



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม

อนุรักษ์วิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อศักยภาพการให้น้ำทำ
ของลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว

Rainfall and Land Use Change on Potential Stream Flow of Upper Nam Ngum River
Basin, Lao PDR.

นามผู้วิจัย นายกองสี วันนะสิน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์วิชา นิยม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เขจร ชูชีพ, Dr.rer.net.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ชนิ เอ็มพันธุ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อศักยภาพ
การให้น้ำท่าของกลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว

Rainfall and Land Use Change on Potential Stream Flow
of Upper Nam Ngum River Basin, Lao PDR.

โดย

นายกองสี วันนะสิน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2555

Khongsy Vanhnasin 2012: Rainfall and Land Use Change on Potential Stream Flow of Upper Nam Ngum River Basin, Lao PDR. Master of Science (Watershed and Environmental Management), Major Field: Watershed and Environmental Management, Department of Conservation. Thesis Advisor: Associate Professor Wicha Niyom, Ph.D. 114 pages.

The purpose of this study was investigated the land use change. In particularly, the forest and agricultural land changed in the Upper Nam Ngum River Basin (Nam Ngum, Nam YothNgum, Nam Kho, Nam Lik, Nam YothLik and Nam Xong sub-basin). The situation of the land use change was determined by the percentage of forest and agricultural remaining areas and used the moving average such as 1, 3, 5, 10, 15 and 20 years to determine the variability of rainfall and stream flow volumes. The potential stream flow was applied the specific water yield formula. The simple linear regression and multiple linear regression were applied in determining the correlation of the annual stream flow, annual rainfall and land use area during 1987-2008.

The results indicate that i) During 1987-2008 the forest area in Nam Ngum, Nam YothNgum, Nam Kho, Nam Lik, Nam YothLik and Nam Xong sub-basin were clearly decreased in 33.01 % , 44.17%, 66.60%, 13.41%, 22.44% and 19.32%, respectively. The most of forest area changes was agricultural land. ii) The volume of average annual rainfall of sub-basins were 1,829.83, 1,448.31, 1,448.31, 2,346.61, 1,781.58 and 2,469.91 mm. The average annual stream flow of sub-basins were 4,315.7, 548.48, 504.76, 4,889.99, 525.08 and 2,354.47 million cubic meters. iii) The trend of rainfall and stream flow of the sub-basins were increased but they were not significant. It was only the Nam Yothlik sub-basin was found the trend decreased and it also was not significant, too. iv) The results of the potential stream flow with the annual volume of stream flow per unit area was 919,434.32, 804,322.74, 802,229.17, 984,852.69, 1,256,645.66 and 1,970,538.61 cubic meters/year/square kilometer. When representing the stream flow per rainfall was 50.25%, 54.04%, 53.90%, 41.97%, 71.17% and 80.13%, respectively

Regarding correlation of the annual stream flow and annual rainfall of sub-basins, the results indicated that annual stream flow had significant effected on annual rainfall in the same trend with the coefficient determination (R^2) were 0.617, 0.788, 0.848, 0.745, 0.919 and 0.954, respectively. For the correlation of the annual stream flow and land use area especially forest remaining area was found that insignificant. Thus, the flat forest changed to agricultural land was not influence significantly on the annual stream flow.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา นิยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจน์เขจน์ ชูชีพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี พร้อมกันนี้ก็ขอกราบขอบพระคุณประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย รองศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย ดันธนะสฤษดิ์ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ดร.ไพสานต์ เพ็ชรพลาย ที่ได้ให้การแนะนำที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างมากต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอบพระคุณอย่างล้นเหลือมายัง รัฐบาลสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยเฉพาะ วิทยาลัยชลประทาน ท่างอน กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้ และสถานเอกอัครราชทูตลาวประจำราชอาณาจักรไทย ที่ได้ให้โอกาสและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีทั้งในทางตรงและทางอ้อม และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมายังรัฐบาลราชอาณาจักรไทย โดยเฉพาะสำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์ศึกษานานาชาติที่ได้ให้การสนับสนุนทุนการศึกษา ให้การแนะนำและให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดมา

ขอบพระคุณ คณาจารย์ที่ภาควิชาอนุรักษวิทยาและคณาจารย์ทุกๆ ท่าน ทั้งภายนอกและภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดถึงเพื่อนนิสิต เพื่อนร่วมงาน ที่ได้ให้ข้อมูล และให้การช่วยเหลือในระยะเวลาที่ผ่านมา พร้อมกันนี้ก็ขอขอบพระคุณมายังกรมอุตุนิยม และอุทกศาสตร์ สปป.ลาว ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในแต่ละองค์กรที่ได้ให้ความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่ ประเทศชาติ บิดา มารดา ภรรยา บุตรชายและบุตรสาว พร้อมด้วยญาติพี่น้องที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา ทำให้ข้าพเจ้าประสบผลสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

กองสี วันนะสิน

มีนาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	20
ผลการศึกษา	27
สรุปและข้อเสนอแนะ	60
สรุป	60
ข้อเสนอแนะ	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	68
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แบ่งพื้นที่ป่าไม้ตามพื้นที่ความลาดชัน	17
2	พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมตามพื้นที่ความลาดชันลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด	18
3	พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมตามพื้นที่ความลาดชันลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก	18
4	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจืดตอนบน	21
5	สถานีวัดปริมาณน้ำท่าในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจืดตอนบน	22
6	พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2551	28
7	พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2551	29
8	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ น้ำฝนรายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด	32
9	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน รายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจืดและลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้	34
10	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ น้ำฝนรายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก	37
11	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ น้ำฝนรายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลึก	39
12	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ น้ำฝนรายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำของ	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม	45
14	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม	46
15	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้	47
16	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก	49
17	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก	50
18	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือนเมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง	51
19	ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	53
20	ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	54
21	สัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีต่อปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
22	สัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีต่อปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิกและกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	57
23	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปี (Q) กับปริมาณน้ำฝนรายปี (P) ร้อยละพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ (F) และพื้นที่เกษตรกรรม (A) ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2551	59
ตารางผนวกที่		
1	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม	69
2	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้	70
3	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก	71
4	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก	72
5	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง	73
6	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม	84
7	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม	85
8	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้	86
9	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก	87
10	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก	88
11	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง	89
12	ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2530-2551 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม	108
13	ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2530-2551 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้	110
15	ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก	111
16	ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก	112
17	ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง	113

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กลไกการเกิดฝน	5
2	ลมมรสุม และทางเดินของพายุหมุน	6
3	ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	9
4	แผนที่ขอบเขตการศึกษาลุ่มน้ำจิมตอนบน	14
5	แผนที่ภูมิประเทศของลุ่มน้ำจิมตอนบน	15
6	แผนที่ความลาดชันของลุ่มน้ำจิมตอนบน	15
7	แผนที่เส้นน้ำฝนท่าขอบเขตลุ่มน้ำจิมตอนบน	16
8	แผนที่ประเภทดินของลุ่มน้ำจิมตอนบน	19
9	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2530	22
10	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2536	23
11	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2540	23
12	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2543	24
13	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2545	24
14	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2551	25
15	ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	33
16	ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอคงิม และ ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	35
17	ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	40
19	ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	42
ภาพผนวกที่		
1	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	74
2	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	76
3	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำดึก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	78
4	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	80
5	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
6	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	90
7	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	93
8	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	96
9	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	99
10	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดคลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	102
11	แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552	105

การเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อศักยภาพ
การให้น้ำท่าของกลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว

**Rainfall and Land Use Change on Potential Stream Flow
of Upper Nam Ngum River Basin, Lao PDR.**

คำนำ

สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป. ลาว) มีพื้นที่ทั้งหมด 236,800 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยป่าไม้และภูเขา มีลุ่มน้ำทั้งหมด 64 ลุ่มน้ำ โดยมี 53 ลุ่มน้ำไหลลงสู่ลุ่มน้ำโขง และ 11 ลุ่มน้ำไหลลงสู่ประเทศเวียดนาม มีทรัพยากรน้ำผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 230 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี (กรมทรัพยากรน้ำ, 2551) การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอาศัยทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก โดยเฉพาะทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของประชาชน เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้า เกษตรกรรม การท่องเที่ยวและอุตสาหกรรม เป็นต้น

ตั้งแต่อดีตมาการทำเกษตรในเขตพื้นที่สูงมักจะเป็นการทำไร่แบบเลื่อนลอยที่มีกิจกรรมหลักเช่น การตัดไม้ การเผาป่า และ กิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งทำให้พื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มลดลงในทุก ๆ ปี ในช่วงปี 2483-2547 พื้นที่ป่าไม้ลดลงจาก 70 เปอร์เซ็นต์ ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ป่าไม้ทั้งประเทศ (กระทรวงกสิกรรม และป่าไม้, 2548) ปัจจุบัน สปป. ลาว กำลังประสบปัญหาหลายอย่าง เช่น อุทกภัยและภัยแล้งที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน อาทิ เกิดจากธรรมชาติเอง และเกิดจากกิจกรรมของคนในพื้นที่นั้น เช่น การตัดไม้ทำลายป่าที่เป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำ การทำลายแหล่งน้ำ การใช้น้ำอย่างขาดประสิทธิภาพ ขาดการบริหารและควบคุมดูแลที่ถูกต้อง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม อีกนัยหนึ่งเนื่องจากทรัพยากรแหล่งน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐาน และมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ของ สปป. ลาว เพราะฉะนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำรวมทั้งการอนุรักษ์และการพัฒนาทรัพยากรแหล่งน้ำให้ยืนยาว รัฐบาล สปป.ลาว จึงได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว โดยได้จัดลำดับการจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำรวมทั้งการอนุรักษ์และการพัฒนาทรัพยากรแหล่งน้ำเข้า

ในแผนยุทธศาสตร์ให้ถือเป็นอันดับ 1 เพื่อการพัฒนาและการจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติในอนาคตอีกด้วย (กรมทรัพยากรน้ำ, 2551)

ลุ่มน้ำจิมเป็นลุ่มน้ำอันดับที่ 4 ของลุ่มน้ำที่ใหญ่ของประเทศ มีพื้นที่ทั้งหมด 16,841 ตารางกิโลเมตร ความยาวทั้งหมดของสายน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,400 กิโลเมตร แม่น้ำสาขาสายหลักคือ น้ำลิก และน้ำซอง น้ำจิมเป็นแม่น้ำที่เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใหญ่ และสำคัญแห่งหนึ่งของ สปป. ลาว ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งรายรับทางด้านเศรษฐกิจที่ได้จากการขายกระแสไฟฟ้าออกสู่ประเทศเพื่อนบ้านมากพอสมควร จากการศึกษาเบื้องต้นเห็นว่าในบริเวณขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจิมยังมีพื้นที่ที่มีความสามารถในการสร้างเขื่อนพลังงานไฟฟ้าอีก 5 แห่ง เมื่อปี 2549 ที่ผ่านมารัฐบาล สปป. ลาว ได้อนุมัติให้ทำการก่อสร้างเขื่อนพลังงานไฟฟ้าอีกแห่งหนึ่ง คือ เขื่อนพลังงานไฟฟ้าน้ำจิม 2 และคาดว่าในช่วง 5 ถึง 10 ปีข้างหน้าอาจมีการก่อสร้างเขื่อนเพิ่มขึ้นอีกด้วย (กรมทรัพยากรน้ำ, 2551) เมื่อเห็นได้ความสำคัญของทรัพยากรน้ำที่มีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ และเห็นได้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น พร้อมกับเพื่อเป็นการปฏิบัติงานให้บรรลุตามเป้าหมายแผนยุทธศาสตร์ของรัฐบาลในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากร โดยเฉพาะก็คือ ทรัพยากรน้ำให้สัมฤทธิ์ผล และอีกนัยหนึ่งก็เพื่อรับประกันในการตอบสนองน้ำให้แก่เขื่อนพลังงานไฟฟ้าทั้งเก่าและเขื่อนที่กำลังดำเนินการสร้างขึ้นมาใหม่ให้มีน้ำเพียงพอในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการชลประทานเพื่อทำการเกษตรด้วยนั้น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อศักยภาพการให้น้ำท่าของกลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว จึงมีความจำเป็นต้องได้ทำการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลที่สนองในการจัดการทรัพยากรน้ำต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝน น้ำท่า และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว
2. เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพการให้น้ำท่าของพื้นที่กลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว
3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกับน้ำท่าในกลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว
4. เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะจากข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในกลุ่มน้ำจิมให้เหมาะสมต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ฝนและการเกิดฝน

เกษม (2551); นิตยา (2551); สายสุนีย์ (2546); วิชา (2535) ได้กล่าวไว้มีความหมายที่คล้ายกันว่า ธาราภาศ หรือหยาดน้ำฟ้า (precipitation) เป็นคำรวมของหลายรูปแบบของน้ำที่ตกลงมาจากท้องฟ้า เช่น ฝน ลูกเห็บ หิมะ ฯลฯ และมีชื่อที่เรียกแตกต่างกันไปตามขนาดและกระบวนการเกิดของน้ำที่ตกลงมาสู่พื้นโลก ได้กล่าวเพิ่มอีกว่า ฝน เป็นเม็ดน้ำที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.5-6.40 มม. ถ้าหากเม็ดฝนที่มีขนาดเม็ดใหญ่กว่า 6.40 มม. แล้วเม็ดฝนจะแตกเป็นเม็ดฝนขนาดเล็กก่อนตกลงถึงพื้นดิน

เกษม (2551); นิตยา (2551); สายสุนีย์ (2546); วีระศักดิ์ (2544); กิรติ (2543); วิชา (2535); Dingman (2002); Chang (2002); Black (1996) กล่าวว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดฝนประกอบด้วยปัจจัยจำเป็น 3 ประการได้แก่ ไอน้ำในอากาศ (atmospheric moisture) กระบวนการควบแน่น (condensation process) และฝุ่นละอองในบรรยากาศ (condensation nuclei)

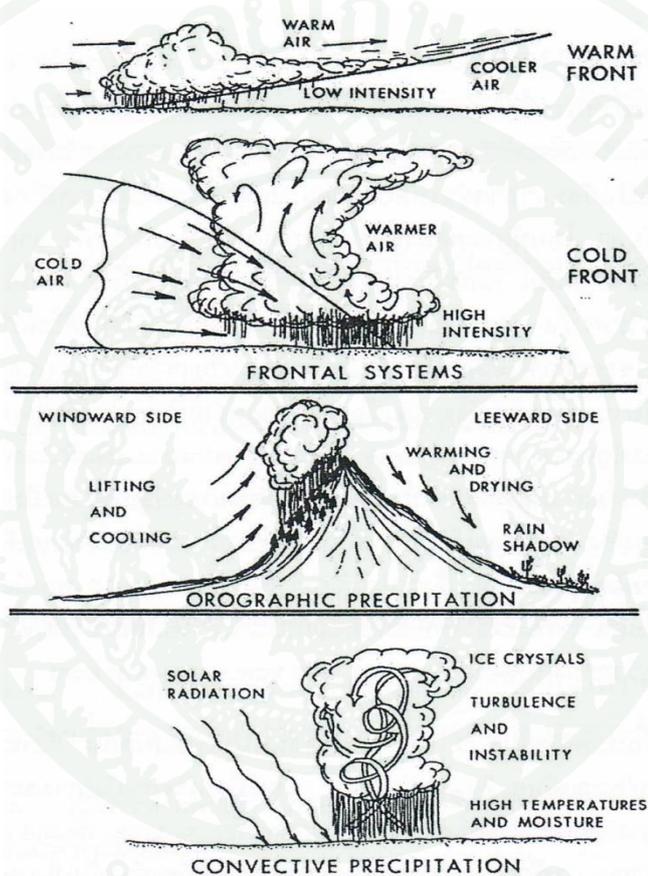
เกษม (2551); นิตยา (2551); สายสุนีย์ (2546); วีระศักดิ์ (2544); กิรติ (2543); วิชา (2535); Dingman (2002); Chang (2002); Black (1996) ก็ได้สรุปถึงชนิดของฝนอีกว่า ฝนที่ตกโดยทั่ว ๆ ไปแล้วจำแนกออกเป็น 3 ชนิดด้วยกันตามลักษณะของการเกิดคือ

1.1 Cyclonic precipitation คือน้ำจากฟ้าที่เกิดจากการลอยตัวของอากาศร้อนมีความกดอากาศต่ำ แบ่งออกเป็น frontal หรือ non-frontal precipitation สำหรับ frontal precipitation เกิดจากการลอยตัวของมวลอากาศอุ่นในด้านหนึ่งของแนวปะทะ แล้วลอยเหนือมวลอากาศเย็นที่มีความหนาแน่นมากกว่า ส่วน non-frontal precipitation นั้น คือน้ำจากฟ้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปะทะของมวลอากาศอุ่นและมวลอากาศเย็น

1.2 Convective precipitation เกิดจากมวลอากาศอุ่นที่เบากว่าลอยตัวสูงขึ้นเหนือมวลอากาศเย็น ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าและอยู่รอบ ๆ ความแตกต่างกันของอุณหภูมิ อาจมีสาเหตุเนื่องจากการได้รับความร้อนที่ไม่เท่ากัน การเย็นที่ไม่เท่ากันที่ด้านบนของชั้นอากาศ และกลศาสตร์ของการลอยตัว เมื่อมวลอากาศถูกบังคับให้ลอยข้ามมวลอากาศที่เย็นกว่า หรือข้ามหุบเขาที่กีดขวางจะ

ก็ให้เกิดฝนตกเป็นหย่อม ๆ และมีความเข้มข้นไม่มาก มีลักษณะเป็นฝนตกแบบปรอย ๆ จนถึงพายุ

1.3 Orographic precipitation เกิดจากการยกตัวของมวลอากาศขึ้นไปตามไหล่เขาที่กีดขวางในพื้นที่หุบเขา เมื่ออากาศที่ยกตัวขึ้นไปเย็นลงก็จะกลั่นตัวเป็นฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านที่รับลม (windward side)



ภาพที่ 1 กลไกการเกิดฝน

ที่มา: ดัดแปลงจาก เกษม (2551)

นอกจากชนิดการตกของฝนที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว นิตยา (2551) กล่าวว่ายังมีฝนอีก 2 ประเภทที่เกิดในประเทศไทย คือ ฝนมรสุม (monsoon rain) และฝนพายุหมุน (cyclonic rain) ซึ่งฝนมรสุม เป็นฝนที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัด

ปกคลุมตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ การที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทั้ง 2 ฤดู จึงทำให้มีแนวปะทะอากาศที่เรียกกันว่า ร่องมรสุม (monsoon trough) ส่วนฝนพายุหมุนนั้น เป็นฝนที่เกิดจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่มีถิ่นกำเนิดเหนือมหาสมุทรในเขตร้อนแถบเส้นรุ้งต่ำใกล้เขตศูนย์สูตร ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลมมรสุมและทางเดินของพายุหมุน

ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน (2552)

สรุปได้ว่า น้ำจากอากาศ หรือน้ำจากฟ้า หมายถึงไอน้ำที่กลั่นตัวออกมาจากเมฆ แล้วร่วมตัวตกลงสู่พื้นดินในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น การที่จะเกิดฝนนั้นขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยได้แก่ ไอน้ำในอากาศ (atmospheric moisture) กระบวนการควบแน่น (condensation process) และฝุ่นละอองในบรรยากาศ (condensation nuclei) ฝนที่ตกโดยทั่ว ๆ ไปแล้วจำแนกออกเป็น 3 ชนิด เช่น Cyclonic precipitation, Convective precipitation และ Orographic precipitation เป็นต้น

2. น้ำในลำธาร หรือน้ำท่า

เกษม (2551) กล่าวว่า น้ำท่าหรือน้ำในลำธาร (stream flow) เป็นน้ำที่ไหลในลำธารที่เกิดขึ้นจากฝนที่ตกลงมาจากฟ้า น้ำในลำธาร โดยทั่ว ๆ ไปแล้วมีแหล่งที่มาของน้ำคือ น้ำฝนนั่นเอง

นิตยา (2551) กล่าวว่า น้ำท่า (stream flow หรือ runoff) คือ การรวมตัวของน้ำในลำน้ำ แหล่งที่มาของน้ำท่าประกอบด้วย การไหลตามผิวดิน (surface runoff) การไหลเสริม (interflow) และการไหลจากน้ำใต้ดิน (groundwater flow) ซึ่งสอดคล้องกับ เกษม (2551) ที่สรุปไว้ว่า ส่วนประกอบของน้ำท่าสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการไหลผ่านของน้ำ 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือน้ำไหลหน้าผิวดิน (overland runoff) น้ำไหลภายในดิน (interflow) และน้ำไหลใต้ดิน (groundwater flow)

วิชา (2535) ได้กล่าวว่า การแพร่กระจายของน้ำฝนนั้น ขึ้นกับกระบวนการทางอุทกวิทยาหลาย ๆ กระบวนการด้วยกัน กระบวนการที่แพร่กระจายน้ำลงสู่ลำน้ำในลำธารแบ่งออกเป็น 4 กระบวนการด้วยกันคือ น้ำไหลบ่าหน้าดิน น้ำซึมผ่านชั้นดินด้านข้าง น้ำใต้ดิน และปริมาณฝนที่ตกลงมาบนผิวน้ำในลำธารโดยตรง

นิวัติ (2547) กล่าวอีกว่า กระบวนการไหลของน้ำเริ่มต้นตั้งแต่ฝนตกจนเป็นน้ำท่าที่ไหลอยู่ในลำธารนั้น จะต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น interception, infiltration, percolation และ surface runoff ไหลลงไปรวมอยู่ในลำธารเป็น channel storage แล้วสุดท้ายก็จะไหลไปยังทะเล และมหาสมุทร น้ำที่ไหลนั้นก็คือน้ำในลำธาร (stream flow) หรือเรียกกันว่า น้ำท่า

เกษม (2551) ได้กล่าวอีกว่า ฝนเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการวัฏจักรของน้ำ นอกเหนือจากควบคุมอุณหภูมิของโลกแล้ว ยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้บรรยากาศชุ่มน้ำ เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช และสัตว์ ทำให้ระบบนิเวศลุ่มน้ำมีความสำคัญอีกลักษณะหนึ่ง ดังนั้นน้ำฝนจึงเป็นข้อมูลที่ได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรก ในการศึกษากระบวนการที่เกี่ยวกับลักษณะการไหลของน้ำในลำธาร วิชา (2535) กล่าวเพิ่มว่า สำหรับปริมาณน้ำฝนจะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้ทราบว่า การไหลของน้ำในลำธารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของฝน ฝนตกมากย่อมให้เกิดการไหลของน้ำในลำธารมากขึ้น ผลการวิจัยต่าง ๆ แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่า ปริมาณน้ำในลำธารขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเป็นอย่างยิ่ง

เกษม (2551) ได้สรุปถึงปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของน้ำในลำธารประกอบด้วย 2 ประการใหญ่ คือ ประการแรกได้แก่ ลักษณะภูมิอากาศ อันประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน (rainfall amount) ความหนักเบา (rainfall intensity) ระยะเวลาที่ฝนตก (rainfall duration) และการกระจายของน้ำฝน (rainfall distribution) ส่วนประการที่สองคือ ลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่และลำธาร (slope gradient) ขนาดและรูปร่างของลำธาร (stream pattern) ทิศทางการไหลของน้ำ

(stream aspect) ชนิดดิน (soil type) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (elevation) นอกจาก 2 ประการ นั้นแล้ว วิชา (2535) ได้กล่าวเพิ่มว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อ ลักษณะการไหลของน้ำในลำธาร

น้ำไหลในลำธารเป็นน้ำที่เกิดมาจากน้ำฝน โดยเริ่มจากจุดที่น้ำฝนถึงพื้นดินจนกระทั่งเป็น น้ำที่ไหลในลำธาร ซึ่งมีส่วนประกอบอยู่ 4 ส่วนด้วยกันคือ น้ำไหลป่าหน้าดิน น้ำซึมผ่านชั้นดิน ด้านข้าง น้ำใต้ดิน และปริมาณฝนที่ตกลงมาบนผิวน้ำในลำธาร โดยตรง แต่น้ำใน 4 ส่วนนี้จะ ประกอบเป็นน้ำทำนองนั้นยังต้องขึ้นกับ 3 ปัจจัยได้แก่ ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ และการ ใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย

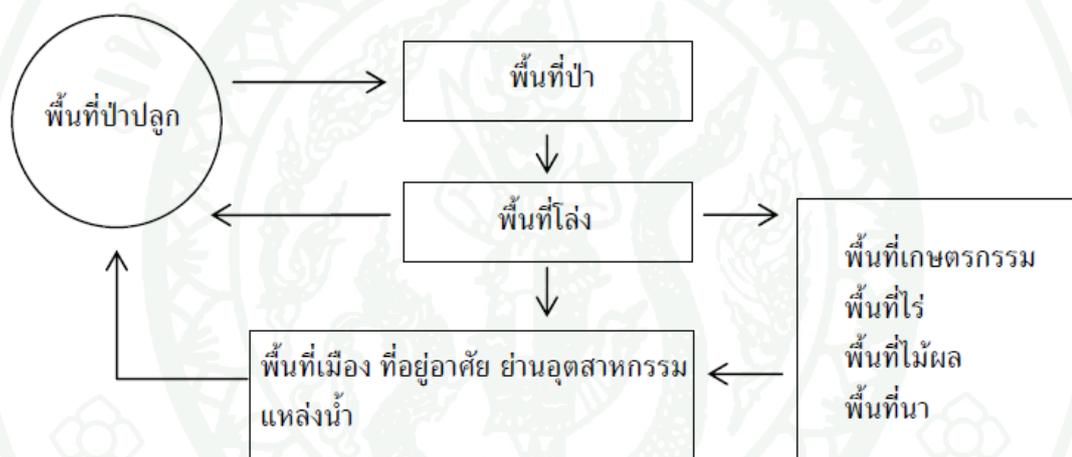
3. ป่าไม้

ป่าไม้หมายถึงพื้นที่ดินที่ปกคลุมด้วยพันธุ์พืช ไม่ว่าจะเป็นต้นไม้ ไม้พุ่มหญ้า หรือพืชอย่าง อื่น ๆ ที่มีใช้พืชเกษตร ตลอดจนสิ่งอื่น ๆ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน เนื่องจากป่าไม้ เป็นสิ่งที่ปกคลุมผิวดินดังนั้นจึงมีบทบาทและหน้าที่สำคัญมากต่อกับกระบวนการทางอุทกวิทยา ดัง นิวัติ (2547) กล่าวว่า ป่าไม้ และดินเป็นตัวกลางในการกักเก็บรักษา และควบคุมทั้งในเชิงปริมาณ คุณภาพ และระยะเวลาการไหลของน้ำ อีกนัยหนึ่งป่าไม้ยังมีบทบาทสามารถลดบรรเทาความรุนแรง ของอุทกภัยได้โดยการสกัดกั้นเม็ดฝน ทำให้ดินสามารถดูดซับน้ำได้ดี เป็นแหล่งกักเก็บน้ำเสมือน หนึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำธรรมชาติ พร้อมทั้งยึดเหนี่ยวดิน ลดปริมาณตะกอน และป้องกันการพังทลายของ ดินอีกด้วย เกษม (2551) ได้สรุปถึงบทบาทของป่าไม่ว่า ป่าไม้ช่วยเสริมสร้างความมั่นคงของดิน ช่วย ยึด และปลดปล่อยน้ำในดิน และช่วยเสริมสร้างให้ดินมีความสามารถในการซึมน้ำดีขึ้น วิชา (2535) สรุปอีกว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้ ไปเป็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ จะมีผล ต่อการสูญเสียน้ำไปโดยการคายระเหยค่อนข้างสูงมาก ทำให้ปริมาณน้ำในลำธารลดลงมาก

สรุปได้ว่า ป่าไม้มีบทบาทและหน้าที่สำคัญมากในการเก็บกักน้ำไว้ในดิน และปลดปล่อย น้ำออกสู่ลำธาร พร้อมทั้งเป็นปัจจัยที่เกิดกระบวนการน้ำพืชยึด และดูดน้ำจากดินมาใช้ใน กระบวนการทางสรีรวิทยาแล้วคายระเหยน้ำกลับสู่บรรยากาศ เพิ่มความชื้นในอากาศ และยังเป็น ปัจจัยที่ช่วยยึดดินไว้ให้อยู่กับที่ด้วย

4. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่แล้ว จะเริ่มจากการแผ้วถางพื้นที่ป่าไม้ให้เป็นพื้นที่โล่ง เพื่อเปลี่ยนพื้นที่นั้นให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูก และเปลี่ยนเป็นพื้นที่รองรับน้ำเพื่อเก็บกักไว้ใช้ประโยชน์เมื่อเข้าสู่หน้าแล้ง โดยรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินสามารถสร้างเป็นแบบจำลองได้ ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงที่น่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ คือ จากพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนไปสู่พื้นที่โล่งเปลี่ยนไปสู่พื้นที่ทางการเกษตร พื้นที่เมือง แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งน้ำ และเป็นพื้นที่ป่าปลูก เวียนกันไปตามการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะรวมถึงนโยบายการปกครองด้วย



ภาพที่ 3 ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ที่มา: คัดแปลงจาก Navanugraha (1997)

สปป. ลาว เป็นประเทศหนึ่งที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยป่าไม้ที่มีคุณค่าทางด้านนิเวศ และมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ เป็นแหล่งสนองให้แก่การบริโภค และอุปโภค ยังเป็นแหล่งรายรับให้แก่ประชาชนในเขตชนบทโดยตรง แต่เนื่องจากลักษณะสภาพภูมิประเทศ ร้อยละ 80 เป็นภูเขาและร้อยละ 20 เป็นพื้นที่ราบ แต่ประชาชน ร้อยละ 90 ประกอบอาชีพเพาะปลูกด้วยการทำไร่เลื่อนลอยในเขตเนินเขา และทำนาในที่ราบ เลี้ยงสัตว์และเก็บหาของป่า เพื่อใช้ดำรงชีพในชีวิตประจำวัน และขายเพื่อสร้างรายได้ให้ครอบครัว (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2548) ซึ่งองค์การวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2547) ได้ทำการประเมินการลดลงของพื้นที่ป่าไม้พบว่า การลดลงของพื้นที่ป่าไม้โดยเฉลี่ยมีประมาณ 0.5% ต่อปี เพราะการทำไร่เลื่อนลอย การตั้งถิ่นฐาน การตัดไม้ของนายทุน

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เป็นพื้นที่อื่น ๆ และไฟป่า เป็นต้น

จากแนวโน้มในการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อาจส่งผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะอุทกวิทยาด้วย ยิ่งกว่านั้น การทำลายป่าไม้ และการเสื่อมโทรมของป่าไม้ อาจส่งผลกระทบต่อประชาชนผู้ยากไร้ โดยเฉพาะชาวเขาที่ดำรงชีวิตอยู่กับทรัพยากรป่าไม้เป็นส่วนใหญ่ องค์การคุ้มครองที่ดินแห่งชาติ (2551) จึงได้กำหนด และวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินตามความลาดชันและความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ประชาชนได้มีที่ดินทำกินอย่างเพียงพอและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรดินและน้ำ ดังนี้

ความลาดชัน 0-5% เหมาะสำหรับการทำนา ทั้งนาปีและนาปรัง การสร้างระบบน้ำชลประทาน เลี้ยงปลาน้ำจืด ทำสวน ปลูกพืชเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมทุกชนิด

ความลาดชัน 5-15% เหมาะสำหรับการทำนาขั้นบันได ทำสวน ปลูกพืชเกษตรกรรม อุตสาหกรรมแบบไม่มีการเคลื่อนย้าย ซึ่งต้องมีเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อรักษาชั้นดินไม่ให้เกิดการชะล้างพังทลายหรือดินเสื่อมคุณภาพ

ความลาดชัน 15-25% เหมาะสำหรับการปลูกไม้ผล ปลูกพืชอุตสาหกรรม หรือพืชตระกูลถั่ว โดยปลูกเป็นระบบการเกษตรแบบผสมผสาน นอกจากนั้นจะต้องมีการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

ความลาดชัน 25-35% เหมาะสำหรับการเลี้ยงสัตว์ใหญ่ (วัว ควาย แพะ) และปลูกไม้ผสมกับการปลูกพืชอุตสาหกรรม แต่ต้องปลูกพืชคลุมดินหรือพืชตระกูลถั่วเพื่อรักษาชั้นดินไม่ให้เกิดการชะล้างพังทลายหรือดินเสื่อมคุณภาพ

ความลาดชัน 35-45% เหมาะสำหรับเป็นป่าไม้เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารและเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

ความลาดชันที่สูงเกิน 45% ขึ้นไป เหมาะสำหรับเป็นป่าสงวน เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ นอกนั้นก็ทำเป็นแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ เขตศึกษา และวิจัยต่าง ๆ ด้วย

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การุณย์ (2537) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การกระจายและแนวโน้มของฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสรุปผลว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนรายปีในช่วง 40 ปี (พ.ศ. 2495-2535) มีลักษณะแกว่งตัวมากขึ้นตามปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมีอัตราลดลงเล็กน้อยคือ 2.47 มิลลิเมตรต่อปี ช่วงเวลาที่ฝนรายปีต่ำกว่าเส้นถดถอยเฉลี่ยนาน 5 ปีต่อครั้ง และมีปริมาณน้อยกว่าเส้นถดถอยเฉลี่ย 83.7 มิลลิเมตรต่อปี การเกิดสภาวะฝนแล้งเกิดห่างกันเฉลี่ย 5 ปีต่อครั้ง แนวโน้มของจำนวนวันฝนตกรายปีมีอัตราเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ 0.15 วันต่อปี ช่วงเวลาที่จำนวนวันฝนตกรายปีต่ำกว่าเส้นถดถอยเฉลี่ยนาน 8 ปีต่อครั้ง การเกิดสภาวะจำนวนวันตกแล้งรายปีเกิดห่างกันเฉลี่ย 3 ปีต่อครั้ง แนวโน้มของสภาวะฝนทิ้งช่วง มีอัตราเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ 0.05 วันต่อปี ช่วงเวลาที่จำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดรายปีมากกว่าเส้นถดถอยเฉลี่ย 5 ปีต่อครั้ง มีจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดรายปีมากกว่าเส้นถดถอยเฉลี่ย 2 วันต่อปี การเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานเกิดห่างกันเฉลี่ย 5 ปีต่อครั้ง

Tangtham and Sutthipibul (1988) วิเคราะห์น้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ตรวจวัดได้ในช่วงปี พ.ศ. 2494-2528 พบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงในภาคนี้ แต่จะมีวันฝนตกมากขึ้น ในขณะที่ Satomora (2000) และ Sen *et al.* (2003) ได้ศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่า การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ (deforestation) ในแหลมอินโดจีน ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณฝนในเขตเอเชียอาคเนย์ ส่วน Kanae *et al.* (2001) ทำการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ตามอนุกรมเวลาและใช้แบบจำลอง พบว่า ปริมาณฝนในประเทศไทยเฉพาะในเดือน กันยายน ลดลงไปอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา ทั้งนี้โดยภาพรวมทั้งประเทศแล้วปริมาณฝนในเดือนนี้จะลดลงไปประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ในท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือลดลงสูงสุดถึง 29 เปอร์เซ็นต์ ได้อธิบายถึงสาเหตุที่ฝนในเดือนกันยายนลดลงอย่างมีนัยสำคัญว่า เนื่องจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งปกติมักจะอ่อนกำลังในเดือนกันยายน กลบหายไป (disappear) ทั้งนี้แบบจำลองที่เขาใช้ศึกษาชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของการสะท้อนรังสีคลื่นสั้น (surface albedo) ของผิวดินและความขรุขระของพื้นที่ (roughness) อันเกิดจากสภาพป่าเดิมในพื้นที่นี้ลดน้อยลงไป ส่งผลต่อการเกิดพายุฤดูร้อนนี้

Yasunari (2002) ได้ศึกษาความผันผวนของปริมาณฝนทั้งปีของประเทศไทย พบว่า โดยภาพรวมแล้ว ปริมาณฝนในเดือน กันยายน มีแนวโน้มลดลงทั้งประเทศอย่างชัดเจนนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2493 เป็นต้นมา แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณฝนในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม อันเป็นช่วงที่

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ยังพัดแรงอยู่ ส่วน Sen *et al.* (2003) ศึกษาการลดน้อยถอยลงของป่าในแหลมอินโดจีน (Indochina deforestation) ต่อมมรสุมช่วงฤดูร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียง (East-Asian summer monsoon) โดยใช้แบบจำลองและการตรวจวัดค่าในอดีต พบว่า การลดลงของพื้นที่ป่าในเขตแหลมอินโดจีนที่ผ่านมา ได้ส่งผลกระทบต่อลมมรสุมไม่เฉพาะในระดับท้องถิ่นเท่านั้น แต่ได้กระทบไปไกลถึงระบบมรสุมช่วงฤดูร้อนในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความเร็วลมและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนการผสมของไอน้ำในอากาศกลับลดน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศที่ระดับความสูง ณ ความดันอากาศ 850 มิลลิบาร์ (ประมาณ 1 กม. เหนือผิวดิน) บริเวณป่าที่ถูกทำลายลดน้อยลงไป

สงวน (2539) วิเคราะห์แนวโน้มน้ำปริมาณฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างปี พ.ศ. 2495-2545 พบว่า ปริมาณฝนรายปีมีแนวโน้มลดลง 6.0 มม. ต่อปี มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 11.5 % ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย 215 มม. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นิพนธ์ (2549) ที่ได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มโดยการใช้ข้อมูลปีต่อปี พบว่าการลดลงของฝนดังกล่าวยังไม่มีความสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลา 10, 15 และ 20 ปี การลดลงของฝนเฉลี่ยทั้งปีมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อัครจิต (2546) เมื่อลดค่าความผันแปรโดยใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 5, 10, 15 และ 20 ปี พบว่า ความสมดุลของน้ำลดลงทุกค่าของตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และค่าการคายระเหยน้ำ จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นิพนธ์ (2525); สุวรรณ (2537); พิทักษ์ (2540); บุญช่วย (2536) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่ามากที่สุด และมีอิทธิพลเป็นปฏิภาคตามกันกล่าวคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นมาก จะทำให้ปริมาณน้ำท่ามากขึ้น และถ้าปริมาณน้ำฝนมีน้อย ก็จะทำให้ปริมาณน้ำทาน้อยด้วยเช่นกัน

พิทักษ์ (2540) ทำการศึกษาผลกระทบของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ต่ออัตราการไหลสูงสุด และปริมาณการไหลในฤดูแล้งของน้ำท่าในลุ่มน้ำน่าน พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการไหลสูงสุด และปริมาณการไหลในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทั้งลุ่มน้ำน่านตอนบน ลุ่มน้ำน่านตอนกลาง และลุ่มน้ำน่านตอนล่าง สอดคล้องกับการศึกษาของ เคนชัย (2543) ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณการไหลของน้ำรายปีและรายฤดู สุวรรณ (2537) สรุปผลจากการทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย

พบว่า การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งกลุ่มน้ำป่าสักตอนบน และตอนล่าง ซึ่งตรงกันข้ามกับ นิพนธ์ (2525) ศึกษาพบว่า เมื่อมีการทำลายป่าจะมีผลทำให้ปริมาณน้ำในลำธารลดลงหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ปริมาณน้ำในลำธารจะเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น ภายใต (2544) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการตัดไม้ทำลายป่าต่อการเกิดอุทกภัยและภัยแล้งในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนพบว่า ปริมาณการไหลของน้ำรายปี และรายฤดูกาลมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณการไหลในลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ป่าไม้มากจะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการไหลในลุ่มน้ำ ที่มีพื้นที่ป่าไม้เหลือน้อยอยู่ในลุ่มน้ำ เกษม (2551) สรุปผลการวิจัยทั้งในประเทศไทย และอีกหลายๆ ประเทศทั่วโลกไว้ว่า ทุกประเทศจะต้องเก็บป่าต้นน้ำลำธารเอาไว้ เพราะเป็นพื้นที่ที่ประอบาง ฝนตกมาก ดินง่ายต่อการพังทลาย ระเหยน้ำน้อยแต่ให้น้ำในลำธารตลอดปี และปริมาณที่มากต่อปี อีกทั้งช่วยควบคุมคุณภาพน้ำให้สะอาดกว่าพื้นที่ต้นน้ำที่ไม่มีป่าปกคลุม

UNESCO (1978) ได้ทำการ ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ซึ่งต่างก็สรุปที่ตรงกันว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้เป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ นั้น จะเพิ่มความรุนแรงของความหนักเบาของน้ำฝน และลดช่วงเวลาที่มีฝนตกในเขตร้อนลง นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เพิ่มน้ำไหลบ่าหน้าดิน การพังทลายของดินอีกด้วย

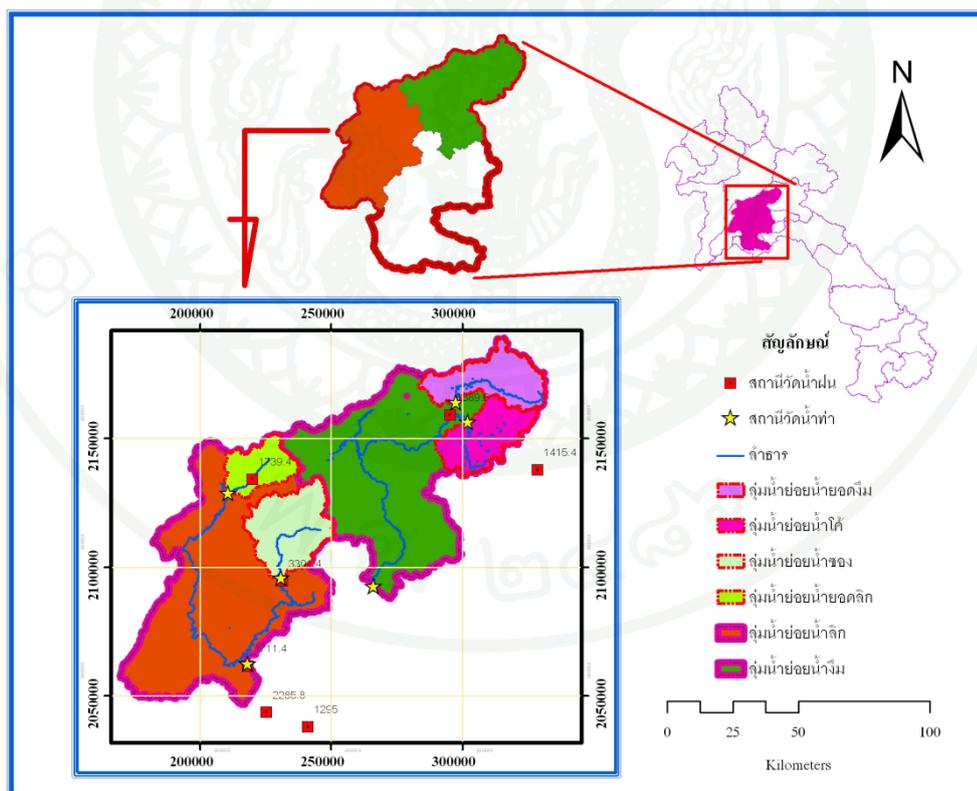
เมื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ด้วยอนุกรมเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี สรุปได้ว่า ฝนมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่ามากที่สุด และมีอิทธิพลเป็นปฏิภาคตามกันกล่าวคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำท่ามากขึ้น ปริมาณน้ำฝนมีน้อยก็จะทำให้ปริมาณน้ำท่าน้อยด้วยเช่นกัน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับป่าไม้ ปริมาณน้ำท่ากับป่าไม้ ยังไม่สามารถให้คำตอบที่ชัดเจนได้ว่า เมื่อป่าไม้ลดลงจะมีผลต่อปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่า ซึ่งเนื่องจากผลของการวิจัยในระยะผ่านมายังมีผลรับที่แตกต่างกันออกไป

6. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

6.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์กายภาพ

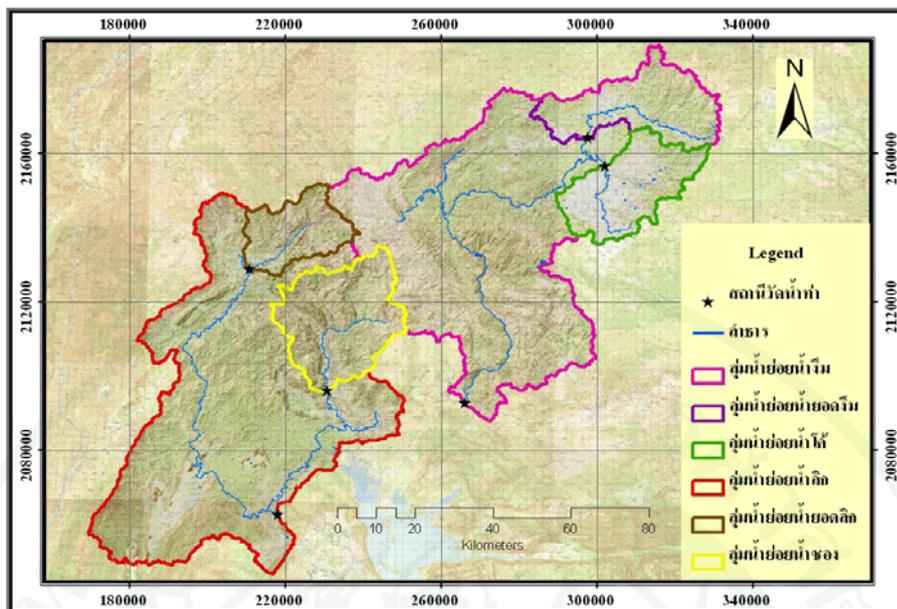
ลุ่มน้ำงึม ตั้งอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของ สปป.ลาว ครอบคลุม 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงขวาง 2,806 ตารางกิโลเมตร จังหวัดหลวงพระบาง 669 ตารางกิโลเมตร, จังหวัด

เวียงจันทน์ 11,379 ตารางกิโลเมตร, นครหลวงเวียงจันทน์ 1,875 ตารางกิโลเมตร และจังหวัด บลิกำไซ 112 ตารางกิโลเมตร รวมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 16,841 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7.10% ของพื้นที่ประเทศ มีต้นกำเนิดแม่น้ำที่บ้านยอดจิม อำเภอปากงึม จังหวัดเซียงขวาง ไหลผ่านจังหวัด เวียงจันทน์ และไหลมาบรรจบแม่น้ำโขงที่บ้านปากจิม อำเภอปากจิม นครหลวงเวียงจันทน์ ซึ่งมีความยาวทั้งหมด 415.5 กิโลเมตร และมีระดับสูงสุด 2,820 เมตร รทก. และระดับต่ำสุดที่ 155 เมตร รทก. ที่ตอนล่างของกลุ่มน้ำจิม ณ จุดน้ำจิมบรรจบแม่น้ำโขง มีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 47 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ตอนบนส่วนใหญ่เป็นหุบเขาสูง ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษา เฉพาะลุ่มน้ำจิมตอนบน เช่น ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม มีพื้นที่เท่ากับ 4,693.88 ตารางกิโลเมตร โดยมีพื้นที่ที่เป็นเขาค่อนข้างสูงและที่ราบลุ่ม และลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก มีพื้นที่เท่ากับ 4,965.20 ตารางกิโลเมตร ส่วนใหญ่จะเป็นหินผา และเขาหินปูนในเขตพื้นที่ตอนล่าง มีพื้นที่เหมาะแก่การทำเกษตรกรรมน้อย ซึ่งตั้งอยู่ระหว่าง 168550 E-333393 E และ 2046366 N-2189590 N (WGS 1984 UTM Zone 48 N) มีระดับ ความสูงแต่ 118.808-2,455.670 เมตร.รทก. ดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6



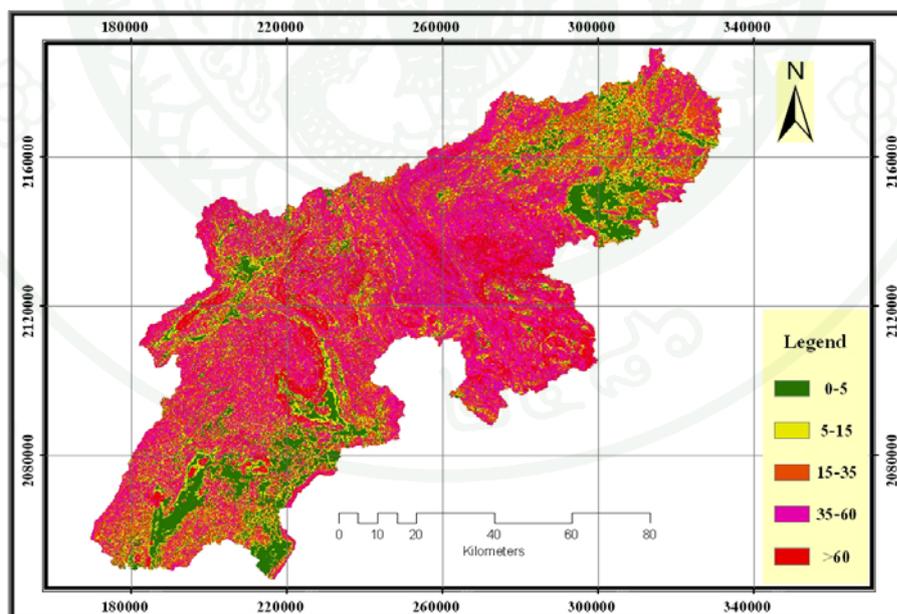
ภาพที่ 4 แผนที่ขอบเขตการศึกษาของกลุ่มน้ำจิมตอนบน

ที่มา: คัดแปลงจาก Integrated Watershed Management Unit (2007)



ภาพที่ 5 แผนที่ภูมิประเทศของกลุ่มน้ำจิมตอนบน

ที่มา: คัดแปลงจาก Integrated Watershed Management Unit (2007)

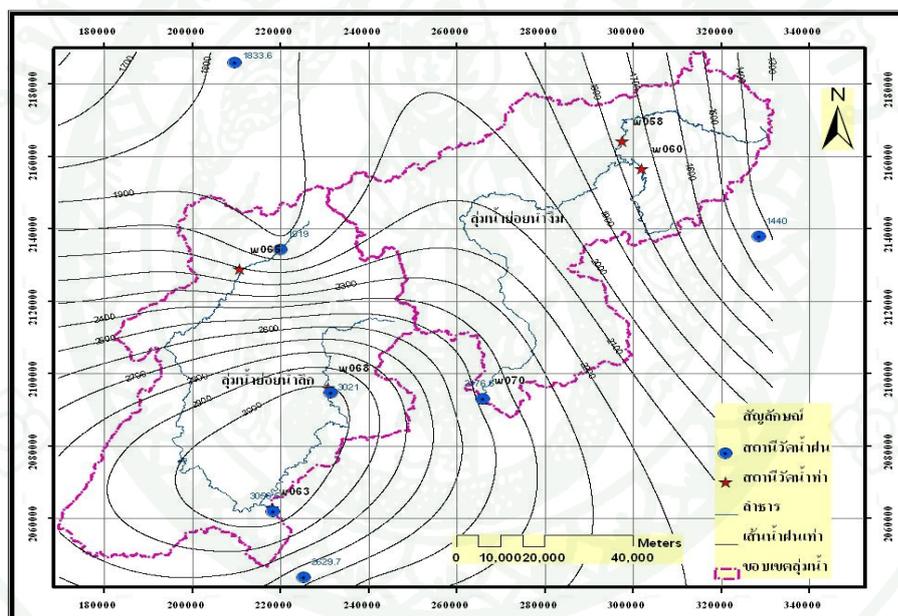


ภาพที่ 6 แผนที่ความลาดชันของกลุ่มน้ำจิมตอนบน

ที่มา: คัดแปลงจาก Integrated Watershed Management Unit (2007)

6.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลุ่มน้ำจิม เป็นเขตที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของอากาศร้อนชื้น ประกอบด้วย 2 ฤดูอย่างชัดเจนคือ ฤดูฝน เริ่มแต่เดือน พฤษภาคมถึงเดือน ตุลาคม ส่วนฤดูแล้งเริ่มแต่เดือน พฤศจิกายนถึงเดือน เมษายน เดือนที่อากาศร้อนที่สุดคือ เดือนมีนาคมและเมษายน อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 30-38 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเขตยอดเขา อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 2,000 มม. เขตที่มีฝนตกมากคือเขตลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 2,350 มม. ส่วนเขตลุ่มน้ำย่อยน้ำจิมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,800 มม. ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนที่เส้นน้ำฝนท่าขอบเขตลุ่มน้ำจิมตอนบน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Integrated Watershed Management Unit (2007)

6.3 ลักษณะพืชพรรณ

Integrated Watershed Management Unit (2007) กล่าวว่า ลุ่มน้ำจิมเป็นลุ่มน้ำที่ประกอบไปด้วยพืชพรรณหลายชนิด และพืชพรรณเหล่านั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นกับลักษณะของภูมิประเทศ ได้แก่

1) หล้าก็เป็นพืชชนิดหนึ่งที่พบเห็นในขอบเขตพื้นที่ ส่วนมากจะพบอยู่ในที่ราบ และมีความลาดชันต่ำ

2) ป่าสนและป่าเบญจพรรณจะกระจุกกระจายอยู่ตามเนินเขาที่มีความสูงประมาณ 2,000 เมตร.รทก.

3) ป่าดิบแล้ง พบเห็นในเขตที่มีความลาดชันสูง และเขตสันเขา

4) ป่าดงดิบชื้น ป่าชนิดนี้จะพบเห็นน้อย ส่วนมากจะอยู่เขตริมลำธาร เขตดินเขา ซึ่งมีไม้ประเภท เช่น *Castanopsis echinocarpa*, *C. Hystric*, *C. Ceracantha*, *Quercus blakei* และ *Q. Kerri* เป็นต้น

5) ป่าอื่น ๆ พบเห็นตามลำห้วย หนองน้ำตามธรรมชาติต่าง ๆ

6.4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำมีความหลากหลาย ซึ่งประกอบมีพื้นที่ทุ่งหญ้า ป่าสน และป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าดงดิบ สวน ไร่ นาข้าว เกษตรกรรมอื่น ๆ ที่อยู่อาศัย (เมือง) และแหล่งน้ำ สามารถแยกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินตามความลาดชันของกลุ่มน้ำจิมตอนบน คือ พื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ลดลงจาก 2,763.740 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2530 เป็น 1,569.658 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ส่วนลุ่มน้ำย่อยน้ำลิกก็เช่นกันคือ พื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ลดลงจาก 2,738.127 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2530 เป็น 2,359.127 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่ถูกทำลายในที่ราบราบเชิงเขา และเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ได้ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3

ตารางที่ 1 แบ่งพื้นที่ป่าไม้ตามพื้นที่ความลาดชัน

ความลาดชัน (%)	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม (ตร.กม.)			พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก (ตร.กม.)		
	ปี 2530	ปี 2551	ลดลง	ปี 2530	ปี 2551	ลดลง
<35	2,763.740	1,569.658	1,194.082	2738.127	2359.057	379.07
>35	1779.27	1362.34	416.93	2040.692	1752.715	287.977

ตารางที่ 2 พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมตามพื้นที่ความลาดชันลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด

ความลาดชัน (%)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตร.กม.)			
	ปี พ.ศ. 2530		ปี พ.ศ. 2551	
	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เกษตรกรรม
0-5	596.152	50.932	222.173	429.043
5-15	733.363	28.780	400.277	362.500
15-35	1434.225	30.615	947.208	518.502
35-60	1369.747	7.986	1044.114	333.794
มากกว่า 60	409.523	0.385	318.226	78.146

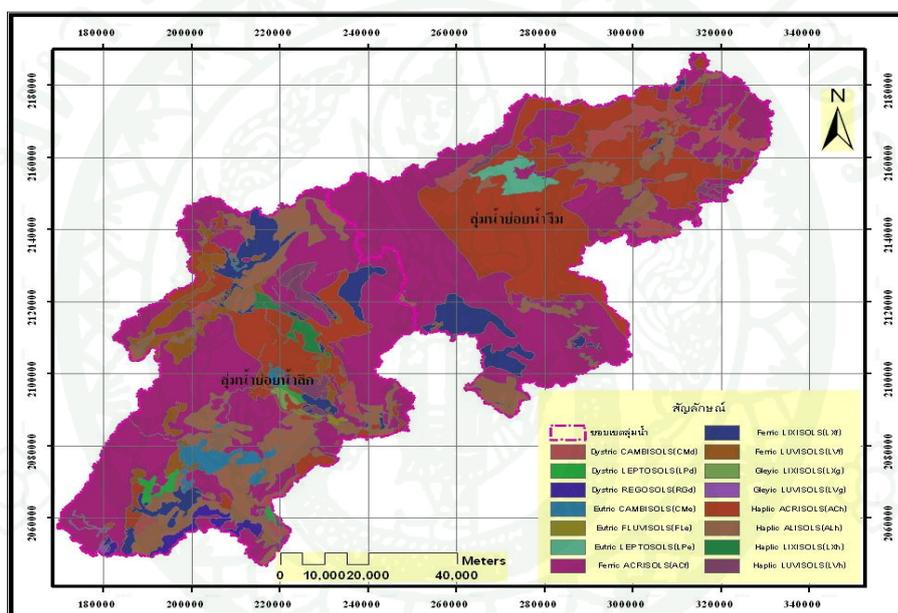
ตารางที่ 3 พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมตามพื้นที่ความลาดชันลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก

ความลาดชัน (%)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตร.กม.)			
	ปี พ.ศ. 2530		ปี พ.ศ. 2551	
	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่เกษตรกรรม
0-5	648.543	92.346	569.992	182.503
5-15	715.464	39.939	599.474	155.593
15-35	1374.120	19.865	1189.591	203.734
35-60	1567.448	8.364	1348.776	214.954
มากกว่า 60	473.244	6.767	403.939	76.006

6.5 ลักษณะปฐพีวิทยา

จากการจัดแบ่งประเภทดินของศูนย์วิจัย ที่ได้ทำการสำรวจลักษณะดินในขอบเขตลุ่มน้ำจืดตอนบนและตามแผนที่ดินของ Food and Agriculture Organization (FAO) ดังภาพที่ 8 สามารถแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มดินหลัก ได้แก่ CAMBISOLS เป็นดินที่มีชั้น cambic B ดินมีการเปลี่ยนแปลงของสี โครงสร้างและการยึด LEPTOSOLS ดินดินมีการพัฒนาต่ำ REGOSOLS ดินที่มีวัศจุจับตัวกัน หลวมๆ บนชั้นด้านล่างที่แข็ง FLUVISOLS ดินที่เกิดจากตะกอนน้ำพา และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง

ACRISOLS ดินที่มีการอิ่มตัวด้วยต่างต่ำ LUVISOLS ดินที่มีการเคลื่อนย้ายดินเหนียวมาสะสม ALISOLS ดินที่มีปริมาณอลูมิเนียมสูง LIXISOLS ดินที่มีการเคลื่อนย้ายดินเหนียวมาสะสม และผูกพันอยู่กับที่สูง ซึ่งประกอบด้วย 16 ประเภทหน่วยดิน เช่น Dystric CAMBISOLS (CMd), Dystric LEPTOSOLS (LPd), Dystric REGOSOLS (RGd), Eutric CAMBISOLS (CMe), Eutric FLUVISOLS (FLe), Eutric LEPTOSOLS (LPe), Ferric ACRISOLS (ACf), Ferric LIXISOLS (LXf), Ferric LUVISOLS (LVf), Gleyic LIXISOLS (LXg), Gleyic LUVISOLS (LVg), Haplic ACRISOLS (ACH), Haplic ALISOLS (ALh), Haplic LIXISOLS (LXh) และ Haplic LUVISOLS (LVh) เป็นต้น



ภาพที่ 8 แผนที่ประเภทดินของพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Integrated Watershed Management Unit (2007)

อุปกรณ์ และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนที่ภูมิประเทศ จัดทำโดยกรมแผนที่แห่งชาติลาว มาตรฐาน 1:100,000

1.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551
จัดทำโดยจัดทำโดยกรมแผนที่แห่งชาติ

2. ข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์

ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบนที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยน้ำลิกและลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่อง Computer, Soft ware ต่าง ๆ เช่น Microsoft office และ Arc MAP 9.3 เป็นต้น

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล

ก่อนที่จะนำข้อมูลปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่ามาหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี และปริมาณน้ำท่ารายปีของแต่ละลุ่มน้ำย่อยนั้น เนื่องจากข้อมูลบางปีขาดหายไป เพื่อเป็นการหาข้อมูลที่ขาดหายไป แล้วทำการตรวจสอบความเชื่อถือของข้อมูลของแต่ละสถานีก่อน โดยใช้แบบวิธี Double mass analysis ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความแน่นอน และการหาค่าที่สูญหายไป ด้วยการนำข้อมูลมาสร้างเป็นกราฟแบบเส้นตรง แล้วพิจารณาจากเส้นกราฟหักเหไปจากแนวเส้นตรงเดิม จะต้องทำการปรับแก้ค่าด้วยสมการ $Y = a + bX$

1.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ได้จากการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนของกรมอุตุนิยมและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว ทั้งหมด 7 สถานี ดังตารางที่ 4 ที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดน้ำฝนแบบ 8 inches ที่เป็นเครื่องวัดน้ำฝนแบบมาตรฐาน และเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ที่มีช่วงเวลาในการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552

ตารางที่ 4 สถานีวัดปริมาณน้ำฝนในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจิมคอนบน

ลำดับ	ชื่อสถานี	เลขรหัสสถานี	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)	WGS 1984 UTM Zone 48 N	
				X	Y
1	ปากกะยุง	190203	2,420.2	241159	2038202
2	บ้านหินเหิบ	180205	1,711.4	218325	2061820
3	กาสี	180206	1,919.0	220089	2134377
4	โพนโฮง	180210	2,629.7	225414	2043791
5	วังเวียง	180207	3,021.0	231467	2094852
6	นาหลวง	190301	2,476.6	298121	2164550
7	เซียงขวาง	190302	1,440.0	295406	2159354

ที่มา: กรมอุตุนิยมและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ในการศึกษาครั้งนี้จะหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี โดยการใช้สถานีที่ใกล้เคียงทั้งหมด 7 สถานี แบ่งเป็นแต่ละลุ่มน้ำย่อย เช่น ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิกและลุ่มน้ำย่อยน้ำซง ด้วยแบบวิธีการหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตามแบบ thiessen method ด้วยระบบ Geographic Information System; (GIS) ในการหาค่าดังกล่าวในรูปแบบเชิงพื้นที่ โดยหาค่าเป็นแต่ละปี แล้วนำค่าเชิงพื้นที่มาคำนวณหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีด้วยโปรแกรม microsoft office excel

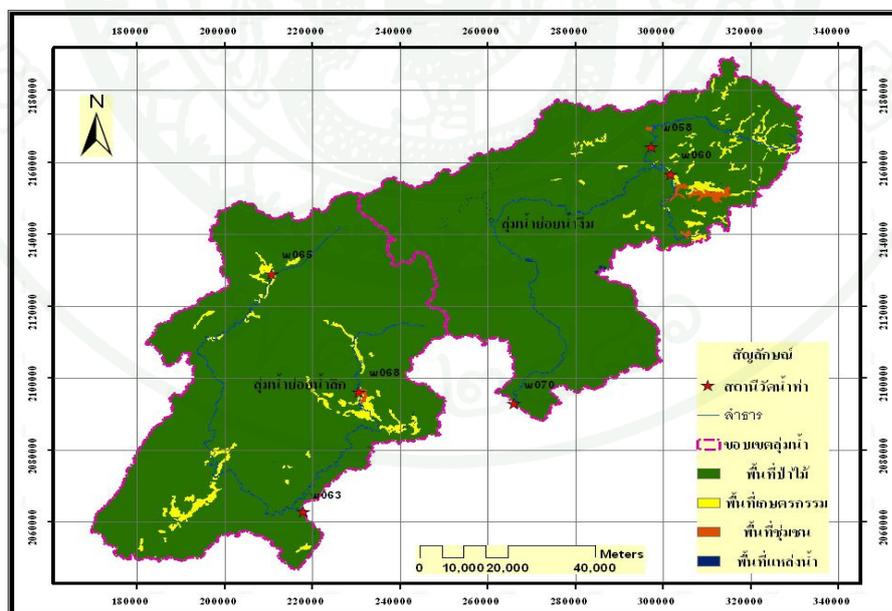
1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปี ได้จากการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำท่าของกรมอุตุนิยม และอุทกศาสตร์ สปป. ลาว ที่อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำแบบธรรมดา (staff gage) ที่มีอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ 6 สถานี ดังแสดงในตารางที่ 5 แล้วนำมาหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำที่วัดได้จริงจากรating curve ที่ทำไว้ ที่เป็นข้อมูลรายวัน แล้วรวมเป็นรายเดือนและรายปี ช่วงเวลาในการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552

ตารางที่ 5 สถานีวัดปริมาณน้ำทำในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน

ลำดับ	ชื่อลำธาร	เลขรหัสสถานี	WGS 1984 UTM Zone 48 N	
			X	Y
1	น้ำลึก	W063	217869.73	2063057.95
2	น้ำจิม	W070	265973.76	2093023.05
3	น้ำยอดลึก	W066	211535.96	2286675.56
4	น้ำซอง	W068	231082.38	2096104.47
5	น้ำยอดจิม	W058	298121.73	2164550.57
6	น้ำไค้	W060	302247.45	2156528.34

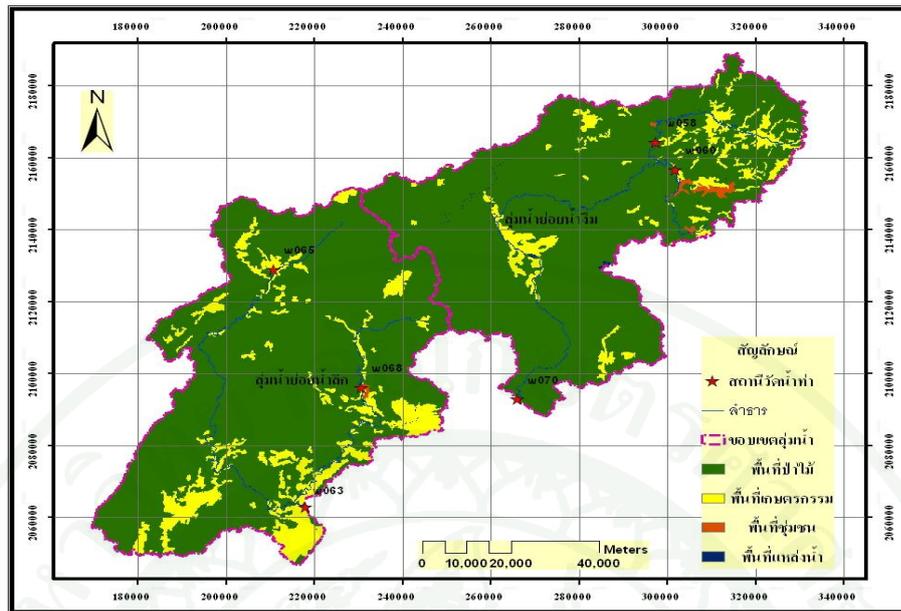
ที่มา: กรมอุตุนิยมและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

1.3 ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ที่ทำการศึกษาระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 ดังภาพที่ 9 ภาพที่ 10 ภาพที่ 11 ภาพที่ 12 ภาพที่ 13 และภาพที่ 14 จัดทำโดยกรมแผนที่แห่งชาติลาว



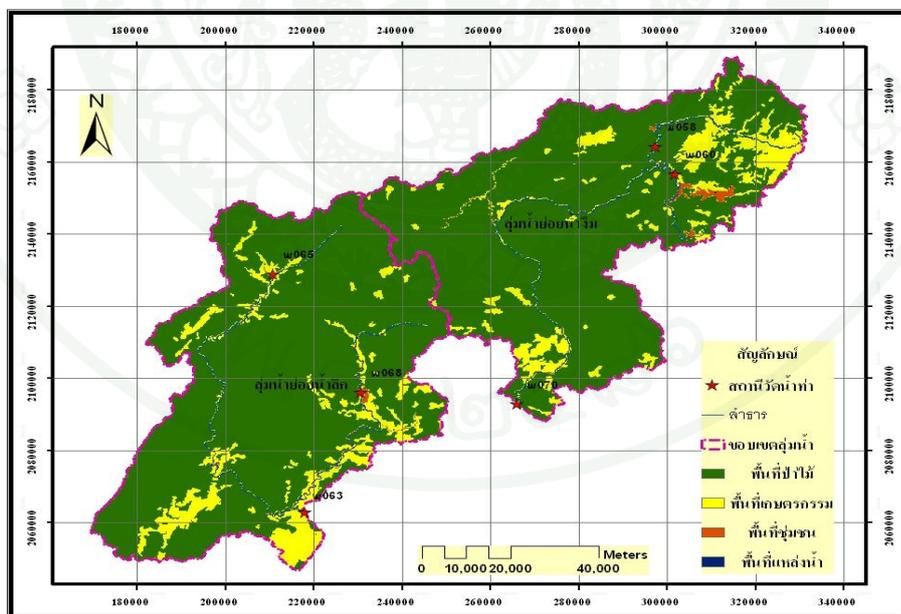
ภาพที่ 9 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2530

ที่มา: คัดแปลงมาจากกรมแผนที่แห่งชาติ สปป. ลาว (2530)



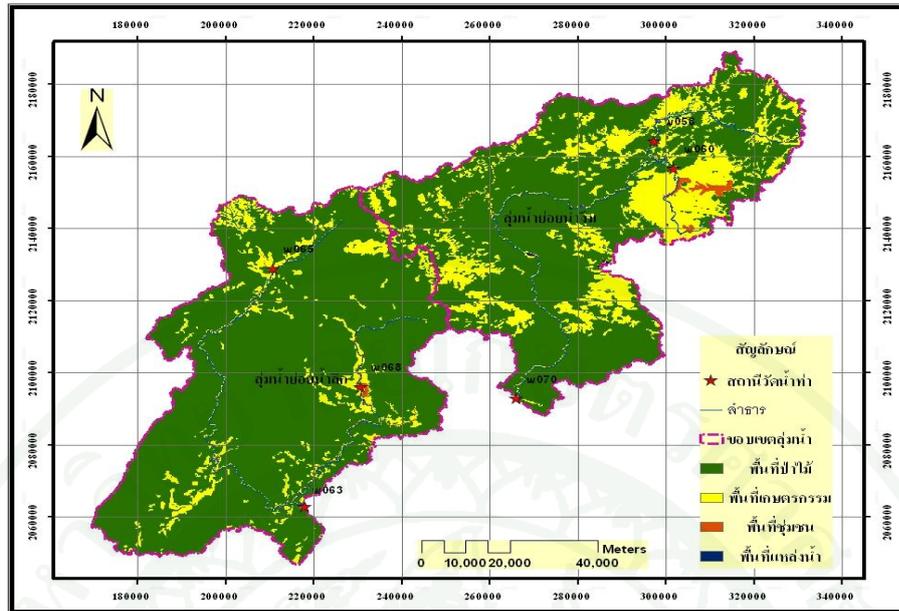
ภาพที่ 10 แผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2536

ที่มา: ดัดแปลงมาจากกรมแผนที่แห่งชาติ สปป. ลาว (2536)



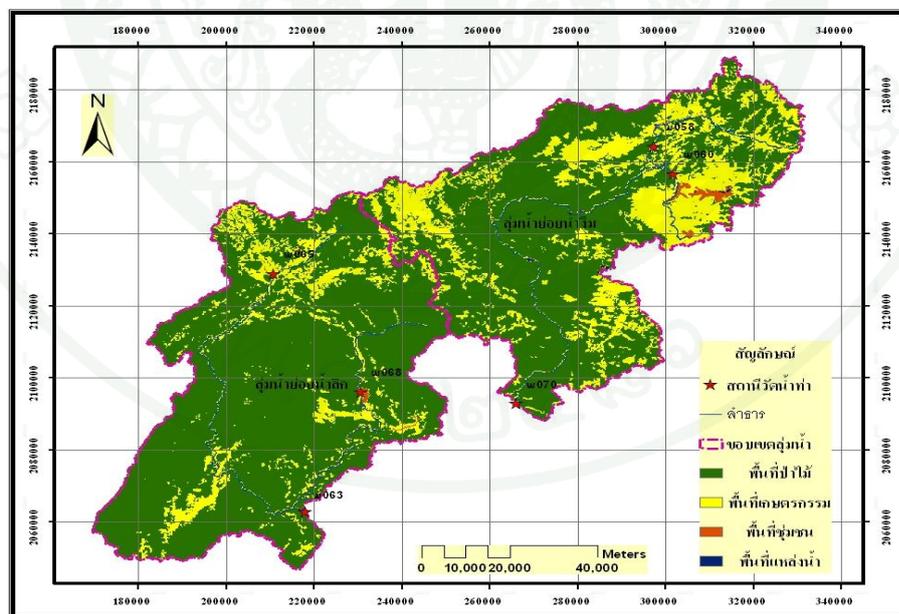
ภาพที่ 11 แผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2540

ที่มา: ดัดแปลงมาจากกรมแผนที่แห่งชาติ สปป. ลาว (2540)



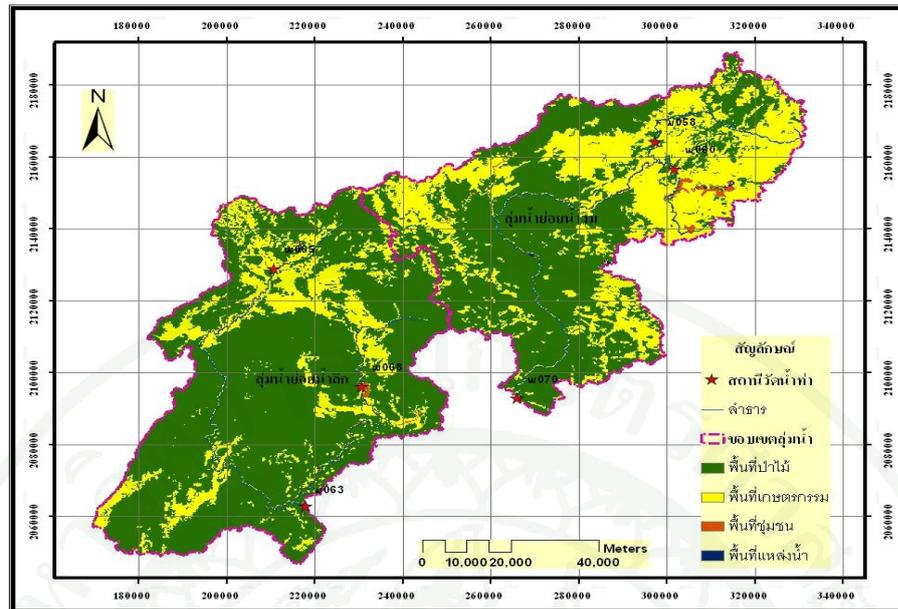
ภาพที่ 12 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2543

ที่มา: ดัดแปลงมาจากกรมแผนที่แห่งชาติ สปป. ลาว (2543)



ภาพที่ 13 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2545

ที่มา: ดัดแปลงมาจากกรมแผนที่แห่งชาติ สปป. ลาว (2545)



ภาพที่ 14 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน ปี พ.ศ. 2551

ที่มา: คัดแปลงมาจากกรมแผนที่แห่งชาติ สปป. ลาว (2551)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ศึกษาหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่า ในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบน มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยวิเคราะห์หาร้อยละของพื้นที่ที่เหลืออยู่ คือการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม

2.2.2 วิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า ด้วยวิธีวิเคราะห์โดยอนุกรมเวลารายปี เช่น 1, 3, 5, 10, 15 และ 25 ปี โดยใช้ค่าความลาดชันของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (simple linear regression) เพื่อบอกถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า ว่าไปในทิศทางใด โดยทดสอบสมมติฐานว่า ค่าความลาดชันเท่าหรือไม่เท่ากับศูนย์ ($\beta \neq 0$) ที่ระดับสำคัญทางสถิติที่ 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ ค่า t-test

2.2 ศึกษาศักยภาพการให้น้ำทำรายปีของกลุ่มน้ำจืดตอนบน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาศักยภาพการให้น้ำทำรายปีของกลุ่มน้ำจืดตอนบน โดยใช้ Specific water yield (Q) ดังนี้

$$Q = \frac{Q_r}{A} \quad (1)$$

โดย Q = ศักยภาพการให้น้ำทำต่อหน่วยพื้นที่ของกลุ่มน้ำ (ลบ.ม/ตร.กม.)
 Q_r = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)
 A = พื้นที่กลุ่มน้ำ (ตร.กม.)

2.2.2 ศึกษาสัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีต่อปริมาณน้ำฝนรายปีได้ดังนี้

$$Q_2 = \frac{Q_1}{P} \quad (2)$$

โดย Q_2 = สัดส่วนของน้ำท่าต่อน้ำฝน (เปอร์เซ็นต์)
 Q_1 = ปริมาณน้ำท่า (มม.)
 P = ปริมาณน้ำฝน (มม.)

2.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่ารายปีกับน้ำฝนรายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่าไม้ และ พื้นที่เกษตรกรรม) ทำการวิเคราะห์โดยใช้ Simple linear regression และ Multiple linear regression เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination; R^2) เพื่อแสดงให้เห็นว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่นนั้น จะมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าอย่างไร ดังสมการต่อไปนี้

$$Q = f(R, F, A) \quad \text{หรือ} \quad Q = a + bR + cF + dA \quad (3)$$

โดย Q = ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อพื้นที่กลุ่มน้ำ (มม.)
 R = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มม.)
 F = พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ (%)
 A = พื้นที่เกษตรกรรม (%)
 a, b, c, d = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน

ผลการศึกษา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะคือ แนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมต่อศักยภาพการให้น้ำท่าของกลุ่มน้ำจืดตอนบน ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1.1 กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด

1.1.1 กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด (สถานีวัดน้ำ W070) พื้นที่ลุ่มน้ำ 4,693.88 ตารางกิโลเมตร จาก การศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2551 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้พื้นที่ป่าไม้ ลดลงถึงร้อยละ 33.01 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 32.91 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งพื้นที่ ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ ร้อยละ 96.42, 91.02, 88.26, 76.51, 73.96 และ 63.41 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 2.57, 7.92, 10.77, 22.45, 24.97 และ 35.47 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

1.1.2 กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด (สถานีวัดน้ำ W058) พื้นที่ลุ่มน้ำ 681.91 ตารางกิโลเมตร จาก การศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2551 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้พื้นที่ป่าไม้ ลดลงถึงร้อยละ 44.17 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับร้อยละ 93.47, 83.76, 78.93, 73.60, 65.97 และ 49.30 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเห็นว่าเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 44.15 และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เท่ากับร้อยละ 6.01, 15.70, 20.52, 25.86, 33.49 และ 50.15 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

1.1.3 กลุ่มน้ำย่อยน้ำใต้ (สถานีวัดน้ำ W060) พื้นที่ลุ่มน้ำ 629.20 ตารางกิโลเมตร จาก การศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2551 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้พื้นที่ป่าไม้ ลดลงร้อยละ 66.60 พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เมื่อ เทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับร้อยละ 87.15, 80.53, 73.99, 38.13, 37.25 และ 20.55 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ เกษตรกรรม พบว่า เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 64.60 และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เท่ากับร้อยละ 9.41, 14.45, 20.99, 56.85, 57.45 และ 74.01 ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ระหว่างปี พ.ศ. 2530-2551

ปี พ.ศ.	พื้นที่ป่าไม้ (%)						พื้นที่เกษตรกรรม (%)					
	ลุ่มน้ำจืด		ลุ่มน้ำยอคง		ลุ่มน้ำไค้		ลุ่มน้ำจืด		ลุ่มน้ำยอคง		ลุ่มน้ำไค้	
	พื้นที่	ลดลง	พื้นที่	ลดลง	พื้นที่	ลดลง	พื้นที่	เพิ่มขึ้น	พื้นที่	เพิ่มขึ้น	พื้นที่	เพิ่มขึ้น
2530	96.42	-	93.47	-	87.15	-	2.57	-	6.01	-	9.41	-
2536	91.02	5.40	83.76	9.71	80.53	6.62	7.92	5.35	15.70	9.70	14.45	5.04
2540	88.26	2.76	78.93	4.83	73.99	6.54	10.97	3.05	20.52	4.82	20.99	6.54
2543	76.51	11.75	73.60	5.33	38.13	35.86	22.45	11.48	25.86	5.34	56.85	35.86
2545	73.96	2.55	65.97	7.63	37.25	0.88	24.97	2.52	33.49	7.63	57.45	0.60
2551	63.41	10.55	49.30	16.67	20.55	16.70	35.47	10.50	50.15	16.66	74.01	16.56
รวม	-	33.01	-	44.17	-	66.60	-	32.90	-	44.15	-	64.60

1.2 ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด

1.2.1 ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด (สถานีวัดน้ำ W063) พื้นที่ลุ่มน้ำ 4,965.20 ตารางกิโลเมตร จากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2551 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงเท่ากับร้อยละ 13.41 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 13.37 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับร้อยละ 96.42, 94.59, 93.06, 91.97, 89.05 และ 82.85 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.36, 5.03, 6.55, 7.64, 10.54 และ 16.73 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

1.2.2 ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอคง (สถานีวัดน้ำ W066) พื้นที่ลุ่มน้ำ 417.84 ตารางกิโลเมตร จากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2551 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงถึง เท่ากับร้อยละ 22.44 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 22.13 โดยพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับร้อยละ 98.39, 91.81, 89.16, 84.87, 78.53 และ 75.96 ตามลำดับ สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.18, 7.75, 10.41, 14.66, 20.91 และ 23.30 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

1.2.3 ลุ่มน้ำย่อยน้ำชอง (สถานีวัดน้ำ W068) พื้นที่ลุ่มน้ำ 825.95 ตารางกิโลเมตร จากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2551 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้พื้นที่ป่าไม้

ลดลงเท่ากับร้อยละ 19.32 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 19.23 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2530, 2536, 2540, 2543, 2545 และ 2551 เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ ร้อยละ 97.94, 93.43, 93.11, 92.92, 92.38 และ 78.62 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.83, 6.34, 6.64, 6.82, 7.37 และ 21.07 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2530-2551

ปี	พื้นที่ป่าไม้ (%)						พื้นที่เกษตรกรรม (%)					
	ลุ่มน้ำลิก		ลุ่มน้ำยอดลิก		ลุ่มน้ำซอง		ลุ่มน้ำลิก		ลุ่มน้ำยอดลิก		ลุ่มน้ำซอง	
	พื้นที่	ลดลง	พื้นที่	ลดลง	พื้นที่	ลดลง	พื้นที่	เพิ่มขึ้น	พื้นที่	เพิ่มขึ้น	พื้นที่	เพิ่มขึ้น
2530	96.26	-	98.39	-	97.94	-	3.36	-	1.18	-	1.83	-
2536	94.59	1.67	91.81	6.58	93.43	4.51	5.03	1.67	7.75	6.57	6.34	4.51
2540	93.06	1.53	89.16	2.65	93.11	0.32	6.55	1.53	10.41	2.66	6.64	0.30
2543	91.97	1.09	84.87	4.30	92.92	0.19	7.64	1.09	14.66	4.25	6.82	0.18
2545	89.05	2.93	78.53	6.33	92.38	0.55	10.54	2.90	20.91	6.26	7.37	0.54
2551	82.85	6.19	75.96	2.58	78.62	13.76	16.73	6.19	23.30	2.39	21.07	13.70
รวม	-	13.41	-	22.44	-	19.32	-	13.37	-	22.13	-	19.23

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พื้นที่ป่าไม้ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2551 ลดลงเห็นได้อย่างเด่นชัด คือ ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม มีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเท่ากับร้อยละ 33.01 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมากกว่าลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก มีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเท่ากับร้อยละ 13.41 ปัญหาที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง กล่าวคือ การทำไม้ของ นายทุน การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ ถนน และ เขื่อนพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งน้ำ ระบบชลประทาน ไฟป่า และการขยายพื้นที่ทำการเกษตร อันเนื่องจากความยากจนของประชากรในพื้นที่ ลุ่มน้ำประกอบด้วยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่สูง ซึ่งมีพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการทำน่าน้อย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ ประชาชนต้องอาศัยพื้นที่ค่อนข้างสูงที่เป็นพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตร เช่น การทำไร่เลื่อนลอย ทำสวน และทำนา เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง ดังตารางที่ 1 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงส่วนมากจะเป็นพื้นที่ราบและราบเชิงเขาเป็นส่วนใหญ่ และพบว่า พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 32.90 และ 13.37 ทั้งลุ่มน้ำย่อยน้ำจิมและลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ชุมชน (เมือง) และพื้นที่แหล่งน้ำ พบว่า เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

2. ปริมาณและแนวโน้มความผันแปรของน้ำฝน

เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจำนวน 7 สถานี ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552 มาคำนวณเป็นน้ำฝนรายเดือนของแต่ละสถานี และหาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละลุ่มน้ำย่อยโดยใช้วิธีของ Thiessen เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ต่อพื้นที่ทั้งหมดของแต่ละลุ่มน้ำด้วยโปรแกรม Arc MAP 9.3 ในรูปแบบเชิงพื้นที่ ได้ผลดังนี้

2.1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปี

2.1.1 ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

ได้ทำการศึกษา 3 ลุ่มน้ำย่อย คือ ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำออกจิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ด้วยกัน ซึ่งลุ่มน้ำย่อยน้ำจิมเป็นลุ่มน้ำที่ใหญ่โดยมีลุ่มน้ำย่อยน้ำออกจิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ เป็นลุ่มน้ำที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ จากการศึกษาพบว่า ในขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิมนั้น เดือนที่มีฝนตกหนักที่สุดคือ เดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 406.29 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือ เดือนมกราคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.75 มิลลิเมตร สำหรับปริมาณน้ำฝนรายปี พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1,269.46-2,214.56 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,829.83 มิลลิเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 1 ส่วนลุ่มน้ำย่อยน้ำออกจิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ เป็นลุ่มน้ำที่ใกล้เคียงกัน โดยมีสถานีวัดน้ำฝนเดียวกัน ดังนั้นการกระจายของปริมาณน้ำฝนจึงเหมือนกัน ซึ่งมีฝนตกหนักสุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 315.66 มิลลิเมตร ซึ่งวัดได้สูงสุดประมาณ 470.30 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2549 เดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือ เดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 8.93 และ 5.69 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1,031.30-1,862.30 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,488.31 มิลลิเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 2

2.1.2 ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก

ได้ทำการศึกษาประกอบด้วย 3 ลุ่มน้ำย่อย เช่นกันคือ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำออกลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ซึ่งลุ่มน้ำย่อยน้ำลิกเป็นลุ่มน้ำที่ใหญ่ โดยมีลุ่มน้ำย่อยน้ำออกลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซองอยู่ในขอบเขตพื้นที่เช่นกัน จากการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำย่อยลิกนั้น เดือนสิงหาคม เป็นเดือนที่มีฝนตกหนักที่สุดเหมือนกันกับลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 492.33 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือ เดือนธันวาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.11 มิลลิเมตร สำหรับปริมาณน้ำฝนรายปี

นั้น พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1,600.06 - 3,526.79 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2,346.61 มิลลิเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 3 ส่วนลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง มีฝนตกหนักสุดในเดือน กรกฎาคม เหมือนกัน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 381.36 และ 547.96 มิลลิเมตรตามลำดับ เคยวัดได้สูงสุดประมาณ 1010.60 และ 1064.42 มิลลิเมตร ในปี พ.ศ. 2551 สำหรับเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.32, 5.21 และ 7.51, 8.76 มิลลิเมตรตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึกนั้น พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1,016.93-3,420.40 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,781.58 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1,406.73-3,826.56 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2,469.91 มิลลิเมตร แสดงในตารางผนวกที่ 4 และตารางผนวกที่ 5

2.2 แนวโน้มความผันแปรปริมาณน้ำฝน

การวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรปริมาณน้ำฝนรายเดือน โดยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปี ดังนี้

2.2.1 ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

1) ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม จากการศึกษาได้ผลแสดงในตารางที่ 8 ภาพที่ 15 และภาพผนวกที่ 1 พบว่า เดือนที่มีแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำฝนลดลงคือ เดือนกุมภาพันธ์ กรกฎาคม สิงหาคม และ กันยายน แต่ความผันแปรดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นเป็นเดือนที่แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น แต่เดือนที่ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซนต์โดยใช้ปริมาณน้ำฝนปีต่อปี เห็นว่ามีเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน เมื่อลดค่าความผันแปรตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไปพบว่า ปริมาณน้ำฝนทุกเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เดือนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซนต์ คือ เดือนมีนาคม ตุลาคม และพฤศจิกายนเท่านั้น ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น พบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2) ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ จากการศึกษาได้ผลแสดงในตารางที่ 9 ภาพที่ 16 และภาพผนวกที่ 2 พบว่า เดือนที่ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลงคือ เดือน กุมภาพันธ์ พฤษภาคม มิถุนายน และ กรกฎาคม ซึ่งแนวโน้มการลดลงดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับเดือนที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นคือ เดือน มกราคม มีนาคม เมษายน สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม เมื่อลดค่าความผันแปรตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป พบว่า มีเพียงเดือน

พฤศจิกายนเท่านั้นที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น พบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และ ปริมาณน้ำฝนรายปี ของ ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

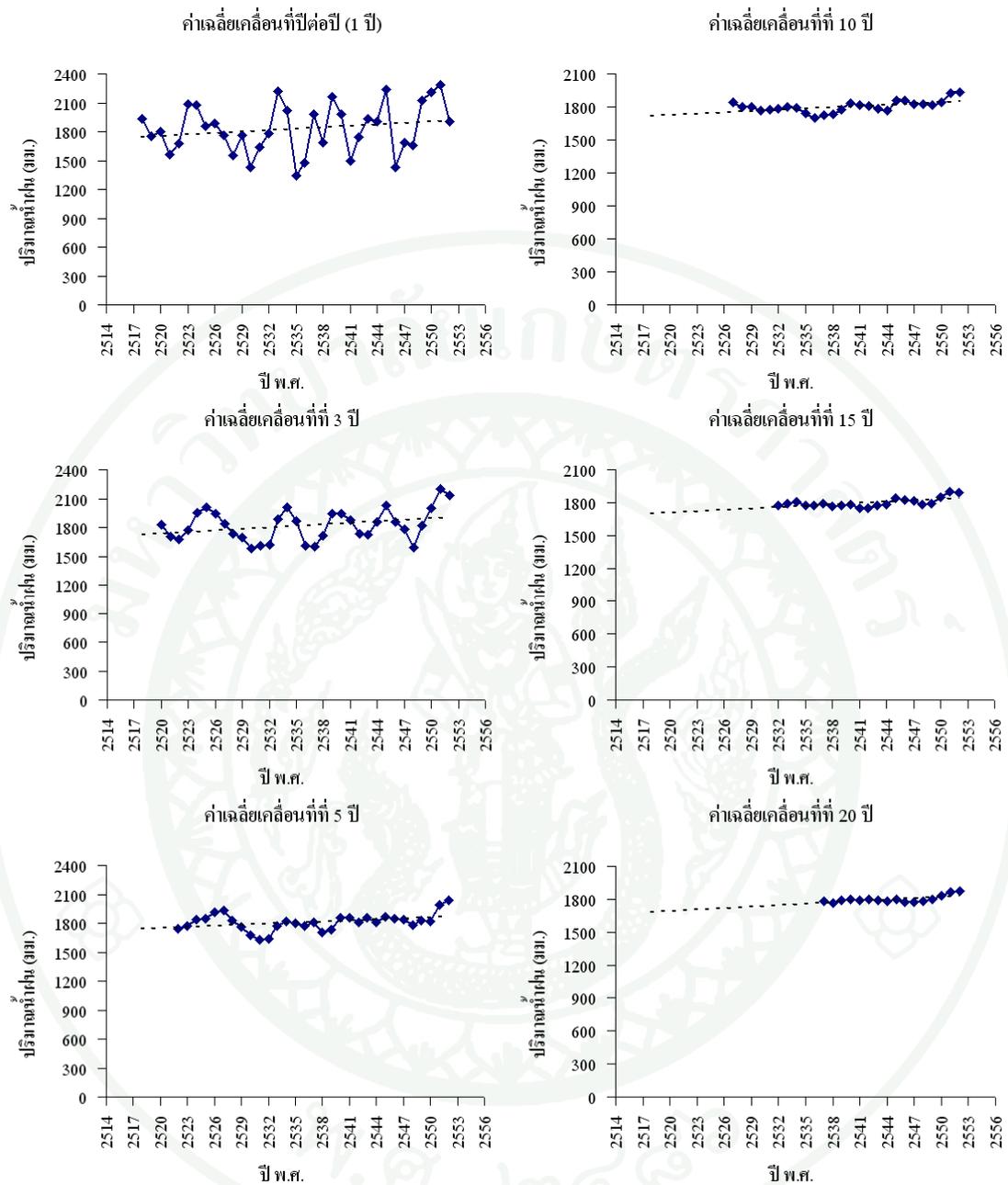
เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	99
กุมภาพันธ์	-	ns	ns	ns	95	ns	ns
มีนาคม	+	ns	99	99	99	99	99
เมษายน	+	ns	ns	ns	99	99	99
พฤษภาคม	+	ns	ns	ns	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	ns	95	99	99	99
กรกฎาคม	-	ns	ns	ns	ns	99	ns
สิงหาคม	-	ns	ns	ns	99	95	99
กันยายน	-	ns	ns	ns	95	99	ns
ตุลาคม	+	95	99	99	99	99	99
พฤศจิกายน	+	95	99	99	99	99	99
ธันวาคม	+	ns	ns	ns	99	99	99
รายปี	+	ns	ns	95	99	99	99

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (หน่วยเป็น %)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)



ภาพที่ 15 ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของ ปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ตารางที่ 9 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และ ปริมาณน้ำฝนรายปี ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

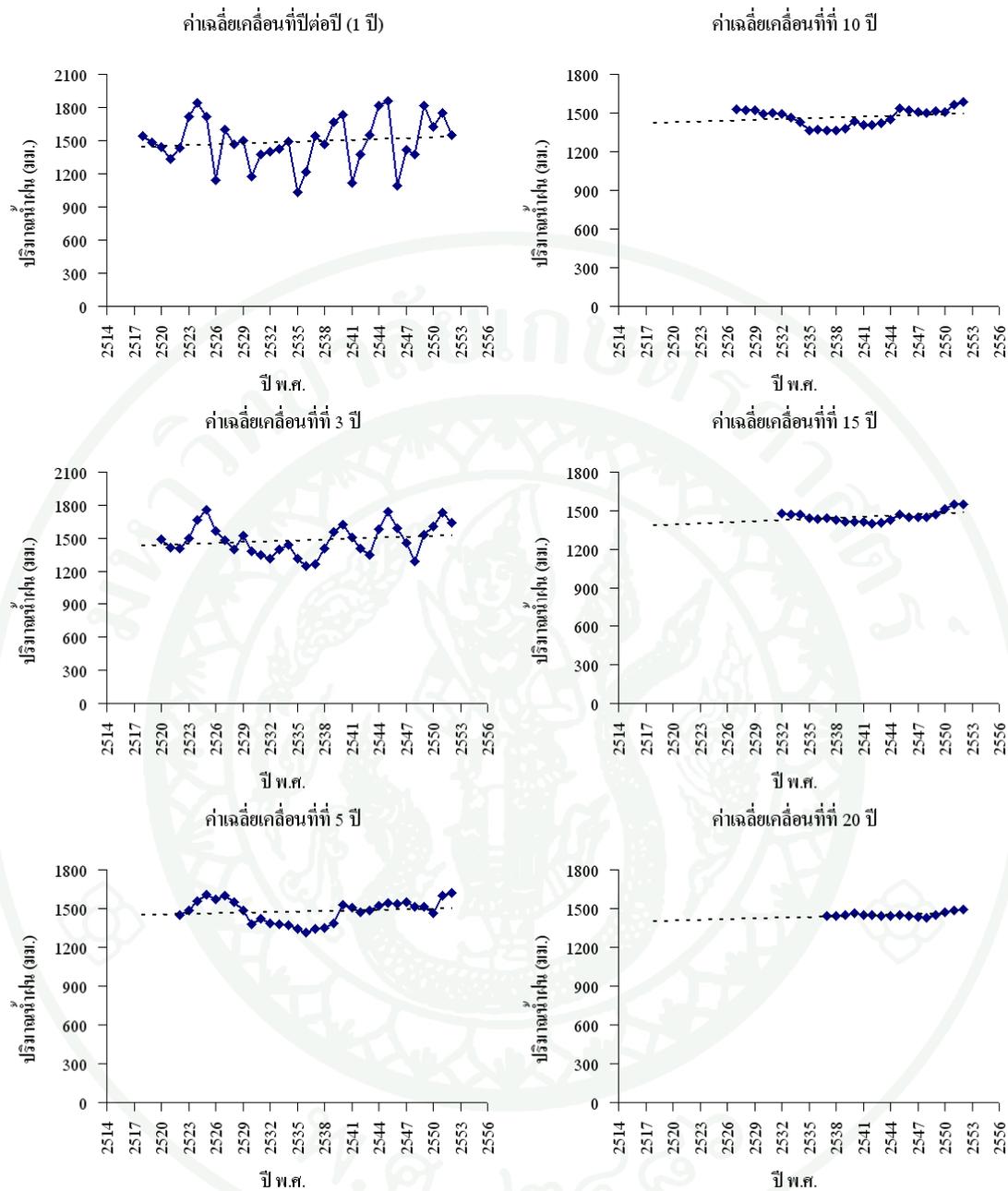
เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	ns	99	95	99
กุมภาพันธ์	-	ns	ns	ns	99	99	99
มีนาคม	+	ns	ns	95	95	99	99
เมษายน	+	ns	ns	ns	99	99	95
พฤษภาคม	-	ns	ns	ns	ns	ns	99
มิถุนายน	-	ns	ns	ns	ns	95	ns
กรกฎาคม	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
สิงหาคม	+	ns	ns	ns	ns	99	ns
กันยายน	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ตุลาคม	+	ns	ns	95	99	99	99
พฤศจิกายน	+	ns	99	99	99	99	99
ธันวาคม	+	ns	ns	95	99	99	99
รายปี	+	ns	ns	ns	ns	95	ns

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (หน่วยเป็น %)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)



ภาพที่ 16 ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดงิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

2.2.2 กลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก

1) กลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก จากการศึกษาได้ผลแสดงในตารางที่ 10 ภาพที่ 17 และภาพผนวกที่ 3 พบว่า ปริมาณน้ำฝนรายเดือนมีแนวโน้มความผันแปรที่แตกต่างกัน กล่าวคือ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลง แต่มีเพียงเดือนมีนาคมเท่านั้นที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีนั้นพบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อลดค่าความผันแปรตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไปพบว่า ปริมาณน้ำฝนรายเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ คือ เดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคม เมื่อลดค่าความผันแปรตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป พบว่า เดือนสิงหาคม และปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มความผันแปรที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นยังมีเดือนมิถุนายนที่ไม่สามารถบอกแนวโน้มได้ แต่ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2) กลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดลิก ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 11 ภาพที่ 18 และภาพผนวกที่ 4 พบว่า ปริมาณน้ำฝนรายเดือนมีแนวโน้มความผันแปรที่แตกต่างกันเช่นกัน แต่เดือนที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์ มีเพียงเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อลดค่าความผันแปรตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไปพบว่า มีเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน ที่มีแนวโน้มความผันแปรที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนสิงหาคมนั้นมีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์

3) กลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง จากการศึกษาได้ผลแสดงในตารางที่ 12 ภาพที่ 19 และภาพผนวกที่ 5 พบว่า ส่วนมากปริมาณน้ำฝนรายเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีเพียงเดือนตุลาคมเท่านั้นที่มีแนวโน้มความผันแปรลดลง แต่ว่าแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและลดลงนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน เมื่อลดค่าความผันแปรตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไปพบว่า มีเพียงเดือนพฤศจิกายนเท่านั้นที่มีความผันแปรที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนมีนาคม พฤษภาคม และรายปีนั้น มีความผันแปรที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และ ปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	-	ns	ns	ns	ns	99	ns
กุมภาพันธ์	+	ns	ns	ns	99	99	ns
มีนาคม	+	95	99	99	99	99	ns
เมษายน	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พฤษภาคม	+	ns	99	ns	99	99	99
มิถุนายน	×	ns	ns	ns	ns	ns	ns
กรกฎาคม	+	ns	ns	ns	95	99	ns
สิงหาคม	+	ns	95	95	99	99	99
กันยายน	-	ns	ns	ns	95	95	ns
ตุลาคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พฤศจิกายน	+	ns	ns	ns	ns	99	ns
ธันวาคม	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
รายปี	+	ns	95	95	99	99	95

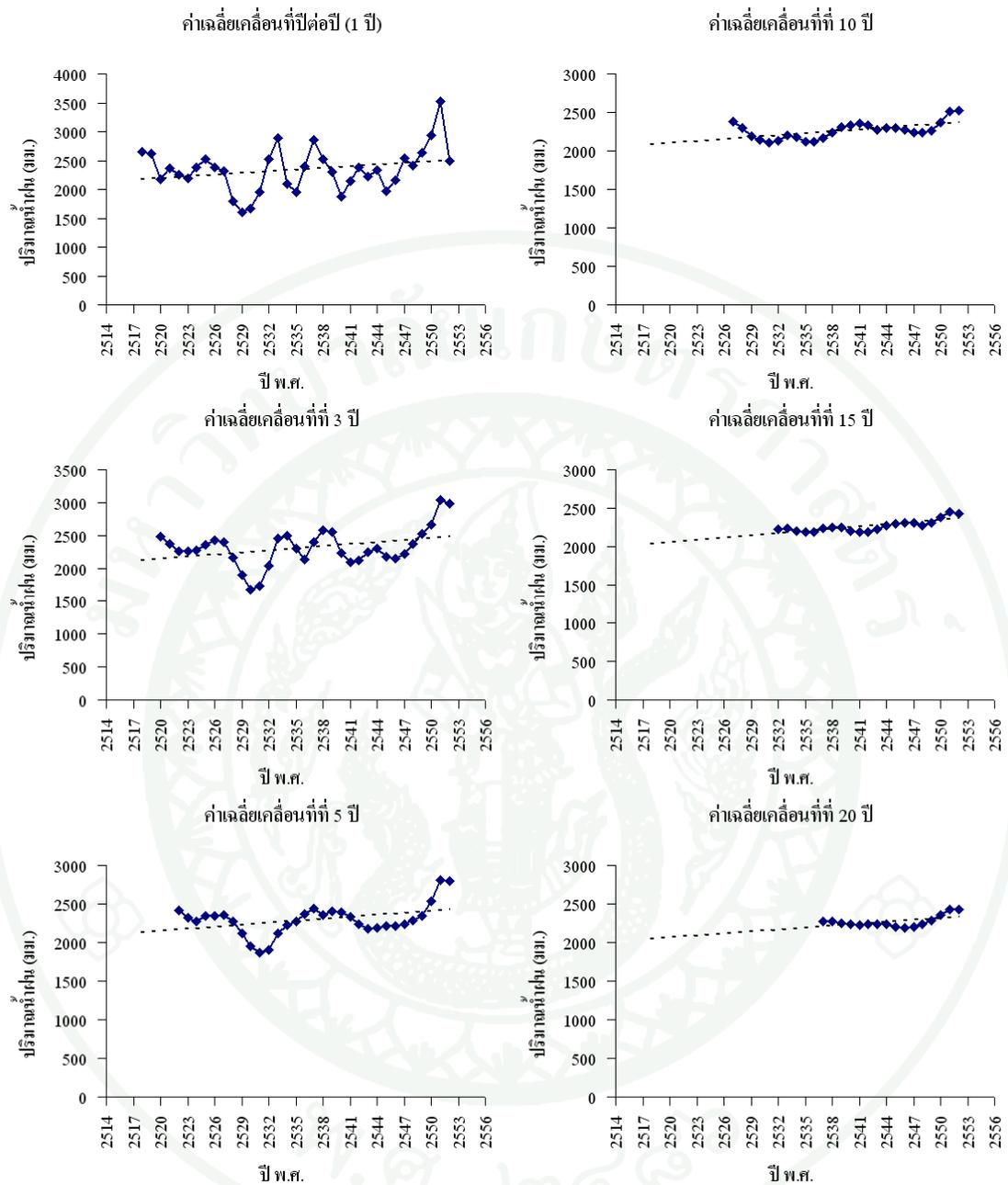
หมายเหตุ × หมายถึงไม่สามารถบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้

+ หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (หน่วยเป็น %)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)



ภาพที่ 17 ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของ ปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ตารางที่ 11 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

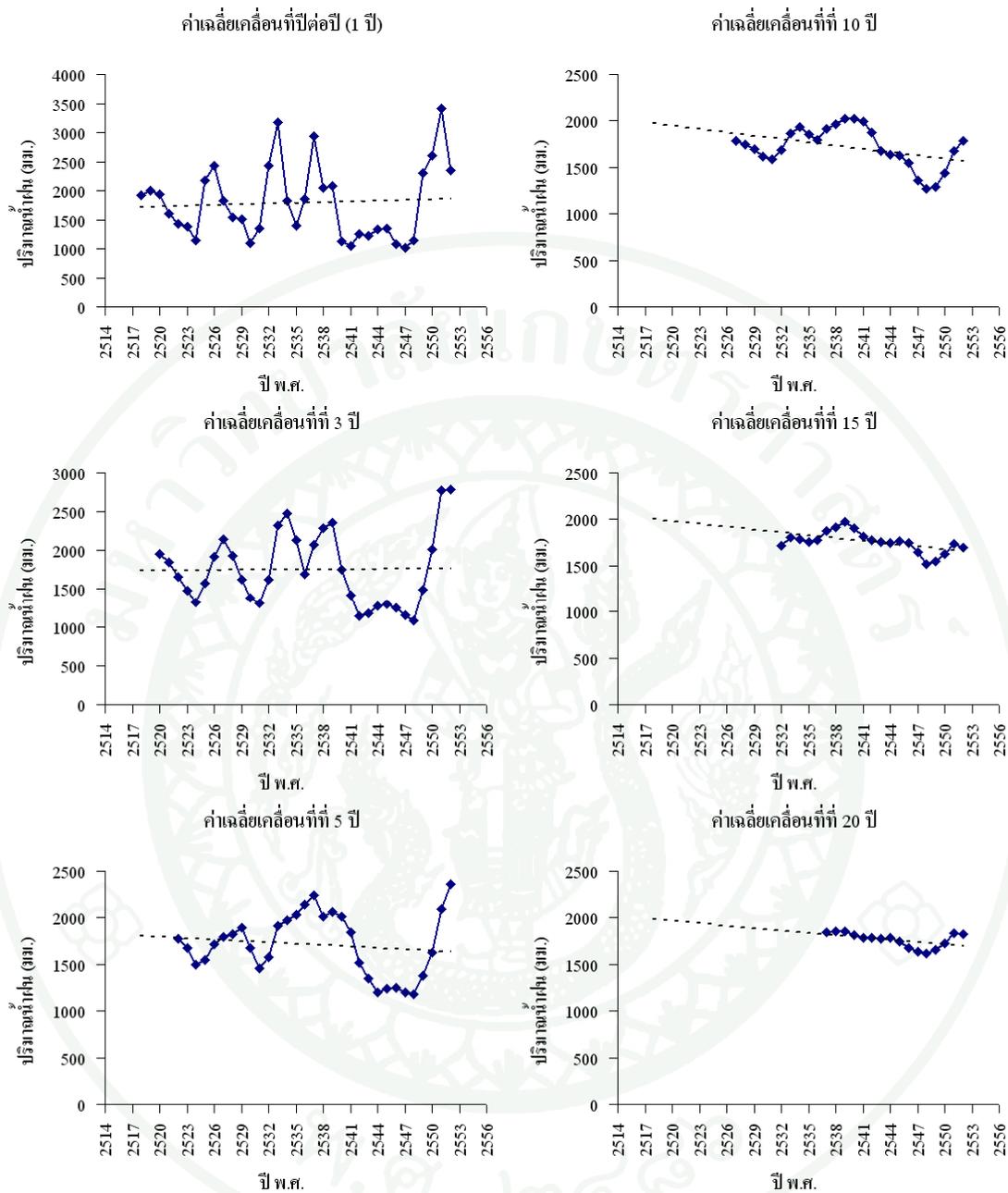
เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	99
กุมภาพันธ์	-	ns	ns	ns	95	99	ns
มีนาคม	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
เมษายน	-	ns	ns	ns	95	99	95
พฤษภาคม	+	ns	ns	95	99	99	99
มิถุนายน	-	ns	ns	ns	99	99	99
กรกฎาคม	-	ns	ns	ns	ns	95	95
สิงหาคม	-	ns	95	99	99	99	99
กันยายน	-	ns	ns	ns	99	99	95
ตุลาคม	+	95	99	99	99	99	99
พฤศจิกายน	+	95	99	99	99	99	99
ธันวาคม	-	ns	ns	ns	99	99	99
รายปี	-	ns	ns	ns	95	99	95

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (หน่วยเป็น %)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

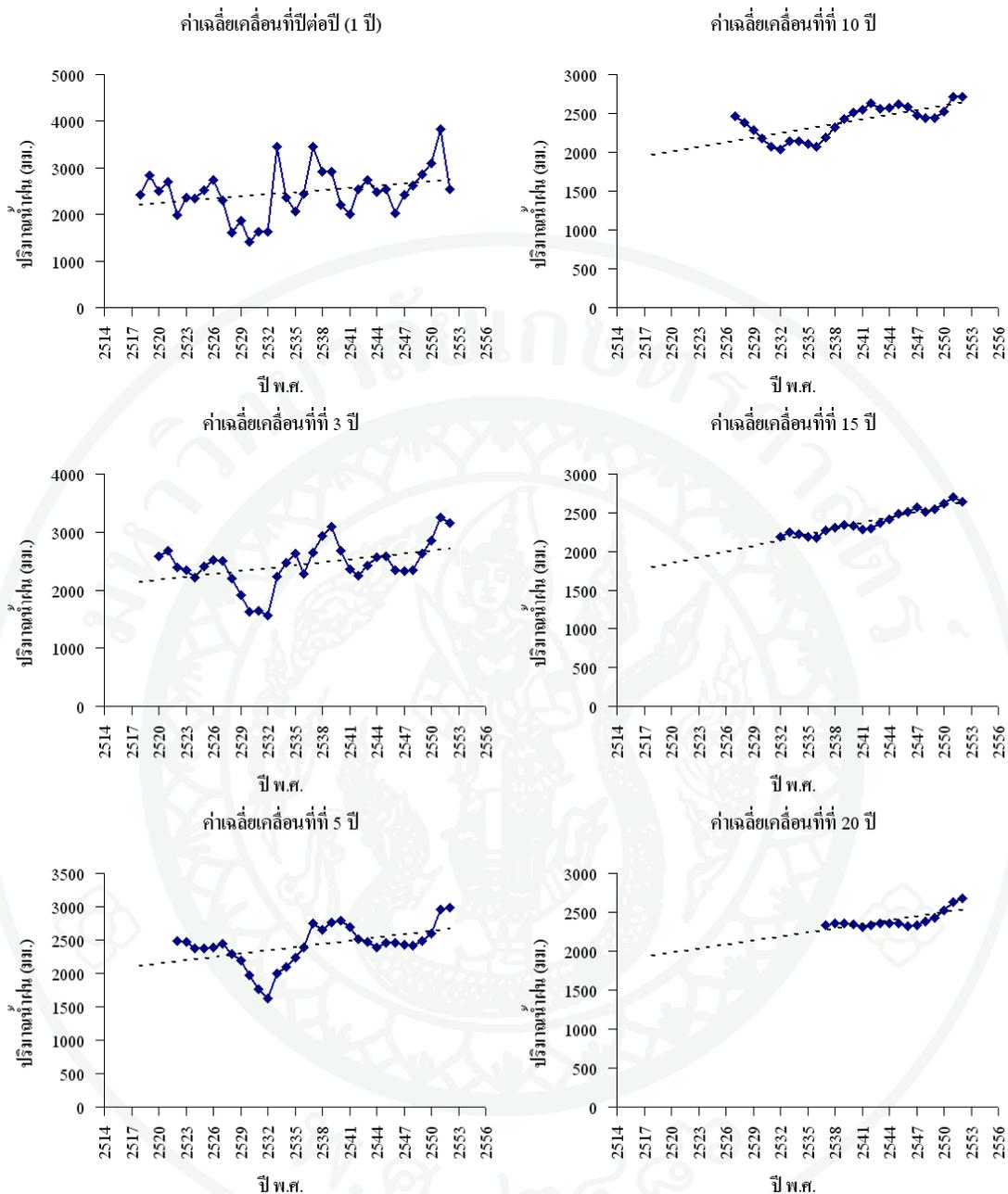


ภาพที่ 18 ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของ ปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ตารางที่ 12 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายเดือน
เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำฝนรายปี
ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำของ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	99
กุมภาพันธ์	+	ns	ns	ns	99	99	95
มีนาคม	+	ns	95	99	99	99	99
เมษายน	+	ns	ns	ns	95	99	ns
พฤษภาคม	+	ns	95	99	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	ns	ns	99	99	99
กรกฎาคม	+	ns	ns	ns	99	99	95
สิงหาคม	+	ns	ns	95	99	99	99
กันยายน	+	ns	ns	ns	95	99	ns
ตุลาคม	-	ns	ns	ns	ns	95	ns
พฤศจิกายน	+	ns	99	99	99	99	99
ธันวาคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
รายปี	+	ns	95	99	99	99	99

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น
- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง
ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (หน่วยเป็น %)
ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)



ภาพที่ 19 ความผันแปรและแนวโน้มค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของ ปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำของ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

จากการศึกษาแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำฝน พบว่า ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและ ปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษามีแนวโน้มความผันแปรที่แตกต่างกัน (มีลักษณะที่แกว่งตัว คือ เพิ่มขึ้น ลดลง และไม่สามารถบอกแนวโน้มความผันแปรได้) เนื่องจากหลายปัจจัย กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศของโลก (โลกร้อน) จึงทำให้ฝนตกมาก หรือ น้อยลง ปากฎการณ์

ธรรมชาติ (เอลนีโญ และ ลานีญา) การพัดผ่านของลมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พายุหมุน และฝนประจำถิ่นที่เกิดตามกระบวนการเกิดของฝน ลักษณะภูมิประเทศ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีนั้น มีแนวโน้มความผันแปรที่แตกต่างกันที่เพิ่มขึ้นและลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ปริมาณและแนวโน้มความผันแปรของน้ำท่า

3.1 ปริมาณน้ำท่า

3.1.1 กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด

ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและปริมาณน้ำท่ารายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552, 2521-2552 และ 2521-2552 ที่คำนวณได้จากข้อมูลรายวันของสถานีตรวจวัดน้ำ ของ 3 ลุ่มน้ำย่อยคือ ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดงิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ได้แก่ W070, W058 และ W060 ตามลำดับ ได้ผลดังแสดงในตารางผนวกที่ 6 ตารางผนวกที่ 7 และตารางผนวกที่ 8 พบว่า มีปริมาณน้ำท้าน้อยสุด 65.47, 6.86 และ 28.43 ล้านลูกบาศก์เมตร ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดงิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ตามลำดับ ส่วนเดือนที่มีปริมาณน้ำท้าน้อยที่สุด คือ เดือนมีนาคม สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืดและพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดงิม ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำไค้พบว่า เดือนที่มีปริมาณน้ำท้าน้อยที่สุดคือ เดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำท่าสูงสุดนั้นเท่ากับ 1,098.03, 134.57 และ 65.61 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เดือนที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมของลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด และเดือนกรกฎาคมสำหรับลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดงิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ส่วนปริมาณน้ำท่ารายปีนั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,315.71, 548.48 และ 504.76 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

3.1.2 ลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก

ปริมาณน้ำท่ารายเดือน และน้ำท่ารายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552, 2521-2552 และ 2521-2552 ที่คำนวณได้จากข้อมูลรายวันของสถานีตรวจวัดน้ำของ 3 ลุ่มน้ำย่อยคือ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก ลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดงิม และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ได้แก่ W063, W066 และ W068 ตามลำดับ ได้ผลดังแสดงในตารางผนวกที่ 9 ตารางผนวกที่ 10 และตารางผนวกที่ 11 พบว่า มีปริมาณน้ำท้าน้อยสุดเท่ากับ 93.27, 19.86 และ 69.56 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ส่วนเดือนที่มี

ปริมาณน้ำทำนอยที่สุดนั้น คือเดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำทำนอยสูงสุดนั้นเท่ากับ 1,085.96, 92.91 และ 249.81 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เดือนที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด คือ เดือนสิงหาคม ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ส่วนลุ่มน้ำย่อยน้ำขอลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซงนั้นเป็นเดือนกรกฎาคม สำหรับปริมาณน้ำทำนอยปีนั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,889.99, 516.19 และ 1,627.57 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

3.2 แนวโน้มความผันแปรปริมาณน้ำทำ

การวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำทำรายเดือนและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปี มีดังนี้

3.2.1 ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

1) ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

เมื่อทำการวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรปริมาณน้ำทำรายเดือนและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีได้ผลดังแสดงในตารางที่ 13 และภาพผนวกที่ 6 พบว่า ปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปี ส่วนแต่มีแนวโน้มความผันแปรที่เพิ่มขึ้น มีเพียงเดือนพฤศจิกายนเท่านั้นที่มีแนวโน้มลดลง แต่แนวโน้มความผันแปรดังกล่าวนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อลดค่าความผันแปร 5 ปี พบว่า มีเพียงเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และ พฤษภาคมที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำทำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซนต์

2) ลุ่มน้ำย่อยน้ำขอลิม

จากการศึกษาได้ผลดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพผนวกที่ 7 พบว่า ปริมาณน้ำทำรายเดือนเกือบทุกเดือนและรายปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่แนวโน้มการเพิ่มขึ้นดังกล่าวนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเดือนที่มีแนวโน้มลดลงมีเพียงเดือนกรกฎาคมเท่านั้น แต่ก็มีแนวโน้มลดลงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน เมื่อลดค่าความผันแปร 3 ปี พบว่า มีเดือนสิงหาคม ที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำทำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซนต์

3) กลุ่มน้ำย่อยน้ำไอ้

จากการวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่าได้ผลดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพผนวกที่ 8 พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือน และรายปี ส่วนแต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อลดค่าความผันแปร 3 ปีขึ้นไป พบว่า มีเพียงเดือนกรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายนที่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 13 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำท่ารายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำเริ่ม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	95	99	99	99
กุมภาพันธ์	+	ns	ns	95	95	99	99
มีนาคม	+	ns	ns	ns	95	99	99
เมษายน	+	ns	ns	ns	99	99	99
พฤษภาคม	+	ns	ns	95	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	ns	ns	99	99	99
กรกฎาคม	+	ns	ns	ns	95	99	ns
สิงหาคม	+	ns	ns	ns	ns	99	ns
กันยายน	+	ns	ns	ns	95	ns	99
ตุลาคม	+	ns	ns	ns	ns	95	ns
พฤศจิกายน	-	ns	ns	ns	ns	99	ns
ธันวาคม	+	ns	ns	ns	95	99	99
รายปี	+	ns	ns	ns	99	99	95

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (%)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

ตารางที่ 14 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำท่ารายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอคงิม ระหว่างปี พ.ศ. 2521-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	95	99	99	95
กุมภาพันธ์	+	ns	ns	ns	99	99	ns
มีนาคม	+	ns	ns	ns	99	99	99
เมษายน	+	ns	ns	95	99	99	95
พฤษภาคม	+	ns	ns	ns	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	ns	ns	95	99	ns
กรกฎาคม	-	ns	ns	95	99	99	99
สิงหาคม	+	ns	95	99	99	99	99
กันยายน	+	ns	ns	99	99	95	ns
ตุลาคม	+	ns	ns	ns	99	99	ns
พฤศจิกายน	+	ns	ns	ns	95	95	ns
ธันวาคม	+	ns	ns	ns	ns	95	ns
รายปี	+	ns	ns	ns	95	99	ns

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (%)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

ตารางที่ 15 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำท่ารายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ระหว่างปี พ.ศ. 2521-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	95	99	99	99	99
กุมภาพันธ์	+	ns	95	99	99	99	99
มีนาคม	+	ns	95	99	99	99	99
เมษายน	+	ns	95	99	99	99	99
พฤษภาคม	+	ns	95	99	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	95	99	99	99	99
กรกฎาคม	+	ns	ns	95	99	99	95
สิงหาคม	+	ns	95	99	99	99	99
กันยายน	+	ns	99	99	99	99	99
ตุลาคม	+	ns	95	99	99	99	99
พฤศจิกายน	+	ns	ns	95	99	99	99
ธันวาคม	+	ns	95	99	99	99	99
รายปี	+	ns	95	99	99	99	99

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น
ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (%)
ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

3.2.1 กลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก

1) กลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก

จากการศึกษาแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีนั้น พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เดือนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์ มีเพียงเดือนตุลาคมและธันวาคมเท่านั้น ส่วนเดือนอื่น ๆ และปริมาณน้ำท่ารายปีนั้น เห็นว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อลดค่าความผันแปรที่ 3 ปี ก็มีเดือนพฤษภาคม กันยายน ตุลาคม และธันวาคม ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95-99 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 16 และภาพผนวกที่ 9

2) กลุ่มน้ำย่อยน้ำตลิ่ง

จากการศึกษาแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปี ได้ผล ดังแสดงในตารางที่ 17 และภาพผนวกที่ 10 พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือนมีแนวโน้มความผันแปรที่แตกต่างกันมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณน้ำท่ารายปีนั้น พบว่า มีแนวโน้มลดลงแต่ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน เมื่อลดค่าความผันแปรที่ 3 ปี พบว่า ในช่วงเดือน มกราคมถึงเมษายน เป็นเดือนที่มีแนวโน้มความผันแปรที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 เปอร์เซ็นต์

3) กลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง

จากการวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่า พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปี ล้วนแต่มีแนวโน้มความผันแปรที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อลดค่าความผันแปรที่ 3 ปี พบว่า ยังมีเดือนมีนาคม กรกฎาคม สิงหาคม และตุลาคม ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเดือนที่เหลือและรายปีนั้น พบว่า ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95-99 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 18 และภาพผนวกที่ 11

ตารางที่ 16 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำท่ารายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
กุมภาพันธ์	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
มีนาคม	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
เมษายน	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พฤษภาคม	+	ns	95	99	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	ns	ns	95	ns	ns
กรกฎาคม	+	ns	ns	ns	99	ns	ns
สิงหาคม	+	ns	ns	ns	99	99	99
กันยายน	+	ns	99	99	99	99	99
ตุลาคม	+	95	99	95	99	99	95
พฤศจิกายน	+	ns	ns	ns	99	ns	ns
ธันวาคม	+	95	99	99	99	99	99
รายปี	+	ns	ns	ns	99	99	99

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น
ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (%)
ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

ตารางที่ 17 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำท่ารายปี ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก ระหว่างปี พ.ศ. 2521-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	-	ns	95	99	99	99	99
กุมภาพันธ์	-	ns	95	99	99	99	99
มีนาคม	-	ns	95	99	99	99	99
เมษายน	-	ns	95	99	99	99	99
พฤษภาคม	-	ns	ns	95	99	99	ns
มิถุนายน	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
กรกฎาคม	+	ns	ns	ns	99	ns	95
สิงหาคม	+	ns	ns	ns	ns	95	ns
กันยายน	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ตุลาคม	-	ns	ns	95	99	99	ns
พฤศจิกายน	-	ns	ns	99	99	99	99
ธันวาคม	-	ns	ns	99	99	99	99
รายปี	-	ns	ns	99	99	99	99

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

- หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (%)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

ตารางที่ 18 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายเดือน เมื่อใช้ข้อมูล 1 ปี ข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ 3, 5, 10, 15, 20 ปี และปริมาณน้ำท่ารายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำของ ระหว่างปี พ.ศ. 2521-2552

เดือน	แนวโน้ม	นัยสำคัญทางสถิติของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (หน่วย: ปี)					
		1	3	5	10	15	20
มกราคม	+	ns	99	99	99	99	99
กุมภาพันธ์	+	95	99	99	99	99	99
มีนาคม	+	ns	ns	99	99	99	99
เมษายน	+	95	99	99	99	99	99
พฤษภาคม	+	95	99	99	99	99	99
มิถุนายน	+	ns	99	99	99	99	99
กรกฎาคม	+	ns	ns	ns	99	99	95
สิงหาคม	+	ns	ns	ns	99	99	95
กันยายน	+	ns	95	95	99	99	99
ตุลาคม	+	ns	ns	ns	99	99	95
พฤศจิกายน	+	ns	95	95	99	99	99
ธันวาคม	+	ns	95	95	99	99	99
รายปี	+	ns	99	99	99	99	99

หมายเหตุ + หมายถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

ตัวเลข แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (%)

ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta \neq 0$)

จากการศึกษาแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่า พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและปริมาณน้ำท่ารายปีของกลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษามีแนวโน้มความผันแปรที่เพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดคิกเท่านั้นที่มีแนวโน้มความผันแปรที่ลดลง อาจเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ คือ ฝน (ปริมาณ การกระจาย และช่วงเวลาของการตกของฝน) ลักษณะวิทยาของกลุ่มน้ำ (ดิน หิน จำนวนลำธาร การระบาย และลักษณะภูมิศาสตร์กายภาพของกลุ่มน้ำ) ลักษณะพืชพรรณและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีนั้น ส่วนมากมีแนวโน้มความผันแปรที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ศึกษาศักยภาพการให้น้ำทำรายปี

4.1 ศักยภาพการให้น้ำทำรายปีของกลุ่มน้ำ โดยปริมาณน้ำทำต่อหน่วยพื้นที่

4.1.1 กลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้

ศักยภาพการให้น้ำทำรายปีของกลุ่มน้ำ โดยปริมาณน้ำทำต่อหน่วยพื้นที่ แต่ปี พ.ศ. 2518-2552, 2521-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ตามลำดับ พบว่า กลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ให้ปริมาณน้ำทำ โดยเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 4,315.71, 548.48 และ 504.76 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นปริมาณน้ำทำ ต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 919,434.32, 804,322.74 และ 802,229.07 ลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 19

4.1.2 กลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง

ศักยภาพการให้น้ำทำรายปีของกลุ่มน้ำ โดยปริมาณน้ำทำต่อหน่วยพื้นที่ แต่ปี พ.ศ. 2518-2552, 2521-2552 ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ได้ผล แสดงในตารางที่ 20 พบว่า กลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก กลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ให้ปริมาณ น้ำทำ โดยเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 4,889.99, 525.08 และ 2,354.47 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่ง คิดเป็นปริมาณน้ำทำต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 984,852.69, 1,256,645.66 และ 1,970,538.61 ลูกบาศก์ เมตร/ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด กลุ่มน้ำย่อยน้ำขดจืด และกลุ่มน้ำย่อยน้ำเค็ม ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ปี พ.ศ.	ลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด		ลุ่มน้ำย่อยน้ำขดจืด		ลุ่มน้ำย่อยน้ำเค็ม	
	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่า ต่อพื้นที่ (ลบ.ม/ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่า ต่อพื้นที่ (ลบ.ม/ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่า ต่อพื้นที่ (ลบ.ม/ตร.กม.)
2518	4,563.08	972,133.57	-	-	-	-
2519	4,291.52	914,280.11	-	-	-	-
2520	4,669.82	994,874.03	-	-	-	-
2521	3,617.72	770,731.13	394.64	578,727.14	477.42	758,771.41
2522	3,434.06	731,604.58	495.32	726,367.17	355.93	565,684.83
2523	4,670.58	995,035.43	763.77	1,120,050.26	726.74	1,155,029.33
2524	5,437.57	1,158,437.27	737.97	1,082,206.01	653.75	1,039,010.86
2525	4,276.62	911,104.83	717.46	1,052,131.81	642.17	1,020,609.81
2526	4,670.88	995,099.64	425.18	623,518.41	190.46	302,701.31
2527	4,394.10	936,133.61	513.35	752,813.69	528.51	839,967.48
2528	3,839.44	817,967.96	500.67	734,211.94	538.66	856,103.22
2529	3,696.31	787,473.26	570.30	836,323.31	446.41	709,495.59
2530	2,881.47	613,879.01	468.59	687,173.28	188.07	298,908.87
2531	2,868.28	611,067.06	427.29	626,607.00	485.02	770,854.91
2532	3,538.26	753,803.79	457.52	670,933.10	421.72	670,254.46
2533	4,281.88	912,225.47	483.82	709,502.18	434.22	690,109.20
2534	5,501.06	1,171,964.34	495.20	726,195.50	423.84	673,618.37
2535	2,386.45	508,417.51	391.57	574,222.01	195.58	310,841.54
2536	3,599.37	766,822.37	438.44	642,957.96	305.45	485,452.13
2537	5,906.96	1,258,439.70	504.10	739,252.36	446.13	709,039.54
2538	4,557.88	971,027.08	500.90	734,547.29	453.41	720,615.98
2539	6,675.73	1,422,218.96	718.35	1,053,442.64	736.54	1,170,589.67
2540	4,242.50	903,835.63	661.72	970,391.90	592.49	941,651.05
2541	2,865.45	610,465.78	354.92	520,473.15	201.45	320,171.81
2542	4,164.85	887,293.63	597.44	876,129.63	560.55	890,896.73
2543	4,472.24	952,781.01	507.87	744,774.52	612.87	974,050.09
2544	4,613.86	982,953.17	715.09	1,048,661.67	678.90	1,078,992.60
2545	5,172.77	1,102,024.23	735.40	1,078,447.39	779.62	1,239,062.15
2546	3,282.55	699,324.72	280.45	411,276.90	200.36	318,439.64
2547	4,177.15	889,913.06	641.19	940,279.28	537.51	854,269.35
2548	4,426.32	942,997.56	473.31	694,091.55	539.06	856,737.15
2549	3,715.74	791,613.20	687.97	1,008,880.31	762.99	1,212,640.76
2550	6,243.80	1,330,200.53	594.60	871,962.50	754.52	1,199,171.13
2551	5,758.60	1,226,832.21	675.82	991,073.74	756.96	1,203,044.89
2552	4,155.14	885,225.88	621.02	910,702.01	525.10	834,547.64
เฉลี่ย	4,315.71	919,434.32	548.48	804,322.74	504.76	802,229.17

ตารางที่ 20 ปริมาณน้ำท่ารายปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก กลุ่มน้ำย่อยน้ำชอดลิก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำชอง ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ปี พ.ศ.	กลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก		กลุ่มน้ำย่อยน้ำชอดลิก		กลุ่มน้ำย่อยน้ำชอง	
	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม)	ปริมาณน้ำท่า ต่อพื้นที่ (ลบ.ม/ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม)	ปริมาณน้ำท่า ต่อพื้นที่ (ลบ.ม/ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม)	ปริมาณน้ำท่า ต่อพื้นที่ (ลบ.ม/ตร.กม.)
2518	5,647.41	1,137,399.29	-	-	-	-
2519	5,231.03	1,053,537.86	-	-	-	-
2520	3,936.04	792,725.37	-	-	-	-
2521	4,387.88	883,726.95	603.18	1,443,558.97	1,808.67	2,189,801.00
2522	4,727.76	952,179.23	541.25	1,295,357.11	1,414.83	1,712,975.88
2523	4,635.75	933,648.66	521.57	1,248,253.05	1,521.49	1,842,115.06
2524	5,052.18	1,017,518.25	299.98	717,925.67	1,759.83	2,130,668.12
2525	5,418.00	1,091,193.72	717.79	1,717,863.03	1,570.39	1,901,308.21
2526	4,280.83	862,167.29	871.24	2,085,115.64	1,676.35	2,029,598.49
2527	4,784.34	963,574.46	622.46	1,489,697.20	1,562.98	1,892,341.83
2528	3,455.04	695,850.21	407.64	975,598.23	1,040.67	1,259,966.07
2529	3,230.49	650,625.61	442.98	1,060,162.47	1,158.44	1,402,549.21
2530	3,160.88	636,606.37	299.63	717,096.19	1,065.70	1,290,274.55
2531	3,001.65	604,538.14	188.47	451,052.36	1,162.67	1,407,673.59
2532	4,446.99	895,631.94	748.19	1,790,606.55	1,090.45	1,320,243.10
2533	6,729.51	1,355,334.43	1134.03	2,714,017.46	2,224.51	2,693,269.64
2534	3,446.47	694,124.89	595.31	1,424,729.64	1,674.90	2,027,851.46
2535	3,118.02	627,973.86	425.43	1,018,158.60	1,427.56	1,728,381.44
2536	6,901.19	1,389,911.70	385.04	921,505.93	1,639.03	1,984,417.83
2537	6,173.49	1,243,351.28	786.72	1,882,821.79	2,317.68	2,806,072.37
2538	6,432.33	1,295,482.80	524.50	1,255,275.02	1,991.81	2,411,539.94
2539	6,069.54	1,222,415.60	543.40	1,300,500.16	1,859.02	2,250,763.58
2540	3,576.76	720,365.86	350.75	839,433.40	1,494.49	1,809,418.33
2541	3,690.48	743,269.01	273.81	655,306.90	1,335.12	1,616,461.91
2542	5,086.22	1,024,372.90	359.74	860,955.70	1,603.27	1,941,117.50
2543	4,328.15	871,696.28	380.05	909,566.27	1,892.11	2,290,828.45
2544	4,538.03	913,966.69	358.21	857,286.06	1,653.38	2,001,788.98
2545	4,476.57	901,588.53	350.56	838,987.06	1,789.38	2,166,451.84
2546	3,058.07	615,901.41	222.82	533,266.58	1,509.32	1,827,379.61
2547	6,408.49	1,290,680.98	217.46	520,431.72	1,450.47	1,756,120.96
2548	4,714.75	949,558.34	263.71	631,127.81	1,602.47	1,940,148.65
2549	5,643.46	1,136,602.20	668.13	1,599,014.43	1,854.55	2,245,352.76
2550	5,464.50	1,100,559.08	900.46	2,155,027.38	2,025.38	2,452,179.33
2551	9,726.44	1,958,922.63	1103.46	2,640,864.09	2,354.47	2,850,624.45
2552	6,170.96	1,242,842.50	694.49	1,662,098.68	1,550.76	1,877,551.37
เฉลี่ย	4,889.99	984,852.69	525.08	1,256,645.66	2,354.47	1,970,538.61

4.2 สัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีต่อปริมาณน้ำฝนรายปี

4.2.1 กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด กลุ่มน้ำย่อยน้ำขดจืด และกลุ่มน้ำย่อยน้ำเค็ม

จากการศึกษาสัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีของกลุ่มน้ำย่อย ในลักษณะความสูงของน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด กลุ่มน้ำย่อยน้ำขดจืด และกลุ่มน้ำย่อยน้ำเค็ม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 21 พบว่า ความสูงของน้ำท่าต่อพื้นที่ โดยค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าเท่ากับ 919.43, 804.32 และ 802.23 มิลลิเมตร หรือเมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝน โดยเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 50.25, 54.04 และ 53.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2.2 กลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก กลุ่มน้ำย่อยน้ำขดลึก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำชอง

เมื่อทำการศึกษาความสูงของน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก กลุ่มน้ำย่อยน้ำขดลึก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำชอง พบว่า ความสูงของน้ำท่าต่อพื้นที่ โดยค่าเฉลี่ยทั้งปีมีค่าเท่ากับ 1,551.73, 1,256.65 และ 2,039.61 มิลลิเมตร หรือเมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝน โดยเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 41.97, 71.17 และ 80.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 22

จากการศึกษาสัดส่วนระหว่างน้ำท่ากับน้ำฝน โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มน้ำย่อยน้ำจืดกับกลุ่มน้ำย่อยน้ำลึก พบว่า กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืดจะมีสัดส่วนระหว่างน้ำท่ากับน้ำฝนเท่ากับร้อยละ 50.25 มากกว่ากลุ่มน้ำย่อยน้ำลึกเท่ากับร้อยละ 41.97 เนื่องจากในพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืดมีพื้นที่โล่งที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม จึงทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน ส่วนกลุ่มน้ำย่อยน้ำลึกพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นป่าไม้ และค่อนข้างสูงประกอบด้วยลักษณะดิน หินเป็นหินปูน หน้าผาหินที่มีถ้ำและโพรงที่ทำให้น้ำซึมผ่านลึก จึงทำให้น้ำฝนที่ตกลงมากลายเป็นน้ำทาน้อยกว่ากลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด

ตารางที่ 21 สัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีต่อปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด กลุ่มน้ำย่อยน้ำเค็ม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำโคล้ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ปี พ.ศ.	กลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด		กลุ่มน้ำย่อยน้ำเค็ม		กลุ่มน้ำย่อยน้ำโคล้	
	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	ปริมาณ น้ำท่า (มม.)	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	ปริมาณ น้ำท่า (มม.)	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	ปริมาณ น้ำท่า (มม.)
2518	1933.35	972.13	-	-	-	-
2519	1748.63	914.28	-	-	-	-
2520	1801.53	994.87	-	-	-	-
2521	1558.22	770.73	1337.50	578,727.14	1337.50	758.77
2522	1678.47	731.60	1435.40	726,367.17	1435.40	565.68
2523	2089.78	995.04	1717.70	1,120,050.26	1717.70	1155.03
2524	2075.72	1158.44	1840.00	1,082,206.01	1840.00	1039.01
2525	1857.70	911.10	1715.90	1,052,131.81	1715.90	1020.61
2526	1886.53	995.10	1138.10	623,518.41	1138.10	302.70
2527	1765.88	936.13	1601.60	752,813.69	1601.60	839.97
2528	1555.51	817.97	1470.30	734,211.94	1470.30	856.10
2529	1766.14	787.47	1501.00	836,323.31	1501.00	709.50
2530	1427.67	613.88	1176.80	687,173.28	1176.80	298.91
2531	1642.15	611.07	1373.10	626,607.00	1373.10	770.85
2532	1783.63	753.80	1404.00	670,933.10	1404.00	670.25
2533	2223.55	912.23	1422.00	709,502.18	1422.00	690.11
2534	2023.18	1171.96	1493.40	726,195.50	1493.40	673.62
2535	1343.13	508.42	1031.30	574,222.01	1031.30	310.84
2536	1473.00	766.82	1218.90	642,957.96	1218.90	485.45
2537	1980.54	1258.44	1539.50	739,252.36	1539.50	709.04
2538	1687.89	971.03	1469.20	734,547.29	1469.20	720.62
2539	2161.82	1422.22	1663.30	1,053,442.64	1663.30	1170.59
2540	1976.40	903.84	1735.30	970,391.90	1735.30	941.65
2541	1492.32	610.47	1116.00	520,473.15	1116.00	320.17
2542	1738.85	887.29	1372.10	876,129.63	1372.10	890.90
2543	1932.48	952.78	1550.30	744,774.52	1550.30	974.05
2544	1909.13	982.95	1817.20	1,048,661.67	1817.20	1078.99
2545	2240.16	1102.02	1862.30	1,078,447.39	1862.30	1239.06
2546	1430.52	699.32	1090.30	411,276.90	1090.30	318.44
2547	1683.18	889.91	1417.00	940,279.28	1417.00	854.27
2548	1661.19	943.00	1373.60	694,091.55	1373.60	856.74
2549	2125.55	791.61	1818.70	1,008,880.31	1818.70	1212.64
2550	2206.05	1330.20	1622.00	871,962.50	1622.00	1199.17
2551	2282.23	1226.83	1751.60	991,073.74	1751.60	1203.04
2552	1901.96	885.23	1550.40	910,702.01	1550.40	834.55
เฉลี่ย	1,829.83	919.43	1,488.31	804.32	1,488.31	802.23
น้ำท่า/น้ำฝน (%)		50.25		54.04		53.90

ตารางที่ 22 สัดส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีต่อปริมาณน้ำฝนรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก
 กลุ่มน้ำย่อยน้ำออกติก และกลุ่มน้ำย่อยน้ำของ ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2552

ปี พ.ศ.	กลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก		กลุ่มน้ำย่อยน้ำออกติก		กลุ่มน้ำย่อยน้ำของ	
	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	ปริมาณ น้ำท่า (มม.)	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	ปริมาณ น้ำท่า (มม.)	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	ปริมาณ น้ำท่า (มม.)
2518	2658.42	1137.40	-	-	-	-
2519	2615.63	1053.54	-	-	-	-
2520	2174.27	792.73	-	-	-	-
2521	2358.36	883.73	1609.70	1443.56	2693.40	2,189.80
2522	2253.67	952.18	1435.15	1295.36	1980.95	1,712.98
2523	2185.25	933.65	1380.65	1248.25	2366.91	1,842.12
2524	2385.02	1017.52	1148.40	717.93	2338.46	2,130.67
2525	2518.25	1091.19	2176.40	1717.86	2510.00	1,901.31
2526	2387.01	862.17	2433.80	2085.12	2731.41	2,029.60
2527	2316.30	963.57	1819.00	1489.70	2295.68	1,892.34
2528	1926.56	695.85	1536.60	975.60	1783.08	1,259.97
2529	1600.06	650.63	1500.40	1060.16	1856.10	1,402.55
2530	1665.01	636.61	1096.00	717.10	1406.73	1,290.27
2531	1954.24	604.54	1346.90	451.05	1628.64	1,407.67
2532	2519.70	895.63	2431.50	1790.61	1628.64	1,320.24
2533	2884.63	1355.33	3180.70	2714.02	3455.68	2,693.27
2534	2095.77	694.12	1819.30	1424.73	2366.60	2,027.85
2535	1945.33	627.97	1401.10	1018.16	2069.39	1,728.38
2536	2392.61	1389.91	1863.90	921.51	2437.23	1,984.42
2537	2854.51	1243.35	2934.00	1882.82	3454.13	2,806.07
2538	2518.04	1295.48	2055.50	1255.28	2915.28	2,411.54
2539	2299.70	1222.42	2076.60	1300.50	2911.99	2,250.76
2540	1870.74	720.37	1127.60	839.43	2210.39	1,809.42
2541	2142.04	743.27	1047.80	655.31	1996.61	1,616.46
2542	2379.57	1024.37	1261.10	860.96	2538.87	1,941.12
2543	2226.74	871.70	1224.60	909.57	2728.31	2,290.83
2544	2326.33	913.97	1331.40	857.29	2470.68	2,001.79
2545	1970.25	901.59	1349.30	838.99	2542.09	2,166.45
2546	2153.62	615.90	1085.50	533.27	2025.67	1,827.38
2547	2539.44	1290.68	1016.93	520.43	2411.91	1,756.12
2548	2419.09	949.56	1140.00	631.13	2626.80	1,940.15
2549	2642.39	1136.60	2301.30	1599.01	2858.55	2,245.35
2550	2937.03	1100.56	2600.80	2155.03	3087.61	2,452.18
2551	3526.79	1958.92	3420.40	2640.86	3826.56	2,850.62
2552	2488.82	1242.84	2350.60	1662.10	2542.23	1,877.55
เฉลี่ย	2,436.61	984.85	1,765.72	1,256.65	2,459.27	1,970.54
	น้ำท่า/น้ำฝน (%)	41.97		71.17		80.13

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม) ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2551 ดังแสดงในตารางผนวกที่ 12 ตารางผนวกที่ 13 ตารางผนวกที่ 14 ตารางผนวกที่ 15 ตารางผนวกที่ 16 และ ตารางผนวกที่ 17 ซึ่งได้ผลดังนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณน้ำฝน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่ารายปีกับน้ำฝนรายปีโดยการวิเคราะห์ใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (simple linear regression) ได้รูปแบบของสมการดังแสดงในตารางที่ 23 พบได้ว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณน้ำฝนรายปีมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำท่ารายปีก็เพิ่มขึ้นตาม โดยค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เท่ากับ 0.617, 0.788, 0.848, 0.745, 0.919 และ 0.954 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด ลุ่มน้ำย่อยน้ำขดจืด ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำของ ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อกับปริมาณน้ำท่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิพนธ์ (2525) สุวรรณ (2537) พิทักษ์ (2540) บุญช่วย (2536) ที่กล่าวว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่ามากที่สุด และมีอิทธิพลเป็นปฏิภาคตามกัน

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ ร้อยละของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่และพื้นที่เกษตรกรรมโดยการวิเคราะห์ใช้สมการถดถอย (simple linear regression) ได้รูปแบบของสมการดังแสดงในตารางที่ 23 พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ร้อยละของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ และพื้นที่เกษตรกรรม) เพียงแต่สามารถอธิบายถึงมีแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่ารายปีกับร้อยละของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ และร้อยละของพื้นที่เกษตรกรรมเท่านั้น กล่าวคือ เมื่อป่าไม้ลดลงทำให้ปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น และเมื่อพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นตาม แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลมากที่สุดต่อกับปริมาณน้ำท่า สรุปได้ว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ในที่ราบเป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่ารายปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พิทักษ์ (2540) เคนชัย (2543)

สุวรรณา (2537) ที่กล่าวว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ในที่ราบลดลงไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปริมาณน้ำท่า

ตารางที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปี (Q) กับปริมาณน้ำฝนรายปี (P) ร้อยละพื้นที่ ป่าไม้ที่เหลืออยู่ (F) และพื้นที่เกษตรกรรม (A) ช่วงปี พ.ศ. 2530-2551

กลุ่มน้ำ	สมการ	n	R ²	พื้นที่ (ตร.กม.)
ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม	Q = 964.540 + 0.942 P	22	0.617	4,693.88
	Q = 1495.100 - 6.950 F		0.096	
	P = 2571.700 - 8.923 F		0.110	
	Q = -34648.914 + 0.638 P + 347.241 F + 345.546 A		0.621	
ลุ่มน้ำย่อยน้ำขอดีงิม	Q = 554.290 + 1.162 P	22	0.788	681.91
	Q = 98.598 - 0.030 F		0.176	
	P = 2042.500 - 7.680 F		0.180	
ลุ่มน้ำย่อยน้ำโค้	Q = 193349.188 + 0.650 P - 1945.694 F - 1945.590 A	22	0.796	629.20
	Q = 893.860 + 0.719 P		0.848	
	Q = 94.076 - 0.044 F		0.316	
	P = 1699.700 - 3.957 F		0.162	
ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก	Q = -112.875 + 1.064 P + 2.511 F + 5.528 A	22	0.892	4,962.20
	Q = - 615.14 + 0.684 P		0.744	
	Q = 3922.200 - 31.862 F		0.162	
	P = 7192.800 - 52.682 F		0.277	
ลุ่มน้ำย่อยน้ำขอดีลิก	Q = -41091.257 + 0.711P + 406.053 F + 401.651A	22	0.748	417.84
	Q = - 315.250 + 0.855 P		0.919	
	Q = 1258.00 - 0.607 F		0.0005	
	P = 1558.700 - 2.527 F		0.0007	
ลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง	Q = 26724.792 + 0.846 P - 271.570 F - 272.077 A	22	0.921	825.95
	Q = -242.450 + 1.359 P		0.954	
	Q = 102.930 - 0.005 F		0.232	
	P = 8716.800 - 67.660 F		0.321	
	Q = 11941.130 + 0.745 P - 117.377 F - 127.066 A		0.962	

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อศักยภาพการให้น้ำทำของกลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว โดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิ ทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม) ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2551 ด้านอุตุ-อุทกวิทยาในช่วงปี พ.ศ. 2518-2552 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม)

พื้นที่ป่าไม้ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2551 ในลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิกตอนล่าง ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิกตอนบน และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ลดลงเท่ากับร้อยละ 33.01, 44.17, 66.60, 13.41, 22.44 และ 19.32 ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 32.29, 44.15, 64.60, 13.37, 22.13 และ 19.23 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เมือง (ชุมชน) และแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2. ปริมาณและแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำฝน

ลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ล้วนแต่มีฝนตกหนักในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 406.29, 315.66, 315.66, 492.33, 381.36 และ 547.96 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนเดือนที่มีฝนตกน้อย คือเดือนธันวาคม และเดือนมกราคม สำหรับปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,829.83, 1,488.31, 1,488.28, 2,346.61, 1,781.58 และ 2,469.91 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำฝนโดยการใช้ข้อมูลรายปี พบว่าแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำฝนดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่มีความสำคัญทางสถิติ มีเพียงลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิกเท่านั้น ที่มีแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำฝนลดลงแต่ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

3. ปริมาณและแนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่ารายปีมีค่าความผันแปรเฉลี่ยเท่ากับ 4,170.06, 548.48, 504.76, 4,889.99, 525.08 และ 2,354.47 ล้านลูกบาศก์เมตร ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีโดยการใช้ข้อมูลปีต่อปี (1 ปี) พบว่า แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายปีของลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิกที่มีแนวโน้มความผันแปรลดลงแต่ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ศักยภาพการให้น้ำท่ารายปีของลุ่มน้ำ

ศักยภาพการให้น้ำท่ารายปีของลุ่มน้ำ โดยปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง พบว่า มีศักยภาพการให้น้ำท่ารายปี (ปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่) เท่ากับ 919,434.32, 804,322.74, 802,229.17, 984,852.69, 1,256,645.66 และ 1,970,538.61 ลูกบาศก์เมตร/ตารางกิโลเมตร เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝน โดยเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 50.25, 54.04, 53.90, 41.97, 71.17 และ 80.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณน้ำฝนรายปีมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำท่ารายปีก็เพิ่มขึ้นตาม โดยค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เท่ากับ 0.617, 0.788, 0.848, 0.745, 0.919 และ 0.954 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้ ลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลิก และลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ตามลำดับ และปริมาณน้ำท่ารายปีไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ร้อยละของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ และพื้นที่เกษตรกรรม) แสดงว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำจิมตอนบนในสถานภาพที่เป็นอยู่ จากพื้นที่ป่าไม้ในที่ราบเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่ารายปี

ข้อเสนอแนะ

จากผลของการศึกษาวิจัยมีข้อเสนอแนะแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

1. การจัดการลุ่มน้ำ

1.1 จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง และถูกเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนมาก ทั้งในลุ่มน้ำย่อยน้ำจืดและลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ถึงแม้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้จะไม่มีผลต่อกับปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าก็ตาม แต่อาจมีผลกระทบต่อด้านอื่น เช่น เกิดการชะล้างพังทลายของดิน คุณภาพของน้ำทั้ง 3 ด้าน เป็นต้น ดังนั้นจึงควรหามาตรการการยับยั้งการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไม้ให้ยุติอย่างสิ้นเชิง นอกจากนี้ควรมีมาตรการเร่งฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมและปลูกสร้างเสริมป่าเพิ่มเติมในบริเวณพื้นที่ที่เป็นต้นน้ำลำธาร ทั้งนี้เป็นการป้องกันผลกระทบในระยะยาวด้วย

1.2 เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ แนะนำวิธีการในการจัดการผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะ คือ แนะนำวิธีการทำการเกษตรที่ถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำให้แก่ประชาชน ได้แก่ การปลูกพืชตามแนวเส้นชั้นความสูง ปลูกพืชผสมผสาน และทำนาขั้นบันได เป็นต้น

1.3 จากผลของการศึกษาพบว่า พื้นที่ป่าไม้ที่เปลี่ยนแปลงนั้นส่วนมากจะเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ดังนั้นจึงควรนำเอาระบบการทำการเกษตรคือ ระบบวนเกษตรที่เป็นวิธีของการจัดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างผสมผสานระหว่างกิจกรรมด้านป่าไม้ เกษตร และการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เดียวกันมาใช้ในพื้นที่ เพื่อเป็นการอนุรักษ์ป่าไม้อีกด้วย

2. การศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

1.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมอาจไม่ใช่ว่าปัจจัยเดียวที่ทำให้ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าผันแปร แต่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิอากาศทั้งในท้องถิ่นและระดับภูมิภาค ดังนั้นจึงสมควรต้องมีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิอากาศด้วย

1.2 ควรทำการศึกษาถึงปัจจัยอื่น ๆ ของลุ่มน้ำที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า เช่น ชนิดดิน ชนิดหิน ความหนาแน่นของลำธาร ความหนาแน่นของการระบาย และความลาดชัน เป็นต้น

1.3 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของสมดุลน้ำ และการนำใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำด้วย

1.4 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในรูปแบบของสมการถดถอยเชิงเส้น โค้งเพื่อเปรียบเทียบกับสมการถดถอยเชิงเส้นตรง เมื่อทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ เพื่อจะทราบว่า ปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ นั้น มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. การปรับปรุงงานวิจัย

ต้องเพิ่มประสิทธิภาพของการรวบรวมข้อมูลในลุ่มน้ำจิมตอนบน สปป. ลาว เพื่อการศึกษาในครั้งต่อไป ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่ธรณี แผนที่ดิน แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และจำเป็นต้องติดตั้งสถานีตรวจวัดทั้งปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าเพิ่มขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การุณย์ อักกาณูจน์ว่าณิชย์. 2537. การวิเคราะห์การกระจายและแนวโน้มของฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้. 2548. ยุทธศาสตร์ป่าไม้ถึงปี พ.ศ. 2563 ของ สปป. ลาว. นครหลวงเวียงจันทน์, ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (ภาษาลาว)

กรมทรัพยากรน้ำ. 2551. เอกสารสภาพรวมทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. องค์การทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม สำนักงานรัฐมนตรี นครหลวงเวียงจันทน์, ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (ภาษาลาว)

กิริติ ลีวัจนกุล. 2543. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

เกษม จันแก้ว. 2551. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เด่นชัย ธรรมประसार. 2543. ผลกระทบของการตัดไม้ทำลายป่าที่มีต่อลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำชี-มูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. 2551. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

นิวัติ เรืองพานิช. 2547. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2549. การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารวิชาการของกองประสานจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ โชติบาล. 2525. อิทธิพลของลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำและการทำลายป่าไม้ต่อปริมาณน้ำในลำธารในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญช่วย ชุทธิกิจ. 2536. อิทธิพลของลักษณะทางภูมิกายภาพของกลุ่มน้ำและการทำลายป่าไม้ต่อลักษณะการไหลของน้ำในลำธารในลุ่มน้ำมูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิทักษ์ ยุวานนท์. 2540. ผลกระทบของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ต่ออัตราการไหลสูงสุด และปริมาณการไหลในช่วงฤดูแล้งของน้ำท่าในลุ่มน้ำน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภายิต พันลำ. 2544. ผลกระทบของการตัดไม้ทำลายป่าที่มีต่อการเกิดอุทกภัย และภัยแล้งในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชา นิยม. 2535. อุทกวิทยาป่าไม้. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ อุดมโชค. 2544. อุตุณิยมวิทยาทั่วไป. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายสุณี พุทธาคุณเจริญ. 2546. วิศวกรรมอุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ.

สุวรรณ ยูนานนท์. 2537. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำป่าสัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สงวน กันทะวงศ์. 2539. การกระจายและแนวโน้มของฝนรายเดือนในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2495 – 2537. ฝ่ายวิเคราะห์และประมวลสถิติ กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

- อัครศิิต นโรปการณ. 2546. ผลกระทบของการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินต่อสมดุลของน้ำและช่วงระยะเวลาการไหลของน้ำทำในลุ่มน้ำมูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- องค์การคุ้มครองที่ดินแห่งชาติ. 2551. บทแนะนำทางด้านวิทยาการเกี่ยวกับที่ดิน และทรัพยากรธรรมชาติ. สำนักนายกรัฐมนตรี นครหลวงเวียงจันทน์, ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (ภาษาลาว)
- องค์การวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2547. บดลยงานชีวมา ๆ พันธุ์แห่งชาติ. สำนักนายกรัฐมนตรี นครหลวงเวียงจันทน์, ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (ภาษาลาว)
- Black, P.E. 1996. **Watershed Hydrology**. College of Environmental Science and Forestry, State University, Syracuse, New York.
- Chang, M. 2002. **Forest Hydrology**. United States of America.
- Dingman, S.L. 2002. **Physical Hydrology**. University of New Hampshire, United States of America.
- Integrated Watershed Management Unit. 2007. **Watershed Management and Development Plan**. Nam Ngum River Basin Development Sector Project, Office Information Center, Ministry of Agriculture and Forestry, Vientiane Capital, Lao PDR.
- Kanae, S., T. Oki and K.Musiake. 2001. Impact of Deforestation on Regional Precipitation Over the Indochina Peninsula. **Journal fo Hydrometeorology** 2: 51-70.
- Navanugraha, C. 1997. **Preliminary Findings from Validation of a Methodology for Land Use and Land Cover Changes Study in Thailand**. Proceeding of a Synthesis Workshop on Greenhouse Gas Emissions, Aerosols, Land Use and Land Cover Changes in Southeast Asia. pp. 76-80.

Satomura, T. 2000. Diurnal Variation of Precipitation Over the Indo-China Peninsula: Two-Dimensional Numerical Simulation. **Journal of the Meteorological Society of Japan** 78 (4): 461-475.

Sen, O.L., Y. Wang and B.Wang. 2003. Impact of Indochina Deforestation on the East-Asian Summer Monsoon. **Journal of Climate** 17: 1366-1380.

Tangtham, N. and V. Sutthipibul. 1988. **The Effects of Diminishing Forest Areas on Rainfall Amount and Distribution in Northeastern Thailand**. Proceedings of Kasetsart University Conference. pp. 1034-1047.

UNESCO. 1978. **Tropical Forest Ecosystem**. Paris: UNESCO/FAO.

Yasunari, T. 2002. **The Role of Large Scale Vegetation and Land Use in the Water Cycle and Climate in Monsoon Asia**. Proceedings of the Global Change Open Science Conference. pp. 129-132.



ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

หน่วย: มิลลิเมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
2518	0.69	18.96	56.97	81.28	256.90	355.77	523.33	331.09	240.46	51.35	12.19	4.37	1933.35
2519	0.00	15.06	40.80	83.56	351.25	338.76	422.49	297.55	120.90	64.29	8.78	5.19	1748.63
2520	0.02	0.00	32.02	110.03	336.56	286.62	376.50	364.46	195.07	61.37	21.19	17.68	1801.53
2521	0.03	21.15	97.92	119.95	157.70	165.88	232.06	341.88	358.48	48.07	11.90	3.20	1558.22
2522	0.53	12.57	7.48	78.18	209.11	325.80	489.64	307.57	146.22	84.26	15.95	1.17	1678.47
2523	0.00	5.59	38.49	135.94	239.41	314.13	552.47	582.23	172.73	29.23	19.55	0.00	2089.78
2524	0.00	5.29	37.49	137.24	235.31	310.63	550.27	581.73	170.53	25.83	18.15	3.24	2075.72
2525	8.41	6.20	134.72	163.18	194.97	294.31	295.68	366.38	260.51	92.79	33.43	7.11	1857.70
2526	16.17	11.63	25.53	99.67	218.38	213.40	479.93	413.70	341.02	46.36	7.95	12.80	1886.53
2527	1.03	62.82	50.95	73.06	152.44	197.99	419.03	452.76	239.45	78.55	37.81	0.00	1765.88
2528	9.47	4.44	17.08	63.58	264.73	268.36	283.22	377.72	177.48	69.55	17.54	2.35	1555.51
2529	0.00	2.94	58.49	87.77	356.34	309.47	335.82	304.88	267.87	30.87	0.72	10.96	1766.14
2530	21.99	16.30	12.45	192.02	142.30	317.44	239.94	236.66	189.00	54.71	4.86	0.00	1427.67
2531	0.00	5.97	3.08	155.00	344.76	213.94	264.38	357.11	229.21	68.12	0.50	0.07	1642.15
2532	4.62	8.38	99.13	144.29	152.58	358.66	337.57	319.79	198.17	130.15	28.82	1.46	1783.63
2533	11.13	29.35	74.86	122.90	284.11	420.43	513.13	347.44	271.87	135.43	12.68	0.21	2223.55
2534	11.67	16.66	49.07	118.05	229.35	368.46	546.62	347.59	229.63	80.22	24.71	1.17	2023.18
2535	33.00	33.80	6.87	73.35	137.87	244.27	339.73	215.34	198.62	27.70	8.15	24.42	1343.13
2536	0.00	0.38	27.32	76.45	218.74	240.25	421.88	270.55	149.99	48.51	1.58	17.35	1473.00
2537	0.00	16.74	111.34	105.83	167.56	445.43	473.12	340.59	173.96	99.31	31.90	14.76	1980.54
2538	0.27	14.67	66.14	106.58	223.79	308.69	444.86	299.13	113.22	73.30	20.97	16.27	1687.89
2539	0.00	17.08	52.00	230.49	208.88	303.91	461.85	535.04	226.82	72.50	42.46	10.80	2161.82
2540	9.98	2.66	88.32	197.14	266.26	234.73	461.38	363.16	250.05	102.44	0.27	0.00	1976.40
2541	0.13	8.46	32.62	157.09	192.89	296.84	397.11	228.04	132.46	33.66	11.61	1.39	1492.32
2542	4.74	0.00	59.24	142.94	354.12	302.97	264.96	338.12	198.94	54.73	10.41	7.68	1738.85
2543	7.47	47.52	5.62	160.14	348.69	334.51	383.63	341.53	196.74	104.04	2.58	0.00	1932.48
2544	0.00	0.56	116.69	32.16	308.44	270.47	393.06	310.71	292.81	137.59	30.47	16.19	1909.13
2545	27.28	2.08	27.42	95.51	353.45	442.60	519.63	367.97	138.14	117.02	115.62	33.47	2240.16
2546	4.77	15.74	75.13	90.11	155.66	216.33	282.73	338.01	204.44	47.60	0.00	0.00	1430.52
2547	21.11	27.73	13.85	170.06	215.79	162.69	366.42	396.69	274.16	23.98	10.71	0.00	1683.18
2548	0.40	1.70	176.10	76.35	125.16	313.90	371.19	314.42	199.70	56.60	17.56	8.10	1661.19
2549	1.14	12.20	51.98	127.93	339.77	348.99	441.99	474.27	179.48	101.22	46.58	0.00	2125.55
2550	0.00	10.05	132.05	129.33	201.41	345.44	369.78	478.02	305.03	102.33	119.83	12.78	2206.05
2551	4.55	9.91	53.21	200.75	335.01	378.88	569.93	272.11	269.51	111.18	75.86	1.32	2282.23
2552	0.76	20.17	46.46	149.91	220.96	350.78	394.77	327.02	280.96	94.85	14.94	0.38	1901.96
ค่าเฉลี่ย	5.75	13.85	56.54	122.51	242.88	302.91	406.29	358.32	216.96	73.13	23.95	6.74	1829.83

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำออกจิม และ
ลุ่มน้ำย่อยน้ำไค้

หน่วย: มิลลิเมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
2518	0.00	4.00	64.10	134.00	243.80	241.50	387.10	266.70	113.60	53.70	23.50	9.70	1541.70
2519	0.00	2.30	72.40	140.60	237.50	239.50	374.90	222.70	109.10	52.10	19.60	11.60	1482.30
2520	0.00	0.00	53.00	116.00	276.50	153.50	396.50	275.00	63.50	45.00	21.50	39.50	1440.00
2521	0.00	0.40	190.10	143.50	168.00	121.20	227.80	223.60	183.20	55.30	17.30	7.10	1337.50
2522	0.00	6.10	4.80	94.70	270.00	284.10	414.30	195.30	79.20	55.90	31.00	0.00	1435.40
2523	0.00	3.00	41.70	208.50	235.70	399.30	461.10	196.90	110.50	52.20	8.80	0.00	1717.70
2524	0.00	12.50	23.00	101.00	275.50	251.50	448.00	487.00	136.50	62.00	43.00	0.00	1840.00
2525	0.00	0.00	239.60	92.20	216.40	165.80	247.30	288.80	328.00	86.30	44.10	7.40	1715.90
2526	33.90	17.50	34.60	78.90	157.50	71.20	310.70	300.40	40.10	74.90	8.90	9.50	1138.10
2527	0.00	96.60	81.50	136.30	149.00	145.00	210.10	461.30	199.30	85.70	36.80	0.00	1601.60
2528	21.00	9.80	8.30	107.40	166.30	187.20	330.90	316.30	194.80	89.30	39.00	0.00	1470.30
2529	0.00	2.70	7.80	143.70	428.20	258.20	326.50	172.60	121.30	15.20	0.30	24.50	1501.00
2530	0.00	34.50	17.50	180.20	144.40	211.90	191.00	223.40	119.30	48.10	6.50	0.00	1176.80
2531	0.00	12.80	2.00	181.00	291.40	187.10	155.30	314.00	125.70	102.70	1.10	0.00	1373.10
2532	4.10	0.00	165.00	151.30	96.70	224.40	308.50	177.30	146.90	128.00	1.80	0.00	1404.00
2533	0.00	30.00	63.00	92.60	179.30	223.50	396.20	245.40	141.20	43.30	7.40	0.10	1422.00
2534	3.90	0.00	8.20	187.70	158.70	295.60	281.70	377.60	129.30	42.50	8.20	0.00	1493.40
2535	43.30	36.10	0.00	61.90	68.90	161.30	264.20	186.40	137.10	17.70	0.00	54.40	1031.30
2536	0.00	0.60	19.70	98.30	219.50	226.70	330.50	217.00	89.00	11.00	0.40	6.20	1218.90
2537	0.00	25.30	135.00	151.70	141.70	217.20	261.70	234.70	158.00	143.50	66.70	4.00	1539.50
2538	0.60	0.00	7.40	115.40	182.40	198.90	459.50	380.60	39.20	60.60	24.60	0.00	1469.20
2539	0.00	14.80	45.90	199.60	225.60	226.70	264.60	437.10	138.60	52.20	58.20	0.00	1663.30
2540	14.90	2.80	176.60	330.90	237.80	142.60	280.90	308.00	118.70	121.80	0.30	0.00	1735.30
2541	0.30	6.40	53.70	154.20	118.20	176.80	194.10	230.70	145.40	25.80	7.30	3.10	1116.00
2542	4.90	0.00	54.00	116.80	212.20	209.40	156.40	407.40	125.10	46.00	22.90	17.00	1372.10
2543	0.00	46.80	7.20	206.50	312.80	198.90	337.20	204.90	137.50	96.40	2.10	0.00	1550.30
2544	0.00	0.00	182.70	65.60	205.30	182.00	286.90	288.10	374.50	173.00	50.50	8.60	1817.20
2545	45.60	4.60	25.20	167.30	323.60	222.50	418.20	280.60	101.20	78.90	130.20	64.40	1862.30
2546	8.80	5.80	88.10	119.60	82.90	126.90	211.70	257.00	164.10	25.40	0.00	0.00	1090.30
2547	17.90	18.90	15.70	183.40	184.90	79.20	272.20	380.80	195.00	45.10	23.90	0.00	1417.00
2548	0.00	0.00	255.60	99.80	99.80	174.80	275.10	241.80	90.30	96.80	21.50	18.10	1373.60
2549	0.00	1.80	29.60	111.40	347.50	356.60	470.30	337.00	63.40	48.30	52.80	0.00	1818.70
2550	0.00	0.00	232.60	57.60	57.60	284.80	323.20	384.10	153.20	63.60	37.90	27.40	1622.00
2551	0.00	0.00	40.80	166.10	314.30	276.80	387.90	220.80	136.60	93.60	114.70	0.00	1751.60
2552	0.00	37.40	50.60	125.30	256.90	288.50	385.60	202.30	121.40	82.40	0.00	0.00	1550.40
ค่าเฉลี่ย	5.69	12.39	71.34	137.74	208.19	211.75	315.66	284.10	137.99	67.84	26.65	8.93	1488.31

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก

หน่วย: มิลลิเมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
2518	0.01	0.15	37.91	85.43	343.18	483.82	585.95	530.29	400.23	160.37	25.60	5.49	2658.42
2519	0.00	66.28	12.44	111.18	433.93	544.93	424.21	364.23	487.94	170.49	0.00	0.00	2615.63
2520	4.46	0.00	15.01	126.76	327.30	389.62	439.76	459.78	301.86	105.99	3.73	0.00	2174.27
2521	4.46	26.30	30.70	176.62	363.35	437.58	472.53	370.06	310.55	110.46	50.59	5.16	2358.36
2522	3.71	27.55	14.90	76.64	293.64	493.36	371.59	458.00	396.33	91.51	24.66	1.78	2253.67
2523	3.76	0.48	29.73	43.74	149.55	406.08	674.49	393.23	307.58	147.25	28.71	0.65	2185.25
2524	0.00	1.18	56.36	180.43	218.92	500.21	588.78	419.07	289.65	129.97	0.44	0.00	2385.02
2525	12.71	2.38	35.75	121.13	292.11	496.65	518.91	521.63	444.16	34.84	32.17	5.82	2518.25
2526	20.00	3.03	14.80	83.11	335.58	325.42	374.48	575.59	502.56	124.33	13.22	14.88	2387.01
2527	1.56	41.31	15.10	127.16	223.54	418.71	524.60	448.31	284.55	169.33	62.13	0.00	2316.30
2528	11.48	3.33	6.00	65.93	231.81	417.69	322.95	402.96	296.87	143.44	20.56	3.55	1926.56
2529	0.00	0.01	85.18	116.18	158.41	256.53	251.83	370.09	257.75	95.28	8.80	0.00	1600.06
2530	1.23	0.17	5.48	133.40	84.17	138.75	303.71	496.01	316.49	159.40	26.20	0.00	1665.01
2531	52.16	4.84	61.22	92.02	171.99	278.59	447.99	455.93	246.04	131.57	4.37	7.52	1954.24
2532	14.17	2.38	35.75	121.13	292.11	496.65	518.91	521.63	444.16	34.84	32.17	5.82	2519.70
2533	7.86	28.22	94.38	41.25	338.22	747.20	636.25	471.12	369.69	133.61	10.28	6.55	2884.63
2534	40.68	21.30	26.58	30.27	228.08	408.36	555.55	377.82	282.58	101.29	2.58	20.68	2095.77
2535	19.55	53.49	8.57	72.85	241.51	362.45	529.96	332.20	292.22	25.25	7.27	0.00	1945.33
2536	0.00	0.98	77.28	99.52	426.02	412.60	516.13	441.16	292.13	112.75	9.23	4.81	2392.61
2537	0.00	2.84	122.96	76.95	300.70	549.43	577.72	773.00	291.89	123.54	15.91	19.58	2854.51
2538	0.98	5.08	46.65	163.14	233.21	418.81	541.05	612.26	289.33	119.69	85.76	2.07	2518.04
2539	5.29	9.23	37.21	146.81	241.36	349.35	520.62	500.08	372.83	80.28	36.55	0.09	2299.70
2540	1.72	5.40	18.65	123.84	193.69	245.58	519.75	392.51	273.22	72.95	21.86	1.56	1870.74
2541	0.67	1.22	30.45	143.95	298.37	383.16	458.25	459.24	231.38	77.64	39.58	18.13	2142.04
2542	0.02	39.09	22.97	140.27	461.20	493.36	272.34	498.65	358.61	78.59	12.74	1.73	2379.57
2543	11.29	34.19	86.70	51.55	372.77	501.05	373.34	389.70	276.25	116.78	12.65	0.47	2226.74
2544	13.84	0.85	86.89	25.55	444.25	428.20	427.25	443.13	270.15	160.84	13.40	12.00	2326.33
2545	19.01	17.86	37.06	41.84	314.37	298.52	427.91	430.79	231.51	111.14	39.94	0.31	1970.25
2546	8.86	16.64	25.18	106.15	298.97	359.62	552.86	399.07	355.05	29.79	1.43	0.00	2153.62
2547	16.09	30.73	3.32	61.95	262.33	489.88	631.77	569.85	423.25	44.00	5.29	0.96	2539.44
2548	5.31	11.72	63.66	112.05	345.95	368.21	673.05	372.55	368.39	83.06	15.14	0.00	2419.09
2549	0.01	6.71	71.79	186.16	449.11	370.53	384.88	565.51	373.42	219.31	14.97	0.00	2642.39
2550	0.00	20.94	28.25	87.50	412.29	441.94	434.22	635.77	512.82	329.78	32.74	0.78	2937.03
2551	42.00	16.83	115.57	190.16	428.71	669.35	868.05	512.66	338.03	239.69	102.74	2.99	3526.79
2552	1.15	9.82	115.76	151.12	386.13	318.43	509.89	420.23	369.46	199.83	6.36	0.64	2488.82
ค่าเฉลี่ย	9.26	14.64	45.04	106.11	302.77	420.02	492.30	468.10	338.83	122.00	23.42	4.11	2346.61

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก

หน่วย: มิลลิเมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
2518	0.00	0.00	61.70	85.20	215.20	413.30	586.50	356.10	125.40	75.60	0.00	0.00	1919.00
2519	0.00	61.90	15.20	58.80	483.00	546.30	236.10	225.60	198.40	175.20	0.00	0.00	2000.50
2520	0.00	0.00	0.00	127.90	387.90	239.60	337.80	554.80	257.40	27.50	0.00	0.00	1932.85
2521	0.00	44.70	25.60	91.20	233.30	157.80	419.50	331.10	286.50	2.00	18.10	0.00	1609.70
2522	2.30	43.70	16.50	16.60	45.40	347.90	455.00	228.10	214.60	50.60	9.30	5.30	1435.15
2523	0.00	0.00	0.00	27.90	96.50	301.50	323.60	390.60	188.80	50.60	1.30	0.00	1380.65
2524	0.00	0.00	122.30	208.40	51.10	144.40	235.20	252.80	131.80	1.40	1.30	0.00	1148.40
2525	37.60	0.00	47.60	106.60	309.20	479.20	453.80	447.40	166.00	51.00	61.00	17.00	2176.40
2526	3.00	2.00	18.20	149.20	466.60	502.30	221.80	662.10	348.80	4.00	17.60	38.20	2433.80
2527	4.60	87.40	32.90	33.20	50.20	315.60	617.20	412.30	224.20	22.80	18.60	0.00	1819.00
2528	0.00	0.00	0.00	0.00	90.80	380.20	292.80	456.10	205.00	101.20	0.00	10.50	1536.60
2529	0.00	0.00	230.70	55.80	102.20	222.70	354.40	325.00	172.50	34.50	2.60	0.00	1500.40
2530	3.10	0.00	13.80	360.90	100.20	66.00	115.90	180.50	191.10	56.30	8.20	0.00	1096.00
2531	0.00	1.10	5.00	126.80	195.00	45.60	253.20	481.80	174.50	63.90	0.00	0.00	1346.90
2532	11.30	0.00	111.70	210.00	338.90	614.50	396.60	379.20	226.10	132.60	4.20	6.40	2431.50
2533	23.10	71.00	110.10	91.20	448.50	635.40	853.20	397.40	385.90	146.70	18.20	0.00	3180.70
2534	16.40	0.00	55.10	66.40	314.20	284.70	457.90	350.30	182.40	85.90	0.90	5.10	1819.30
2535	57.80	78.50	0.00	97.00	192.80	173.50	371.80	117.40	257.80	33.10	21.40	0.00	1401.10
2536	0.00	0.00	82.50	96.90	342.10	282.80	371.90	337.70	207.30	142.70	0.00	0.00	1863.90
2537	0.00	8.30	226.00	61.40	178.30	606.90	786.40	642.20	229.00	128.60	9.00	57.90	2934.00
2538	0.00	0.00	62.80	98.00	258.80	483.40	424.50	349.90	255.00	83.60	39.50	0.00	2055.50
2539	0.00	13.00	50.70	160.30	243.10	347.20	417.40	443.30	273.80	56.00	71.80	0.00	2076.60
2540	3.20	0.00	7.20	68.60	203.20	158.20	278.10	206.80	152.70	49.00	0.60	0.00	1127.60
2541	0.00	3.00	4.10	110.00	93.90	152.00	446.10	177.50	56.00	5.20	0.00	0.00	1047.80
2542	0.00	0.00	44.40	100.30	279.90	213.50	164.80	226.00	168.90	63.30	0.00	0.00	1261.10
2543	33.40	88.30	0.00	19.50	272.80	288.60	147.50	180.00	74.90	112.50	7.10	0.00	1224.60
2544	0.00	2.50	149.30	7.50	255.10	187.60	225.60	247.10	159.70	86.90	10.10	0.00	1331.40
2545	13.50	0.00	0.00	11.30	312.60	226.10	177.10	225.10	106.70	164.40	111.70	0.80	1349.30
2546	0.00	0.00	39.60	32.60	122.70	224.70	249.30	148.70	190.10	77.80	0.00	0.00	1085.50
2547	28.20	6.40	1.90	100.80	134.50	133.90	159.40	246.10	204.10	1.60	0.00	0.00	1016.93
2548	1.80	7.20	0.00	23.30	160.10	257.60	321.30	160.50	144.20	28.80	35.20	0.00	1140.00
2549	0.00	6.90	78.60	255.10	487.10	258.20	394.30	480.10	230.90	106.20	3.90	0.00	2301.30
2550	0.00	27.90	48.50	98.50	424.50	379.60	371.10	453.90	471.10	258.30	65.10	2.30	2600.80
2551	20.10	33.70	150.60	239.10	450.40	575.70	1010.6	375.90	278.30	171.70	108.40	5.90	3420.40
2552	3.40	0.00	26.40	293.90	286.10	596.30	420.00	369.70	244.50	107.40	1.20	1.70	2350.60
ค่าเฉลี่ย	7.51	16.79	52.45	105.43	246.46	321.22	381.36	337.68	210.98	78.82	18.47	4.32	1781.58

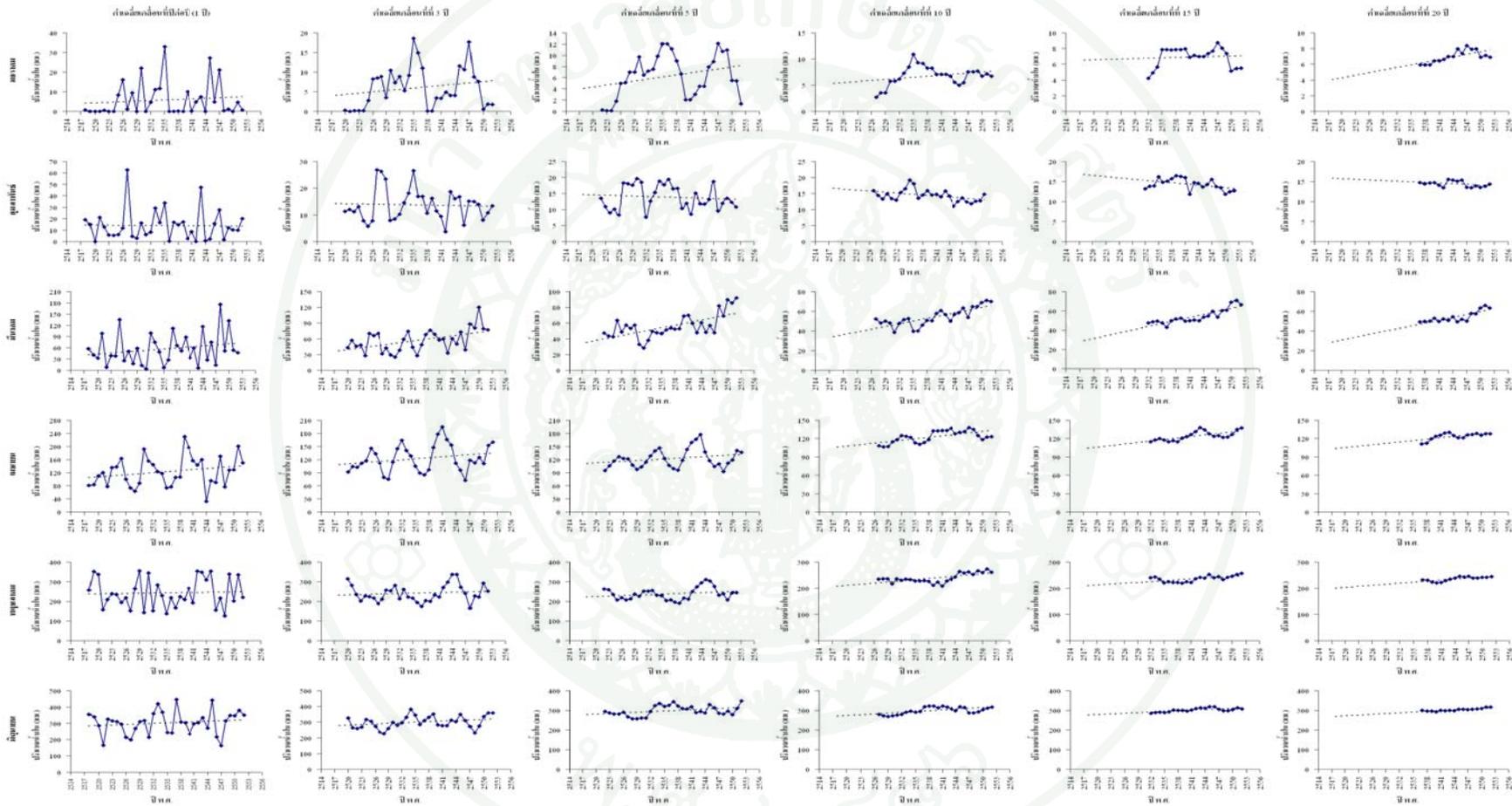
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง

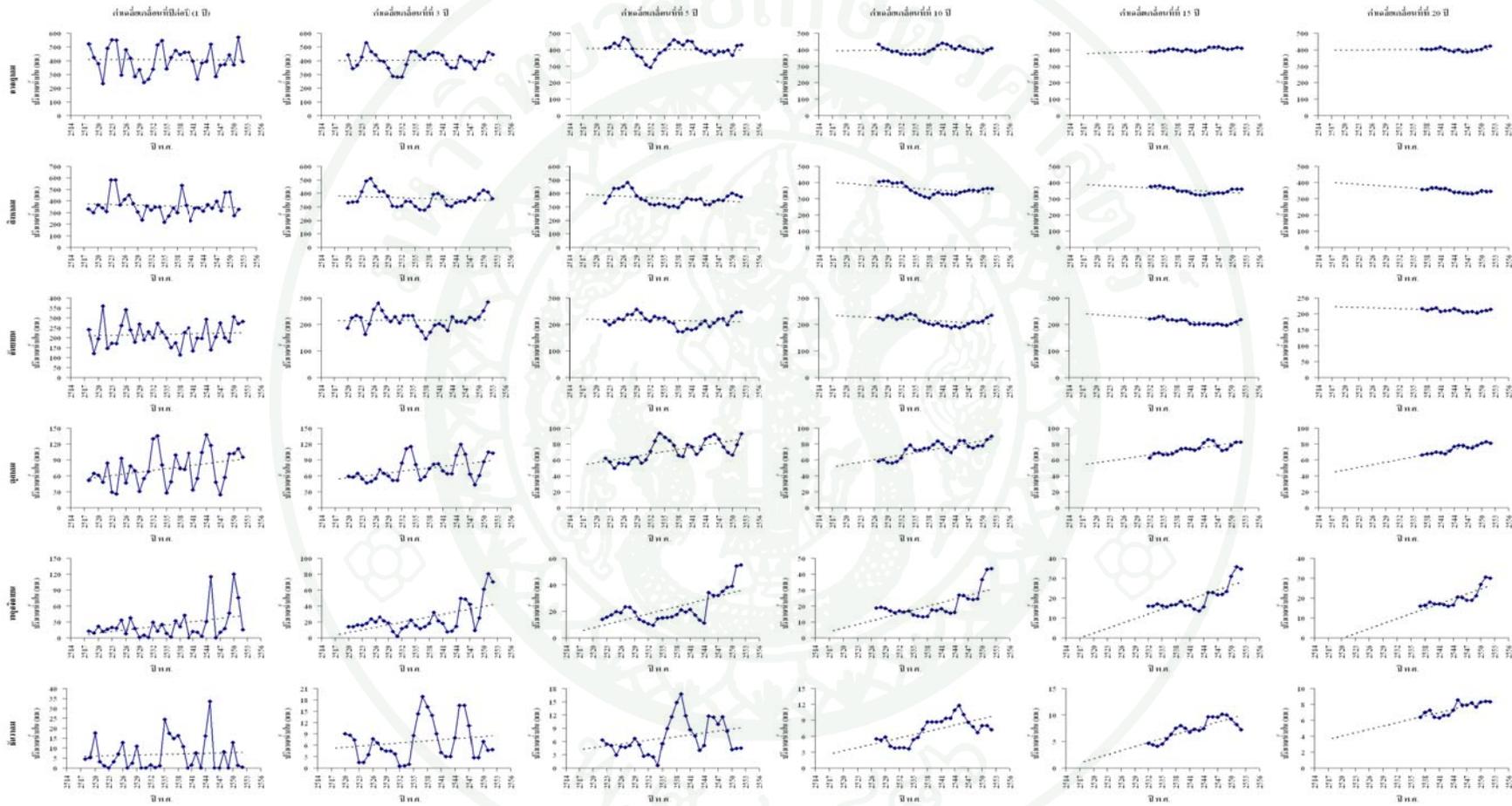
หน่วย: มิลลิเมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
2518	0.01	0.30	56.73	101.57	319.47	475.16	622.12	471.97	262.05	89.55	11.68	7.42	2418.04
2519	0.00	81.34	11.55	95.94	414.95	632.68	437.65	406.32	511.93	245.85	0.00	0.00	2838.22
2520	0.00	0.00	15.04	125.21	399.96	366.42	538.33	586.53	355.36	101.89	5.12	0.00	2493.86
2521	6.03	37.03	39.41	196.49	435.14	425.76	603.18	442.44	368.76	95.44	36.76	6.97	2693.40
2522	5.21	41.06	15.06	34.97	234.62	467.39	445.77	388.51	274.49	65.95	5.06	2.86	1980.95
2523	0.09	0.65	40.27	61.72	211.14	495.39	743.85	467.43	287.28	58.38	0.71	0.00	2366.91
2524	0.00	0.00	71.06	220.01	219.34	340.75	593.35	449.83	268.99	174.43	0.71	0.00	2338.46
2525	20.47	0.47	42.22	123.50	322.77	445.76	497.01	562.09	385.73	51.82	48.82	9.34	2510.00
2526	26.43	4.30	17.80	116.04	478.31	392.41	418.21	637.64	432.35	168.59	18.53	20.79	2731.41
2527	2.50	47.57	18.03	50.14	269.39	420.03	624.75	465.54	203.29	178.60	15.83	0.00	2295.68
2528	15.52	4.50	8.20	54.40	178.97	375.30	346.05	429.96	182.01	154.64	27.81	5.72	1783.08
2529	0.00	0.03	137.01	91.57	174.82	329.00	436.36	386.50	212.46	86.92	1.42	0.00	1856.10
2530	2.06	0.01	11.45	207.69	127.36	156.42	157.21	351.63	272.66	109.47	10.76	0.00	1406.73
2531	0.00	0.82	3.82	79.09	166.28	26.93	379.43	579.65	224.66	166.34	1.62	0.00	1628.64
2532	0.00	0.82	3.82	79.09	166.28	26.93	379.43	579.65	224.66	166.34	1.62	0.00	1628.64
2533	17.18	50.34	126.32	87.38	437.34	823.62	862.40	461.03	339.25	149.25	101.56	0.00	3455.68
2534	9.04	0.29	68.23	48.09	289.14	434.75	496.62	559.49	318.76	129.70	0.86	11.64	2366.60
2535	77.91	71.35	0.12	61.68	192.18	382.39	566.28	282.44	315.30	80.28	14.54	24.93	2069.39
2536	0.00	36.45	56.42	106.61	379.86	506.78	640.32	363.93	251.05	95.52	0.02	0.26	2437.23
2537	0.00	4.58	186.19	95.98	444.94	648.12	817.25	703.42	355.79	142.64	17.36	37.86	3454.13
2538	0.00	0.26	65.10	98.83	306.26	620.61	571.13	789.74	315.04	109.65	38.39	0.29	2915.28
2539	0.31	13.91	56.25	223.72	302.48	417.49	553.60	708.90	363.30	133.57	135.64	2.80	2911.99
2540	8.94	0.02	12.33	112.35	286.69	304.05	596.03	454.42	363.23	72.00	0.33	0.00	2210.39
2541	0.00	9.01	23.29	168.66	182.78	292.39	597.64	404.83	237.20	49.27	29.44	2.11	1996.61
2542	0.94	0.00	63.62	187.98	446.05	456.41	391.15	500.33	306.50	108.46	52.92	24.52	2538.87
2543	18.18	101.05	2.97	128.39	484.93	631.43	314.79	557.08	331.71	136.69	21.10	0.00	2728.31
2544	0.00	1.36	193.01	10.85	376.61	504.42	493.30	459.23	290.20	123.42	17.43	0.85	2470.68
2545	26.13	0.00	14.10	29.37	506.62	542.24	461.31	460.38	220.81	193.08	72.16	15.90	2542.09
2546	10.77	24.39	71.79	53.49	220.91	329.48	556.91	399.94	272.76	85.24	0.00	0.00	2025.67
2547	27.44	21.07	11.05	175.71	326.08	376.54	579.38	495.69	391.58	5.43	1.93	0.00	2411.91
2548	0.98	21.87	4.64	40.01	223.85	604.70	673.99	563.90	391.35	73.88	26.31	1.30	2626.80
2549	0.02	16.48	111.90	237.26	575.87	295.51	717.78	495.17	257.64	147.56	3.36	0.00	2858.55
2550	0.00	21.06	34.93	101.93	447.77	480.67	443.45	674.99	542.14	292.01	47.42	1.25	3087.61
2551	28.67	18.38	103.50	267.62	443.64	717.41	1064.4	525.85	322.86	224.80	104.85	4.56	3826.56
2552	1.85	0.06	29.76	185.34	409.24	343.84	558.14	432.81	362.64	216.71	0.91	0.93	2542.23
ค่าเฉลี่ย	8.76	18.02	49.34	115.96	325.77	431.12	547.96	499.98	314.74	128.10	24.94	5.21	2469.91

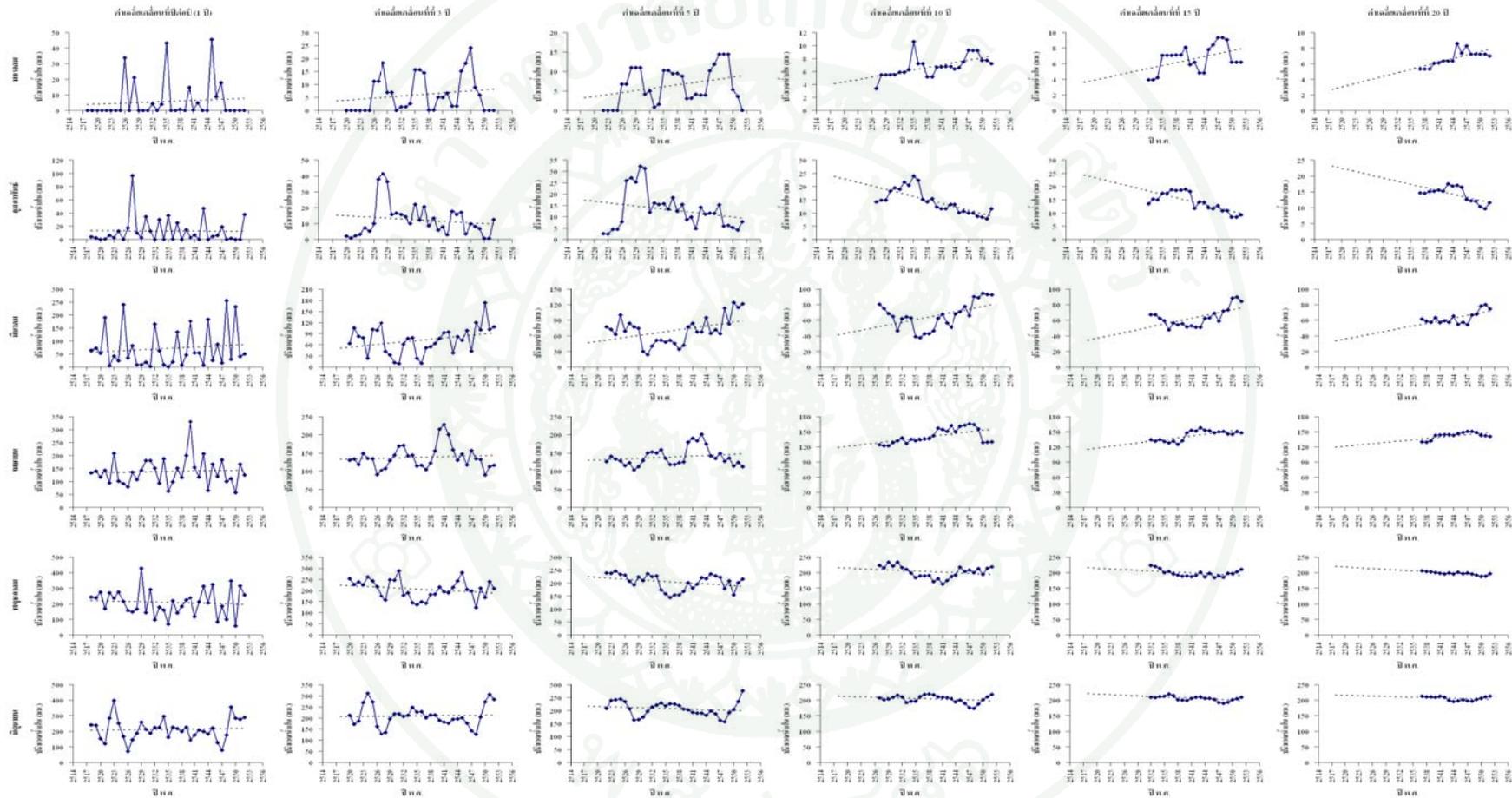
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)



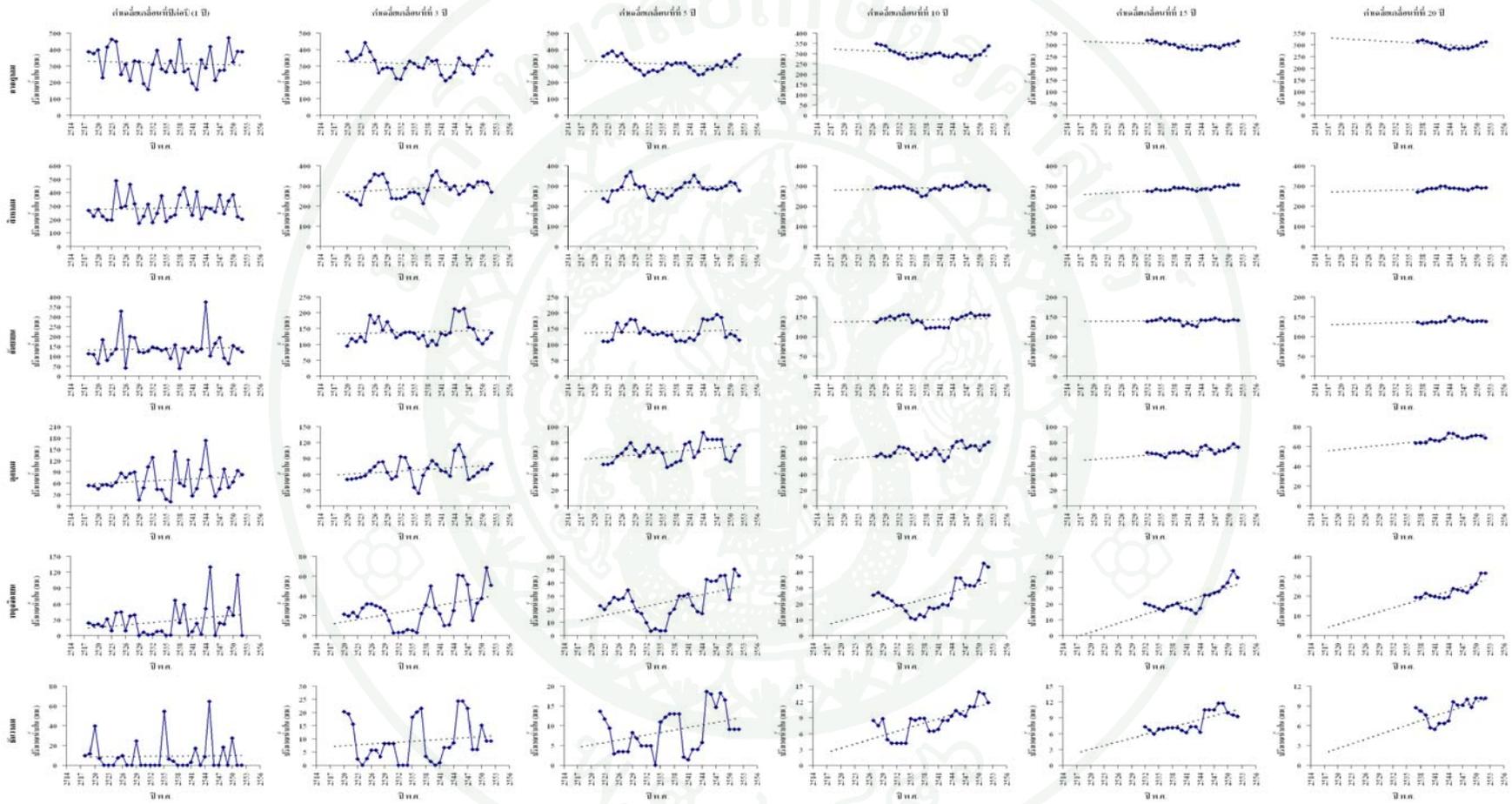
ภาพผนวกที่ 1 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม ช่วงปี พ.ศ. 2518-2552



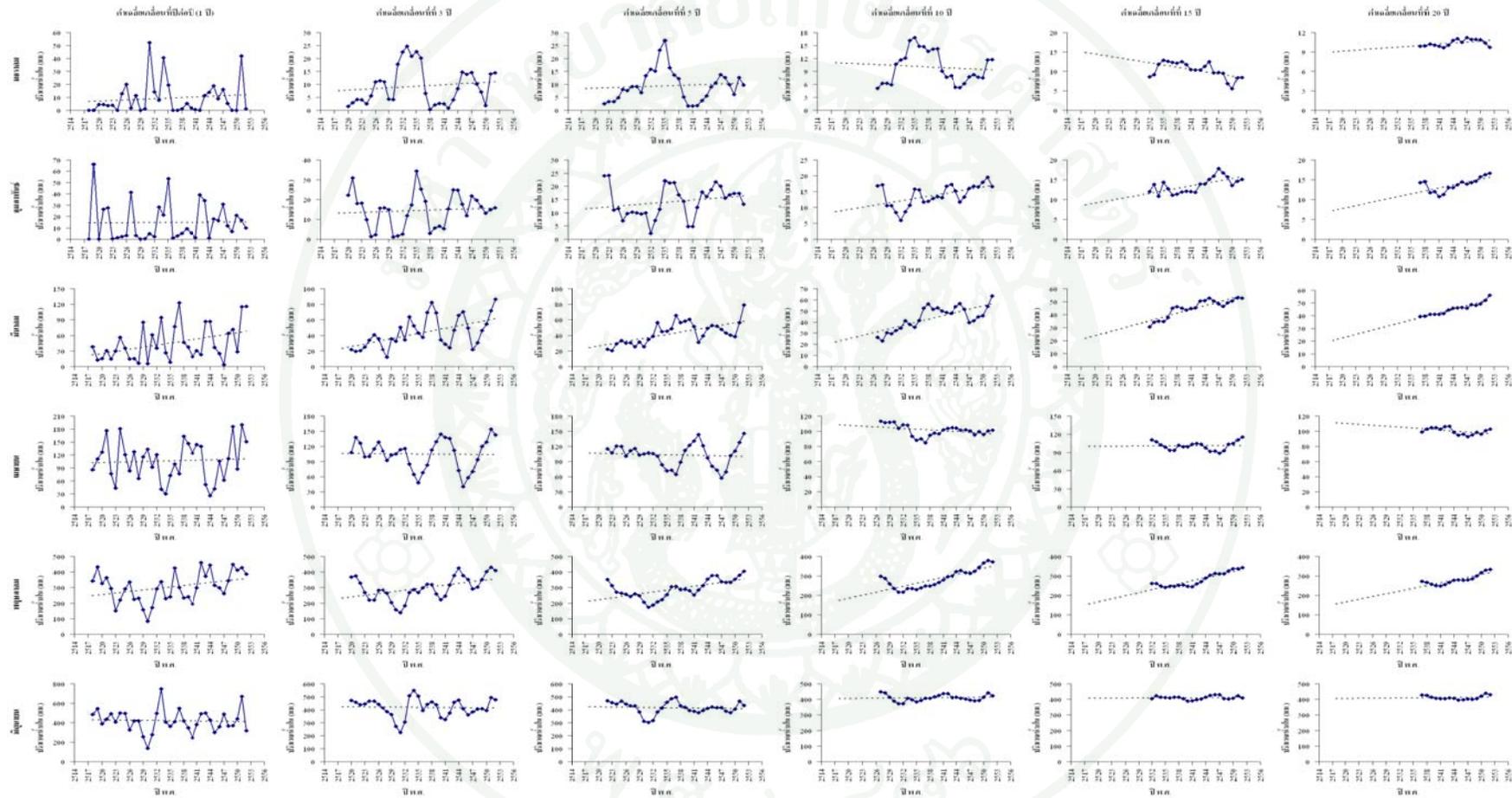
ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ)



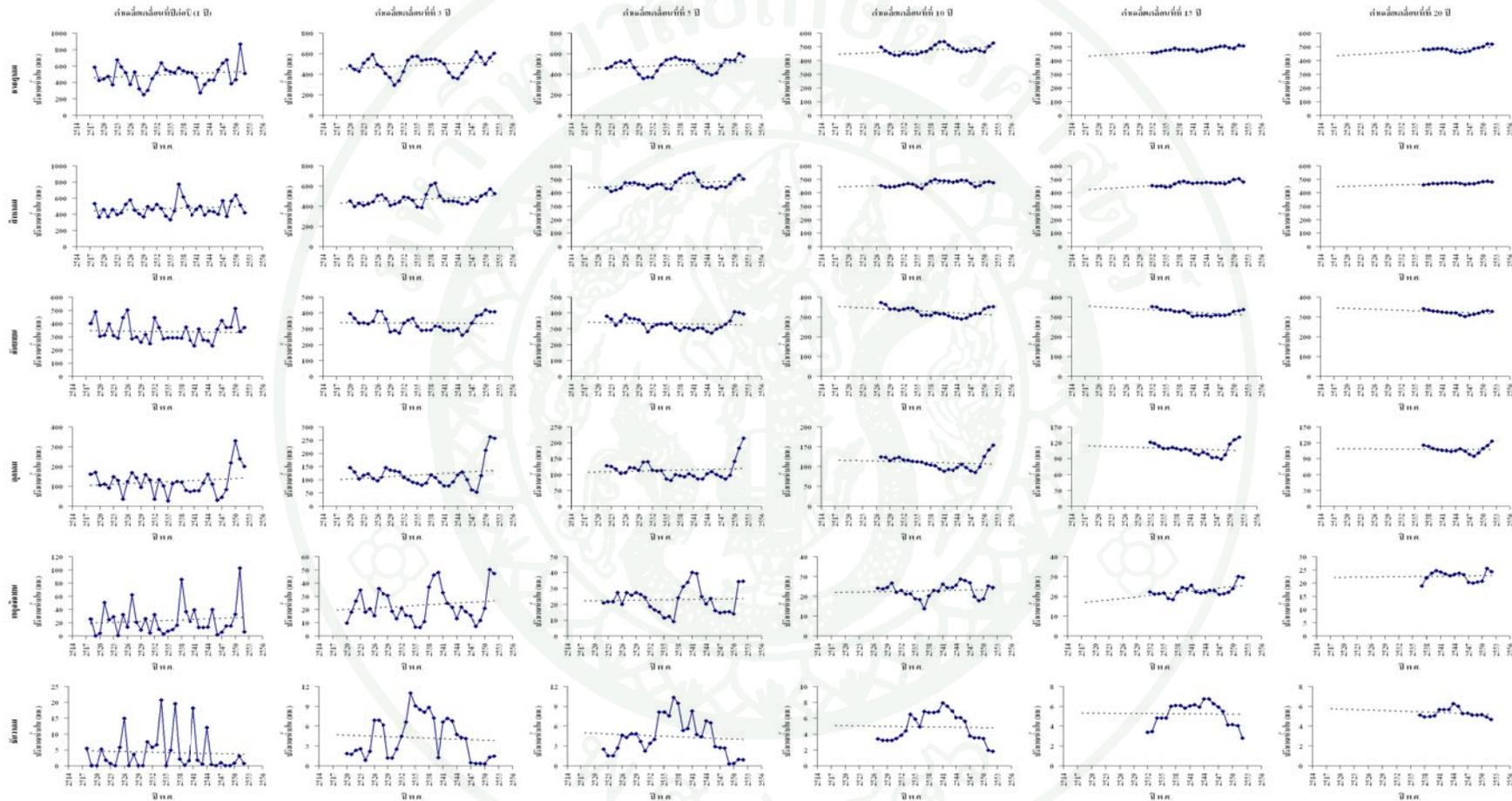
ภาพผนวกที่ 2 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม และกลุ่มน้ำย่อยน้ำไค่ ช่วงปี พ.ศ. 2518-2552



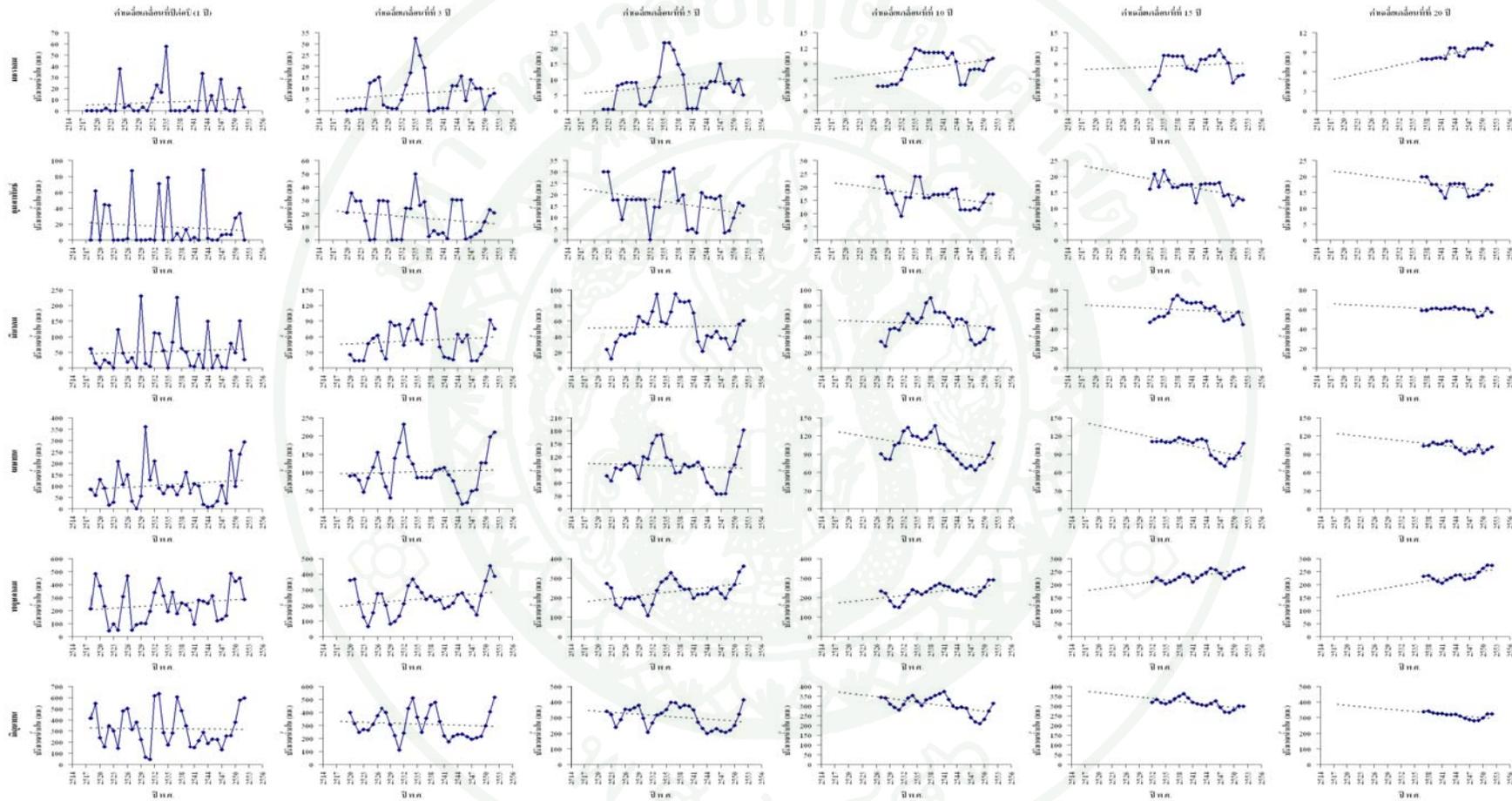
ภาพผนวกที่ 2 (ต่อ)



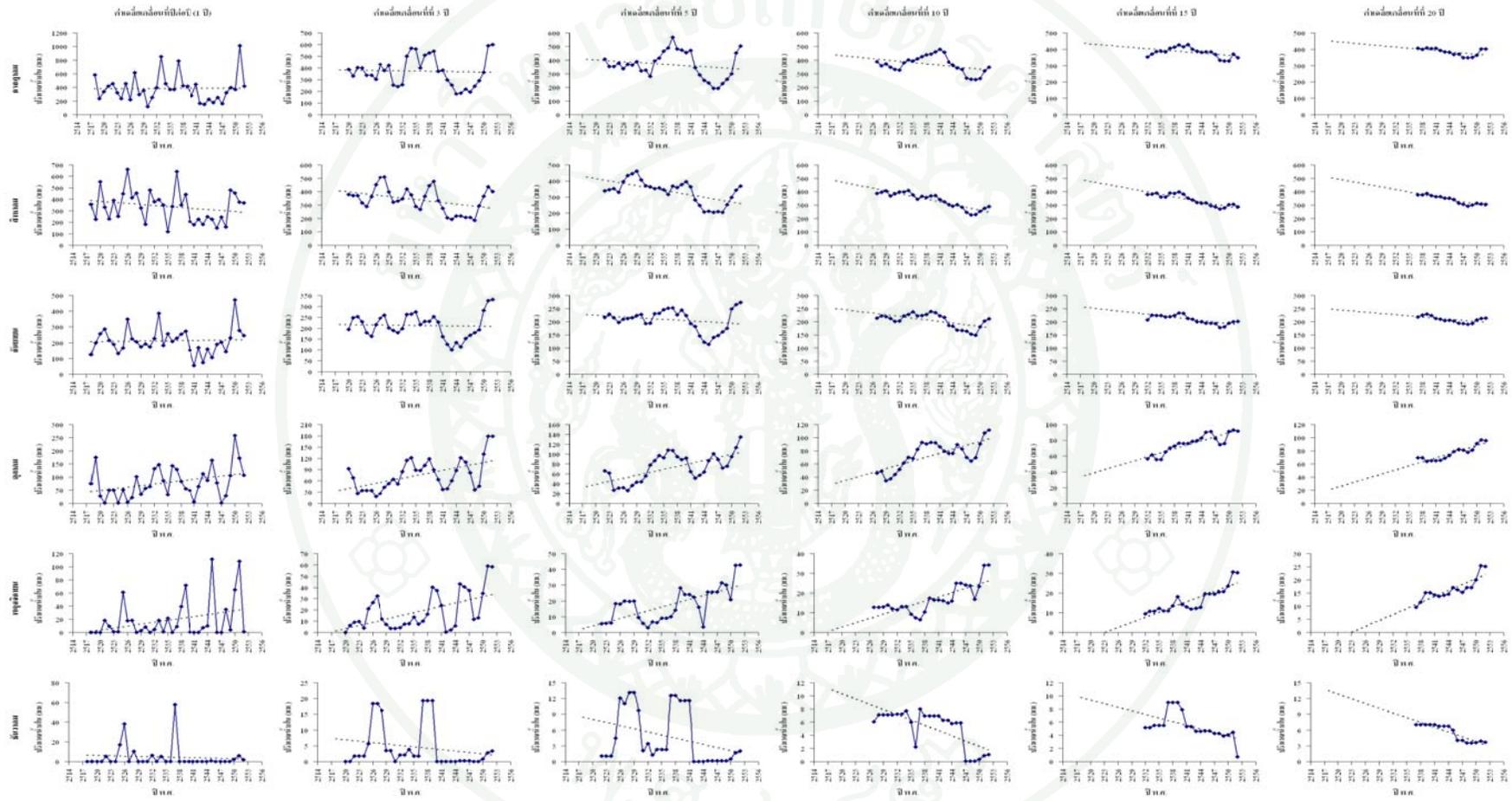
ภาพผนวกที่ 3 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ช่วงปี พ.ศ. 2518-2552



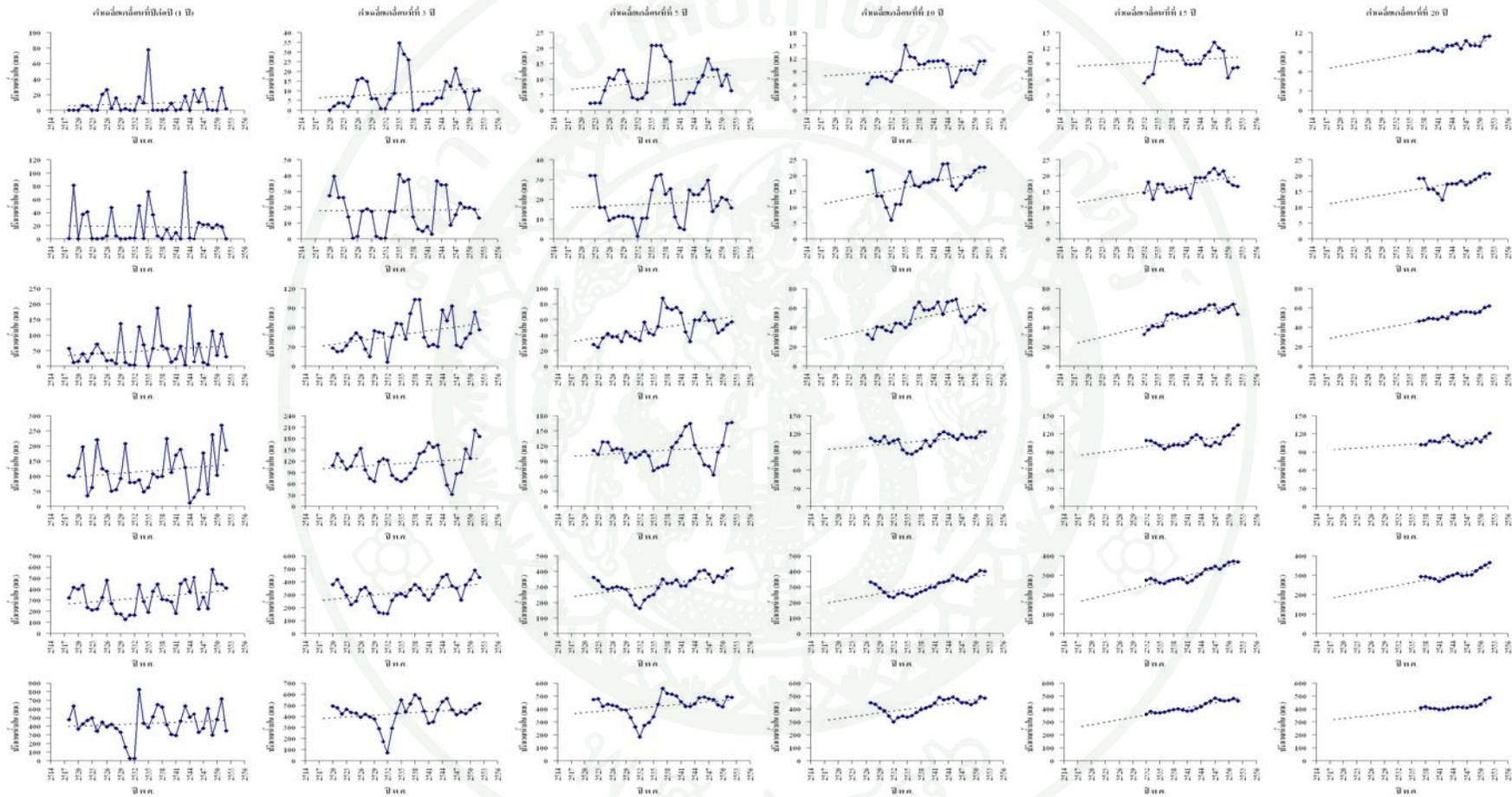
ภาพผนวกที่ 3 (ต่อ)



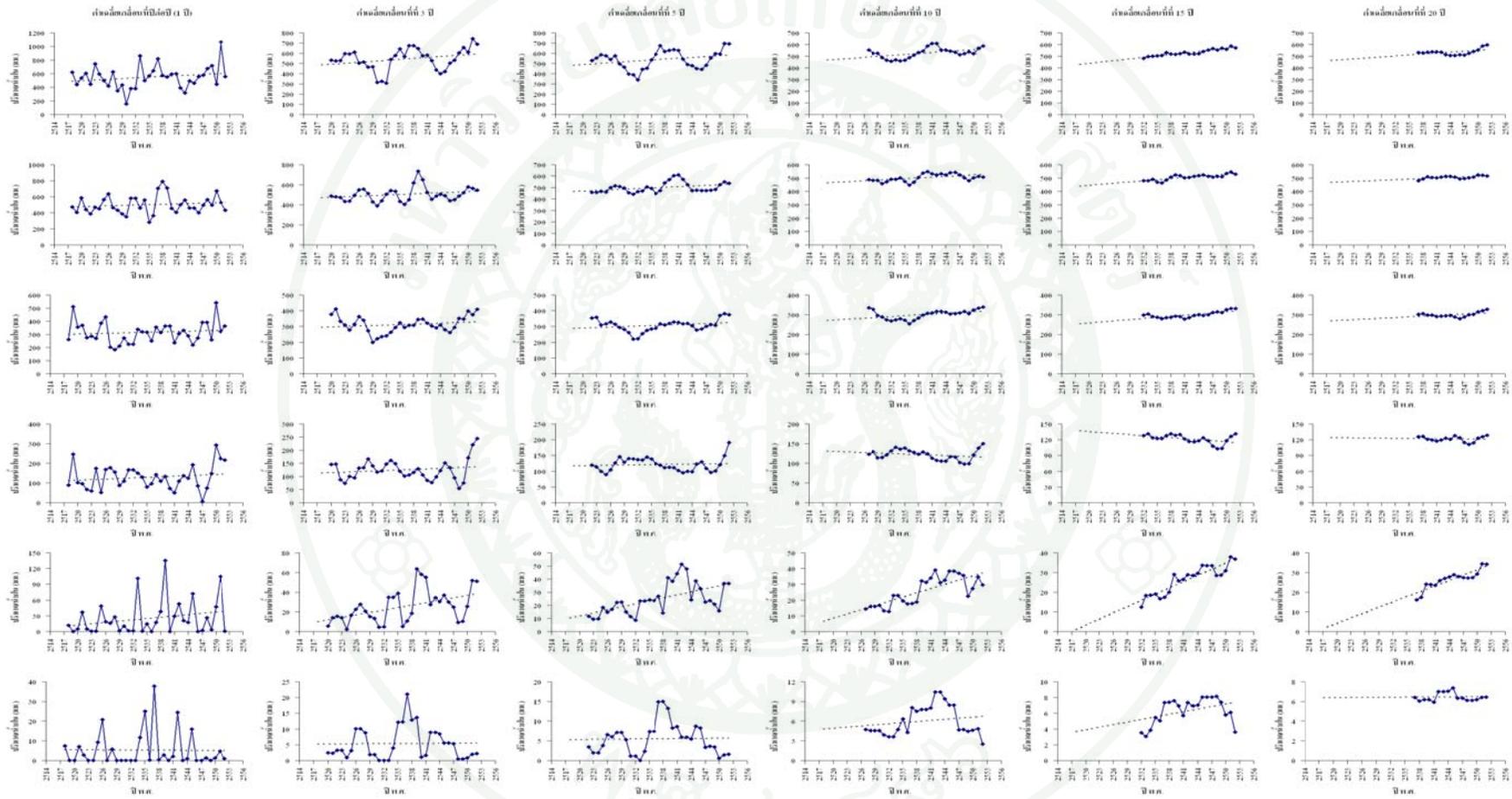
ภาพผนวกที่ 4 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลึก ช่วงปี พ.ศ. 2518-2552



ภาพผนวกที่ 4 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ 5 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำซอง ช่วงปี พ.ศ. 2518-2552



ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
2518	80.5	156.7	393	834.3	1244	729.6	461.2	234.8	152.5	111.8	81.74	83.34	4563.08
2519	81.57	154.7	338.7	669.6	1267	680.5	442.8	229.7	150.5	113.4	83.86	79.22	4291.52
2520	80.2	169.2	430.7	886.6	1240	747.4	470.1	225.7	150.7	108.5	79.33	81.87	4669.82
2521	59.74	139.6	457.6	696.8	789.7	563.8	392.9	188.9	123.5	84.39	60.23	60.52	3617.72
2522	50.72	114.6	405.9	709.9	729.9	544.4	351.7	207.9	114.8	85.72	60.98	57.54	3434.06
2523	60.21	134.1	471.3	1131	1143	707.3	408.3	239.1	130.1	103.6	77.07	65.33	4670.58
2524	66.81	174.9	473.2	1336	1323	979.6	454.8	251.4	135.7	97.9	71.46	72.4	5437.57
2525	53.94	175.5	412.4	853.4	1066	811	395.5	192.6	123.8	79.6	55.79	56.89	4276.62
2526	69.38	183	410.5	783.1	1293	920.3	410.6	239.9	154.2	86.06	59.53	60.83	4670.88
2527	79.83	157.6	318.7	724.6	1181	895.6	379.6	249.9	163.3	106.3	74.84	62.95	4394.10
2528	94.46	147.4	277.1	714.5	882	728.4	338.1	232.7	156.1	115.9	81.71	71.05	3839.44
2529	102.2	175.5	355.5	697.1	743.6	674	332.4	199.3	133.1	118.1	85.63	79.91	3696.31
2530	51.13	73.85	151.8	375	1007	452.3	292.5	187	103.4	80.9	55.84	51.42	2881.47
2531	42.67	131	131.8	365.5	991	521.7	291.5	126.2	91.03	78.01	53.9	44.08	2868.28
2532	59.99	116.3	491.8	682	919	491.2	368.2	162	101.8	59.97	41.76	44.25	3538.26
2533	45.94	114.1	484.4	1232	855.9	696.3	391.5	177.2	106.4	64.61	50.65	63.2	4281.88
2534	67.06	190	824.3	970.4	1516	835	488.6	207.7	140.6	117.4	80.07	64.02	5501.06
2535	30.2	35.96	115.6	672.4	531.1	353.8	187.4	237.7	73.62	65.72	46.64	36.27	2386.45
2536	34.62	111.7	338.8	1156	837.4	503.6	288.1	112.1	80.7	55.61	42.01	38.5	3599.37
2537	69.24	271.4	568.1	1122	1483	1443	474.2	175.4	114.8	64.65	48.28	72.68	5906.96
2538	42.93	110.9	286	592	1824	994.8	253.9	164.3	112.4	79.51	53.29	44.34	4557.88
2539	122.1	160.3	367.9	1109	2338	1113	490.8	448.5	258.3	110.9	84.09	72.58	6675.73
2540	117	208.1	253.1	808.5	759.2	922	405	232.2	163.7	171.3	113.4	89.1	4242.50
2541	94.84	120	281.8	657.8	514.3	430.6	225	143.2	110.1	124	88.68	75.18	2865.45
2542	118.2	274.8	636.1	637.6	856	626	411.7	244.1	131.3	85.57	65.64	77.92	4164.85
2543	69.25	344	713.4	884.4	803.7	704.3	379.1	219.7	142.9	93.41	67.25	50.86	4472.24
2544	79.25	253.4	470.7	854.6	988.2	780.2	495.1	271.2	168.7	100.6	61.33	90.57	4613.86
2545	39.65	305	721.7	1213	1214	533.4	412.2	278.5	203	120.8	75.64	56.06	5172.77
2546	80.24	99.88	239.6	487.5	706.8	727.9	338.1	171.3	111.8	138.5	90.84	89.98	3282.55
2547	69.16	172.2	323.1	907.8	898.4	965.1	334.3	184.4	135	86.84	57.65	43.22	4177.15
2548	50.92	82.63	382.9	707.6	1314	811	511.7	214	122.5	98.12	74.66	56.55	4426.32
2549	88.57	147.9	226.1	865.2	796	576.2	449.4	189.2	138.8	103.8	71.97	62.68	3715.74
2550	101.8	156.1	370.8	1342	1793	1262	558.8	218	150.8	117.8	89.96	83.6	6243.80
2551	101.2	147.2	345.7	1146	1599	1229	516.8	211.3	146	127.5	98.3	90.5	5758.60
2552	65.63	161.7	378.6	836.2	985.8	722.8	409.5	207.5	142.2	109.5	73.98	61.94	4155.14
ค่าเฉลี่ย	72.03	162.04	395.66	847.49	1098.0	762.20	394.61	213.56	135.37	99.03	70.23	65.47	4315.71

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอจิม

หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
2521	5.73	15.47	26.03	95.47	117.36	71.50	31.80	14.31	6.46	5.42	3.11	1.99	394.64
2522	7.06	22.91	38.82	118.89	124.28	62.40	51.32	35.72	18.56	7.64	4.56	3.16	495.32
2523	23.02	47.10	78.73	129.98	143.87	97.82	81.17	61.06	39.48	24.69	19.42	17.42	763.77
2524	2.30	10.51	17.82	456.50	132.11	80.60	18.62	8.98	5.05	2.56	1.67	1.26	737.97
2525	17.40	39.34	63.73	118.79	151.86	101.94	81.93	57.44	34.56	19.59	14.76	16.12	717.46
2526	4.07	19.32	36.24	61.48	113.32	128.38	28.95	12.67	7.29	6.07	3.52	3.88	425.18
2527	10.19	21.11	36.03	79.23	137.59	120.80	35.93	20.38	14.38	14.88	11.26	11.57	513.35
2528	3.71	12.55	23.86	174.70	127.31	102.92	22.48	11.23	7.67	6.99	4.03	3.21	500.67
2529	2.73	7.91	14.52	331.08	114.30	62.37	17.44	8.33	4.66	3.47	1.99	1.50	570.30
2530	6.92	20.92	56.20	103.82	113.97	65.08	44.77	27.95	14.24	7.22	4.40	3.11	468.59
2531	4.46	19.21	38.16	92.78	108.44	60.49	47.48	31.21	14.79	5.19	2.87	2.22	427.29
2532	5.94	22.00	42.88	81.66	113.21	87.24	45.60	27.72	14.56	7.41	4.49	4.80	457.52
2533	7.33	21.74	39.37	78.33	125.30	107.90	41.65	23.60	13.88	9.97	7.20	7.56	483.82
2534	6.84	19.14	33.88	103.99	128.47	120.08	31.17	16.27	11.09	10.45	6.59	7.23	495.20
2535	1.59	7.37	15.95	150.20	108.18	77.83	13.82	7.08	3.69	3.23	1.42	1.22	391.57
2536	1.68	8.26	13.73	186.14	120.47	78.11	13.67	7.61	4.20	2.57	1.09	0.92	438.44
2537	8.02	25.37	48.37	92.89	117.75	79.40	55.07	36.25	19.40	9.40	6.05	6.13	504.10
2538	7.93	25.20	47.09	87.30	119.41	92.92	50.03	31.29	17.37	9.59	6.12	6.65	500.90
2539	13.31	22.18	41.99	109.03	225.42	132.97	77.64	38.11	19.27	15.87	12.23	10.31	718.35
2540	17.07	39.22	29.32	176.59	143.22	121.59	51.69	26.62	19.21	16.38	10.32	10.50	661.72
2541	9.77	20.72	52.47	82.07	81.65	58.00	17.13	11.44	6.29	7.06	5.14	3.16	354.92
2542	0.95	22.37	50.01	116.23	171.42	37.31	101.04	77.94	15.78	3.20	1.02	0.17	597.44
2543	13.99	36.76	58.33	85.73	78.53	122.11	44.05	20.42	14.48	13.56	10.00	9.90	507.87
2544	22.76	36.83	52.44	109.45	166.59	136.36	60.39	37.71	24.51	22.50	16.94	28.61	715.09
2545	5.52	33.27	58.70	63.04	202.74	269.04	36.52	19.78	16.65	14.04	8.81	7.30	735.40
2546	8.15	5.76	13.49	74.71	86.17	31.37	19.79	10.45	6.92	11.56	6.40	5.69	280.45
2547	1.55	10.28	5.93	368.45	138.08	87.49	16.09	8.12	2.47	1.38	0.67	0.68	641.19
2548	3.05	17.51	33.33	59.12	145.28	153.97	27.77	13.09	7.39	5.88	3.39	3.55	473.31
2549	16.53	31.41	36.45	145.08	174.79	120.98	66.28	34.01	20.87	17.59	12.30	11.68	687.97
2550	19.92	37.55	49.46	138.15	121.72	96.07	42.55	26.48	19.25	18.26	13.22	11.97	594.60
2551	14.68	34.76	68.43	125.98	149.49	66.71	77.45	64.23	36.27	16.26	12.16	9.39	675.82
2552	9.43	33.09	59.90	109.42	133.35	79.54	80.84	57.50	31.48	11.96	7.76	6.74	621.02
ค่าเฉลี่ย	8.86	23.35	40.05	134.57	132.36	97.23	44.75	27.66	15.38	10.37	7.03	6.86	548.48

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำใต้

หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
2521	33.07	36.21	38.74	50.62	54.83	47.03	43.79	41.70	36.75	34.13	29.22	31.32	477.42
2522	7.38	20.18	30.70	73.11	79.16	46.40	38.40	28.49	15.96	7.68	4.93	3.54	355.93
2523	48.76	57.29	63.60	76.20	77.30	71.88	66.74	60.69	56.03	51.84	47.28	49.13	726.74
2524	41.86	46.09	48.95	105.03	71.77	64.00	53.99	47.83	46.63	44.79	39.88	42.93	653.75
2525	42.56	49.43	53.75	66.87	70.21	64.94	61.97	53.42	49.14	45.96	39.84	44.06	642.17
2526	7.34	12.70	16.65	25.23	30.06	33.27	19.19	12.24	10.28	8.77	6.87	7.85	190.46
2527	31.13	36.08	39.54	69.43	73.10	58.38	49.45	38.32	34.59	34.42	30.99	33.06	528.51
2528	30.97	35.17	38.65	81.80	79.59	57.23	46.90	37.90	33.80	34.78	30.04	31.83	538.66
2529	25.56	28.77	30.63	84.94	57.94	46.27	35.95	29.79	28.67	27.85	24.42	25.63	446.41
2530	7.63	10.74	15.05	42.04	28.03	23.31	17.40	12.40	9.87	8.40	6.78	6.42	188.07
2531	34.32	36.20	37.88	48.86	49.99	42.51	46.00	49.81	41.05	35.81	31.16	31.44	485.02
2532	25.62	32.40	38.77	46.22	49.38	46.60	40.35	34.57	31.07	26.72	23.45	26.57	421.72
2533	25.60	33.27	37.84	47.25	54.50	53.57	39.11	33.97	29.82	28.15	24.24	26.90	434.22
2534	25.38	30.12	35.09	50.98	53.06	50.34	37.36	31.74	29.99	28.49	24.89	26.38	423.84
2535	9.22	10.94	13.76	35.74	29.96	25.00	16.83	12.53	11.23	11.27	9.43	9.66	195.58
2536	14.46	19.31	22.16	59.99	41.15	37.93	26.77	20.06	17.72	16.90	13.98	15.02	305.45
2537	26.21	33.13	38.10	53.85	52.49	50.12	44.81	36.11	32.90	27.60	23.89	26.91	446.13
2538	24.36	29.63	33.70	63.63	70.47	45.62	46.69	34.46	29.57	27.12	23.10	25.06	453.41
2539	48.95	52.86	57.66	77.09	97.15	73.65	67.96	58.08	53.31	52.49	48.17	49.15	736.54
2540	38.11	45.13	41.43	89.39	66.04	64.15	52.11	41.57	41.62	40.27	34.94	37.71	592.49
2541	11.60	13.09	18.71	37.13	26.58	25.53	15.02	12.70	10.64	11.57	9.61	9.27	201.45
2542	30.41	39.51	50.89	68.85	75.50	50.64	60.54	51.80	43.00	31.64	27.90	29.87	560.55
2543	39.08	49.07	58.71	70.18	70.48	68.41	52.76	44.94	43.59	40.64	36.61	38.41	612.87
2544	42.57	51.79	57.07	76.08	85.07	78.63	61.47	50.45	47.09	45.03	38.47	45.19	678.90
2545	46.33	59.96	68.18	75.64	98.67	102.81	68.12	58.90	53.97	52.76	45.66	48.63	779.62
2546	10.23	10.76	15.13	31.86	31.23	22.86	19.08	13.83	11.95	13.03	9.87	10.53	200.36
2547	30.97	35.34	37.54	107.73	63.80	56.04	43.83	36.75	34.57	31.50	29.16	30.28	537.51
2548	31.47	39.92	49.37	61.11	73.68	67.10	46.65	38.60	36.56	33.42	29.20	31.97	539.06
2549	49.17	58.43	63.63	89.34	93.76	81.53	70.00	57.68	54.52	51.41	44.55	48.97	762.99
2550	49.25	59.93	64.66	85.99	87.97	82.97	67.15	57.42	53.38	52.04	44.99	48.75	754.52
2551	48.22	57.44	65.96	83.04	86.79	74.47	72.16	64.24	56.83	52.35	46.98	48.49	756.96
2552	31.49	38.43	44.63	64.18	61.90	53.65	52.52	44.42	39.04	34.29	29.11	31.44	525.10
ค่าเฉลี่ย	30.29	36.54	41.47	65.61	63.80	55.21	46.28	38.98	35.16	32.60	28.43	30.39	504.76

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก

หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
2518	87.78	189.08	534.84	1107.2	1449.8	1154.9	439.63	220.30	147.82	123.52	96.90	95.60	5647.41
2519	90.76	170.70	458.20	936.99	1374.4	1094.8	425.26	231.71	149.06	112.41	92.77	93.99	5231.03
2520	90.38	154.31	330.49	706.71	876.18	802.98	342.99	199.98	138.28	111.95	89.26	92.53	3936.04
2521	94.63	149.07	582.15	838.63	803.23	865.82	419.18	218.24	85.06	138.17	100.46	93.23	4387.88
2522	87.38	174.90	392.10	783.47	1177.2	1115.4	389.39	209.22	134.02	103.38	79.47	81.83	4727.76
2523	74.08	175.75	404.02	833.91	1102.9	1070.4	376.02	206.65	140.03	100.43	79.68	71.97	4635.75
2524	89.02	171.41	569.77	1045.5	1372.9	817.32	325.55	209.33	147.60	119.57	90.67	93.51	5052.18
2525	96.99	154.93	569.80	1072.2	787.45	1414.1	635.49	242.33	167.37	107.95	80.95	88.50	5418.00
2526	100.50	233.56	487.98	521.95	839.76	922.19	452.12	239.98	165.63	124.64	94.78	97.73	4280.83
2527	92.08	118.93	702.69	1065.9	986.21	646.00	407.95	252.77	174.48	134.48	103.43	99.46	4784.34
2528	102.06	197.19	387.22	511.00	682.10	632.20	289.93	173.63	143.33	130.10	102.42	103.85	3455.04
2529	100.02	154.26	328.22	603.04	741.46	413.69	266.01	166.20	136.25	118.60	97.66	105.07	3230.49
2530	55.12	195.38	409.53	543.36	640.25	541.82	314.48	158.67	96.68	80.79	59.12	65.67	3160.88
2531	114.00	181.32	230.46	427.95	697.39	429.77	285.46	146.17	115.75	137.37	117.49	118.52	3001.65
2532	75.63	133.48	773.97	788.94	858.66	779.38	382.35	250.80	151.53	93.21	76.70	82.34	4446.99
2533	104.21	605.88	843.25	1299.6	1235.4	1394.8	565.76	261.43	131.03	108.26	83.08	96.80	6729.51
2534	92.71	132.09	252.99	485.62	686.71	632.68	449.64	226.22	149.19	132.18	110.81	95.63	3446.47
2535	127.46	185.64	272.86	466.01	544.20	545.33	310.62	162.41	137.32	152.79	100.31	113.07	3118.02
2536	57.37	167.29	628.49	2179.0	1368.6	1326.4	520.18	231.23	167.31	105.42	81.53	68.44	6901.19
2537	110.33	292.73	851.99	931.10	1388.3	1317.8	518.97	230.96	181.83	128.64	102.19	118.62	6173.49
2538	91.67	143.92	366.05	1177.7	2197.0	1365.9	413.79	229.16	109.18	136.53	104.61	96.79	6432.33
2539	104.55	127.63	325.09	690.48	2080.8	1498.1	519.97	330.48	164.22	75.94	66.50	85.76	6069.54
2540	81.47	136.58	182.52	800.42	580.88	907.24	320.62	172.44	121.52	111.84	82.45	78.78	3576.76
2541	86.82	97.67	265.21	804.54	947.93	713.73	265.70	154.26	112.97	101.31	73.28	67.06	3690.48
2542	68.23	311.24	619.27	574.55	1106.4	1430.2	439.66	215.06	139.33	73.71	55.43	53.15	5086.22
2543	49.18	281.69	649.16	633.23	835.69	897.35	346.76	198.31	187.35	105.11	83.95	60.37	4328.15
2544	83.53	201.76	465.55	700.66	1105.0	807.12	414.87	252.12	191.53	111.53	89.06	115.27	4538.03
2545	81.30	321.71	679.93	657.35	998.65	676.17	312.99	259.87	168.67	132.94	94.25	92.73	4476.57
2546	84.96	182.25	248.85	486.47	575.46	618.24	322.49	126.37	126.96	107.86	86.54	91.61	3058.07
2547	122.14	73.20	313.50	1082.7	1008.5	2534.9	417.60	277.79	252.13	130.61	94.80	100.63	6408.49
2548	126.23	177.50	347.35	808.71	1083.4	949.31	476.62	182.55	162.33	144.60	124.36	131.82	4714.75
2549	102.84	463.99	455.78	887.62	1323.0	1063.7	661.29	226.13	190.84	97.09	85.08	86.13	5643.46
2550	90.47	112.46	351.91	359.80	1010.6	1683.1	1283.0	149.92	126.73	108.35	91.62	96.62	5464.50
2551	143.42	349.18	1053.5	2806.4	2566.6	1193.2	659.67	270.34	183.07	175.61	162.28	163.12	9726.44
2552	131.54	260.40	846.14	1430.6	975.77	988.97	592.30	280.25	210.21	188.34	130.67	135.76	6170.96
ค่าเฉลี่ย	94.02	205.12	490.88	887.12	1085.9	1007.0	444.70	216.09	151.62	119.01	93.27	95.20	4889.99

ที่มา: กรมอุทกนิคมและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำออกดัก

หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
2521	47.92	45.14	50.02	51.68	59.69	56.39	67.54	47.80	47.28	46.66	40.36	42.69	603.18
2522	25.86	39.94	53.50	70.83	69.91	64.11	53.87	45.88	35.81	28.33	24.29	28.93	541.25
2523	23.36	33.81	45.68	68.14	74.22	67.87	51.14	43.59	33.90	28.96	25.68	25.22	521.57
2524	14.34	15.20	22.54	41.86	42.51	33.00	33.43	24.91	21.22	19.17	16.25	15.53	299.98
2525	41.15	48.10	55.48	79.93	83.56	83.90	80.83	57.59	50.37	50.62	41.19	45.07	717.79
2526	43.18	59.13	69.84	118.86	101.18	112.85	101.20	66.54	59.33	49.75	41.31	48.08	871.24
2527	14.69	20.04	25.21	180.56	150.38	54.33	73.53	33.15	19.67	18.65	15.33	16.94	622.46
2528	4.62	5.57	9.04	123.17	161.90	26.68	37.01	15.84	5.31	7.77	5.98	4.75	407.64
2529	14.86	18.49	20.26	115.85	90.49	53.08	36.21	22.79	20.30	18.87	16.71	15.08	442.98
2530	6.94	7.69	8.50	154.70	30.51	34.37	17.74	9.10	8.47	8.52	6.93	6.14	299.63
2531	16.32	6.90	4.54	8.12	8.78	4.40	18.74	58.12	26.01	17.36	11.18	8.02	188.47
2532	42.82	55.96	75.94	80.17	81.35	82.56	77.62	64.82	57.34	42.97	38.98	47.66	748.19
2533	61.07	88.48	102.40	125.66	143.56	148.04	102.25	93.51	74.97	69.60	58.64	65.84	1134.03
2534	29.61	34.67	49.94	80.00	79.41	64.33	61.30	50.60	44.12	36.79	33.43	31.11	595.31
2535	26.39	24.63	29.74	49.55	51.10	42.92	45.85	34.35	31.54	32.99	27.71	28.67	425.43
2536	13.57	23.85	31.93	46.13	51.75	64.16	54.62	28.75	20.42	19.55	14.32	15.99	385.04
2537	36.58	50.05	60.49	121.64	91.10	109.02	91.61	57.73	55.27	38.67	33.35	41.22	786.72
2538	6.94	8.46	10.79	153.42	187.61	28.25	65.63	22.65	12.71	11.49	8.44	8.12	524.50
2539	21.40	23.11	31.77	61.20	168.38	62.68	42.48	35.59	26.23	26.23	24.01	20.34	543.40
2540	6.20	11.06	7.73	179.54	37.78	41.25	24.18	8.89	10.76	8.72	7.64	7.00	350.75
2541	11.45	8.56	13.98	97.77	31.54	39.75	17.09	13.38	9.96	12.24	9.52	8.56	273.81
2542	7.24	15.86	46.99	73.28	89.75	44.07	38.19	16.74	11.64	4.99	5.19	5.82	359.74
2543	5.72	15.78	49.30	90.39	103.63	47.29	22.83	16.40	13.06	6.64	4.82	4.19	380.05
2544	2.81	18.09	28.03	71.67	97.05	75.33	34.14	13.11	7.95	4.89	2.12	3.03	358.21
2545	2.46	17.23	32.81	50.92	91.30	71.76	40.43	23.18	8.08	5.80	3.89	2.69	350.56
2546	3.70	6.23	17.75	49.14	44.00	39.94	25.04	11.86	7.75	7.73	4.59	5.09	222.82
2547	6.30	6.00	8.52	76.60	38.08	28.84	23.60	11.37	7.63	3.99	3.46	3.05	217.46
2548	2.65	9.07	34.38	63.92	76.97	33.47	20.80	10.05	6.72	2.19	1.79	1.69	263.71
2549	18.97	38.22	66.87	118.82	142.23	98.37	62.47	37.02	29.74	21.02	16.11	18.30	668.13
2550	27.39	55.67	80.24	129.95	174.78	146.81	93.11	60.55	40.78	35.47	26.96	28.74	900.46
2551	46.85	68.85	95.11	148.17	171.70	151.15	115.69	82.96	61.46	60.31	50.34	50.86	1103.46
2552	32.33	36.78	51.18	131.11	99.16	84.35	71.55	48.87	40.72	36.49	29.78	32.18	694.49
ค่าเฉลี่ย	20.80	28.65	40.33	94.15	91.42	65.48	53.18	36.49	28.33	24.48	20.32	21.46	525.08

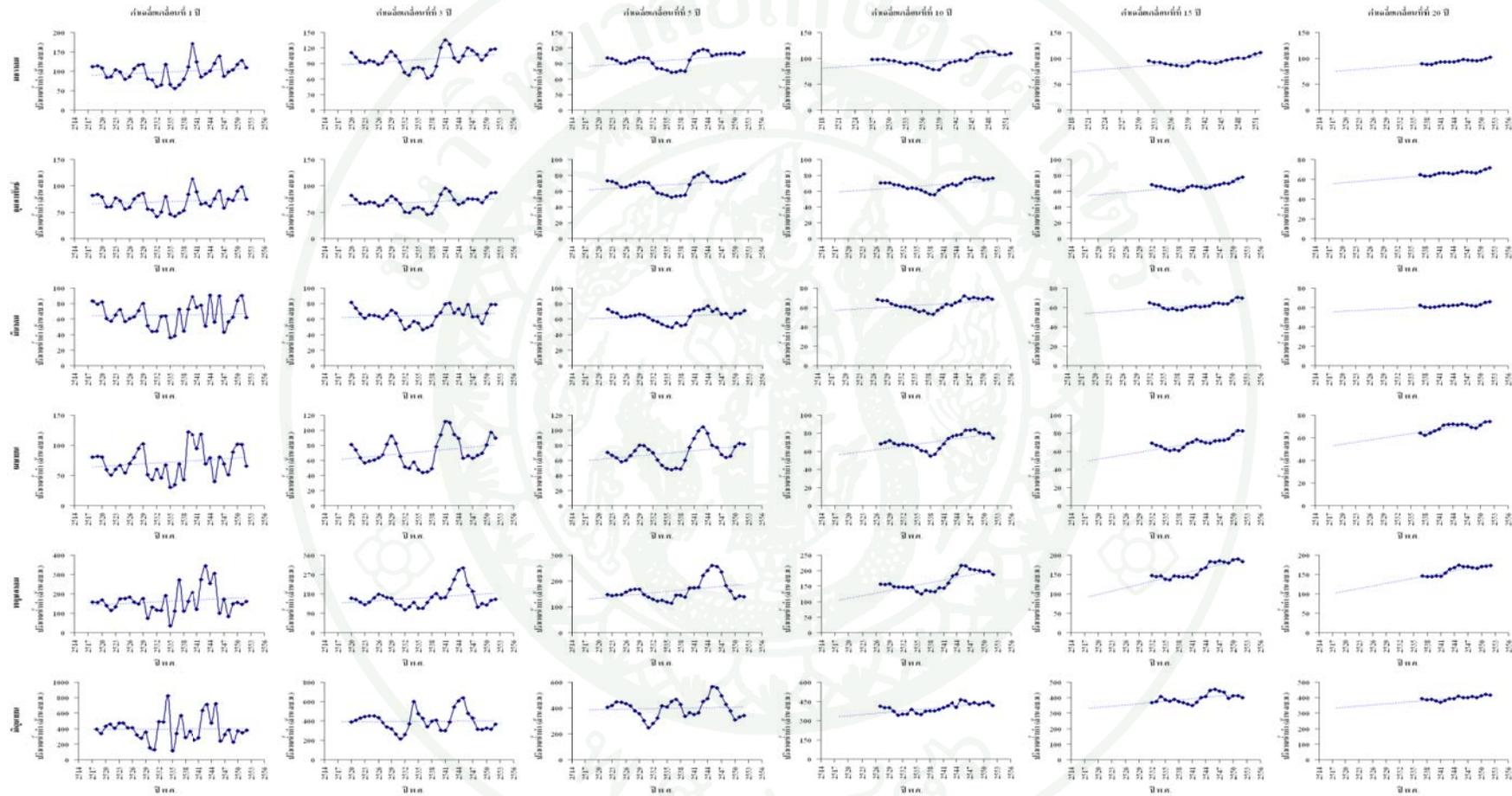
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำของ

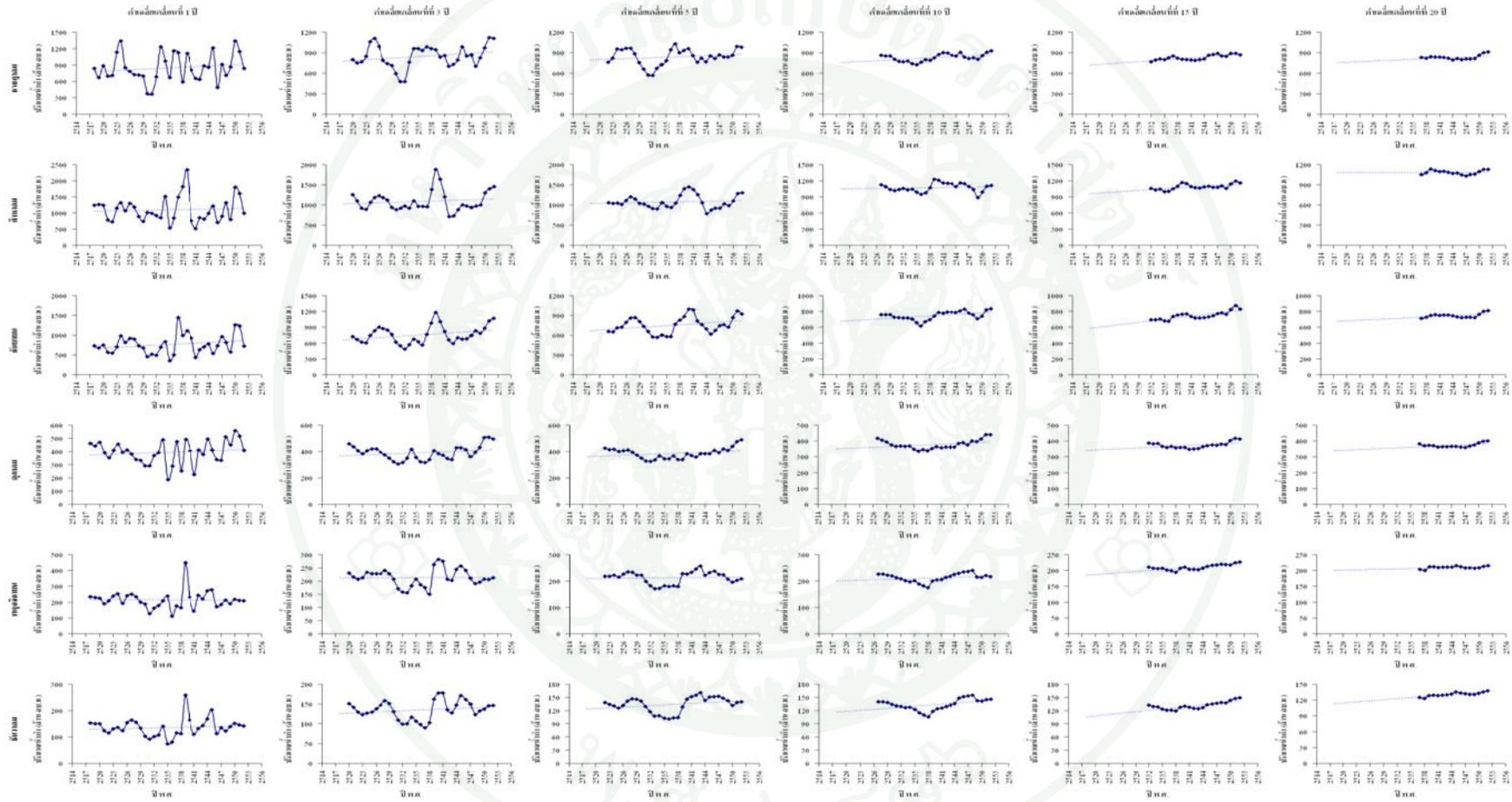
หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เดือน												รายปี
	พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	
2521	79.83	110.66	203.72	273.12	259.97	216.98	168.70	130.68	105.79	94.86	78.82	85.52	1808.67
2522	60.76	76.67	141.14	218.37	203.04	184.91	138.27	100.71	84.72	77.53	63.05	65.67	1414.83
2523	59.29	92.22	190.10	243.55	220.21	194.87	140.11	104.68	81.75	71.19	60.17	63.36	1521.49
2524	77.57	102.77	186.24	267.69	249.30	220.36	167.15	129.71	104.09	93.86	77.46	83.63	1759.83
2525	76.24	86.70	146.64	219.66	210.97	201.09	157.51	114.83	101.29	95.44	78.20	81.82	1570.39
2526	80.61	98.23	159.11	249.11	225.12	208.68	158.46	118.16	107.61	100.97	83.95	86.32	1676.35
2527	61.13	98.23	198.85	236.71	238.03	212.32	145.39	96.22	81.74	71.66	59.04	63.65	1562.98
2528	34.33	51.56	120.80	177.21	164.20	147.10	102.91	69.63	53.18	46.24	35.98	37.54	1040.67
2529	39.40	61.19	133.78	196.47	185.27	162.48	111.26	74.61	59.31	51.66	40.45	42.56	1158.44
2530	33.69	52.72	118.13	186.34	176.01	154.39	103.78	68.66	53.26	46.07	35.57	37.09	1065.70
2531	40.19	60.70	117.41	195.85	183.64	174.59	112.30	77.01	60.58	53.47	43.40	43.51	1162.67
2532	33.58	63.95	165.21	188.82	175.00	147.54	98.93	61.72	49.15	41.03	31.69	33.83	1090.45
2533	104.54	141.28	237.64	326.24	291.10	269.49	205.17	172.27	136.18	122.56	103.77	114.26	2224.51
2534	76.29	94.02	170.46	250.54	244.76	208.75	162.46	118.10	100.82	92.91	75.67	80.14	1674.90
2535	72.49	75.85	120.53	188.97	174.22	188.67	148.10	107.40	97.60	93.90	80.19	79.64	1427.56
2536	67.43	98.18	174.15	285.97	248.66	199.14	141.72	104.66	93.60	84.61	70.13	70.77	1639.03
2537	108.96	155.54	257.19	312.10	331.14	307.11	217.12	152.50	136.14	123.69	101.19	114.98	2317.68
2538	84.33	92.88	191.92	283.57	351.36	263.96	181.15	142.17	119.25	101.75	88.17	91.31	1991.81
2539	75.29	101.73	190.36	275.62	290.26	237.67	164.96	150.98	122.84	90.94	78.21	80.17	1859.02
2540	63.29	90.30	98.13	227.99	203.22	271.88	139.19	106.15	85.23	79.46	64.43	65.23	1494.49
2541	72.44	69.02	117.79	222.62	194.44	158.02	110.95	99.00	84.66	75.34	63.15	67.70	1335.12
2542	42.71	101.59	256.39	326.42	333.11	171.46	143.69	63.35	54.66	39.10	33.90	36.88	1603.27
2543	87.22	148.25	271.23	253.03	257.22	223.00	152.38	121.08	102.54	97.66	87.78	90.72	1892.11
2544	68.13	123.79	195.99	269.19	229.61	205.33	149.07	102.77	94.25	75.13	63.04	77.07	1653.38
2545	78.15	156.50	219.11	269.96	273.34	175.63	146.43	133.66	108.02	84.01	68.59	75.98	1789.38
2546	76.13	88.57	121.74	213.05	221.44	208.10	136.92	98.74	87.88	96.28	78.76	81.71	1509.32
2547	55.58	74.97	122.79	250.54	230.10	263.40	117.93	86.46	79.88	60.30	53.87	54.67	1450.47
2548	74.65	91.48	132.66	243.53	238.56	248.41	138.67	102.62	93.85	87.38	73.57	77.11	1602.47
2549	88.03	140.24	212.39	265.90	259.71	217.35	159.44	125.88	109.88	99.56	83.72	92.44	1854.55
2550	99.06	146.04	230.93	300.53	291.09	228.95	175.40	134.39	119.55	107.31	91.64	100.48	2025.38
2551	121.04	166.69	245.22	330.48	320.99	275.04	206.04	166.01	148.12	133.06	117.89	123.89	2354.47
2552	63.28	97.19	171.41	244.84	247.26	202.50	137.92	102.30	85.51	72.87	60.49	65.19	1550.76
ค่าเฉลี่ย	70.49	100.30	175.60	249.81	241.32	210.91	148.11	110.53	93.84	83.18	69.56	73.90	1627.57

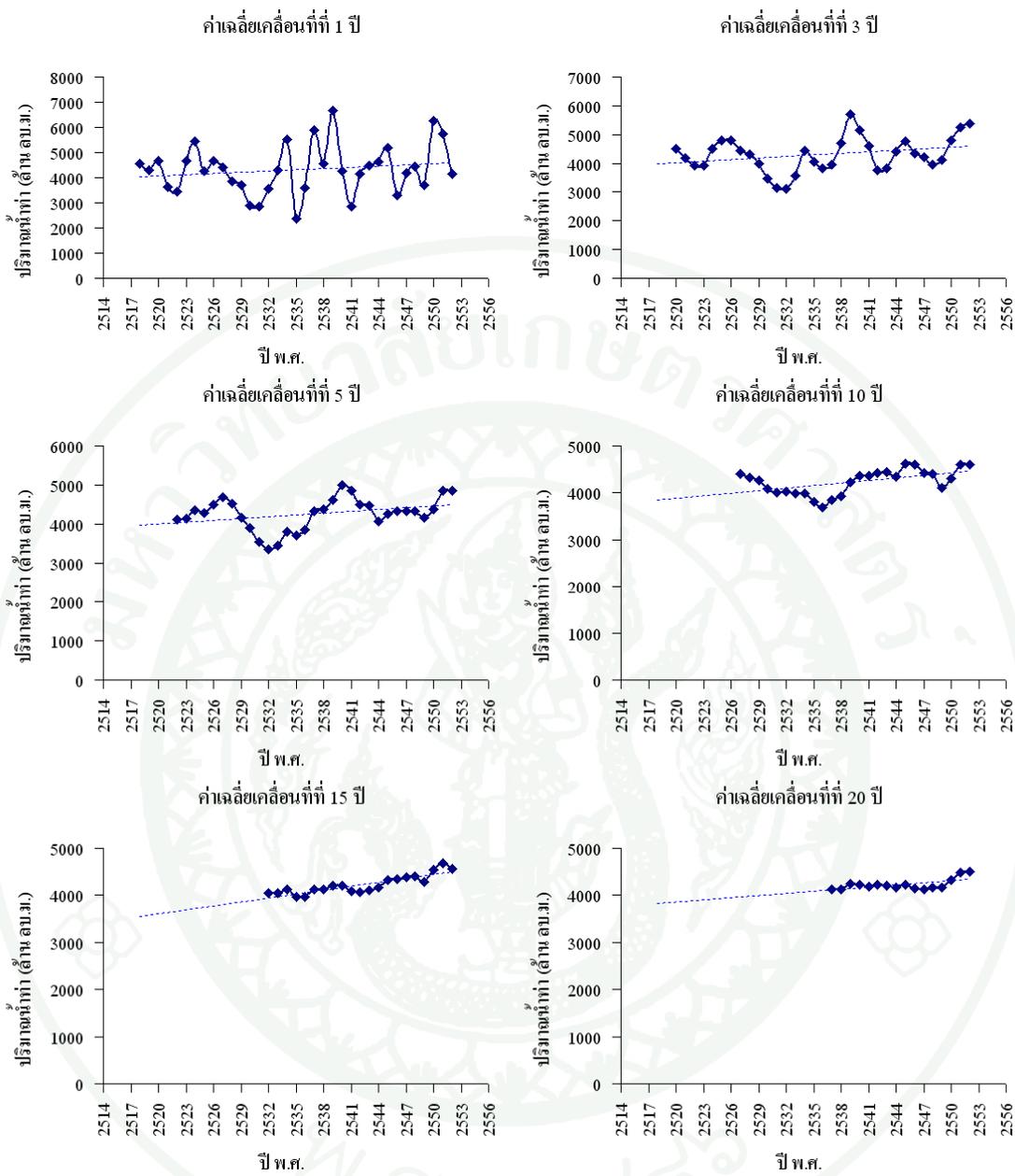
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยาและอุทกศาสตร์ สปป. ลาว (2553)



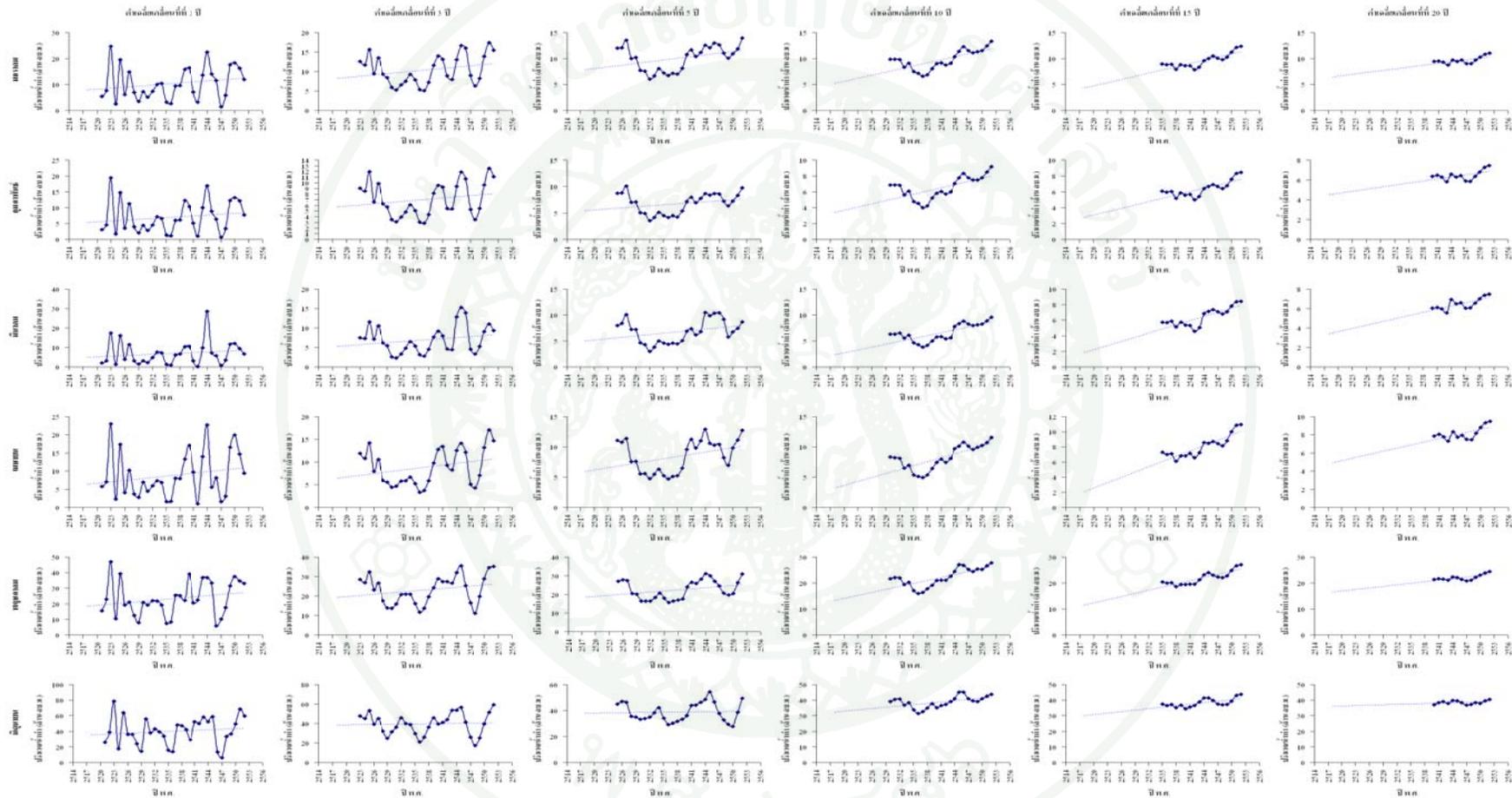
ภาพผนวกที่ 6 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำจืด
ช่วงปี พ.ศ. 2518-2552



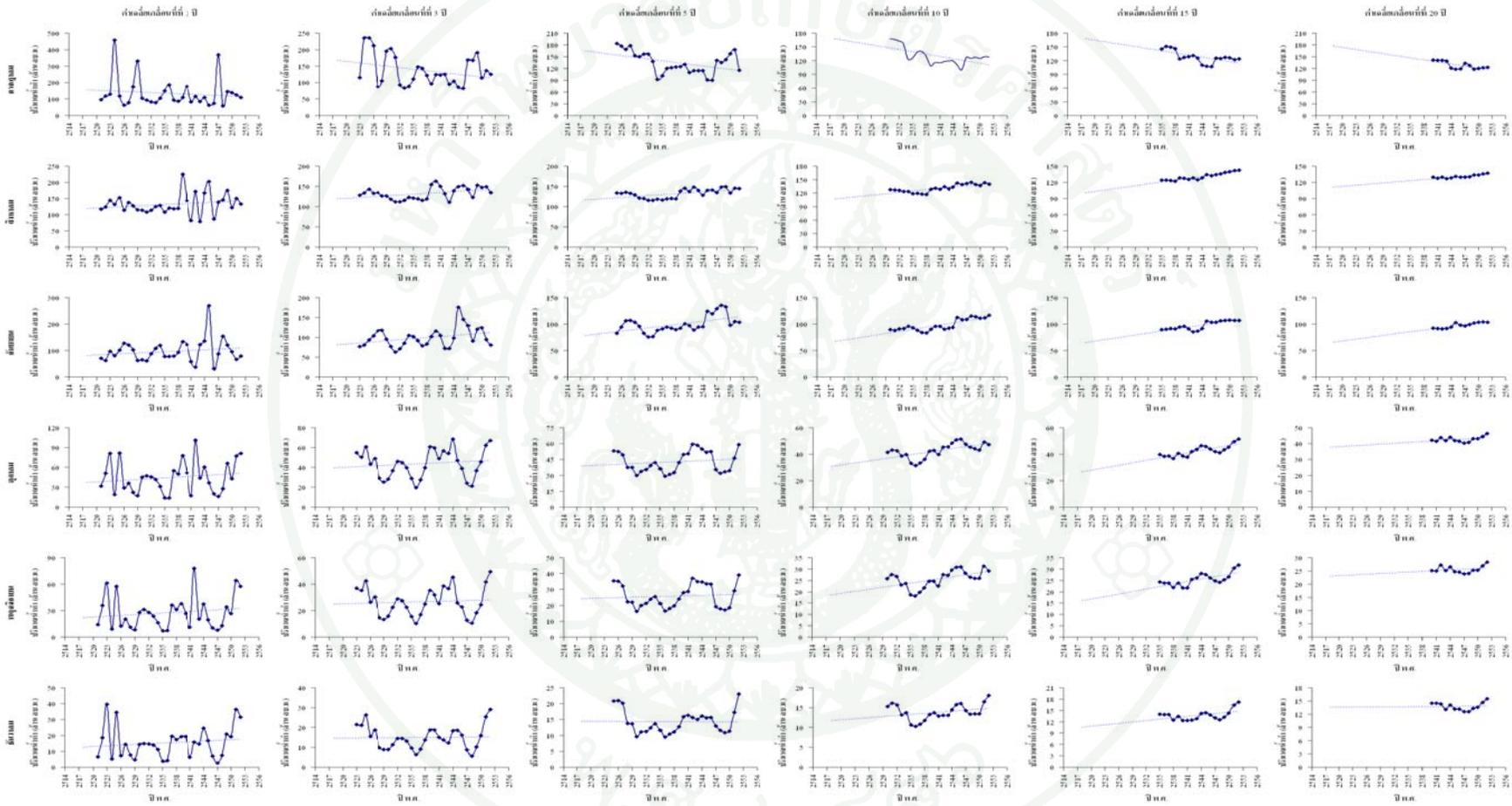
ภาพผนวกที่ 6 (ต่อ)



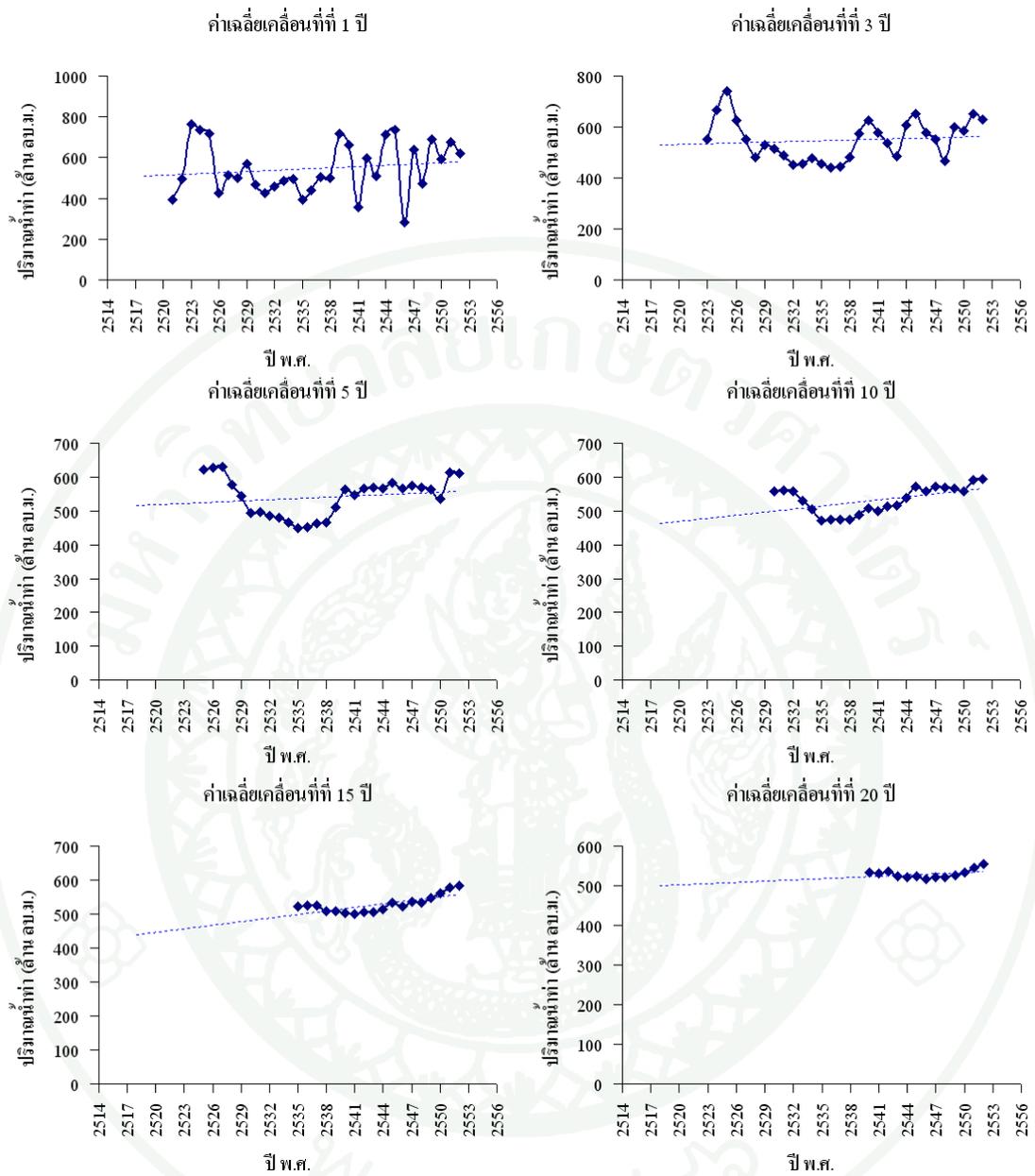
ภาพผนวกที่ 6 (ต่อ)



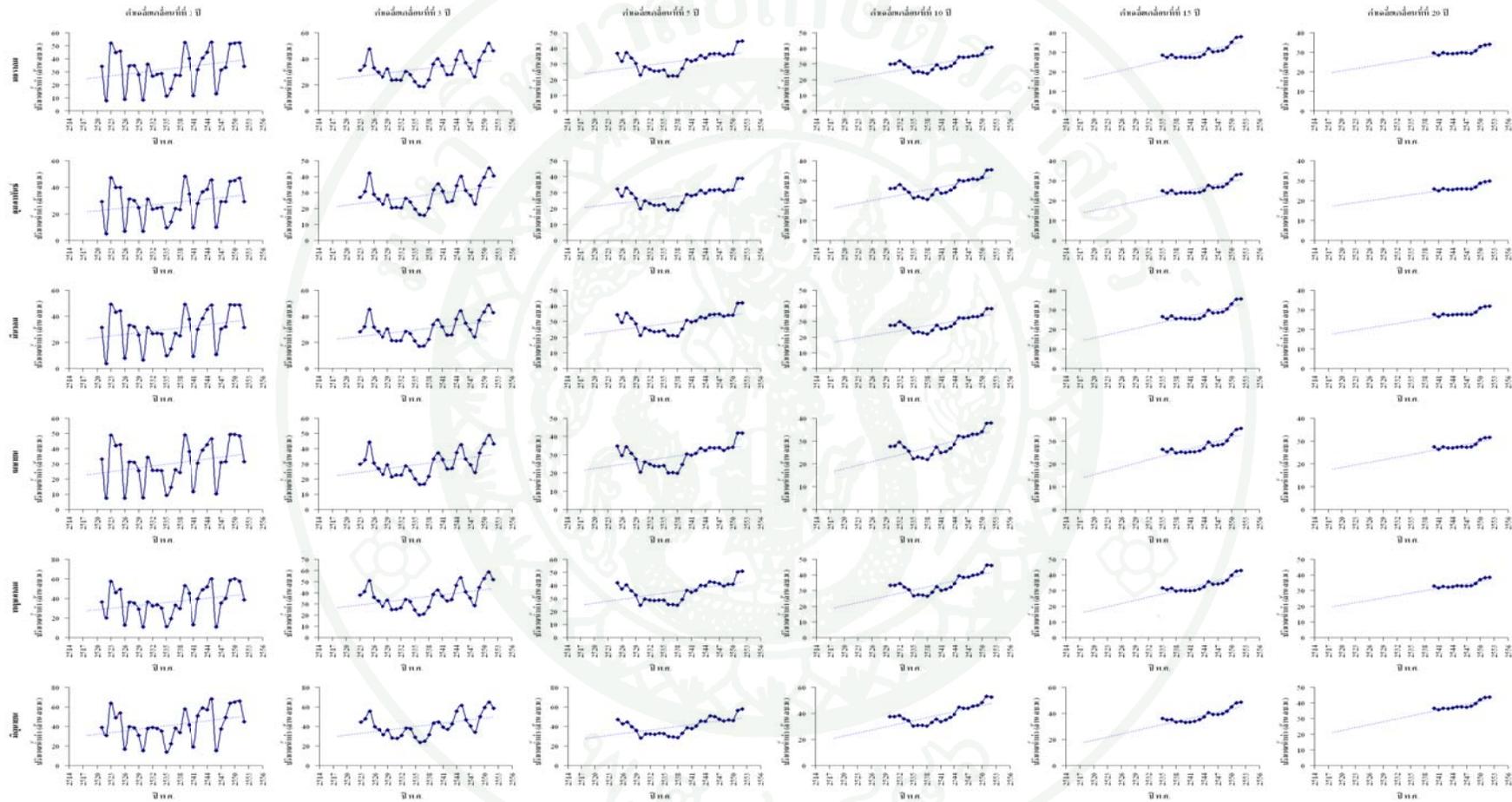
ภาพผนวกที่ 7 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอคจิม ช่วงปี พ.ศ. 2521-2552



ภาพผนวกที่ 7 (ต่อ)

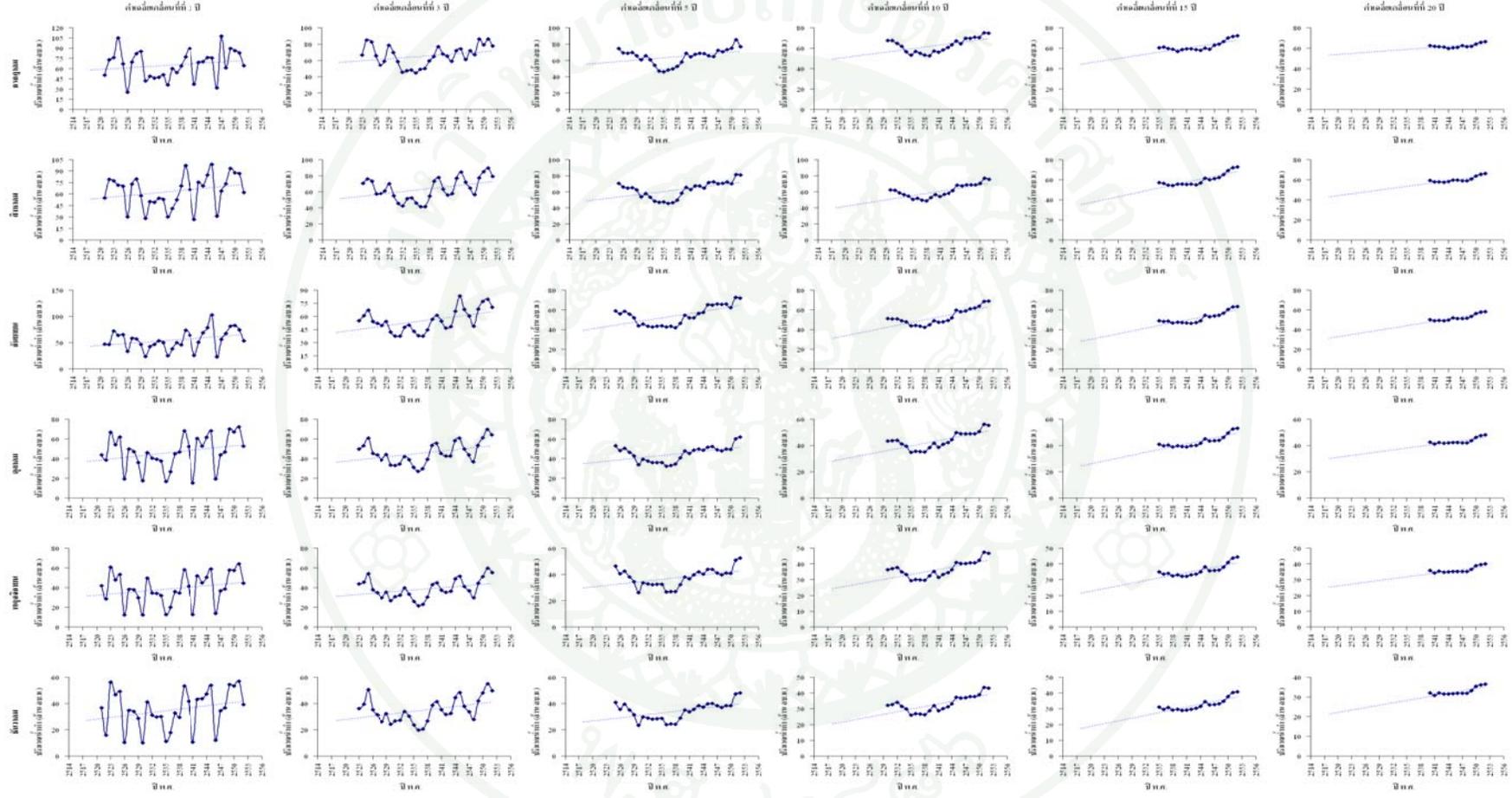


ภาพผนวกที่ 7 (ต่อ)

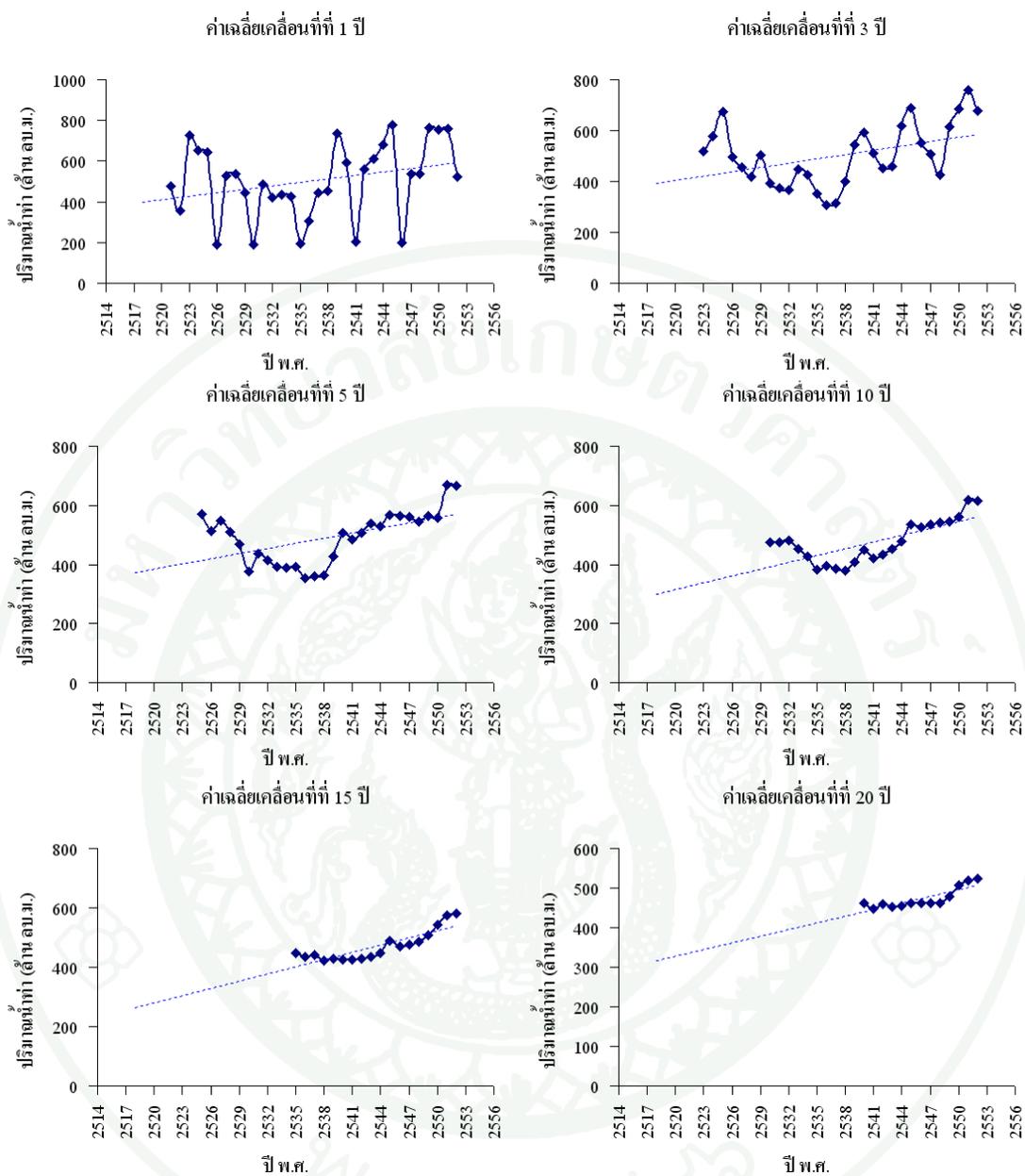


ภาพผนวกที่ 8 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำใต้ ช่วงปี

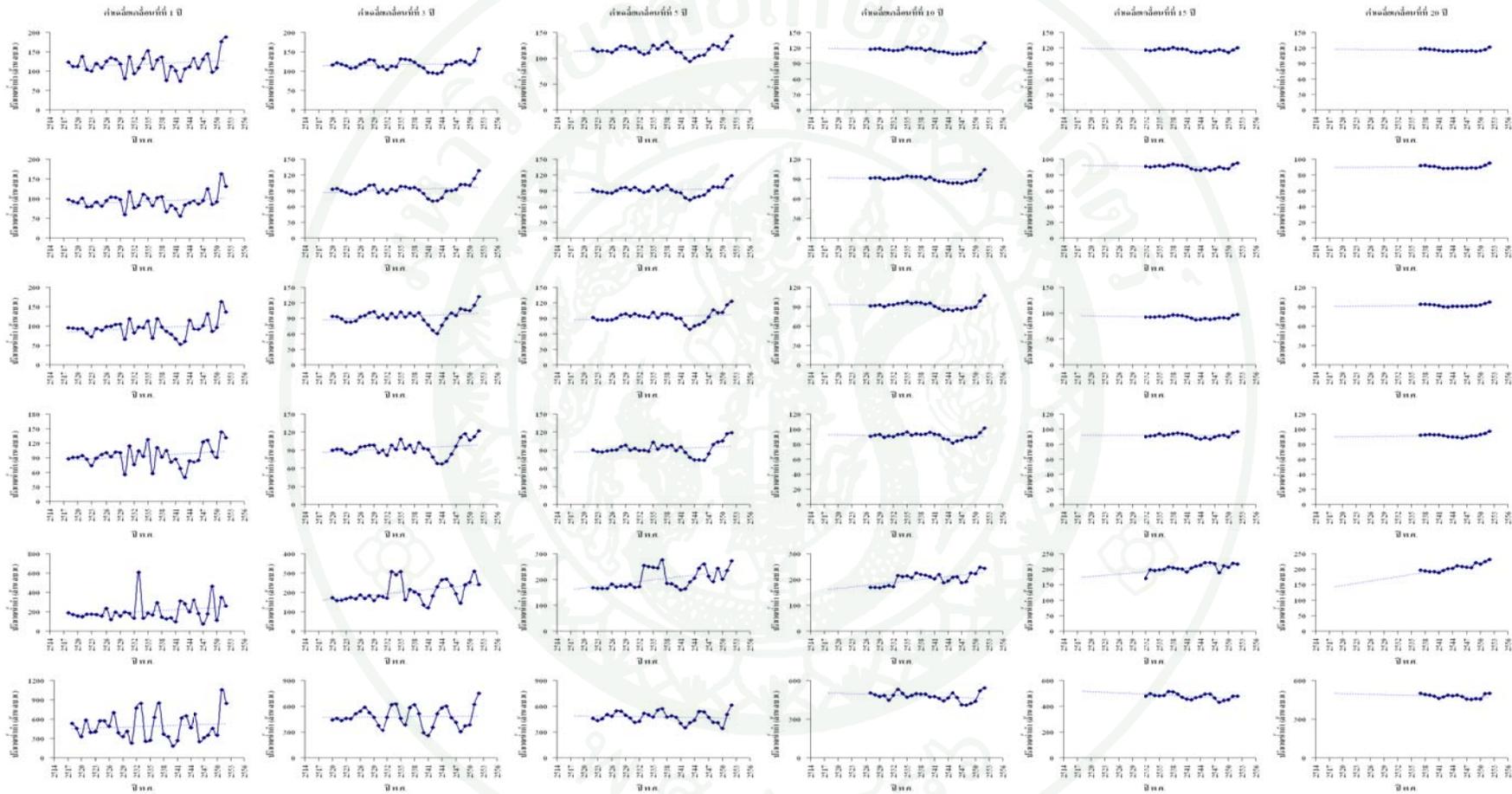
พ.ศ. 2521-2552



ภาพผนวกที่ 8 (ต่อ)

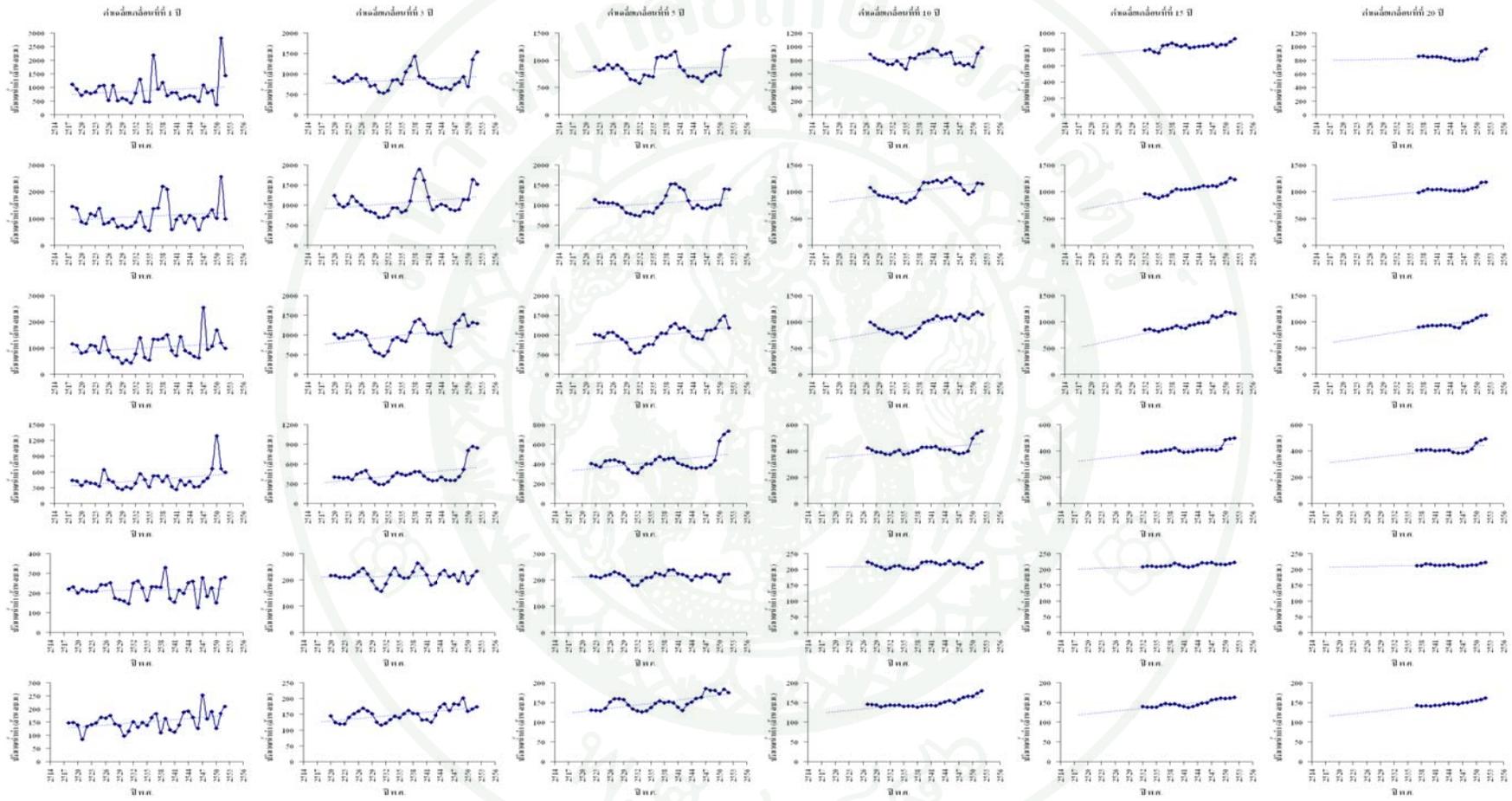


ภาพผนวกที่ 8 (ต่อ)

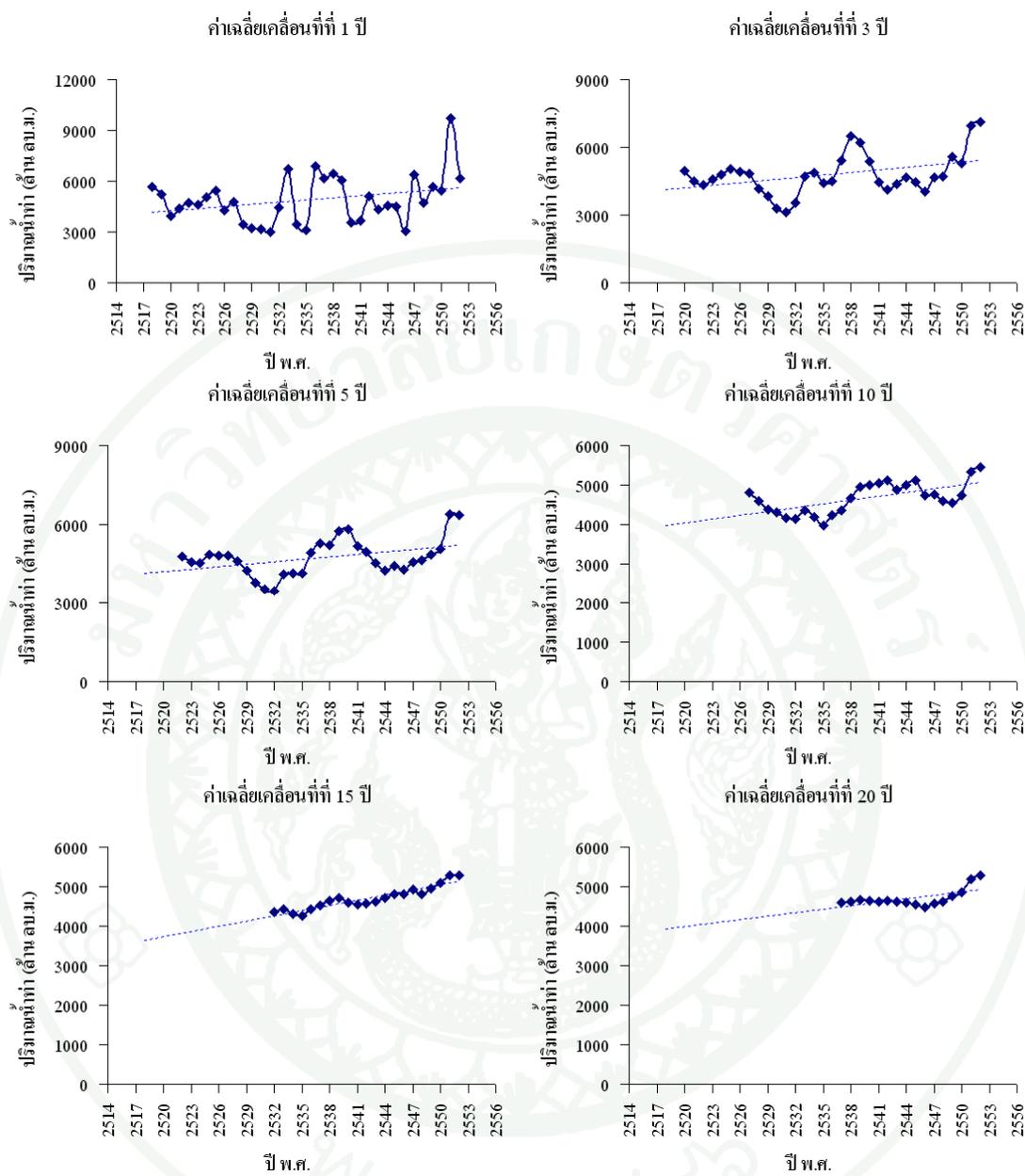


ภาพผนวกที่ 9 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก ช่วงปี

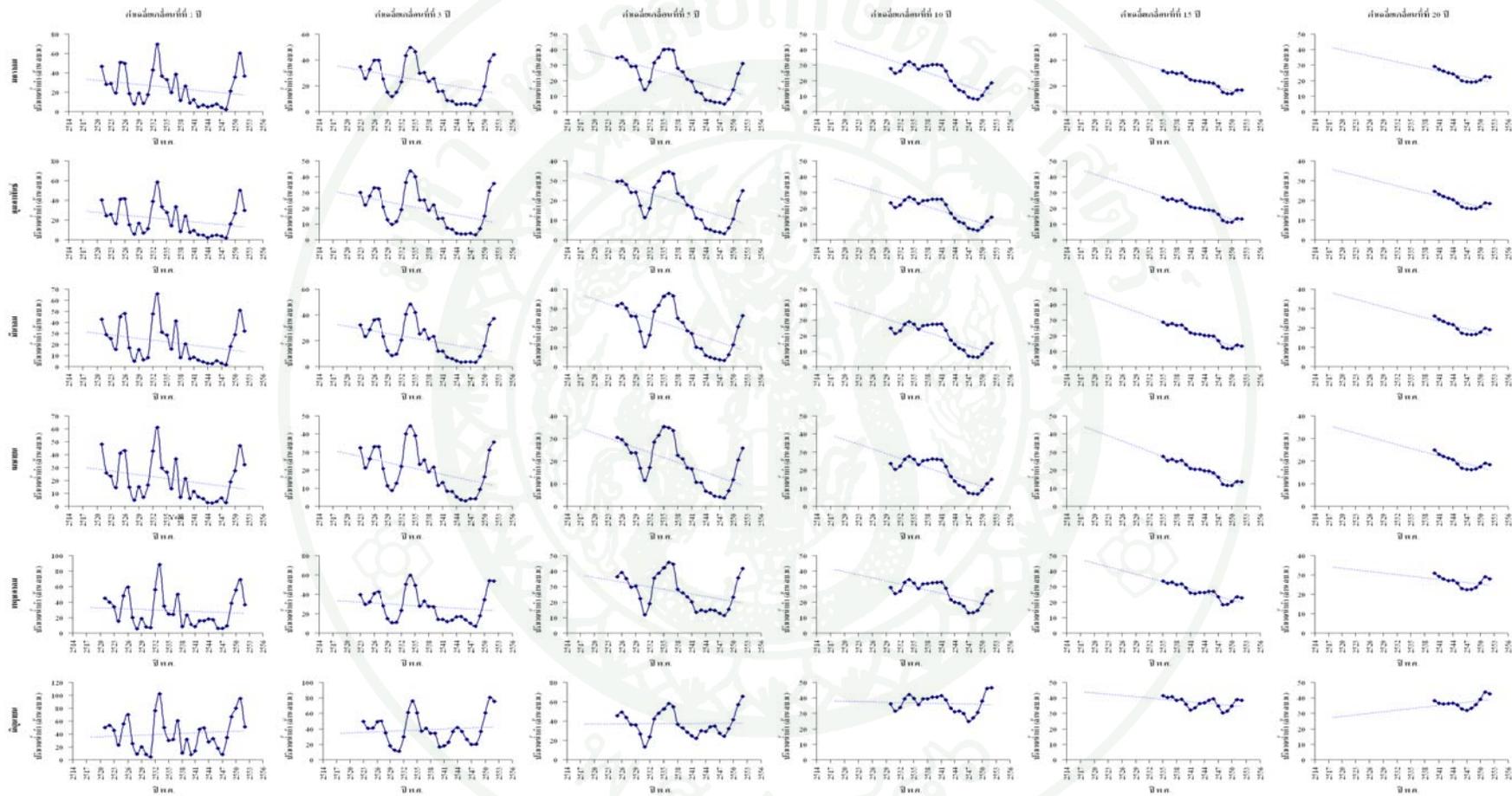
พ.ศ. 2518-2552



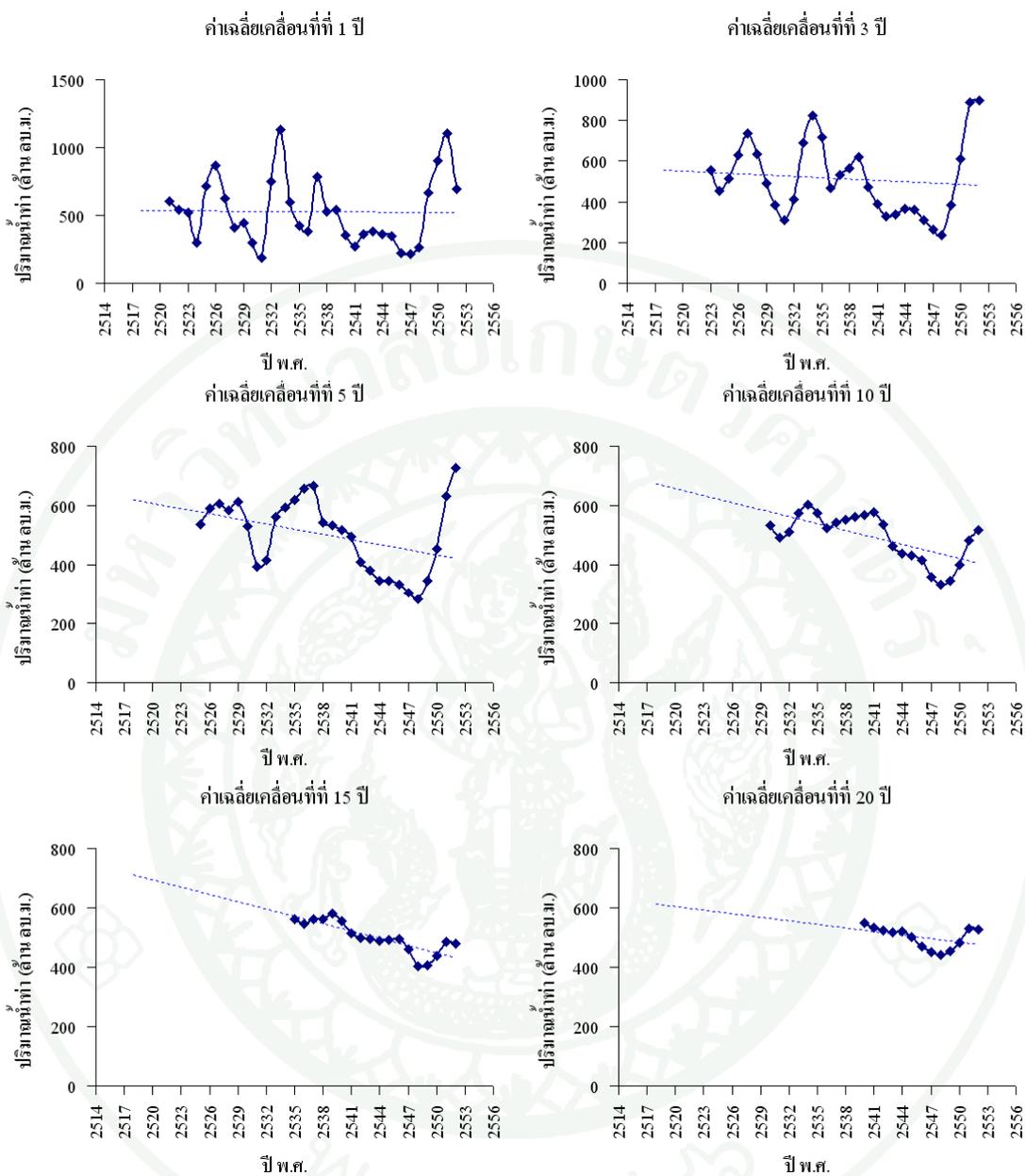
ภาพผนวกที่ 9 (ต่อ)



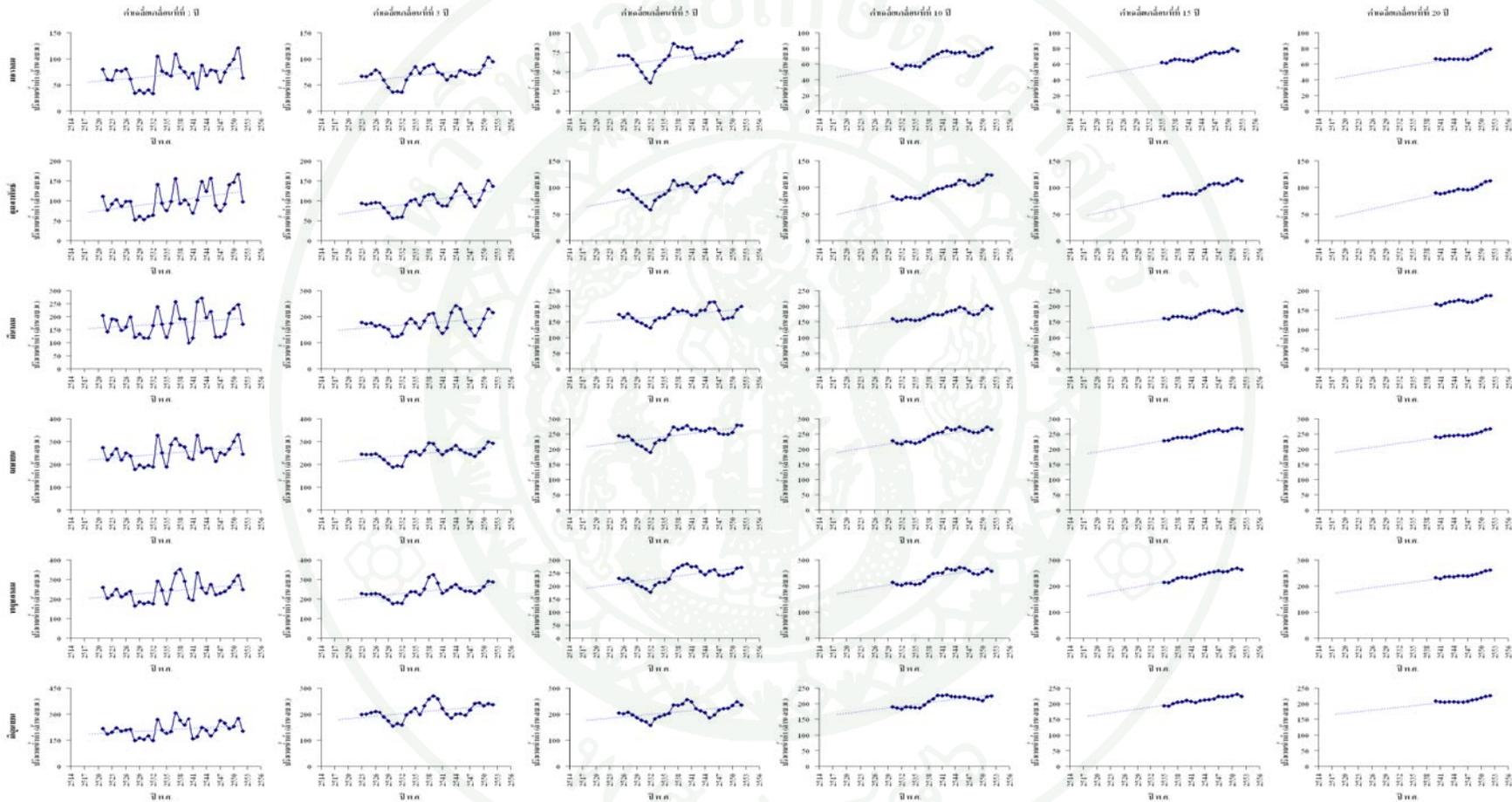
ภาพผนวกที่ 9 (ต่อ)



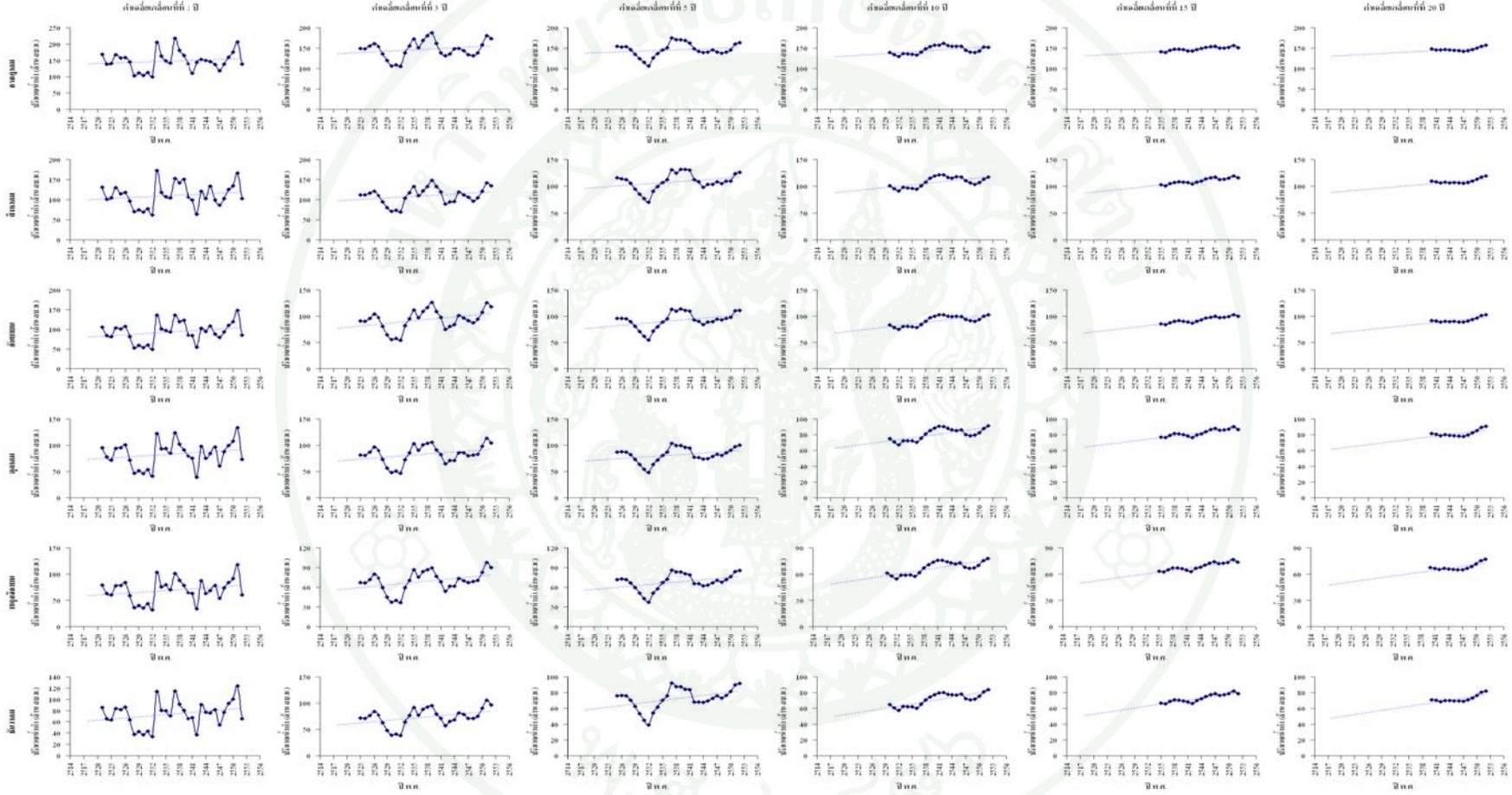
ภาพผนวกที่ 10 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดลึก ช่วงปี พ.ศ. 2521-2552



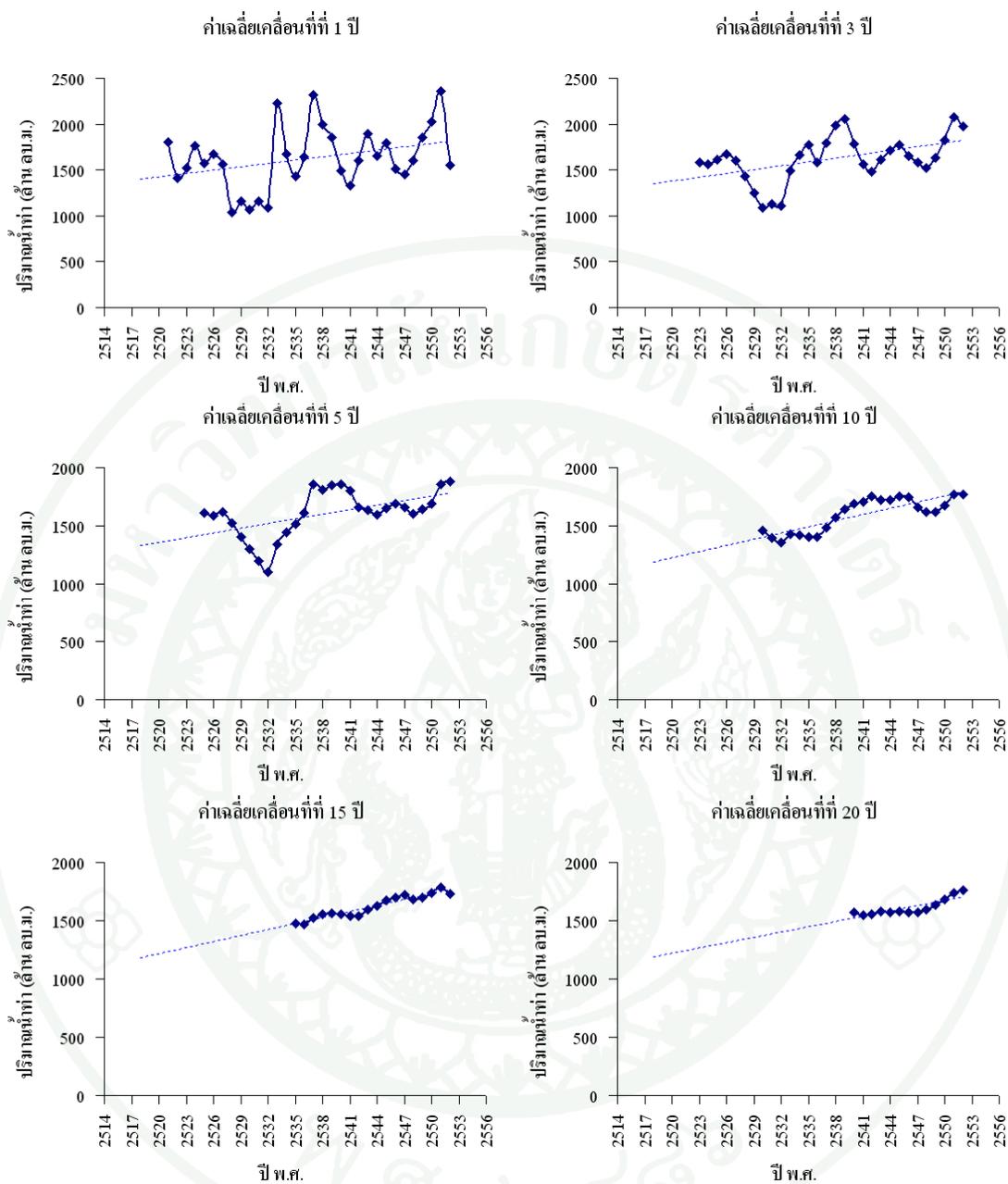
ภาพผนวกที่ 10 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ 11 แนวโน้มความผันแปรของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 1, 3, 5, 10, 15 และ 20 ปี ของปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีของกลุ่มน้ำย่อยน้ำของ
 ช่วงปี พ.ศ. 2521-2552



ภาพผนวกที่ 11 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ 11 (ต่อ)

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำจิม

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำฝน รายปี (มม.)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)	
			พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่	พื้นที่เกษตรกรรม
2530	613.88	1427.67	96.42 *	2.57 *
2531	611.07	1642.15	95.52	3.46
2532	753.80	1783.63	94.62	4.35
2533	912.23	2223.55	93.72	5.25
2534	1171.96	2023.18	92.82	6.14
2535	508.42	1343.13	91.92	7.03
2536	766.82	1473.00	91.02 *	7.92 *
2537	1258.44	1980.54	90.33	8.63
2538	971.03	1687.89	89.64	9.34
2539	1422.22	2161.82	88.95	10.06
2540	903.84	1976.40	88.26 *	10.77 *
2541	610.47	1492.32	84.34	14.66
2542	887.29	1738.85	80.43	18.55
2543	952.78	1932.48	76.51 *	22.45 *
2544	982.95	1909.13	74.84	24.10
2545	1102.02	2240.16	73.96 *	24.97 *
2546	699.32	1430.52	72.20	26.72
2547	889.91	1683.18	70.44	28.47
2548	943.00	1661.19	68.68	30.22
2549	791.61	2125.55	66.92	31.97
2550	1330.20	2206.05	65.17	33.72
2551	1226.83	2282.23	63.41 *	35.47 *

หมายเหตุ * ข้อมูลที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดจิม

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำฝน รายปี (มม.)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)	
			พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่	พื้นที่เกษตรกรรม
2530	687.17	1176.80	93.47 *	6.01 *
2531	626.61	1373.10	91.85	7.62
2532	670.93	1404.00	90.24	9.24
2533	709.50	1422.00	88.62	10.86
2534	726.20	1493.40	87.00	12.47
2535	574.22	1031.30	85.38	14.09
2536	642.96	1218.90	83.76 *	15.70 *
2537	739.25	1539.50	82.55	16.91
2538	734.55	1469.20	81.34	18.11
2539	1053.44	1663.30	80.13	19.32
2540	970.39	1735.30	78.93 *	20.52 *
2541	520.47	1116.00	77.15	22.30
2542	876.13	1372.10	75.37	24.08
2543	744.77	1550.30	73.60 *	25.86 *
2544	1048.66	1817.20	69.78	29.68
2545	1078.45	1862.30	65.97 *	33.49 *
2546	411.28	1090.30	63.19	36.27
2547	940.28	1417.00	60.41	39.05
2548	694.09	1373.60	57.64	41.82
2549	1008.88	1818.70	54.86	44.60
2550	871.96	1622.00	52.08	47.38
2551	991.07	1751.60	49.30 *	50.15 *

หมายเหตุ * ข้อมูลที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำโก้

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำฝน รายปี (มม.)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)	
			พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่	พื้นที่เกษตรกรรม
2530	298.91	1176.80	87.15 *	9.41 *
2531	770.85	1373.10	86.05	10.25
2532	670.25	1404.00	84.94	11.09
2533	690.11	1422.00	83.84	11.93
2534	673.62	1493.40	82.73	12.77
2535	310.84	1031.30	81.63	13.61
2536	485.45	1218.90	80.53 *	14.45 *
2537	709.04	1539.50	78.89	16.08
2538	720.62	1469.20	77.26	17.72
2539	1170.59	1663.30	75.62	19.36
2540	941.65	1735.30	73.99 *	20.99 *
2541	320.17	1116.00	62.03	32.94
2542	890.90	1372.10	50.08	44.90
2543	974.05	1550.30	38.13 *	56.85 *
2544	1078.99	1817.20	37.69	57.15
2545	1239.06	1862.30	37.25 *	57.45 *
2546	318.44	1090.30	34.47	60.21
2547	854.27	1417.00	31.69	62.97
2548	856.74	1373.60	28.90	65.73
2549	1212.64	1818.70	26.12	68.49
2550	1199.17	1622.00	23.34	71.25
2551	1203.04	1751.60	20.55 *	71.04 *

หมายเหตุ * ข้อมูลที่ได้จากแผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางผนวกที่ 15 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำลิก

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำฝน รายปี (มม.)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)	
			พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่	พื้นที่เกษตรกรรม
2530	636.61	1665.01	96.26 *	3.36 *
2531	604.54	1954.24	95.98	3.64
2532	895.63	2519.70	95.70	3.91
2533	1355.33	2884.63	95.42	4.19
2534	694.12	2095.77	95.14	4.47
2535	627.97	1945.33	94.87	4.75
2536	1389.91	2392.61	94.59 *	5.03 *
2537	1243.35	2854.51	94.21	5.41
2538	1295.48	2518.04	93.83	5.79
2539	1222.42	2299.70	93.44	6.17
2540	720.37	1870.74	93.06 *	6.55 *
2541	743.27	2142.04	92.70	6.91
2542	1024.37	2379.57	92.34	7.28
2543	871.70	2226.74	91.97 *	7.64 *
2544	913.97	2326.33	90.51	9.09
2545	901.59	1970.25	89.05 *	10.54 *
2546	615.90	2153.62	88.02	11.57
2547	1290.68	2539.44	86.98	12.60
2548	949.56	2419.09	85.95	13.63
2549	1136.60	2642.39	84.92	14.67
2550	1100.56	2937.03	83.89	15.70
2551	1958.92	3526.79	82.85 *	16.73 *

หมายเหตุ * ข้อมูลที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางผนวกที่ 16 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำยอดดึก

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำฝน รายปี (มม.)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)	
			พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่	พื้นที่เกษตรกรรม
2530	717.10	1096.00	98.39 *	1.18 *
2531	451.05	1346.90	97.30	2.27
2532	1790.61	2431.50	96.20	3.37
2533	2714.02	3180.70	95.10	4.46
2534	1424.73	1819.30	94.00	5.56
2535	1018.16	1401.10	92.91	6.65
2536	921.51	1863.90	91.81 *	7.75 *
2537	1882.82	2934.00	91.15	8.41
2538	1255.28	2055.50	90.49	9.08
2539	1300.50	2076.60	89.83	9.74
2540	839.43	1127.60	89.16	10.41
2541	655.31	1047.80	87.73	11.82
2542	860.96	1261.10	86.30	13.24
2543	909.57	1224.60	84.87 *	14.66 *
2544	857.29	1331.40	81.70	17.78
2545	838.99	1349.30	78.53 *	20.91 *
2546	533.27	1085.50	78.10	21.31
2547	520.43	1016.93	77.68	21.71
2548	631.13	1140.00	77.25	22.11
2549	1599.01	2301.30	76.82	22.51
2550	2155.03	2600.80	76.39	22.91
2551	2640.86	3420.40	75.96 *	23.30 *

หมายเหตุ * ข้อมูลที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางผนวกที่ 17 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ปี พ.ศ. 2530-2551 ของลุ่มน้ำย่อยน้ำของ

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.)	ปริมาณน้ำฝน รายปี (มม.)	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)	
			พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่	พื้นที่เกษตรกรรม
2530	1290.27	1406.73	97.94 *	1.83 *
2531	1407.67	1628.64	97.19	2.59
2532	1320.24	1628.64	96.44	3.34
2533	2693.27	3455.68	95.68	4.09
2534	2027.85	2366.60	94.93	4.84
2535	1728.38	2069.39	94.18	5.59
2536	1984.42	2437.23	93.43 *	6.34 *
2537	2806.07	3454.13	93.35	6.42
2538	2411.54	2915.28	93.27	6.49
2539	2250.76	2911.99	93.19	6.57
2540	1809.42	2210.39	93.11	6.64
2541	1616.46	1996.61	92.98	6.77
2542	1941.12	2538.87	92.85	6.90
2543	2290.83	2728.31	92.92 *	6.82 *
2544	2001.79	2470.68	92.65	7.09
2545	2166.45	2542.09	92.38 *	7.37 *
2546	1827.38	2025.67	90.08	9.65
2547	1756.12	2411.91	87.79	11.93
2548	1940.15	2626.80	85.50	14.22
2549	2245.35	2858.55	83.20	16.50
2550	2452.18	3087.61	80.91	18.79
2551	2850.62	3826.56	78.62 *	21.07 *

หมายเหตุ * ข้อมูลที่ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายกองสี วันนะสิน
วัน เดือน ปี เกิด	02 พฤศจิกายน 2523
สถานที่เกิด	นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศลาว
ประวัติการศึกษา	วท.บ (การจัดการที่ดิน) ประเทศเวียดนาม
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์สอน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยชลประทาน ท่าอ่อน นครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	สำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ (Thailand International Development Cooperation Agency; TICA)