

the frequently flooded downstream areas of the Yang River basin. In this study, the selection of probability distribution functions, namely, Gamma, Lognormal, Generalized Extreme Value, Gumbel, and Weibull distributions, was carried out. The method of maximum likelihood estimation was used to estimate the parameters of the probability distributions based on the annual maximum daily discharge of four selected streamflow stations for the 30-year data series (1990-2019). The goodness-of-fit tests, i.e., the Kolmogorov-Smirnov test and Akaike Information Criterion, were used to evaluate the adequacy of fitting probability distributions to the observed discharge data. The results indicated that the Weibull distribution was better suited amongst other distributions for analyzing and assessing flood magnitude and frequency. The relationships between maximum flood discharges and return periods revealed that the peak flood discharges in the Yang River at the Ban Kut Kwang station (E.70) for return periods of 10, 25, 50 and 100 years were 718.7, 801.4, 853.8, and 900.2 m³/s, respectively. Another example is that the peak flood discharges in the Yang River at Ban Tha Ngam (E.92) for return periods of 10, 25, 50 and 100 years were 713.2, 815.1, 881.0, and 940.2 m³/s, respectively. Considering peak flood discharges for the same return period at the four streamflow stations, it was found that the increase of peak flood discharges varied according to their drainage areas. Moreover, the relationships between drainage areas and peak flood discharges were also developed for estimating discharges at ungauged locations along the main river. In brief, the framework and obtained results from this study will be beneficial for effective flood mitigation and management in the Yang River basin.

Keywords

flood; frequency analysis; return period; probability distribution; Weibull; Kolmogorov-Smirnov

1. บทนำ

โครงการป้องกันและจัดการปัญหาอุทกภัย โดยทั่วไปต้องอาศัยข้อมูลทางอุทกวิทยา เช่น ปริมาณน้ำหลาก และความถี่ของการเกิดซ้ำของเหตุการณ์น้ำหลาก สำหรับการออกแบบมาตรการแบบใช้และไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง โดยที่สิ่งก่อสร้างที่นิยมใช้ในโครงการป้องกันน้ำท่วม อาทิ ฝาย พังกันน้ำ ระบบผันน้ำ และระบบระบายน้ำ จะอาศัยการประมาณระดับความรุนแรงของเหตุการณ์น้ำท่วมโดยใช้หลักการทางสถิติร่วมกับข้อมูลน้ำหลากสูงสุดในแต่ละปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ตามแนวลำน้ำ รวมถึงประกอบกับทฤษฎีแจกแจงความถี่ [1]

ทั้งนี้ ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่นิยมใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์เหตุการณ์น้ำท่วม จะประกอบด้วย ทฤษฎีแกมมา (Gamma, GAM) ทฤษฎีลอการิธึม (Lognormal, LN) ทฤษฎีเจเนอรัลไลซ์ เอ็กซ์ทรีม แวร์ลู (Generalized Extreme Value, GEV) ทฤษฎีกัมเบล (Gumbel, GUM) ทฤษฎีล็อกเพียร์สันประเภทที่ 3 (Log-Pearson type III, LP3) และทฤษฎีไวบูลล์ (Weibull, WEI) [2-5] ทฤษฎีแจกแจงความถี่แต่ละรูปแบบ จะอาศัยพารามิเตอร์ซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติต่างๆ เช่น รูปร่าง และตำแหน่งของการแจกแจง

ความน่าจะเป็น (Probability distribution) ในส่วนของวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จะประกอบด้วย วิธีโมเมนต์ (Method of moment) และวิธีการประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood estimation) จากการศึกษาของ Vivekanandan [6] ได้ระบุว่าค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณด้วยวิธีการประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุดจะมีความแม่นยำมากกว่าวิธีโมเมนต์

ในการวิเคราะห์เหตุการณ์น้ำท่วม การเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับข้อมูลทางอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษาถือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญ เพราะถ้าหากเลือกใช้ทฤษฎีแจกแจงความถี่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลต่อการออกแบบโครงสร้างทางชลศาสตร์สำหรับป้องกันน้ำท่วมได้ [7] โดยวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ ได้แก่ วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov, KS) [6] วิธีทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling test, AD) และวิธีเกณฑ์ข้อสนเทศอาไคเค (Akaike Information Criterion, AIC) [4] ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัญหา น้ำท่วมในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะมีตรวจสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ โดยมีรายละเอียดดังนี้ Romali และ

Yusop [5] ได้ประยุกต์ใช้วิธี KS และพบว่าทฤษฎีพาราโดวางนัยทั่วไป (Generalized Pareto, GPA) มีความเหมาะสมกับข้อมูลน้ำหลากรายปีของแม่น้ำ Segamat ในประเทศมาเลเซียมากกว่าทฤษฎี GEV LP3 LN และ WEI ส่วน Rahman et al. [7] ได้แนะนำทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับข้อมูลน้ำหลากของประเทศออสเตรเลียจำนวน 3 รูปแบบ คือ ทฤษฎี LP3 GEV และ GPA ซึ่งเป็นผลจากความวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยวิธี KS AD และ AIC

จากความสำคัญของการบริหารจัดการอุทกภัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่ของน้ำหลากในลำน้ำยัง โดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำหลากจากข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำหลากสูงสุดในแต่ละปีในกลุ่มน้ำ ร่วมกับการคัดเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมตามหลักทางสถิติ ตลอดจนการพัฒนาสมการสำหรับใช้ประเมินปริมาณน้ำหลาก ณ ตำแหน่งที่ไม่มีการตรวจวัดข้อมูลน้ำท่าตามแนวลำน้ำสายหลัก ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการประเมินขนาดและความถี่ของน้ำหลากในลำน้ำสายหลักอื่นๆ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำในสภาวะวิกฤตต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาอุทกภัยและน้ำหลากในเขตลุ่มน้ำยังอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป อีกทั้งแนวทางการศึกษานี้ยังเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางในการประเมินปริมาณน้ำหลากในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดให้มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้นด้วย

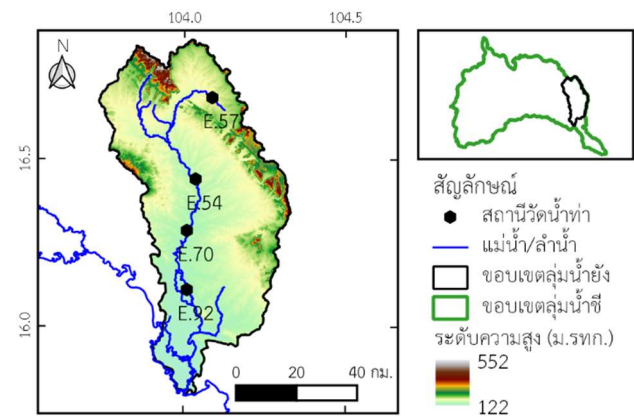
2. วิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำยังเป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มแม่น้ำชีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีขนาดพื้นที่รับน้ำ 4,155 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 8.4% ของพื้นที่ลุ่มน้ำชี โดยมีระดับความสูงของพื้นที่ระหว่าง 122 ถึง 552 ม.รทก. และมีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ยโสธร สกลนคร และมุกดาหาร มีลำน้ำยังเป็นลำน้ำสายหลักความยาวประมาณ 225 กิโลเมตร และมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาภูพานที่บ้านดงหมู ตำบลคุ้มเก่า อำเภอเขาวง

จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นต้นน้ำของกลุ่มน้ำชีกับกลุ่มน้ำสงคราม ไหลผ่านอำเภอนาคู อำเภอห้วยผึ้ง อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ อำเภอโพนทอง อำเภอเมยวดี อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด และไหลมาบรรจบกับแม่น้ำชีที่บ้านแจ้งน้อย ตำบลค้อเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร [8] ในส่วนของการติดตามสถานการณ์ของน้ำในลุ่มน้ำจะอาศัยสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 1

นอกจากนี้ พื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำยังยังประสบกับเหตุการณ์น้ำท่วมอยู่เป็นประจำ อันเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จึงเป็นที่มาของการคัดเลือกลุ่มน้ำยังเป็นพื้นที่ศึกษา โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,384.6 มิลลิเมตร (ตกมากในเดือนสิงหาคม) อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 26.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 71% และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,336.1 ล้าน ลบ.ม. (สูงสุดในเดือนกันยายน) [8]



รูปที่ 1 แผนที่แสดงลักษณะทางภูมิประเทศของลุ่มน้ำยัง และตำแหน่งของสถานีวัดน้ำท่า

2.2 ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษานี้มีขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การรวบรวมข้อมูลน้ำท่ารายวัน 2) การตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล 3) การหาค่าพารามิเตอร์ของทฤษฎีแจกแจงความถี่ 4) การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ และ 5) การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม

2.2.1 การรวบรวมข้อมูลน้ำท่ารายวัน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลน้ำท่ารายวันในช่วงระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2533 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2562 จาก 4 สถานีวัดน้ำท่าในความดูแลของหน่วยงานกรมชลประทาน ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดฉิมคุ้มใหม่ (E.57) สถานีวัดน้ำท่าบ้านแก่งยาว (E.54) สถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดกว้าง (E.70) และสถานีวัดน้ำท่าบ้านท่างาม (E.92) ดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ข้อมูลน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดฉิมคุ้มใหม่ สถานีวัดน้ำท่าบ้านแก่งยาว และสถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดกว้างมีความยาวต่อเนื่อง 30 ปี แต่สถานีวัดน้ำท่าบ้านท่างาม มีความยาวของข้อมูล 13 ปี (พ.ศ. 2550-2562)

ตารางที่ 1 สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำยัง

สถานี	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
บ้านกุดฉิมคุ้มใหม่ (E.57)	98
อ.เขาวง จ.กาฬสินธุ์	
บ้านแก่งยาว (E.54)	1511
อ.กุฉินารายณ์ จ.กาฬสินธุ์	
บ้านกุดกว้าง (E.70)	3168
อ.โพธิ์ทอง จ.ร้อยเอ็ด	
บ้านท่างาม (E.92)	3359
อ.เสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	

2.2.2 การวิเคราะห์และตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายปี

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษานี้ ได้คัดเลือกข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายปี โดยพิจารณาจากค่าสูงสุดรายวันของแต่ละปีของสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 4 สถานี สำหรับการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วมด้วยหลักการทางสถิติซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อ 2.2.5 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล (Outliers) ซึ่งจะครอบคลุมถึงข้อมูลที่มีค่าแตกต่างกันทั้งมากกว่าและน้อยกว่าจากกลุ่มข้อมูลที่พิจารณา เนื่องจากข้อมูลที่มีความผิดปกตินี้จะส่งผลต่อการวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูล และอาจจะทำให้ได้ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่ไม่เหมาะสมกับข้อมูล [9,10]

การตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลในการศึกษานี้ จะอาศัยวิธีการทดสอบของ Grubbs ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการค้นหาค่าผิดปกติในชุดข้อมูลภายใต้ข้อสันนิษฐานที่ว่าข้อมูลมีการ

แจกแจงแบบปกติ โดยที่ค่าสถิติ Grubbs (G) สามารถคำนวณดังสมการที่ 1

$$G = \frac{x_{max} - \bar{x}}{SD} \quad (1)$$

โดยที่ x_{max} คือค่าสูงที่สุดในชุดข้อมูล \bar{x} คือค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูล และ SD คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูล

ในการตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล ด้วยวิธีการทดสอบของ Grubbs จะเป็นการนำค่าสถิติ Grubbs มาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต (Critical value) ของการทดสอบ [11] ซึ่งหากค่าสถิติ Grubbs ของชุดข้อมูลมีค่ามากกว่าค่าวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญ (Significance level) 0.05 ค่าสูงที่สุดในชุดข้อมูลจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ความถี่ของน้ำท่วมในขั้นตอนต่อไป

2.2.3 การหาพารามิเตอร์ของทฤษฎีการแจกแจงความถี่

ในการศึกษานี้ จะอาศัยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทฤษฎีแจกแจงความถี่ ด้วยวิธีการประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันมากในทางสถิติศาสตร์ [6] ในขณะที่ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่ถูกคัดเลือกมาทดสอบจะประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ ทฤษฎีแกมมา (GAM) ทฤษฎีล็อกนอร์มอล (LN) ทฤษฎีเจนเนอรัลไลซ์ เอ็กซ์ทริม แวร์จ (GEV) ทฤษฎีกัมเบล (GUM) และทฤษฎีไวบูลล์ (WEI) โดยที่รายละเอียดของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทฤษฎีแจกแจงความถี่ ด้วยวิธีการประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถศึกษาได้จาก Rao (2000) [1]

2.2.4 การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่

การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่จะเริ่มต้นจากการนำข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยรายวันของแต่ละปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2562 ของแต่ละสถานี มาวิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นและเปรียบเทียบกับแจกแจงที่คาดหวังตามทฤษฎี โดยอาศัยวิธีทางสถิติศาสตร์ที่ถูกคัดเลือกสำหรับการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ ดังนี้

1) วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ (KS) เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างการแจกแจงของข้อมูลและการแจกแจงที่คาดหวังตามทฤษฎี ดังแสดงรายละเอียดในสมการที่ 2

$$KS = \max |F_E(x) - F_O(x)| \quad (2)$$

โดยที่ $F_E(x)$ คือการแจกแจงความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวัง และ $F_O(x)$ คือการแจกแจงความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้

2) วิธีเกณฑ์ข้อสนเทศอาไคเคะ (AIC) เป็นหนึ่งในวิธีการที่นิยมประยุกต์ใช้ในทางอุทกวิทยา โดยเฉพาะการเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่น้ำท่วม [2, 7] ดังแสดงรายละเอียดในสมการที่ 3

$$AIC = -2 \log \hat{L} + 2k \quad (3)$$

โดยที่ \hat{L} คือฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood function) และ k คือจำนวนพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

หลังจากการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ทั้งหมด 5 ทฤษฎี ร่วมกับข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายวัน ในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ของ 4 สถานี หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับข้อมูลอัตราการไหล จะเริ่มจากนำผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยวิธี KS และวิธี AIC มาจัดลำดับตามความเหมาะสมมากไปหาน้อย โดยที่ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมที่สุดจะได้คะแนนเท่ากับ 1 ซึ่งจะให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละวิธีเท่ากัน จากนั้นทำการเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่ โดยพิจารณาจากผลรวมของคะแนนจากทั้ง 2 วิธี

2.2.5 การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม

เมื่อได้ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายปีของทั้ง 4 สถานี การวิเคราะห์ปริมาณและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมของสถานีทั้งหมด จะเป็นการนำพารามิเตอร์ของทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมที่สุด ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับรอบปีการเกิดซ้ำ (Return period) ต่างๆ ของเหตุการณ์ นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังได้สร้างสมการจากความสัมพันธ์

ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 4 สถานี ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 และ 100 ปี สำหรับใช้ในการประเมินปริมาณน้ำหลากสูงสุดในลำน้ำที่ไม่มีการตรวจวัดข้อมูลน้ำท่า

3. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่สำคัญที่ได้จากการศึกษานี้จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

3.1 ผลการตรวจสอบค่าผิดปกติของข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายปี

ผลการตรวจสอบค่าผิดปกติของชุดข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่า 4 สถานี ด้วยวิธีการทดสอบของ Grubbs สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2 โดยพบว่าค่าสถิติ Grubbs ของข้อมูลอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดฉิมคุ้มใหม่ (E.57) สถานีวัดน้ำท่าบ้านแก่งยาว (E.54) และสถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดกว้าง (E.70) มีค่ามากกว่า 2.75 (ค่าวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) ทำให้ค่าอัตราการไหลสูงสุดของทั้ง 3 สถานี ซึ่งได้แก่ 207 999 และ 1,162 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับ ไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วมในการศึกษานี้ เนื่องจากค่าผิดปกติจะทำให้เกิดปัญหาต่อการวิเคราะห์ทฤษฎีแจกแจงความถี่น้ำท่วม [1]

ตารางที่ 2 ค่าสถิติ Grubbs ของข้อมูลอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยัง

รหัสสถานี	ความยาวของข้อมูล (ปี)	ค่าสถิติ Grubbs	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)
E.57	30	3.725	207*
E.54	30	2.817	999*
E.70	30	3.030	1162*
E.92	13	1.729	97

หมายเหตุ : * ข้อมูลอัตราการไหลที่ไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม

3.2 ผลการคัดเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่

ผลการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่โดยวิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ และวิธีเกณฑ์ข้อสนเทศอาไคเคะ สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งมีการ

เรียงลำดับคะแนนจาก 1 ถึง 5 เพื่อแสดงระดับความเหมาะสมจากมากไปหาน้อย และแสดงผลรวมของลำดับคะแนนจากทั้ง 2 วิธี โดยพบว่าทฤษฎีเจเนเนอรัลไลซ์ เอ็กซ์ทริม แวร์ลู และทฤษฎีไวบูลล์ มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาอัตราการไหลสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าบ้านแก่งยาว สถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดกว้าง และสถานีวัดน้ำท่าบ้านท่างาม สำหรับข้อมูลอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดฉิมคุ้มใหม่พบว่า ทฤษฎีไวบูลล์มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดมากที่สุดในขณะที่ทฤษฎีเจเนเนอรัลไลซ์ เอ็กซ์ทริม แวร์ลู มีความเหมาะสมน้อยที่สุด ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปว่าทฤษฎีไวบูลล์จะถูกคัดเลือกให้เป็นทฤษฎีแจกแจงความถี่สำหรับการวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่น้ำหลากของทั้ง 4 สถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยัง

ตารางที่ 3 การจัดลำดับความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่

รหัสสถานี	วิธีทดสอบ	ระดับความเหมาะสม				
		GAM	LN	GEV	GUM	WEI
E.57	KS	2	3	4	5	1
	AIC	2	4	5	3	1
	รวม	4	7	9	8	2
E.54	KS	3	4	1	5	2
	AIC	3	5	2	4	1
	รวม	6	9	3	9	3
E.70	KS	3	4	1	5	2
	AIC	3	5	2	4	1
	รวม	6	9	3	9	3
E.92	KS	2	1	4	5	3
	AIC	3	5	1	4	2
	รวม	5	6	5	9	5

3.3 ผลการวิเคราะห์ความถี่น้ำท่วม

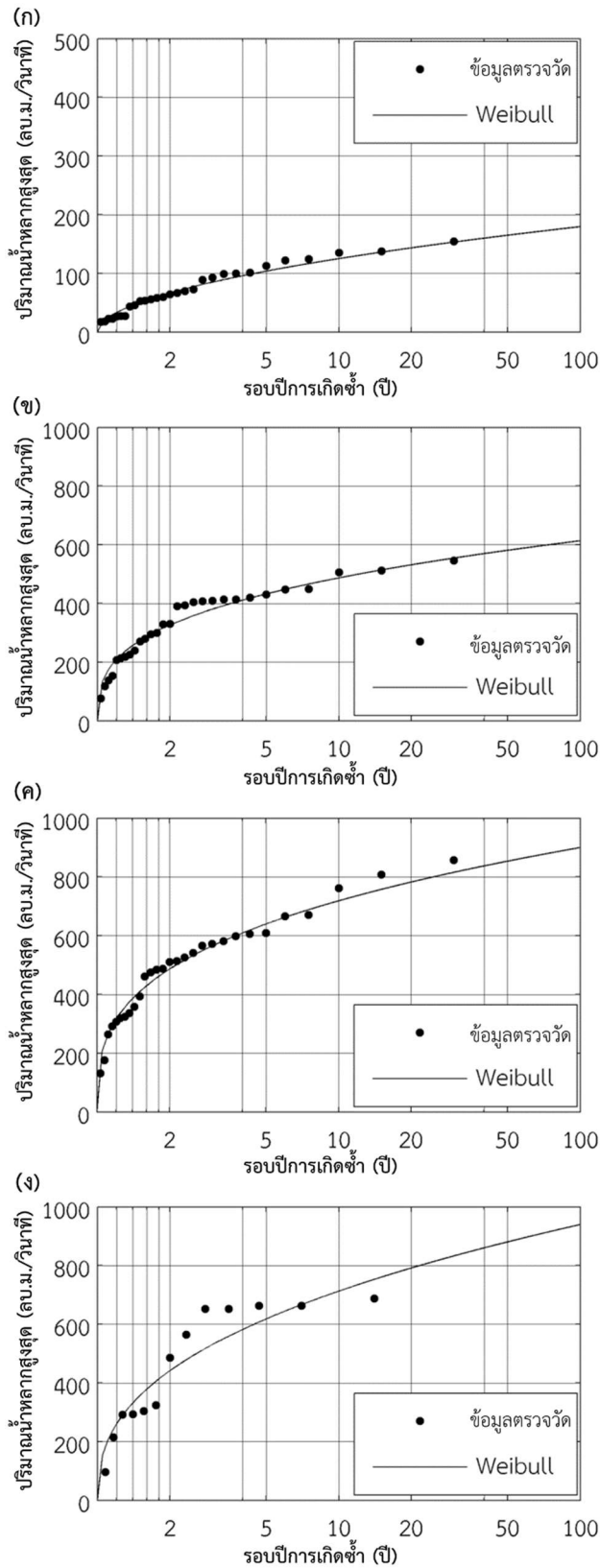
จากผลการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ พบว่าทฤษฎีไวบูลล์เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่ของน้ำหลากในลำน้ำยัง ดังนั้น การประเมินปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ จึงคำนวณโดยใช้ทฤษฎีไวบูลล์ โดยที่ผลการวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่ของน้ำหลากจากข้อมูลปริมาณน้ำท่าของทั้ง 4 สถานี สามารถแสดงรายละเอียดได้ดัง

ตารางที่ 4 และรูปที่ 2 ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามรอบปีการเกิดซ้ำที่เพิ่มขึ้นสำหรับทั้ง 4 สถานีวัดน้ำท่า ยกตัวอย่างเช่น รูปที่ 2(ค) ที่แสดงถึงผลการวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่ของปริมาณน้ำหลากในลำน้ำยัง ณ สถานีวัดน้ำท่าบ้านกุดกว้าง (E.70) ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 25 50 และ 100 ปี จะมีค่าเท่ากับ 718.7 801.4 853.8 และ 900.2 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับ

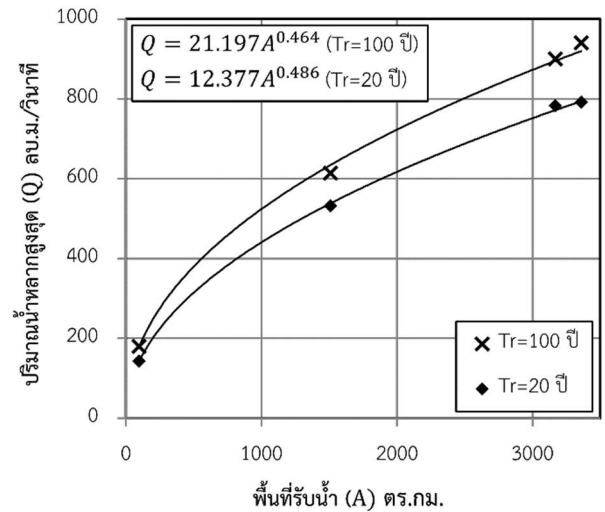
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่ของน้ำหลากในลำน้ำยังที่สถานีวัดน้ำท่า

รอบปีการเกิดซ้ำ (ปี)	ปริมาณน้ำหลากสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)			
	E.57	E.54	E.70	E.92
2	66.4	326.5	486.6	441.9
5	101.7	432.3	639.8	618.3
10	123.4	487.1	718.7	713.2
20	142.9	531.7	782.9	792.1
25	148.9	544.6	801.4	815.1
50	166.6	581.2	853.8	881.0
100	179.6	613.6	900.2	940.2

นอกจากนี้ สำหรับการประเมินปริมาณน้ำหลากในลำน้ำสายหลักของกลุ่มน้ำยังที่ไม่มีการตรวจวัดข้อมูลปริมาณน้ำท่า การศึกษานี้ได้พัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 4 สถานี (รูปที่ 3) โดยแบ่งออกเป็นสมการสำหรับประเมินปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี (T20) ซึ่งมักจะถูกใช้สำหรับออกแบบโครงสร้างทางชลศาสตร์ขนาดเล็กในเขตพื้นที่ชนบท และสมการสำหรับรอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี (T100) สำหรับออกแบบโครงสร้างทางชลศาสตร์ขนาดใหญ่ เนื่องจากหากโครงสร้างดังกล่าวเกิดความเสียหายจากน้ำนองจะเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ [12]



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ แยกตามสถานี (ก) สถานีบ้านกุดฉิมคุ้มใหม่ (ข) สถานีบ้านแก่งยาว (ค) สถานีบ้านกุดกว้าง และ (ง) สถานีบ้านท่างาม



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ (Tr) กับพื้นที่รับน้ำในลุ่มน้ำยัง

4. การอภิปรายผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์และประเมินปริมาณน้ำหลากจะขึ้นอยู่กับ การเลือกทฤษฎีแจกแจงความถี่ ทฤษฎีกัมเบลเป็นทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่นิยมใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์น้ำท่วมทั่วไปในประเทศไทย [13, 14] ส่วนทฤษฎีเจนนอร์ลิส เอ็กซ์ทรีม แวร์ธู เป็นที่ยอมรับในการวิเคราะห์น้ำท่วมฉับพลัน [15] เนื่องจากเหตุการณ์ทางอุทกวิทยา เช่น น้ำท่วม แปรเปลี่ยนทั้งเชิงพื้นที่และเวลา [9] ซึ่งส่งผลให้คุณลักษณะของน้ำหลาก อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะที่ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน ดังนั้น การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่กับข้อมูลน้ำหลากจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงอยู่เสมอ [7] โดยในการศึกษานี้พบว่า ทฤษฎีไวบูลล์มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำหลากในลุ่มน้ำยังที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดเพิ่มสูงขึ้นตามรอบปีการเกิดซ้ำที่เพิ่มขึ้นสำหรับทั้ง 4 สถานีวัดน้ำท่า และยิ่งพบอีกว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดของสถานีบ้านกุดฉิมคุ้มใหม่ (E.57) จะเปลี่ยนแปลงไปตามรอบปีการเกิดซ้ำน้อยที่สุด ในขณะที่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดของสถานีบ้านท่างาม (E.92) จะเปลี่ยนแปลงไปตามรอบปีการเกิดซ้ำมากที่สุด ในขณะที่สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 4 สถานี ชี้ให้เห็นว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดจะเพิ่มสูงขึ้นตามขนาดของพื้นที่รับน้ำที่เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากในลำน้ำของการศึกษานี้ อาศัยหลักการทางสถิติและเทคนิควิธีการวิเคราะห์ความถี่ของ ปริมาณน้ำหลากอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่ได้รับการยอมรับ ในทางวิชาการ อย่างไรก็ตามระดับความน่าเชื่อถือของผลการ วิเคราะห์นี้ขึ้นอยู่กับจำนวนหรือความยาวของข้อมูล เนื่องจาก เทคนิควิธีการวิเคราะห์ความถี่ของปริมาณน้ำหลาก จะอาศัย การขยายข้อมูลบนพื้นฐานของทฤษฎีแจกแจงความถี่ แต่ เนื่องจากการวิเคราะห์ความถี่ของการศึกษานี้มีข้อจำกัดใน เรื่องของจำนวนและความยาวของข้อมูล ซึ่งหากพิจารณาจาก ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลาก สูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ในลำน้ำของข้อมูลตรวจวัด น้ำท่าสถานีบ้านท่างาม ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 2(ง) จะ พบว่าข้อมูลน้ำท่าตรวจวัดกระจายตัวออกจากเส้นแนวโน้มที่ คำนวณด้วยทฤษฎีไวบูลล์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการคำนวณปริมาณน้ำ หลากที่รอบปีการเกิดซ้ำที่สูงขึ้น จะส่งผลให้ระดับความ น่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ลดลง

5. สรุปผลการศึกษา

บทความนี้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์และตรวจสอบความ ผิดปกติของข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดรายปี การวิเคราะห์ และประเมินขนาดและความถี่ของน้ำหลากในลำน้ำยัง ตลอดจนการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำ หลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำสำหรับใช้ในการประเมินปริมาณน้ำ หลากในลำน้ำสายหลักบริเวณที่ไม่มี การตรวจวัดข้อมูลปริมาณ น้ำท่า ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมน้ำหลากในแต่ละปีจาก ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันของทั้ง 4 สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ใน ลุ่มน้ำยัง พบว่าทฤษฎีไวบูลล์มีความเหมาะสมมากที่สุด ที่เป็น ผลมาจากการตรวจสอบความเหมาะสมกับข้อมูลน้ำหลากด้วย วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอร်นอฟ และวิธีเกณฑ์ข้อสนเทศอาโคเคะ ทั้งนี้พบว่า ผลการวิเคราะห์และประเมินขนาดและความถี่ของ ปริมาณน้ำหลากในลำน้ำยัง ณ สถานีวัดน้ำบ้านกุดกว้าง (E.70) ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 25 50 และ 100 ปี มีค่าเท่ากับ 718.7 801.4 853.8 และ 900.2 ลบ.ม.ต่อวินาที จะเป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่จำเป็นต่อการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำ เพื่อป้องกันและ บรรเทาความเสียหายจากอุทกภัย อีกทั้งข้อมูลขนาดและ ความถี่ของปริมาณน้ำหลากในลำน้ำหลักยัง สามารถเป็นข้อมูล

นำเข้าแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์สภาพการ ไหลหลากทางชลศาสตร์และนำไปสู่การจัดสร้างแผนที่ยกย น้ำท่วม อย่างไรก็ตามการศึกษาที่มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวน ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งจะส่งผลให้การ ประเมินขนาดของปริมาณน้ำหลากที่รอบปีการเกิดซ้ำที่สูง มากๆ มีค่าระดับความน่าเชื่อถือของผลของการวิเคราะห์ต่ำลง เนื่องจากการขยายความยาวของข้อมูลด้วยหลักทางสถิติ โดยสรุป วิธีการวิเคราะห์และประเมินปริมาณน้ำหลากรวมถึง ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้ มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ อย่างมากต่อการวางแผนและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบรรเทาและบริหารจัดการอุทกภัยอย่าง มีประสิทธิภาพสำหรับลุ่มน้ำยัง อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการ นำไปปรับใช้สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากศูนย์วิจัยและ พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาค ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน กรมชลประทานที่อนุเคราะห์ ข้อมูลในการศึกษาวิจัยและทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จลุล่วงไป ได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Rao AR, Hamed KH. *Flood Frequency Analysis*. Boca Raton: CRC Press; 2000.
- [2] Calenda G, Mancini CP, Volpi E. Selection of the probabilistic model of extreme floods: The case of the River Tiber in Rome. *Journal of Hydrology*. 2009; 371(1): 1-11.
- [3] Ologhadien I. Comparative evaluation of probability distribution models of flood flow in Lower Niger basin. *European Journal of Engineering and Technology Research*. 2021; 6(2): 107-117.
- [4] Rizwan M, Guo S, Xiong F, Yin J. Evaluation of various probability distributions for deriving design flood featuring right-tail events in Pakistan. *Water*. 2018; 10(11): 1603.

- [5] Romali NS, Yusop Z. Frequency analysis of annual maximum flood for Segamat River. *Proceeding of MATEC Web of Conferences*. Taichung, Taiwan; 2017; 103: 04003.
- [6] Vivekanandan N. Flood frequency analysis using method of moments and L- moments of probability distributions. *Cogent Engineering*. 2015; 2: 1018704.
- [7] Rahman AS, Rahman A, Zaman MA, Haddad K, Ahsan A, Imteaz M. A study on selection of probability distributions for at- site flood frequency analysis in Australia. *Natural Hazards*. 2013; 69: 1803-1813.
- [8] สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 4 กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *การบริหารจัดการลุ่มน้ำชี*. 2555.
- [9] Bedient PB, Huber WC, Vieux BE, Mallidu M. *Hydrology and Floodplain Analysis*. Upper Saddle River: Pearson Education Limited; 2013.
- [10] England JF, Cohn TA, Faber BA, Stedinger JR, Thomas WO, Veilleux AG et al. Guidelines for Determining Flood Flow Frequency Bulletin 17C: U.S. Geological Survey Techniques and Methods. 2019.
- [11] Grubbs FE. Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics*. 1969; 11: 1-21.
- [12] กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *คู่มือเกณฑ์กำหนดการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ*. 2550.
- [13] Lohpaisankrit W, Prasanchum H. Catchment-scale flood hazard mapping in the lower areas of Lam Pao River basin, Thailand. *Engineering Access*. 2022; 8: 53-60.
- [14] Meeyaem K, Polpinit P. Flood modeling using Gumbel distribution and drainage density for flood forecasting in the Chi River: Amphur Muang, Khon Kaen, Thailand case. In: *Proceeding of The 4th KKU International Engineering Conference 2012, KKU- IENC 2012*; 10- 12 May 2012; Khon Kaen: 2012. p. 99-104.
- [15] ขวลิต ขาลีรักษ์ตระกูล, ไตรเทพ บุญครอง. พล็อตความน่าจะเป็นแบบ GEV ของข้อมูลน้ำท่วมรายปีสูงสุดในประเทศไทย. *วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา*. 2546. 14(2): 9-18.