23 สถานี อ.แม่สาย จ.เชียงราย มีระดับการเกิดซ้ำสูงกว่าสถานีอื่น ดังนั้นในการพิจารณาป้องกันอุทกภัยควรให้ความสำคัญกับสถานีดังกล่าวมากกว่าสถานีอื่น ส่วนสถานีที่มีระดับการเกิดซ้ำต่ำที่สุดคือสถานีที่ 13 สถานี อ.แม่ทา จ.ลำพูนควรได้รับการพิจารณาป้องกันอุทกภัยเป็นลำดับสุดท้าย

คำสำคัญ : ค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป แบบจำลองปริมาณฝน รอบปีการเกิดซ้ำ ระดับการเกิดซ้ำ

***Corresponding author.** E-mail: amam_004@hotmail.com

Abstract

The objective of this study is to find the model of extreme rainfall data in upper northern region of Thailand by using the generalized extreme value distribution (GEV) and estimate return level for various return periods. This is such a guidance that will help when making decisions to prevent or reduce the severity of flood in upper northern region of Thailand to expand to the central of Thailand. The methods used is to analyze and determine for the appropriate model for the annual maximum of monthly rainfall data for the year 1957 to 2009 from twenty-six stations in the upper north of Thailand which were obtained from the hydrology and water management centre for the upper north of Thailand. We provided an R program that is able to directly model a data for each station by using the GEV distribution with stationary, the GEV distribution in which the location parameter μ changes depending on linear trend and the GEV distribution in which the location parameter μ changes depending on quadratic trend and also estimate the return levels for various return periods. The study found that only the 17th station at Chiengkong district of Chiengrai province is GEV distribution in which the location parameter μ changes depending on linear trend and only two stations are GEV distribution in which the location parameter μ changes depending on quadratic trend, that is, the 14th station at Lee district of Lumpoon province and the 20th station at Muang district of Chiengrai province, respectively, and the rest are GEV distributions with stationary. Since the 23rd station at Masai district of Chiengrai has a highest return level for various return periods, so it should be the first consideration station in preventing or reducing the severity of floods. By the way, the 13rd station at Matha district of Lumpoon province which has a smallest return level for various return periods, should be the last consideration.

Keywords : generalized extreme value, model of extreme rainfall, return period, return level

บทนำ

อุทกภัยเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2554 ที่เกิดอุทกภัยในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยและได้ส่งผลกระทบต่อการเกิดมหาอุทกภัยในภาคกลางอีกด้วย ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอุทกภัยคือปริมาณน้ำฝนที่มีมากกว่าทุกครั้ง (Climatological center, 2011) ซึ่งแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการบริหารจัดการและการตัดสินใจเพื่อป้องกันหรือช่วยลดความรุนแรงในการเกิดอุทกภัยนั้นคือการหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพิจารณาระดับการเกิดซ้ำ (Return Level) ของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) (ชวลิต ชาลีรักษ์ตระกูล, 2551)

โดยปรกติแล้วในการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อข้อมูลมีค่าสุดขีด (Extreme Value) เกิดขึ้นนักวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะตัดข้อมูลส่วนนั้นทิ้งไปไม่นำมาพิจารณา แต่ในความเป็นจริงถ้าเราต้องการทราบถึงความน่าจะเป็นในการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดซึ่งอยู่ในส่วนของปลายหางซึ่งมีค่าน้อยมาก ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณน้ำฝนสูงสุด-ต่ำสุดในรอบเดือน ความเร็วลมสูงสุดในรอบเดือน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจและหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ที่ตามมา เช่น ภัยแล้ง อุทกภัย วาตภัย แผ่นดินไหว เป็นต้น เครื่องมือทางสถิติที่จะเข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องในเรื่องนี้คือทฤษฎีค่าสุดขีด (Extreme Value Theory) (Rajaram L., 2006)

สมมติให้ $X_1, X_2, ..., X_n$ เป็นตัวแปรสุ่มที่อิสระต่อกันและมีฟังก์ชันหนาแน่นความน่าจะเป็น $f(x;\theta)$ เดียวกันค่าสูงสุดของตัวแปรสุ่ม $X_1, X_2, ..., X_n$ คือ $X_{(n)} = \max(X_1, X_2, ..., X_n)$ ซึ่งจะนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องนี้ในรูปแบบของการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution; GEVD) ที่มีพารามิเตอร์ที่กำกับการเกิดขึ้นซึ่งมีทั้งหมด 3 พารามิเตอร์คือ ξ แสดงถึงรูปร่าง (Shape) μ แสดงถึงตำแหน่ง (Location) และ σ แสดงถึงขนาด (Scale) (Coles S.&Nadaraja S., 2001)

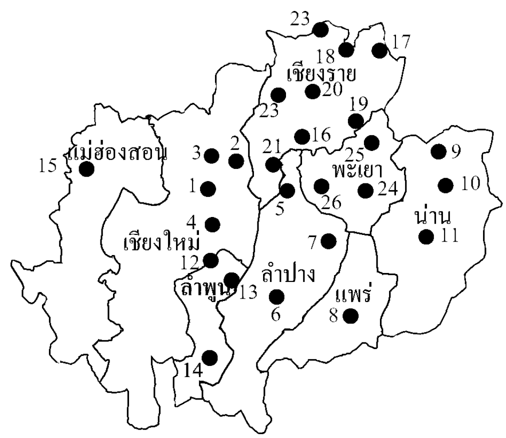
หากกระบวนการคงที่เราสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์และนำมาอธิบายความเป็นไปของตัวแปรสุ่มได้อย่างถูกต้อง แต่ถ้าหากกระบวนการดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเวลาแล้วนั้น การจะนำค่าพารามิเตอร์ไปใช้ย่อมเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะหาแบบจำลองที่เหมาะสมและหาระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและตัดสินใจเพื่อป้องกันหรือช่วยลดความรุนแรงในการเกิดอุทกภัย

ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500 - 2552 จากสถานีตรวจปริมาณฝนของศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน จำนวน 26 สถานี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำมาวิเคราะห์หาแบบจำลองค่าสุดขีดโดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 14.1 (R Development Core Team, 2009)

2. สถานีอุตุนิยมวิทยาและสถานีตรวจวัดน้ำฝน



ภาพที่ 1 ที่ตั้งสถานีอุตุนิยมและตรวจวัดน้ำฝนทั้ง 26 สถานี

ลำดับ	สถานี
1	สถานี ฝายแม่แฝก จ.เชียงใหม่
2	สถานี อ.พร้าว จ.เชียงใหม่
3	สถานี อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่
4	สถานี อ.เมือง จ.เชียงใหม่
5	สถานี อ.วังเหนือ จ.ลำปาง
6	สถานี อ.เมือง จ.ลำปาง
7	สถานี อ.งาว จ.ลำปาง
8	สถานี อ.เมือง จ.แพร่
9	สถานี อ.ทุ่งช้าง จ.น่าน
10	สถานี อ.ปัว จ.น่าน
11	สถานี อ.เมือง จ.น่าน
12	สถานี อ.เมือง จ.ลำพูน
13	สถานี อ.แม่ทา จ.ลำพูน
14	สถานี อ.ลี้ จ.ลำพูน
15	สถานี อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน
16	สถานี อ.พาน จ.เชียงราย

ลำดับ	สถานี
17	สถานี อ.เชียงของ จ.เชียงราย
18	สถานี อ.เชียงแสน จ.เชียงราย
19	สถานี อ.เทิง จ.เชียงราย
20	สถานี อ.เมือง จ.เชียงราย
21	สถานี อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย
22	สถานี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย
23	สถานี อ.แม่สาย จ.เชียงราย
24	สถานี อ.ปง จ.พะเยา
25	สถานี อ.เชียงคำ จ.พะเยา
26	สถานี อ.เมือง จ.พะเยา

3. แบบจำลองค่าสุดขีด

ในการศึกษาทฤษฎีค่าสุดขีดนั้นเราสนใจค่าสูงสุดของตัวอย่างสุ่ม ($X_1, X_2, ..., X_n$) ซึ่งก็คือ $X_{(n)}$; $X_{(n)} = \max(X_1, X_2, ..., X_n)$ โดยที่ $X_{(n)}$ จะมีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปจากทฤษฎีค่าสุดขีดดังกล่าวถ้าให้ Z เป็นค่าปริมาณฝนสูงสุดในแต่ละปีแล้ว สามารถเขียนแทนด้วย $Z \sim GEVD(\mu, \sigma, \xi)$ ที่มีฟังก์ชันหนาแน่นความน่าจะเป็น (Kotx S.&Nadaraja S., 2000) ดังนี้

$$g(z) = \begin{bmatrix} \exp -\left\{1+\xi\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)\right\}^{\frac{-1}{\xi}} \frac{1}{\sigma}\left\{1+\xi\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)\right\}^{\frac{-1}{\xi}-1} & ;-\infty < z \le \mu - \frac{\sigma}{\xi} \; for \;\; \xi < 0 \\ & ;\mu - \frac{\sigma}{\xi} \le z < \infty \; for \;\; \xi > 0 \\ \exp\left\{-e^{-\frac{z-\mu}{\sigma}}\right\} \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{z-\mu}{\sigma}} & ;-\infty < z \le \infty \; for \;\; \xi = 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

เมื่อ $\mu = 0$ และ $\sigma = 1$ จะเรียกว่ารูปแบบมาตรฐานของการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป (Standard Generalized Extreme Value Distribution) และในกระบวนการที่ไม่คงที่ (Coles S. &Nadaraja S., 2001) ที่มีการเปลี่ยแปลงซึ่งอาจขึ้นอยู่กับเวลานั้นถ้าจะใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป ต้องทำให้แบบจำลองเหมาะสมก่อนโดยทำการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลา

สำหรับ Z_t ที่แทนปริมาณฝนสูงสุดในปีที่ t แล้วมีการเปลี่ยนในพารามิเตอร์ μ จะได้ว่า

$$Z_t \sim GEVD(\mu(t),\sigma,\xi) \quad (2)$$

ถ้าการเปลี่ยนดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงเส้นตรงแล้วจะได้ว่า

$$\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t \quad (3)$$

ถ้าการเปลี่ยนดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงกำลังสองแล้วจะได้ว่า

$$\mu(t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 \quad (4)$$

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองค่าสุดขีด

สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองนั้นใช้การทดสอบอัตราส่วนควรจะเป็น (Likelihood Ratio Test) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ซึ่งสถิติทดสอบดังกล่าวมีการแจกแจงแบบไคกำลังสอง (Chi-square distribution) ด้วยองศาอิสระ v เมื่อ v เท่ากับผลต่างของจำนวนพารามิเตอร์ของตัวแบบ

5. การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่กำกับการเกิดขึ้นของการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปนั้นใช้การประมาณค่าความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation ; MLE) ในการศึกษาครั้งนี้

6. ระดับการเกิดซ้ำและรอบปีการเกิดซ้ำ

ในทางอุทกวิทยาขนาดของเหตุการณ์พิบัติภัยหนึ่งๆ ที่นำไปใช้ในการออกแบบโครงการทางวิศวกรรมแหล่งน้ำต่างๆ มักเรียกกันว่าระดับการเกิดซ้ำ (z_p) ซึ่งก็คือตำแหน่งของข้อมูล (Quantile) นั่นเอง เมื่อ p คือความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ $Z > z_p$ อาจกล่าวว่า ระดับการเกิดซ้ำคือค่าคาดหวังที่จะเกิดเหตุการณ์ $Z > z_p$ โดยเฉลี่ย 1 ครั้งในทุกๆ T ปี ซึ่ง T คือรอบปีการเกิดซ้ำมีความสัมพันธ์กับ p ดังนี้ (ชวลิต ชาลีรักษ์ตระกูล, 2551)

$$T = \frac{1}{p} \quad (5)$$

จะเห็นได้ว่ารอบปีการเกิดซ้ำ T แท้จริงแล้วคือจำนวนรอบปีที่เกิดเหตุการณ์พิบัติภัย $Z > z_p$ เกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 1 ครั้งนั่นเอง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของข้อมูลระหว่างการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงเส้นตรง และแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงกำลังสอง โดยใช้โปรแกรม R พบว่าการแจกแจงที่เหมาะสมแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

สถานี	- log likelihood			Likelihood Ratio Test (p-value)			การแจกแจงที่เหมาะสม
	GEV	Linear	Quadratic	GEV และ Linear	GEV และ Quadratic	Linear และ Quadratic	
1	252.394	251.297	251.242	2.195 (0.138)	2.303 (0.316)	0.108 (0.724)	คงที่
2	245.671	245.668	245.653	0.007 (0.933)	0.036 (0.982)	0.029 (0.864)	คงที่
3	245.525	245.440	245.385	0.169 (0.933)	0.279 (0.870)	0.110 (0.740)	คงที่
4	242.113	240.667	240.518	2.890 (0.089)	3.189 (0.203)	0.298 (0.585)	คงที่
5	229.873	228.639	228.418	2.469 (0.116)	2.910 (0.233)	0.441 (0.507)	คงที่
6	231.221	231.211	230.551	0.021 (0.884)	1.341 (0.511)	1.320 (0.251)	คงที่
7	248.215	248.213	248.016	0.004 (0.953)	0.399 (0.819)	0.395 (0.530)	คงที่
8	253.073	253.010	252.888	0.126 (0.723)	0.371 (0.831)	0.245 (0.621)	คงที่
9	253.284	252.526	251.580	1.517 (0.218)	3.409 (0.182)	1.892 (0.169)	คงที่
10	248.852	247.765	248.059	2.174 (0.140)	1.585 (0.453)	0.588 (0.443)	คงที่
11	236.544	236.326	236.264	0.435 (0.510)	0.560 (0.756)	0.124 (0.724)	คงที่
12	234.255	234.255	234.232	0.000 (0.985)	0.046 (0.977)	0.046 (0.830)	คงที่
13	228.530	228.526	227.362	0.009 (0.924)	2.336 (0.311)	2.327 (0.127)	คงที่

ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย (ต่อ)

สถานี	- log likelihood			Likelihood Ratio Test (p-value)			การแจกแจงที่เหมาะสม
	GEV	Linear	Quadratic	GEV และ Linear	GEV และ Quadratic	Linear และ Quadratic	
14	241.985	241.954	237.835	0.064 (0.801)	8.300 (0.016)	8.237 (0.004)	เชิงกำลังสอง
15	238.608	238.538	238.560	0.140 (0.708)	0.096 (0.953)	0.044 (0.834)	คงที่
16	246.610	246.425	244.475	0.370 (0.543)	4.269 (0.118)	3.900 (0.048)	คงที่
17	256.336	252.856	252.407	6.959 (0.008)	7.858 (0.02)	0.899 (0.343)	เชิงเส้นตรง
18	259.955	259.594	259.572	0.723 (0.395)	0.766 (0.682)	0.043 (0.835)	คงที่
19	255.067	255.038	253.467	0.059 (0.809)	3.201 (0.202)	3.142 (0.076)	คงที่
20	244.057	243.303	240.827	1.508 (0.219)	6.460 (0.040)	4.951 (0.026)	เชิงกำลังสอง
21	255.723	254.822	255.076	1.803 (0.179)	1.294 (0.524)	0.509 (0.475)	คงที่
22	228.249	228.221	228.183	0.055 (0.815)	0.132 (0.936)	0.077 (0.782)	คงที่
23	267.933	267.749	267.462	0.369 (0.544)	0.942 (0.624)	0.573 (0.449)	คงที่
24	256.356	256.048	256.179	0.617 (0.432)	0.356 (0.837)	0.261 (0.609)	คงที่
25	246.328	245.830	245.484	0.995 (0.319)	1.686 (0.430)	0.691 (0.406)	คงที่
26	240.970	239.409	238.932	3.121 (0.077)	4.077 (0.130)	0.955 (0.328)	คงที่

จากตารางที่ 1 พิจารณาค่า p-value เทียบกับระดับนัยสำคัญ α = 0.05 และพิจารณาสถิติทดสอบอัตราส่วนควรจะเป็นเทียบกับค่าไคกำลังสองที่เปิดจากตาราง สำหรับกรณีที่พิจารณาระหว่างการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่กระบวนการคงที่กับการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงเส้นตรงและกรณีระหว่างการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงเส้นตรงกับกรณีระหว่างการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงกำลังสอง พิจารณาที่ $\chi^2_{1,0.95}$ = 3.84 และกรณีที่พิจารณาระหว่างการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่กระบวนการคงที่กับการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลา

ในเชิงกำลังสองพิจารณาที่ $\chi^2_{2,0.95}$ = 5.99 พบว่ามีเพียง 1 สถานี คือสถานีที่ 17 สถานี อ.เชียงของ จ.เชียงราย มี 2 สถานีที่มีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงกำลังสองคือสถานีที่ 14 สถานี อ.ลี้ จ.ลำพูน และสถานีที่ 20 สถานี อ.เมือง จ.เชียงราย และอีก 23 สถานีมีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่กระบวนการคงที่ เมื่อพบการแจกแจงที่เหมาะสมแล้วได้มีการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมโดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด และแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้ ดังตารางที่ 2

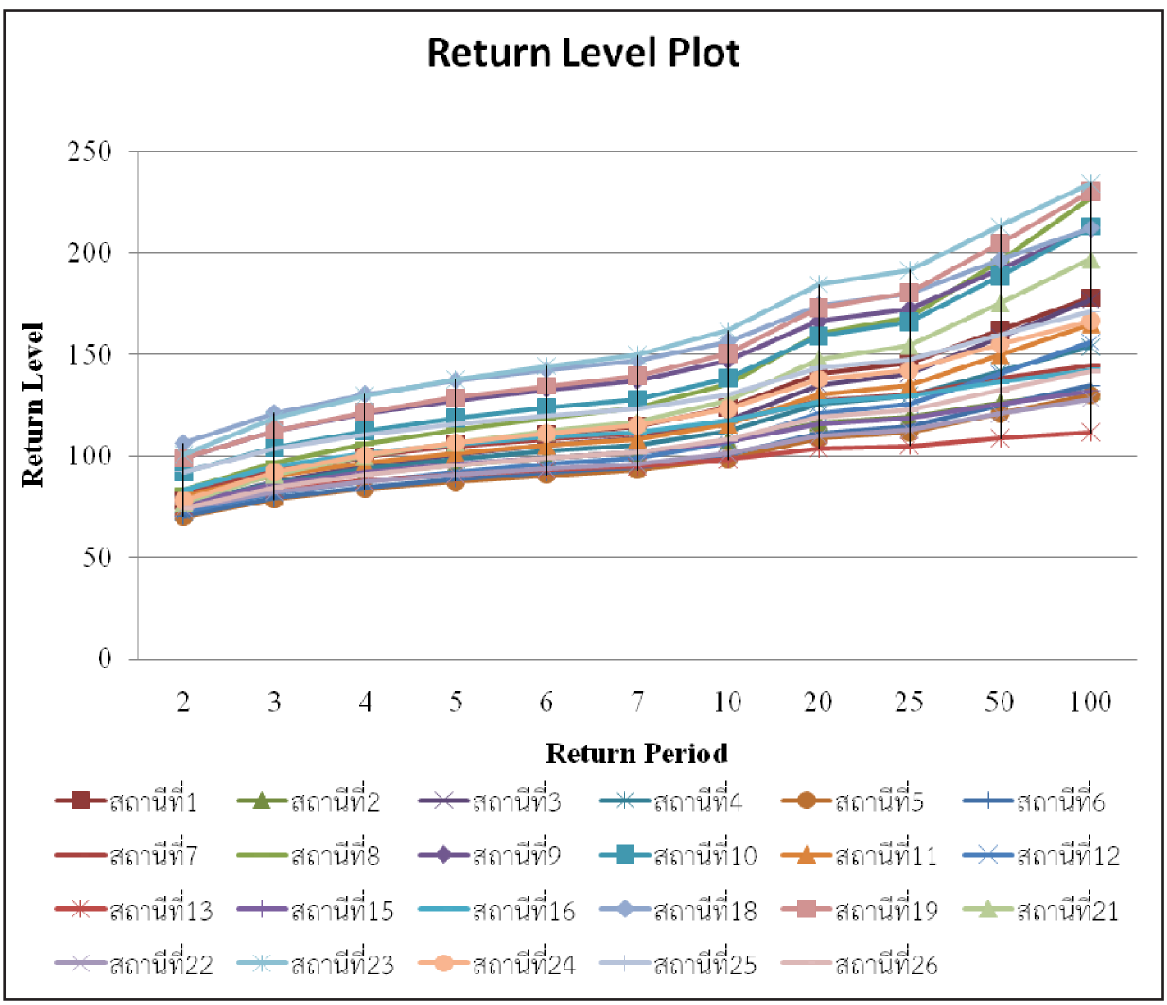
ตารางที่ 2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลแต่ละสถานี

สถานี	MU	BETA0	BETA1	BETA2	SIGMA	Xi
1	69.309	-	-	-	24.781	-0.021
2	64.681	-	-	-	25.048	-0.258
3	68.404	-	-	-	20.556	0.059
4	68.861	-	-	-	20.439	-0.045
5	64.387	-	-	-	16.186	-0.056
6	64.723	-	-	-	16.591	-0.037
7	72.924	-	-	-	25.076	-0.224
8	75.009	-	-	-	22.295	0.162
9	90.462	-	-	-	24.101	0.040
10	84.192	-	-	-	21.016	0.120
11	74.230	-	-	-	17.441	0.054
12	66.443	-	-	-	16.389	0.073
13	68.902	-	-	-	19.011	-0.359
14	-	82.404	-2.029	0.036	16.475	0.182
15	69.440	-	-	-	20.605	-0.195
16	74.739	-	-	-	25.220	-0.261
17	-	70.384	0.575	-	22.960	0.099
18	95.941	-	-	-	28.664	-0.055
19	89.914	-	-	-	24.080	0.100
20	-	75.703	1.535	-0.032	20.636	-0.117
21	67.977	-	-	-	24.957	0.050
22	68.562	-	-	-	16.142	-0.099
23	88.592	-	-	-	33.471	-0.024
24	68.039	-	-	-	28.228	-0.125
25	84.136	-	-	-	22.410	-0.076
26	66.573	-	-	-	20.920	-0.111

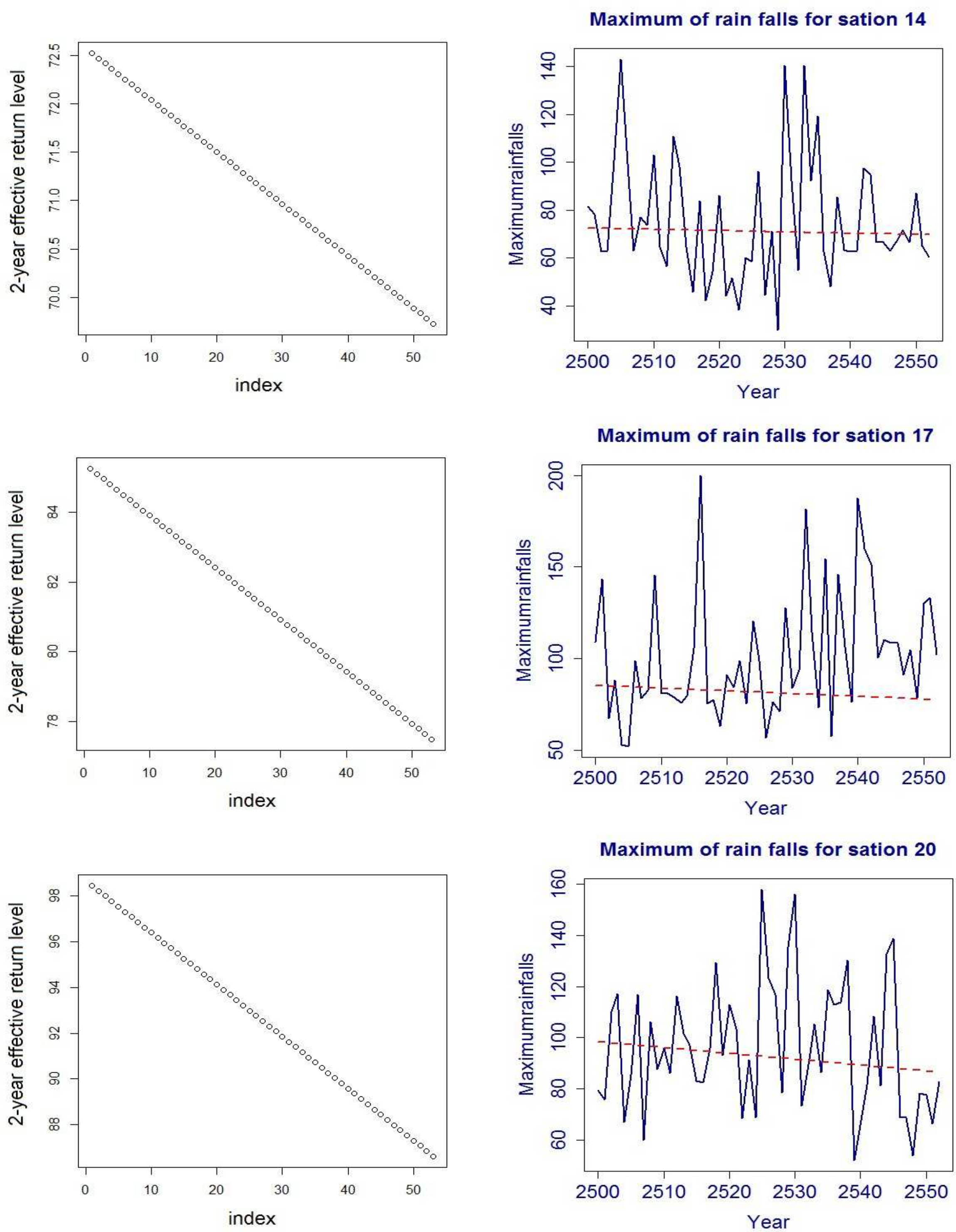
จากตารางที่ 2 สามารถเขียนสมการของแต่ละสถานีและ อธิบายความหมายได้ดังนี้ สถานีที่ 14 จะเขียนได้ว่า $Z_t \sim GEVD(\hat{\mu}(t),16.475,0.182)$ เมื่อ $\mu(t) = 82.404 - 2.029t + 0.036t^2$ หมายความว่าข้อมูลมีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่ $\hat{\mu}$ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงกำลังสอง มีค่า $\hat{\sigma}$ เท่ากับ 16.475 และมีค่า $\hat{\xi}$ เท่ากับ 0.182 ซึ่งสามารถประมาณค่า $\hat{\mu}(t)$ โดยใช้สมการกำลังสองข้างต้น ในสถานีที่ 20 จะเขียนได้ว่า $Z_t \sim GEVD(\hat{\mu}(t),20.636,-0.117)$ เมื่อ $\hat{\mu}(t) = 75.703 + 1.535t - 0.032t^2$ ส่วนสถานีที่ 17 ข้อมูลมีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่ $\hat{\mu}$ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงเส้นตรง มีค่า $\hat{\sigma}$ เท่ากับ 22.960 และมีค่า $\hat{\xi}$ เท่ากับ 0.099 เขียนสมการได้ว่า $Z_t \sim GEVD(\hat{\mu}(t),22.960,0.099)$ ซึ่งสามารถประมาณค่า $\hat{\mu}(t)$ โดยใช้สมการเชิงเส้นตรงที่ว่า $\hat{\mu}(t) = 770.384 + 0.575t$ และในสถานีที่กระบวนการคงที่อีก 23 เช่น สถานีที่ 1 จะได้ว่า $Z_t \sim GEVD(69.309,24.781,-0.021)$ อธิบายได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่มีค่า $\hat{\mu}$ เท่ากับ 69.309 มีค่า $\hat{\sigma}$ เท่ากับ 24.781 และมีค่า $\hat{\xi}$ เท่ากับ -0.021

และเมื่อได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ดังตารางที่ 2 แล้วทำการหาระดับการเกิดซ้ำและรอบปีการเกิดซ้ำของสถานีที่มีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป จำนวนทั้งหมด 23 สถานี จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าระดับการเกิดซ้ำมีค่าเพิ่มเมื่อขึ้นรอบปีการเกิดซ้ำมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกสถานี สถานีที่ 23 สถานี อ.แม่สาย จ.เชียงราย มีระดับการเกิดซ้ำสูงกว่าสถานีอื่น และสถานีที่มีระดับการเกิดซ้ำต่ำที่สุดคือสถานีที่ 13 สถานี อ.แม่ทา จ.ลำพูน อีกทั้งจากกราฟยังพบว่าลักษณะระดับการเกิดซ้ำสามารถแบ่งเป็นสามกลุ่มอย่างชัดเจนคือ กลุ่มแรกมีระดับที่สูง ได้แก่ สถานีที่ 8, 9, 10, 18, 19 และ 23 ส่วนสถานีที่ 21 อยู่กลุ่มกลางระหว่างระดับสูงและต่ำ และสถานีที่เหลือจำนวน 16 สถานีมีระดับการเกิดซ้ำต่ำกว่า



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเกิดซ้ำและรอบปีการเกิดซ้ำ



ภาพที่ 3 ผลกระทบจากเวลาต่อระดับการเกิดซ้ำในรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี (ซ้าย) และปริมาณน้ำฝนสูงสุด (ขวา) ของสถานีที่ 14 , 17 และ 20

แต่ในสถานีที่ 14 , 17 และ 20 ต้องทำการวิเคราะห์ค่าผลกระทบจากเวลาของระดับการเกิดซ้ำ ดังภาพที่ 3

จากภาพที่ 3 จะพบว่าค่าผลกระทบจากเวลาต่อระดับการเกิดซ้ำในรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี (ภาพซ้าย) ลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยที่สถานีที่มีผลกระทบจากเวลาน้อยที่สุดคือสถานีที่ 14 ต่อมาคือสถานีที่ 17 และ 20 ตามลำดับ และในภาพขวากราฟปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปีของแต่ละสถานีนั้น เส้นประคือค่าผลกระทบจากเวลาต่อระดับการเกิดซ้ำในรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี (ภาพซ้าย)

สรุปและอภิปราย

จากการศึกษาพบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วปริมาณน้ำฝนสูงสุดจากสถานีต่างๆ เช่น มีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่กระบวนการคงที่ แต่มี 1 สถานีที่มีแจกแจงแบบค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงเส้นตรงคือสถานีที่ 17 สถานี อ.เชียงของ จ.เชียงราย และมี 2 สถานีที่มีการแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไปที่พารามิเตอร์ μ มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาในเชิงกำลังสองคือสถานีที่ 14 สถานี อ.ลี้ จ.ลำพูนและสถานีที่ 20 สถานี อ.เมือง จ.เชียงราย แสดงว่าเวลามีผลกับปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่ได้ ดังนั้นในการพิจารณาค่าระดับการเกิดซ้ำควรพิจารณาค่าผลกระทบจากเวลาด้วยและจากกราฟระดับการเกิดซ้ำจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการพิจารณาป้องกันอุทกภัยควรคำนึงถึงสถานีที่ 23 สถานี อ.แม่สาย จ.เชียงรายในลำดับแรก และลดหลั่นลงมาตามลำดับของระดับการเกิดซ้ำ

อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้บางสถานีมีข้อมูลสูญหายเนื่องมาจากระบบสารสนเทศของกรมอุตุนิยมวิทยาและการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งผู้วิจัยได้ทดแทนข้อมูลดังกล่าวด้วยค่ามัธยฐานของข้อมูลชุดนั้นๆ ดังนั้นอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ และในความเป็นจริงมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนสูงสุดซึ่งในที่นี้ไม่ได้พิจารณาร่วมด้วย ในอนาคตอาจขยายขอบเขตงานเพิ่มสถานีในการวิเคราะห์รวมถึงการวิเคราะห์ในภูมิภาคอื่นด้วยก็เป็นได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนการวิจัยสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต ชาลีรักษ์ตระกูล. (2551) การวิเคราะห์ความถี่ของอุทกภัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Climatological Center. (2011). Rainfall and Severe Flooding Over Thailand in 2011.

Coles, S.&Nadaraja, S. (2001). An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Great Britain : Springer-Varlag London Limited.

Kotx, S.& Nadaraja, S. (2000). Extreme Value Distributions : Theory and Applications. Singapore : Imperial College Press.

Rajaram, L. (2006). Statistical Models in Environmental and Life Sciences. Florida : University of South Florida.

R Development Core Team. (2009). A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.