

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสุดขีดด้วยวิธีโมเมนต์เชิงเส้นตรง

Extreme Rainfall Analysis using L-moments Method

กฤตยา แสนศักดิ์ อรุณ แก้วม่น อัจฉรวรรณ ชันทพจน์ และ ปิยภัทร บุษบาบดินทร์*

Kritiya Seansak, Arun Keawman, Atcharawan Shantapot and Piyapatr Busababodhin*

หน่วยวิจัยสถิติและสถิติประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Statistics and Applied Statistics Research Unit, Mathematics Department, Faculty of Science, Mahasarakham University

Received : 30 November 2017

Accepted : 15 March 2018

Published online : 19 March 2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การแจกแจงที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2527-2557 จำนวน 25 สถานี ด้วยการแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution : GEVD) การแจกแจงพาเรโตประเภทที่ 3 (Pareto Type III Distribution: 3PD) และการแจกแจงโลจิสติกวงนัยทั่วไป (Generalized Logistic Distribution : GLO) ใช้วิธีการประมาณโมเมนต์เชิงเส้นตรง (L-moment) ผู้วิจัยใช้ความคลาดเคลื่อนรากที่สองสัมพัทธ์ หรือ RRME เป็นเกณฑ์สำหรับเลือกการแจกแจงที่ดีที่สุด ผลจากการศึกษาพบว่าร้อยละ 56 ของสถานีในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดมีการแจกแจง GLO ร้อยละ 36 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดมีการแจกแจง GEVD และร้อยละ 8 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดมีการแจกแจง 3PD ระดับการเกิดซ้ำในรอบปี การเกิดซ้ำ 10 ปี 25 ปี 50 ปี และ 100 ปี แสดงให้เห็นว่า สถานีอุตุนิยมวิทยาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์และสถานีอากาศเกษตร จังหวัดสุรินทร์ มีระดับการเกิดซ้ำสูงกว่าสถานีอื่น ดังนั้นการวางแผนการป้องกันและการรับมือกับอุทกภัยควรพิจารณาให้ความสำคัญกับสถานีดังกล่าวเป็นอันดับแรก

คำสำคัญ : การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป การแจกแจงพาเรโตประเภทที่ 3 การแจกแจงโลจิสติกวงนัยทั่วไป
วิธีการโมเมนต์เชิงเส้นตรง ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี

*Corresponding author. E-mail : piyapatr.b@msu.ac.th

Abstract

The aim of this study is to analyze the Generalized Extreme Value distribution (GEVD), Pareto type III distribution (3PD) and Generalized Logistic Distribution (GLO) with L-moment estimates on the extreme annual rainfall data at 25 weather stations in Northeast of Thailand. The rainfall data gathered from 1984 to 2014. The criterion for selected best model is relative root-mean-square error or RRMSE. The results indicate that best model for these regions are GLO, GEVD and 3PD with respect to 56%, 36% and 8%, respectively. For the return level for 10, 25, 50 and 100 years return periods indicate that Tha-Tum weather station and Surin agromet weather station have highest return level than other station. Consequently, to solve and prevent the extreme rainfall problem, these stations should be the first considered.

Keywords : Generalized Extreme Value Distribution, Pareto type III Distribution, Generalized Logistic Distribution, L-moments, extreme annual rainfall

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่สูงขึ้นหรือลดลงกว่าปกติ ทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ถ้าปริมาณน้ำฝนตกน้อยกว่าปกติ จะทำให้เกิดความแห้งแล้ง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทางการเกษตร เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคและบริโภค ทางตรงกันข้าม ถ้าปริมาณน้ำฝนตกหนักหรือมากกว่าปกติ จะทำให้เกิดปัญหาอุทกภัย แผ่นดินถล่ม และการชะล้างหน้าดินอย่างรวดเร็ว เป็นต้น ดังนั้นการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน จะทำให้ทราบถึงความเสียหายหรือภัยแล้งในอนาคตได้

ในการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนมาสร้างแบบจำลองส่วนใหญ่อาจมีข้อมูลที่มีค่าสุดขีดเกิดขึ้น โดยปกติในการวิเคราะห์มักตัดข้อมูลส่วนนั้นทิ้งไปไม่นำมาพิจารณา เนื่องจากมีความซับซ้อนและยุ่งยากในการวิเคราะห์ แต่ในความเป็นจริงข้อมูลดังกล่าวสามารถบอกเหตุการณ์ที่จะเกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุด-ต่ำสุดได้ ซึ่งเป็นข้อมูลค่าสุดขีด (Extreme Value) อยู่ในส่วนของปลายหาง (Busababodin and Kaewmun, 2015) ซึ่งข้อมูลลักษณะดังกล่าวเป็นการแจกแจงแบบหางหนัก (Heavy Tail) โดยการแจกแจงสามารถบอกความน่าจะเป็นและโอกาสที่จะเกิดข้อมูลในส่วนปลายหาง โดยมีนักวิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อหาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและด้านอุทกวิทยา พร้อมทั้งหาระดับการเกิดซ้ำแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุด อาทิ Nadarajah and Dongseok (2007) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวันในประเทศเกาหลีใต้ 5 พื้นที่ ได้แก่ กรุงโซล (Seoul) กังเนียง (Gangneung) บูซาน (Busan) กวางจู (Gwangju) และชูปึงยง (Chupungryong) โดยใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป จากการศึกษพบว่า การแจกแจงแบบกัมเบล (Gumbel Distribution) เป็นการแจกแจงที่เหมาะสมที่สุด Kumphon *et al.* (2012) ศึกษาแบบจำลองค่าสุดขีดปริมาณน้ำฝนสูงสุดสำหรับเขื่อนลำปาวในลุ่มแม่น้ำชีของประเทศไทย และใช้วิธีการประมาณแบบโมเมนต์เชิงเส้น (L-moments) และ Park *et al.* (2014) ได้ศึกษาแบบจำลองปริมาณน้ำฝนที่ตกหนักในจังหวัดปูซานของประเทศเกาหลี และพบว่าวิธีการประมาณที่เหมาะสมคือวิธีการประมาณแบบโมเมนต์เชิงเส้น Kaewmun *et al.* (2015) และ Busababodhin *et al.* (2015) ใช้การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป เพื่อศึกษาการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการแจกแจงที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเปรียบเทียบสามการแจกแจง ได้แก่ การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution : GEVD) การแจกแจงพาเรโตวงนัยทั่วไป (Pareto Type III Distribution : 3PD) และการแจกแจงโลจิสติกวงนัยทั่วไป (Generalized Logistic Distribution : GLO) โดยใช้วิธีโมเมนต์เชิงเส้นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และหาระดับการเกิดซ้ำปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี ในรอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) คือ 10 ปี 25 ปี 50 ปี และ 100 ปี เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ ด้านการเกษตร และชลประทาน และการวางแผนการป้องกัน การรับมือกับอุทกภัยที่จะเกิดได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลและวิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นปริมาณน้ำฝนสูงสุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 25 สถานี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527-2557 รวม 31 ปี เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน ทั้งหมด 281,685 ค่า จากนั้นทำการเลือกข้อมูลสูงสุดด้วยวิธีการของ Block Maxima ในช่วงคาบเวลา รายปี (Busababodin *et al.* 2015) และได้ค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี จำนวนทั้งหมด 775 ค่า เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกแต่ละสถานี ดังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 62.360 ถึง 139.090 มิลลิเมตร/ชั่วโมง จากการวัดการกระจายความเบ้ (Skewness) ของข้อมูล ข้อมูลเบ้ขวา จำนวน 17 สถานี และข้อมูลเบ้ซ้าย จำนวน 3 สถานี ซึ่งมีค่าความเบ้ อยู่ในช่วง -4.059 ถึง 3.994 ดังนั้น ทฤษฎีค่าสุดขีดเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว

ตารางที่ 1 ค่าสถิติพรรณนาของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี จำแนกตามสถานี

ID	Stations	Mean	Maximum	Skewness	Kurtosis
352201	อุตุนิยมวิทยาหนองคาย	103.923	405.9	3.994	19.152
353201	อุตุนิยมวิทยาเลย	90.942	163.8	0.909	0.903
353301	อากาศเกษตรเลย	83.716	128.3	0.610	-0.716
354201	อุตุนิยมวิทยาอุดรธานี	102.958	274.5	2.272	6.774
356201	อุตุนิยมวิทยาสกลนคร	118.700	228.9	1.219	0.888
356301	อากาศเกษตรสกลนคร	107.180	212.6	1.680	3.215
357201	อุตุนิยมวิทยานครพนม	87.670	218.2	2.110	5.623
357301	อากาศเกษตรนครพนม	139.090	272.6	1.264	1.257
383201	อุตุนิยมขอนแก่น	101.020	221.9	-4.059	19.133
381201	อากาศเกษตรท่าพระ	97.520	200.4	-1.098	1.197
381301	อุตุนิยมวิทยามุกดาหาร	106.760	269.4	2.980	10.520
387401	อุตุนิยมวิทยามหาสารคาม	62.360	188.1	0.446	-1.325
405201	อุตุนิยมวิทยาชัยภูมิ	87.039	162.5	1.112	0.897

ตารางที่ 1 (ต่อ) ค่าสถิติพรรณนาของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี จำแนกตามสถานี

ID	Stations	Mean	Maximum	Skewness	Kurtosis
405301	อุตุนิยมวิทยาร้อยเอ็ด	94.620	198.6	1.740	4.750
403201	อากาศเกษตรร้อยเอ็ด	97.039	128.2	-0.274	-0.430
407301	อากาศเกษตรอุบลราชธานี	103.890	254.3	2.053	6.220
407501	อุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี	102.990	173.1	0.259	-0.330
409301	อากาศเกษตรศรีสะเกษ	111.350	263.4	1.980	5.780
431201	อุตุนิยมวิทยานครราชสีมา	84.390	129.7	0.581	-0.746
431301	อุตุนิยมวิทยาปากช่อง	78.900	145.9	1.020	1.710
431401	อุตุนิยมวิทยาโชคชัย	83.840	147.5	0.566	0.170
432201	อุตุนิยมวิทยาสุรินทร์	102.600	279.5	2.790	11.001
432301	อากาศเกษตรสุรินทร์	106.180	279.5	2.690	8.117
432401	อุตุนิยมวิทยาท่าตูมสุรินทร์	103.250	177.7	0.755	-0.189
436401	อุตุนิยมวิทยานางรอง	92.430	130.5	-0.023	-0.601

1. การแจกแจงค่าสุดขีดวงนัยทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution: GEVD)

ฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function : CDF) ของ GEVD ดังนี้

$$F(x) = \exp \left\{ - \left(1 + h \frac{x - \xi}{\alpha} \right)^{-\frac{1}{h}} \right\} \tag{1}$$

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function : PDF) ของ GEVD ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 + h \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right]^{-\left(\frac{1}{h}\right)-1} \exp \left\{ - \left(1 + h \frac{x - \xi}{\alpha} \right)^{-\frac{1}{h}} \right\} \tag{2}$$

สำหรับ $1 + h \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) > 0, -\infty < \xi < \infty, \alpha > 0$ และ $-\infty < h < \infty$ เมื่อ ξ แทน พารามิเตอร์ระบุตำแหน่ง

(Location Parameter), α แทน พารามิเตอร์ระบุขนาด (Scale Parameter) และ h แทนพารามิเตอร์ระบุรูปร่าง (Shape Parameter) ถ้า $h = 0$ คือ การแจกแจงกัมเบล (Gumbel Distribution) $h > 0$ คือ การแจกแจงฟรีเชท (Fréchet Distribution) $h < 0$ คือ การแจกแจงไวบูล (Weibull Distribution) สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนกรณี $h > 0$ บางครั้งก็สามารุใช้การแจกแจงกัมเบลด้วยฟังก์ชันควอนไทล์ (Quantile Function) (Coles,2001) สำหรับ GEVD คือ

$$x(F) = \begin{cases} \frac{\xi - \alpha [1 - (-\log(1 - F))^h]}{h}, h \neq 0 \\ \xi + \alpha \log(-\log(1 - F)), h = 0 \end{cases} \quad (3)$$

2. การแจกแจงพาเรโตประเภทที่ 3 (Pareto Type III Distribution : 3PD)

ฟังก์ชันการแจกแจงสะสม คือ

$$F(x) = 1 - \left(\frac{x}{s} + 1\right)^{-a} e^{-\frac{b}{s}x} \quad (4)$$

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นคือ

$$f(x) = \frac{1}{s} \left(\frac{x}{s} + 1\right)^{-a} e^{-\frac{b}{s}x} \left(b + \frac{a}{x/s + 1}\right) \quad (5)$$

เมื่อกำหนดให้ a และ b แทน พารามิเตอร์ระบุขนาด และพารามิเตอร์ระบุรูปร่าง ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อ $s > 0$ จะได้ว่า $a > 0$ เป็นสัมประสิทธิ์เลขกำลัง (Power Coefficient) และ $a \geq 0, b > 0$ จะเป็นสัมประสิทธิ์เลขชี้กำลัง (Exponential Coefficient) และเมื่อ $a = 0, b = 0$ สมการจะลดรูปเป็นการแจกแจงพาเรโตประเภทที่ 2 (Pareto Type II Distribution) และมีฟังก์ชันควอนไทล์ คือ

$$Q(q) = s \left(\frac{a}{b} W \left(\frac{b}{a} e^{\frac{b}{a}} (1 - q)^{-1/a} \right) - 1 \right) \quad (6)$$

3. การแจกแจงโลจิสติกวางนัยทั่วไป (Generalized Logistic Distribution : GLO)

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของ GLO คือ

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left\{ 1 - h \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right\}^{\left(\frac{1}{h} - 1\right)} \left[1 + \left\{ 1 - h \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right\}^{\frac{1}{h}} \right]^{-2} \quad (7)$$

เมื่อ ξ แทนพารามิเตอร์ระบุตำแหน่ง α แทนพารามิเตอร์ระบุขนาด และ h แทนพารามิเตอร์ระบุรูปร่าง ซึ่งมีฟังก์ชันการแจกแจงสะสม ของ GLO คือ

$$F(x) = \left[1 + \left\{ 1 - h \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right\}^{\frac{1}{h}} \right]^{-1} \quad (8)$$

การแจกแจงโลจิสติกวางนัยทั่วไป แบ่งตามพารามิเตอร์รูปร่าง (Shape: h) (Ani and Abdul, 2011) และมีฟังก์ชันควอนไทล์ คือ

$$x(F) = \xi + \frac{\alpha}{h} \left\{ 1 - \left(\frac{1-F}{F} \right)^h \right\} \quad (9)$$

4. การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณแบบโมเมนต์เชิงเส้น (L-moments)

วิธีประมาณโมเมนต์เชิงเส้นเป็นวิธีผลรวมเชิงเส้นที่คาดการณ์ไว้ของลำดับทางสถิติ มีข้อดีที่ดีกว่าวิธีโมเมนต์ธรรมดาทั้งด้านทฤษฎีและการนำไปใช้งาน เช่น วิธีโมเมนต์เชิงเส้นมีความไวต่อข้อมูลที่ปลายหางที่มีจำนวนน้อยมาก วิธีโมเมนต์เชิงเส้นจะหาลักษณะการแจกแจงที่เหมาะสมโดยสร้างจากรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานเนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความเบ้ (เช่น ข้อมูลสุทธิต่อของปริมาณน้ำฝน ข้อมูลความถี่ของน้ำท่วม ข้อมูลค่าสุทธิต่อของความเร็วลม) (Park *et al.* 2014)

การคำนวณวิธีโมเมนต์เชิงเส้นสำหรับข้อมูลลำดับ (The r -th L-moment (λ_r)) จำเป็นต้องใช้วิธีโมเมนต์ถ่วงน้ำหนักความน่าจะเป็น (Probability Weighted Moments : PWM) ลำดับที่ r หรือ $p_r = E[X(F(X))^r]$ โดยวิธีโมเมนต์เชิงเส้นสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง วิธี L-moments และ PWMs ดังนี้

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= p_0 & \lambda_2 &= 2p_1 - p_0 & \lambda_3 &= 6p_2 - 6p_1 + p_0 \\ \lambda_4 &= 20p_3 - 30p_2 + 12p_1 - p_0 \end{aligned}$$

ซึ่งสมการทั่วไปของ p_r สำหรับ $r = 0, 1, 2, \dots$ ได้ดังนี้

$$p_r = \frac{\xi}{r+1} + \frac{\alpha}{r+1} \left[\psi \left(\frac{r+1}{h} + 1 \right) - \psi(1) \right] + \frac{\alpha}{r+1} \log h$$

อัตราส่วนโมเมนต์เชิงเส้น (L-moments Ratios) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$L - CV : \tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$L - Skewness : \tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}$$

$$L - Kurtosis : \tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2}$$

โมเมนต์เชิงเส้นลำดับที่ r ของตัวอย่าง แทนด้วย l_r เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของโมเมนต์เชิงเส้นลำดับที่ r ของประชากร กำหนดดังนี้

$$l_1 = \frac{1}{n} \sum x_i, l_2 = \frac{1}{2} \binom{n}{2}^{-1} \sum_{i>j} (x_{i:n} - x_{j:n}), l_3 = \frac{1}{3} \binom{n}{3}^{-1} \sum_{i>j>k} (x_{i:n} - 2x_{j:n} + x_{k:n})$$

⋮

$$l_r = \binom{n}{r}^{-1} \sum_{m \leq l_1} \sum_{\leq l_2} \dots \sum_{\leq l_n} r^{-1} \sum_{k=0}^{r-1} (-1)^k \binom{r-1}{k} x_{i_{r-k}:n}, \text{ เมื่อ } r = 1, 2, \dots, n$$

ดังนั้น l_r เป็นผลรวมเชิงเส้นของลำดับค่าของตัวอย่าง อัตราส่วนโมเมนต์เชิงเส้นตัวอย่าง ถูกกำหนดดังนี้ $t_2 = l_2/l_1$,

$t_3 = l_3/l_2, t_4 = l_4/l_3, \dots, t_r = l_r/l_{r-1}$ เมื่อ t_2, t_3, t_4 ถูกเรียกว่า $L - CV$ ของตัวอย่าง $L - Skewness$ ของตัวอย่าง และ $L - Kurtosis$ ของตัวอย่าง ตามลำดับ (Hosking, 1990)

5. เกณฑ์การตัดสินใจ

การพิจารณาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ทำการทดสอบสารูปสนิทธิ (Goodness-of-fit Test) โดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov Test (K-S Test) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ใช้ทดสอบการแจกแจงว่ามีความเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่ จุดมุ่งหมายเพื่อทราบการแจกแจงของการทดสอบ โดยการเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันการแจกแจงสะสมระหว่างข้อมูลที่ ได้จากการสังเกตและความน่าจะเป็นสะสมเชิงทฤษฎีที่กำหนด

6. ระดับการเกิดซ้ำ (Return Level)

การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ในรูปของความน่าจะเป็น หรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นๆ โดยเฉลี่ยอย่างน้อย 1 ครั้ง ในรอบปีการเกิดซ้ำ (r) นั้นๆ ในทางอุทกวิทยาขนาดของเหตุการณ์พิบัติภัยหนึ่งๆ ที่นำไปใช้ในการออกแบบโครงการทางวิศวกรรมแหล่งน้ำต่าง ๆ เรียกว่า ระดับการเกิดซ้ำ (x_r) ซึ่งคือ ตำแหน่งของข้อมูล เมื่อ p คือ ความน่าจะเป็น

ของเหตุการณ์ที่ $x > x_t$ หรือค่าคาดหวังที่จะเกิดเหตุการณ์ $x > x_t$ โดยเฉลี่ย 1 ครั้งในทุก ๆ t ปี เมื่อ t คือ รอบปีการเกิดซ้ำที่มีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์โดยที่ $t = 1/p$ และกำหนดให้ ξ แทนพารามิเตอร์ระดับตำแหน่ง α แทน พารามิเตอร์ระดับขนาด n แทน พารามิเตอร์ระดับรูปร่าง (Wangwongwiroj, 2008)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี ด้วย GEVD 3PD และ GLO เพื่อหาการแจกแจงที่เหมาะสมแต่ละสถานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พิจารณาจากการทดสอบ K-S ที่มีค่า p-value มากที่สุด ผลจากการทดสอบพบว่า การแจก GLO เป็นการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปีเกือบทุกสถานี ยกเว้น สถานีอุตุนิยมวิทยาเลย สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร สถานีอากาศเกษตรสกลนคร สถานีอากาศเกษตรนครพนม สถานีอากาศเกษตรท่าพระ สถานีอากาศเกษตรอุบลราชธานี สถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา สถานีอุตุนิยมวิทยาโชคชัยและสถานีอุตุนิยมวิทยาสุรินทร์ ที่มีการแจกแจง GEVD เป็นการแจกแจงที่เหมาะสม และอีก 2 สถานี คือ สถานีอากาศเกษตรเลยและสถานีอุตุนิยมวิทยาท่าตูม มีการแจกแจง 3PD เป็นการแจกแจงที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 3 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของ GEVD 3PD และ GLO ด้วยวิธี L-moments โดยจำแนกแต่ละสถานี และเมื่อทำการพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นจากค่าประมาณพารามิเตอร์ระดับรูปร่าง โดยคำนวณจากสถิติวัตต์ (Wald statistics) สามารถคำนวณได้จาก $\hat{\theta} \pm 1.96 (SE)$ โดยที่ $\hat{\theta}$ แทนค่าประมาณพารามิเตอร์ และ SE แทนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error: SE) ของทั้ง 9 สถานีที่มีการแจกแจง GEVD สามารถสรุปได้ว่า การแจกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปีทั้ง 9 สถานี คือ การแจกแจงกัมเบล

ตารางที่ 2 การทดสอบภาวะสารถีของการแจกแจง ด้วยวิธี K-S จำแนกตามสถานี

ID	GEVD	3PD	GLO	Fitted Distribution
352201	0.083 (0.98)	0.115 (0.81)	0.074 (0.99)	GLO
353201	0.114 (0.82)	0.120 (0.76)	0.129 (0.68)	GEVD
353301	0.083 (0.98)	0.080 (0.99)	0.097 (0.93)	3PD
354201	0.082 (0.98)	0.120 (0.77)	0.076 (0.99)	GLO
356201	0.081 (0.98)	0.097 (0.94)	0.090 (0.96)	GEVD
356301	0.110 (0.81)	0.150 (0.44)	0.980 (0.90)	GLO
357201	0.130 (0.69)	0.160 (0.43)	0.120 (0.81)	GLO
357301	0.070 (0.99)	0.096 (0.90)	0.083 (0.97)	GEVD
383201	0.120 (0.72)	0.150 (0.41)	0.110 (0.82)	GLO
381201	0.089 (0.95)	0.110 (0.85)	0.090 (0.94)	GEVD
381301	0.155 (0.40)	0.190 (0.18)	0.150 (0.44)	GLO
387401	0.094 (0.95)	0.140 (0.62)	0.092 (0.96)	GLO
405201	0.088 (0.97)	0.120 (0.75)	0.080 (0.98)	GLO

ตารางที่ 2 (ต่อ) การทดสอบภาวะสารถูปลงนที ของการแจกแจง ด้วยวิธี K-S จำแนกตามสถานี

ID	GEVD	3PD	GLO	Fitted Distribution
405301	0.097 (0.91)	0.140 (0.53)	0.083 (0.97)	GLO
403201	0.086 (0.96)	0.100 (0.87)	0.080 (0.98)	GLO
407301	0.060 (0.99)	0.070 (0.98)	0.070 (0.99)	GLO
407501	0.100 (0.85)	0.130 (0.66)	0.120 (0.76)	GEVD
409301	0.010 (0.99)	0.110 (0.81)	0.060 (0.99)	GLO
431201	0.100 (0.92)	0.110 (0.86)	0.120 (0.86)	GEVD
431301	0.120 (0.75)	0.140 (0.5)	0.100 (0.88)	GLO
431401	0.080 (0.98)	0.086 (0.9)	0.090 (0.95)	GEVD
432201	0.080 (0.98)	0.090 (0.94)	0.080 (0.97)	GEVD
432301	0.140 (0.62)	0.170 (0.34)	0.130 (0.72)	GLO
432401	0.100 (0.87)	0.080 (0.98)	0.120 (0.73)	3PD
436401	0.070 (0.99)	0.090 (0.89)	0.069 (0.99)	GLO

หมายเหตุ: ค่าในตารางแสดง ค่าสถิติทดสอบ KS (ค่า p-value) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

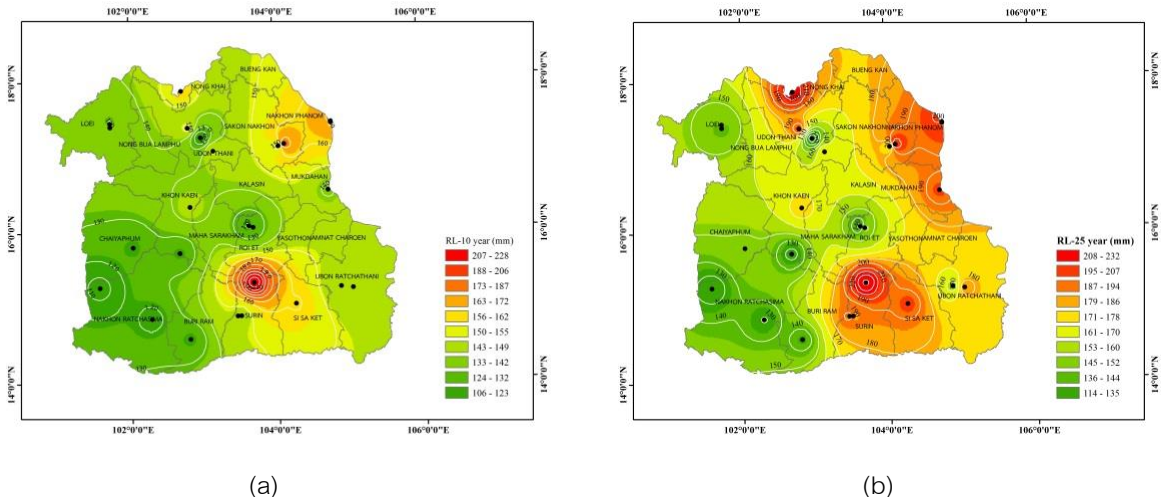
ตารางที่ 3 ค่าการประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจง GEVD, 3PD และ GLO ด้วยวิธี L-moment จำแนกตามสถานี

ID	The estimation parameters used L-moments method			Distributions
	$\hat{\xi}$ (CI.)	$\hat{\alpha}$ (CI.)	\hat{h} (CI.)	
352201	78.45 (70.98, 89.73)	21.82 (14.63, 32.76)	0.38 (-0.065, 0.65)	GLO
353201	78.89 (71.49, 88.22)	21.79 (15.16, 28.84)	-0.03 (-0.33, 0.23)	Gumbel
353301	73.09 (66.33, 81.68)	18.34 (12.61, 24.03)	0.20 (-0.31, 0.27)	3PD
354201	81.61 (73.03, 92.99)	22.63 (15.32, 33.14)	0.27 (-0.13, 0.58)	GLO
356201	96.51 (85.66, 108.00)	28.22 (19.74, 39.13)	0.18 (-0.14, 0.42)	Gumbel
356301	91.39 (84.77, 100.40)	18.44 (12.3, 25.89)	0.22 (-0.102, 0.52)	Gumbel
357201	70.71 (63.93, 79.93)	20.06 (13.65, 28.47)	0.22 (-0.17, 0.47)	GLO
357301	115.06 (103.60, 130.40)	31.2 (21.44, 41.88)	0.16 (-0.16, 0.41)	Gumbel
383201	87.29 (81.88, 94.28)	18.91 (9.51, 20.45)	-1.65 (-0.072, 0.57)	GLO
381201	80.15 (70.81, 92.29)	25.68 (18.52, 34.49)	0.09 (-0.25, 0.34)	Gumbel
381301	89.33 (85.13, 95.26)	11.97 (7.32, 19.26)	0.46 (0.024, 0.77)	Gumbel
387401	87.10 (78.64, 97.29)	21.67 (15.58, 29.50)	0.12 (-0.21, 0.40)	GLO

ตารางที่ 3 (ต่อ) ค่าการประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจง GEVD, 3PD และ GLO ด้วยวิธี L-moment
จำแนกตามสถานี

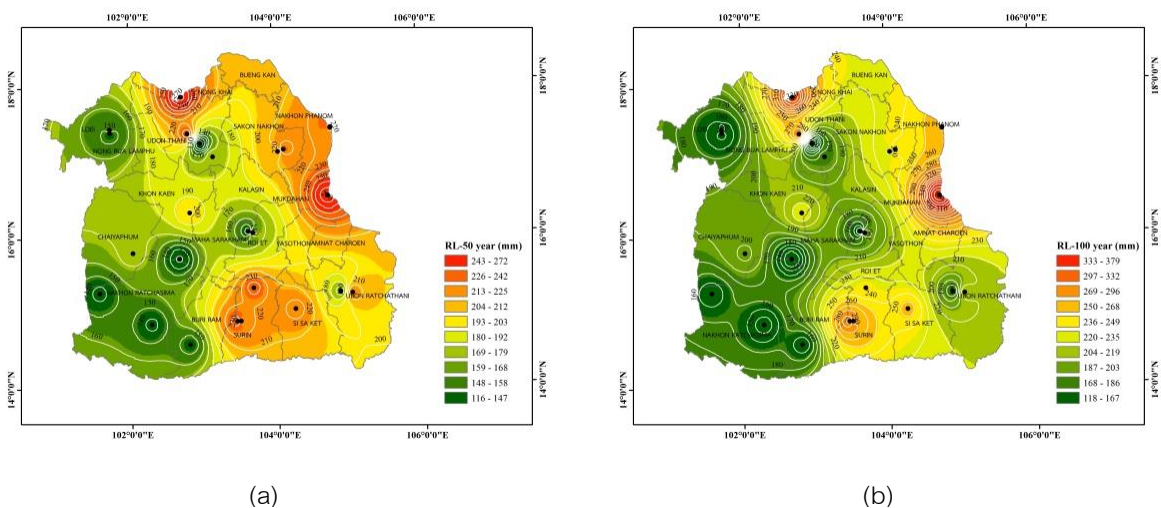
ID	The estimation parameters used L-moments method			Distributions
	ξ (CI.)	α (CI.)	\hat{h} (CI.)	
405201	72.92 (65.29, 81.55)	19.44 (13.38, 25.78)	0.13 (-0.197,0.42)	GLO
405301	81.19 (74.43, 89.61)	18.77 (12.58, 26.01)	0.12 (-0.19, 0.39)	GLO
403201	91.88 (83.86, 99.23)	18.85 (13.53, 24.78)	-0.41 (-0.71, -0.14)	GLO
407301	85.16 (76.85, 96.60)	23.51 (16.39, 34.41)	0.18 (-0.14, 0.44)	GLO
407501	91.11 (79.19, 102.70)	28.94 (20.94, 37.21)	-0.20 (-0.49, 0.03)	Gumbel
409301	92.38 (82.27, 103.80)	25.49 (17.45, 33.81)	0.15 (-0.21, 0.41)	GLO
431201	74.07 (67.46, 81.86)	17.82 (12.69, 24.15)	0.01 (-0.31, 0.25)	Gumbel
431301	69.05 (63.23, 75.76)	17.52 (12.86, 23.18)	-0.02 (-0.36, 0.21)	GLO
431401	73.62 (65.87, 82.50)	21.19 (14.78, 27.33)	-0.11 (-0.39, 0.14)	Gumbel
432201	84.03 (75.45, 93.81)	21.95 (15.03, 30.14)	0.22 (-0.13,0.49)	GLO
432301	85.56 (78.45, 94.80)	20.08 (13.11, 28.29)	0.32 (-0.054, 0.60)	GLO
432401	87.72 (78.51, 99.80)	25.29 (17.88, 33.56)	0.04 (-0.29, 0.28)	3PD
436401	84.24 (74.90, 93.13)	22.89 (16.66, 28.29)	-0.28 (-0.56, -0.04)	GLO

หมายเหตุ :ค่าในตาราง แสดง ค่าประมาณพารามิเตอร์ (ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าประมาณพารามิเตอร์)



ภาพที่ 1 แผนที่ระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุด (a) ในรอบ 10 ปี และ (b) ในรอบ 25 ปี

จากการประมาณค่าระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 10 ปี ดังภาพที่ 1 (a) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณสถานีอุตุนิยมวิทยาท่าตุมจังหวัดสุรินทร์ สถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม สถานีอากาศเกษตรนครพนม สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร สถานีอากาศเกษตรสกลนคร พบว่ามีโอกาสที่เกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ที่ 188-206 มิลลิเมตร/ชั่วโมง อย่างน้อย 1 ครั้ง ในรอบ 10 ปี และจากภาพที่ 1 (b) การประมาณค่าระดับการเกิดซ้ำในรอบ 25 ปี พบว่าพื้นที่จำนวน 11 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาท่าตุมจังหวัดสุรินทร์ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดสุรินทร์ สถานีอากาศเกษตรจังหวัดสุรินทร์ สถานีอากาศเกษตรจังหวัดศรีสะเกษ สถานีอุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี สถานีอุตุนิยมวิทยาอุดรธานี สถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม สถานีอากาศเกษตรนครพนม สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร สถานีอากาศเกษตรสกลนคร สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย มีโอกาสที่จะเกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุดระหว่าง 187-208 มิลลิเมตร/ชั่วโมง อย่างน้อย 1 ครั้งในรอบ 50 ปี



ภาพที่ 2 แผนที่ระดับการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสูงสุด (a) ในรอบ 50 ปี และ (b) ในรอบ 100 ปี

จากภาพที่ 2 (a) การประมาณค่าระดับการเกิดซ้ำในรอบ 50 ปี พบว่าพื้นที่จำนวน 11 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาท่าตมจังหวัดสุรินทร์ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดสุรินทร์ สถานีอากาศเกษตรจังหวัดสุรินทร์ สถานีอากาศเกษตรจังหวัดศรีสะเกษ สถานีอุตุนิยมวิทยาอุบลราชธานี สถานีอุตุนิยมวิทยามุกดาหาร สถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม สถานีอากาศเกษตรนครพนม สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร สถานีอากาศเกษตรสกลนคร สถานีอุตุนิยมวิทยาหนองคาย มีโอกาสที่จะเกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุดระหว่าง 213-272 มิลลิเมตร/ชั่วโมง อย่างน้อย 1 ครั้ง ในรอบ 50 ปี และมีโอกาสที่จะเกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุดมากกว่า 272 มิลลิเมตร/ชั่วโมงจำนวน 1 ครั้งในรอบ 100 ปี แสดงดังภาพที่ 2 (b)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์การแจกแจงที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 25 สถานี โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวน 31 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2527-2557 ด้วย GEVD 3PD และ GLO โดยใช้วิธีการประมาณ L-moment พบว่ามีจำนวน 14 สถานี คิดเป็นร้อยละ 56 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการแจกแจง GLO และจำนวน 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 36 มีการแจกแจง GEVD และมี 2 สถานี คิดเป็นร้อยละ 8 มีการแจกแจง 3PD การเกิดซ้ำในรอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี 25 ปี 50 ปี และ 100 ปี พบว่าระดับการเกิดซ้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อรอบปีการเกิดซ้ำเพิ่มขึ้นในทุกสถานี ในช่วงรอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี และ 25 ปี พบว่าสถานีอุตุนิยมวิทยาท่าตมจังหวัดสุรินทร์ มีระดับการเกิดซ้ำสูงกว่าสถานีอื่น มีโอกาสที่จะเกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุดมากกว่า 227.5798 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และ 231.7449 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ในช่วงรอบปีการเกิดซ้ำ 50 ปี และ 100 ปี สถานีอากาศเกษตรจังหวัดสุรินทร์ มีระดับการเกิดซ้ำสูงสุด มีโอกาสที่จะเกิดปริมาณน้ำฝนสูงสุดมากกว่า 238.5671 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และ 297.0121 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ โดยที่เกณฑ์วัดปริมาณน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา คือปริมาณฝนตกตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไปจะมีฝนตกหนักมาก (Very Heavy Rain) (Climatological Center, 2012) แสดงให้เห็นว่าจังหวัดสุรินทร์มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากจังหวัดสุรินทร์มีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป โดยเฉพาะเดือนสิงหาคมมีฝนตกชุกหนาแน่นมากที่สุดในรอบปี อย่างไรก็ตามอาจขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงดังกล่าวด้วย และยังมีลำน้ำไหลผ่านจังหวัดหลายสาย ได้แก่ แม่น้ำมูล แม่น้ำชี ลำห้วยอารีย์ ลำห้วยพลับพลา ลำห้วยระวี ลำห้วยทับทัน ลำห้วยสำราญ และลำห้วยแก้ว นอกจากนี้ยังมีแหล่งน้ำอื่น ๆ ในเขตอำเภอต่าง ๆ ถึงแม้ว่า พื้นที่ของจังหวัดสุรินทร์จะมีภูเขาสลับซับซ้อนหลายลูก แต่ลักษณะพื้นที่ทางตอนใต้ต่อบริเวณภูเขาสูงมาเป็นที่ราบสูง ลุ่ม ๆ ดอน ๆ ทางตอนกลางและทางตอนเหนือเป็นที่ราบและที่ราบลุ่ม บางส่วนเป็นที่ดอน โดยเฉพาะอำเภอชุมพลบุรีและอำเภอท่าตม อยู่ในที่ราบลุ่มแม่น้ำมูลเขตของทุ่งกุลาร้องไห้ และพื้นที่ใกล้เคียงอาจได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนสูงสุด ได้แก่ จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดศรีสะเกษ

เอกสารอ้างอิง

Ani, S. and Abdul, A.J. (2011). Fitting the Generalized logistic distribution by LQ-moments.

Applied Mathematical Science, 5(54), 2663-2676.

Kumphon, B., Keawmun, A., Seenoi, P. (2012). A Rainfall Distribution for the Lampao Site in the Chi River Basin.

Journal of Water Resource and Protection, 4, 866-869.

- Busababodin,P. and Kaewmun, A. (2015). Extreme Values Statistics. *The Journal of KMUTNB.*, 25(2), 316-324. (in Thai)
- Busababodin,P., Siriboon, M., Kaewmun, A. (2015). Modeling of Extreme Precipitation in Upper Northeast of Thailand. *Burapha Science Journal*, 20(1), 106-117. (in Thai)
- Climatological Center. (2012). Retrieved July 29, 2016 from <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=29>
- Coles, S. (2001). An Introduction to Statistical Modeling of Extremes Values. Great Britain. Springer-varlag London Limited.
- Hosking, JRM.(1990). L-moments : analysis and estimation of distribution using linear combinations of order statistics. *JR stat Socser B*, 52, 105-124.
- Keawmun, A., Budchamruei, P., & Busababodhin, P. (2015). Modeling Monthly Precipitation in Central Northeast of Thailand. *KKU Science Journal*, 43(1), 137-147. (in Thai)
- Nadarajah, S., Dongseok, C. (2007). Maximum daily rainfall in South Korea. *Journal of Earth System Science*, 116(4), 311-320.
- Park JS. , J.B.Y., Md.Sharwar M., and Y.A. Seo.,(2014). A three-parameter kappa distribution with hydrologic application: a generalized gumbel distribution. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- Wangwongwiroj, N. (2008). Hydrology.King Mongkut's University of Technology Thonburi, 51(1).