

การประเมินปริมาณน้ำและอัตราการไหลสูงสุดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่

Amount of Flow and Peak Discharge Assessment from Climate and Land Use Changes in Mae Klang River Basin, Chiang Mai Province

น้ำฝน ศัลยวิเศษ^{1,*} ธนพร สุปรียศิลป์² และ พีรวัฒน์ ปลาเงิน³

^{1,2,3} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

*Corresponding author; E-mail address: namfon_sunlakaviset@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน อาจส่งผลทำให้เกิดน้ำท่วม ดังนั้นจึงได้ศึกษาปริมาณน้ำและอัตราการไหลสูงสุดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบจำลอง HEC-HMS จากนั้นนำข้อมูลคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตด้วยแบบจำลอง CCSM4 และข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากำหนดกรณีศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า พ.ศ.2550 - 2564 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าลดลงร้อยละ 2.71 ในขณะที่พื้นที่ที่เพิ่มพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.85 และผลจากแบบจำลองในอนาคต พ.ศ.2561 - 2591 กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าปริมาณน้ำและอัตราการไหลสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่าปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นสูง แต่อัตราการไหลสูงสุดลดลงร้อยละ 10.30 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินและสภาพภูมิอากาศ พบว่าจุด P.24A ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 65.80 ที่ RCP 4.5 และร้อยละ 69.03 ที่ RCP 8.5 และจุด Outlet ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.56 ที่ RCP 4.5 และร้อยละ 72.73 ที่ RCP 8.5 จากผลการศึกษาดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมอำเภอยางตลาด ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังน้ำท่วมและเตรียมวิธีการรับมือเพื่อป้องกันการเกิดน้ำท่วมในอนาคต

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, น้ำท่วม, การจัดการน้ำ, แบบจำลองทางอุทกวิทยา

Abstract

Climate and land use change may cause flooding. This study investigated these changes by applying the HEC-HMS model to evaluate changes in flow volume and peak discharge in the Mae Klang River Basin, located in Chiang Mai Province. Future projections of climate conditions in year 2048, derived

from the CCSM4 model under RCP 4.5 and RCP 8.5, along with land use change data, were utilized to forecast future flood risk in the study area. The results showed that from 2007 to 2021, land use changes in woods areas decreased by 2.71%, while impervious areas increased by 0.85%. The results from the future model for 2018 to 2048 in the case of land use change showed that the water volume and peak discharge increased slightly. In the case of climate change, the water volume increased significantly, but the peak discharge decreased by 10.30%. In the case of changes in both land use and climate, the water volume at P.24A increased by 65.80% at RCP 4.5 and 69.03% at RCP 8.5, and the water volume at the outlet increased by 69.56% at RCP 4.5 and 72.73% at RCP 8.5. From the results, climate and land use changes influence the increased water volume, which may be the cause of flooding in Chom Thong District. Therefore, flood monitoring and preparedness should be carried out to prevent future flooding.

Keywords: Land use change, Climate change, Flood, Water Management, Hydrological modeling

1. คำนำ

ลุ่มน้ำแม่กลางตั้งอยู่บริเวณ อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย โดยจังหวัดเชียงใหม่ถือเป็นเมืองเศรษฐกิจอันดับ 2 ของประเทศ และเป็นอันดับ 1 ของภาค มีนักท่องเที่ยวจากทั่วโลก มีแหล่งเกษตรกรรมและแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ทำให้นักลงทุนเข้ามาทำธุรกิจทั้งด้านธุรกิจโรงแรมและรีสอร์ท ซึ่งอาจเกิดการบุกรุกป่าหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุทกภัยต่ออำเภอยางตลาดได้ ดังนั้นจึงมีการรายงานสถานการณ์น้ำท่วมในอำเภอยางตลาดเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ.2565 [1] และ 10-11 กันยายน พ.ศ.2565 [2], [3] ได้มีการรายงานข่าวการเกิดอุทกภัย เนื่องจากฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องและ

น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมที่อยู่อาศัยและพื้นที่ทำการเกษตร รวมไปถึงแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ ทำให้เกิดความเสียหายแก่ประชาชน หลังจากนั้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ.2566 [4] รายงานสถานการณ์น้ำป่าบนดอยอินทนนท์เนื่องจากฝนตกหนักทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากลงพื้นที่ด้านล่างจนเอ่อล้นตลิ่งลำน้ำแม่กลาง ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นอีกครั้ง [5] กล่าวว่ามี 40 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรายปีแต่ละพื้นที่ที่มีปริมาณฝนที่ต่างกัน จำนวนพายุหมุนเขตร้อนมีปริมาณลดลง แต่ความรุนแรงทางภัยพิบัติเพิ่มมากขึ้น ความถี่และระยะเวลาที่ฝนตกต่อเนื่องนั้นลดลง แต่ความแรงและความชื้นของฝนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดภัยพิบัติ เสี่ยงต่อเหตุการณ์ฝนตกหนัก น้ำท่วม และน้ำท่วมฉับพลัน

จากผลการศึกษาการเกิดอุทกภัยอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน [6] พบว่าการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจาก พ.ศ.2558 ไปอีก 100 ปี (พ.ศ.2658) พื้นที่การเกษตรลดลง แต่พื้นที่เมืองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และในอนาคตอัตราการไหลสูงสุดจะเพิ่มขึ้นจาก 571.1 ลบ.ม./วินาที เป็น 1,159.0 ลบ.ม./วินาที และพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้นจาก 100.4 ตร.กม. เป็น 184.26 ตร.กม. จากการศึกษาที่ผ่านมา [7], [8], [9] พบว่าผลการศึกษาไปในทางเดียวกันคือ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่เกษตร พื้นที่ป่าและพื้นที่โล่งมีการเปลี่ยนแปลงลดลง แต่พื้นที่ก่อสร้างมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลันเพิ่มขึ้นในอนาคต [10] จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของฝนตกอย่างรุนแรง (Extreme Rainfall) ในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศทั้งหมด 20 แบบจำลอง ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5 พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่อง โดยมีปริมาณฝน ≥ 1 มม. และช่วงที่ต่อเนื่องกันมากที่สุด (Consecutive wet days, CDW) เพิ่มจากร้อยละ 28 เป็นร้อยละ 41 ภายใต้ RCP 4.5 และเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 26 เป็นร้อยละ 37 ภายใต้ RCP 8.5 ค่าเฉลี่ยจำนวนวันในรายปีที่มีฝนตกเกิน 20 มม. (Very heavy rainfall days, R20mm) เพิ่มจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 53 ภายใต้ RCP 4.5 และเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 61 ภายใต้ RCP 8.5 และสุดท้ายค่าเฉลี่ยช่วง 5 วันต่อเนื่องที่ฝนตกสะสมมากที่สุด (Max 5-day rainfall, Rx5D) เพิ่มจากร้อยละ 38 เป็นร้อยละ 54 ภายใต้ RCP 4.5 และเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 26 เป็นร้อยละ 53 ภายใต้ RCP 8.5

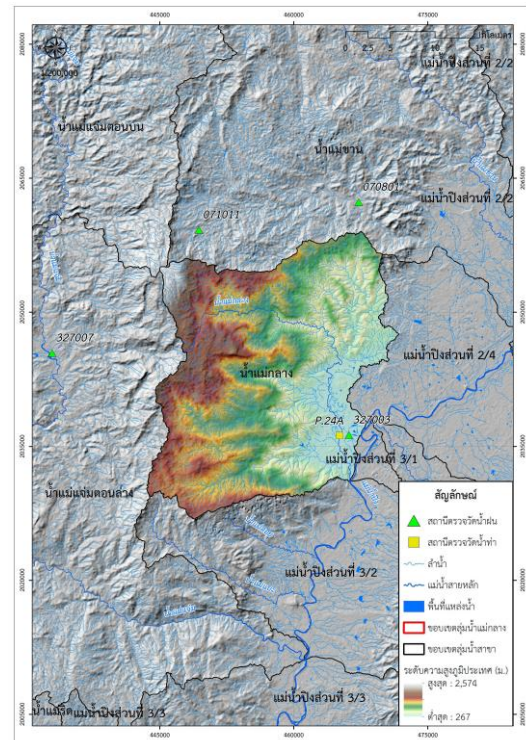
ดังนั้น การเกิดอุทกภัยส่งผลทั้งกับประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่นักท่องเที่ยว กลุ่มธุรกิจการท่องเที่ยว และกลุ่มเกษตรกรรม การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบทางอุทกวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้แบบจำลอง HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System)

2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำแม่กลาง ตั้งอยู่บริเวณอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดทางภูมิศาสตร์ ละติจูด $18^{\circ} 28' 31.68''$ N ลองจิจูด $98^{\circ} 35' 38.90''$ E ขนาดพื้นที่รับน้ำ 617.97 ตารางกิโลเมตร (386,233.85 ไร่) บริเวณส่วนใหญ่เป็น

พื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตร มีลำน้ำแม่กลางไหลผ่าน โดยมีสถานีวัดน้ำท่ากรมชลประทาน P.24A สะพานประชาอุทิศ บ้านหลวง ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ละติจูด $18^{\circ} 25' 02''$ N ลองจิจูด $98^{\circ} 40' 29''$ E พื้นที่รับน้ำ 460 ตารางกิโลเมตร ความยาวลำน้ำจากต้นน้ำถึงสถานี 41.8 กิโลเมตร



รูปที่ 1 แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำแม่กลาง

2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ข้อมูลทางกายภาพของลุ่มน้ำแม่กลาง

ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้แก่ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ของลุ่มน้ำแม่กลาง ความละเอียด 30 เมตร ของชุดข้อมูล Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) ปี 2000 ซึ่งได้ข้อมูลมาจาก USGS Earth Resources Observation and Science (EROS)

2.2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

สถานที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามีสถานีของกรมชลประทาน 2 สถานี คือบ้านสบวิน (070801) และโครงการหลวงขุนวาง (071011) สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา 2 สถานี คืออำเภอจอมทอง (327003) และอำเภอแม่แจ่ม (327007) เมื่อตรวจสอบข้อมูลพบว่าข้อมูลฝนรายวันของสถานี 070801 และสถานี 071011 มีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาใช้ Thiessen polygon พบว่าสถานี 327007 ครอบคลุมพื้นที่เพียง 10% ของพื้นที่ศึกษา และตั้งอยู่ในอีกลุ่มน้ำ จึงไม่น่า 3 สถานีดังกล่าวมาใช้ ดังนั้นจึงเหลือสถานีวัดน้ำฝนรายวันเพียงสถานีเดียวคือ

327003 โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2564 เพื่อสร้างแบบจำลอง HEC-HMS

2.2.3 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิ ความเร็วลมเฉลี่ย และจำนวนชั่วโมงแสงแดด ของสถานีตรวจอากาศใกล้ที่สุดคือ สถานีจังหวัดลำพูน (329201) ซึ่งอยู่ห่างจากสถานี 327003 เป็นระยะทาง 40.87 กิโลเมตร (โดยประมาณ) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวันจากกรมอุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2564 ได้นำมาสร้างแบบจำลอง HEC-HMS

2.2.4 ข้อมูลแผนที่กลุ่มดิน

[11] พบว่าแผนที่กลุ่มดิน พ.ศ.2561 บริเวณอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ โดยส่วนมากเป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (SC : slope complex) มีลักษณะเป็นภูเขาและเทือกเขา มีพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความชันมากกว่าร้อยละ 35 ส่วนกลุ่มชุดดินรองลงมาเป็นกลุ่มชุดดินที่ 48 ชุดดินแมริม (Mae Rim series: Mr)

2.2.5 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ใช้ข้อมูล พ.ศ. 2549 2553 2558 2561 และ 2564 ของอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ จากกรมแผนที่ทหาร มาวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและนำมาใช้คำนวณหาค่าหมายเลขโค้งน้ำท่า (Curve Number, CN) เพื่อสร้างแบบจำลอง HEC-HMS

2.2.6 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

สถานีวัดน้ำท่า P.24A โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน จากกรมชลประทาน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2561 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561 เพื่อสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS

2.2.7 ข้อมูลคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต

ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ภายใต้โครงการ Regional Climate Projections Consortium Data Facility in Asia and the Pacific (RCCDF) โดยเลือกใช้แบบจำลอง The Community Climate System Model version 4 (CCSM4) เนื่องจาก Bias Correction วิธี Adjust the mean base ได้ค่า RMSE (Root Mean Square Error) ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น จึงใช้ข้อมูลคาดการณ์สภาพอากาศและปริมาณฝนในอนาคตด้วยแบบจำลอง CCSM4 ณ สถานี 329201 และ 327003 ตามลำดับ ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5 ที่ผ่านการทำ bias correction แล้ว แต่สถานี 329201 ไม่มีข้อมูลคาดการณ์จำนวนชั่วโมงแสงแดด จึงใช้ข้อมูลจากสถานีใกล้เคียงคือ สถานีอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ (327501)

3. วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เริ่มจากการสร้างแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจสอบมาเรียบร้อยแล้ว จากนั้นวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เพื่อกำหนดกรณีศึกษาโดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองในขั้นตอนจำลองปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต เพื่อประเมินผลกระทบทางอุทกวิทยาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

และการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1 แบบจำลอง HEC-HMS

แบบจำลอง HEC-HMS พัฒนาโดย [12] ออกแบบให้จำลองกระบวนการของน้ำฝนและน้ำท่า ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าที่มาจากน้ำฝนและการไหลในสภาพทั่วไปและสภาพที่มีการควบคุม โดยพิจารณาช่วงระยะเวลาการเกิดน้ำท่า และระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านลำน้ำ แม่น้ำ และอ่างเก็บน้ำ ตามองค์ประกอบที่มีอยู่จริงในพื้นที่ โดยในการสร้างแบบจำลองครั้งนี้จะเลือกวิธีการคำนวณดังนี้

ตารางที่ 1 วิธีการคำนวณของแต่ละแบบจำลองทางอุทกวิทยา HEC-HMS

แบบจำลองทางอุทกวิทยา HEC-HMS	วิธีการคำนวณ
แบบจำลองคำนวณปริมาณน้ำท่า (Runoff-volume models)	SCS curve number (CN)
แบบจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง (Direct-runoff models)	Snyder's unit hydrograph
แบบจำลองปริมาณการไหลพื้นฐาน (Baseflow models)	Exponential recession
แบบจำลองการเคลื่อนตัวของปริมาณการไหลในลำน้ำ (Routing models)	Muskingum

วิธี SCS curve number (CN) ในการคำนวณ Loss method มีสมการการวิเคราะห์ดังสมการที่ (1)

$$P_e = \frac{(P-0.2 \times S)^2}{(P+0.8S)} ; S = \frac{25400-254CN}{CN} \quad (SI) \quad (1)$$

โดยที่ P_e คือ ปริมาณฝนสะสมส่วนเกิน ณ เวลา t , P คือ ความลึกของฝนสะสม, I_a คือ ปริมาณการซึม และ S คือ การกักเก็บสูงสุดที่เป็นไปได้ (potential maximum retention)

ค่า Curve number (CN) สามารถประมาณได้จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use), ประเภทของดิน และความชื้นในดินในช่วงก่อนหน้า (antecedent watershed moisture) โดยใช้ค่า CN ตามตารางของ SCS [13] สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำจะประกอบด้วยดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายประเภท ดังนั้นค่า CN จะถูกคำนวณด้วยวิธี Composite ดังสมการที่ (2)

$$CN_{composite} = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad (2)$$

โดยที่ $CN_{composite}$ คือ ค่า CN ที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำไหลบ่า, i คือ ดัชนีพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของการใช้ประโยชน์ที่ดินและประเภทของดิน, CN_i คือ ค่า CN ของพื้นที่ย่อย i และ A_i คือ พื้นที่ระบายน้ำของพื้นที่ย่อย

วิธี Snyder's unit hydrograph ในการคำนวณ Transform method มีวิธีการคำนวณกราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยมาตรฐานดังสมการที่ (3)

$$t_p = CC_t(LL_c)^{0.3} \quad (3)$$

โดยที่ t_p คือ Basin Lag (ชั่วโมง), C_t คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของลุ่มน้ำ (1.8 - 2.2 Bedient and Huber, 1992), L คือ ความยาวของลำน้ำสายใหญ่วัดจากจุดไกลสุดบนสันปันน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำถึงจุดออก, L_c คือ ระยะทางวัดตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดบนลำน้ำที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางถ่วงของพื้นที่ลุ่มน้ำมากที่สุด และ C คือ ค่าคงที่ 0.75 สำหรับ หน่วย SI

วิธี Exponential recession ในการคำนวณ Baseflow method ซึ่งมีวิธีการกำหนด Baseflow ณ เวลา t ดังสมการที่ (4)

$$Q_t = Q_0 \times k^t \quad (4)$$

โดยที่ Q_t คือ การไหลฐาน ณ เวลา t (ft³/sec หรือ m³/sec), Q_0 คือ การไหลฐานเริ่มต้น ณ เวลา 0 (ft³/sec หรือ m³/sec) และ k คือ ค่าคงที่ภาวะถดถอย โดย Hydrological Engineering Center ได้กำหนดค่า k = 0.95 (Groundwater), 0.8-0.9 (Interflow), 0.3-0.8 (Surface runoff)

วิธี Muskingum ในการคำนวณ Routing method สำหรับแบบจำลองการเคลื่อนตัวของปริมาณการไหลในลำน้ำ ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังสมการที่ (5)

$$S_t = KO_t + KX(I_t - O_t) = K[XI_t + (1 - X)O_t] \quad (5)$$

โดยที่ K คือ ระยะเวลาที่น้ำท่วมเคลื่อนตัวผ่านช่วงลำน้ำ และ X คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก ($0 \leq X \leq 0.5$)

[14] กล่าวว่า การวัดประสิทธิภาพทางสถิติใช้ 3 วิธี คือ Nash Sutcliffe Coefficient of Model Efficiency (NSE), Percentage Bias (PBIAS) และ Root Mean Square Error – Observations Standard Deviation Ratio (RSR)

ตารางที่ 2 เกณฑ์ทางสถิติ เพื่อวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง HEC-HMS

ระดับ	เกณฑ์ทางสถิติ		
	NSE	PBIAS (%)	RSR
ดีมาก	$0.75 < NSE \leq 1.00$	$PBIAS < \pm 10$	$0.00 < RSR \leq 0.50$
ดี	$0.65 < NSE \leq 0.75$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$	$0.50 < RSR \leq 0.60$
ปานกลาง	$0.50 < NSE \leq 0.65$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 25$	$0.60 < RSR \leq 0.70$
ไม่น่าพอใจ	$NSE \leq 0.50$	$PBIAS \geq \pm 25$	$RSR > 0.70$

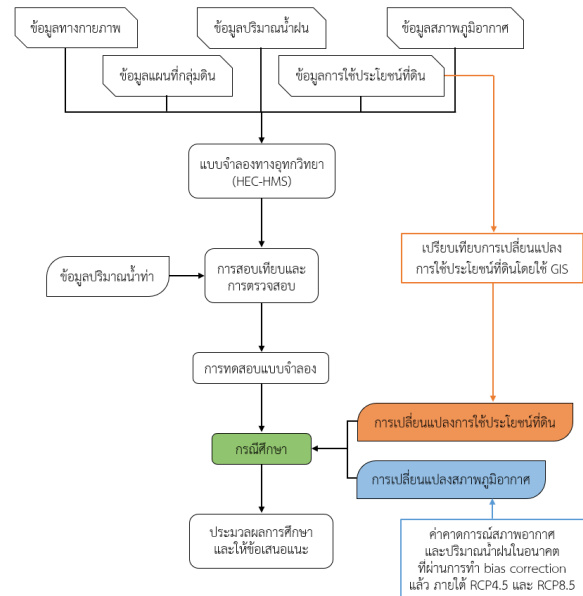
3.2 การสร้างแบบจำลอง HEC-HMS

3.2.1 การเตรียมข้อมูล

ใช้ข้อมูลทางกายภาพของลุ่มน้ำแม่กลาง ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลแผนที่กลุ่มดิน และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

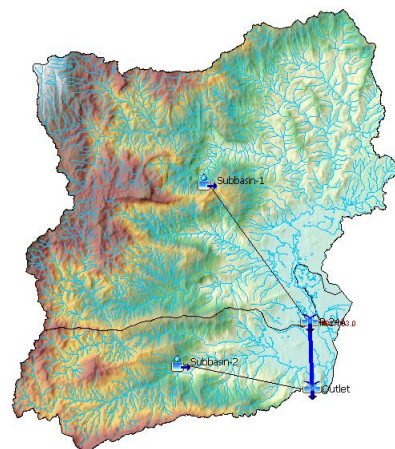
3.2.2 การสร้างแบบจำลองอุทกวิทยา (HEC-HMS)

คือการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลลุ่มน้ำ (Basin model) เป็นข้อมูลลักษณะทางกายภาพ



รูปที่ 2 แผนผังแสดงวิธีการวิจัย

โดยกำหนดตำแหน่งพื้นที่ของลุ่มน้ำ (Subbasin) แม่น้ำที่ไหลผ่าน (Reach) และจุดเชื่อมต่อ (Junction) ดังรูปที่ 3 และกำหนดวิธีการคำนวณของแบบจำลองทางอุทกวิทยา HEC-HMS, ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological model) คือข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลสภาพภูมิอากาศ, การกำหนดช่วงและระยะเวลาของการจำลอง (Control specifications) และข้อมูลในการจำลอง (Time-Series Data) การนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลสภาพภูมิอากาศ รวมไปถึงข้อมูลปริมาณน้ำท่า เพื่อใช้ในการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองในลำดับต่อไป



รูปที่ 3 Basin Model ของลุ่มน้ำแม่กลาง

3.2.3 การสอบเทียบและการตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS

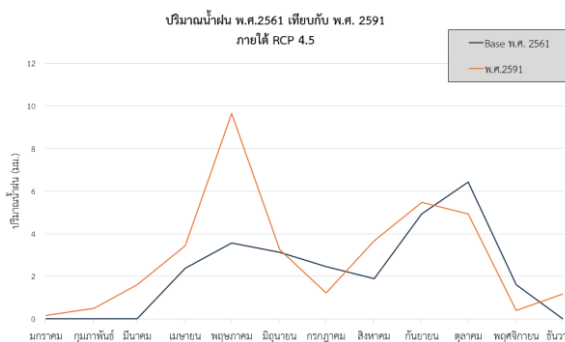
นำผลลัพธ์ของแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่วัดได้จริงจากภาคสนาม เพื่อปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มน้ำและทำให้แบบจำลอง HEC-HMS มีความถูกต้องและแม่นยำ

3.2.4 การทดสอบแบบจำลอง

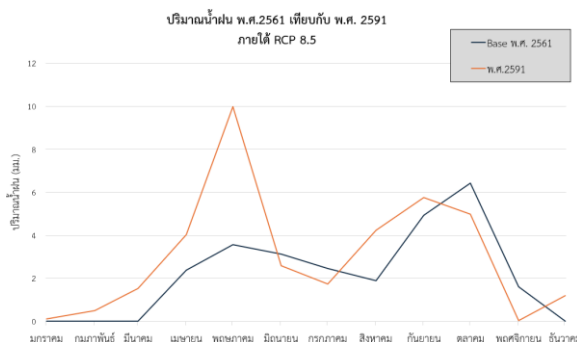
คือการประเมินประสิทธิภาพของค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS ซึ่งการทดสอบแบบจำลองจะเป็นการยืนยันว่าแบบจำลอง HEC-HMS ดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องสามารถนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ต่างๆได้

3.3 ข้อมูลคาดการณ์ปริมาณฝนในอนาคต

นำข้อมูลคาดการณ์ปริมาณฝนในอนาคตด้วยแบบจำลอง CCSM4 ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยเทียบปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานี 327003 ในช่วง Baseline (พ.ศ.2561) กับในช่วง 30 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2591) ดังรูปที่ 4 และ 5 พบว่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยสูงสุดของ พ.ศ.2561 เท่ากับ 57.8 มม. ในเดือนตุลาคม ในขณะที่ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยสูงสุดของ พ.ศ.2591 เท่ากับ 67.2 มม. ภายใต้ RCP 4.5 และ 69.8 มม. ภายใต้ RCP 8.5 ในเดือนพฤษภาคม อย่างไรก็ตามปริมาณฝนรายวันของ พ.ศ.2591 ในเดือนตุลาคมยังมีค่าค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับ พ.ศ.2561 ซึ่งเท่ากับ 52.3 มม. ภายใต้ RCP 4.5 และ 52.9 มม. ภายใต้ RCP 8.5



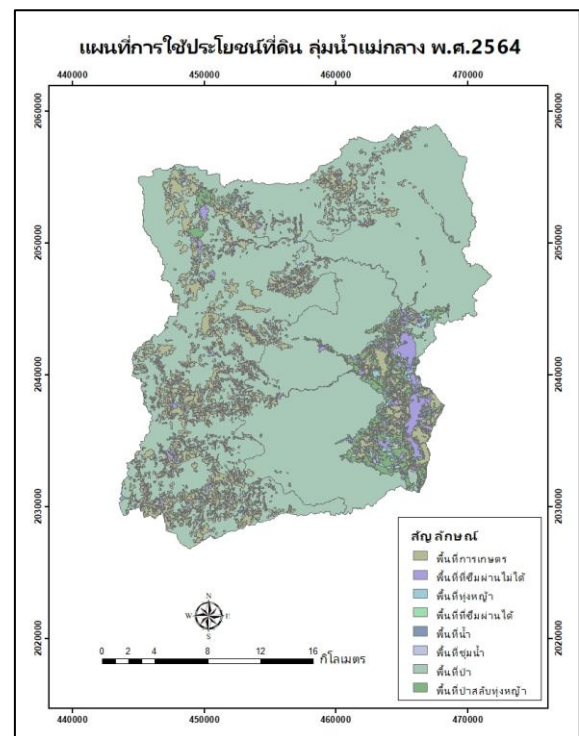
รูปที่ 4 ค่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของ พ.ศ.2561 เทียบกับ พ.ศ.2591 ภายใต้ RCP 4.5



รูปที่ 4 ค่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของ พ.ศ.2561 เทียบกับ พ.ศ.2591 ภายใต้ RCP 4.5

3.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ.2564 ดังรูปที่ 6 จากนั้นนำข้อมูลพื้นที่อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2550 2556 2559 2561 และ 2564 มาเปรียบเทียบกับในแต่ละปี โดยใช้โปรแกรม ArcGIS เพื่อวิเคราะห์หาสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งจำแนกประเภทดังนี้ พื้นที่การเกษตร (Cultivated Agricultural), พื้นที่ป่าสลับทุ่งหญ้า (Woods-Grass), พื้นที่ทุ่งหญ้า (Pasture, grassland, or range), พื้นที่น้ำ (Water), พื้นที่ชุ่มน้ำ (Water; wetland), พื้นที่ป่า (Woods), พื้นที่โล่ง (Open space), พื้นที่ที่ซึมผ่านได้ (Pervious Areas) และพื้นที่ที่ซึมผ่านไม่ได้ (Impervious Areas) จากนั้นใช้ข้อมูลสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินมาวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 3



รูปที่ 6 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำแม่กลาง พ.ศ.2564

ตารางที่ 3 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2550 2556 2559 2561 และ 2564

ปี	2550	2556	2559	2561	2564
พื้นที่การเกษตร	54,847.11	55,745.44	57,623.17	57,649.77	59,758.31
พื้นที่ป่าสลับทุ่งหญ้า	14,937.26	15,018.16	16,687.66	15,783.02	16,130.01
พื้นที่ทุ่งหญ้า	52.93	4,925.79	4,472.82	5,712.28	5,690.51
พื้นที่น้ำ	952.68	1,025.14	1,061.54	1,149.26	1,534.42
พื้นที่ชุ่มน้ำ	0.00	0.00	1.85	0.00	25.37
พื้นที่ป่า	302,937.31	300,999.62	297,531.91	296,354.15	292,486.54
พื้นที่โล่ง	-	0.00	0.00	0.00	0.00
พื้นที่ที่ซึมผ่านได้	5,416.36	84.56	71.89	167.00	226.62
พื้นที่ที่ซึมผ่านไม่ได้	7,090.19	8,435.15	8,783.01	9,418.36	10,382.06
รวม (ไร่)	386,233.85	386,233.85	386,233.85	386,233.85	386,233.85

3.5 การกำหนดกรณีศึกษา

แบบจำลองสภาพทางอุทกวิทยาด้วย HEC-HMS ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ถูกกำหนดด้วยการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Change) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ซึ่งสามารถแยกเป็นกรณีได้ดังนี้

3.5.1 กรณีศึกษาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะใช้ค่า %Impervious ที่ได้จากร้อยละของผลรวมของพื้นที่น้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่ที่ซึมผ่านไม่ได้ ต่อพื้นที่ทั้งหมด มากำหนดกรณีศึกษา

3.5.2 กรณีศึกษาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

แบ่งเป็น 2 กรณี คือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลอง CCSM4 ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5

3.5.3 กรณีศึกษาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

โดยใช้การกำหนดกรณีศึกษาที่ 1 และ 2 มากำหนดกรณีศึกษานี้ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในอนาคต

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการสร้างแบบจำลอง HEC-HMS

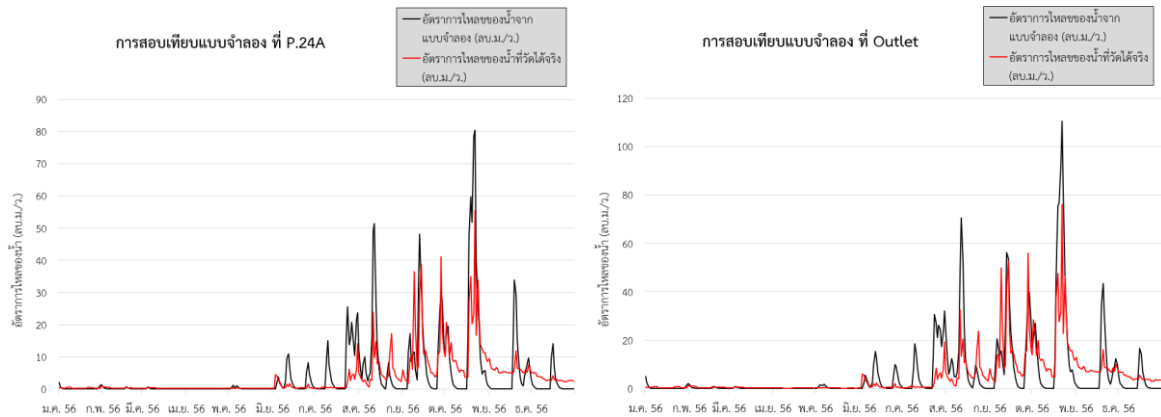
จากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อเลือกพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพไปใช้ในการสร้างแบบจำลองปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยการสอบเทียบและตรวจสอบจะเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำที่ทำได้จากแบบจำลองกับปริมาณน้ำที่วัดได้จริงจากภาคสนาม จากตารางที่ 4 จึงสรุปได้ว่าการสอบเทียบแบบจำลองจะเลือกใช้ข้อมูลของ พ.ศ.2556 (วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2556) เนื่องจากค่า PBIAS (%) อยู่ในระดับปานกลาง-ดี ส่วนการตรวจสอบแบบจำลองจะใช้ข้อมูลของ พ.ศ.2561 (วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561) เนื่องจากแบบจำลอง พ.ศ.2559, 2561 และ 2564 มีค่า NSE และ RSR ไม่ต่างกันเท่าไร แต่ PBIAS (%) ของ พ.ศ. 2561 มีค่าดีกว่าอีก 2 แบบจำลอง จากผลการประเมินประสิทธิภาพค่า NSE

และ RSR ทั้ง 4 แบบจำลองไม่น่าพอใจ ซึ่งเป็นผลมาจากข้อมูลจริงที่มีทั้งหมดเมื่อนำมาวิเคราะห์แบบจำลองแล้วพบว่าอัตราการไหลสูงสุดจากการจำลอง มีค่าสูงกว่า อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นจริง จึงทำให้ค่า NSE และ RSR ต่ำกว่าเกณฑ์ และพื้นที่ศึกษาดังกล่าวเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก ประกอบกับมีสถานีวัดน้ำฝนจำนวนจำกัด ซึ่งอาจส่งผลต่อค่า NSE และ RSR เช่นเดียวกัน

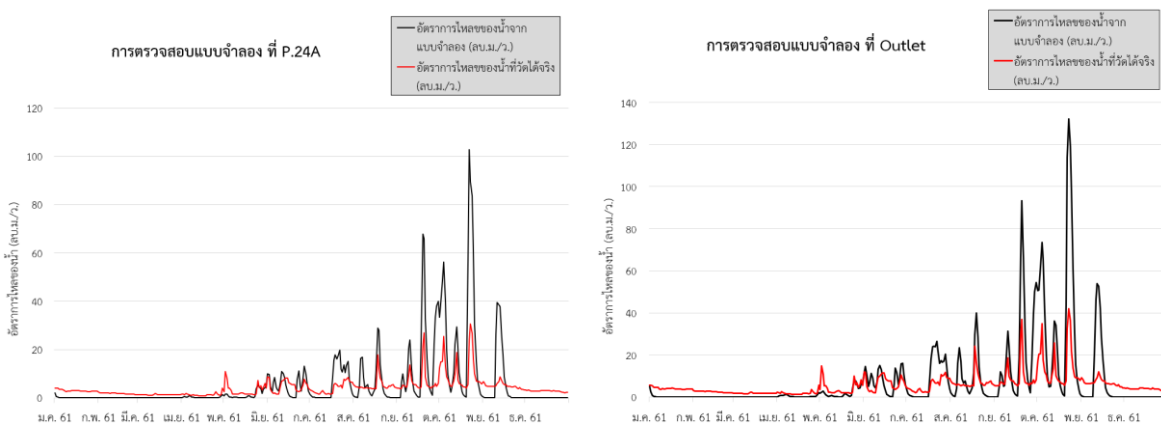
ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพแบบจำลองของการสอบเทียบ (2556) และการตรวจสอบ (2561)

แบบจำลอง		NSE	PBIAS (%)	RSR
2556 (การสอบเทียบ)	P.24A	-0.092	12.46	1.0
	Outlet	0.013	15.53	1.0
2559	P.24A	-4.769	148.58	2.4
	Outlet	-4.613	154.20	2.4
2561 (การตรวจสอบ)	P.24A	-6.019	34.30	2.6
	Outlet	-5.699	38.15	2.6
2564	P.24A	-8.634	151.80	3.1
	Outlet	-7.620	156.64	2.9

แบบจำลองสำหรับการสอบเทียบ ดังรูปที่ 7 และ 8 จะเห็นได้ว่าช่วงสิงหาคมและพฤศจิกายน กราฟอัตราการไหลสูงสุดจุด P.24A และจุด Outlet ที่ได้จากแบบจำลองอัตราการไหลสูงสุดมีค่าสูงกว่าอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นจริง ส่วนแบบจำลองสำหรับการตรวจสอบ ดังรูปที่ 9 และ 10 พบว่าช่วงตุลาคมและพฤศจิกายน กราฟอัตราการไหลสูงสุดจุด P.24A และจุด Outlet ที่ได้จากแบบจำลองอัตราการไหลสูงสุดมีค่าสูงกว่าอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงเช่นเดียวกัน แต่จากการพิจารณาค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองข้างต้น จะเห็นได้ว่าพารามิเตอร์ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบสามารถจำลองกราฟอัตราการไหลสูงสุดออกมาได้ใกล้เคียงข้อมูลปริมาณน้ำที่วัดได้จริงจากภาคสนามที่สุด



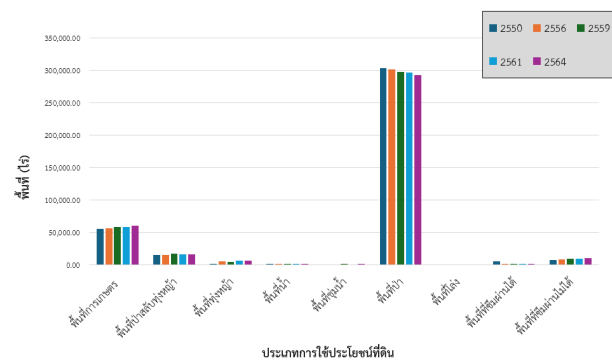
รูปที่ 7 และ 8 ผลของแบบจำลอง การสอบเทียบ ที่จุด P.24A และจุด Outlet



รูปที่ 9 และ 10 ผลของแบบจำลอง การตรวจสอบ ที่จุด P.24A และจุด Outlet

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2550, 2556, 2559, 2561 และ 2564 โดยจำแนกออกเป็น 9 ประเภท พบว่าตั้งแต่ พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2564 พื้นที่ป่าลดลงจาก 302,937.31 ไร่ เหลือ 292,486.54 ไร่ ในขณะที่พื้นที่การเกษตรเพิ่มขึ้นจาก 54,847.11 ไร่ เป็น 59,758.31 ไร่ และพื้นที่ที่ซึมน้ำไม่ได้เพิ่มขึ้นจาก 7,090.19 ไร่ เป็น 10,382.06 ไร่ ดังแสดงในรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าเมื่อผ่านไป 14 ปี มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าลดลงร้อยละ 2.71 ในขณะที่พื้นที่การเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.27 และพื้นที่ที่ซึมน้ำไม่ได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.85 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ที่ซึมน้ำไม่ได้ ซึ่งหมายความว่าพื้นที่ที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้หรือซึมน้ำได้ค่อนข้างน้อย ซึ่งทำให้ความสามารถในการระบายน้ำของพื้นที่อำเภोजอมทองลดลง



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี พ.ศ. 2549 2553 2558 2561 และ 2564

4.3 ผลการวิจัยกรณีศึกษา

จากการกำหนดกรณีศึกษาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางในอีก 30 ปี ข้างหน้า โดยเลือกใช้ฐานข้อมูลแบบจำลอง HEC-HMS ของ 1 มกราคม พ.ศ.2561 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2561 เพื่อจำลองสถานการณ์ในอนาคต 1 มกราคม พ.ศ.2591 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2591 พบว่า

4.3.1 กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ค่า

%Impervious มากำหนดกรณีศึกษา

พบว่า %Impervious เฉลี่ยต่อปีตั้งแต่ พ.ศ.2550 ถึง พ.ศ.2564 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.056 สำหรับ Subbasin 1 และร้อยละ 0.134 สำหรับ Subbasin 2 จึงกำหนดกรณีศึกษาเป็นกรณีเพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี ซึ่งมีการกำหนดค่า %Impervious สำหรับ Subbasin 1 และ 2 ตามตารางที่ 5 แต่จากการเพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปีมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จึงได้เพิ่มอีก 1 กรณีคือกรณีเพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 โดยมีการเพิ่ม %Impervious จาก พ.ศ.2561 ถึง พ.ศ.2591 ร้อยละ 5

ตารางที่ 5 %Impervious สำหรับกำหนดกรณีศึกษา

กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	%Impervious			
	Subbasin 1		Subbasin 2	
	Base 2561	2591	Base 2561	2591
เพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี	2.163%	3.831%	4.296%	3.831%
เพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5		7.163%		9.296%

จากผลของตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าของ พ.ศ.2561 กับ พ.ศ.2591 กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 2 กรณีย่อยนั้น มีอัตราการไหลสูงสุดและปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดยังคงเป็นวันเดียวกันกับ พ.ศ.2561

4.3.2 กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP 4.5 และ RCP 8.5

พบว่า ตามตารางที่ 6 อัตราการไหลสูงสุดลดลง แต่ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นที่จุด P.24A จากเดิม 130,925.4 (10³) ลบ.ม. เป็น 281,305.9 (10³) ลบ.ม. และ 296,267.9 (10³) ลบ.ม. สำหรับ RCP 4.5 และ RCP 8.5

ตารางที่ 6 ค่าอัตราการไหลสูงสุด, ปริมาณน้ำท่า และวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด ของกรณีศึกษาต่างๆ

กรณีศึกษา		อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./ว)		ปริมาณน้ำท่า (10 ³ ลบ.ม.)	วันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด
กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	Base 2561	P.24A	102.9	130,925.4	22-ต.ค.-2561
		Outlet	132.2	179,001.1	22-ต.ค.-2561
	เพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี	P.24A	103.4	179,320.4	22-ต.ค.-2591
		Outlet	133.1	253,429.0	23-ต.ค.-2591
กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	เพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5	P.24A	104.6	185,737.2	22-ต.ค.-2591
		Outlet	134.3	260,490.7	23-ต.ค.-2591
	RCP 4.5	P.24A	92.3	281,305.9	10-ต.ค.-2591
		Outlet	119.6	392,715.1	15-ก.ย.-2591
กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	RCP 8.5	P.24A	97.7	296,267.9	20-พ.ค.-2591
		Outlet	124.3	413,228.7	15-ก.ย.-2591
กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	เพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี & RCP 4.5	P.24A	92.6	284,866.8	15-ก.ย.-2591
		Outlet	120.3	399,164.8	15-ก.ย.-2591
	เพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี & RCP 8.5	P.24A	98.8	299,867.7	20-พ.ค.-2591
		Outlet	124.9	419,746.6	15-ก.ย.-2591

ตามลำดับ และที่จุด Outlet จากเดิม 179,001.1 (10³) ลบ.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 392,715.1 (10³) ลบ.ม. และ 413,228.7 (10³) ลบ.ม. สำหรับ RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตามลำดับ ส่วนวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดสำหรับ RCP 4.5 ทั้งจุด P.24A และจุด Outlet เป็นวันเดียวกันกับวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดของ พ.ศ.2561 แต่สำหรับ RCP 8.5 จุด P.24A วันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดเป็นเดือนพฤษภาคม ซึ่งแตกต่างจากวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดของ พ.ศ.2561 ซึ่งเป็นเดือนตุลาคม

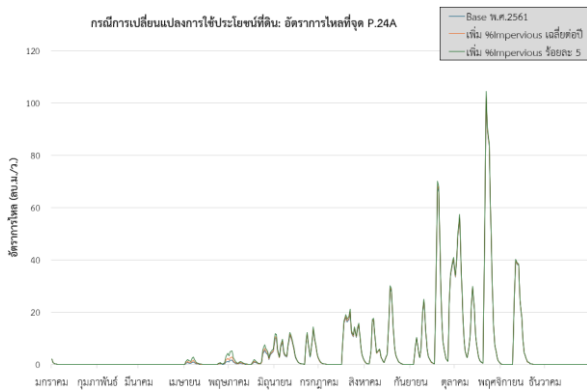
4.3.3 กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งการเพิ่ม

%Impervious เฉลี่ยต่อปีและการเพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5

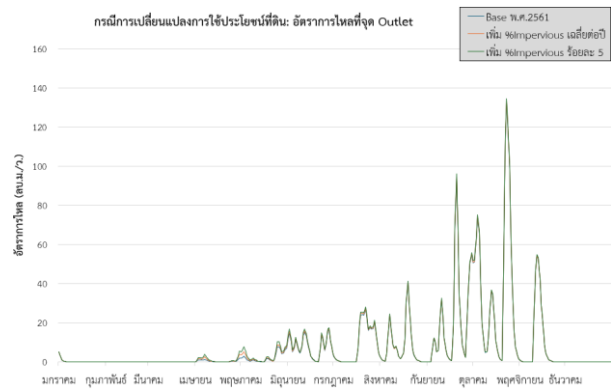
และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP 4.5 และ RCP 8.5

พบว่า ตามตารางที่ 6 อัตราการไหลสูงสุดและปริมาณน้ำท่ามีค่าเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะกรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกรณีเพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับ RCP 8.5 ที่จุด P.24A จากเดิม 130,925.4 (10³) ลบ.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 307,058.6 (10³) ลบ.ม. และจุด Outlet จากเดิม 130,925.4 (10³) ลบ.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 427,652.9 (10³) ลบ.ม. ส่วนวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดของกรณีเพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี & RCP 8.5, กรณีเพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 & RCP 4.5 และกรณีเพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 & RCP 8.5 ที่จุด P.24A พบว่าเป็นเดือนพฤษภาคม ซึ่งแตกต่างจากวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดของ พ.ศ.2561 ซึ่งเป็นเดือนตุลาคม เช่นเดียวกับกรณีศึกษาที่ 2 สำหรับ RCP 8.5 ที่จุด P.24A แสดงให้เห็นว่าการเกิดอัตราการไหลสูงสุดมีโอกาสเกิดในช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งเร็วกว่าเดิมคือเดือนตุลาคม ดังนั้นน้ำท่วมมีโอกาสเกิดได้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม และมีโอกาสเกิดขึ้นอีกครั้งในเดือนตุลาคม

เพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 & RCP 4.5	P.24A	94.8	291,981.7	20-พ.ค.-2591
	Outlet	121.1	406,988.4	15-ก.ย.-2591
เพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 & RCP 8.5	P.24A	101.1	307,058.6	20-พ.ค.-2591
	Outlet	125.7	427,652.9	15-ก.ย.-2591



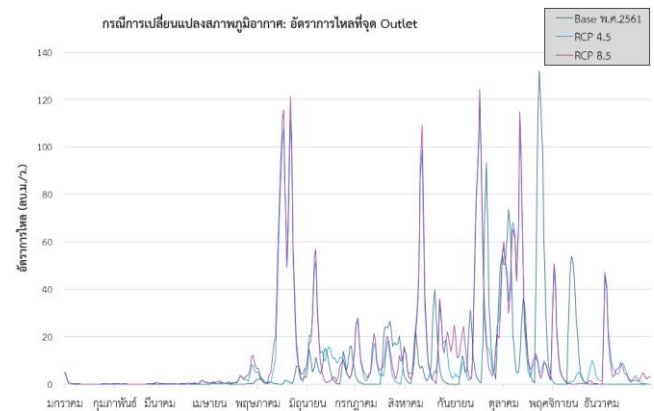
รูปที่ 12 อัตราการไหลที่จุด P.24A กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน



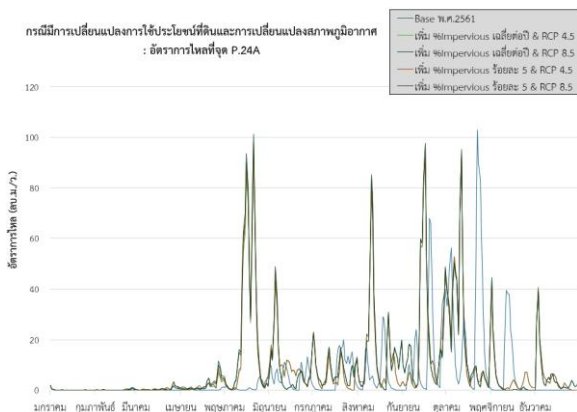
รูปที่ 13 อัตราการไหลที่จุด Outlet กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน



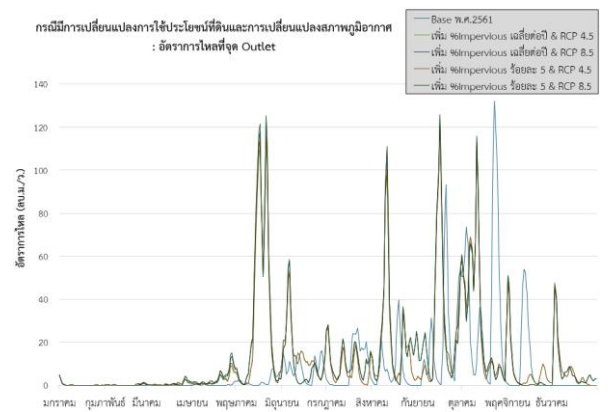
รูปที่ 14 อัตราการไหลที่จุด P.24A กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



รูปที่ 15 อัตราการไหลที่จุด Outlet กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



รูปที่ 16 อัตราการไหลที่จุด P.24A กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



รูปที่ 17 อัตราการไหลที่จุด Outlet กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5. สรุปผลการศึกษา

จากการสร้างแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อหาพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งจากการพิจารณาพบว่าแบบจำลองสำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบยังไม่น่าพอใจ เนื่องจากหากพิจารณาค่า NSE และ RSR พบว่าต่ำกว่าเกณฑ์ ถึงแม้ว่าแบบจำลองสำหรับการสอบเทียบ PBIAS (%) จะอยู่ในระดับปานกลาง-ดี ซึ่งเป็นผลมาจากข้อมูลที่วัดได้จริงเมื่อนำมาสร้างแบบจำลองแล้ว อัตราการไหลสูงสุดจากการจำลองมีค่าสูงกว่าอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นจริง รวมไปถึงพื้นที่ศึกษามีลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจำกัด และสถานีวัดน้ำฝนอยู่ใกล้กับจุด Outlet ดังนั้นจึงแนะนำว่า หากในอนาคตมีสถานีวัดน้ำฝนติดตั้งเพิ่มหรือมีข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม ควรนำมาปรับแบบจำลองใหม่

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า พื้นที่ป่าลดลง ในขณะที่พื้นที่ที่ซึมน้ำไม่ได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การระบายน้ำในพื้นที่อำเภोजอมทองสามารถระบายน้ำได้ลดลง ส่วนกรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอีก 30 ปีข้างหน้า จากรูปที่ 14 พบว่าจุด P.24A ในเดือนพฤษภาคม มีอัตราการไหลสูงสุด 91.3 ลบ.ม. ที่ RCP 4.5 และ 97.7 ลบ.ม. ที่ RCP 8.5 ส่วนในเดือนตุลาคม มีอัตราการไหลสูงสุด 92.3 ลบ.ม. ที่ RCP 4.5 และ 94.2 ลบ.ม. ที่ RCP 8.5 แสดงให้เห็นว่าจุด P.24A ที่ RCP 8.5 มีอัตราการไหลสูงสุดสูงทั้งในเดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม ส่วนอัตราการไหลสูงสุดที่จุด Outlet ดังรูปที่ 15 พบว่าทั้ง RCP 4.5 และ RCP 8.5 เกิดอัตราการไหลสูงสุดในเดือนกันยายนเหมือนกัน สุดท้ายกรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอีก 30 ปีข้างหน้า จากรูปที่ 16 พบว่าจุด P.24A มีเพียงแค่กรณีการเพิ่ม %Impervious เฉลี่ยต่อปี & RCP 4.5 ที่เกิดอัตราการไหลในเดือนตุลาคม แต่อีก 3 กรณีเกิดอัตราการไหลสูงสุดในเดือนพฤษภาคม ส่วนอัตราการไหลสูงสุดที่จุด Outlet ดังรูปที่ 17 พบว่าทั้ง 4 กรณี เกิดอัตราการไหลสูงสุดในเดือนกันยายนเหมือนกัน และเมื่อพิจารณาทั้ง 4 กรณีแล้วพบว่าเมื่อมีการเพิ่ม %Impervious ร้อยละ 5 และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับ RCP 8.5 มีผลการจำลองของอัตราการไหลสูงสุดและปริมาณน้ำท่ามีค่าเพิ่มขึ้นในอนาคต และวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุดที่จุด P.24A คือเดือนพฤษภาคม ในขณะที่กรณีอื่นๆ เกิดอัตราการไหลสูงสุดในเดือนตุลาคม ดังนั้นอำเภोजอมทองมีโอกาสเกิดน้ำท่วมขึ้นเร็วกว่าเดิม และมีโอกาสเกิดน้ำท่วมอีกครั้งในเดือนตุลาคมด้วย

จากการสรุปผลการศึกษาดังกล่าวคาดการณ์ว่าในอีก 30 ปีข้างหน้า มีโอกาสเกิดน้ำท่วมในเดือนพฤษภาคมบริเวณจุด P.24A เนื่องจากมีอัตราการไหลสูงสุดเกิดขึ้น ณ เวลาดังกล่าว และมีปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ.2561 ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังน้ำท่วมตั้งแต่ต้นฤดูฝนหรือตั้งแต่เดือนพฤษภาคม จนถึงปลายฤดูฝนหรือเดือนตุลาคม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน สำนักงานชลประทานที่ 1 กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษานี้ และที่สำคัญขอกราบขอบพระคุณ คุณอภินันท์ ยุทธพันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์สภาพอากาศและปริมาณฝนในอนาคต ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญกับการศึกษานี้เป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] ไทยพีบีเอส (Thai PBS). (2565). ฝนตกหนัก! แม่น้ำกลางทะเลล้นท่วมจมทอง จ.เชียงใหม่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.thaipbs.or.th/news/content/315761>. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤศจิกายน 2565).
- [2] มติชน. (2565). ฝนถล่มเชียงใหม่! น้ำป่าไหลหลากท่วม อ.กัลยาณิวัฒนา-จอมทอง-สะเมิง จนท.เร่งช่วยเหลือ[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://news.trueid.net/detail/rgeX95Eny187>. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤศจิกายน 2565).
- [3] สำนักข่าวอินโฟเควสท์. (2565). กอนช.เตือนเหนือ-อีสาน-ต.เฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงน้ำหลาก-น้ำท่วมขัง 11-13 ก.ย.. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.infoquest.co.th/2022/233234>. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤศจิกายน 2565).
- [4] สำนักข่าวไทย. (2566). เชียงใหม่อ่วม น้ำป่าทะลักท่วมหลายอำเภอ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://tna.mcot.net/region-1239698>. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 กันยายน 2566).
- [5] กองประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Management and Coordination). (2566). ประเทศไทยกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://hub.mnre.go.th/th/knowledge/detail/63115>. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 กุมภาพันธ์ 2566).
- [6] ชชาติชาย ปรีทอง, กิตติเวช ชันติวิชัย, วินัย ศรีอำพร และ ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร (2562). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณฝนที่ความถี่ต่างๆ ต่ออัตราการไหลสูงสุดและพื้นที่น้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำพองตอนล่าง. วารสารวิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยนเรศวร, ปีที่ 14 ฉบับที่ 1, หน้า 113-126.
- [7] Zope, P. E., Eldho, T. I., and Jothiprakash, V. (2016). Impacts of land use-land cover change and urbanization on flooding: A case study of Oshiwara River Basin in Mumbai, India. CATENA, 145, pp.142-154.
- [8] Chen, Y., Wang, Y., Zhang, Y., Luan, Q., and Chen, X. (2020). Flash floods, land-use change, and risk dynamics in mountainous tourist areas: A case study of the Yesanpo

- Scenic Area, Beijing, China. International Journal of Disaster Risk Reduction, 50, 101873.
- [9] Younis, S. M. Z., and Ammar, A. (2018). Quantification of impact of changes in land use-land cover on hydrology in the upper Indus Basin, Pakistan. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 21(3), pp.255-263.
- [10] Winai, C., Kanoksri, S. and Sutat, W. (2019). Future Changes in Extreme Rainfall Over Thailand Using Multi-Bias Corrected GCM Rainfall Data, J. Clim. Change Sci, 9, pp.30 – 53.
- [11] กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ม.ป.ป.). ดินออนไลน์ บริการข้อมูลดินและการใช้ที่ดิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://dinonline.ldd.go.th/Default.aspx>. (วันที่ค้นข้อมูล : 22 พฤศจิกายน 2565).
- [12] US Army Corps of Engineers (2023). HEC-HMS User's Manual Version 4.10. Hydrologic Engineering Center, United States, pp. 50-479.
- [13] the Natural Resources Conservation Service (1986), Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55. United States Department of Agriculture, United States, pp. 2-5–2-8.
- [14] Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., and Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. ASABE, 50(3), pp.885–900.