



การใช้ค่าดัชนีน้ำฝนพยากรณ์ปริมาณน้ำหลากสูงสุดในลุ่มน้ำยมตอนบน

The Use of Antecedent Precipitation Index to Estimate Peak Flow in Upper Yom River Basin

พิมพ์นารา อินทร์เรือง¹, วรณดี ไทยสยาม² และ จิรวัดน์ กณะสุด³

¹นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^{2,3}ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: kaikanya@hotmail.com

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำยมมักมีอุทกภัยเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้งในช่วงฤดูน้ำหลาก การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้และรुकล้าทางน้ำเพื่อให้เป็นแหล่งเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย ล้วนทำให้พื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนกลางจนถึงตอนล่างเกิดอุทกภัยรุนแรงอยู่บ่อยครั้งโดยเฉพาะพื้นที่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เป็นต้นมา มีหลายหน่วยงานราชการที่เข้ามาติดตามและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำท่วมในเขตภาคเหนือตอนบนโดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำท่า แต่บางครั้งระยะเวลาในการแจ้งเตือนภัยอาจน้อยเกินไปจนทำให้ประชาชนอพยพไม่ทันก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอยู่ การศึกษานี้ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝนกับอัตราการไหลของน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน เพื่อนำไปพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดในฤดูน้ำหลากของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน โดยรวบรวมข้อมูลฝนรายชั่วโมงจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติในพื้นที่ศึกษาจำนวน 10 สถานี และข้อมูลอัตราการไหลรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 6 สถานี ในปี พ.ศ. 2557 - 2560 โดยนำค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝนกับค่าอัตราการไหลในปี พ.ศ. 2557 ไปพยากรณ์ปริมาณน้ำหลากสูงสุดในลุ่มน้ำยมตอนบน ช่วงปี พ.ศ. 2558 - 2560 สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20 อำเภอสอง จังหวัดแพร่ อันเป็นสถานีเหนือน้ำที่ใช้ในการเตือนภัยน้ำหลากก่อนถึงตัวเมืองแพร่ มีพื้นที่รับน้ำ 5,394 ตารางกิโลเมตร ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝนกับค่าอัตราการไหลเป็น $Q_t^{0.5} = 0.3191API_t + 14.545$ โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่าอัตราการไหลสูงสุดเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงอยู่ที่ร้อยละ 16.90 ช่วงเวลาการเกิดน้ำหลากสูงสุดเร็วกว่าสภาพจริง 14 ชั่วโมง และค่าดัชนีน้ำฝน (API) ที่ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมเท่ากับ 44.16 มิลลิเมตร จึงจะทำให้เกิดภาวะน้ำเริ่มล้นตลิ่งที่สถานีท้ายน้ำ Y.1C อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

คำสำคัญ : ดัชนีน้ำฝน, ปริมาณน้ำหลากสูงสุด, ลุ่มน้ำยมตอนบน

Abstract

Yom River Basin often has frequent floods during the flood season. The encroachment on forest and river bank into an agricultural land and residential area, causing the middle - lower Yom river basin area to flood very often, especially in the area of Muang District, Phrae Province. There are many government agencies that come to prevent and monitor the flood situation in the upper northern region using rainfall data and discharge data. But sometimes the flood warning time may be too small, the people were not evacuated causing damage to life and property. This study aimed to establish the relationship between an Antecedent Precipitation Index and runoff discharge in Upper Yom River Basin in order to forecast the maximum peak flow in the study area. The data used for analysis consists of hourly rainfall data from 10 rain gauge stations and hourly discharge data from 6 runoff measuring stations which collected from 2014 to 2017. The rainfall data and discharge data of 2014 is used to find a relationship equation between API and discharge in Upper Yom River Basin on 2015 to 2017. For the runoff measuring station Y.20 in Song District, Phrae province is used for flood warning station before reaching Phrae city which drainage area is 5,394 km². From study results, the relationship between API and discharge of station Y.20 can be written as $Qt^{0.5} = 0.3191API_t + 14.545$. From proposed equation, the peak discharge of station Y.20 could be predicted with 16.90% error. The computed peak flow period occurs earlier than the measured data 14 hours. When the API at upstream station Y.20 exceed 44.16 millimeters, flow at downstream station Y.1C Muang District, Phrae province will overbank.

Keywords : Antecedent Precipitation Index, Peak Flow, Upper Yom River Basin



1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนกลางและตอนล่างที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่ ทั้งนี้ในอดีตที่ผ่านมา หลายหน่วยงานราชการได้มีการเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนด้วยวิธีใช้เกณฑ์ฝักระวังปริมาณฝนที่ตกมากกว่า 35 มิลลิเมตรต่อวัน ผ่านเว็บไซต์ในรูปแบบแผนที่แสดงข้อมูลน้ำฝนรายวันแบบ Real time และการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำของสถานีวัดปริมาณน้ำท่าจำนวน 2 สถานีที่กำหนดให้เป็นสถานีเหนือน้ำและท้ายน้ำสำหรับลุ่มน้ำยมสถานีเหนือน้ำที่ใช้สำหรับฝักระวังภัยน้ำท่วมคือ Y.20 อ.สอง จ.แพร่ อดีตที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการเตือนภัยอาจจะน้อยเกินไป ซึ่งในบางครั้งทำให้ประชาชนไม่สามารถอพยพหรือย้ายสิ่งของไม่ทัน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินอยู่

Fedora (1987) ได้พัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าอย่างง่ายขึ้นมา ซึ่งใช้เพียงข้อมูลน้ำฝนกับพื้นที่รับน้ำ คือวิธี Antecedent Precipitation Index (API) โดยวิเคราะห์การลดลงของผลกระทบที่เกิดจากฝนตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างค่า API กับอัตราการไหลอยู่ในรูปของสมการเชิงเส้น ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 15.9% และรูปร่างของ Storm hydrograph ตรงกับที่เป็นจริง ต่อมา Fedora & Beschta (1989) ได้ประยุกต์ใช้วิธี Antecedent Precipitation Index (API) พยากรณ์น้ำท่าจากพายุฝนในรัฐ Oregon ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยค่าสัมประสิทธิ์ K จากการวิเคราะห์สมการถดถอยของ hydrograph ในพื้นที่ศึกษา 5 ลุ่มน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.89 - 0.96 และเริ่มคำนวณค่า API ที่ 72 ชั่วโมงก่อนการเกิดน้ำท่า จากการศึกษาพบว่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดและปริมาณน้ำท่า เทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง มีเพียง -1% และ 4% ตามลำดับ ซึ่งการใช้แบบจำลอง API ค่อนข้างมีความแม่นยำสูง สำหรับการศึกษาดัชนีน้ำฝนในประเทศไทย อนุชา (2559) ได้ศึกษาการพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดในช่วงน้ำหลากโดยใช้วิธีดัชนีน้ำฝนในลุ่มน้ำเลย โดยรวบรวมข้อมูลฝนรายชั่วโมงจาก 8 สถานี และข้อมูลน้ำท่ารายชั่วโมงจำนวน 4 สถานี ช่วงปี พ.ศ. 2552 - 2555 มาคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า พบว่าสมการความสัมพันธ์ที่ได้มีความแม่นยำค่อนข้างสูง โดยมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 4 - 8% และค่าดัชนีน้ำฝน (API) เท่ากับ 50 มิลลิเมตร สำหรับใช้เป็นเกณฑ์เตือนภัยน้ำหลากในลุ่มน้ำเลย ก่อนเข้าสู่อำเภอเมือง จังหวัดเลย นอกจากนี้ สุภวุฒิ (2557) ทำการจำลองอัตราการไหลในช่วงน้ำหลาก โดยใช้วิธีดัชนีน้ำฝนในลุ่มน้ำชีตอนบน บริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ โดยรวบรวมข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติจำนวน 9 สถานี และข้อมูลอัตราการไหลจากสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี โดยเลือกสถานีเตือนภัยน้ำหลากในลำน้ำชีที่สถานี E.23 พบว่าเมื่อค่าดัชนีน้ำฝน (API) ประมาณ 75 มิลลิเมตร จะส่งผลให้ระดับน้ำล้นตลิ่งความแม่นยำในการพยากรณ์ค่าอัตราการไหลสูงสุดจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝนกับอัตราการไหลค่อนข้างแม่นยำสูง โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 3-13% สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเกณฑ์เตือนภัยน้ำหลากในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิได้

2. วัตถุประสงค์

ในการศึกษานี้จะทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ในช่วงน้ำหลากในลุ่มน้ำยมตอนบน โดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน ดัชนีน้ำฝน (Antecedent Precipitation Index หรือ API) และอัตราการไหลที่เกิดขึ้นในพื้นที่ เพื่อนำไปเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังและเตือนภัยน้ำท่วมแก่ประชาชนบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยได้ทันทั่วถึง ลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

3. พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำยมตอนบนอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่รวม 5,392.3 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ พะเยา น่าน ลำปาง และแพร่ ลุ่มน้ำยมตอนบนประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย 4 สาขา ได้แก่ 1) ลุ่มแม่น้ำยมตอนบน มีพื้นที่ 2,111.04 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพะเยา ลำปาง และแพร่ 2) ลุ่มแม่น้ำควม มีพื้นที่ 870.74 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดพะเยา และน่าน 3) ลุ่มแม่น้ำบี มีพื้นที่ 656.66 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมจังหวัดพะเยา และน่าน 4) ลุ่มแม่น้ำงาว มีพื้นที่ 1,753.86 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดลำปาง และแพร่

ลักษณะภูมิประเทศของแม่น้ำยมมีต้นกำเนิดจากภูเขาที่มีความลาดชันมาก ระดับความสูงอยู่ที่ 180 - 360 ม.รทก. ความลาดชันลำน้ำประมาณ 1:700 มีที่ราบแคบ ๆ ริมน้ำ จากนั้นจะไหลออกสู่ที่ราบผืนใหญ่จังหวัดแพร่ และไหลเข้าหุบเขาทางทิศตะวันตก แล้วไหลลงทางใต้เข้าสู่ที่ราบที่จังหวัดสุโขทัย

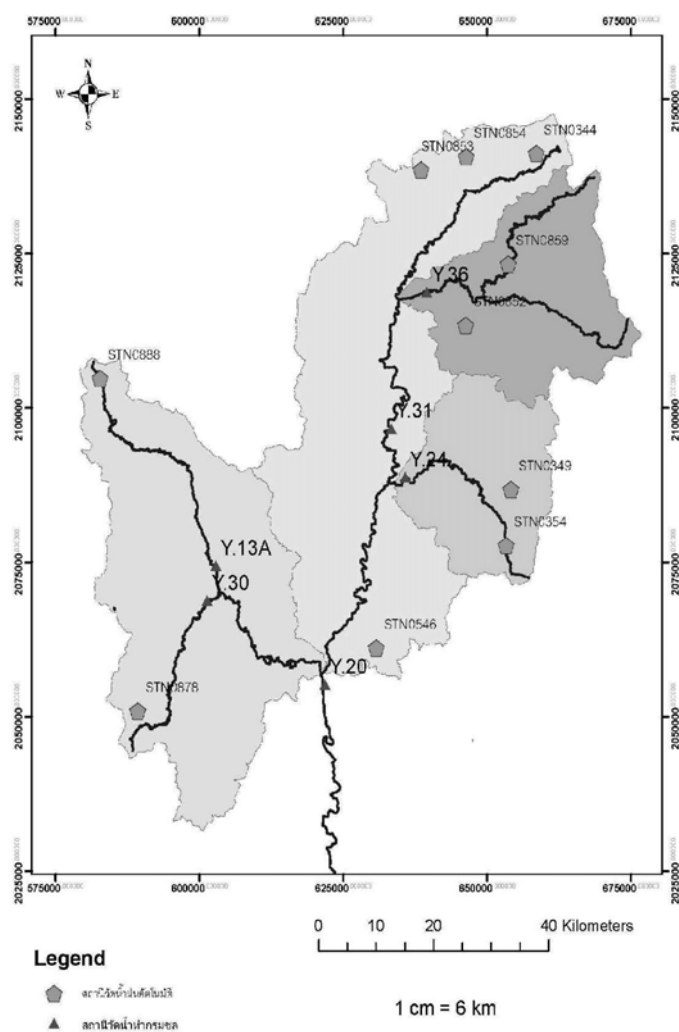
เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำยมตอนบนเป็นภูเขาที่มีความลาดชันสูง ขนาบด้วยทิวเขาที่วางตัวเป็นแนวเหนือ-ใต้ ประกอบกับบางช่วงมีทางน้ำแคบ จึงมักเกิดอุทกภัยในลักษณะน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน บริเวณลุ่มน้ำยมตอนกลางหรือที่ราบในจังหวัดแพร่ขึ้นเป็นประจำ ในช่วงฤดูฝนของแต่ละปี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม จะมีพายุพัดผ่านพื้นที่จังหวัดพะเยา ลำปางและแพร่ ทำให้เกิดฝนตกหนัก ปริมาณน้ำในแม่น้ำยมสูงขึ้นตั้งแต่เดือนสิงหาคมไปจนถึงเดือนกันยายน ประกอบกับพื้นที่บริเวณต้นน้ำของลำน้ำยมไม่มีเขื่อนกักเก็บน้ำ ปริมาณน้ำจากลำห้วยสาขาของแม่น้ำยมจะไหลลงมารวมกับแม่น้ำยมทำให้ปริมาณน้ำยมเอ่อล้นตลิ่ง เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดแพร่

พื้นที่ศึกษาจะครอบคลุมพื้นที่รับน้ำด้านเหนือน้ำทั้งหมดก่อนไหลเข้าสู่อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ โดยรวบรวมข้อมูลอัตราการไหลรายชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2560 ของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าจำนวน 6 สถานี ได้แก่ Y.36 อ.ปง จ.พะเยา, Y.31 อ.เชียงม่วน จ.พะเยา, Y.24 อ.เชียงม่วน จ.พะเยา, Y.13A อ.งาว จ.ลำปาง, Y.30 อ.งาว จ.ลำปาง และ Y.20 อ.สอง จ.แพร่ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 5,400 ตารางกิโลเมตร และรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติในพื้นที่ศึกษา จำนวน 10 สถานีที่มีอิทธิพลต่อสถานีวัดน้ำท่า รายละเอียดของสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติแสดงไว้ในตารางที่ 1 และตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่า และสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติ ในพื้นที่ศึกษาแสดงไว้ในรูปที่ 1



ตารางที่ 1 สถานีวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติของกรมทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษา

ลำดับที่	ID Station	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	STN0344	ผาช้างน้อย	ปง	พะเยา
2	STN0349	บ้านพี	บ้านหลวง	น่าน
3	STN0354	บ้านฟ้า	บ้านหลวง	น่าน
4	STN0546	สะเอียบ	สอง	แพร่
5	STN0852	ขุนควร	ปง	พะเยา
6	STN0853	จิม	ปง	พะเยา
7	STN0854	ผาช้างน้อย	ปง	พะเยา
8	STN0859	ขุนควร	ปง	พะเยา
9	STN0878	บ้านหวด	งาว	ลำปาง
10	STN0888	บ้านร้อง	งาว	ลำปาง



รูปที่ 1 แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำทำในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำยมตอนบน

4. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัย ทำการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายชั่วโมงของสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติจำนวน 10 สถานี แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธีเส้นโค้งทับทวิ (Double Mass Curve) จากนั้นสร้างรูปเหลี่ยมทียีสเซน (Thiessen Polygon) เพื่อหาฝนเฉลี่ยในพื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน รายละเอียดของสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติที่มีอิทธิพลต่อสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่งแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดของสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำฝน

สถานีวัดน้ำฝน	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติ
Y.36	853	STN0852 STN0859
Y.31	1,981	STN0344 STN0854 STN0853 STN0852 STN0859
Y.24	590	STN0349 STN0354
Y.13A	379	STN0888
Y.30	325	STN0878
Y.20	5,394	STN0344 STN0854 STN0853 STN0852 STN0859 STN0349 STN0354 STN0888 STN0878 STN0546

จากนั้นการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ส่วนลด (Recession Coefficient, K) โดยคิดอัตราการไหล ณ เวลาใด ๆ เปรียบเทียบกับอัตราการไหลก่อนหน้าหนึ่งชั่วโมง อัตราการไหลก่อนหน้าสองชั่วโมง และอัตราการไหลก่อนหน้าสามชั่วโมง ในช่วงเวลาระดับน้ำท่าลดลงสู่ภาวะปกติหลังเกิดปริมาณน้ำหลากสูงสุดแล้ว โดยได้เลือกข้อมูลช่วงวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2557 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ส่วนลดดังกล่าวมาวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำฝนรายชั่วโมง รายสองชั่วโมง และสามชั่วโมง เพื่อมาหาความสัมพันธ์ระหว่างรากที่สองอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีน้ำฝนรายสองชั่วโมงให้ค่าความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีอื่น ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่าดัชนีน้ำฝนรายสองชั่วโมงหาความสัมพันธ์ระหว่างรากที่สองของอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน

นำสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่ารากที่สองของอัตราการไหลที่ได้มาทำนายค่าอัตราการไหลสูงสุด และกราฟน้ำหลากของเหตุการณ์น้ำท่วมระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2560 โดยมีรายละเอียดการศึกษาดังต่อไปนี้



4.1 การคำนวณค่าดัชนีน้ำฝน (API)

ดัชนีความชื้นในดินก่อนฝนตก (Antecedent Precipitation Index, API) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ชี้วัดความชุ่มชื้นในดินก่อนฝนตก โดยเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการสะสมของน้ำฝนที่ตกลงมา น้ำในดินที่ระเหยกลับขึ้นไปในอากาศ และน้ำในดินที่ระบายให้เกิดน้ำท่าทั้งทางผิวดินและใต้ผิวดิน ค่าดัชนีน้ำฝน (API) ณ เวลาที่พิจารณาใด ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการความสัมพันธ์ (1)

$$API_t = (API_{t-\Delta t} * K) + P_t \quad (1)$$

- เมื่อ API_t = ค่าดัชนีน้ำฝน ณ เวลาใด ๆ (มิลลิเมตร)
- $API_{t-\Delta t}$ = ค่าดัชนีน้ำฝนของเวลาก่อนหน้า (มิลลิเมตร)
- P_t = ค่าปริมาณฝน ณ เวลาใด ๆ (มิลลิเมตร)
- K = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใด ๆ

ในการศึกษานี้ได้เลือกค่าช่วงเวลาก่อนหน้า (Δt) เท่ากับ 2 ชั่วโมง เนื่องจากผลการวิจัยของ Fedora (1987) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ส่วนลดที่ได้จากการคำนวณในช่วงเวลาต่างกัน 2 ชั่วโมง ให้ผลการทำนายอัตราการไหลสูงสุดใกล้เคียงกับที่ตรวจวัดจริงมากกว่าที่ค่าคำนวณได้ในช่วงเวลาต่างกัน 1 หรือ 3 ชั่วโมง

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝน (API) และอัตราการไหล

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีน้ำฝนกับอัตราการไหลที่ตรวจวัดจริง ได้เลือกใช้ข้อมูลอัตราการไหลและค่าดัชนีน้ำฝนในช่วงวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2557 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 เพื่อพล็อตกราฟหาสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างรากที่สองของอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ดังสมการที่ (2)

$$Q_t^{0.5} = I + (S)(API_t) \quad (2)$$

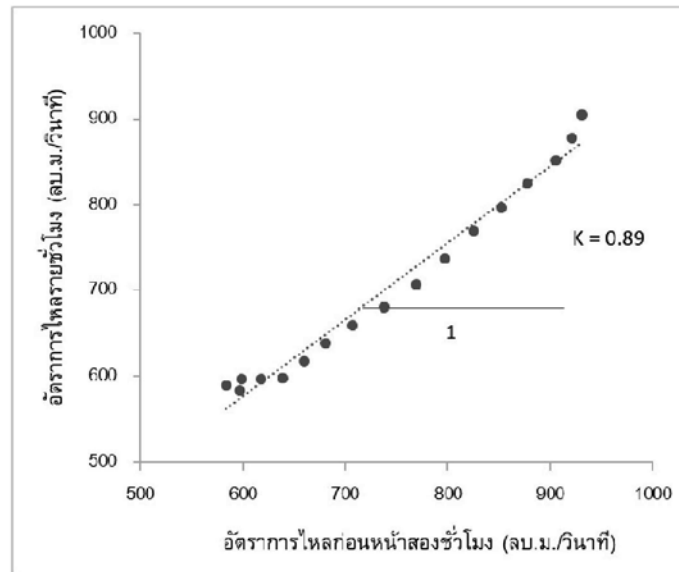
- เมื่อ Q_t = อัตราการไหล ณ ชั่วโมงที่พิจารณา (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
- I = จุดตัดของแกน Y
- S = ความลาดชันของลำน้ำ
- API_t = ค่าดัชนีน้ำฝนของชั่วโมงที่พิจารณา (มิลลิเมตร)

นำสมการที่ได้ไปพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดเทียบกับการตรวจวัดจริงในพื้นที่ศึกษา

5. ผลการศึกษา

5.1 ค่าสัมประสิทธิ์ส่วนลด (Recession Coefficient, K)

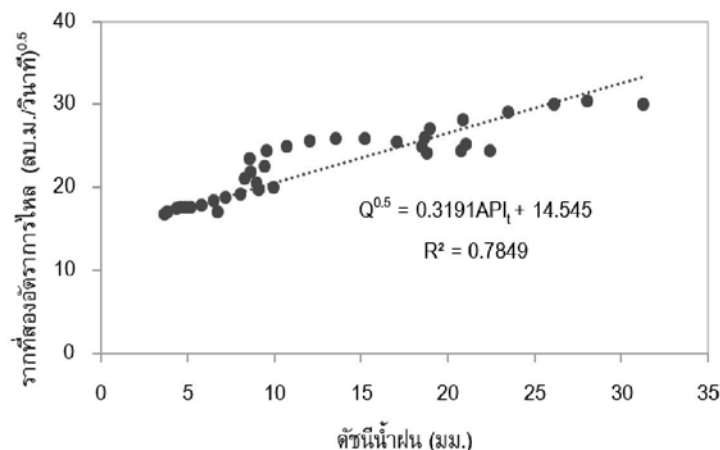
สัมประสิทธิ์ส่วนลด (Recession Coefficient, K) ได้จากความลาดชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลรายชั่วโมงกับอัตราการไหลก่อนหน้าสองชั่วโมง โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลในช่วงน้ำหลากปี พ.ศ. 2557 ของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 ผลการวิเคราะห์ที่ได้ค่า $K = 0.98$ ดังแสดงในรูปที่ 2 การหาสัมประสิทธิ์ส่วนลดของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 รายสองชั่วโมง



รูปที่ 2 การหาสัมประสิทธิ์ส่วนลดของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 รายสองชั่วโมง

5.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรากที่สองอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน(API)

ในการศึกษานี้ได้คัดเลือกเหตุการณ์น้ำหลากในพื้นที่ศึกษาระหว่างวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2557 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 ของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่า Y.20 จากนั้นจึงนำค่ารากที่สองของอัตราการไหลที่เกิดขึ้นจริงกับค่าดัชนีน้ำฝนมาพล็อตกราฟและหาสมการความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 3



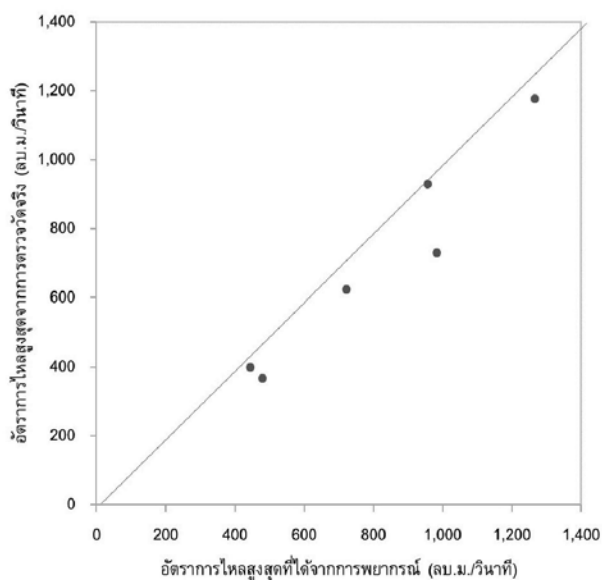
รูปที่ 3 สมการความสัมพันธ์ระหว่างรากที่สองอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝนของสถานีวัดน้ำท่า Y.20



จากรูปที่ 3 สามารถหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างรากที่สองอัตราการใช้และค่าดัชนีน้ำฝนของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 ได้เป็น $Q_{0.5} = 0.3191API_t + 14.545$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.7849

5.3 ผลการคำนวณอัตราการใช้สูงสุด

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างรากที่สองอัตราการใช้กับค่าดัชนีน้ำฝนในปี พ.ศ.2557 ของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 ได้นำมาพยากรณ์อัตราการใช้สูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูน้ำหลากของปี พ.ศ.2558 ถึงปี พ.ศ. 2560 ผลการพยากรณ์อัตราการใช้สูงสุดจากสมการความสัมพันธ์เปรียบเทียบกับอัตราการใช้ที่ตรวจวัดในสนามจริงของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 แสดงในตารางที่ 3 เหตุการณ์น้ำหลากของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 ช่วงปี พ.ศ. 2557-2560 ผลการพยากรณ์อัตราการใช้สูงสุดแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 อัตราการใช้สูงสุดจากสมการเปรียบเทียบกับอัตราการใช้จริงของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 ช่วงปี พ.ศ. 2557 - 2560

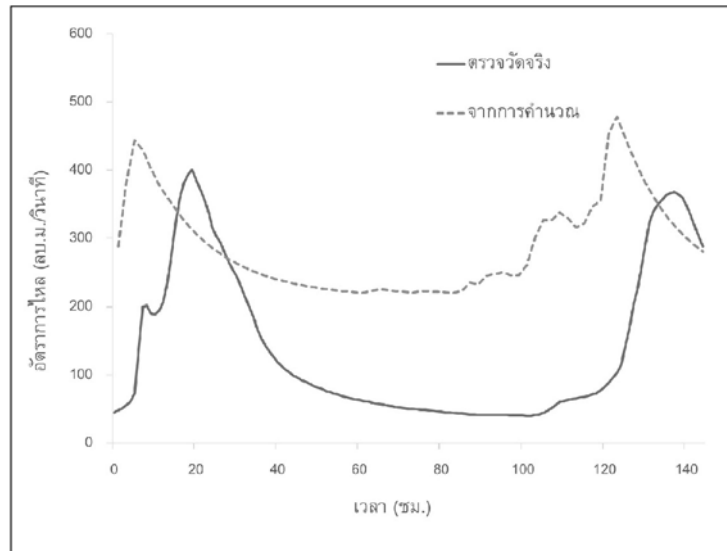
ตารางที่ 3 เหตุการณ์น้ำหลากของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 ช่วงปี พ.ศ. 2558 - 2560

วัน/ เดือน/ปี	เวลา (น.)	Q ตรวจวัดจริง (ลบ.ม./วินาที)	Q จากการพยากรณ์	Relative Error (%)
			$Q^{0.5} = 0.3191API_t + 14.545$	
03-ก.ย.- 57	03.00 น.	930.4	955.5	2.70
14-ก.ย.- 58	19.00 น.	400.2	443.4	10.80
19-ก.ย.- 58	17.00 น.	367.8	478.1	29.99
16-ส.ค.- 59	06.00 น.	1,177.8	1,266.4	7.52
13-ก.ย.- 59	02.00 น.	624.0	722.3	15.75
18-ก.ค.- 60	08.00 น.	729.0	981.5	34.64

จากรูปที่ 4 และตารางที่ 3 อัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนจากที่ตรวจวัดจริงในสนามค่อนข้างมาก ซึ่งความคลาดเคลื่อนทั้ง 6 เหตุการณ์ เฉลี่ยอยู่ที่ 16.90% โดยค่าอัตราการไหลสูงสุดที่คำนวณได้ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าค่าอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

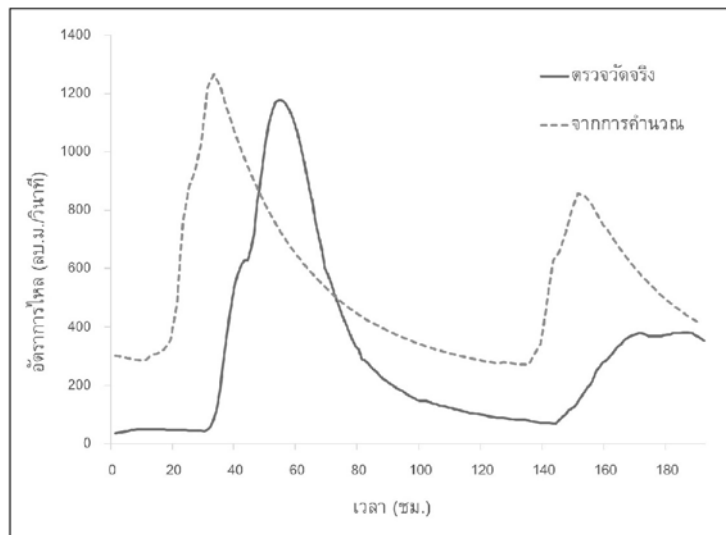
5.4 ผลการคำนวณกราฟน้ำหลาก

จากสมการความสัมพันธ์อัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝนของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 นำมาคำนวณหาค่าอัตราการไหลในช่วงฤดูน้ำหลากของปี พ.ศ.2558 - 2560 เปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดในสนาม ผลการคำนวณพบว่า อัตราการไหลที่ได้จากการสมการเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัดในสนามช่วงฤดูน้ำหลากในปี พ.ศ. 2558 ช่วงวันที่ 13 ถึง 17 กันยายน พ.ศ. 2558 กราฟน้ำหลากที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าค่าจากการตรวจวัดจริงอยู่มาก โดยช่วงเวลาที่เกิดน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการคำนวณเกิดขึ้นก่อนค่าน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด 14 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนของค่า Peak สูงสุดเท่ากับ 10.80 - 29.99% แสดงในรูปที่ 5



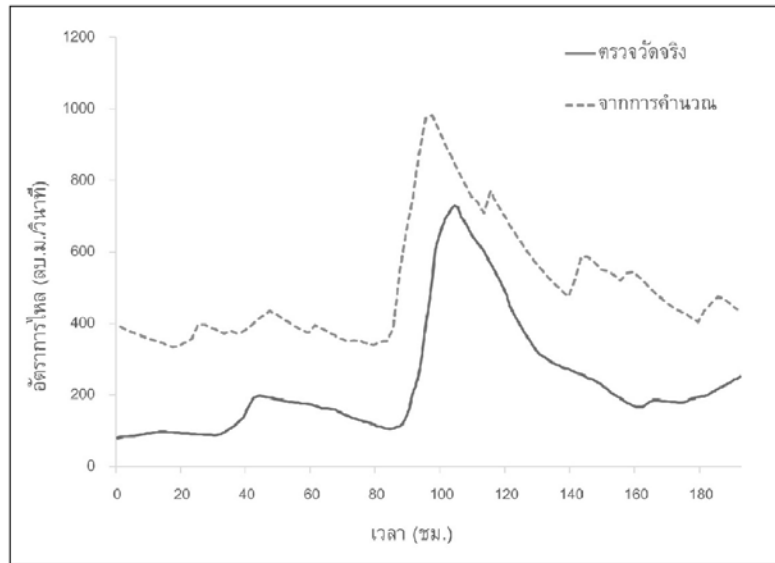
รูปที่ 5 กราฟน้ำหลากระหว่างวันที่ 13 ถึง 17 กันยายน พ.ศ. 2558 สถานี Y.20

สำหรับเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2559 ช่วงวันที่ 14 ถึง 21 สิงหาคม พ.ศ. 2559 กราฟน้ำหลาที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าค่าจากการตรวจวัดจริง โดยช่วงเวลาที่เกิดน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการคำนวณเกิดขึ้นก่อนค่าน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด 21 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนของค่า Peak สูงสุดเท่ากับ 7.52% แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 กราฟน้ำหลากระหว่างวันที่ 14 ถึง 21 สิงหาคม พ.ศ. 2559 สถานี Y.20

สำหรับเหตุการณ์น้ำหลากของสถานี Y.20 ปี พ.ศ.2560 ช่วงวันที่ 14 ถึง 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 กราฟน้ำหลาที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าค่าจากการตรวจวัดจริง โดยช่วงเวลาที่เกิดน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการคำนวณเกิดขึ้นก่อนค่าน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด 7 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนของค่า Peak สูงสุด 34.64% แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟน้ำหลากระหว่างวันที่ 14 ถึง 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 สถานี Y.20

จากรูปที่ 5 ถึง 7 อัตราการไหลที่ได้จากสมการพยากรณ์ของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 เปรียบเทียบกับอัตราการไหลจากการตรวจวัดจริงในสนามในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 ถึงปี พ.ศ. 2560 พบว่าค่าอัตราการไหลสูงสุดที่คำนวณได้จากสมการมีค่อนข้างมีความแม่นยำในการพยากรณ์อัตราการไหลในช่วงฤดูน้ำหลาก สำหรับช่วงเวลาของการเกิดน้ำหลากสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ จะเกิดก่อนน้ำหลากสูงสุดจากการตรวจวัดจริง 14 ชั่วโมง ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 16.90%

6. สรุปผลการวิจัย

การใช้ค่าดัชนีน้ำฝนพยากรณ์ปริมาณน้ำหลากสูงสุดในลุ่มน้ำยมตอนบน เป็นการนำเอาค่าดัชนีความชื้นที่มีอยู่ในดินอันเนื่องมาจากการสะสมของปริมาณฝน มาทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับข้อมูลฝนในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำยมตอนบนจำนวน 6 สถานี คือ Y.36, Y.31, Y.24, Y.13A, Y.30 และ Y.20 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.36 เมื่อนำค่าดัชนีน้ำฝน (API) ของปี พ.ศ. 2557 มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ $Qt^{0.5} = 0.0932API_t + 9.0936$ มีค่า $R^2 = 0.9119$ และเมื่อนำสมการมาคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบว่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดจะเกิดก่อนอัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงอยู่ 3 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนจากการทำนายอัตราการไหลสูงสุดจำนวน 6 เหตุการณ์น้ำหลาก เฉลี่ย 13.28%



2) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.31 เมื่อนำค่าดัชนีน้ำฝน (API) ของปี พ.ศ. 2557 มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ $Qt^{0.5} = 0.1258API_t + 14.827$ มีค่า $R^2 = 0.774$ และเมื่อนำสมการมาคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบว่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดจะเกิดก่อนอัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงอยู่ 12 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนจากการทำนายอัตราการไหลสูงสุดจำนวน 5 เหตุการณ์น้ำหลาก เฉลี่ย 17.81%

3) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.24 เมื่อนำค่าดัชนีน้ำฝน (API) ของปี พ.ศ. 2557 มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ $Qt^{0.5} = 0.1518API_t + 2.3588$ มีค่า $R^2 = 0.8668$ และเมื่อนำสมการมาคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบว่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดจะเกิดก่อนอัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงอยู่ 6 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนจากการทำนายอัตราการไหลสูงสุดจำนวน 6 เหตุการณ์น้ำหลาก เฉลี่ย 28.53%

4) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.13A เมื่อนำค่าดัชนีน้ำฝน (API) ของปี พ.ศ. 2557 มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ $Qt^{0.5} = 0.137API_t + 3.8174$ มีค่า $R^2 = 0.7718$ และเมื่อนำสมการมาคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบว่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดจะเกิดก่อนอัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงอยู่ 9 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนจากการทำนายอัตราการไหลสูงสุดจำนวน 5 เหตุการณ์น้ำหลาก เฉลี่ย 106.09%

5) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.30 เมื่อนำค่าดัชนีน้ำฝน (API) ของปี พ.ศ. 2557 มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ $Qt^{0.5} = 0.1996 API_t + 2.3475$ มีค่า $R^2 = 0.9832$ และเมื่อนำสมการมาคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบว่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดจะเกิดก่อนอัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงอยู่ 13 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนจากการทำนายอัตราการไหลสูงสุดจำนวน 5 เหตุการณ์น้ำหลาก เฉลี่ย 93.25%

6) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20 เมื่อนำค่าดัชนีน้ำฝน (API) ของปี พ.ศ. 2557 มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่าดัชนีน้ำฝน ได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ $Qt^{0.5} = 0.3191API_t + 14.545$ มีค่า $R^2 = 0.7849$ และเมื่อนำสมการมาคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในช่วงฤดูน้ำหลากปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบว่าช่วงเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดจะเกิดก่อนอัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงอยู่ 14 ชั่วโมง และความคลาดเคลื่อนจากการทำนายอัตราการไหลสูงสุดจำนวน 6 เหตุการณ์น้ำหลาก เฉลี่ย 16.90%

7) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีน้ำฝนกับอัตราการไหล และข้อมูลโค้งความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับระดับน้ำ โดยกำหนดสถานีวัดปริมาณน้ำท่า Y.20 เป็นสถานีสำหรับเตือนภัยน้ำหลากก่อนเข้าเขตอำเภอเมือง จังหวัดแพร่ พบว่า เมื่อดัชนีน้ำฝนเท่ากับ 44.16 มิลลิเมตร ค่าระดับน้ำที่สถานีต้นน้ำ Y.20 จะมีระดับ 8.00 เมตร หรือมีปริมาณน้ำ 820 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที คลื่นน้ำหลากจากสถานี Y.20 จะเดินทางไปถึงเมืองแพร่ที่สถานีท้ายน้ำ Y.1C ในอีก 24 ชั่วโมงถัดมา และเกิดภาวะน้ำเต็มตลิ่งที่สถานี Y.1C ที่ระดับ 8.05 เมตร ซึ่งสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดและนำไปใช้ในการเตือนภัยน้ำหลากในลุ่มน้ำยมตอนบนได้

8) วิธีดัชนีน้ำฝน (API) นี้ ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์จะแปรผันไปกับการเปลี่ยนหน่วยของอัตราการไหล ลักษณะทางธรณีวิทยา ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และตัวแปรเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลกับความเข้มฝน ความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่จะเกิดกับการพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดที่มีขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากอัตราการซึมลงดิน รวมทั้งอัตราการระเหยของเหตุการณ์ฝนขนาดเล็ก วิธี API จึงใช้ได้ดีกับการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนขนาดใหญ่มากกว่า

7. ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติเพิ่มเติม เนื่องจากพื้นที่รับน้ำแต่ละลุ่มน้ำสาขามีขนาดใหญ่กว่า 325 ตารางกิโลเมตร บางลุ่มน้ำมีสถานีวัดน้ำฝนเพียง 1 แห่ง ทำให้ข้อมูลปริมาณฝนที่ได้ไม่เป็นตัวแทนของฝนในพื้นที่ที่ตื้นัก บางสถานีข้อมูลขาดหายไปไม่ต่อเนื่อง หรือไม่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง

2) เนื่องจากมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเกิดขึ้นในลุ่มน้ำยมตอนบนเป็นจำนวนมาก เช่นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ซึ่งมีผลกระทบต่อการศึกษาค่าดัชนีน้ำฝนเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำหลาก เนื่องจากอิทธิพลของการบริหารจัดการน้ำและการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลของน้ำท่า ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะกับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กที่ยังไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่เข้ามาเกี่ยวข้อง

3) สมการความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีน้ำฝนกับอัตราการไหลจะเปลี่ยนไปตามสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งการมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ หากต้องการนำผลการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ จำเป็นต้องมีการทบทวนศึกษาใหม่

4) สมการความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีน้ำฝนกับอัตราการไหลที่ศึกษาเป็นสมการเชิงเส้นตรง แนวทางเลือกอื่นในการศึกษาเพิ่มเติมอาจเปลี่ยนเป็นสมการเชิงซ้อนหรือเป็นสมการยกกำลังอื่น ๆ เพื่อให้ผลลัพธ์ในการหาอัตราการไหลสูงสุดดีขึ้น



8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเฝ้าระวังและเตือนภัย น้ำหลาก - ดินถล่ม สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาการอนุรักษ์ต้นน้ำลุ่มน้ำยม ส่วนศึกษาการพัฒนาการอนุรักษ์ต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน ที่ให้ข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมงและข้อมูลน้ำท่ารายชั่วโมง และขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาในครั้งนี้

9. บรรณานุกรม

- [1] Mark A. Fedora. 1987. Simulation of Storm Runoff in the Oregon Coast Rang. M.S. Thesis of Oregon State University.
- [2] M.A. Fedora and R.L. Beschta. 1989. Strom Runoff Simulation Using an Antecedent Precipitation Index (API) Model. Journal of Hydrology 112: 121-133.
- [3] Beschta, R.L. 1990. Peakflow Estimation Using an Antecedent Precipitation Index (API) Model in Tropical Environments. Ph.D. Thesis, Oregon State University.
- [4] Bousfield. 2008. Peakflow Prediction Using an Antecedent Precipitation Index in Small Forested Watersheds of the Northern California Coast Range. M.S. Thesis, Humboldt State University.
- [5] อนุชา กาญจนารักษ์. 2559. การพยากรณ์อัตราการไหลสูงสุดในช่วงน้ำหลาก โดยใช้วิธีดัชนีน้ำฝนในลุ่มน้ำเลย. การศึกษาค้นคว้าอิสระระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] จิราภรณ์ จิตประทุม. 2559. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์น้ำท่า โดยใช้ดัชนีความชุ่มชื้นของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยมะเฟืองอำเภอเมือง จังหวัดระยอง. การศึกษาค้นคว้าอิสระระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [7] ครณพัชร์ อุดมสินคำ. 2558. ค่าดัชนีน้ำฝนสำหรับการเตือนอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [8] สุภาวดี ก่อคุณ. 2557. การจำลองอัตราการไหลสูงสุดในช่วงน้ำหลาก โดยใช้วิธีดัชนีน้ำฝนในลุ่มน้ำชีตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- [9] ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์. 2555. โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ระบบการเฝ้าระวังและเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน. ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] ธาดา สุขะปุ่นพันธุ์. 2557. การพยากรณ์น้ำท่วม โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระดับน้ำ. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- [11] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2555. โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ.