นิพนธ์ต้นฉบับ

การประมาณค่าปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SCS-CN ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

Estimation Runoff by Using SCS-CN Model at Upper Yom Watershed

ปิยพงษ์ ทองดีนอก* **Piyapong Tongdeenok***

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand
*Corresponding Author, E-mail: fforppt@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 22 เมษายน 2559 รับลงพิมพ์ 8 กรกฎาคม 2559

ABSTRACT

The aim of this research was to apply geoinformatics data and SCS-CN model for estimation runoff and compare with measurement data. The study procedure were collect data from the various source such as topographic data, soil data, and land use data. All spatial data were analyzed the physiographic and hydrological characteristic of upper yom watershed for determination curve number (CN) and concern with rainfall amount for estimation runoff. The results were indicated watershed status in term of hydrology and potential runoff of upper yom watershed.

The results showed that annual runoff from SCS-CN model was 625.71 MCM. while direct measurement was 828.23 MCM. Moreover, the relationship between rainfall and runoff was moderately ($r^2 = 0.6$). During the wet period, the runoff was 633.06 MCM. while measurement was 916.22 MCM., in dry period runoff was 7.35 MCM. The relationship between rainfall and runoff was highest in the wet period as an $r^2=0.99$ contrast with the dry period with $r^2= 0.58$. Watershed hydrological characteristic was used for explained watershed hydrological potential as the percentage of rainfall and runoff, the ratio between wet flow and dry flow and timing portion between wet and dry period. The results were indicated that the percentage of rainfall and runoff was 67.9 percent. The runoff ratio between wet and dry period was 99:1 and timing portion between the wet and dry period from the model was 7:5 month. The model application selected two scenarios with watershed classification condition and slope condition. The results showed that runoff data from watershed classification and slope condition was 695.89 and 559.13 MCM.

Keywords: SCS-CN model, streamflow, upper Yom watershed

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยการรวบรวมข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ข้อมูลชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิศาสตร์กายภาพ และลักษณะทางอุทกวิทยาเพื่อประเมินค่า CN และพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้สถานภาพทางอุทกวิทยาและศักยภาพการให้น้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยจากแบบจำลอง SCS-CN มีค่าเท่ากับ 625.71 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดจริงมีค่าเท่ากับ 828.23 ล้านลูกบาศก์เมตร ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า พบว่าอยู่ในระดับปานกลาง ($r^2 = 0.6$) ปริมาณน้ำท่าช่วงฤดูน้ำหลากจากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 633.06 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าที่ได้จากการตรวจวัดเท่ากับ 916.22 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนช่วงฤดูน้ำแล้ง พบว่าปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 7.35 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยค่าตรวจวัดได้เท่ากับ 87.99 ล้านลูกบาศก์เมตร ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า พบว่ามีค่าสูงในช่วงน้ำหลาก ($r^2 = 0.9$) และมีค่าปานกลางในช่วงแล้งฝน ($r^2 = 0.55$) การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยา พบว่าร้อยละปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนมีค่าเท่ากับ 67.9 ร้อยละของปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลากต่อช่วงน้ำแล้งเท่ากับ 99:1 ส่วนช่วงเวลาการไหลในช่วงน้ำหลากต่อช่วงน้ำแล้งเท่ากับ 7:5 เดือน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 695.89 ล้านลบ.ม. ค่า CN เท่ากับ 77 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 559.13 ล้านลบ.ม.

คำสำคัญ: แบบจำลอง SCS-CN ปริมาณน้ำท่า ลุ่มน้ำยมตอนบน

คำนำ

การประเมินปริมาณน้ำท่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการวางแผน การจัดการ และการพัฒนาทรัพยากรน้ำ ทั้งการป้องกัน บรรเทาอุทกภัย ภัยแล้ง การจัดการควบคุมการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ และการก่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ ซึ่งการประเมินปริมาณน้ำท่านั้น เป็นกระบวนการทางด้านอุทกวิทยาที่ทำได้หลายวิธี มีการใช้พารามิเตอร์เกี่ยวกับอุทกวิทยาหลายดัชนีในการประเมิน แต่พารามิเตอร์ที่เป็นที่นิยมใช้ และเป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณน้ำท่า คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่า โดยสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าได้ด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา ซึ่งแบบจำลอง SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number) เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางด้านอุทกวิทยาที่ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายโดยมีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้งานได้ง่าย และเป็นแบบจำลองที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้ปัจจัยทางด้านลักษณะทางกายภาพ และสภาพอุทกวิทยาแล้วนำมากำหนดค่าคะแนนหรือ ค่า Curve Number (CN) ให้กับค่าปัจจัยต่างๆ ซึ่งพิจารณาจาก คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน และเงื่อนไขความชื้นก่อนหน้า เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า (Mishra *et al*., 2008; Ramakrishnan *et al*., 2009) ซึ่งเมื่อนำเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการสร้างฐานข้อมูลทางด้านกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อช่วยวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง SCS-CN ย่อมช่วยให้เกิดความสะดวกในการทำงานมาก

ขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลในรูปของตารางข้อมูล ที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ทำให้สามารถวิเคราะห์ สืบค้น และแสดงผลข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ทั้งเชิงพื้นที่ (spatial) และช่วงเวลา (temporal) ได้สะดวกขึ้น ซึ่งนับว่าเหมาะสมสำหรับงานทางด้านการจัดการลุ่มน้ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้นำเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้หลักการของแบบจำลอง SCS-CN ร่วมกับการนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ 2) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลและเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำ โดยการใช้ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวาง 5046 I 5046 IV 5047 I 5047 II 5047 III 5047 IV 5146 IV 5147 II และ 5147 IV ซึ่งครอบคลุมบริเวณลุ่มน้ำยมตอนบน เพื่อกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area) และความลาดชัน (slope) ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS

2. ลักษณะของดิน โดยการนำข้อมูลทุติยภูมิจากกรมพัฒนาที่ดินมากำหนดข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) ตามคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน (hydrologic soil group) ของแบบจำลอง SCS ซึ่งแบ่งกลุ่มดินออกเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะเนื้อดิน อัตราการซึมน้ำ (Kampree, 1996) เป็นตัวกำหนด จากนั้นทำการจัดกลุ่มใหม่ (reclass) ด้วยคำสั่ง reclassification ของโปรแกรม ArcGIS ข้อมูลที่จัดกลุ่มใหม่จะอยู่ในรูปแบบเวคเตอร์ (vector format) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม รายละเอียดดังนี้

กลุ่ม A เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมน้ำลงดินสูง มีความสามารถในระบายน้ำได้ดี เช่น กรวดทรายเม็ดป่น

กลุ่ม B เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมน้ำลงดินปานกลาง มีการระบายน้ำดีปานกลาง เช่น ดินร่วนปนทราย

กลุ่ม C เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมน้ำได้ค่อนข้างต่ำลดลงต่ำ เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว

กลุ่ม D เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมน้ำของดินต่ำมาก ส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว

3. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5-TM path 130 row 46 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2552 ร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2552 แล้วนำมาจัดทำชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการกำหนดข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) ซึ่งจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ เกษตรกรรม ป่าไม้ แหล่งน้ำ เมืองและที่อยู่อาศัย และพื้นที่อื่นๆ ข้อมูลที่จัดกลุ่มใหม่จะอยู่ในรูปแบบเวคเตอร์ (vector format)

4. ค่า curve number (CN) ได้จากการนำข้อมูลชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จัดแบ่งกลุ่มตามวิธีการ SCS มาหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ intersect ด้วยคำสั่ง Intersect ของโปรแกรม ArcGIS แล้วกำหนดค่า

CN ที่เหมาะสม แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย CN ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

5. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน โดยการสร้างชั้นข้อมูลและกำหนดข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) จากการนำข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรอบ 10 ปี ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่และใกล้เคียงจำนวน 6 สถานี มาเฉลี่ยตามน้ำหนักพื้นที่ โดยวิธีธีเอสเสนโพลีกอน (thiessen polygon) ซึ่ง Taesombat (1990) กล่าวว่าวิธีนี้จะลดปัญหาความไม่สม่ำเสมอในการกระจายที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนได้ด้วยคำสั่ง Create Thiessen Polygons ของโปรแกรม ArcGIS แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน

การประเมินปริมาณน้ำท่า

การประเมินปริมาณน้ำท่า โดยใช้วิธีการของ SCS ดังสมการต่อไปนี้

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (1)$$

ซึ่ง $P \geq 0.2\,S$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (มม.)

S = ความสามารถในการเก็บกักน้ำของดิน

ซึ่ง S มีความสัมพันธ์กับค่า curve number (CN) ดังสมการต่อไปนี้

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

ผลและวิจารณ์

ปริมาณน้ำท่ารายปี

จากการประเมินปริมาณน้ำท่ารายปีโดยวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN และเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ได้ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 1

Table 1 Annual streamflow in upper Yom watershed.

	Rainfall amount	streamflow (MCM)	
	(mm)	measurement	model estimation
annual	1,219.73	828.23	625.71

จาก Table 1 พบว่าปริมาณน้ำท่ารายปีที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้านลบ.ม. และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 625.71 ล้านลบ.ม. เมื่อนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองดังแสดงใน Figure 1 พบว่ากราฟมีรูปร่างและแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยกราฟของข้อมูลจากการตรวจวัดมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนเมษายน ส่วนกราฟของข้อมูลจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน โดยในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ค่าปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ามากกว่าข้อมูลจากการตรวจวัด และในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมีนาคมปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าน้อยกว่าข้อมูลจากการตรวจวัด ซึ่งอาจเนื่องมาจากอิทธิพลของค่า CN ซึ่งได้มาจากความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของกลุ่มดิน โดยค่า CN จะบอกถึงศักยภาพในการเกิดน้ำท่า ถ้า CN มีค่ามากแสดงว่าศักยภาพในการเกิดน้ำท่าสูง โดยในลุ่มน้ำยมตอนบนมีค่า CN เท่ากับ 73 ประกอบกับมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ และดินมีการซึมน้ำได้ปานกลาง ส่งผลให้ป่าไม้และดินมีการดูดซับน้ำไว้ใต้ดินได้ค่อนข้างดี ไม่ปลดปล่อยเป็นน้ำท่าจึงทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าน้อยกว่า

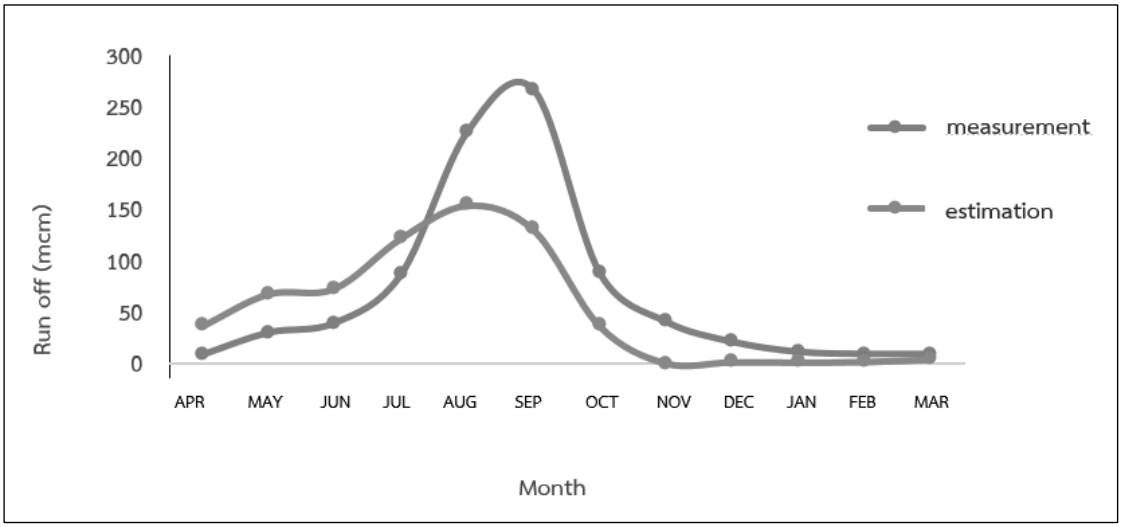

Figure 1 Comparison streamflow between measurement and model estimation in upper Yom watershed.

เมื่อนำค่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดและการคำนวณของแบบจำลองมาหาความสัมพันธ์แบบ linear regression กับปริมาณน้ำฝน ดังแสดงใน Figure 2 พบว่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6 และปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9701 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทะแยงมุม 45 องศา (1:1 line) (Thangtham, 1996) ดังแสดงใน Figure 3 พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีการกระจาย และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6783

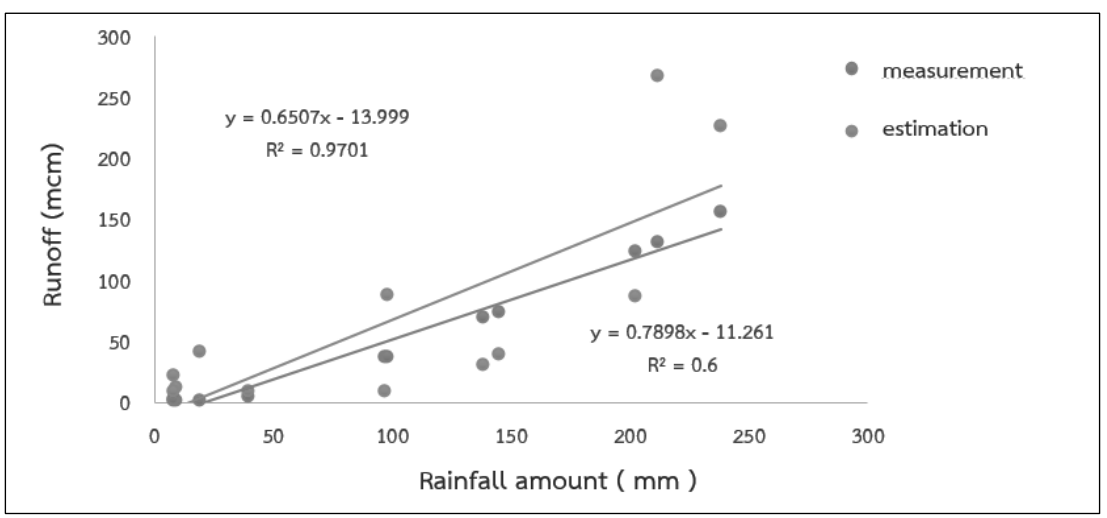

Figure 2 Relationship between streamflow measurement and model estimation.

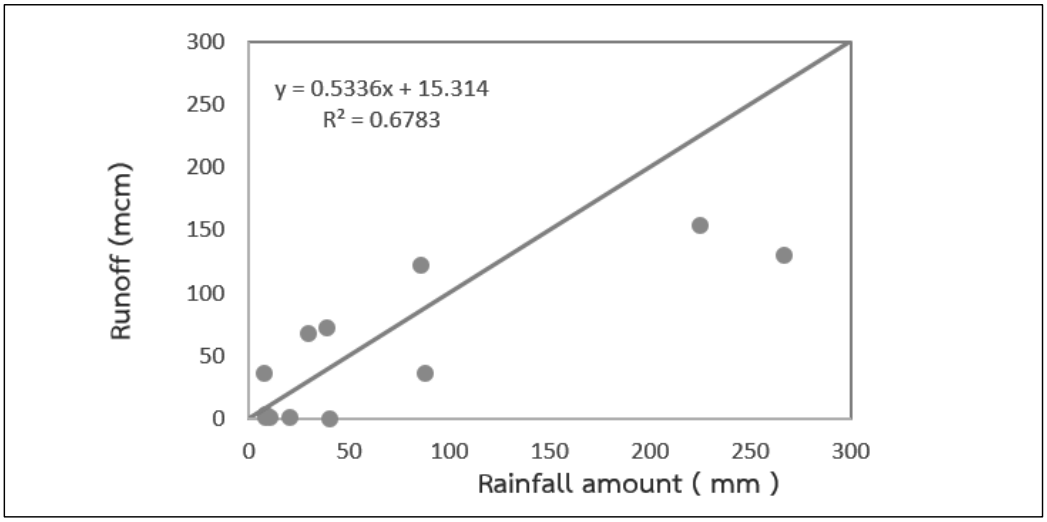

Figure 3 Streamflow model validation.

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำแผนที่ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากค่า CN ดังแสดงใน Figure 4 พบว่า ปริมาณน้ำท่าในแต่ละกริดมีค่าที่แตกต่างกันไปตามค่า CN ซึ่งกริดที่มีค่าปริมาณน้ำท่าสูงส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยากลุ่ม D และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยในเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าสูงที่สุด

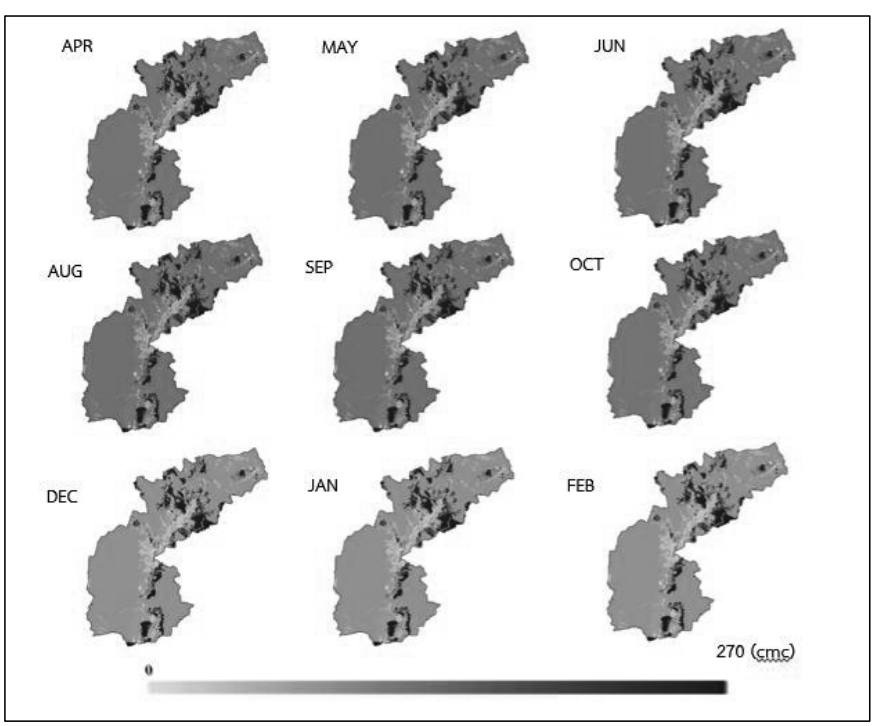

Figure 4 Spatial average of streamfllow in upper Yom watershed.

ปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้ง (wet-dry period)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าลุ่มน้ำยมตอนบนมีช่วงน้ำหลากอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม และช่วงน้ำแล้งอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม และผลการประเมินปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้ง (Table 2)

Table 2 Wet flow and dry flow in upper Yom watershed.

water periods	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	estimation
wet period	1,305.77	916.22	633.06
dry period	86.04	87.99	7.35

จาก Table 2 พบว่าปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลากที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 916.22 ล้านลบ.ม. และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 633.06 ล้านลบ.ม. สำหรับปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำแล้งที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 87.99 ล้านลบ.ม. และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 7.35 ล้าน ลบ.ม. เมื่อนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองดังแสดงใน Figure 5 พบว่ากราฟมีรูปร่างและแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยกราฟช่วงน้ำหลากของข้อมูลจากการตรวจวัดมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน ของข้อมูลจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และกราฟช่วงน้ำแล้งของข้อมูลจากการตรวจวัดมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ของข้อมูลจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม

เมื่อนำค่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด และการคำนวณของแบบจำลองในช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้งมาหาความสัมพันธ์แบบ linear regression กับปริมาณน้ำฝน ดังแสดงใน Figure 6 พบว่าในช่วงน้ำหลากปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6169 และปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

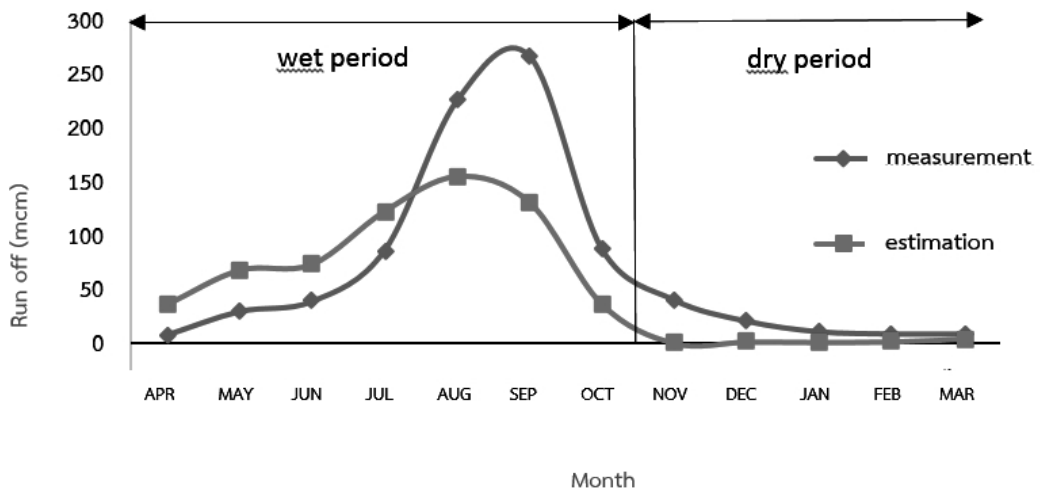

Figure 5 Comparison streamflow betweem measurement and model estimation in different period.

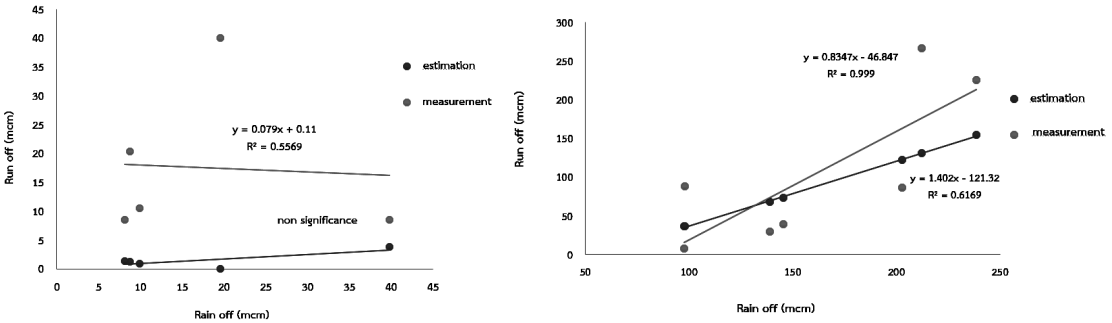

Figure 6 Relationship of streamflow between measurement and model estimation in different period.

มีค่า R^2 เท่ากับ 0.999 ในช่วงน้ำแล้งปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีค่า R^2 ไม่มีความสัมพันธ์ และปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.5569 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทะแยงมุม 45 องศา (1:1 line) ดังแสดงใน Figure 7 พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีการกระจาย ในช่วงน้ำหลากมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6327 และในช่วงน้ำแล้งมีค่า R^2 เท่ากับ 0.4331 เนื่องจากในแบบจำลองไม่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในดิน หรือปริมาณน้ำท่าในดินซึ่งเป็นปัจจัยที่หลักในการให้น้ำไหลในลำธาร (Saard, 2008) ค่าที่ได้จึงแตกต่างกันมาก

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำแผนที่ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากค่า CN ดังแสดงใน Figure 7 พบว่า ปริมาณน้ำท่าในแต่ละกริดมีค่าที่แตกต่างกันไปตามค่า CN ซึ่งกริดที่มีค่าปริมาณน้ำท่าสูงส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยากลุ่ม D และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้งประมาณ 10 – 270 ล้านลบ.ม.

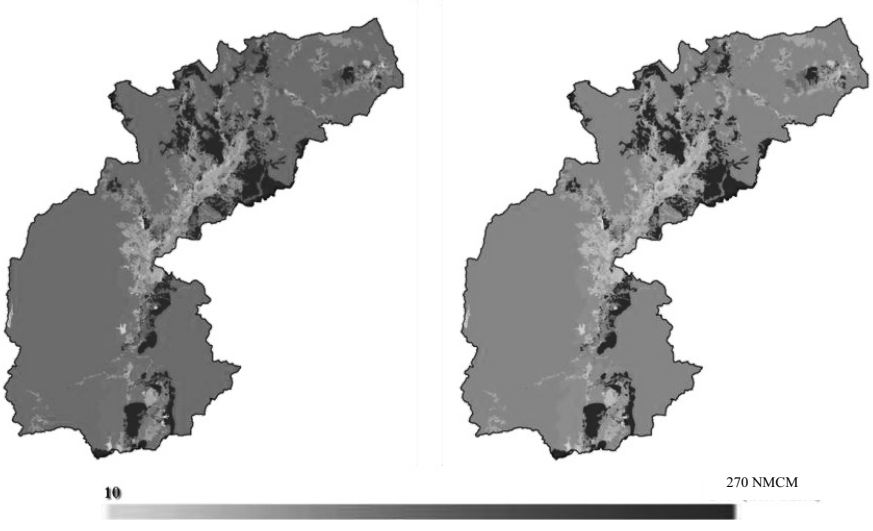

Figure 7 Spatial average of streamflow in wet and dry period at upper Yom watershed.

ลักษณะทางอุทกวิทยา

ลักษณะทางอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนที่ศึกษา ดังแสดงใน Table 3 จาก Table 3 พบว่าจากข้อมูลการตรวจวัดมีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 828.23 ล้านลบ.ม. คิดเป็นร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 67.90 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีร้อยละช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 89 : 11 สำหรับปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองพบว่า มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 625.71 ล้านลบ.ม. คิดเป็นร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 51.30 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีร้อยละช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 99 : 1 ส่วนช่วงเวลาการไหลช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนอยู่ในช่วง 7: 5 เดือน ซึ่งหมายถึงว่ามีช่วงน้ำหลาก 7 เดือน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม และช่วงน้ำแล้ง 5 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม

Table 3 Hydrological characteristics in upper Yom watershed.

Hydrological characteristics	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)		percentage	
		measurement	estimation	measurement	estimation
Percentage of streamflow: rainfall	1,219.73	828.23	625.71	67.90	51.30
Percentage of wet: dry flow				89 : 11	99 : 1
Flow timing wet: dry period			7 : 5		

ปริมาณน้ำท่าจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

1. การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จึงได้กำหนดให้พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1A 1B และ 2 เป็นป่าสมบูรณ์พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 เป็นไม้ผลผสม พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 4 เป็นพืชไร่ผสมและพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 5 เป็นนาข้าว พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังแสดงใน Table 4

จาก Table 4 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นป่าสมบูรณ์ คิดเป็นพื้นที่ 543.56 ตร.กม.หรือร้อยละ 47.05 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเปลี่ยนเป็นนาข้าว พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างคิดเป็นพื้นที่น้อยที่สุด คือ 102.05 ตร.กม. หรือร้อยละ8.83 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อนำมาประเมินปริมาณน้ำท่ารายปี ได้ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 5

Table 4 Land utilization under watershed classification (WSC) policy in upper Yom watershed.

WSC	Land utilization under WSC policy	areas (sq.km.)	percentage of watershed
1A 1B and 2	Forest	543.56	47.05
3	Mix orchards	283.94	24.58
4	Mix upland crop	225.67	19.53
5	Paddy field, wet land, community and facilities	102.05	8.83
	total	1,155.23	100.00

Table 5 Annaul streamflow under WSC conditions in upper Yom watershed.

	Rainfall (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	estimation
annual	1,219.73	828.23	695.89

จาก Table 5 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้านลบ.ม. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 695.89 ล้านลบ.ม. ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำท่ารายปีของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเดิม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นป่าสมบูรณ์ ส่งผลให้ค่า CN เฉลี่ยเพิ่มเป็น 77 จึงมีศักยภาพในการเกิดน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามระดับความลาดชัน

การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน จึงได้กำหนดระดับความลาดชัน 0-2 ร้อยละ เป็นนาข้าว ระดับความลาดชัน 2-5 ร้อยละ เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ระดับความลาดชัน 5-15 ร้อยละ เป็นพืชไร่ผสม ระดับความลาดชัน 15-35 ร้อยละ เป็นไม้ผลผสม และระดับความลาดชันมากกว่า 35 ร้อยละ เป็นป่าสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังแสดงใน Table 6

จาก Table 6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นไม้ผลผสม คิดเป็นพื้นที่ 455.48 ตร.กม.หรือร้อยละ 39.43 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเปลี่ยนเป็นนาข้าว คิดเป็นพื้นที่น้อยที่สุด คือ 119.66 ตร.กม. หรือร้อยละ 10.36 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อนำมาประเมินปริมาณน้ำท่ารายปี ได้ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 7

Table 6 Land utilization under different slope level in upper Yom watershed.

slope (percentage)	Land utilization under slope condition	areas (sq.km.)	percentage of watershed areas
0 - 2	Paddy field	119.66	10.36
2 - 5	Community and infrastructure	130.56	11.30
5 - 15	Mix upper crop	317.07	27.45
15 - 35	Mix orchards	455.48	39.43
> 35	Forest	132.47	11.47
	total	1,155.23	100.00

Table 7 Annual streamflow from land utilization under different slope level in upper Yom watershed.

	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	estimation
annual	1,219.73	828.23	559.13

จาก Table 7 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้านลบ.ม. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 559.13 ล้านลบ.ม. ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำท่ารายปีของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเดิม ทั้งนี้

เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นไม้ผลผสม และมีพื้นที่ป่าไม้เหลือเพียง 11.47 ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่งผลให้ค่า CN เฉลี่ยลดลงเป็น 69 จึงมีศักยภาพในการเกิดน้ำท่าน้อยลง

สรุป

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลและเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ ปริมาณน้ำท่ารายปีจากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้าน ลบ.ม. และจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 625.71 ล้าน ลบ.ม. ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับน้ำฝนจากการตรวจวัด มีค่าเท่ากับ 0.6 จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9701 ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทะแยงมุม 45 องศา (1:1 line) เท่ากับ 0.6783 ค่า CN เท่ากับ 73 ปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลากที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 916.22 ล้าน ลบ.ม. และจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 633.06 ล้าน ลบ.ม. ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับน้ำฝนจากการตรวจวัด มีค่าเท่ากับ 0.6169 จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.999 ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทะแยงมุม 45 องศา (1:1 line) เท่ากับ 0.6327 ปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำแล้งที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 87.99 ล้าน ลบ.ม. และจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 7.35 ล้าน ลบ.ม. เนื่องจากในแบบจำลองไม่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในดินหรือปริมาณน้ำท่าในดินซึ่งเป็นปัจจัยที่หลักในการให้น้ำไหลในลำธาร ค่าที่ได้จึงแตกต่างกันมาก โดยมีค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับน้ำฝนจากการตรวจวัดไม่มีความสัมพันธ์ จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.5569 ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทะแยงมุม 45 องศา (1:1 line) เท่ากับ 0.4331

คุณลักษณะทางอุทกวิทยา พบว่าจากข้อมูลการตรวจวัด มีเป็นร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 67.90 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีร้อยละช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 89 : 11 สำหรับปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองพบว่า มีร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 51.30 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีร้อยละช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 99 : 1 ส่วนช่วงเวลาการไหลช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนอยู่ในช่วง 7: 5 เดือน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 695.89 ล้านลบ.ม. ค่า CN เท่ากับ 77 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 559.13 ล้าน ลบ.ม. ค่า CN เท่ากับ 69

งานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะคือ 1) ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดการลุ่มน้ำ จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลทางลักษณะกายภาพ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ชุดดิน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในรูปแบบราสเตอร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อใช้สำหรับการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ ซึ่งได้แก่ การวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมตามสมรรถนะของที่ดินและความเหมาะสมของที่ดิน รวมไปถึงมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับลุ่มน้ำที่ศึกษาและลุ่มน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และยังใช้สำหรับการพิจารณาวางโครงการก่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัย และภัยแล้ง และ 2) ข้อเสนอแนะจากการศึกษา การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ค่าพารามิเตอร์ด้านดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งใช้สำหรับกำหนดค่า CNร่วมกับค่าปริมาณน้ำฝน และสภาพความลาดชัน ในการประเมินปริมาณน้ำท่า จึง

ทำให้ค่าที่ประเมินได้แตกต่างจากค่าตรวจวัดจริง ซึ่งถ้ามีการเพิ่มพารามิเตอร์บางตัว เช่น ค่าความสามารถในการนำน้ำของดิน สัมประสิทธิ์ความขรุขระของดิน ปริมาณน้ำในดิน เป็นต้น อาจทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริง

REFERENCES

Kampree, N. 1996. **The Study on Basic Hydrological Design of Small Reservoir by SCS Model at North East of Thailand**. Master Thesis, Kasetsart University.

Mishra, S. K., R. P., Pandey, M. K., Jain and V. P., Singh. 2008. A rain duration and modified AMC-dependent SCS-CN procedure for long duration rainfall-runoff events. **WATER RESOUR MANAG**. 22 (7): 861-876.

Ramakrishnan, D., A., Bandyopadhyay and K. N., Kusuma. 2009. SCS-CN and GIS-based approach for identifying potential water harvesting sites in the Kali Watershed, Mahi River Basin, India. **J. Earth. Syst. Sci.** 118 (4): 355-368.

Saard, P. 2008. Determining od Soil Water Characteriatic Curve Equation for Estimating Soil Moisture Change at Mae-Sa Watershed, Chiang Mai Province. **Thai J. For.** 27 (1): 28-42.

Taesombat, V. 1990**. Principle of Hydrology.** Physic center publication. Bangkok.

Thangtham, N. 1996. **Watershed Soil hydrology**. Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok.