

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสภาพอากาศต่อปริมาณน้ำท่าผิวดิน (กรณีศึกษาลุ่มน้ำฝาง จังหวัดเชียงใหม่)

ดวงทิพย์ ฤกษ์ชัย¹ และ ทรงวุฒิ แสงจันทร์¹

¹หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ผู้เขียนติดต่อ: ดวงทิพย์ ฤกษ์ชัย E-mail: rukanee@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสภาพอากาศที่มีต่อปริมาณน้ำท่าผิวดินของลุ่มน้ำฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ที่ดิน และสภาพอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำช่วงปี พ.ศ. 2544 - 2553 ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าผิวดินโดยใช้วิธี scs-cn method จากแผนที่การใช้ที่ดินได้ทำการตรวจสอบการเปลี่ยนการใช้ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2544 - 2548 และช่วงปี พ.ศ. 2548 - 2553 พบว่าในช่วงปีดังกล่าวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน คือจากพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ทำการเกษตร และจากพื้นที่ทำการเกษตรเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยของชุมชน จากการคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดินพบว่าในปี พ.ศ. 2544 มีปริมาณ 987.80 มิลลิเมตร โดยพบว่ามีปริมาณลดลงเป็น 595.95 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2548 และมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น 901.42 มิลลิเมตรในปี พ.ศ. 2553 จากผลการประเมินน้ำท่าผิวดินโดยใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝน แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับน้ำท่า พบว่าปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่าผิวดิน โดยที่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิกับปริมาณน้ำท่าผิวดินในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้นการจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำจึงมีความจำเป็นที่จะดำเนินการกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติในลุ่มน้ำ อันได้แก่ปริมาณน้ำท่าผิวดิน และปัญหาการขาดแคลนน้ำ

คำสำคัญ: การใช้ที่ดิน; น้ำท่าผิวดิน;scs-cn method

บทนำ

ลุ่มน้ำฝางเป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีสำคัญลุ่มน้ำหนึ่งในภาคเหนือ โดยมีพื้นที่ครอบคลุม อำเภอแม่เมาะ อำเภอฝาง และอำเภอไชยปราการ ของจังหวัดเชียงใหม่ ลุ่มน้ำฝางมีต้นน้ำอยู่บริเวณดอยขุนห้วยฝางและดอยหัวโท ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะไหลไปทางทิศเหนือ ผ่านอำเภอฝาง แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำกกที่ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ ความยาวของลำน้ำแม่ฝางประมาณ 122 กิโลเมตร ความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 1:750 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่บริเวณนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสลับซับซ้อนซึ่งเป็นเทือกเขาแดนลาว ลักษณะของป่าไม้มีความอุดมสมบูรณ์ มีสภาพอากาศโดยทั่วไปนั้นมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 25 องศาเซลเซียส [1] ซึ่งเดิมพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้แต่ในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้บางส่วนนั้น

ได้ถูกเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่ การทำนา การทำสวน การปลูกพืชไร่ และอื่นๆ จากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ นอกจากการเปลี่ยนแปลงสภาพที่ดินจะเกิดจากปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์แล้วยังเกิดจากปัจจัยที่เกิดจากสภาพสิ่งแวดล้อมอื่น เช่น ลม ฝน อุณหภูมิ แสงแดด เป็นต้น

ดังนั้นจากปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปและปัจจัยด้านสภาพสิ่งแวดล้อม จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ โดยงานวิจัยนี้จะทำการศึกษา ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสภาพอากาศ ต่อปริมาณน้ำท่าผิวดินโดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินและสภาพอากาศ 10ปีตั้งแต่ ปี พ.ศ.2544 จนถึง ปี พ.ศ. 2553 และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการในช่วง 5ปี พ.ศ. 2544 พ.ศ. 2548 และ พ.ศ.253 สำหรับใช้การศึกษา

2. SCS-CN method

SCS-CN method ได้พัฒนามาจากผลรวมของน้ำฝน โดยวิธีนี้เป็นการประเมินค่าปริมาณน้ำท่า ที่ประกอบด้วย ช่องว่างภายในดิน น้ำท่าผิวดิน และอัตราส่วนที่ไม่ทราบค่า ของน้ำท่าผิวดิน วิธี scs-cn number เป็นการสันนิษฐานว่า เป็นพื้นฐานของสมการสมดุบน้ำ[2] โดยข้อสันนิษฐานแรก คือ ผลรวมของปริมาณน้ำฝน(P คือผลรวมของช่องว่างภายใน ดิน) Q คือปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่ (F) คือปริมาณ น้ำฝนทั้งหมดที่เคลื่อนตัวลงไปเป็นน้ำใต้ดิน และข้อสันนิษฐาน นี้จะแสดงความสัมพันธ์ของ (I_a) ดังสมการ ต่อไปนี้ [3] สมการสมดุบน้ำ

$$P = I_a + F + Q \quad \dots(1)$$

สัดส่วนของข้อสันนิษฐาน

$$\frac{Q}{(P-I_a)} = \frac{F}{S} \quad \dots(2)$$

ข้อสันนิษฐาน I_a-S

$$I_a = \Delta * S \quad \dots(3)$$

เมื่อ P คือผลรวมปริมาณน้ำฝน (Initial abstraction, I_a) Δคืออัตราส่วนของพื้นที่(0.1≤Δ≤0.3) และQสามารถใช้ในการประมาณค่า SCS-CN method ได้ดังนี้

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P + S - I_a} \quad \dots\dots\dots(4)$$

ค่า S ในสมการที่(4) หาได้จาก

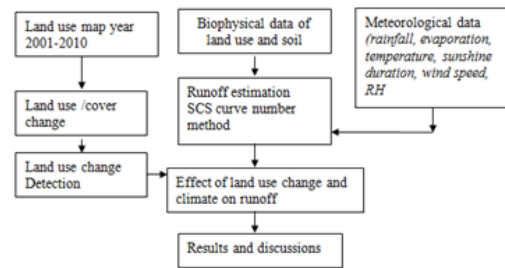
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (5)$$

ค่าSและค่า CN จะเป็นค่าในการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่การศึกษา กลุ่มลักษณะดิน และความชื้นของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยทั่วไปวิธี SCS-CN จะใช้ศึกษาได้ดีกับพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่ใหญ่ มาก[4]

3 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำฝาง และทำการเก็บรวบรวม ข้อมูลชุดดิน ลักษณะการใช้ที่ดินจากปีพ.ศ.2544 จนถึง พ.ศ. 2553 แผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิ การระเหย และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

2. ดำเนินการศึกษาวิจัยดังแสดงใน Diagram ด้านล่างนี้



รูปที่ 2 Diagram แสดงวิธีดำเนินการศึกษา

4 ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะการใช้ที่ดิน

จากการการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ อ.ฝาง คือ จากเดิมพื้นที่ อ.ฝาง จ. เชียงใหม่ ปี2544 มีพื้นที่ป่าไม้ 580.58 ตารางกิโลเมตร แต่ ในปี2553 มีพื้นที่ป่าไม้ลดลง 525.71 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ การเพาะปลูกในปี2544 เท่ากับ 219.49 ตารางกิโลเมตร แต่ ในปี2553 เท่ากับ 239.26 ตารางกิโลเมตร และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆในปี2544 มีการใช้ที่ดิน28.94 ตารางกิโลเมตร แต่ในปี2553มีการใช้ที่ดิน 64.04 ตารางกิโลเมตร ดังตารางที่1

ตารางที่1 แสดงความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (km ²)		
	2544	2548	2553
1.พื้นที่ป่า	580.58	565.86	525.71
2.พื้นที่การเกษตร	219.49	228.89	239.26
3.ที่อยู่อาศัย	28.94	49.84	64.04

ตารางที่2 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี2544-ปี2548		ปี2548-ปี2553	
	เพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น	ลดลง
1.พื้นที่ป่า	-	2.53%	-	7.09%
2.พื้นที่การเกษตร	4.28%	-	4.53%	-
3.ที่อยู่อาศัย	72.21%	-	28.49%	-

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ

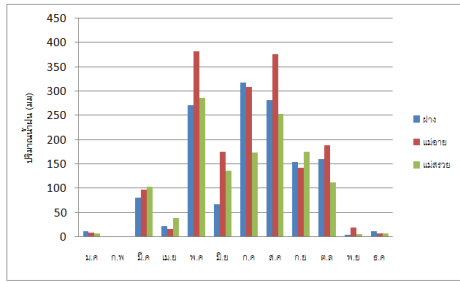
ทำการรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีวัดอากาศในพื้นที่การศึกษาของกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูล

น้ำฝน อุณหภูมิ โดยในการศึกษานี้จะแสดงลักษณะสภาพอากาศตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 จนถึงปี พ.ศ.2553 และลักษณะสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปของช่วงปี พ.ศ.2548 พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2553

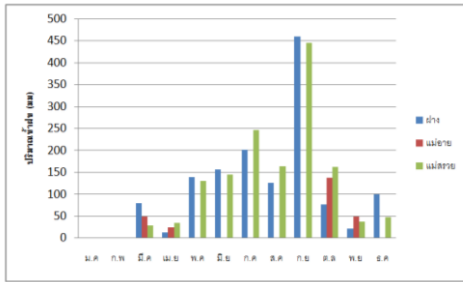
ตารางที่3 สถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนรายปี (มม.) ข้อมูลน้ำฝน

ชื่อสถานี	ปี พ.ศ. 2544	ปี พ.ศ. 2548	ปี พ.ศ. 2553
1. 303006 อ.แม่สรวย	1293.4	1440.1	1332.37
2. 327001 อ.ฝาง	1378.8	1370.8	1183.1
3. 327017 อ.แม่เมาะ	1712.8	259.4	1544.75

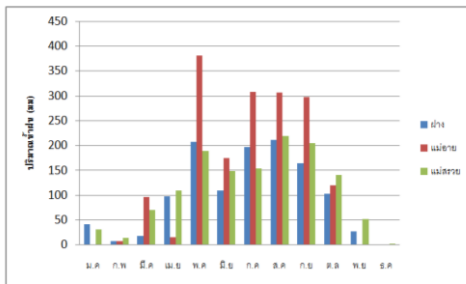
ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2544 - .ศ. 2553) จากจำนวน 3 สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ศึกษาที่แสดงใน รูปที่ 3 - รูปที่ 5



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของปี พ.ศ.2544

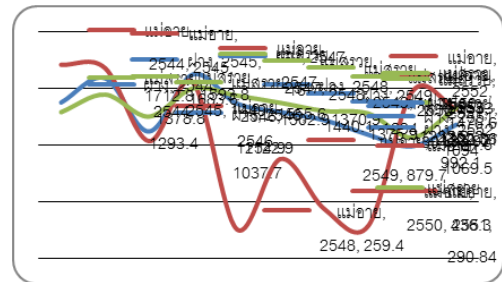


รูปที่4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของปี พ.ศ.2548



รูปที่5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของปี พ.ศ. 2553

จากรูปที่ 3-5 จะแสดงถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะของปริมาณฝนภายในลุ่มน้ำในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ในปีพ.ศ. 2544 มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อยในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนแต่ในช่วงฤดูร้อนพบว่า มีปริมาณน้ำฝน 200-300 มิลลิเมตรโดยที่มีปริมาณฝนสูงสุดในเดือน พฤษภาคม ในขณะที่ปีพ.ศ.2548 มีปริมาณฝนสูงสุดอยู่ในช่วงเดือน กันยายน ซึ่งมีปริมาณ 301.33 มิลลิเมตรและในช่วงเดือน พฤศจิกายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีปริมาณฝนค่อนข้างน้อยมาก ส่วนในช่วงปี พ.ศ. 2553 จะมีปริมาณฝนสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมมีปริมาณ 259.07 มิลลิเมตรและมีปริมาณฝนตกน้อยในช่วงเดือน พฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ดังเช่นปี พ.ศ.2548 และปริมาณน้ำฝนรายปี ที่แสดงในรูปที่ 6



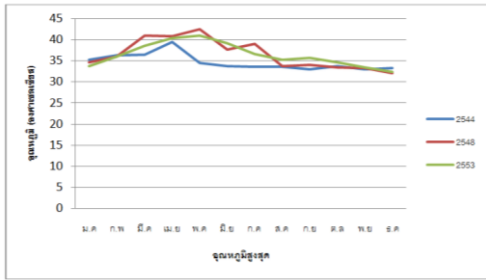
รูปที่ 6 ปริมาณน้ำฝนรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ข้อมูลอุณหภูมิต

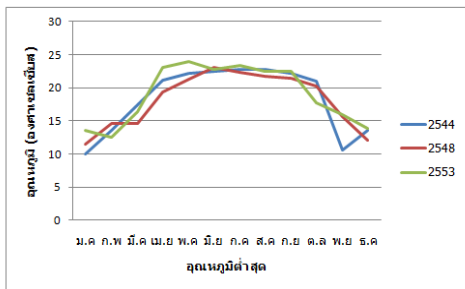
ข้อมูลสภาพอากาศ	2544	2548	2553
ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร)	1461.66	1023.46	1278.46
อุณหภูมิสูงสุด(องศา)	39.4	40.9	40.4
อุณหภูมิต่ำสุด(องศา)	10	11.5	13.5
อุณหภูมิเฉลี่ย(องศา)	44.4	26.2	26.95
การระเหย(มม./วัน)	4.18	3.98	4.49
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	71.75	74.91	67.08

จากรูปที่ 7 แสดงถึงอุณหภูมิสูงสุดรายปีโดยที่อุณหภูมิสูงสุดของปี พ.ศ. 2544 จะอยู่ในช่วงเดือนเมษายน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 39 องศาเซลเซียส ส่วนในปี พ.ศ. 2548 และปี พ.ศ.2553 อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมโดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ 42 และ 41 องศาเซลเซียสตามลำดับ และจากรูปที่8 อุณหภูมิต่ำสุดของปีพ.ศ.2544และปีพ.ศ.2548 จะอยู่ในช่วงเดือนมกราคม มีอุณหภูมิอยู่ที่ 10

และ 11.5 องศาเซลเซียส ส่วนในปีพ.ศ.2553 มีอุณหภูมิต่ำสุด
12.5 องศา ในเดือนกุมภาพันธ์



รูปที่ 7 อุณหภูมิสูงสุดรายปี



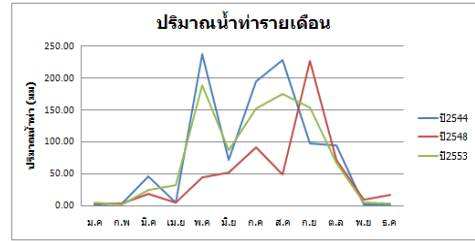
รูปที่ 8 อุณหภูมิต่ำสุดรายปี

4.3 การประเมินปริมาณน้ำท่า

การศึกษาประเมินปริมาณน้ำท่าโดย scs-cn method โดยทำการแยกประเมินปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ.2548 และพ.ศ. 2553 เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงเป็นผลเนื่องจากการใช้ที่ดินและสภาพอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (มิลลิเมตร.)

เดือน	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (มม)		
	2544	2548	2553
ม.ค	2.24	4.46	5.25
ก.พ	4.46	4.46	2.24
มี.ค	46.72	19.18	24.77
เม.ย	5.71	5.04	33.20
พ.ค	237.35	44.26	188.04
มิ.ย	72.11	52.19	87.13
ก.ค	194.12	91.39	152.28
ส.ค	228.23	49.08	175.82
ก.ย	97.44	226.96	154.42
ต.ค	94.94	71.55	68.17
พ.ย	2.24	10.13	6.01
ธ.ค	2.25	17.26	4.09



รูปที่ 9 เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ารายเดือนปี พ.ศ. 2544 พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2553

จากรูปที่ 9 แสดงให้เห็นว่าจากการประเมินปริมาณน้ำท่าจะมีค่ามากในระหว่างช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมในปีพ.ศ.2544มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคมและเริ่มลดลงตั้งแต่เดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม และเพิ่มอีกครั้งในเดือนสิงหาคม ในปีพ.ศ.2548 มีปริมาณน้ำท่ามากที่สุดในเดือนกันยายน ส่วนในปีพ.ศ.2553 มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคมและลดลงเดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม และเพิ่มอีกครั้งในเดือนสิงหาคมเช่นเดียวกันปี พ.ศ. 2544

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ข้อมูลสภาพอากาศ	2544	2548	2553
ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร)	1461.66	1023.46	1278.46
อุณหภูมิสูงสุด(องศา)	39.4	40.9	40.4
อุณหภูมิต่ำสุด(องศา)	10	11.5	13.5
อุณหภูมิเฉลี่ย(องศา)	44.4	26.2	26.95
การระเหย(มม/วัน)	4.18	3.98	4.49
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	71.75	74.91	67.08

ตารางที่ 6 เปอร์เซนต์การใช้ที่ดินและปริมาณน้ำท่าผิวดิน

การใช้ที่ดิน	พื้นที่(%)			น้ำท่าผิวดิน(มิลลิเมตร)		
	2544	2548	2553	2544	2548	2553
ป่าไม้	70.03	68.25	63.41	559.91	261.90	458.99
การเกษตร	26.47	27.61	28.86	1169.55	731.53	1087.21
ที่อยู่อาศัย	3.49	6.01	7.72	1233.94	794.41	1158.04

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า

จากการเพิ่มขึ้นของที่อยู่อาศัยและการขยายพื้นที่ทางการเกษตรเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำท่าภายในลุ่มน้ำเพิ่มขึ้น ขณะที่ป่าไม้ลดลง ซึ่งเป็นผลให้น้ำท่าผิวดินเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ.2553 ที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น 7.2% โดยมีน้ำท่าผิวดินเพิ่มขึ้น 45.77% ขณะที่พื้นที่

ทำการเกษตรเพิ่มขึ้น 4.52% มีปริมาณน้ำท่าผิวดินเพิ่มขึ้น 48.62% (ตารางที่ 6) จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเนื่องจากไม่มีข้อมูลช่วงระยะเวลาการตกของฝนจึงไม่สามารถหาค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดได้ ในช่วงปีที่ทำการศึกษามีปริมาณผิวดินค่อยๆเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาจึงแสดงถึงผลกระทบเชิงลบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าผิวดิน จาก การลดลงของสิ่งปกคลุมดินเช่นป่าไม้กับการเพิ่มขึ้นพื้นที่ทำ การเกษตรและแหล่งที่อยู่อาศัย โดยที่มีปริมาณน้ำผิวดิน เพิ่มขึ้น

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า

ในการเกิดปริมาณน้ำท่า นั้น ปริมาณฝนที่ตกจะต้องมีค่ามากกว่าอัตราการซึมน้ำผ่านดิน ในการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณน้ำท่าผิวดินลดลงและเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2544 จนถึงปี พ.ศ.2553 โดยในปี 2544 มีปริมาณน้ำท่า 987.80 มิลลิเมตร ซึ่งลดลงในปี 2548 ที่มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 595.95 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณเท่ากับ 901.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนรายปี (ตารางที่ 5) จากข้อมูลการใช้พื้นที่ในปี พ.ศ. 2544 พ.ศ.2548 และปี พ.ศ.2553 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำฝนรายปีจากในปี พ.ศ.2544 ลดลง 30% และเพิ่มขึ้น 24.91% ในปี พ.ศ. 2553 ก็จะมีผลให้ ปริมาณน้ำท่าเปลี่ยนแปลงไปลดลง 39.66% และเพิ่มขึ้น 51.25% ตามลำดับ

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอุณหภูมิต่อปริมาณน้ำท่า

จากการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิต่อปีทำการศึกษ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่อปริมาณน้ำท่า

5.สรุป

จากผลการศึกษาปริมาณน้ำท่าผิวดินบริเวณลุ่มน้ำฝาง จังหวัดเชียงใหม่ทำการศึกษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปี พ.ศ.2553 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนั้นมีผลเชิงลบต่อปริมาณน้ำท่า ที่มีการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่นั้นและปริมาณน้ำฝนยังเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณ

น้ำท่าผิวดิน ซึ่งพบว่าในปี พ.ศ. 2544 มีปริมาณน้ำท่าผิวดิน 987.80 มิลลิเมตร และลดลง 595.95 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2548 แล้วกลับเพิ่มขึ้นอีก 901.42 มิลลิเมตรในปี พ.ศ. 2553 โดยในการศึกษานี้ยังพบอีกว่าอุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่า ดังนั้นการจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการ ที่จะดำเนินการกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติในลุ่มน้ำเป็นอย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาวิจัย อีกทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขบทความฉบับนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6 เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2554). ข้อมูลพื้นฐานของลุ่มน้ำ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.haii.or.th>, เข้าดูเมื่อวันที่ 4/07/2555.
- [2] Natural Resources Conservation Service, NRCS.Z(2004). Estimation of direct runoff from storm rainfall, Hydrology Nation Engineering Handbook, United States Department of Agriculture, June 2004.
- [3] Mishra, S.K. and V.P. Singh.(2003). Soil conservation Service Curve number (Scs-Cn) methodology, Kluwer Academic publisher, Dordrecht May 2003, p.553.
- [4] Tekeli, T.L., Akgul, S., Dengiz, O., and Akuzum, T.(2007). Estimation of flood discharge for small watershed using SCS curve number and geographic information system, August 2007.