การทดสอบการแจกแจงความถี่สำหรับสภาพการไหลต่ำสุดในลุ่มน้ำยม

ขนิษฐา บุญมา[1] และ ผศ.ดร. สมฤทัย ทะสดวก[2]
[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย
*Corresponding author address: Kanittha.Boonm@ku.th[1] fengsrt@ku.ac.th[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการทดสอบทฤษฎีการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับข้อมูลอัตราการไหลต่ำสุด ในลุ่มน้ำยม สำหรับข้อมูลปริมาณการไหลต่ำสุดในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อัตราการไหลน้อยส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพน้ำและสถานะทางระบบนิเวศของลำน้ำ และเมื่อการไหลน้อยดังกล่าวได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทฤษฎีการวิเคราะห์การแจกแจงความถี่ด้วยวิธีเดิมอาจไม่เหมาะสมกับสภาพการไหลต่ำสุดในปัจจุบัน ผู้ศึกษาจึงทำการทดสอบทฤษฎีการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับข้อมูลอัตราการไหลต่ำสุดใหม่และเปรียบเทียบทฤษฎีการแจกแจงความถี่ที่นิยมใช้เดิม โดยใช้ข้อมูลน้ำท่าจากสถานีตัวแทนที่มีช่วงข้อมูลไม่ต่ำกว่า 20 ปี และมีลักษณะการไหลแบบธรรมชาติ ทั้งหมด 5 สถานีในลุ่มน้ำยม ทำการเปรียบเทียบทฤษฎีการแจกแจงความถี่ 6 ทฤษฎีคือ ทฤษฎีล็อกเพียร์ซัน-ประเภทสาม ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์ ทฤษฎีกัมเบล ทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทสามและนอร์มอล วิธีใช้วิธีทดสอบ 2 วิธี คือ วิธีไคร์สแควร์ วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ พบว่าทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทสาม และทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์ มีความเหมาะสมกับข้อมูลอัตราไหลต่ำสุดในพื้นที่ศึกษามากที่สุด และมีค่าความเหมาะสมมากกว่าทฤษฎีการแจกแจงความถี่ที่นิยมใช้เดิม

คำสำคัญ: *อัตราการไหลต่ำ, ทฤษฎีการแจกแจงความถี่, ความน่าจะเป็นสูงสุด, การวิเคราะห์การแจกแจงความถี่*

Abstract

This paper presents the test of suitable frequency of Low-flow frequency distribution analysis for Yom Basin. Upon the climate change condition Low-flow is necessary for the planning and design of water resource projects related to water supply, water quality and the river ecology status. The analysis of the original frequency distribution theory may not be suitable for now became of climate change. Therefore, up-to-date information is used to test the appropriate frequency distribution theory for Low-flow data. The stream flow data of representative stations were elicited with a data interval of at least 20 years and having total natural flow characteristics. There fome 5 selected gauging stations were used in the analysis. Frequency analysis is carried out using frequency factor method to determine annual minimum low flow. The two most commonly used tests of goodness of fit namely, Chi-Square (CS) and Kolmogorov-Smirnov (KS) tests are applied to the data series to check the fit of probability distributions used in this study. Based on the analysis of statistical tests, Log-Pearson Type III, 2P and 3P Lognormal, Pearson Type III, Gumbel distribution functions and Normor distribution functions are tested for suitable type of distribution for low-flow data. The results show that Log-Pearson Type III, 3P Lognormal theory with the Moment parameter estimation was found to give best fit with the observed data. Then, it has a more reasonable value that the new frequency distribution are beter to applied than the previously used frequency distribution theory.

Keywords: *Low-flow, Frequency distribution theory, Probability distributions, Frequency analysis.*

1.1. ความเป็นมาของปัญหา

การคาดการณ์การไหลต่ำเพื่อควบคุมระดับน้ำ เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการกำหนดอัตราการไหล เพื่อรักษาคุณภาพน้ำและรักษาสมดุลของระบบนิเวศของแม่น้ำ โดยดัชนีที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินสภาพมลพิษในแหล่งน้ำ ได้แก่ อัตราการไหลต่ำสุดในช่วง 7 วัน ที่มีรอบปีการเกิด 10 ปี เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของสภาพลุ่มน้ำรวมทั้งการไหลต่ำด้วย ในปัจจุบันมีการศึกษามากมายเกี่ยวกับการการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ของปริมาณน้ำเพื่อคาดการการณ์การไหลต่ำ Matalas [1] วิเคราะห์ข้อมูลการไหลในลุ่มน้ำทั้งหมด 34 แห่งในสหรัฐอเมริกา โดยใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่ทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทสาม ทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทห้า ทฤษฎีไวบูลล์สามพารามิเตอร์ และทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ พบว่า การแจกแจงแบบทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทสาม และทฤษฎีไวบูลล์สามพารามิเตอร์ มีความเหมาะสมสำหรับแม่น้ำในลุ่มน้ำดังกล่าว Vogel และ Kroll [2] ใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่ ทฤษฎีล็อกนอร์ มอลสามพารามิเตอร์ ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์ ทฤษฎีไวบูลล์สองพารามิเตอร์ ทฤษฎีไวบูลล์สามพารามิเตอร์ และทฤษฎี

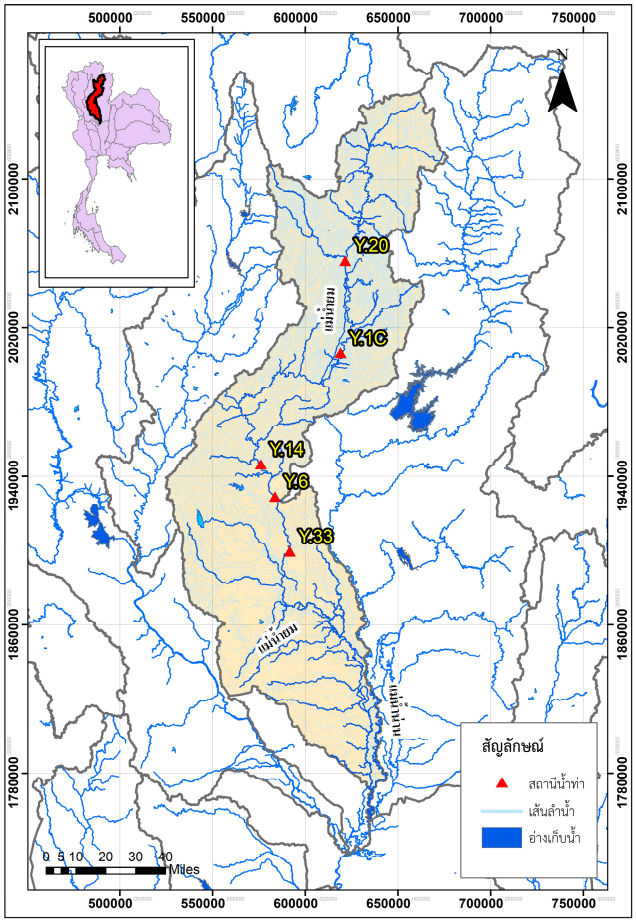
ล็อกเพียร์ซัน-ประเภทสาม วิเคราะห์ข้อมูลการไหลทั้งหมด 23 แห่งในแม่น้ำแมสซาชูเซตส์ สหรัฐอเมริกาและสรุปได้ว่า ทฤษฎีล็อกเพียร์ซัน-ประเภทสาม มีความเหมาะสมกว่าทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์ และทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์เล็กน้อย นอกจากนี้ยังระบุด้วยว่าการแจกแจงความถี่ที่ต้องการ แตกต่างกันไปตามภูมิภาค และไม่มีการแจกแจงความถี่ใดที่มีประสิทธิภาพดีกว่าความถี่อื่น ๆ ทั้งหมดอย่างชัดเจน นักวิจัยหลายคนใช้อัตราการไหลต่ำในสหรัฐอเมริกา [3], [4], [5] และ [6] Grandry et al. [7] รายงานว่าการแจกแจงที่พบบ่อยที่สุดที่พอดีกับข้อมูลการไหลต่ำในแม่น้ำ Wallonia ประเทศเบลเยียม เลือกทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์และทฤษฎีแกมม่า สำหรับการไหลการวิเคราะห์อัตราการไหลต่ำประจำปีตามลำดับ สำหรับไอร์แลนด์ทดสอบแจกแจงแบบ Extreme Value Type I ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสอง-พารามิเตอร์ และทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ โดยทั่วไปเป็นที่น่าพอใจ [8] พงษ์พันธ์ [9] ทำการศึกษาทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับอัตราการไหลเฉลี่ยต่ำสุดในช่วง 7 วัน สำหรับลุ่มน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งได้ทำการคัดเลือกลุ่มน้ำ ปิง วังยม และน่าน เป็นพื้นที่ศึกษา โดยได้ทำการรวบรวมทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย จากการศึกษาที่ผ่านมาข้างต้นจำนวน 6 ทฤษฎีได้แก่ ทฤษฎีล็อกเพียร์ซันประเภทสาม ทฤษฎีไวบูลล์สามพารามิเตอร์ ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ ทฤษฎีไวบูลล์สองพารามิเตอร์ ทฤษฎีแกมมาสองพารามิเตอร์ และทฤษฎีกัมเบล ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ (Moment Method) และวิธีความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum Likelihood Procedure) โดยใช้วิธีทดสอบ 3 วิธีได้แก่ วิธีไคสแควร์ วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ และวิธีกำลังสองน้อยที่สุด พบว่าทฤษฎีแกมมาสองพารามิเตอร์ ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีความน่าจะเป็นได้สูงสุด และทฤษฎีล็อกเพียร์ซันประเภทสาม ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ สามารถปรับเข้ากับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้ดีที่สุด

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อทำการศึกษาทฤษฎีการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับอัตราการไหลสูงสุดในช่วงเวลา 7 วัน สำหรับลุ่มน้ำยมของประเทศไทย โดยได้ทำการรวบรวมทฤษฎีการแจกแจงความถี่ที่ใช้การอย่างแพร่หลายจากการศึกษาที่ผ่านมา โดยเลือกใช้จำนวน 6 ทฤษฎีได้แก่ ทฤษฎีล็อกเพียร์ซัน-ประเภทสาม ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์ ทฤษฎีกัมเบล ทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทสามและนอร์มอล วิธีใช้วิธีทดสอบ 2 วิธีคือ วิธีไครสแควร์ วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ

2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

2.1. พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำยม ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝน 23,616 ตร.กม. รวมความยาวตามน้ำสายหลักประมาณ 735 กม. มีต้นกำเนิดอยู่ในดอยขุนยวม ทิวเขาผีปันน้ำ อยู่ในเขตอำเภอปง และอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา มีลำน้ำสาขาที่สำคัญคือแม่น้ำยม ในลุ่มน้ำแม่น้ำยมมีลำน้ำสาขาประมาณ 77 สายครอบคลุมพื้นที่ในเขต จังหวัดลำปาง น่าน แพร่ พะเยา พิษณุโลก สุโขทัย ตาก กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์ ลุ่มน้ำยมไม่มีแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่มีแต่แหล่งน้ำขนาดกลางที่สำคัญได้แก่อ่างเก็บน้ำแม่สอง อ่างเก็บแม่หมอก และอ่างเก็บน้ำท่าแพ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

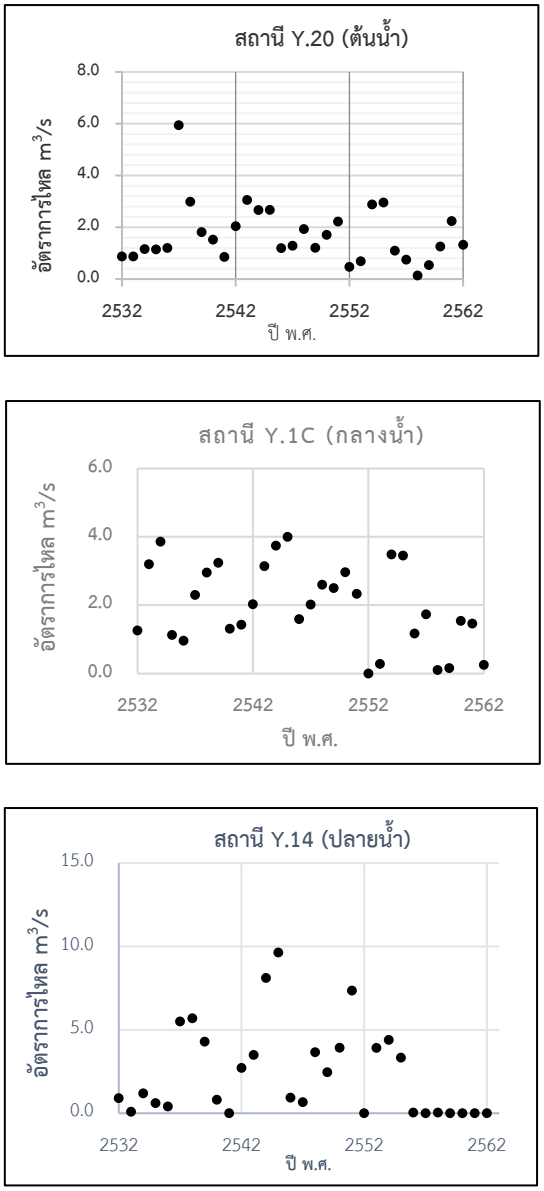
2.2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลน้ำท่ารายวันได้รับจากกรมชลประทานมีจำนวนทั้งสิ้น 36 สถานีในลุ่มน้ำยม ทำการคัดเลือกสถานีที่มีความยาวของข้อมูลต่อเนื่องเกิน 20 ปี โดยมีขนาดพื้นที่รับน้ำตั้งแต่ 590 ถึง 12,769 ตารางกิโลเมตร ไม่มีผลกระทบกับการสร้างเขื่อน และมีการไหลแบบธรรมชาติ เพื่อนำมาทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ได้คัดเลือกข้อมูลที่สมบูรณ์ทั้งหมด 5 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 1 รายละเอียดข้อมูลของแต่ละสถานีแสดงในตารางที่ 1 และแสดง

ปริมาณการไหลต่ำสุดเฉลี่ยรายปีในช่วง 7 วันของสถานีต้นน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำแสดงในภาพที่ 2 โดยข้อมูลมีตั้งแต่ปี 2532-2562

ตารางที่ 1 สถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัส	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)
บ้านน้ำโค้ง	แพร่	Y.1C	7,749
บ้านแก่งหลวง	สุโขทัย	Y.6	12,769
บ้านดอนระเบียง	สุโขทัย	Y.14	12,100
บ้านห้วยสัก	แพร่	Y.20	5,394
บ้านคลองตาล	สุโขทัย	Y.33	590



รูปที่ 2 ปริมาณการไหลต่ำเฉลี่ยรายปีในช่วงอนุกรมเวลา 7 วัน

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาครั้งนี้ได้แก่ทฤษฎีการแจกแจงความถี่ประเภทต่าง ๆ ทฤษฎีการวิเคราะห์ความถี่ในกรณีที่มีข้อมูลเป็นศูนย์ และทฤษฎีการทดสอบการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสม

3.1. ทฤษฎีการแจกแจงความถี่

การแจกแจงความถี่ที่เลือกนำมาทดสอบในการศึกษาครั้งนี้มี 6 ทฤษฎีได้แก่ ทฤษฎีล็อกเพียร์ซัน-ประเภทสาม ทฤษฎีล็อกนอร์-มอลสามพารามิเตอร์ ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสองพารามิเตอร์ ทฤษฎีกัมเบล ทฤษฎีเพียร์ซัน-ประเภทสามและนอร์มอล การประมาณค่าพารามิเตอร์ และการประมาณค่า อัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุด ในรอบปีต่างๆ(Quantile Estimates) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ สามารถศึกษารายละเอียดได้จาก [10]

3.2. การวิเคราะห์ความถี่ในกรณีที่มีข้อมูลที่เป็นศูนย์

โดยวิธีความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) ซึ่งเป็นวิธีที่มีพื้นฐานอยู่บนหลักความน่าจะเป็นทั้งหมด (Total Probability) ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย [11]-[13] รายละเอียดสามารถศึกษาได้จาก [14]

3.3. การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่

ทฤษฎีที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่นิยมใช้กันทั่วไปในงานด้านอุทกวิทยาได้แก่วิธีทดสอบแบบไคสแควร์ และวิธีทดสอบแบบโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ

4. วิธีการศึกษา

4.1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

รวบรวมข้อมูลน้ำท่ารายวันที่มีความต่อเนื่อง และปรับแก้ข้อมูลที่ขาดหายไป ทำการต่อเติมข้อมูลให้สมบูรณ์ โดยการสร้างสมการสหสัมพันธ์ถดถอยเชิงซ้อนระหว่าง ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของสถานีที่ต้องการต่อเติมข้อมูลกับข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของสถานีข้างเคียง (ในเดือนเดียวกัน) แล้วดัดแปลงความสัมพันธ์ของน้ำท่ารายเดือนมาเป็นความสัมพันธ์ของน้ำท่ารายวัน

4.2. สังเคราะห์อนุกรมอัตราการไหลสูงสุดรายปี

ทำการหาค่าเฉลี่ยของผลรวมค่าอัตราการไหลรายวันในช่วงเวลาใด ๆ แล้วคัดเลือกค่าที่น้อยที่สุดมาเป็น อัตราการไหลเฉลี่ยต่ำสุดของปีที่พิจารณา ทำการเรียงตามลำดับวันโดยในการศึกษานี้จะพิจารณาในแบบของปีน้ำ (WATER YEAR) ซึ่งจะนับเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน ของปีที่พิจารณา ถึงวันที่ 31 มีนาคม ของปีถัดไป แล้วคัดเลือกค่าที่น้อยที่สุดมาเป็นอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดของปีที่พิจารณา เมื่อได้ข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดของทุกปีแล้ว นำมาเรียงตามลำดับปี ของสถานีใด ๆ ข้อมูลที่ได้นี้เรียกว่า อนุกรมอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุด ของสถานีใด ๆ

4.3. การคัดเลือกข้อมูลเพื่อนำมาทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงความถี่

ข้อมูลน้ำท่ารายวันที่นำมาใช้ต้องมีสภาพการไหลแบบธรรมชาติไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของเขื่อนและสามารถทดสอบโดยวิธีทดสอบ นั้นคือความยาวของข้อมูลจะต้องเพียงพอ ซึ่งวิธีทดสอบแบบไคสแควร์จะมีข้อจำกัดว่าจำนวนข้อมูลต้องไม่ต่ำกว่า 20 ค่า (NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL, 1975) ส่วนวิธีทดสอบแบบโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟไม่มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนข้อมูล ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ทำการคัดเลือกสถานีที่มีความยาวต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 20 ปี ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของเขื่อน และควรกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ศึกษา ในกรณีของสถานีที่อยู่ด้านท้ายน้ำของเขื่อนได้ทำการเลือกเฉพาะข้อมูลช่วงก่อนการสร้างเขื่อน

4.4 การทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่

ขั้นตอนการทดสอบเริ่มจากการนำข้อมูลอนุกรมอัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุดของสถานีที่ถูกคัดเลือก มาทำการวิเคราะห์ความถี่โดยใช้ทฤษฎีแจกแจงความถี่ทั้งหมด 6 ทฤษฎี หลังจากนั้นทำการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่โดยใช้วิธีทดสอบ 2 วิธี ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 5 สำหรับการทดสอบโดยวิธีทดสอบแบบไคสแควร์ และวิธี ทดสอบแบบโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ

5. ผลการศึกษา

5.1 การวิเคราะห์การแจกแจงความถี่อัตราการไหลเฉลี่ยต่ำสุดในช่วง 7 วัน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความถี่อัตราการไหลเฉลี่ยต่ำสุดในช่วง 7 วัน ของสถานี Y.20

T	LP3	PS3	LN3	LN2	GUM	NM
	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)
2	1.56	1.32	1.46	1.41	1.54	1.7
3	2.06	1.75	1.92	1.84	2.03	2.19
5	2.56	2.31	2.45	2.36	2.58	2.65
10	3.11	3.11	3.15	3.08	3.26	3.15
25	3.68	4.21	4.07	4.09	4.12	3.69
50	4.01	5.07	4.79	4.92	4.76	4.03
100	4.28	5.97	5.53	5.8	5.4	4.34
200	4.51	6.88	6.3	6.75	6.03	4.62

หมายเหตุ: LP3 = ล็อกเพียร์ซันประเภทสาม PS3=เพียร์ซันประเภทสาม LN3 = ล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ LN2 = ล็อกนอร์มอลสสองพารามิเตอร์ GUM = กัมเบล NM = นอร์มอล MOM = วิธีโมเมนต์

5.2 ผลการทดสอบโดยวิธีไคสแควร์

ผลการทดสอบโดยวิธีไคสแควร์ พบว่าทฤษฎีล็อกเพียร์ซันประเภทสามประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ สามารถปรับเข้ากับข้อมูลอัตราการไหลต่ำสุด ในพื้นที่ศึกษาได้ดีกว่าทฤษฎีอื่น ตามมาด้วยวิธีทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์และทฤษฎีเพียร์ซันประเภทสาม แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่โดยใช้วิธีไคสแควร์ ที่ระดับเลขนัยสำคัญ 5%

จำนวนสถานี	LP3	PS3	LN3	LN2	GUM	NM
	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)
Y.1C	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Y.6	✓	X	X	X	X	X
Y.14	✓	✓	✓	X	X	X
Y.20	✓	X	✓	X	X	X
Y.33	✓	✓	✓	✓	✓	X
รวม	5	3	3	2	1	1

หมายเหตุ : ✓ ยอมรับ หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าค่าไคสแควร์วิกฤษที่ระดับนันสำคัญ 5% X ไม่ยอมรับ หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าค่าไคสแควร์วิกฤษที่ระดับนันสำคัญ 5% หรือคำนวณไม่ได้

5.3 ผลการทดสอบโดยวิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ

ผลการทดสอบโดยโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ สามารถสรุปได้ว่าทฤษฎีล็อกเพียร์ซันประเภทสามประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ สามารถปรับเข้ากับข้อมูลอัตราการไหลต่ำสุด ในพื้นที่ศึกษาได้ดีกว่าทฤษฎีอื่น ตามมาด้วย ทฤษฎีล็อกนอร์มอลสสามพารามิเตอร์ ทฤษฎีกัมเบล แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีการแจกแจงความถี่โดยใช้วิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ ที่ระดับเลขนัยสำคัญ 5%

จำนวนสถานี	LP3	PS3	LN3	LN2	GUM	NM
	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)	(MOM)
Y.1C	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Y.6	✓	X	✓	X	X	X
Y.14	✓	✓	✓	X	✓	X
Y.20	✓	X	✓	X	✓	X
Y.33	✓	✓	✓	✓	✓	X
รวม	5	3	5	2	4	1

หมายเหตุ ✓ ยอมรับ หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าค่าไคสแควร์วิกฤษที่ระดับนันสำคัญ 5% X ไม่ยอมรับ หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าค่าไคสแควร์วิกฤษที่ระดับนันสำคัญ 5% หรือคำนวณไม่ได้

5.4 สรุปผลการคัดเลือก

นำผลการทดสอบโดยวิธีการทดสอบ 2 วิธีคือ วิธีไคสแควร์และวิธีโคลโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ มาจัดลำดับความเหมาะสม โดยกำหนดว่าลำดับที่ 1 มีความเหมาะสมที่สุด (มีจำนวนที่ผ่านสถานีทดสอบมากที่สุด อันดับที่ 2 รองลงมาไปจนถึงลำดับที่ 6 ไม่เหมาะสม โดยพิจารณาลำดับความเหมาะสมจากจำนวนสถานีที่ยอมรับ ดังแสดงในตารางที่ 5 สรุปได้ว่า ทฤษฎีล็อกเพียร์ชันประเภทสามประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ สามารถปรับเข้ากับข้อมูลอัตราการไหลต่ำสุด ในพื้นที่ศึกษาได้ดีกว่าทฤษฎีอื่นตามมาด้วยวิธีทฤษฎีล็อกนอร์มอลสามพารามิเตอร์ ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การจัดลำดับความเหมาะสมในการคัดเลือกทฤษฎีการแจกแจงความถี่

จำนวนสถานี	LP3	PS3	LN3	LN2	GUM	NM
	MOM	MOM	MOM	MOM	MOM	MOM
1.ไคสแคว์	5	3	3	2	1	1
2.โคโมโกรอฟฯ	5	3	5	2	4	1
รวม	10	6	8	4	5	2
ผลคัดเลือก	(1)	(3)	(2)	(5)	(4)	(6)

6. สรุปผล

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าทฤษฎีล็อกเพียร์ชันประเภทสามประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์สามารถเข้ากับข้อมูลอัตราการไหลต่ำสุดในพื้นที่ศึกษาได้ดีที่สุด

ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพียงทฤษฎีเดียวซึ่งยังมีวิธีการอื่นที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น วิธีโมเมนต์เชิงเส้น และวิธีหาความน่าจะเป็นสูงสุดซึ่งทฤษฎีนี้สามารถใช้ในการทดสอบความเหมาะสมของทฤษฎีแจกแจงความถี่ได้ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีอื่น ๆ และทำการเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทดสอบที่หลากหลาย ก็จะทำให้ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์เพื่อปรับปรุงบทความให้ดียิ่งขึ้นและขอขอบคุณกรมชลประทานที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายวันเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้

8. การอ้างอิง

[1] Matalas, N., Probability Distributions of Low Flows, Professional aper 434-A, USGS, Washington D.C., 1963.

[2] Vogel, R.M. and C.N. Kroll, Low-Flow Frequency Analysis Using Probability-Plot Correlation Coefficients, ASCE Journal of Water Resources Planning and Management, 115(3), pp. 338–357. 1989.

[3] Risley, J., Stonewall, A. and Haluska, T., Estimating Flow-Duration and Low-Flow Frequency Statistics for Unregulated Streams in Oregon, U.S. GEOLOGICAL SURVEY Scientific Investigations Report 2008–5126, 2008.

[4] Reilly, C.F. and Kroll, C.N., Estimation of 7-day, 10-year low-streamflow statistics using baseflow correlation, *Water Resources Research*, Vol., 39, No. 9, SWC 3-1 – 3-10, 2003.

[5] Waltemeyer, S.D., Analysis of the magnitude and frequency of the 4-day annual low flow and regression equations for estimating the 4-day, 3-year low-flow frequency at ungaged sites on unregulated streams in new Mexico, Water Resources Investigation Report, 01-4271, U.S. Geological Survey, 2002.

[6] Weaver, J.C., Low-Flow Characteristics and Discharge Profiles for Selected Streams in the Neuse River Basin, North Carolina, U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 98-4135, 1998.

[7] Grandry M., Gailliez S., Sohier, C., Verstraete A., and Degr'e A., A method for low-flow estimation at ungauged sites: a case study in Wallonia (Belgium), *Hydrol. Earth Syst. Sci.,* 17, 1319–1330, 2013.

[8] Brogan, L. and Cunnane, C., Low flows and low flow distributions for Ireland, National Hydrology Seminar, pp. 85 – 92, 2005.

[9] พงษ์พันธ์ วุฒิชัยกิจเจริญ, 2545. การศึกษาสภาพน้ำไหลน้อยเชิงภูมิภาคในลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม และน่าน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[10] วราวุธ วุฒิวณิชย์, 2545. อุทกวิทยาทางวิศวกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์, 104-150

[11] Tasker, G.D., 1987. A Comparison of Methods for Estimating Low Flow Characteristics of Streams, Water Resources Bulletin, Vol. 23 no. 6, pp. 1077-1083.

[12] Nathan, R.J. and Mcmahon, T.A., 1990. Practical Aspects of Low-Flow Frequency Analysis, Water Resources Research, Vol. 26, No. 9, pp. 2135-2141.

[13] Adamowski, K., 1996. Nonparametric Estimation of Low-Flow Frequencies, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 122, No. 1, pp. 46-49..

[14] Yevjevich, V.M., 1982. Probability and Statistics in Hydrology, Water Resources Publication, Colorado, 224 p.