การประยุกต์ใช้แบบจำลองความสัมพันธ์ดินและน้ำในการประเมินปริมาณน้ำท่ากับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีส่วนที่ 4

Application of a Soil and Water Assessment Tool Model to Estimate Stream Flow Due to a Change in Land Use in Part 4 of the Chi river basin

ลักขณา สุวรรณชัย[1], อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง[2*], นิดา ชัยมูล[3], รัตนา หอมวิเชียร[4], สุดารัตน์ คำปลิว[5]
Lakkana Suwannachai[1], Anongrit Kangrang[2*], Nida Chaimoon[3], Ratana Hormwichian[4], Sudarat Compliew[5]
Received: 11 June 2013; Accepted: 10 August 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน โดยการใช้แบบจำลองความสัมพันธ์ดินและน้ำ (SWAT) ประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันและรายเดือน ในเขตลุ่มน้ำสาขาลำน้ำชีส่วนที่ 4 ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดกาฬสินธุ์ และจังหวัดร้อยเอ็ด ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลหลัก 2 ส่วน คือ ข้อมูลทางกายภาพในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลทางอุตุอุทกวิทยา การปรับเทียบแบบจำลองได้เลือกใช้การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2549 และข้อมูลทางด้านอุตุอุทกวิทยา พ.ศ. 2545 – 2549 ส่วนการตรวจสอบแบบจำลองได้ทดสอบกับข้อมูลอุตุอุทกวิทยา พ.ศ. 2550 – 2552 จากการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน จากพื้นที่นาเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างในปี 2549 เป็นเกณฑ์ โดยให้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 40 60 และ 80 นั้น แต่ละกรณีศึกษาพบว่าเมื่อการใช้พื้นที่ไปเปลี่ยนจากเดิมเป็นอย่างมาก (ตั้งแต่ร้อยละ 40) ปริมาณน้ำได้เพิ่มจากเดิมร้อยละ 8.2 ซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะการไหลคือปริมาณน้ำหลากในช่วงการไหลสูงสุด (Peak flow) เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 18.3

คำสำคัญ : ปริมาณน้ำท่า การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำชี แบบจำลองความสัมพันธ์ดินและน้ำ

Abstract

This research presents the relationship between stream flow and change of land use. A Soil and Water Assessment Tool (SWAT) was used to estimate daily and monthly stream flow in the region of the Chi river basin (part 4). The studied area covers 3 provinces; Maha Sarakham province, Kalasin province and Roi Et province. Input data for the SWAT model consisted of two main parts, the physical data in the geographic information system and hydro-meteorological data. Data for model calibration using the land use data were taken from the year 2006 and hydro-meteorological data from 2002 to 2006. The hydro-meteorological data during 2007-2009 were used for model validation. The results of changing the farm land into building land use in the year of 2006 by increasing to 10% 40% 60% and 80% respectively, shows that the streamflow increases 8.2% when increasing farm land up to 40%.

Keywords : Streamflow, Land use change, Chi basin, SWAT model

[1] *นิสิตปริญญาโท,* [2] *รองศาสตราจารย์,* [3,4] *อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

[5] *นักวิจัยอิสระ ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

[1] *Master Student,* [2] *Associate Professor,* [3,4] *Lecturer Faculty of Engineering, Mahasarakham University*

[5] *Autonomy Researcher, Tambon Khamriang, Kantarawichai, Maha Sarakham, 44150*

* *Corresponding author: anongrit@hotmail.com*

บทนำ

น้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต โดยการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การอุปโภค บริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม การคมนาคม การท่องเที่ยว และการรักษาระบบนิเวศน์ ปัจจุบันมีการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน เช่น การลงทุนด้านอุตสาหกรรม การปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงการเปลี่ยนพื้นที่เกษตรโดยเฉพาะพื้นที่นาเป็นสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเป็นผลมาจากการขยายตัวของชุมชนอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีความต้องการใช้พื้นที่เพื่อก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานมากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดการสร้างสิ่งปลูกสร้างขวางทางน้ำ[1]

งานวิจัยนี้พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้การเปลี่ยนปริมาณฝนเป็นปริมาณน้ำท่าในพื้นที่รับน้ำ ที่เป็นผลสะท้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงประชากร[2] ทั้งในด้านของการเพิ่มขึ้นของจำนวนที่ก่อผลสู่การขยายตัวของพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกินทางการเกษตร การขยายตัวของเขตเมือง การใช้พื้นที่ดินสำหรับการก่อสร้างถนน ทางสัญจร[3] ตลอดจนแหล่งโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการพัฒนาต่างๆ อาทิ อาคารสำนักงานส่วนราชการและภาคเอกชน ฯลฯ[4] ซึ่งทำให้พื้นที่ป่าไม้และสิ่งที่คลุมดินมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการก่อตั้งมหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตขามเรียง ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลำน้ำชีส่วน 4 จากพื้นที่ป่าโปร่งผสมพื้นที่เกษตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาเปลี่ยนเป็นการถมที่และการสร้างสิ่งปลูกสร้างจำนวนมาก การขยายตัวทางเศรษฐกิจของชุมชนและมหาวิทยาลัย เสมือนกับการเพิ่มพื้นที่ทึบน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำและอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมา ได้แก่ เกิดภัยพิบัติในสภาวะที่มีน้ำมากจนทำให้เกิดน้ำท่วม ที่ผ่านมามีการศึกษาในการเลือกใช้เครื่องมือหรือแบบจำลองที่สามารถช่วยประเมินปริมาณน้ำท่าคือแบบจำลองความสัมพันธ์ดินและน้ำ (Soil and Water Assessment Tool, SWAT) โดยใช้ร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) ในการประเมินผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการต่อปริมาณน้ำท่า รวมทั้งได้จำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการที่ดินเพื่อทำนายผลการประเมินน้ำท่า[5] นอกจากนั้นยังใช้ผลการประเมินน้ำท่าจากแบบจำลอง SWAT เพื่อจัดลำดับความเสี่ยงของลุ่มน้ำ และประเมินผลความสำเร็จของแนวทางการจัดการลุ่มน้ำ[6] รวมถึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ดิน วิเคราะห์สมดุลน้ำในลุ่มน้ำเนื่องจากการลดลงของการคายระเหย โดยพบว่าพื้นที่ป่าไม้จะดักฝนได้ในปริมาณที่มากกว่าจากนั้นจะมีการปล่อยน้ำออกมาจากดินที่ความลึกมากกว่าการใช้ดินแบบทุ่งหญ้าหรือพื้นที่การเกษตร อีกทั้งยังมีปริมาณการระเหยที่มากกว่าด้วย ซึ่งแบบจำลอง SWAT สามารถนำมาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจ บริหารจัดการการใช้ที่ดินในอนาคต[7]

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมน้ำแล้ง โดยใช้แบบจำลอง SWAT ได้จัดเกณฑ์ปริมาณน้ำมาก น้ำปานกลาง และประเมินน้ำท่าและความต้องการการใช้น้ำ แล้วนำค่ามาวิเคราะห์ด้วยสมการสมดุลน้ำ ความเสี่ยงขาดแคลนน้ำและระดับความขาดแคลน แล้วทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับการสำรวจพื้นที่จริง ซึ่งพบว่าภาคเกษตรกรรมมีการใช้น้ำมากที่สุด และแนวทางการบริหารความเสี่ยงนี้ควรพัฒนาแก้มลิงซึ่งจะเพียงพอต่อสภาพการขาดแคลนรุนแรงและสามารถบรรเทาน้ำท่วมได้[8]

อย่างไรก็ได้การศึกษาที่ผ่านมาส่วนยังไม่ได้ศึกษาผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็วจากสภาพที่นาเป็นสิ่งปลูกสร้าง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองความสัมพันธ์ดินและน้ำ (Soil and Water Assessment Tool, SWAT) จำลองสถานการณ์การเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า เพื่อหาผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินว่าจะส่งผลต่อสภาพน้ำท่าอย่างไรในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็ว รวมถึงการสร้างแผนที่ทางกายภาพ เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตามเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็ว

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำสาขาลำน้ำชีส่วนที่ 4 ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด อยู่ในจังหวัดมหาสารคาม คิดเป็นร้อยละ 36.7 จังหวัดร้อยเอ็ด คิดเป็นร้อยละ 58.4 จังหวัดกาฬสินธุ์ คิดเป็นร้อยละ 4.6 และจังหวัดขอนแก่น คิดเป็นร้อยละ 0.3 มีเนื้อที่รวม 5,092.51 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,182,819 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.3 ของพื้นที่ลุ่มน้ำชีทั้งหมดพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ทำการเกษตรโดยเฉพาะการปลูกข้าว และได้มีการพัฒนาพื้นที่เพื่อรองรับการขยายตัวของนิสิตและชุมชนที่อาศัยบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยมหาสารคามดังแสดงใน Figure 1

Figure 1 Study area of this research

ที่มา : สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2553)[9]

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสัมพันธ์ดินและน้ำในการประเมินปริมาณน้ำท่ากับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีส่วนที่ 4 มีขั้นตอนดังแสดงใน Figure 2

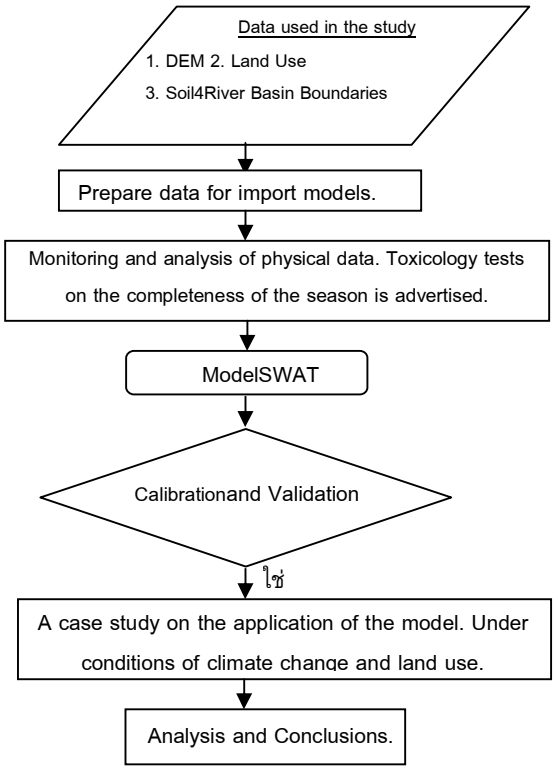

Figure 2 Flow chart to investigate the research data

1. การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ประกอบด้วยข้อมูลสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) ปี พ.ศ. 2549 ขนาดรายละเอียดของข้อมูล 30 x 30 เมตร ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปีพ.ศ. 2549 ข้อมูลชนิดของดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลภูมิอากาศซึ่งเป็นข้อมูลรายวัน ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ พลังงานแสงอาทิตย์ และความเร็วลม จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ข้อมูลอุทกวิทยา อัตราการไหลน้ำท่าเป็นข้อมูลรายวัน รวมถึง ข้อมูลประกอบเพื่อการตัดสินใจ อาทิ ข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำ ข้อมูลเส้นลำน้ำ จากสำนักชลประทานที่ 6

2. จัดทำข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง

จากระบบและขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลของแบบจำลอง SWAT มีการนำเข้า 2 รูปแบบคือการนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ และการนำเข้าข้อมูลที่เป็นตาราง ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ต้องทำการรวบรวมและวิเคราะห์ จากนั้นนำเข้าแบบจำลอง อาทิ ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน ดังแสดงใน Figure 3 ชั้นข้อมูลชุดดิน ดังแสดงใน Figure 4 ซึ่งเป็นข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ ส่วนข้อมูลทางด้านอุตุอุทกวิทยาอยู่ในข้อมูลรูปแบบตาราง

3. การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่จำลองลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำเป็นหลัก (Physically based) ซึ่งแบบจำลอง SWAT สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้อง โดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากความสัมพันธ์ทางภูมิประเทศ และเป็นแบบจำลองชนิดกระจายพารามิเตอร์ที่คำนวณครอบคลุมในระดับลุ่มน้ำ ซึ่งสถานีวัดท่าที่จุดออกของลุ่มน้ำนี้คือ สถานีวัดน้ำท่า E.18 บ้านท่าไคร้ อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

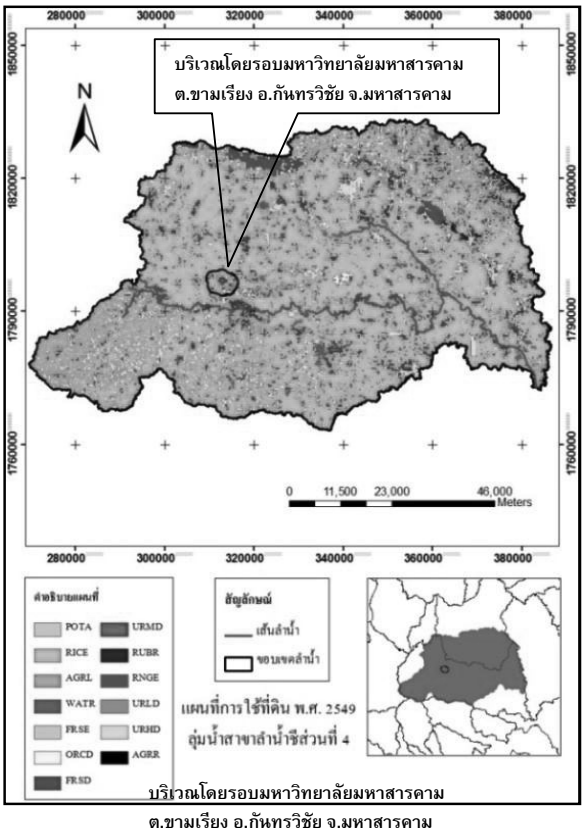

Figure 3 Map of land use in part 4 of Chi river basin

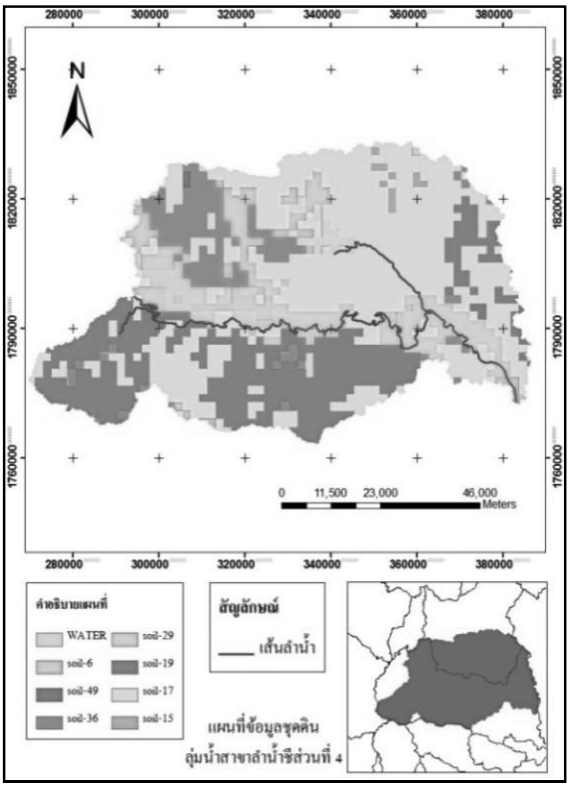

Figure 4 Map of soil group in part 4 of Chi river basin

4. การจำลองสภาพด้วยแบบจำลอง SWAT

แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Blackland Research Center, TAES และ United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service (USDA- ARS) เพื่อใช้ประเมินผลกระทบของสภาพการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ โครงสร้างของแบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนพื้นดิน (Land Phase) และส่วนการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing Phase)[10]

การวิเคราะห์ส่วนพื้นดิน พิจารณาจากขั้นตอนการจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยา โดยอาศัยสมการสมดุลน้ำในแบบจำลอง SWAT มีดังนี้

โดยที่ SW_t คือปริมาณน้ำในดินสุดท้าย SW_0 คือปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ t R_{day} คือปริมาณน้ำฝนในวันที่ i t คือ เวลา (วัน) Q_{surf} คือปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินในวันที่ i Q_{gw} คือ ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลกลับสู่ลำน้ำในวันที่ i

การคำนวณปริมาณการคายระเหยเลือกใช้สมการ Pricstley Taylor และปริมาณน้ำท่าผิวดิน เลือกใช้สมการ SCS Curve Number เนื่องจากเหมาะสมกับลักษณะการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลในประเทศไทยที่จัดทำเป็นรายวัน

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของลำน้ำ ใช้สมการของแมนนิ่ง (Manning) ในการคำนวณระดับและความเร็วของกระแสน้ำและสภาพการเคลื่อนตัวผ่านลำน้ำ เลือกใช้วิธี Muskingum Routing[10]

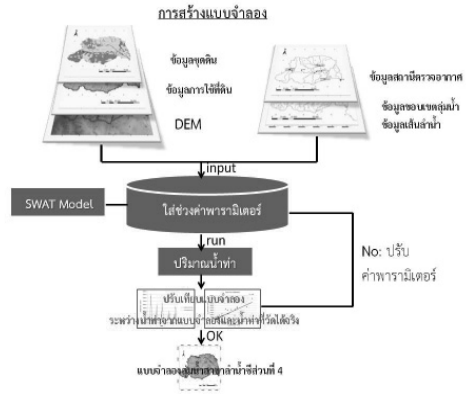

Figure 5 Development of SWAT modeling

ปัจจุบันในส่วนกระบวนการหรือการประมวลผลมีหลายวิธีที่แบบจำลองทางอุทกวิทยาได้พัฒนาการทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic information system, GIS) ซึ่งแบบจำลอง SWAT ก็เป็นอีกหนึ่งแบบจำลองที่ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานร่วมกับ GIS เพื่อให้การนำเข้า

ข้อมูลได้ง่ายขึ้น โดยการศึกษานี้ได้นำโปรแกรม ArcSWAT ซึ่งเป็น Extension หนึ่งของ ArcGIS มาใช้งาน[11] โดยขั้นตอนการจำลองสภาพด้วยแบบจำลอง SWAT ดัง Figure 5

5. การปรับเทียบและตรวจสอบผลจากการปรับเทียบแบบจำลอง

โดยการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับสภาพทางกายภาพของพื้นที่ศึกษานี้ ซึ่งใช้หลักความสัมพันธ์ทางอุทกวิทยา กับลักษณะของภูมิประเทศ สภาพการใช้ที่ดิน และสภาพชนิดของดิน ตามข้อมูลที่มีอยู่ คือ ปี พ.ศ. 2549 เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อเป็นตัวแทนในการเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขการใช้สภาพที่ดิน และพิจารณาของเหตุการณ์น้ำท่าที่ตรวจวัดรายวันอย่างต่อเนื่อง คือ ปี พ.ศ. 2545 – 2549 นำมาปรับเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จาก SWAT เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้งานรวมทั้งพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมของแบบจำลองทางอุกวิทยา เช่น ค่า Curve Number (CN), ค่าปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกักได้(sol_awc), ค่า Manning “n” เป็นต้น

สำหรับการตรวจสอบแบบจำลองนั้น ใช้ชั้นข้อมูลลักษณะของภูมิประเทศ สภาพการใช้ที่ดิน และสภาพชนิดของดิน ปี พ.ศ. 2549 และพิจารณาของเหตุการณ์น้ำท่าที่ตรวจวัดรายวันอย่างต่อเนื่อง คือ ปี พ.ศ. 2550 – 2552

6. การประยุกต์ใช้กรณีศึกษากับแบบจำลอง ตามเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่

ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน สภาพชนิดดิน ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงการสภาพใช้ที่ดิน ที่เป็นข้อมูลทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มานำเข้าแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลการสภาพการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2549 ดังแสดงใน Figure 6 และจำลองเหตุการณ์โดยเปลี่ยนการใช้ที่โดยเปลี่ยนพื้นที่นาเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเป็นร้อยละ 10 40 60 และ 80 ตามลำดับ เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็ว และถ้าในสภาพอนาคตมีการพัฒนาพื้นที่เต็มศักยภาพแล้ว ที่นาเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างจะให้ผลปริมาณน้ำท่าเป็นอย่างไร

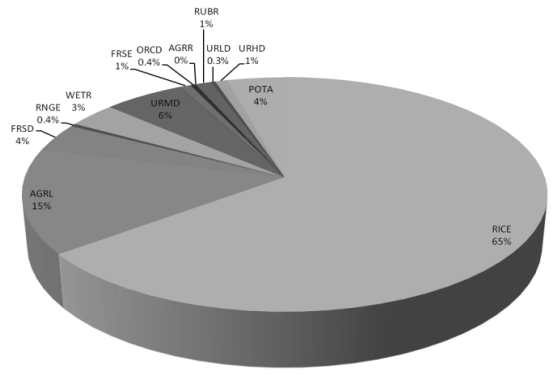

Figure 6 Proportioning of land use in study area

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

ผลของการกำหนดเส้นขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยจากแบบจำลอง SWAT ได้แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำเป็น 8 ลุ่มน้ำย่อย แต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยมีหนึ่งหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Dominant Land Use and Soil) โดยแบ่งจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและชนิดของดิน และการศึกษาครั้งนี้เลือกจุดออกเป็นสถานีวัดน้ำท่า E.18 บ้านท่าไคร้ (Ban Tha Khrai) อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 8 สำหรับการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ดังแสดงใน Figure 7

ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

(Model Calibration)

ผลการปรับเทียบแบบจำลอง ระหว่างน้ำท่ารายวันจากแบบจำลองกับข้อมูลน้ำท่ารายวันจากการตรวจวัด ณ สถานีวัดน้ำ E.18 บ้านท่าไคร้ อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ปี พ.ศ. 2545 - 2549 โดยมีการปรับแก้พารามิเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยา ดังแสดงผลใน Figure 8 จากกราฟเปรียบเทียบการพิจารณาถึงการเข้ากันได้ดีของรูปร่างกราฟน้ำท่าเฉลี่ยรายวัน โดยรูปร่างกราฟของข้อมูลจากการตรวจวัดและข้อมูลจากการคำนวณนั้นมีรูปร่างใกล้เคียงและไปในทิศทางเดียวกัน ที่ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิตัวกำหนด (R^2) = 0.91 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกับข้อมูลจากแบบจำลองอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

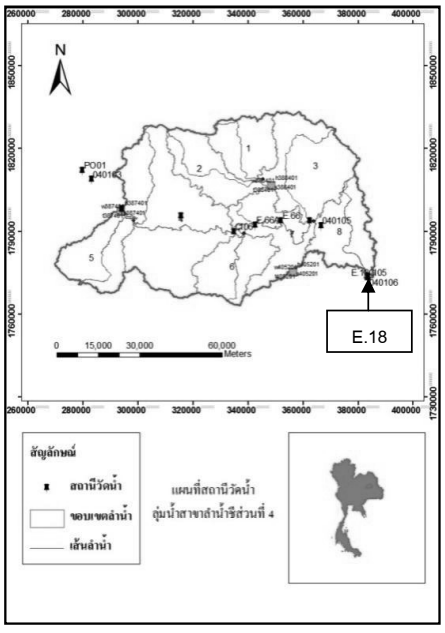

Figure 7 Subbasin and streamflow measuring station in part 4 of Chi river basin

การตรวจสอบแบบจำลอง (Model Validation)

ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ให้ผลสอดคล้องกันกับการปรับเทียบ ซึ่งน้ำท่ารายวันจากแบบจำลองกับข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำ ณ สถานีวัดน้ำ E.18 บ้านท่าไคร้ อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด ปี พ.ศ. 2550 - 2552 โดยใช้ชุดพารามิเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยา ดังแสดงผลใน Figure 9 จากกราฟเปรียบเทียบการพิจารณาถึงการเข้ากันได้ดีของรูปร่างกราฟน้ำท่าเฉลี่ยรายวัน โดยรูปร่างกราฟของข้อมูลตรวจวัดและข้อมูลจากการคำนวณนั้นมีรูปร่างใกล้เคียงและไปในทิศทางเดียวกัน ให้ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิตัวกำหนด (R^2) = 0.93 ซึ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลองอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

จากข้อมูลการปรับเทียบและตรวจสอบ นำมาซึ่งอนุกรมข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง และเมื่อนำมาเปรียบเทียบตามเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พบว่า ในสภาพอดีต (2545 – 2549) มีสัดส่วนของพื้นที่การทำนาสูงคิดเป็นร้อยละ 64.5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 4 ทั้งหมด และเมื่อเวลาผ่านไปภายหลังจากการก่อตั้งมหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตขามเรียง ในปี พ.ศ. 2540 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยรอบจากพื้นที่นาเป็นสิ่งปลูกสร้าง เช่น หอพัก อาคารพาณิชย์ หมู่บ้านจัดสรร และสาธารณูปโภค ขึ้นมารองรับนิสิตและการขยายตัวของเศรษฐกิจรอบมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ทึบน้ำ โดยการศึกษานี้ได้ศึกษาไว้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 4 กรณี ดัง Figure 10 โดยคำนวณและสังเกตปริมาณน้ำท่ารวม ณ สถานีวัดน้ำ E.18 ดังแสดงผลไว้ใน Table 1

ผลการศึกษาใช้แบบจำลอง SWAT กับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากสภาพการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2549 โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพที่นาเป็นสิ่งปลูกสร้างร้อยละ 10 40 60 และ 80 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำท่ารวมรายปี มีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 8.2 11.3 และ 15.0 ตามลำดับ และปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายวันมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.2 18.3 27.8 และ 38.5 ตามลำดับ

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่นาเป็นพื้นที่สิ่งก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำท่ามีค่าเพิ่มขึ้น ดังกราฟแสดงใน Figure 11 จากกราฟดังกล่าวจะเห็นว่าช่วงเวลาของการเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดของช่วงเวลาดังกล่าวมีการขยับตัวเข้ามาเร็วขึ้น ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งกลับมีปริมาณน้ำไหลลดลง

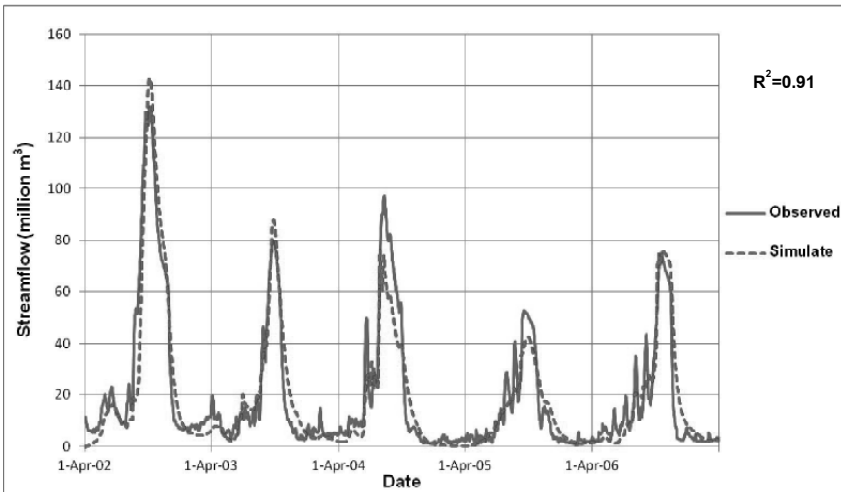

Figure 8 Model Calibration

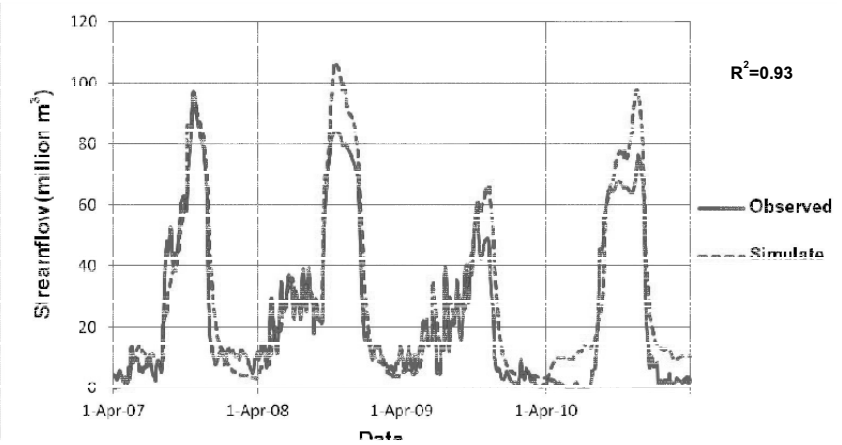

Figure 9 Model Validation

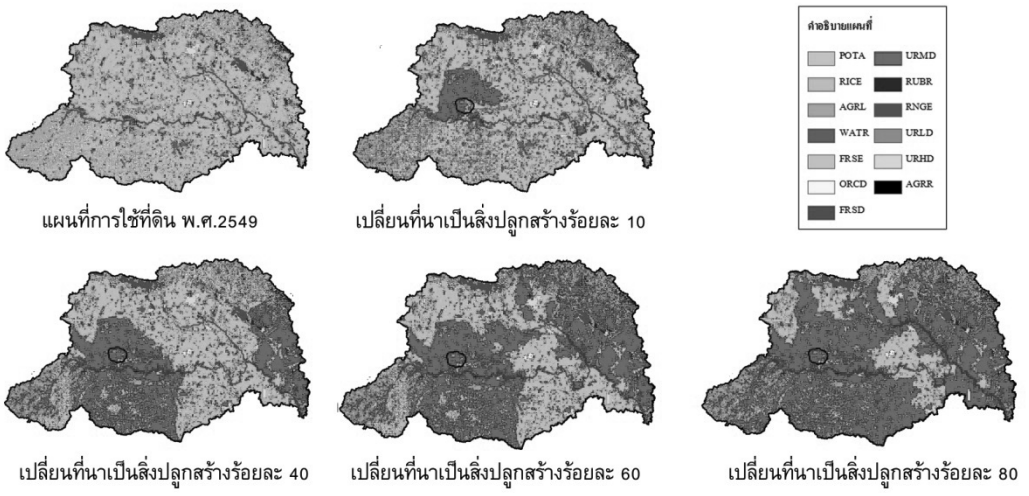

Figure 10 Changing in map of land use in parte of Chi river basin due to defined constrain

Table 1 Results in streamflow changing based on land use

Streamflow	Land use in 2006 (the base year)	Percentage change land use data taken from the year of 2006			
		10%	40%	60%	80%
Total Streamflow (MCM)	6,211.3	6,334.8 (+2.0)	6,722.2 (+8.2)	6,914.5 (+11.3)	7,145.9 (+15.0)
Peak Streamflow (MCM)	84.0	86.8 (+3.2)	99.5 (+18.3)	107.4 (+27.8)	116.4 (+38.5)

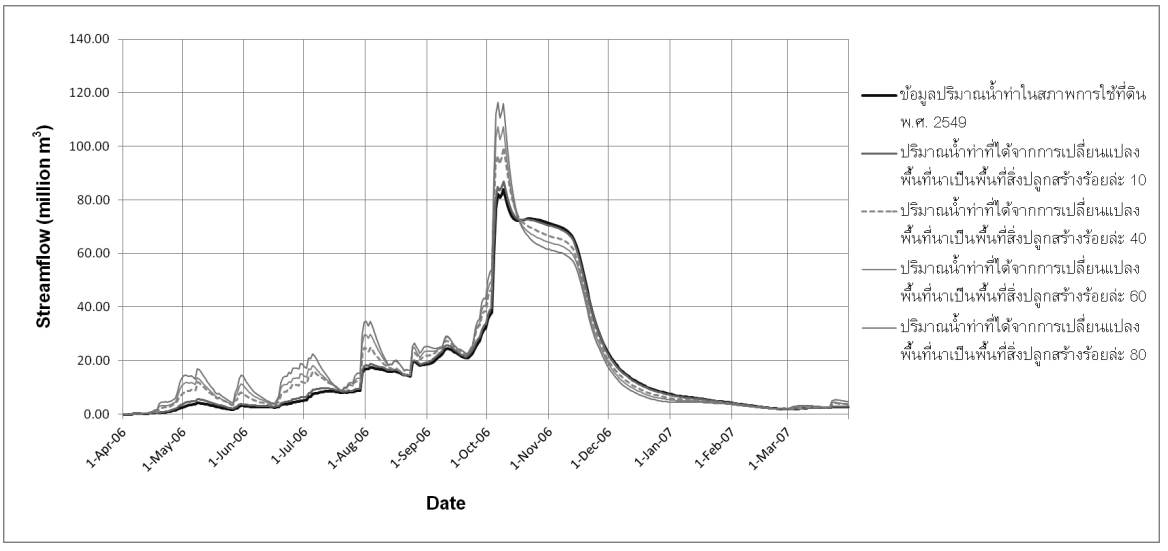

Figure 11 Changing in Streamflow due to defined land use

สรุปผลการศึกษา

การเพิ่มพื้นที่ทึบน้ำมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่นาเป็นพื้นที่สิ่งก่อสร้างทำให้ปริมาณน้ำไหลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเพิ่มขึ้นตามการจำลองสถานการณ์เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตาม เงื่อนไข ร้อยละ 3.2 18.3 27.8 และ 38.5 ตามลำดับ อีกทั้งช่วงเวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของ ช่วงเวลาดังกล่าว มีการขยับตัวเข้ามาเร็วขึ้น ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งกลับมีปริมาณน้ำไหลลดลง ผลการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าแบบจำลอง SWAT สามารถจำลองสถานการณ์กระบวนการเปลี่ยนปริมาณฝนเป็นปริมาณน้ำท่าในพื้นที่รับน้ำได้สมเหตุสมผล เนื่องจากพิจารณาข้อมูลอุตุอุทกวิทยา ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลชนิดดินและสภาพการใช้ที่ดินในสภาพปัจจุบันและอนาคตในพื้นที่รับน้ำเป็นองค์ประกอบหลักในการพิจารณาตามแนวคิดสมดุลน้ำ (water balance) นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าวในการวิเคราะห์ลุ่มน้ำภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงต่างๆ เพื่อช่วยในการจัดการลุ่มน้ำ และมาตรการทางผังเมืองเพื่อควบคุมบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีความเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนทุนยกเว้นค่าเล่าเรียนสำหรับบุคลากร ประจำปีการศึกษา 2553 และทุนการวิจัย (ทุนอุดหนุนวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาปริญญาโท งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555)

เอกสารอ้างอิง

1. เทอดธรรม สุวรรณวัฒน์ และคณะ, "ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าพื้นที่ลุ่มน้ำอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา"
2. Alberta Industrial Heartland. (2001). Land use concepts: planning parameter. Retrieved 22 February 2006
3. Food and Agriculture Organization. (1970). National Seminar on Land Problems and Policies in Thailand, Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO, FAO Regional Office, Bangkok, Thailand, 9 – 13 February,1970.
4. โยธิน แสวงดี และคณะ."การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมประชากรและการใช้ที่ดินในพื้นที่ของภาคตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย: เปรียบเทียบโครงการกาญจนบุรี และโครงการนางรอง" การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ประชากรและการใช้ที่ดินในพื้นที่ของภาคตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยฯ.หน้า 269-279
5. Bouraoui, F., S. Benabdallah, A. Jrad, and G. Bidoglio. 2005. Application of the SWAT model on the Medjerda river basin (Tunisia). Physics and Chemistry of the Earth 30(2005): 497–507.

6. Tripathi, M.P., R.K. Panda, and N.S. Raghuwanshi. 2003. Identification and Prioritisation of Critical Sub-watersheds for Soil Conservation Management using the SWAT Model. Biosystems Engineering 85 (3): 365–379.
7. Watson, B, M., Ghafouri, M., and Selvalingam S. Application of SWAT to Model the Water Balance of the Woady Yaloak River Catcment.Australia.
8. ภรณี ธนภรรคภวิน “การบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมน้ำแล้ง: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำทับมา จังหวัดระยอง”. Proceedings of 3rd THAICID NATIONAL SYMPOSIUM. 17 มิถุนายน 2551
9. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. “แผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำสาขาลำน้ำชีส่วนที่ 4” เอกสารวิชาการเลขที่ 240/11/52 : ปี 2553
10. สราวุธ โสภณพัฒนา, 2552. “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน” เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 เล่ม 4. 13-15 พฤษภาคม 2552 หน้า 1183-1188
11. กิตติพงษ์ ธนาศิริยะกุล, 2546. การประเมินสัมพันธภาพลำน้ำย่อยของประเทศไทยข้อมูลระบบสารสนเทศและแบบจำลองสาธาณสิทธิ SWAT/GIS : กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตื่นตอนบน อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.