

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในการประเมินผลของการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า
บริเวณลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่

ศุภัทธา ถีกสถิตย์¹ วินัส ต่วนเครือ¹ ขรรค์ชัย ประสานย์¹ และพัชเรศร์ ชกัตตริยกุล^{1*}

รับต้นฉบับ: 30 พฤศจิกายน 2565

ฉบับแก้ไข: 1 กุมภาพันธ์ 2566

รับลงพิมพ์: 9 กุมภาพันธ์ 2566

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่ออุทกวิทยาของดิน ซึ่งดินเป็นแหล่งกักเก็บน้ำที่สำคัญ เมื่อถูกทำให้เสื่อมโทรมลงจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่าในลำธาร ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาถึงผลของการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง SWAT ซึ่งเป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาในการประเมินปริมาณน้ำท่าบริเวณพื้นที่ตัวแทนลุ่มน้ำเกษตรกรรมของลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่ โดยจำลอง 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 1 กำหนดพื้นที่ชั้นคุณภาพน้ำที่ 2 เป็นพื้นที่ป่าไม้นอกนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง และสถานการณ์ที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในพื้นที่ชั้นคุณภาพน้ำที่ 2 และ 3 ไปเป็นพื้นที่ป่าไม้และไม่ย่นต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินในปัจจุบัน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่าจากทั้ง 2 สถานการณ์จำลอง มีแนวโน้มลดลงในช่วงน้ำหลากและเพิ่มขึ้นในช่วงน้ำแล้ง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้และไม่ย่นต้นส่งผลให้การคายน้ำของพืชเพิ่มมากขึ้น ในทางกลับกันได้ช่วยชะลอการไหลของน้ำผิวดิน ทำให้น้ำมีโอกาสซึมลงสู่ดิน เก็บกักไว้ในดิน และเติมลงสู่ลำธารในช่วงฤดูแล้งได้มากขึ้น

คำสำคัญ: แบบจำลอง SWAT, การใช้ที่ดิน, ปริมาณน้ำท่า, ลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง

¹ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

* ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: fforprc@ku.ac.th

ORIGINAL ARTICLE

**Application of SWAT model for estimate the effect of Land Use to Streamflow
at Mae Thang subwatershed, Phrae Province**

Supattra Thueksathit¹, Venus Tuankrua¹, Khanchai Prasanai¹, and Patchares Chacuttrikul^{1*}

Received: 30 November 2022

Revised: 1 February 2023

Accepted: 9 February 2023

ABSTRACT

The transformation of forest land into agricultural areas is one of the factors affecting soil hydrology. The soil plays an important role in water retention. When the soil is degraded, it directly affects the streamflow. Therefore, this study focused on the effect of land use on streamflow using the SWAT model, which is a hydrological model for estimating streamflow in the agent area of agricultural watershed, in Mae Thang subwatershed, Phrae Province. This study simulates 2 scenarios: 1) determining the watershed class area 2 as the forest area with no other changes, and 2) changing both watershed class areas 2 and 3 as forest areas and perennials, respectively. When compared to the existing land use condition, the results showed that the streamflow from both simulations tends to drop during the wet period and increase during the dry period. This is because there are more perennial and forested areas, which leads to more plant transpiration. In contrast, it aids in reducing surface flow, which promotes soil infiltration, soil water storage, and stream flow during the dry season.

Keywords: SWAT model, land use, streamflow, Mae Thang subwatershed

¹ Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand

* **Corresponding Author:** E-mail: fforprc@ku.ac.th

คำนำ

ลุ่มน้ำยมเป็นลุ่มน้ำหลักที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งหนึ่งในสามของความยาวทั้งหมดของลำน้ำไหลผ่านจังหวัดแพร่ (Hydro and Agro Informatics Institute, 2012) ปัจจุบันลุ่มน้ำยมและลำน้ำสาขาที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดแพร่ประสบปัญหาพื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลายเพื่อใช้เป็นพื้นที่ทำการเกษตรอย่างแพร่หลาย (Forest Land Management, 2015) ทำให้พื้นที่ป่าไม้โดยเฉพาะป่าต้นน้ำลำธารลดลงอย่างรวดเร็ว จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจากข้อมูลของ Office of Agriculture Economics (2019) และ Phrae Province Development Strategy (2020) พบว่าในปีเพาะปลูก 2561/2562 ประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งสิ้น 6,929,904 ไร่ และจังหวัดแพร่เป็น 1 ใน 10 จังหวัดที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุดในประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกมากกว่า 290,000 ไร่ และพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าไม้ที่เป็นพื้นที่สูง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินดังกล่าวส่งผลกระทบต่ออุทกวิทยาของดิน ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการซึมน้ำ การกักเก็บน้ำไว้ในดิน และการปลดปล่อยน้ำลงสู่ลำธาร (Watershed Conservation and Management Office, 2014) อันส่งผลต่อเนื่องไปถึงปริมาณและช่วงเวลาการไหลของน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นๆ (Niyom, 1992; Chunkao, 1996) อีกทั้งยังเป็นสาเหตุหลักที่สำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและน้ำเพื่อการเกษตรกรรม ทั้งนี้เพราะขาดแหล่งน้ำต้นทุนที่จะนำมาใช้ได้อย่างเพียงพอในทุกฤดูกาล นอกจากนี้

ยังส่งผลให้เกิดปัญหาด้านอุทกภัยที่เกิดจากน้ำป่าไหลหลาก รวมทั้งปัญหาคุณภาพน้ำจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร ที่ล้วนสร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนทั้งสิ้น (Tantivitayapitak, 2015)

ปัจจุบันมีการศึกษาบางส่วนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Wamaedesa และ Pongput (2014) ที่ทำการคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเลย โดยใช้แบบจำลอง MWSWAT พบว่าปริมาณน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และลดลงในช่วงฤดูฝน เนื่องจากการฟันฟูป่า และการเปลี่ยนพื้นที่พืชไร่เป็นพื้นที่สวนยางพารา Kositsakulchai *et al.* (2018) ประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง SWAT พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพืชไร่เป็นไม้ยืนต้นส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าลดลง อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า และยังไม่มีการศึกษาสำหรับการอธิบายถึงผลของการปลูกข้าวโพดต่อปริมาณน้ำท่า

การศึกษาทำการศึกษารายละเอียดปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูง และประเมินผลของการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาหนึ่งของลุ่มน้ำยม โดยใช้แบบจำลอง SWAT หรือ Soil and Water Assessment Tool Model ที่สามารถจำลองสถานการณ์ได้อย่างซับซ้อน

(Neitsch *et al.*, 2002) แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองสาธารณสิทธิ์ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยแบบจำลอง SWAT ใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำในวัฏจักร เช่น ลักษณะดินและการใช้ที่ดิน เป็นต้น (Neitsch *et al.*, 2011) เพื่อคาดการณ์ผลกระทบของการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า ซึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ที่ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำต่อปริมาณน้ำท่า และเพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม เพื่อนำข้อมูลไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดิน การจัดการทรัพยากรน้ำ และการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดปริมาณน้ำท่า ได้แก่ เครื่องมือวัดความเร็วของกระแส (current meter) เครื่องมือวัดระดับน้ำ (staff gauge) และเทปวัดระยะ

2. วิธีการ

2.1 การเลือกพื้นที่ศึกษา

การศึกษาคั้งนี้ ทำการเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา 2 พื้นที่ คือพื้นที่ที่ตัวแทนลุ่มน้ำเกษตรกรรม (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) และพื้นที่ที่ตัวแทนลุ่มน้ำป่าไม้ (ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ) โดยทั้ง 2 พื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขา

ของลุ่มน้ำยม ตั้งอยู่ในตำบลบ้านเวียง อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ ทำการเลือกพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณาจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่ ที่มีการใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลุ่มน้ำย่อยที่มีการใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ เพื่อใช้เป็นพื้นที่เปรียบเทียบ โดยทั้งสองลุ่มน้ำย่อยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน Figure 1

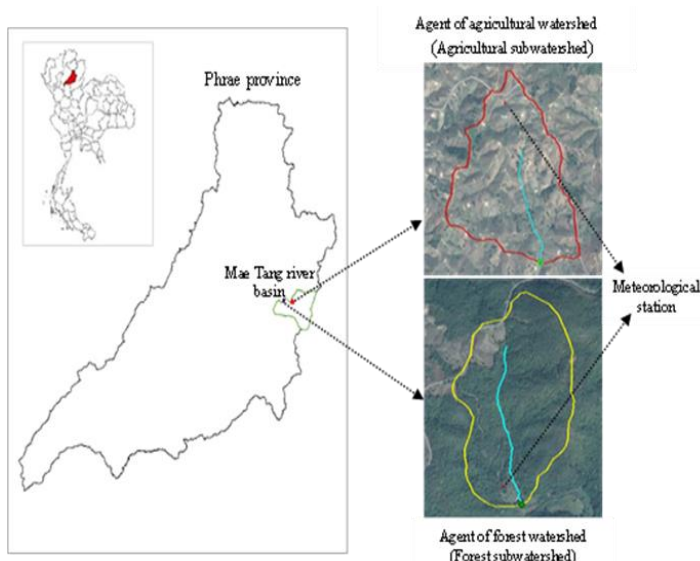


Figure 1 Located of Mae Tang river basin and both representative areas

พื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำตัวแทนพื้นที่เกษตรกรรม (ลุ่มน้ำย่อยเกษตร) และลุ่มน้ำตัวแทนพื้นที่ป่าไม้ (ลุ่มน้ำย่อยป่าไม้) เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความลาดชันสูง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย หน้าดินตื้น มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงเร็ว การซึมน้ำของดินปานกลาง มีกรวดทรายปนอยู่บนผิวดิน เป็นพื้นที่ที่ง่ายต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของผิวดิน (Land Development Department, 2010)

2.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลภาคสนามในกลุ่มน้ำย่อยเกษตรและกลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายละเอียดดังนี้

1) ปริมาณน้ำฝน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของปี พ.ศ. 2561 ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ ได้แก่ สถานีตรวจวัดอากาศของสถานีวิจัยต้นน้ำซึ่งอยู่ในกลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ และสถานีตรวจวัดอากาศที่ตั้งอยู่ในกลุ่มน้ำย่อยเกษตร เพื่อนำมาคำนวณปริมาณน้ำฝนรายเดือนและปริมาณน้ำฝนรายปีของพื้นที่ศึกษา

2) ปริมาณน้ำท่า ทำการศึกษาพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ (stream cross section)

ที่จุดน้ำไหลออก (outlet) ของกลุ่มน้ำย่อยป่าไม้และกลุ่มน้ำย่อยเกษตร พร้อมทั้งทำการวัดความสูงน้ำและความเร็วกระแสใน ช่วงเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม พ.ศ. 2561 เพื่อนำข้อมูลมาคำนวณอัตราการไหลของน้ำจากสมการ $Q = AV$ และนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำและความสูงของน้ำ (rating curve) ดังผลที่ได้ใน Figure 2 และนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้มาใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำรายวัน รายเดือน และรายปี โดยใช้ข้อมูลความสูงของน้ำที่วัดได้จากไม้วัดระดับน้ำ (staff gauge) ทุก ๆ วันที่มีน้ำไหลในลำธารในปี พ.ศ. 2561

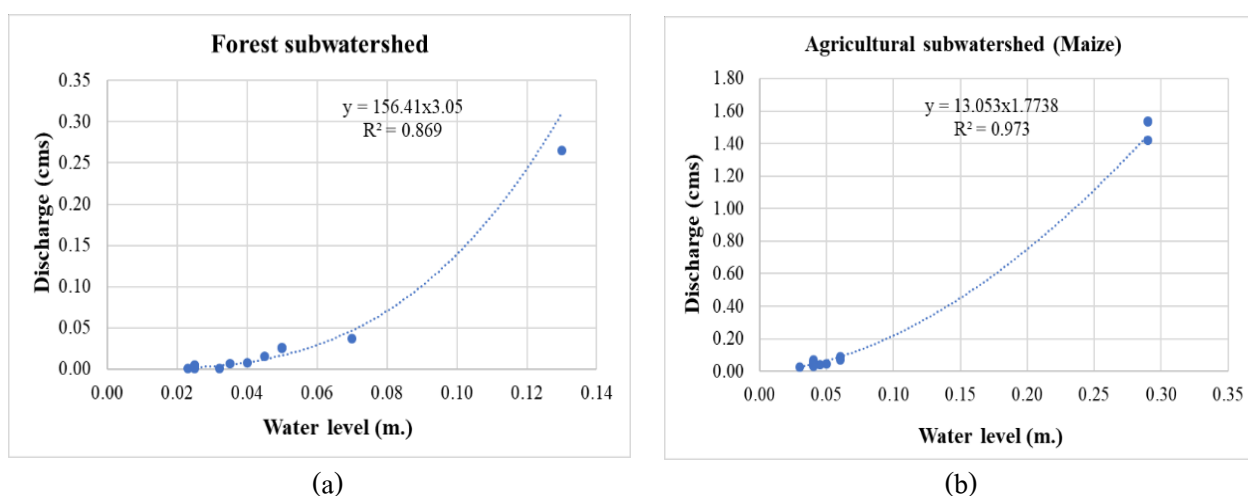


Figure 2 The relationship between water discharge and water level of water in the stream (rating curve) at Mae Thang subwatershed, Phrae province; (a) Forest subwatershed and (b) Agricultural subwatershed

2.3 การจำลองสถานการณ์การใช้ที่ดิน

ทำการจำลองสถานการณ์การใช้ที่ดินในพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยเกษตร เพื่อใช้เป็นพื้นที่ตัวแทนในการศึกษาผลของการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยเกษตร

ประกอบด้วยชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 2 ชั้น คือ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 และ 3 (Figure 3a) และการใช้ที่ดินที่ถูกต้องตามการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ตามมติคณะรัฐมนตรี โดยกำหนดให้พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 (1A และ 1B) และ พื้นที่ชั้นคุณภาพ

ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารและมีสภาพเป็นพื้นที่ป่า โดยพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 2 อาจสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อกิจการที่สำคัญได้ เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น นอกจากนี้ กำหนดให้พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้ เหมืองแร่ และปลูกพืชกิจกรรมประเภทไม้ยืนต้น ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงจำลองสถานการณ์การใช้ที่ดินเป็น 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์จำลองที่ 1

กำหนดการใช้ที่ดินในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 เป็นพื้นที่ป่าไม้สภาพสมบูรณ์ และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 ให้เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสถานการณ์จำลองที่ 2 กำหนดการใช้ที่ดินในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 เป็นพื้นที่ป่าไม้สภาพสมบูรณ์ และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 ให้เป็นไม้ยืนต้นแทนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ (Figure 3b และ Figure 3c ตามลำดับ)

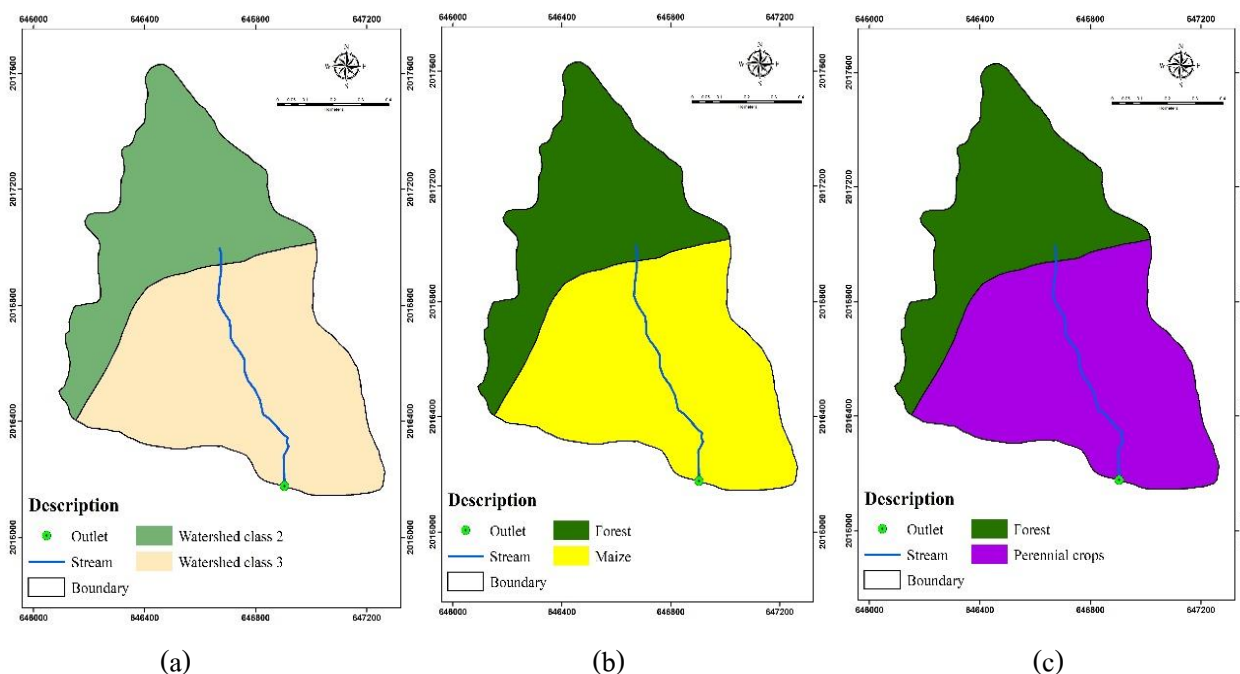


Figure 3 Watershed of Agricultural subwatershed; (a) watershed class (b) land use scenario 1 (forest and maize) and (c) land use scenario 2 (forest and perennial crops)

2.4 การประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SWAT

1) เตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในแบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool; SWAT

แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่สามารถจำลองแบบได้อย่างต่อเนื่องและซับซ้อน และเป็นแบบจำลองที่

จำลองลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำตามสภาพทางกายภาพของพื้นที่จริง รวมทั้งเป็นแบบจำลองสาธารณสิทธิ์ที่มีการใช้งานกันแพร่หลายทั่วโลก (Suwanlertcharoen, 2011; Chacuttrikul, 2014) ข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง SWAT เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ ซึ่งทำการ

จัดเตรียมโดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model; DEM), ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน (Land use), ข้อมูลแผนที่ชุดดิน (Soil map) และข้อมูลเส้นลำน้ำ และ 2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย ข้อมูลฝนรายวัน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวัน และข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2561 จากกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมพัฒนาที่ดิน ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่จำเป็นในการใช้เปรียบเทียบแบบจำลอง SWAT เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น คือ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2561

2) การประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SWAT ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาดังแสดงใน Figure 4 มีรายละเอียด ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 กำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยการใช้ข้อมูล DEM, ขอบเขตพื้นที่ศึกษา, เส้นลำน้ำ และจุดน้ำไหลออกในการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา

- ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) โดยใช้ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน แผนที่ชุดดิน และระดับความลาดชันของพื้นที่

- ขั้นตอนที่ 3 การตั้งค่าและคำนวณข้อมูล (SWAT setup and run) ในขั้นตอนนี้ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และกำหนดช่วงเวลาในการคำนวณ

- ขั้นตอนที่ 4 การแสดงผลลัพธ์ (Visualize) แบบจำลอง SWAT สามารถแสดงผลลัพธ์ได้หลายรูปแบบ ประกอบด้วย แผนภูมิตาราง และแผนที่

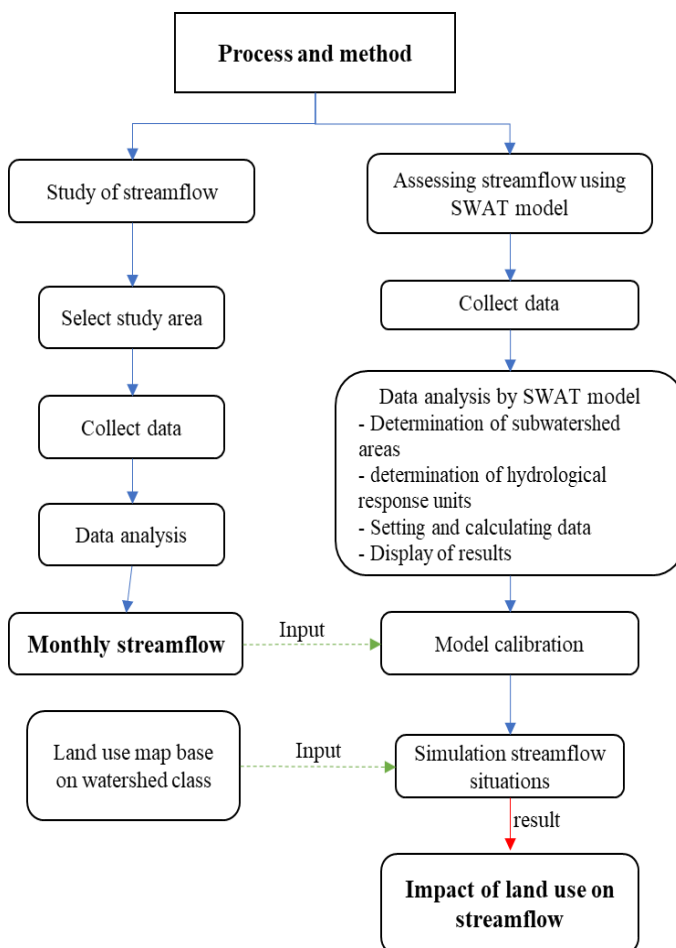


Figure 4 The research process and method

- ขั้นตอนที่ 5 เปรียบเทียบแบบจำลอง ในการศึกษานี้ทำการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางอุทกวิทยา เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองให้มีความใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมากที่สุด และใช้ค่า Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient (NSE) เป็นเกณฑ์วัดความถูกต้องของค่าที่ได้จากแบบจำลอง โดยถ้าหากค่า

NSE มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองเข้ากันได้ดี (Teekabunya, 2015; Faksomboon and Thangtham, 2017)

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำท่า

กลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,391.51 มิลลิเมตร มีศักยภาพในการให้น้ำท่ารายปีเท่ากับ 690,458.25 ลูกบาศก์เมตร หรือ 726.42 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 52.20 ของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีช่วงเวลากการไหลของน้ำในลำธาร 5 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ในขณะที่กลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ พบว่ามีปริมาณน้ำฝนรายปี เท่ากับ 1,522.70 มิลลิเมตร มีศักยภาพในการให้น้ำท่ารายปี เท่ากับ 62,051.21 ลูกบาศก์เมตร หรือ 136.42 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.96 ของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีช่วงเวลากการไหลของน้ำในลำธาร 4 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม โดยพบว่าทั้งสองกลุ่มน้ำย่อยไม่มีน้ำไหลในลำธารในช่วงน้ำแล้ง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าของทั้งสองพื้นที่ พบว่าพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยเกษตรให้น้ำท่ามากกว่ากลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ประมาณ 5 เท่า (Table 1 และ Figure 5)

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มากกว่ากลุ่มน้ำย่อยเกษตรเพียงเล็กน้อย โดยมีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนรายเดือนไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มน้ำย่อยทั้งสองตั้งอยู่ในบริเวณที่

ใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ พบว่ากลุ่มน้ำย่อยเกษตรให้น้ำท่ามากกว่ากลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ และมีการไหลของน้ำในลำธารยาวนานกว่าเล็กน้อย โดยเริ่มมีน้ำไหลของน้ำในลำธารตั้งแต่เริ่มเข้าสู่ช่วงต้นของช่วงน้ำหลาก อธิบายได้ว่าพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยเกษตรซึ่งมีการใช้ที่ดินเกือบทั้งหมดของพื้นที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีการปกคลุมของไม้ยืนต้นน้อยมาก และเนื่องจากในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงต้นฤดูการเพาะปลูกการปกคลุมของพืชในพื้นที่มีน้อย เมื่อฝนตกลงมาจะตกลงสู่พื้นดินโดยตรง ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้ง่ายและมีปริมาณมาก ส่งผลให้โอกาสการกักเก็บน้ำในดินมีน้อย จึงพบว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำฝนจะกลายเป็นน้ำไหลลงสู่ลำธาร ขณะที่กลุ่มน้ำป่าไม้ ลักษณะพื้นที่บริเวณด้านบนเป็นพื้นที่ไร่ข้าวโพด ทั้งร้างและป่าเต็งรัง ส่วนทางด้านล่างเป็นป่าผสมผลัดใบ เมื่อฝนตกลงมาจะเกิดกระบวนการน้ำพืชยึด และระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ ส่วนน้ำฝนที่ผ่านเรือนยอดไม้หรือไหลลงตามลำต้นของต้นไม้บางส่วนจะค่อย ๆ ซึมลงสู่พื้นดิน ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้น้อย ส่งผลให้โอกาสการกักเก็บน้ำไว้ในดินมีมาก ทำให้น้ำในลำธารมีปริมาณน้อยกว่า และเมื่อเริ่มเข้าสู่ช่วงแรกของช่วงน้ำหลากในเดือนมิถุนายน กลุ่มน้ำย่อยป่าไม้จึงยังไม่มีน้ำไหลในลำธาร ขณะที่กลุ่มน้ำเกษตรเมื่อฝนตกลงมาน้ำส่วนใหญ่ไหลลงสู่ลำธารอย่างรวดเร็ว

Table 1 The amount of rainfall and streamflow in 2018 of Agricultural and Forest subwatershed at Mae Thang subwatershed, Phrae province

Month	Agricultural subwatershed (Area 0.9505 sq.km.)			Forest subwatershed (Area 0.4548 sq.km.)		
	Amount of rain (mm.)	Amount of streamflow		Amount of rain (mm.)	Amount of streamflow	
		(m ³)	(mm)		(m ³)	(mm)
January	12.02	0.00	0.00	17.90	0.00	0.00
February	7.40	0.00	0.00	6.40	0.00	0.00
March	26.51	0.00	0.00	22.40	0.00	0.00
April	201.27	0.00	0.00	217.80	0.00	0.00
May	154.74	0.00	0.00	221.70	0.00	0.00
June	114.07	37,013.79	38.94	155.10	0.00	0.00
July	453.70	465,004.70	489.22	472.20	28,063.21	61.70
August	208.00	124,831.77	131.33	184.60	12,706.31	27.94
September	143.20	46,511.10	48.93	171.30	21,004.55	46.18
October	32.70	17,096.90	17.99	40.90	277.14	0.61
November	30.80	0.00	0.00	7.40	0.00	0.00
December	7.10	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
Total	1,391.51	690,458.25	726.42	1,522.70	62,051.21	136.42
Wet period	1,307.68	690,458.25	726.42	1,463.60	62,051.21	136.42
Dry period	83.83	0.00	0.00	59.10	0.00	0.00
Ration of streamflow to rain (%)	52.20			8.96		

2. การประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SWAT

2.1 การเปรียบเทียบแบบจำลอง SWAT

การเปรียบเทียบแบบจำลอง SWAT ต้องทำการหาพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่าก่อน จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าของ

พารามิเตอร์นั้น เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1) พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่า

พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่า แบ่งออกเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับ

น้ำใต้ดิน คือค่าปัจจัยการไหลพื้นฐาน (ALPHA_BF) และปริมาณน้ำใต้ดินที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดการไหลของน้ำใต้ดินระดับต้นไปสู่แหล่งน้ำ (GWQMN) พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการจัดการ คือค่า Curve Number (CN2)

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับดิน คือความลึกของดิน (SOL_Z) และปริมาณน้ำที่ดินสามารถเก็บน้ำไว้ได้ (SOL_AWC) และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา คือค่าการระเหยจากผิวดิน (ESCO)

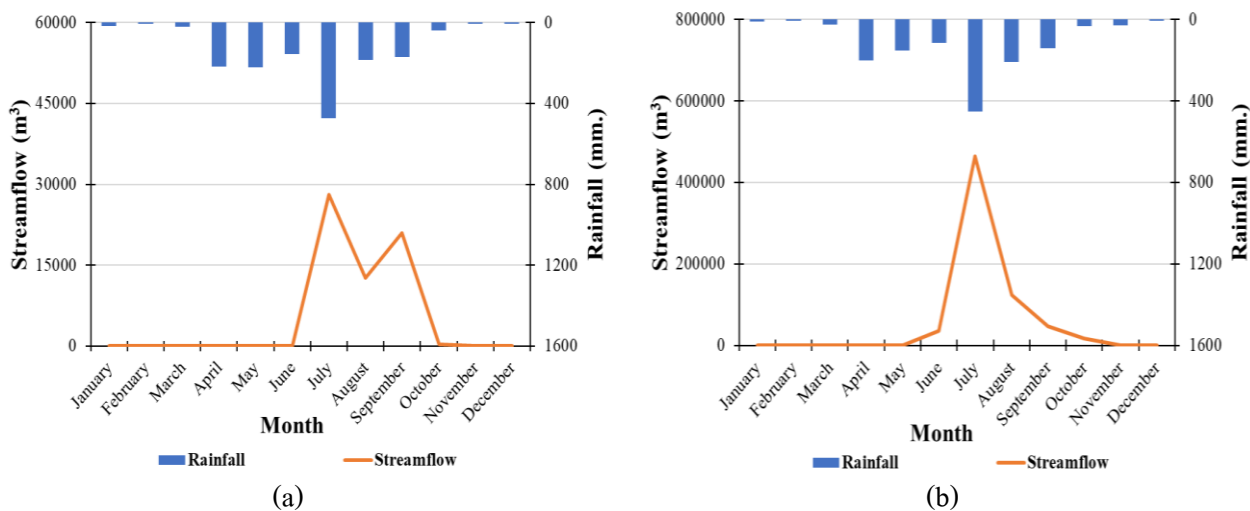


Figure 5 Amount of rainfall and streamflow at Mae Thang subwatershed in 2018; (a) Forest subwatershed and (b) Agricultural subwatershed

2) ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง SWAT การเปรียบเทียบแบบจำลองจากข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดบริเวณจุด Outlet ของลุ่มน้ำย่อยเกษตร ในปี พ.ศ. 2561 ผลการเปรียบเทียบพบว่า แบบจำลอง SWAT สามารถใช้ในการคาดการณ์สถานการณ์ได้อย่างดีมาก โดยมีค่า NSE เท่ากับ 0.90 และ ค่า Standard Error of Estimate เท่ากับ 0.48 ซึ่งน้ำท่ารายปีจากข้อมูลการใช้ที่ดินในปัจจุบัน ที่ประเมินโดยใช้แบบจำลอง SWAT มีปริมาณเท่ากับ 620,955.20 ลูกบาศก์เมตร หรือ 653.64 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 46.97 ของปริมาณน้ำฝนรายปี กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จาก

แบบจำลองกับปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดแสดงใน Figure 6

2.2 การประเมินปริมาณน้ำท่าจากการจำลองสถานการณ์การใช้ที่ดิน

1) การประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานการณ์จำลอง

จากการจำลองสถานการณ์การใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำย่อยเกษตร โดยสถานการณ์จำลองที่ 1 กำหนดการใช้ที่ดินในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 0.38 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 40 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ป่าไม้สภาพสมบูรณ์ และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 ที่มีเนื้อที่ประมาณ 0.57 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ

ละ 60 ของพื้นที่ กำหนดให้เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินปัจจุบันของพื้นที่ศึกษาและสถานการณ์จำลองที่ 2 กำหนดการใช้

ที่ดินในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 เป็นป่าไม้สภาพสมบูรณ์ และพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 เป็นไม้ยืนต้นแทนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ

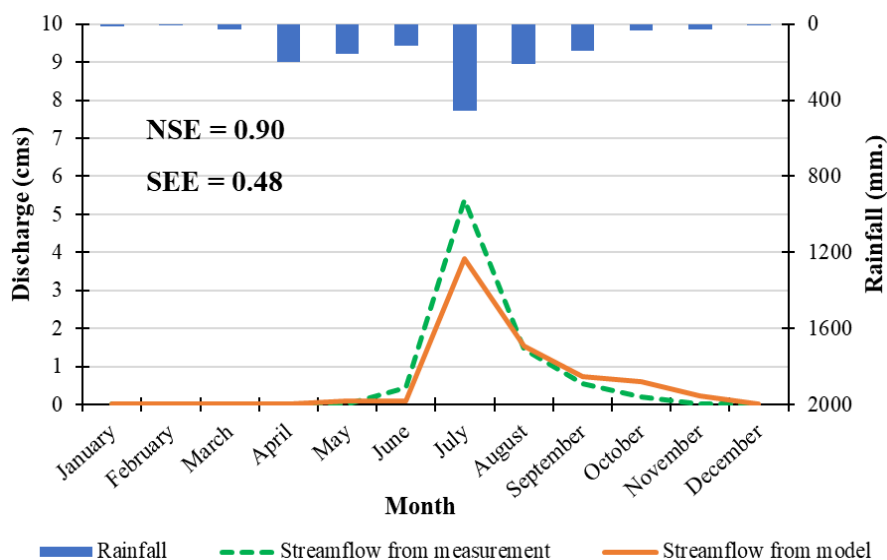


Figure 6 Streamflow from the measurement and SWAT model

ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง SWAT หลังการปรับเทียบแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีจากสถานการณ์จำลองที่ 1 เท่ากับ 515,967.22 ลูกบาศก์เมตร หรือ 543.12 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.03 ของปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณน้ำท่ารายปีจากสถานการณ์จำลองที่ 2 เท่ากับ 502,387.42 ลูกบาศก์เมตร หรือ 528.83 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 38.00 ของปริมาณน้ำฝนรายปี ซึ่งทั้ง 2 สถานการณ์จำลองมีปริมาณน้ำท่ารวมรายปีต่ำกว่าหรือลดลงเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าจากการใช้ที่ดินในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาประมาณน้ำท่ารายเดือนพบว่า ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน) จากทั้ง 2 สถานการณ์จำลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากการ

จำลองสถานการณ์การใช้ที่ดินตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำทำให้มีพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นเพิ่มขึ้นสามารถช่วยลดแรงปะทะของฝนที่ตกลงสู่ผิวน้ำดิน และช่วยชะลอการไหลของน้ำผิวดิน ส่งผลให้น้ำฝนมีโอกาสซึมลงดินได้มากยิ่งขึ้น เพิ่มโอกาสในการเติมน้ำลงสู่ลำธารในฤดูแล้ง ในขณะที่ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) จากทั้ง 2 สถานการณ์จำลอง มีแนวโน้มลดลง ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม (Figure 7) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ข้าวโพดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้น ส่งผลให้การคายระเหยน้ำของพืชและปริมาณน้ำซึมลงสู่ดินเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งพืชในพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นมีการใช้น้ำตลอดทั้งปี ต่างจากพื้นที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้น้ำเฉพาะในช่วงที่มีการเพาะปลูกเท่านั้น ส่งผล

ให้ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำแล้งมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mailpom (2014) ที่ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำปิง ตอนบนจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วย

แบบจำลอง SWAT และพบว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าโดยรวมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงน้ำหลากที่สามารถเห็นถึงความผันแปรของปริมาณน้ำท่าได้อย่างชัดเจน

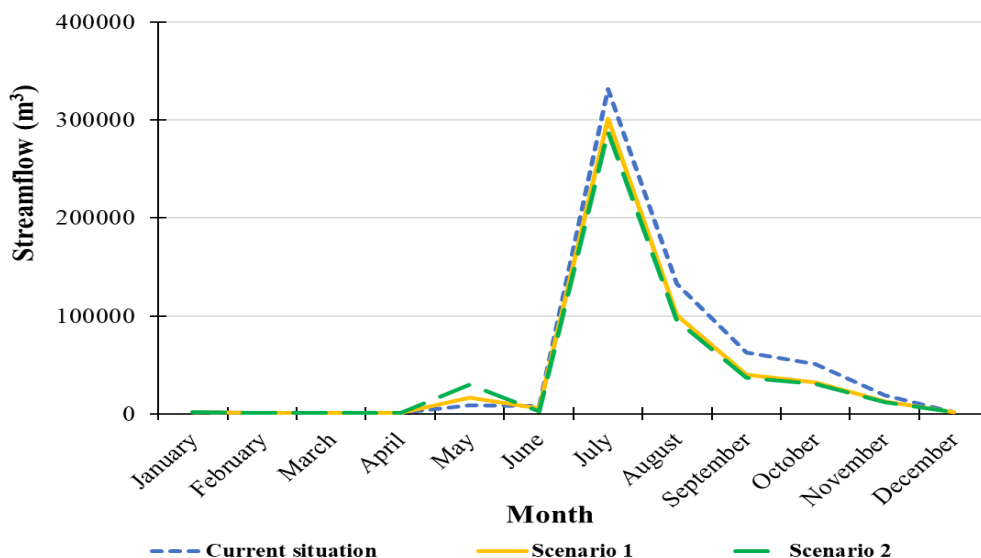


Figure 7 The amount of monthly streamflow from January to December in 2018

สรุป

การใช้ที่ดินมีผลต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยในการศึกษานี้กลุ่มน้ำย่อยเกษตรที่มีการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ปริมาณน้ำท่าในลำธารประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำฝนรายปี ซึ่งมากกว่ากลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ 5 เท่า โดยปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่จะไหลลงสู่ลำธารอย่างรวดเร็ว ทำให้โอกาสในการกักเก็บน้ำในดินน้อย น้ำไหลบ่าหน้าดินมาก ซึ่งจะมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินและคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ นอกจากนี้ เมื่อใช้แบบจำลอง SWAT ประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานการณ์จำลองการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยเกษตรตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ พบว่าแบบจำลอง SWAT สามารถใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าใน

สถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี โดยปริมาณน้ำท่ารายเดือนในช่วงน้ำแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน แต่ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีแนวโน้มลดลง (ยกเว้นในเดือนพฤษภาคม) เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าจากการใช้ที่ดินในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นในทั้ง 2 สถานการณ์จำลอง ทำให้การใช้น้ำของต้นไม้และการคายระเหยน้ำในพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่ช่วยลดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน รวมทั้งจะเพิ่มโอกาสการกักเก็บน้ำไว้ในดินได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ข้อมูลน้ำท่าจากแบบจำลอง SWAT สามารถนำมาใช้ประกอบในการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมและการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2561 รหัสโครงการ (ป-3.2 (ค) 213.61) และขอขอบคุณภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ ที่สนับสนุนเครื่องมือในการเก็บข้อมูล รวมทั้งสถานีวิจัยต้นน้ำยม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

Chacuttrikul, P. 2014. **Application of SWAT model for studying El Nino and La Nina Phenomena toward streamflow in Lam Chi subwatershed.** Master Thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Chunkao, K. 1996. **Principles of Watershed Management, Bangkok.** 789 p. (in Thai)

Faksomboon, B. and Thangtham, N. 2017. Application of SWAT Model for Studying Land Use Changes on Suspended Sediment in Upper Tha Chin Watershed. **Srinakharinwirot Science Journal** 33(2): 123-139. (in Thai)

Forest Land Management. 2015. **Executive Summary: Forestry data preparation project year 2014-2015.** Royal Forest Department, Bangkok.

Hydro and Agro Informatics Institute. 2012. **Conducting data collection and analysis operations; 25 Watershed Data Warehouse System Development Project and Drought Flood Model: Yom watershed.** Asdecon Corporation Co., Ltd, Bangkok.

Kositsakulchai E., S. Yodjaroen, and Y. Phankamolsil. 2018. Assessment of the impact of land use change on runoff in Lam Phachi basin using Satellite data and SWAT model. **Journal of Science and Technology** 7(3). 1-16.

Land Development Department, 2010, **62 soil groups,** Available Source: http://oss101.ldd.go.th/thaisoils_museum/62_soilgroup/sgr_hi-land/sgr_hiland.htm, March 20, 2020. (in Thai)

Mailpom, P. 2014. **Runoff estimation of upper Ping river basin on land use changes using SWAT model.** Master Thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Neitsch S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, R. Srinivasan, and J.R Williams. 2002. **Soil and Water Assessment Tool User's manual version 2000.** Texas Water Resources Institute.

Neitsch S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, and J.R. Williams. 2011. **Soil and Water Assessment Tool Theoretical**

- Documentation version 2009.** Texas Water Resources Institute.
- Niyom, W. 1992. **Forest Hydrology.** Department of Conservation, Faculty of Forestry. Kasetsart University, Bangkok, 284 p. (in Thai)
- Office of Agriculture Economics. 2019. **Maize: Cultivated area Harvest area Product and Yield per rai by province in 2018/2019 crop year.** Available Source: [http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/prcaidata/files/maize%20province%2061\(1\).pdf](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/prcaidata/files/maize%20province%2061(1).pdf). March 20, 2020. (in Thai)
- Phrae Province Development Strategy. 2020. **Phrae province briefing 2020,** Available Source: http://phrae.go.th/file_data/sum_phrae.pdf. July 9, 2020. (in Thai)
- Suwanlertcharoen, T. 2011. **Application of the SWAT model to evaluate runoff and suspended sediment from a small watershed: a case study of Mae Phun subwatershed, Laplae district, Uttaradit province.** Master Thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Tantivitayapitak, V. 2015. **Corn causes of deforestation drought and toxic smog.** Available Source: <https://www.sarakadee.com/blog/oneton/?p=1717>. December 5, 2020. (in Thai)
- Teekabunya, P. 2015. **Flood inundation mapping by using Mike flood model: A case study at Lam Taklong river basin.** Master Thesis. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima. (in Thai)
- Watershed Conservation and Management Office. 2014. **Why...should don't have the corn on the upstream area.** Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok.