บทที่ 4

การวิเคราะห์และผลการศึกษา

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือและใต้ ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ วิเคราะห์ความสัมพันธ์รายพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ภูมิภาค ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลช่วงปี พ.ศ.2534-2343 มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ความสัมพันธ์รายพื้นที่ลุ่มน้ำ

เป็นการศึกษาในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยพิจารณาความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าของลุ่มน้ำเดียวกันซึ่งคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำไม่เปลี่ยนแปลง โดยข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในหัวข้อนี้เป็นความลึกน้ำฝนมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

4.1.1 ชลภาพปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน

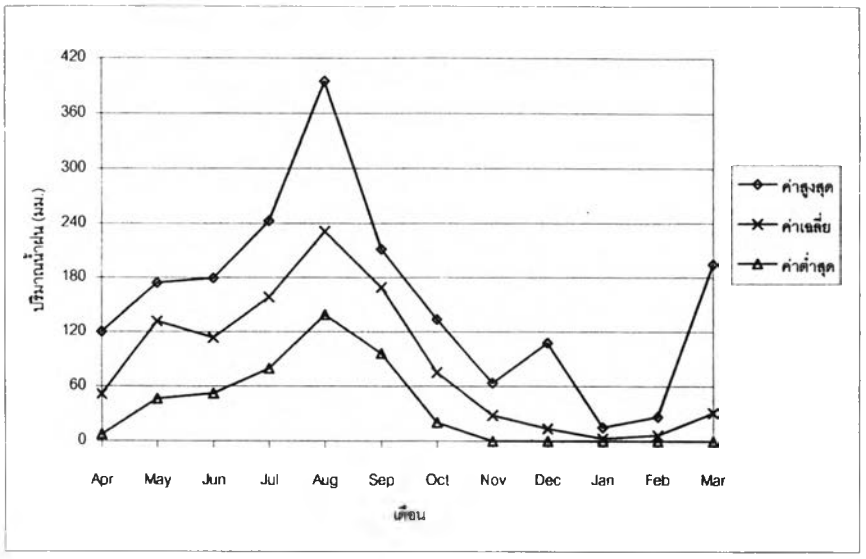
เป็นการเปรียบเทียบชลภาพปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน โดยแบ่งออกเป็นค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุดของข้อมูลรายเดือนของแต่ละลุ่มน้ำ โดยพิจารณาเฉพาะปัจจัยทางด้านอุทกวิทยาที่มีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า

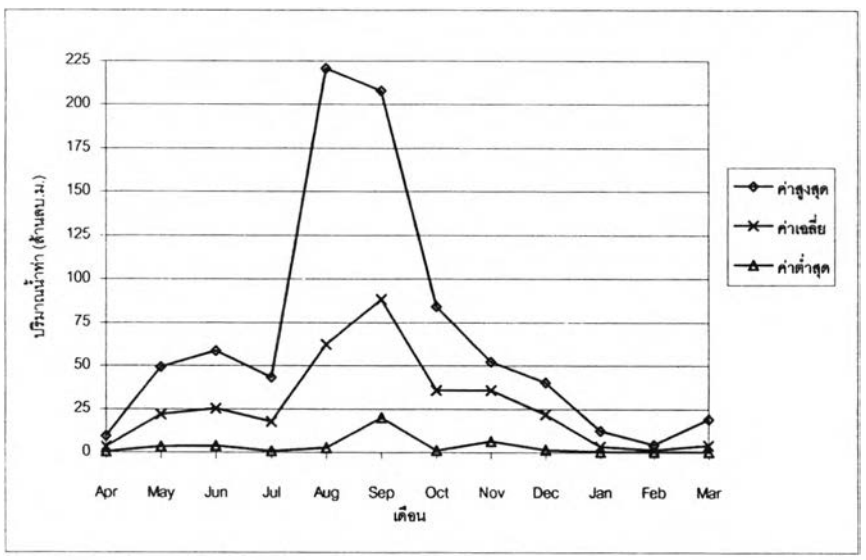
1) ภาคเหนือ

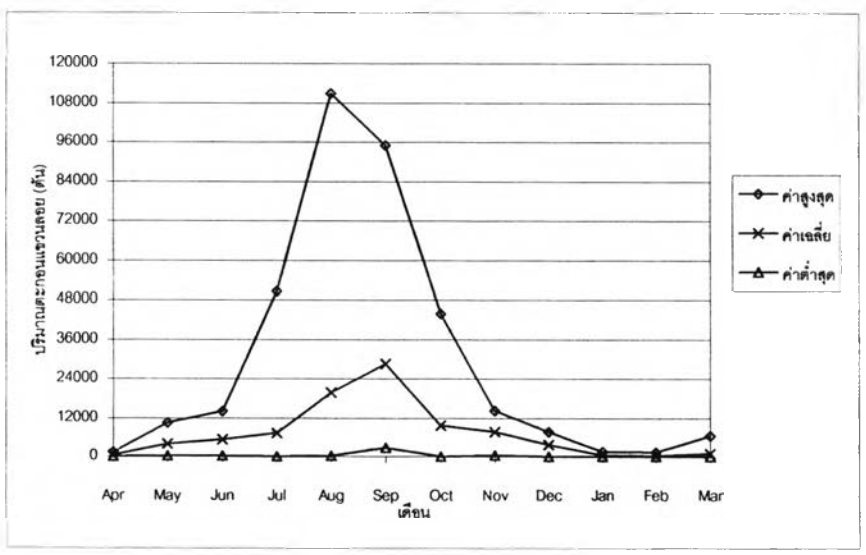
รูปที่ 4-1 ถึง 4-15 แสดงชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยของทั้ง 15 สถานีในภาคเหนือ เมื่อพิจารณาชลภาพน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยพบว่าชลภาพของทั้ง 3 ค่ามีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยในภาคเหนือจะมีปริมาณมากในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือน สิงหาคม – กันยายน ซึ่งจะเป็นช่วงเดียวกันกับที่ปริมาณน้ำฝนและน้ำท่ามีมาก และมีปริมาณน้อยในช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าน้อยเช่นกัน แสดงว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า

2) ภาคใต้

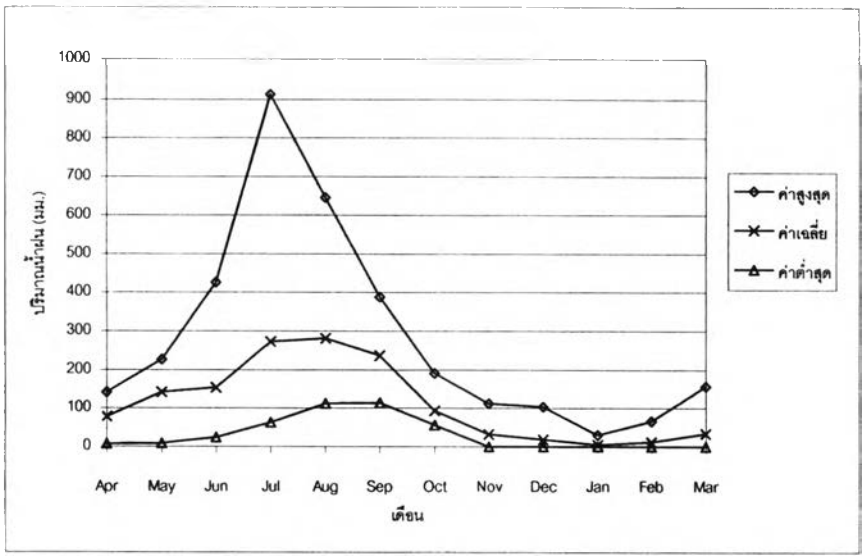
รูปที่ 4-16 ถึง 4-31 แสดงชลภาพรายเดือนของของปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยของทั้ง 15 สถานีในภาคใต้ เมื่อพิจารณาชลภาพน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยพบว่าชลภาพของทั้ง 3 ค่ามีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยในภาคใต้จะมีปริมาณมากในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนตุลาคม – ธันวาคม ซึ่งจะเป็นช่วงเดียวกันกับที่ปริมาณน้ำฝนและ

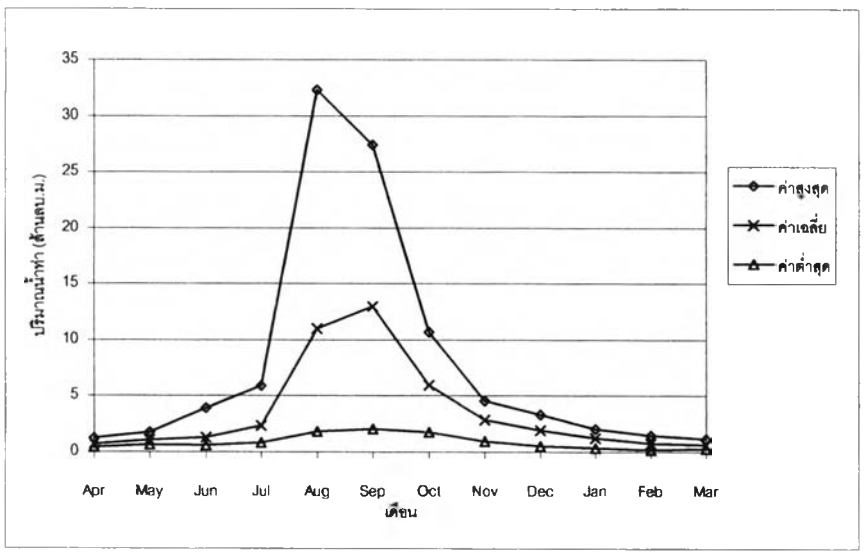


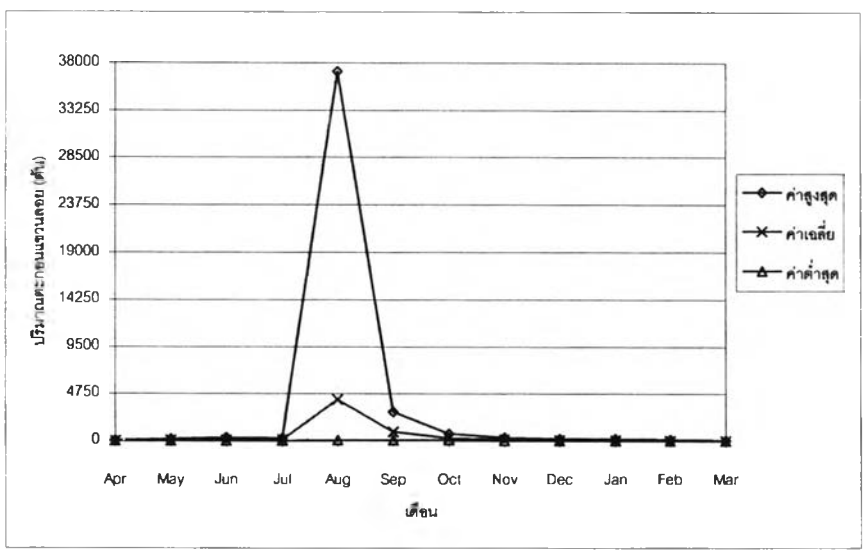




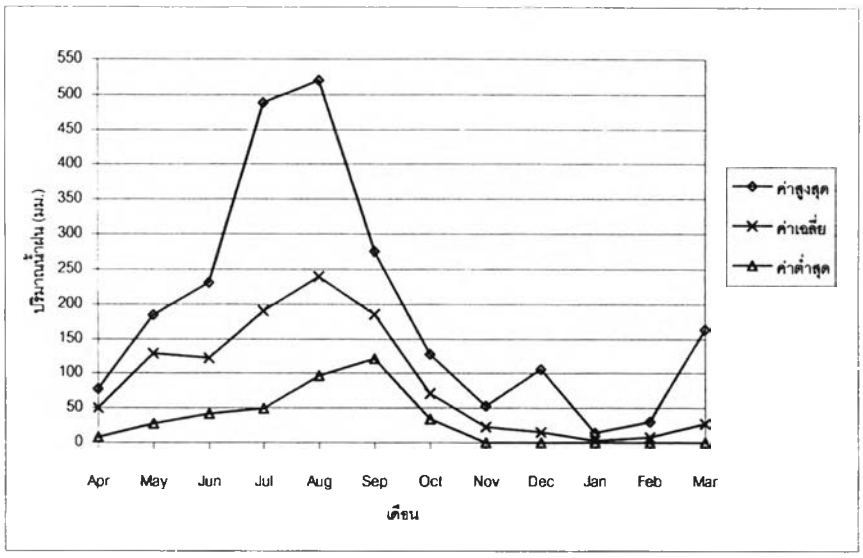
รูปที่ 4-1 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี P.4A อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

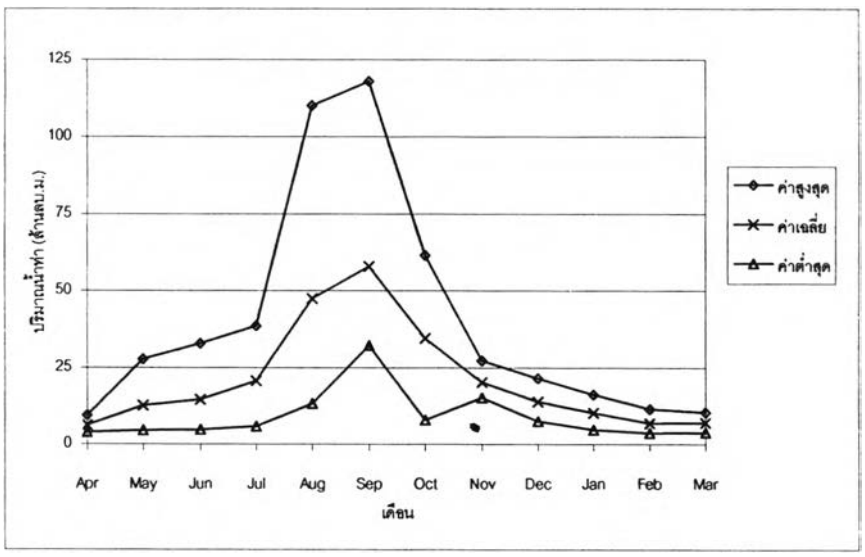


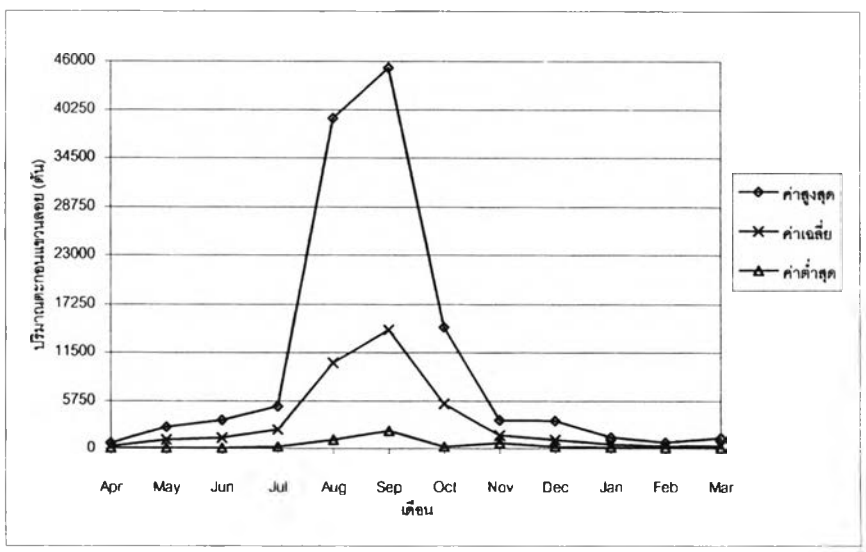




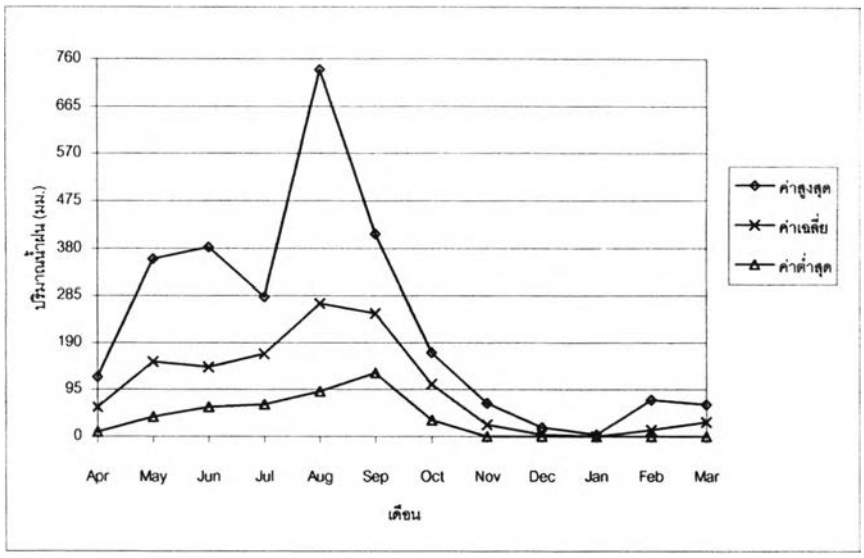
รูปที่ 4-2 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 060202 อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

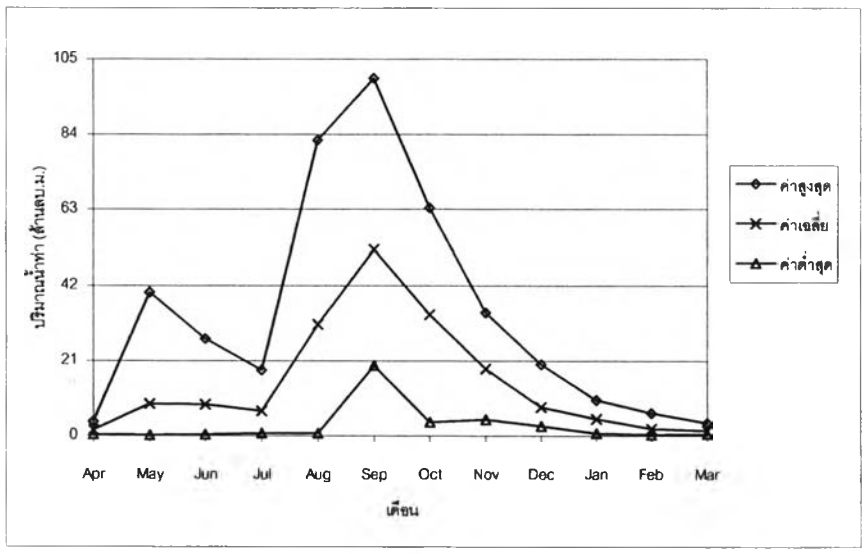


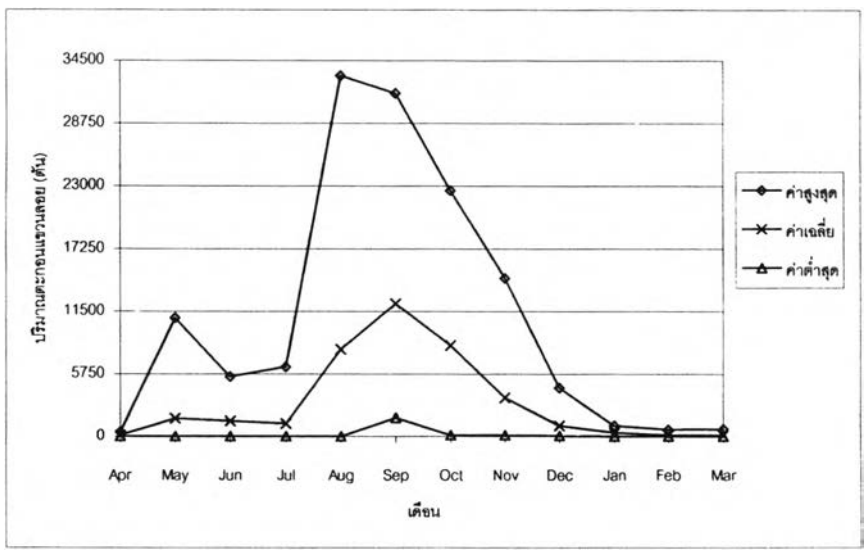




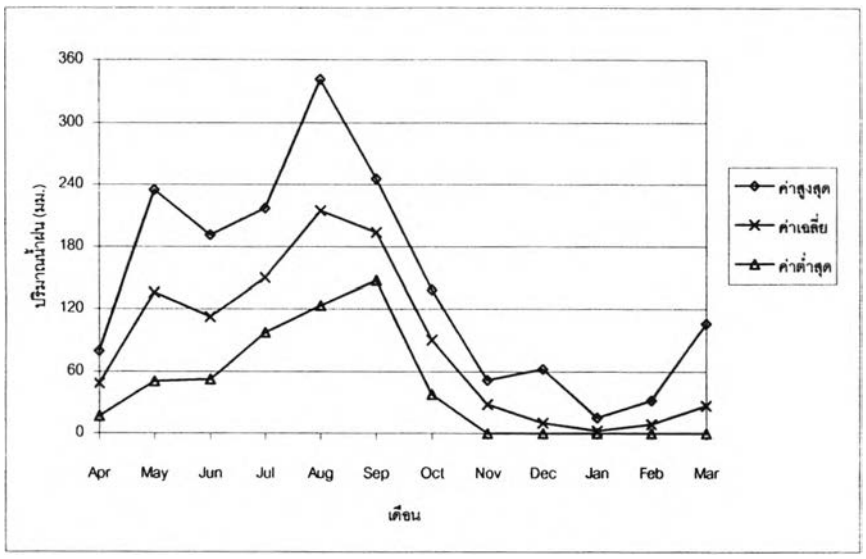
รูปที่ 4-3 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 060406 อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

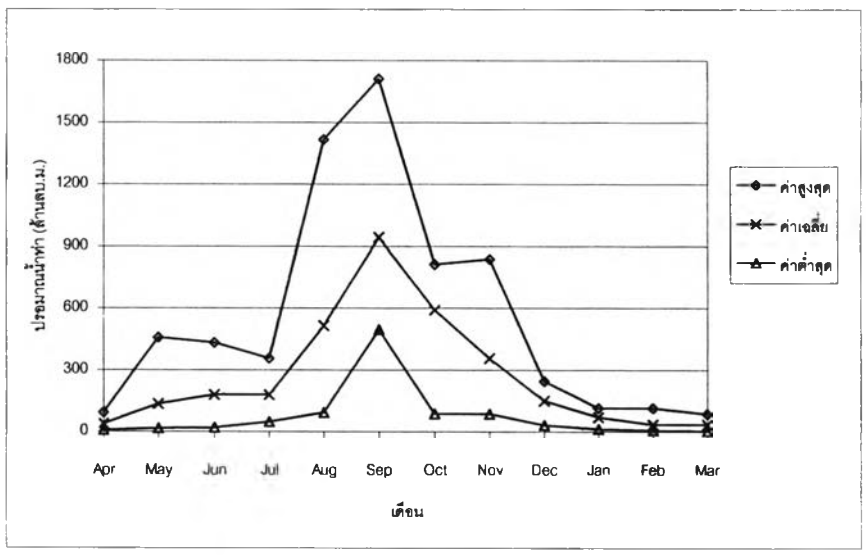


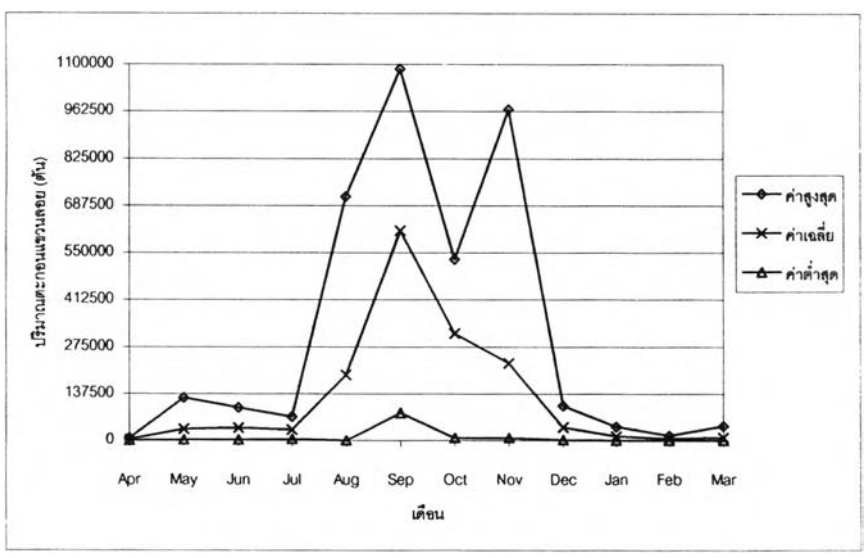




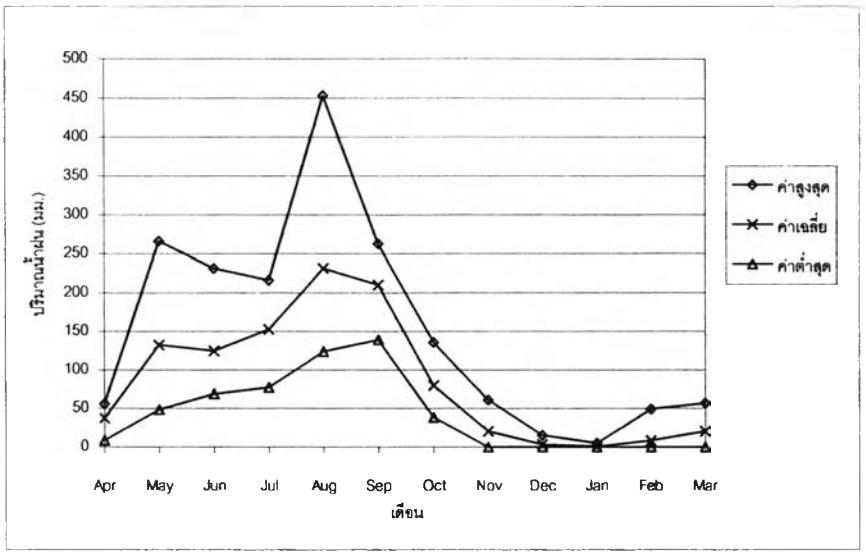
รูปที่ 4-4 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 060808 อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่

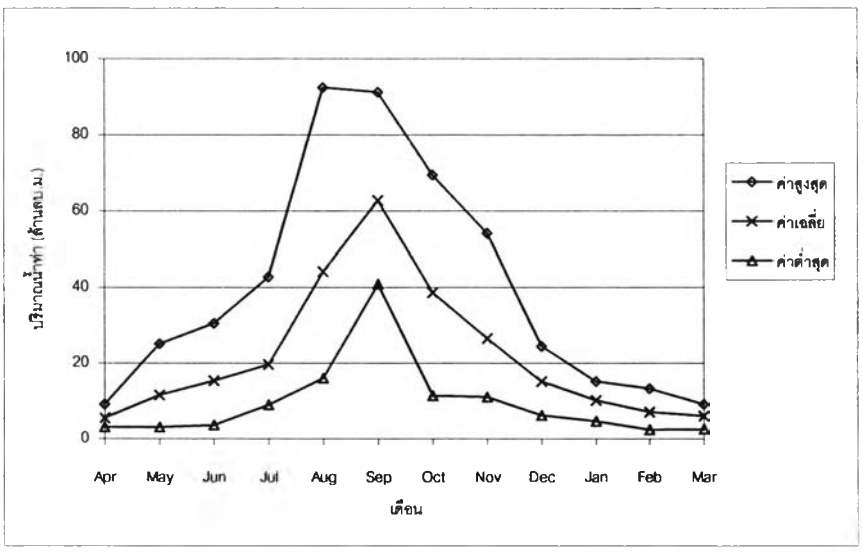


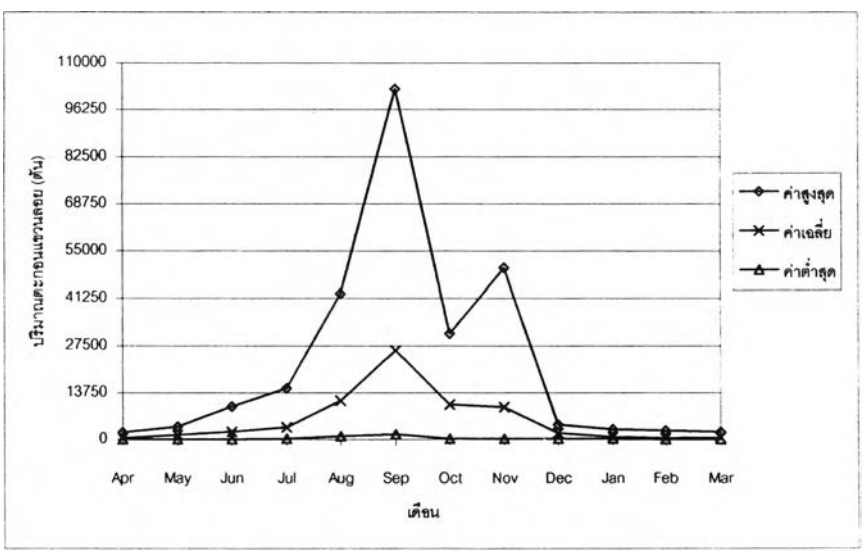




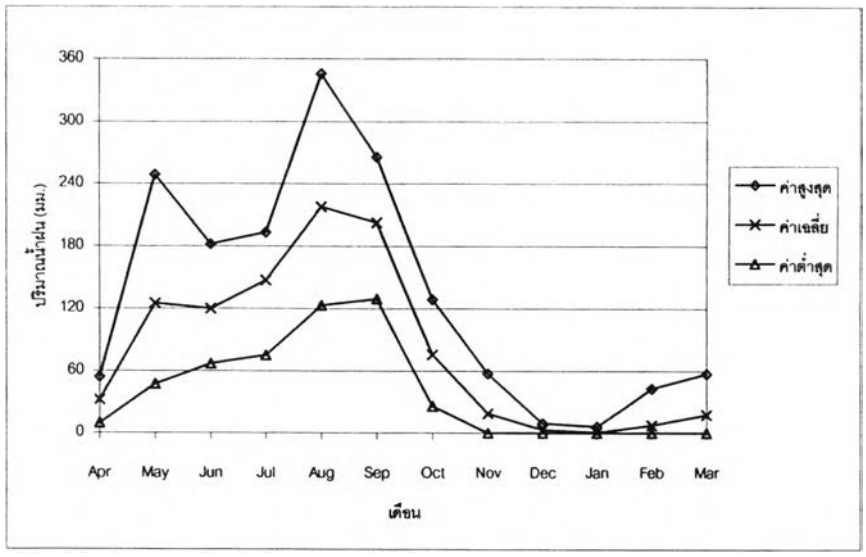
รูปที่ 4-5 ขลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 061101 อ.ฮอด จ.เชียงใหม่

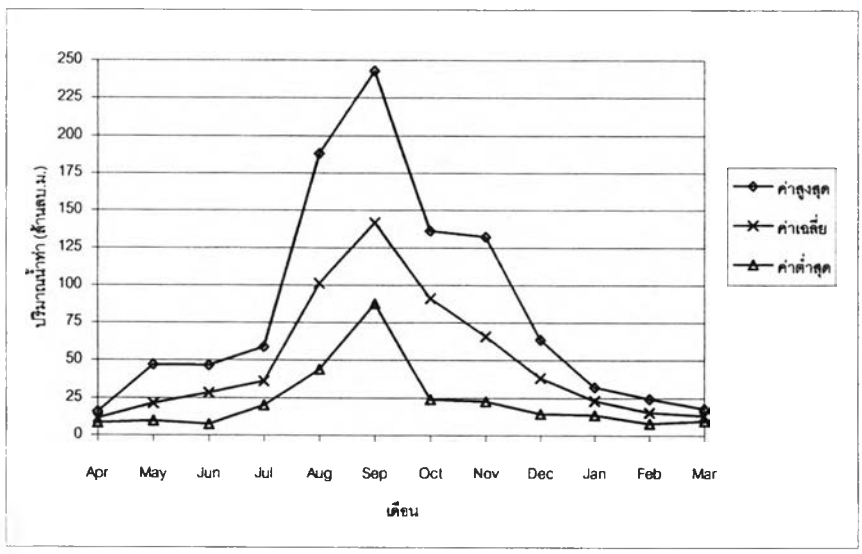


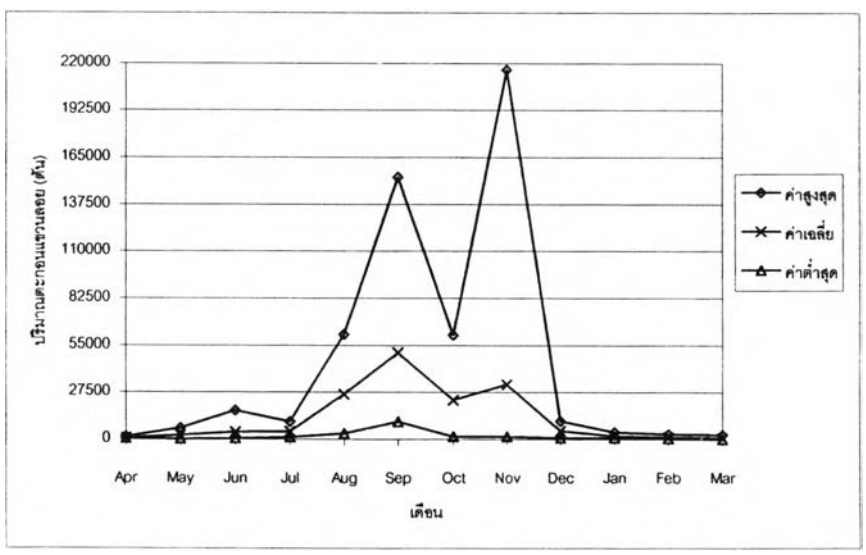




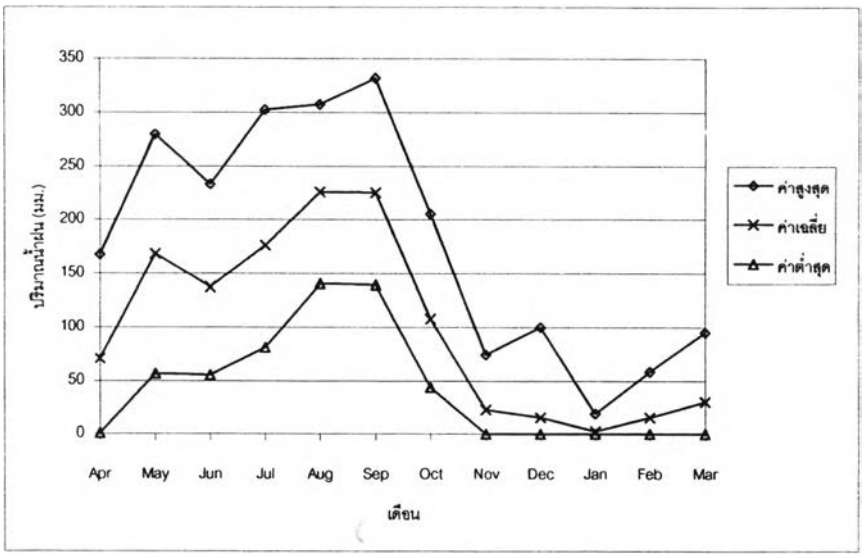
รูปที่ 4-6 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 061201 อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

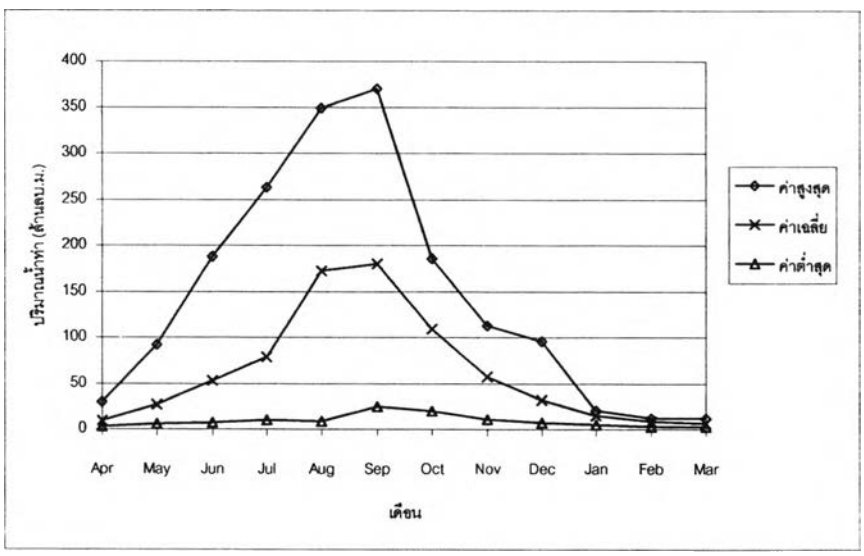


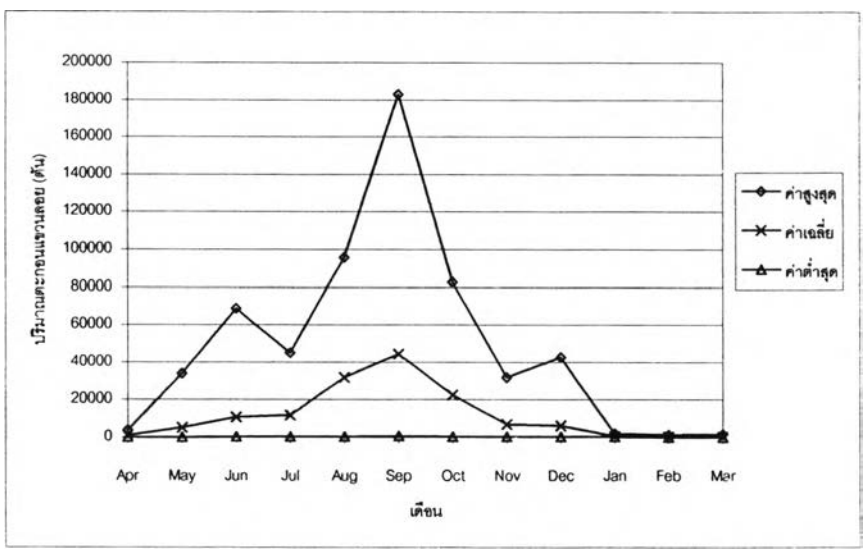




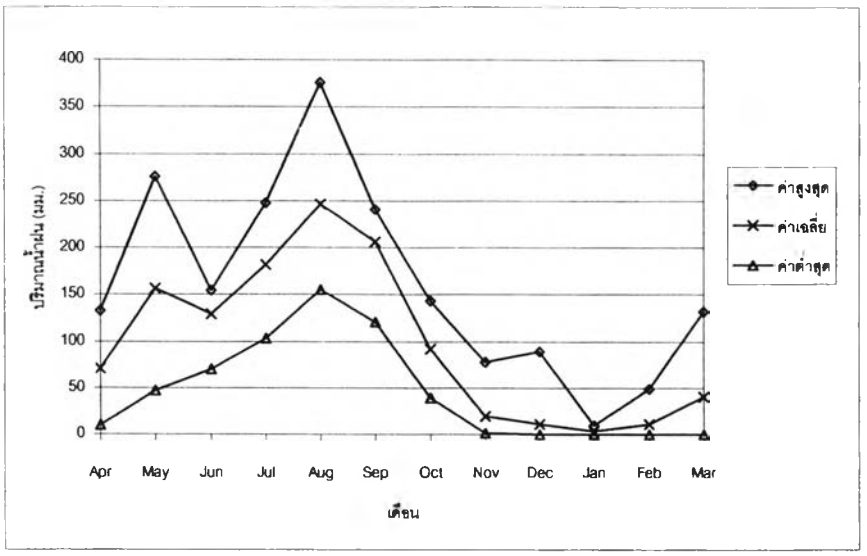
รูปที่ 4-7 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 061302 อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

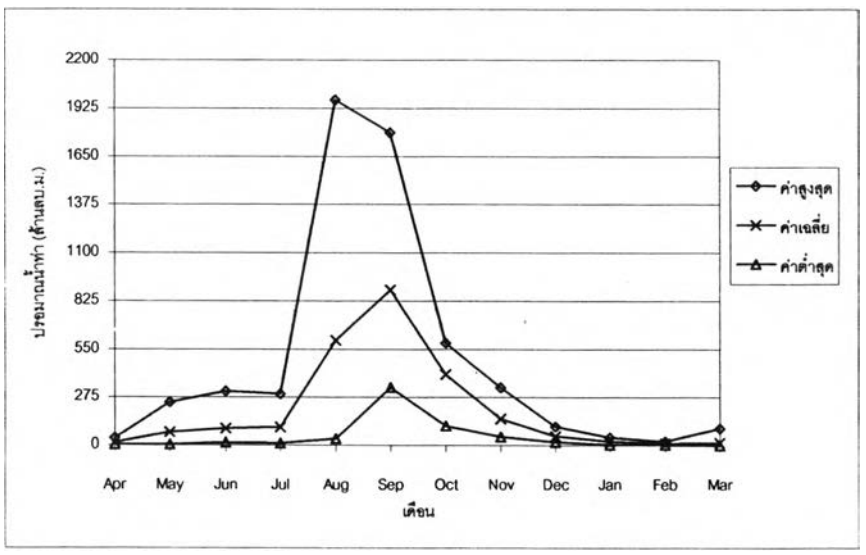


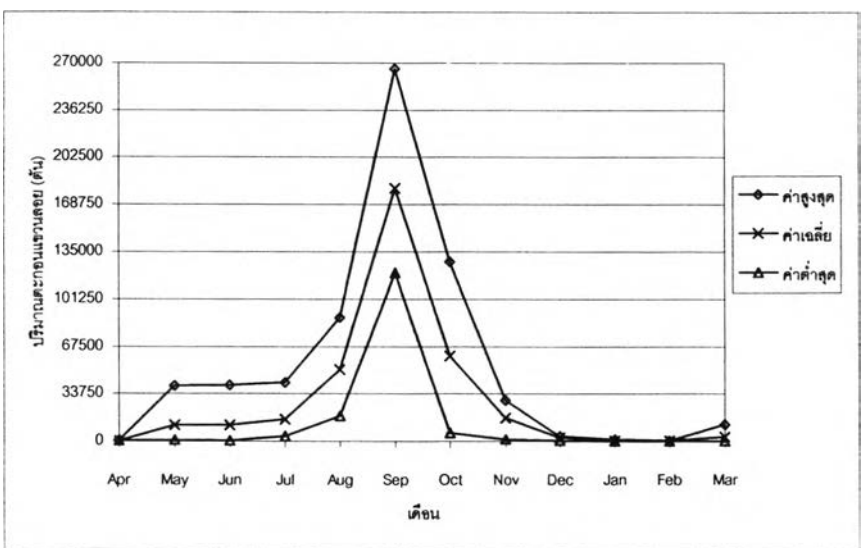




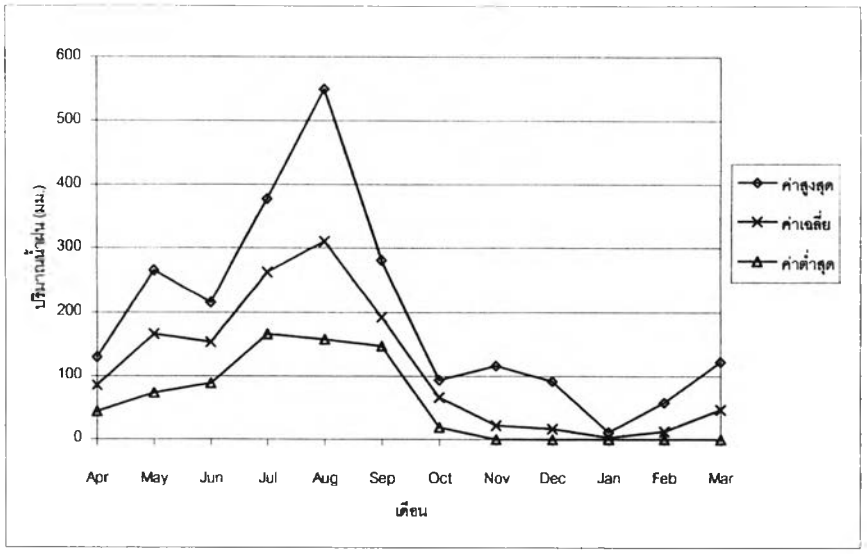
รูปที่ 4-8 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 061501 อ.ออมก๋อย จ.เชียงใหม่

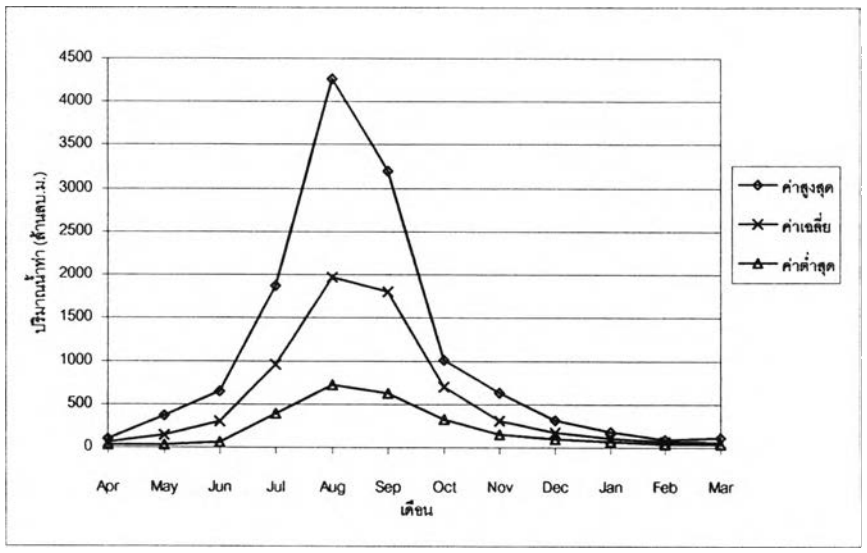


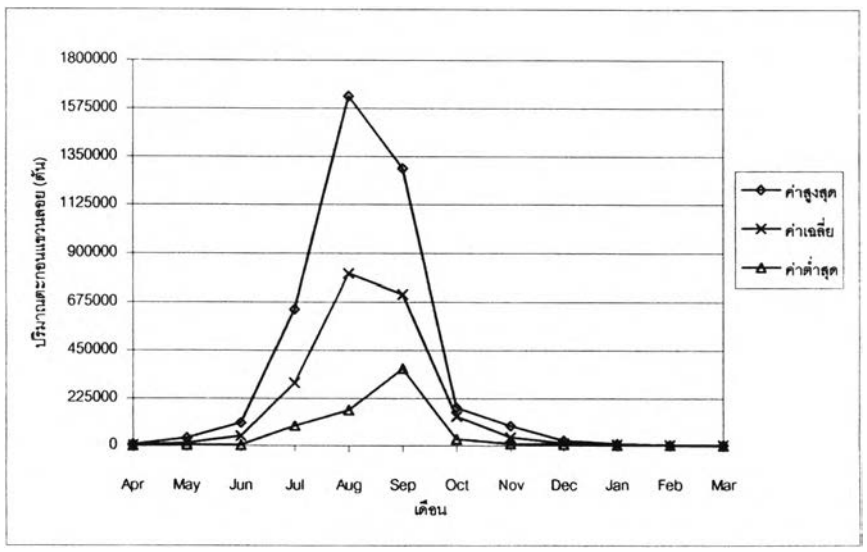




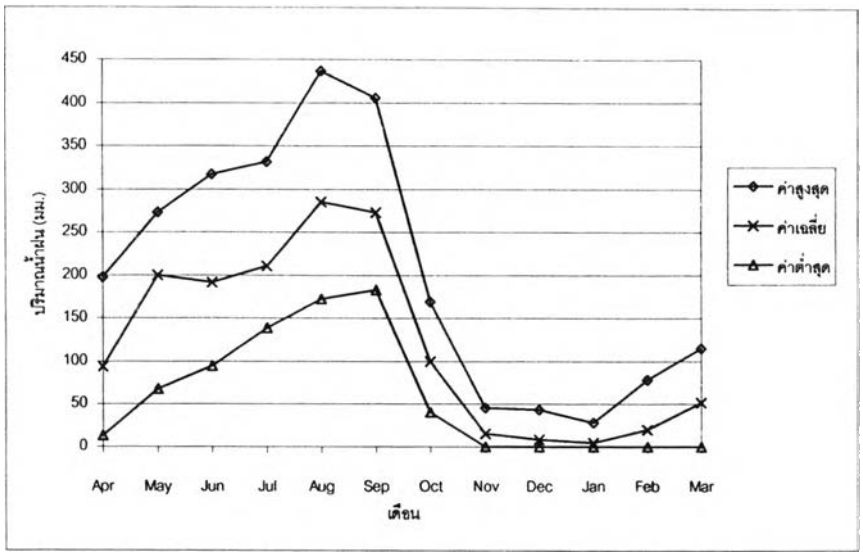
รูปที่ 4-9 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี Y.6 อ.ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย

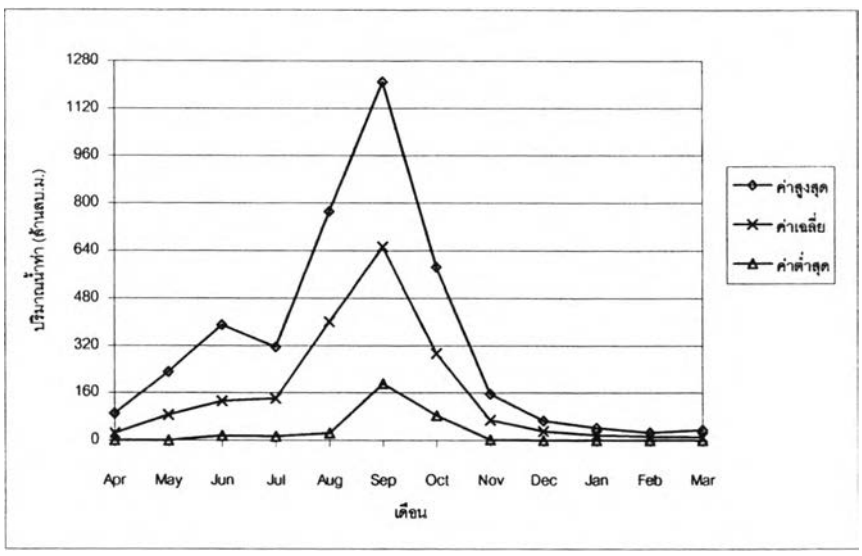


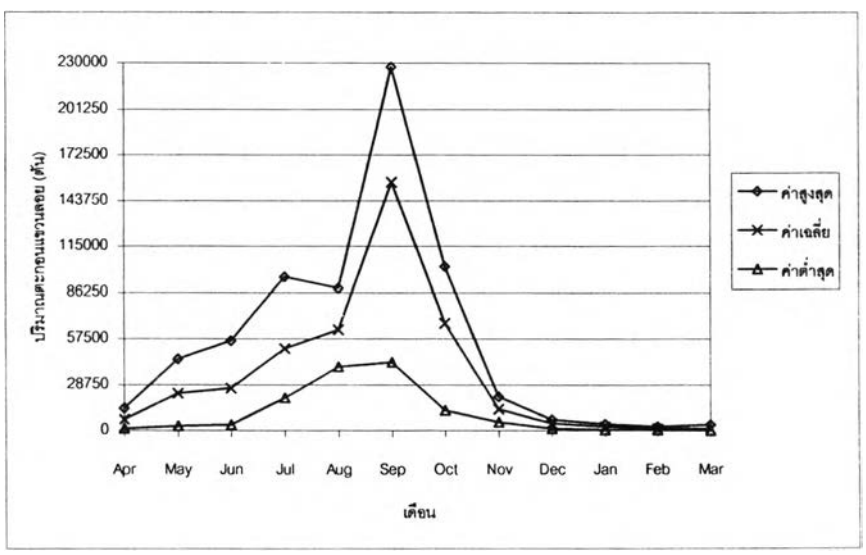




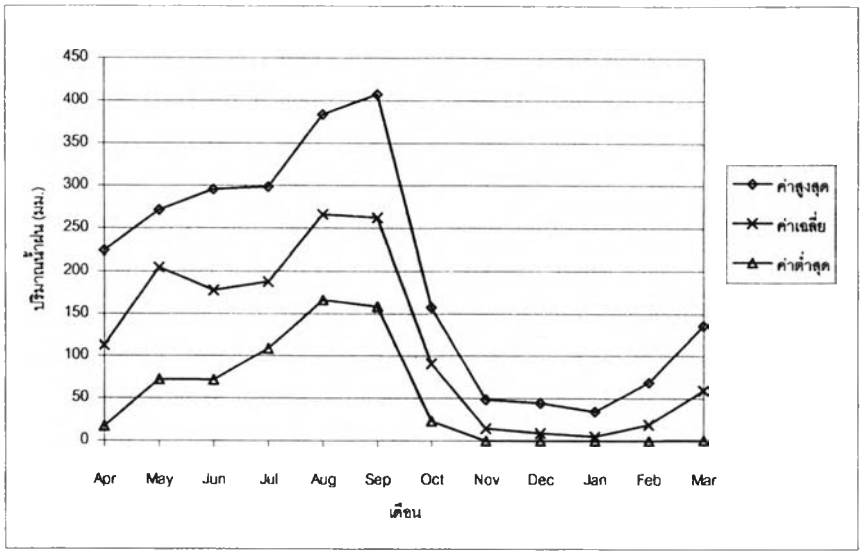
รูปที่ 4-10 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี N.13A อ.สา จ.น่าน

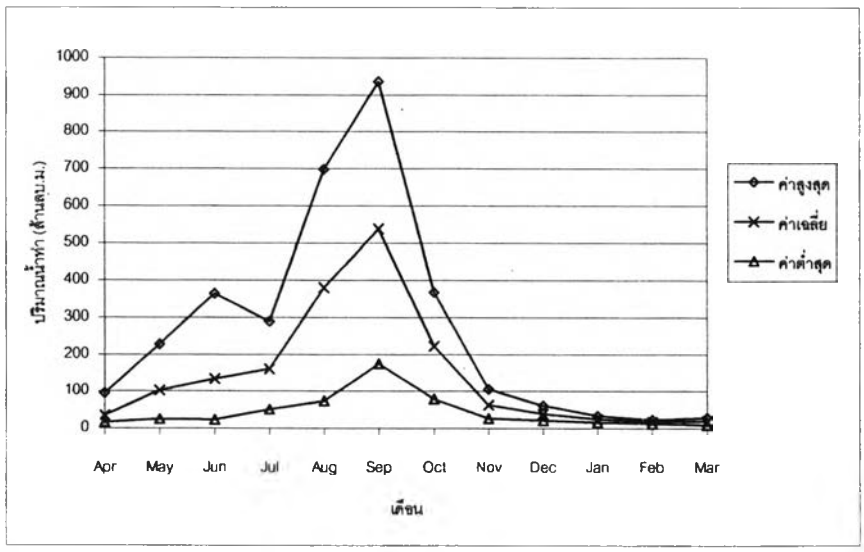


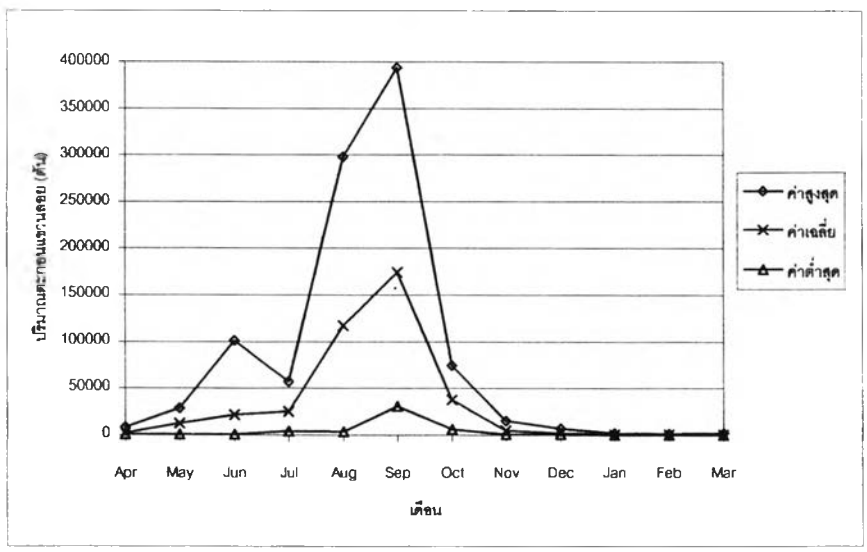




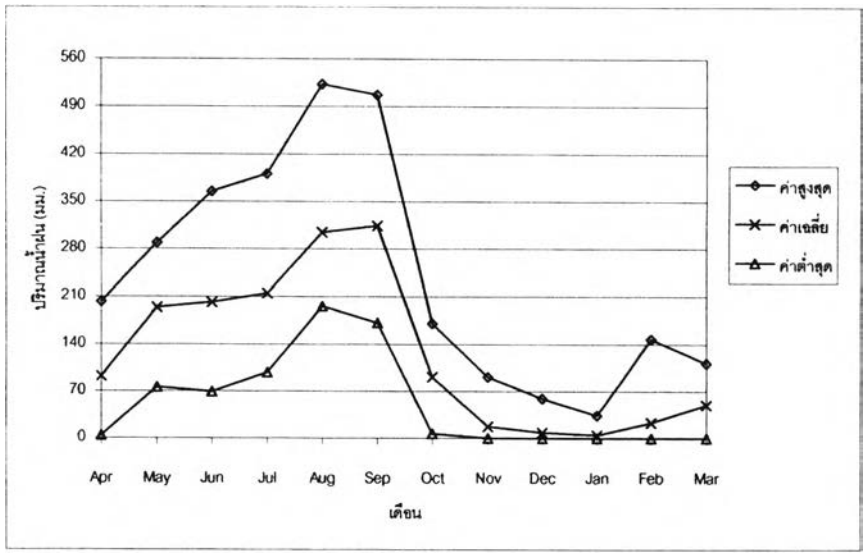
รูปที่ 4-11 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี N.22 อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

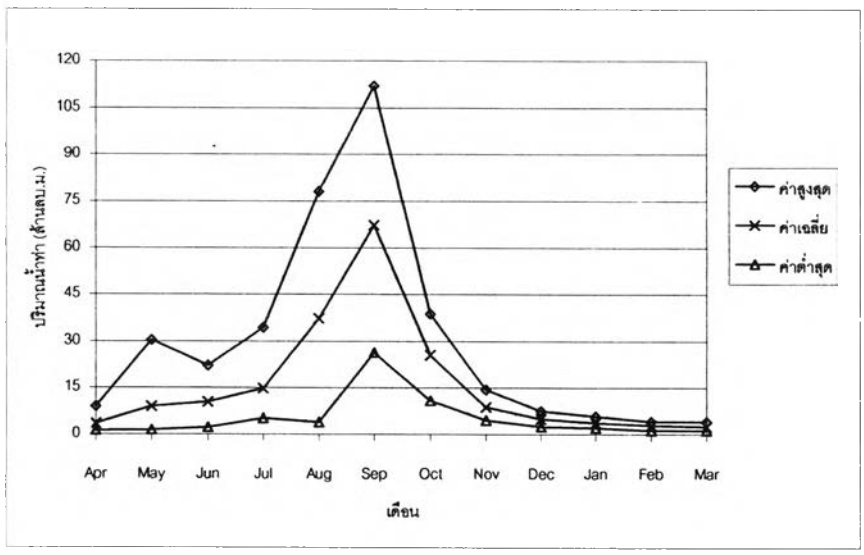


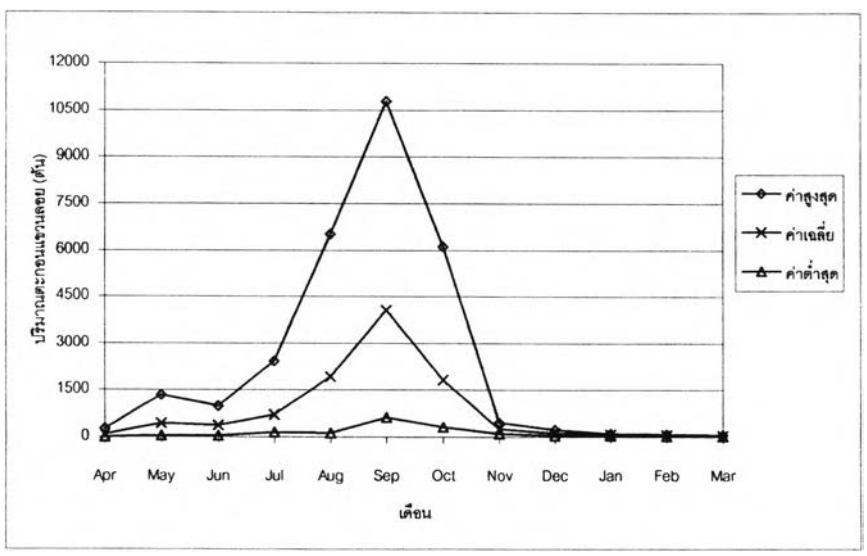




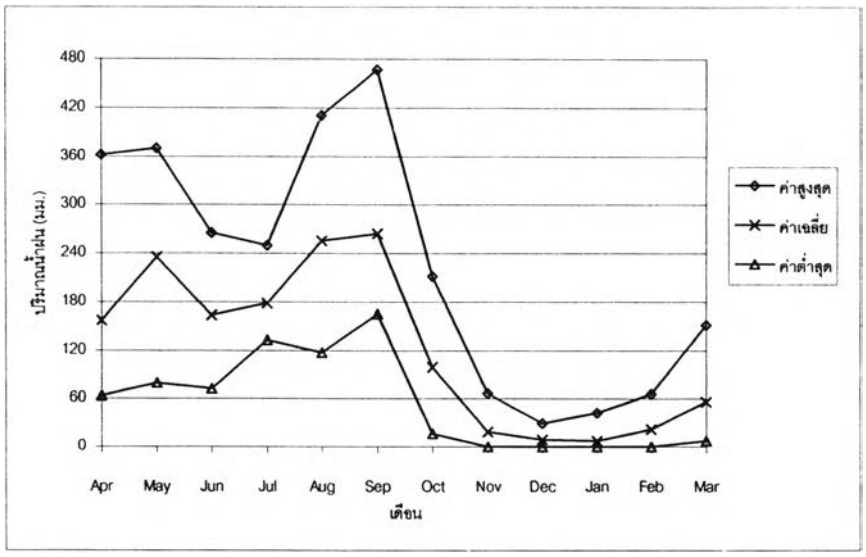
รูปที่ 4-12 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 091401 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

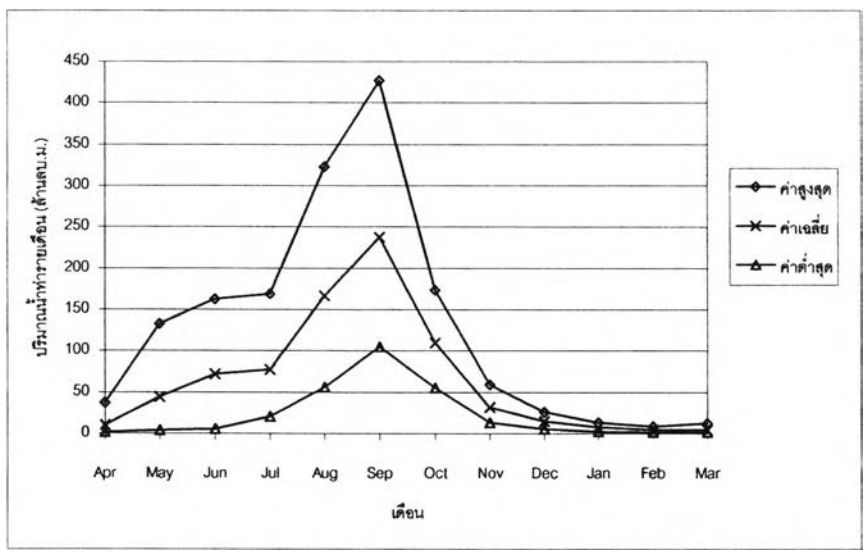


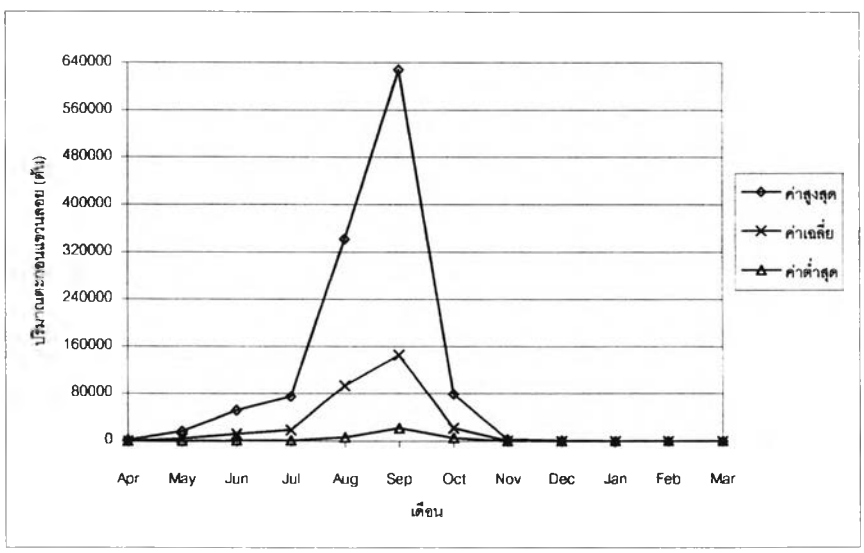




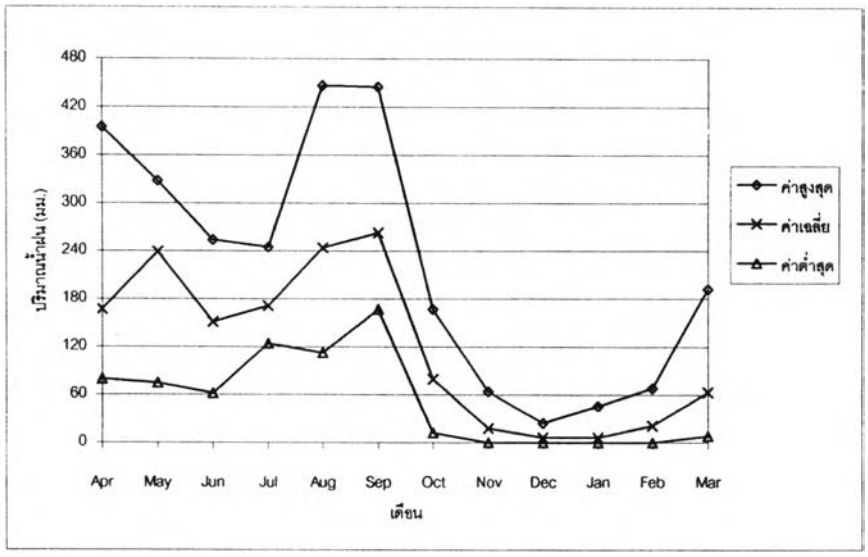
รูปที่ 4-13 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 091502 อ.ชาติตระการ จ.พิษณุโลก

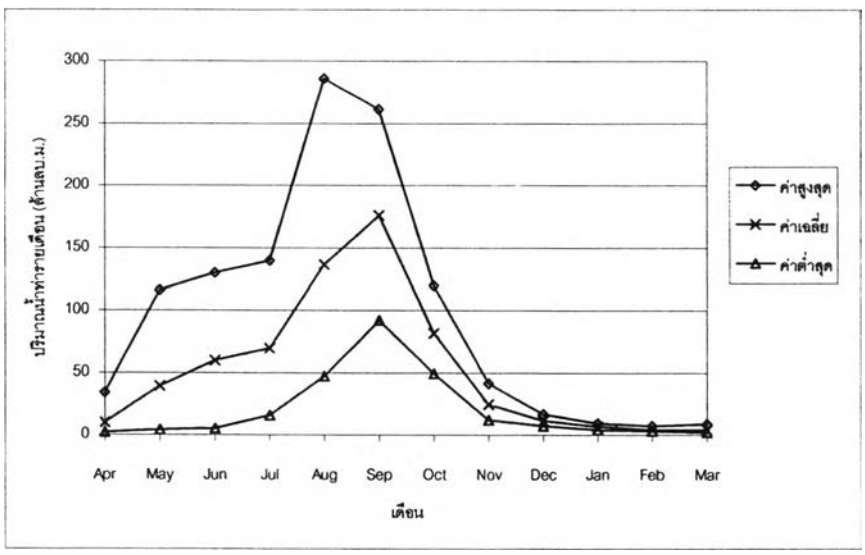


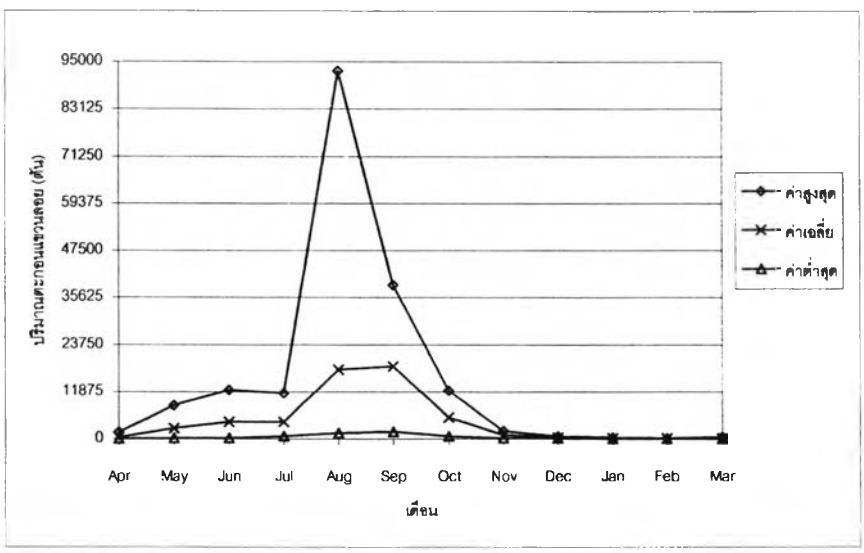




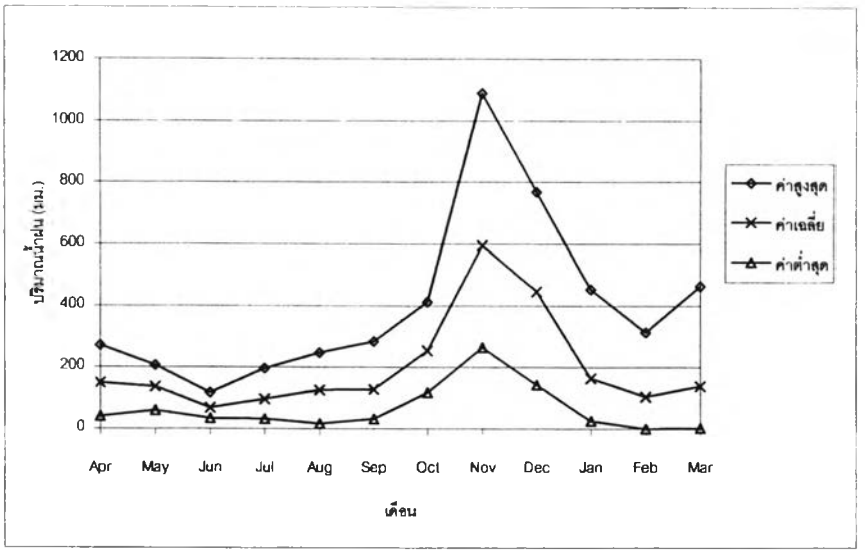
รูปที่ 4-14 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 091601 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

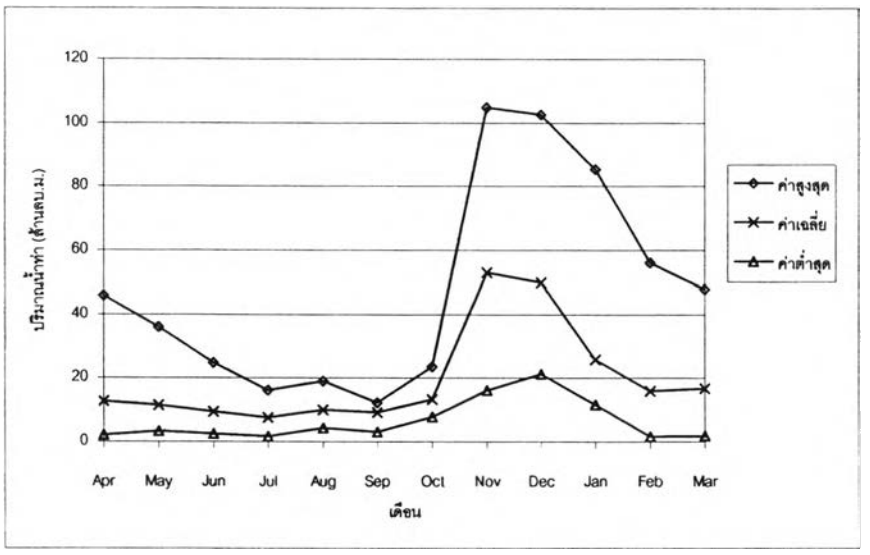


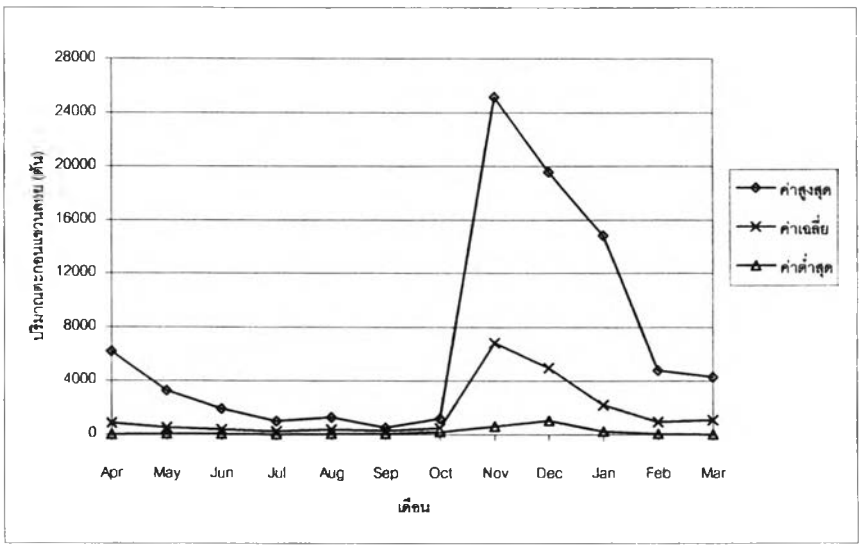




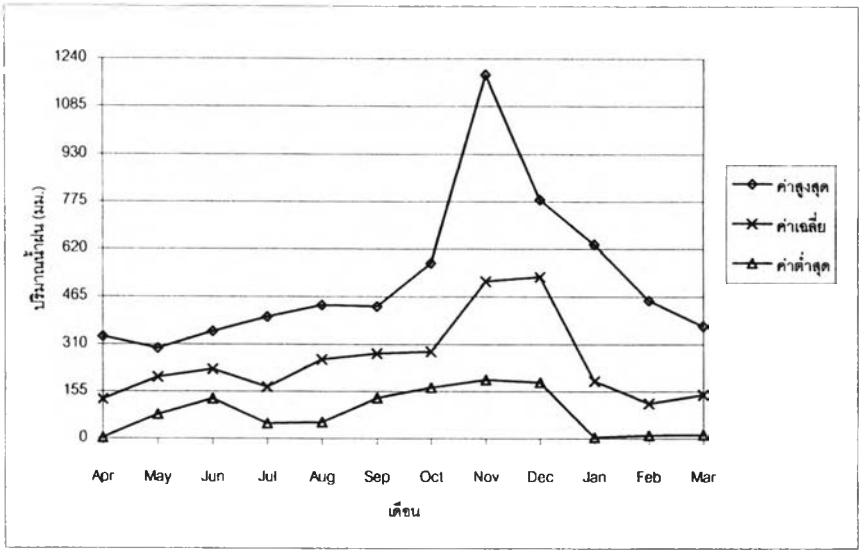
รูปที่ 4-15 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 091603 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

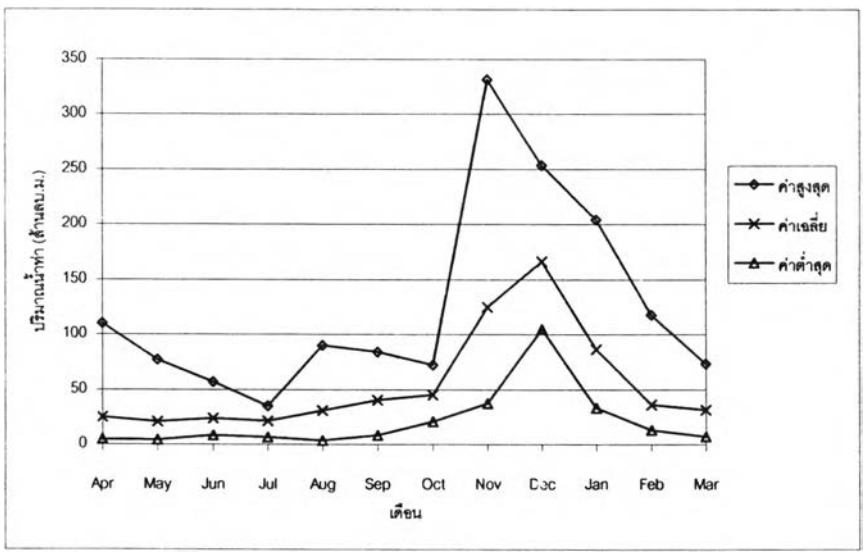


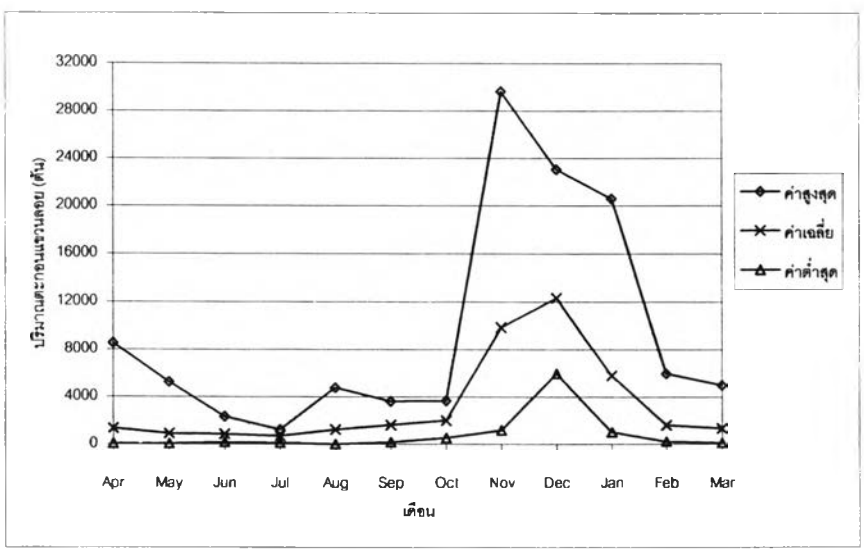




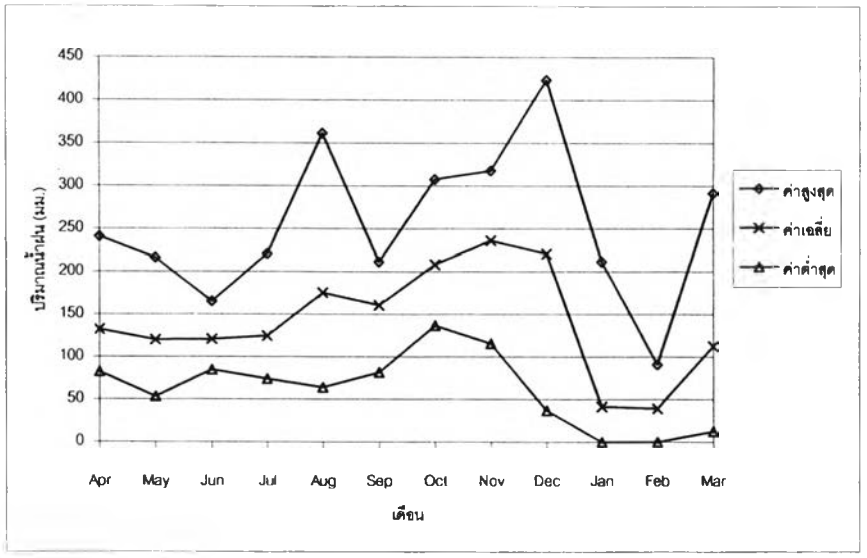
รูปที่ 4-16 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.55 อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช

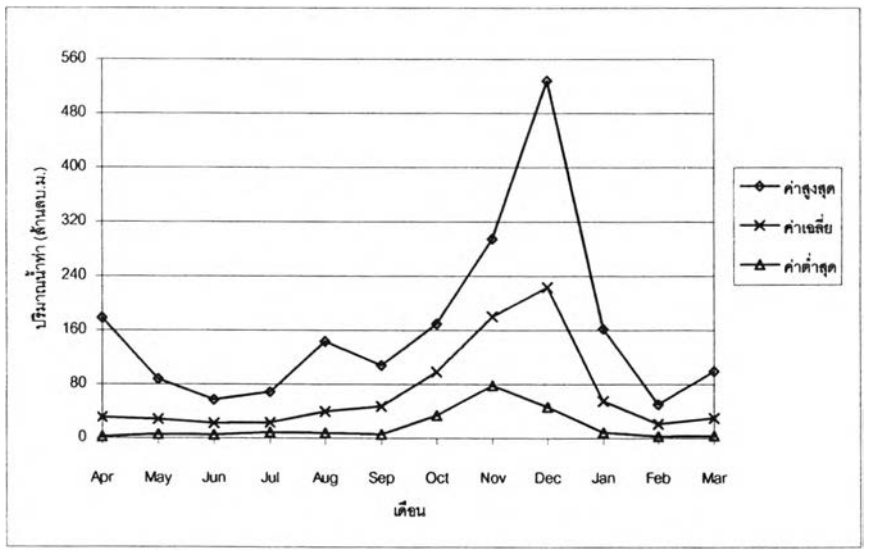


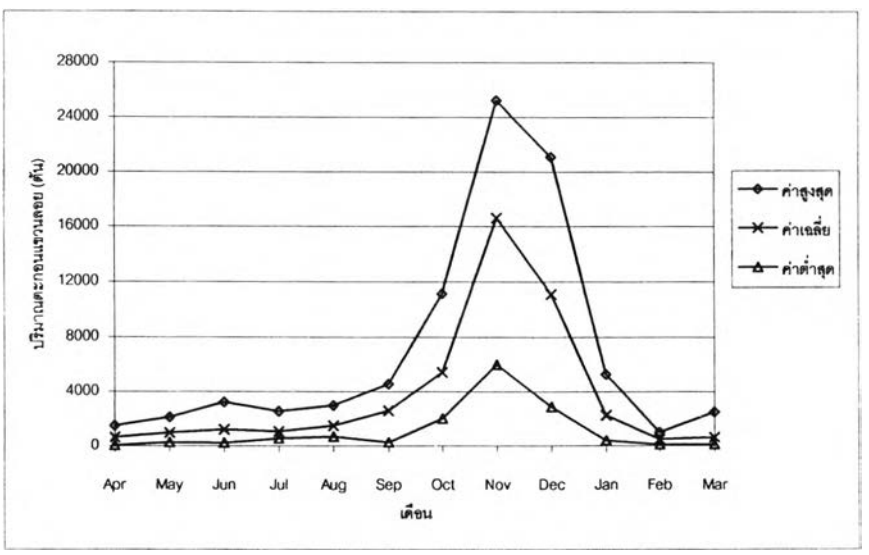




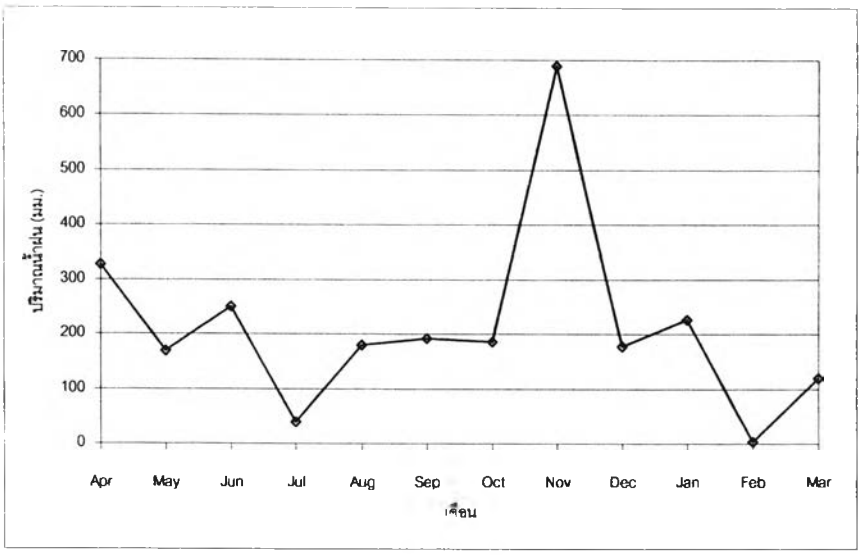
รูปที่ 4-17 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.73 อ.ระแงะ จ.นราธิวาส

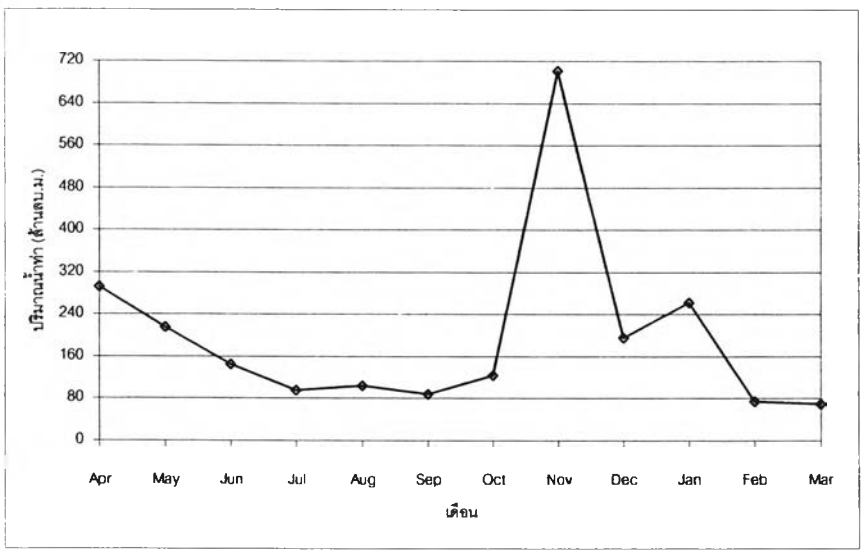


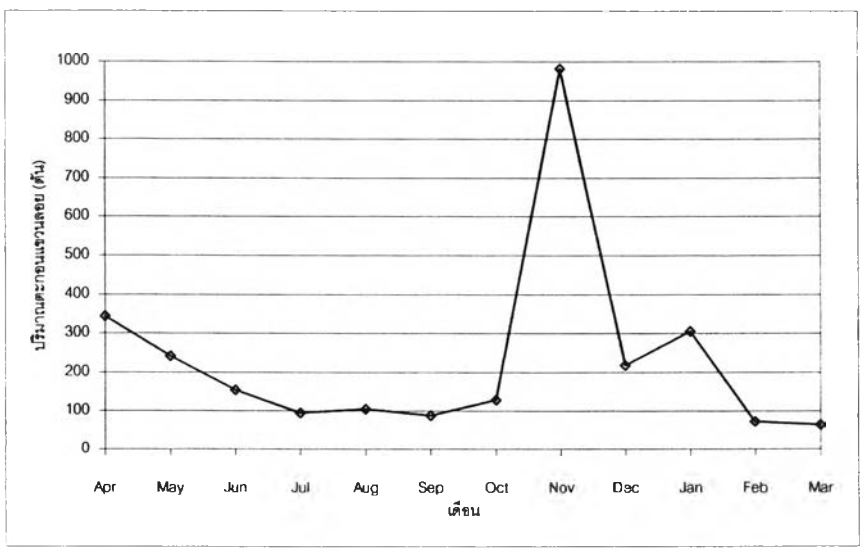




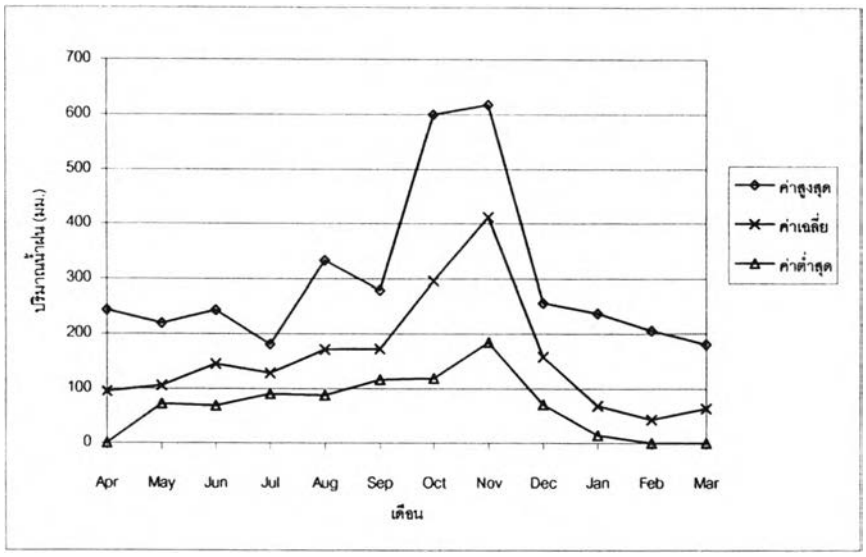
รูปที่ 4-18 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.90 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ปี 1991-1995

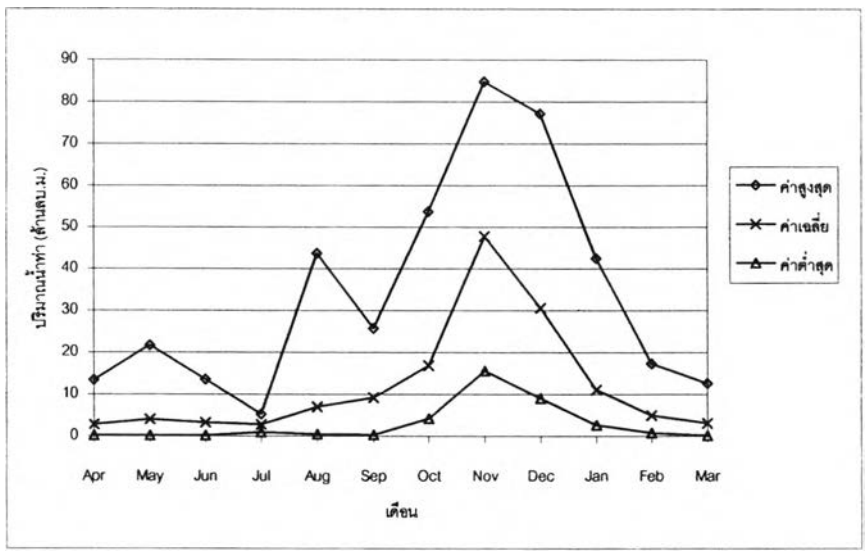


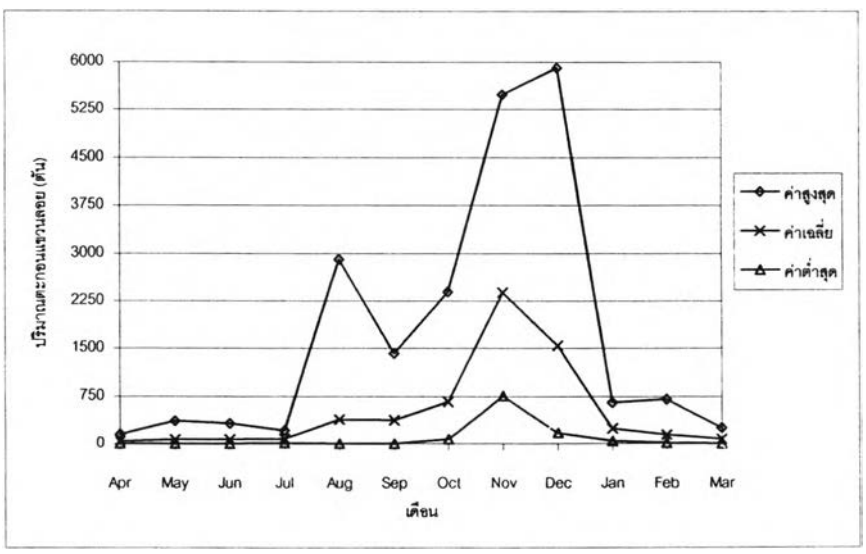




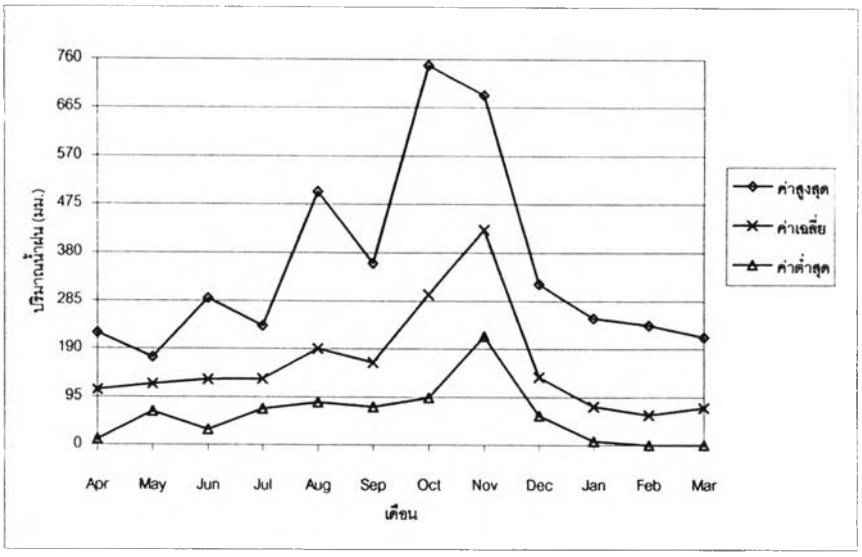
รูปที่ 4-19 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.90 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ปี 2000

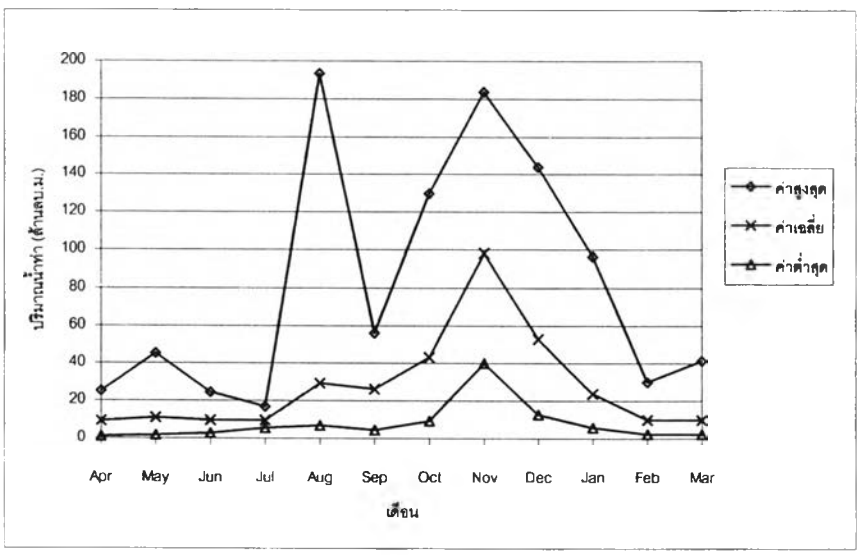


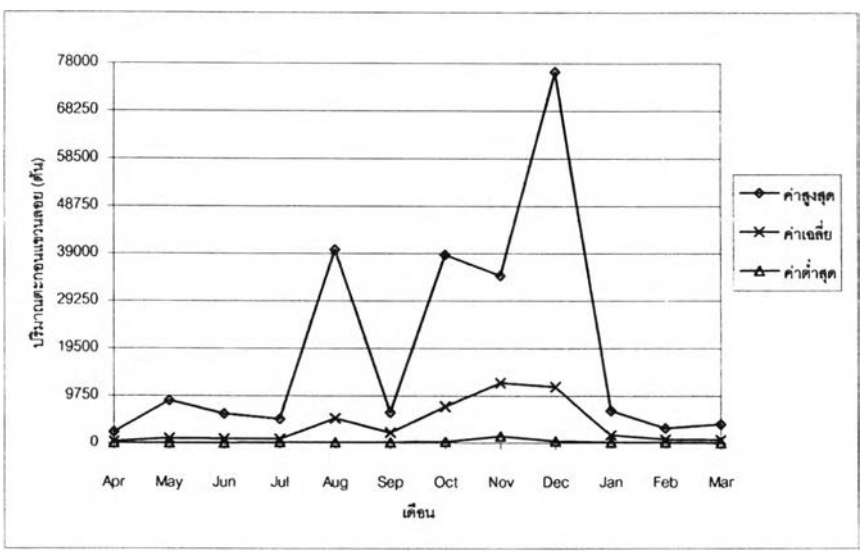




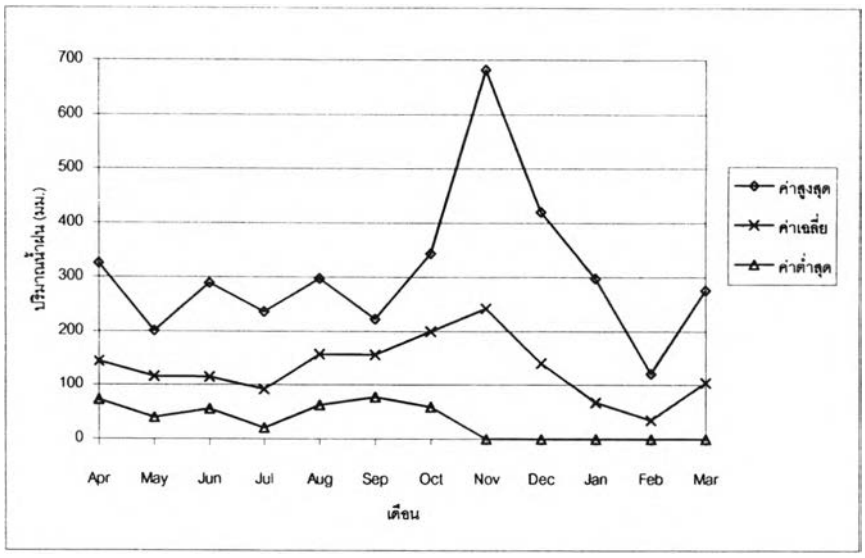
รูปที่ 4-20 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.103 อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี

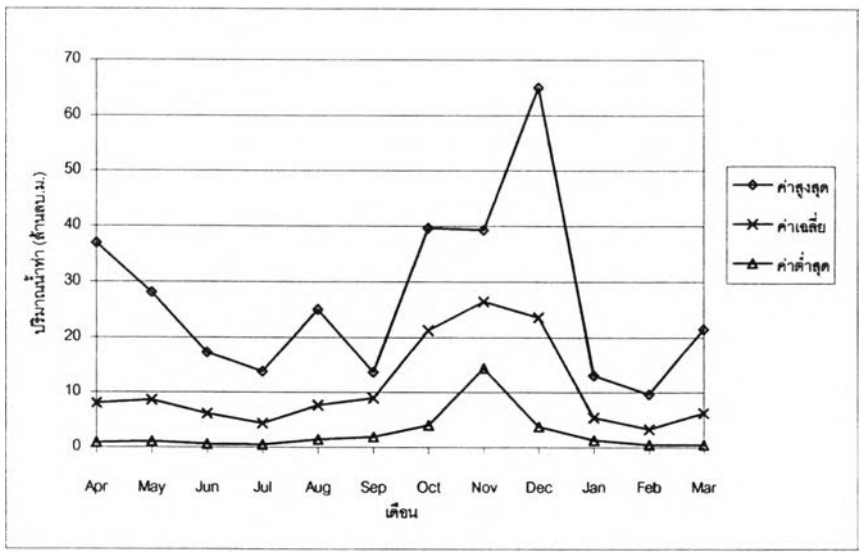


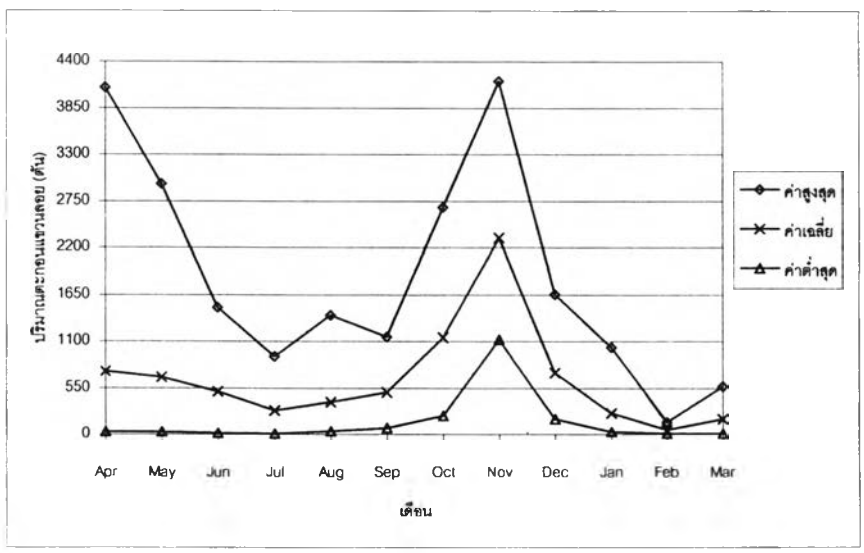




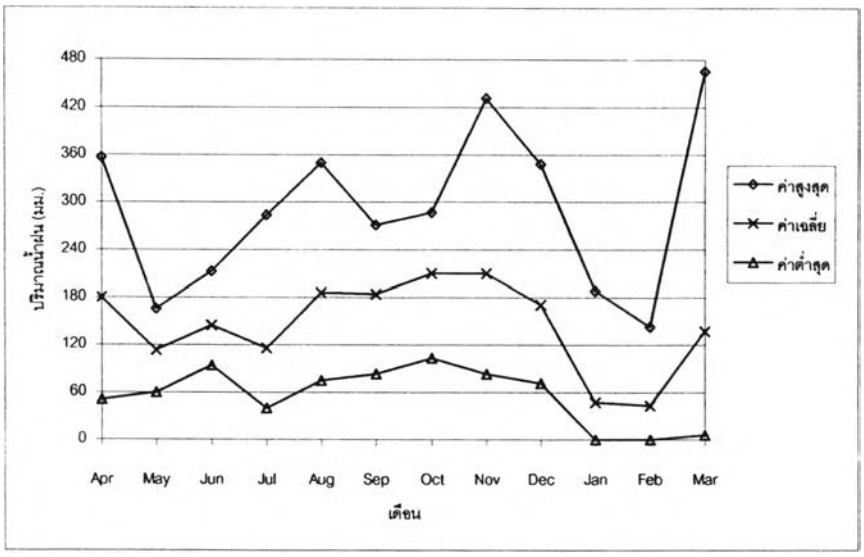
รูปที่ 4-21 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.104 อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี

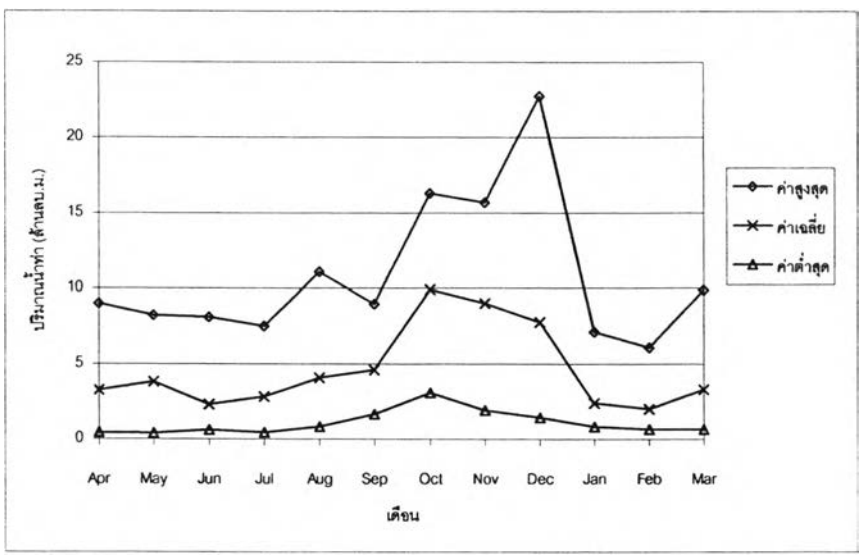


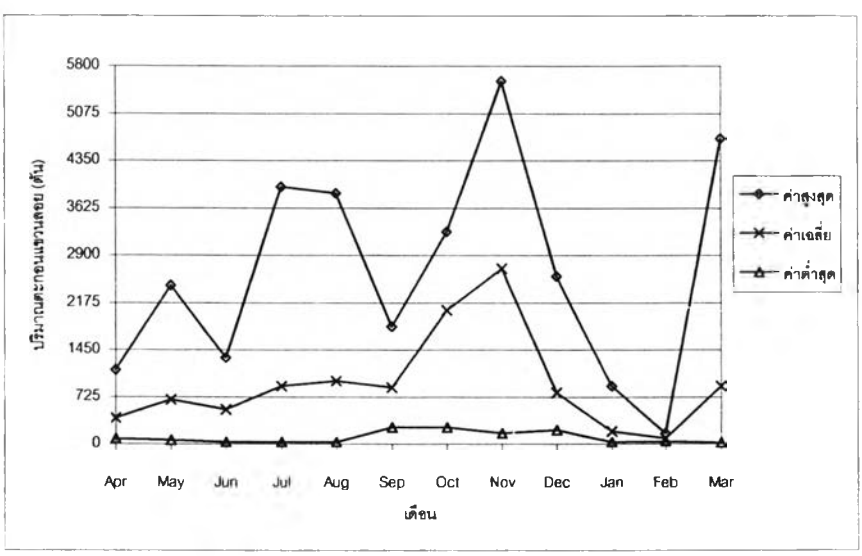




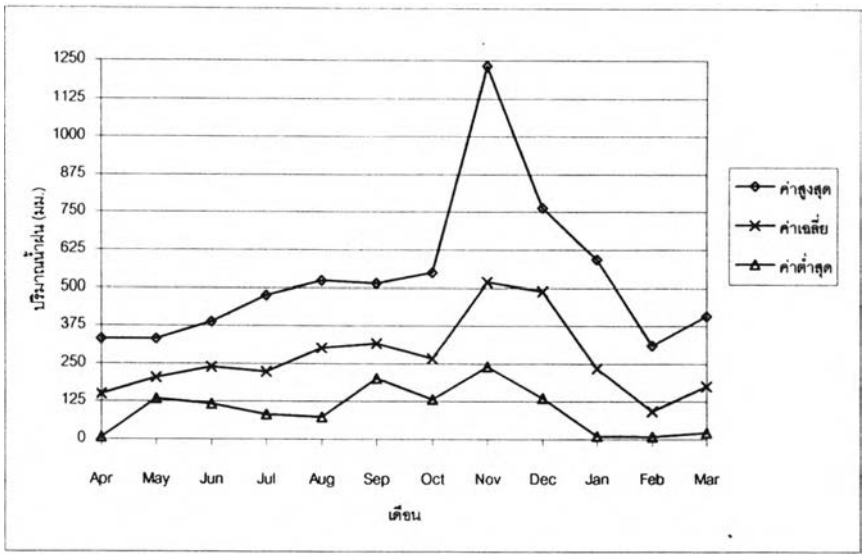
รูปที่ 4-22 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.111 อ.สะเดา จ.สงขลา

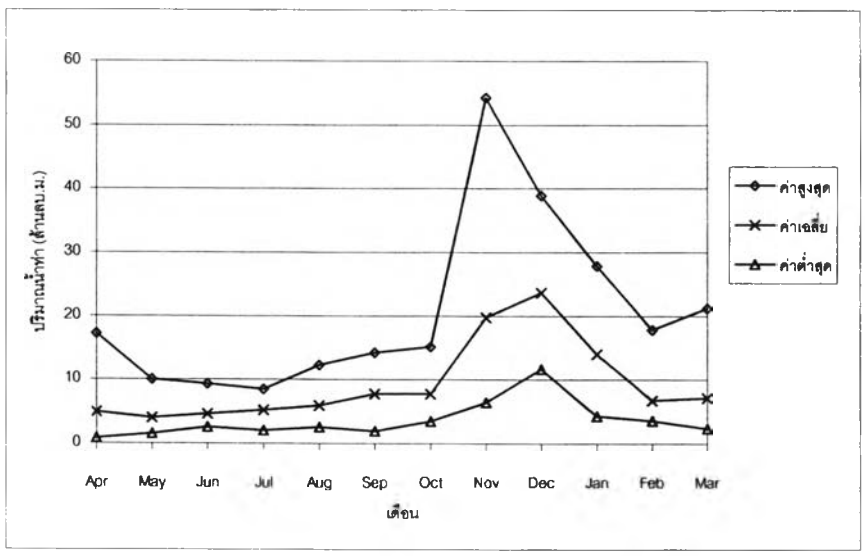


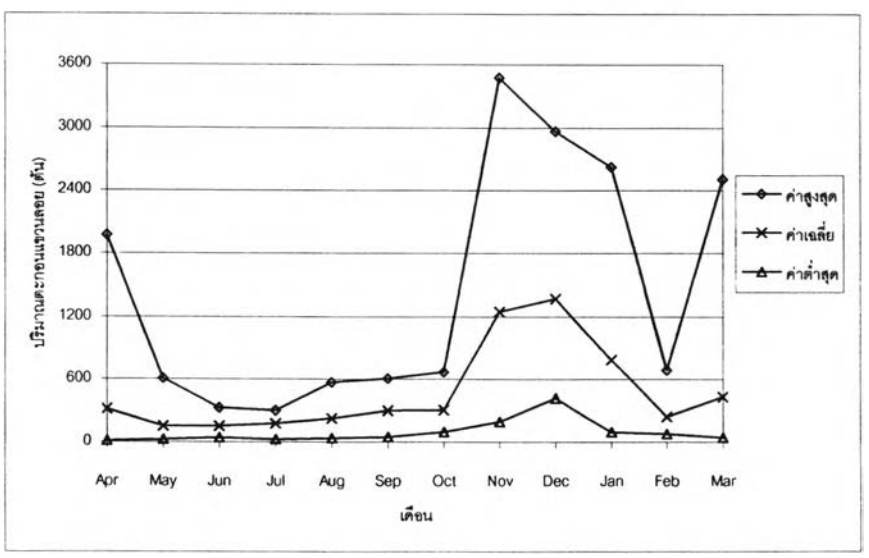




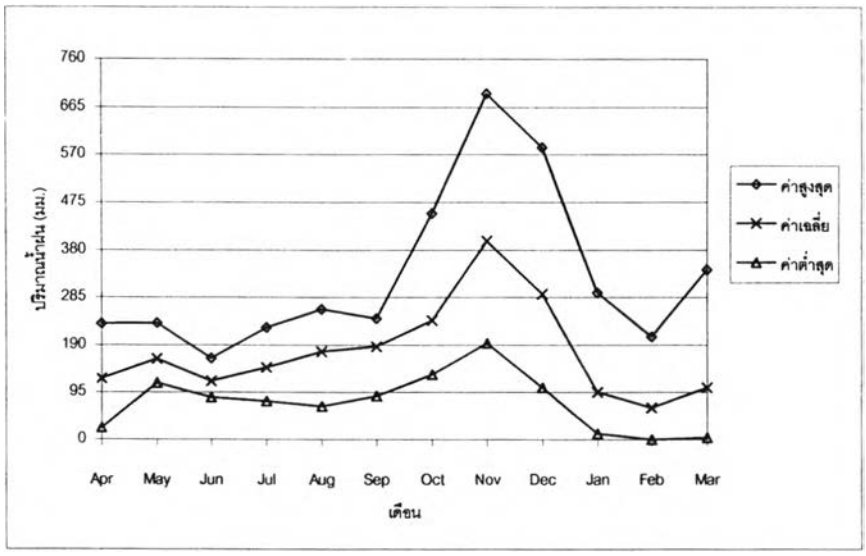
รูปที่ 4-23 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.113 อ.สะเดา จ.สงขลา

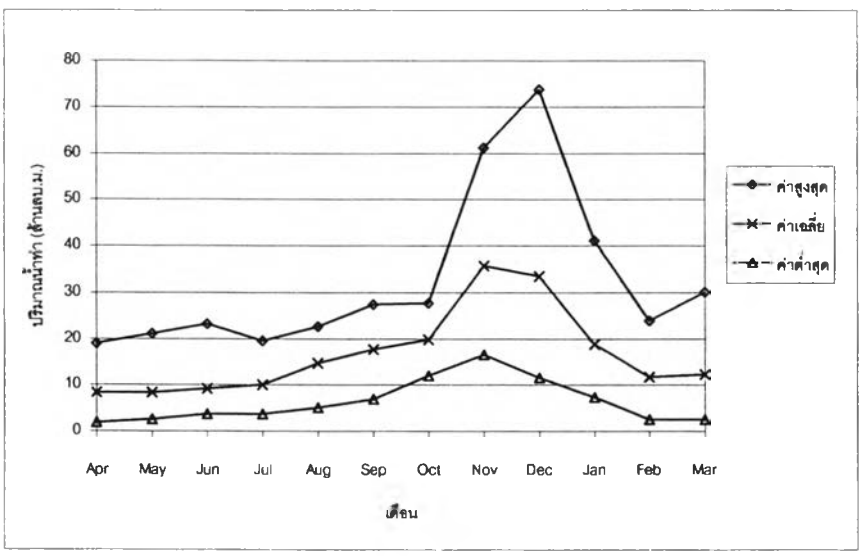


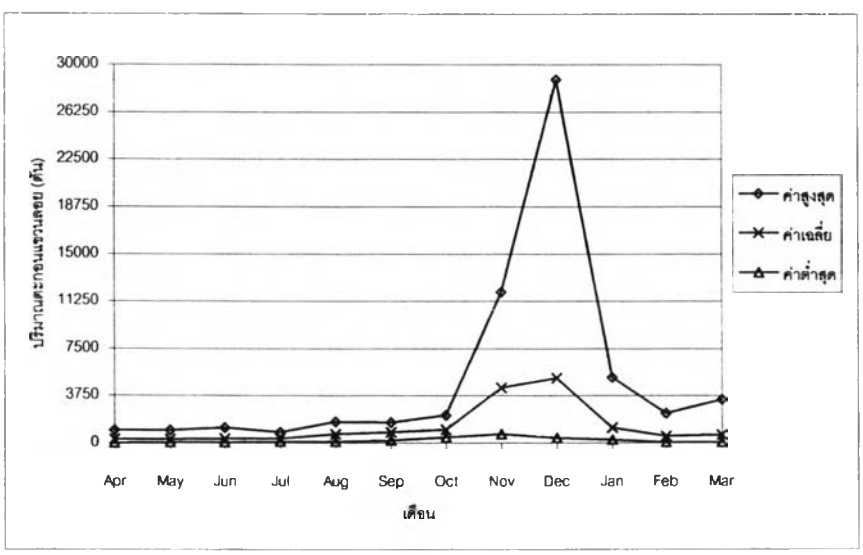




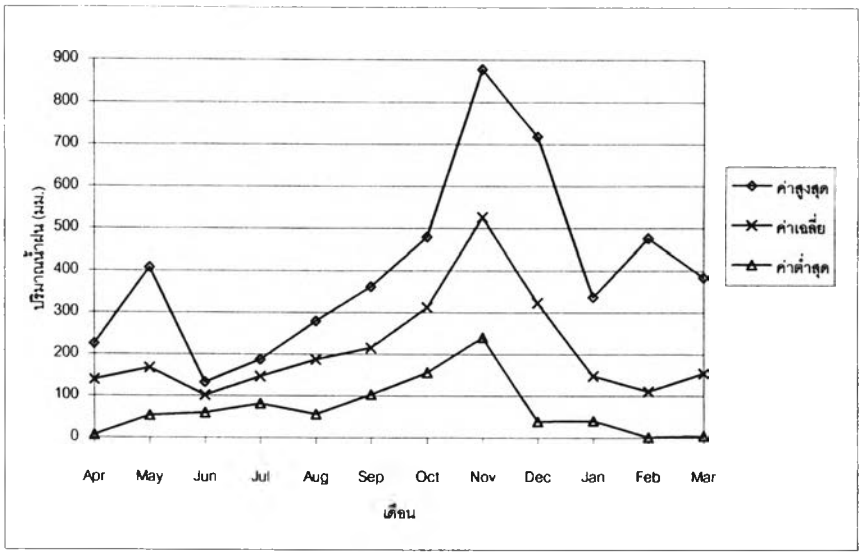
รูปที่ 4-24 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.121 อ.แว้ง จ.นราธิวาส

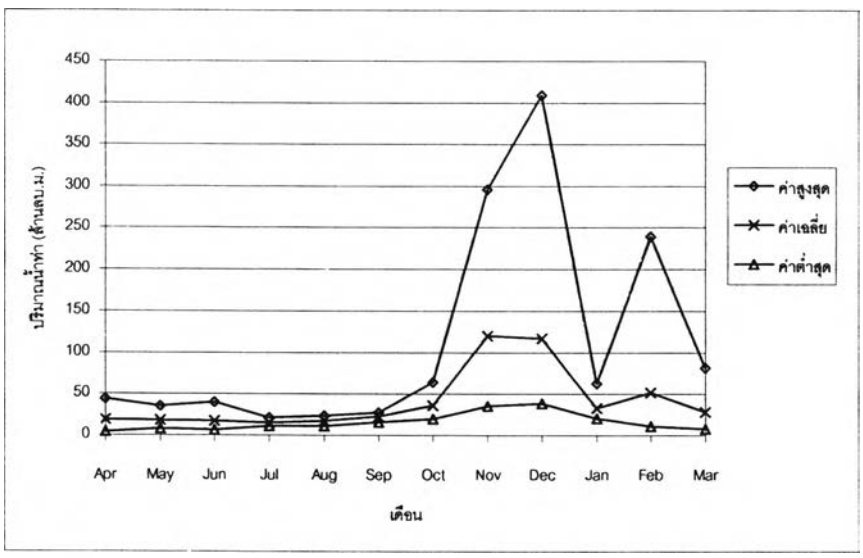


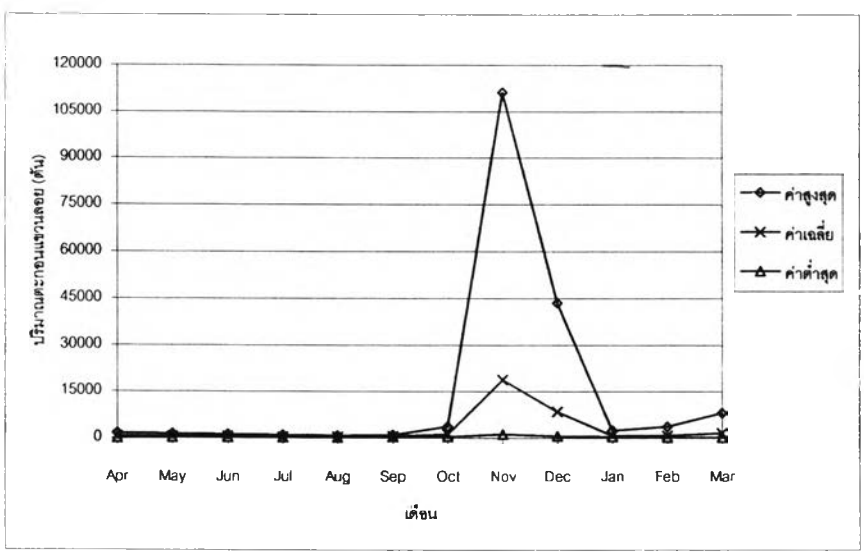




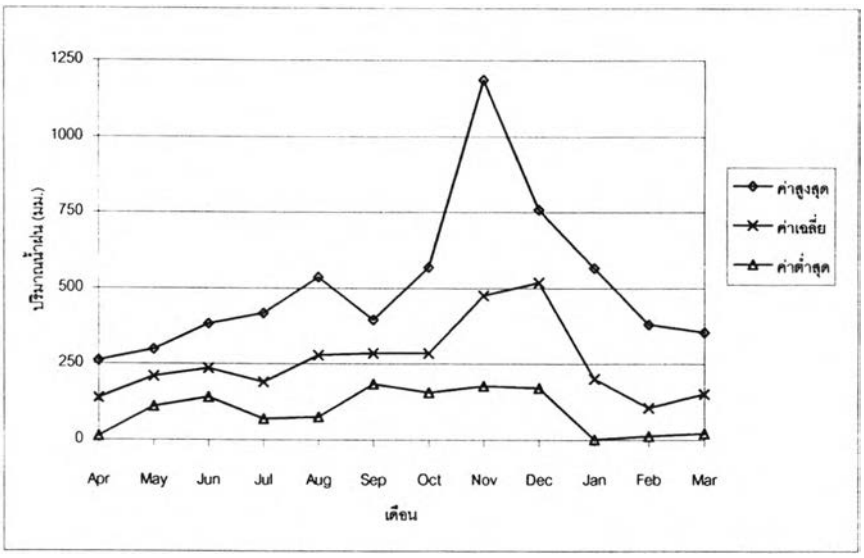
รูปที่ 4-25 ขลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี X.163 อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช

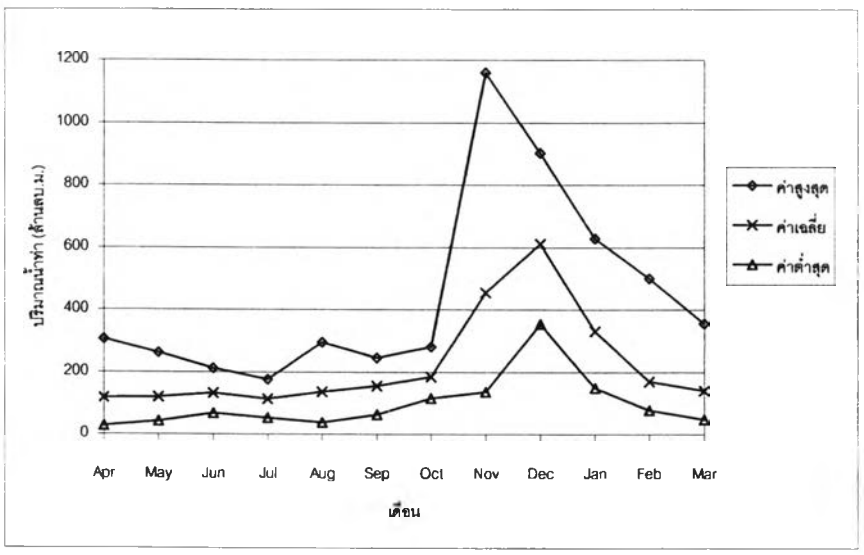


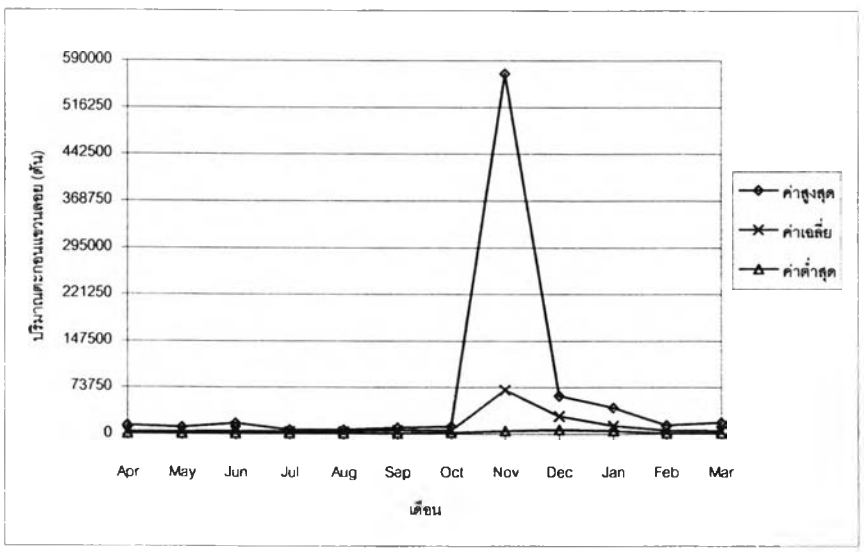




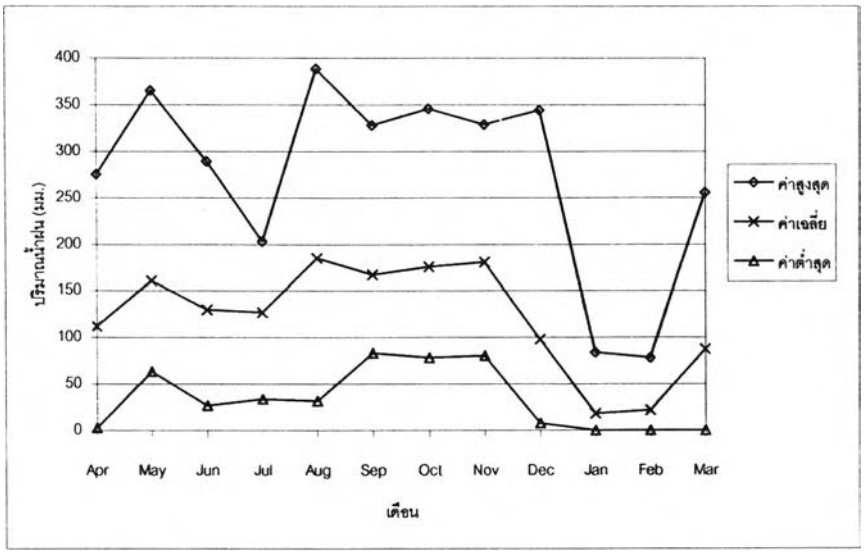
รูปที่ 4-26 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 210602 อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช

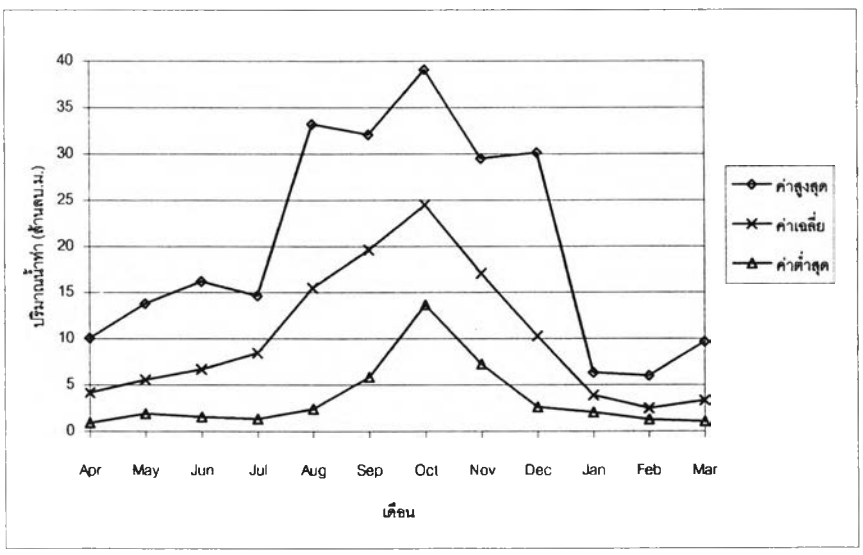


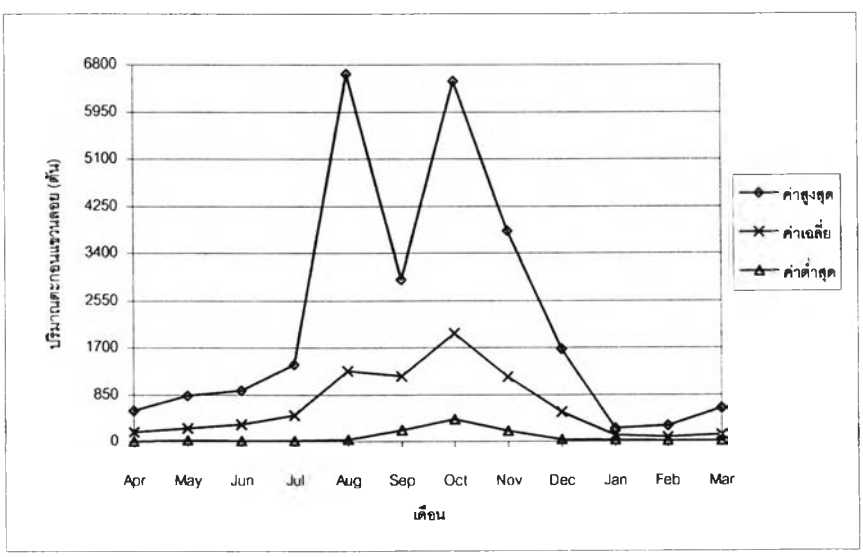




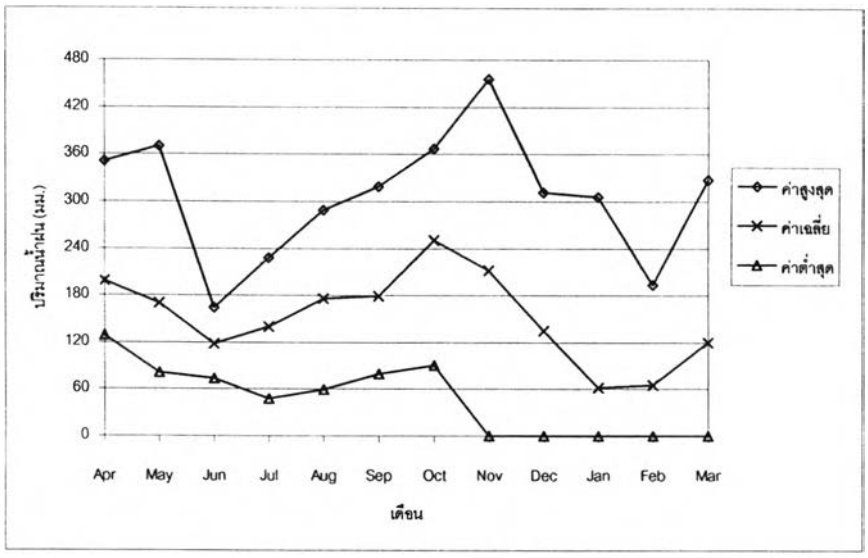
รูปที่ 4-27 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 211101 อ.รือเสาะ จ.นราธิวาส

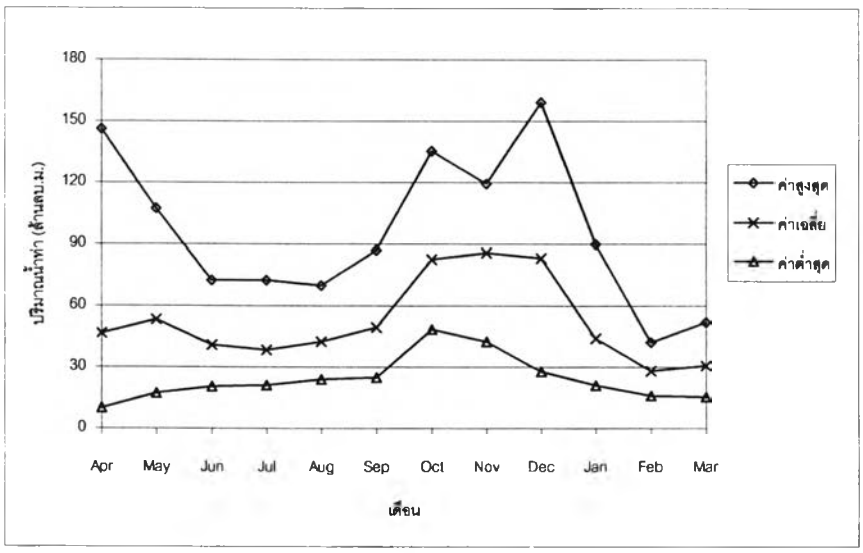


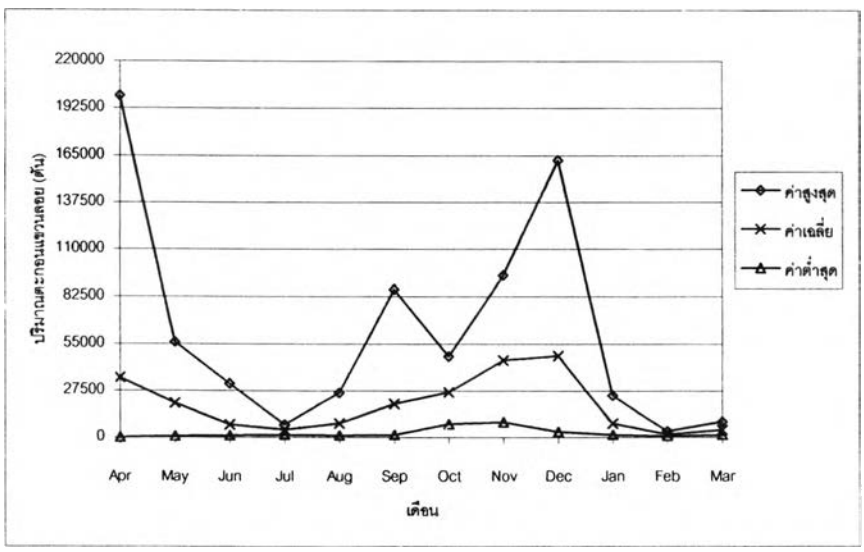




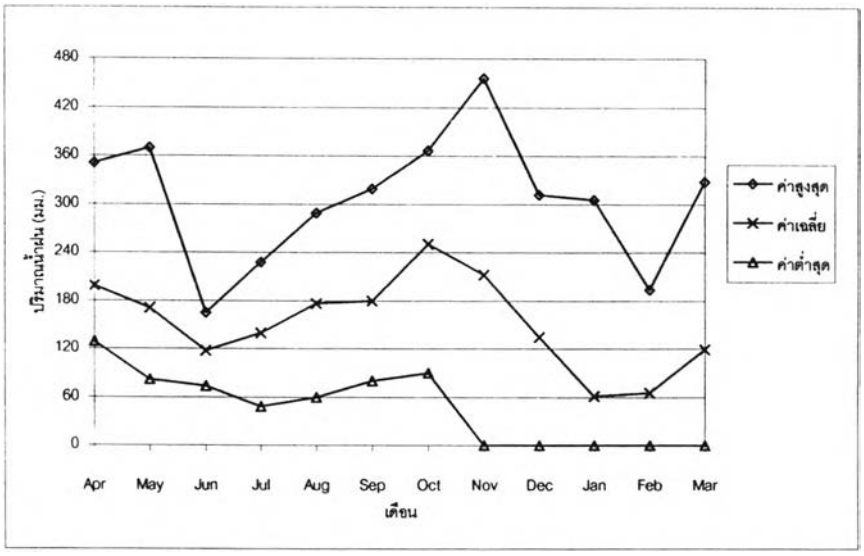
รูปที่ 4-28 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 220702 อ.พนม จ.สุราษฎร์ธานี

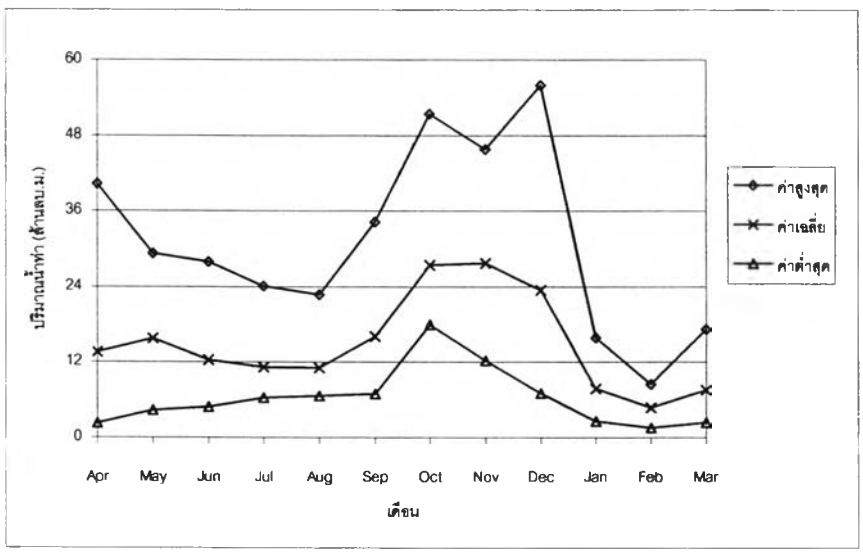


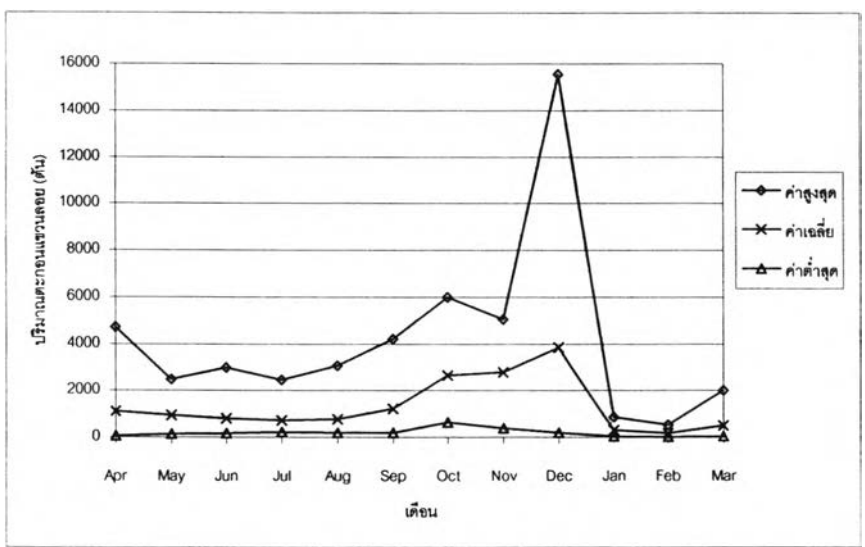




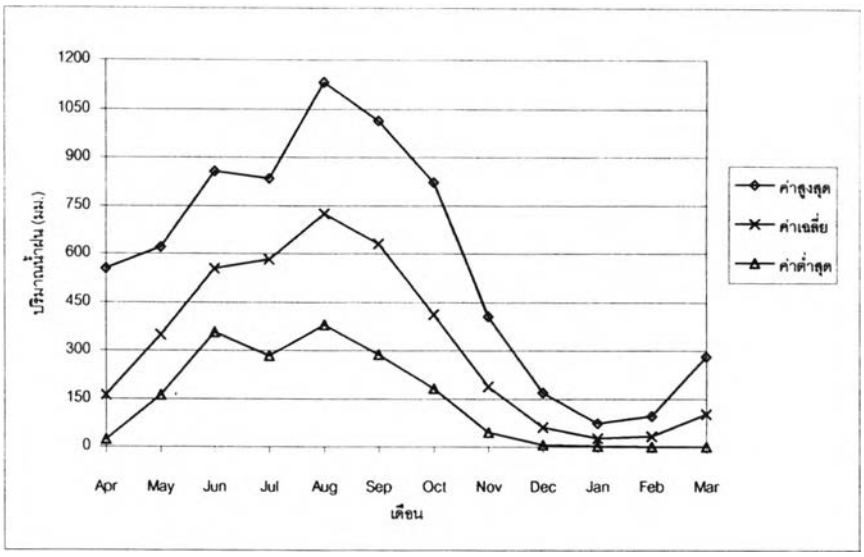
รูปที่ 4-29 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 240202 อ.เบตง จ.ยะลา

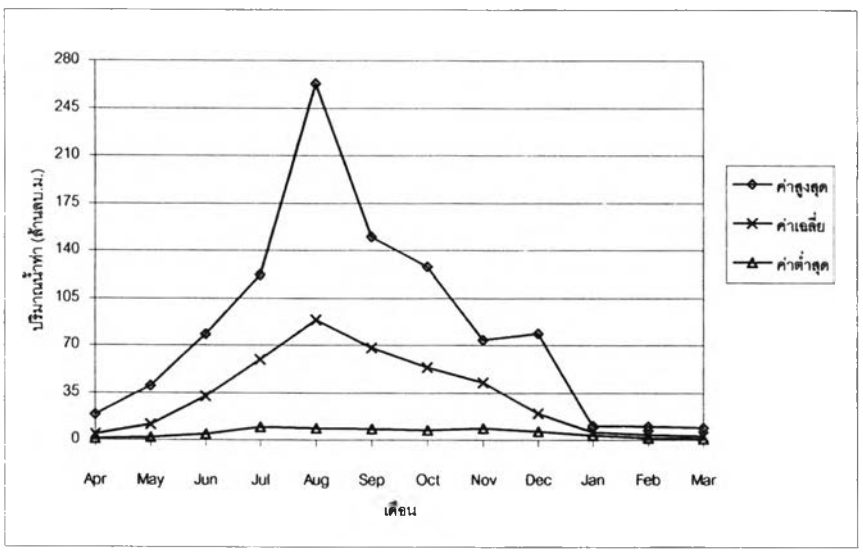


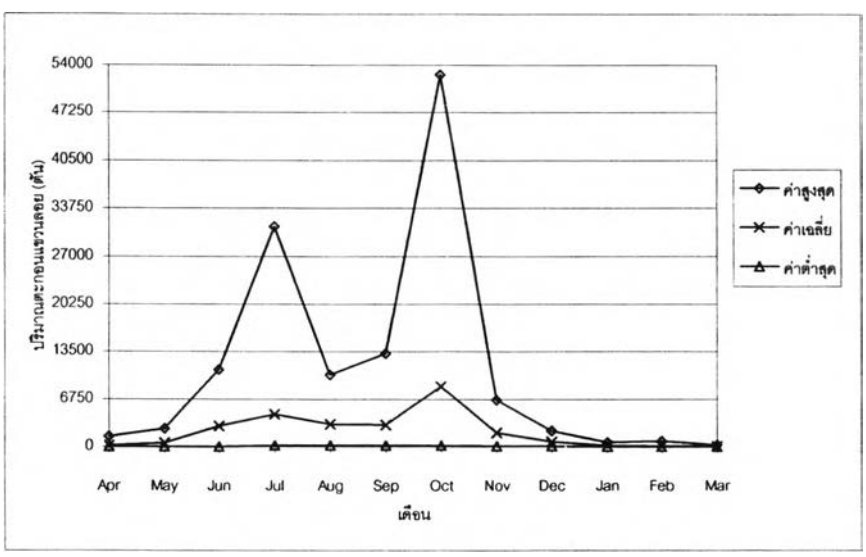




รูปที่ 4-30 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 240206 อ.เบตง จ.ยะลา







รูปที่ 4-31 ชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน, น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยที่สถานี 250201 อ.ละอุ่น จ.ระนอง

ปริมาณน้ำท่ามีมาก และมีปริมาณน้อยในช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าน้อยเช่นกัน แสดงว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า

จากการเปรียบเทียบชลภาพรายเดือนของทุกสถานีในภาคเหนือและภาคใต้ สรุปได้ว่าปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอย มีค่าที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน

4.1.2 ความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับน้ำฝนและน้ำท่า

เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง

- ปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝน
- ปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำท่า
- ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า

การตรวจสอบความสัมพันธ์ของช่วงเวลาการเกิดของน้ำฝน น้ำท่า และตะกอนแขวนลอย โดยเปรียบเทียบค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในเดือนปัจจุบันกับน้ำฝนในเดือนปัจจุบันและน้ำฝนใน 1 เดือนก่อนหน้านั้น จากนั้นเลือกใช้ความสัมพันธ์ที่ให้ค่า R^2 สูงสุด สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับน้ำท่าและน้ำฝนของแต่ละสถานีแสดงในตารางที่ 4-1 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากสถานีทั้งในภาคเหนือและภาคใต้พบว่าปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง ดังนั้นจึงมีความน่าเชื่อถือในการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเพื่อประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่าค่อนข้างกระจาย ดังนั้นการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในการประเมินปริมาณน้ำท่าจึงมีความคลาดเคลื่อนพอสมควร

1) ภาคเหนือ

รูปที่ 4-32 ถึง 4-46 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนรายเดือนกับน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยสัมพันธ์กับปริมาณฝนแต่ค่อนข้างกระจาย โดยค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.2-0.6 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับน้ำท่าค่อนข้างสัมพันธ์กันมาก โดยค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.7-0.9 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่าค่อนข้างกระจายโดยมีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.3-0.6

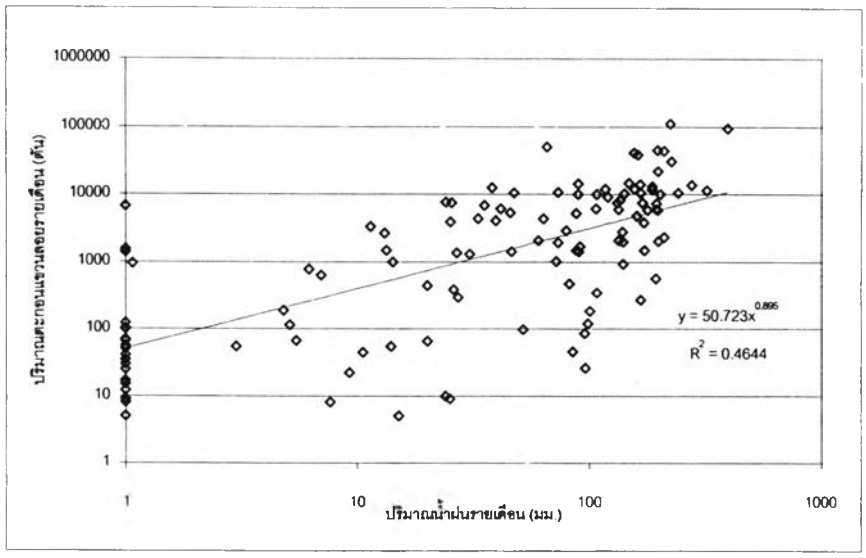
<u>หมายเหตุ</u> ที่สถานี Y.6 อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย ในรูปที่ 4-40 จากกราฟความสัมพันธ์จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำค่อนข้างกระจายเนื่องมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่มีผลต่อการเก็บกักในพื้นที่และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนตัวกว่าจะถึงสถานีวัด นอกจากนี้ปริมาณน้ำท่าพื้นฐาน (base flow) มีผลค่อนข้างมากแม้ในเดือนที่ไม่มีฝน

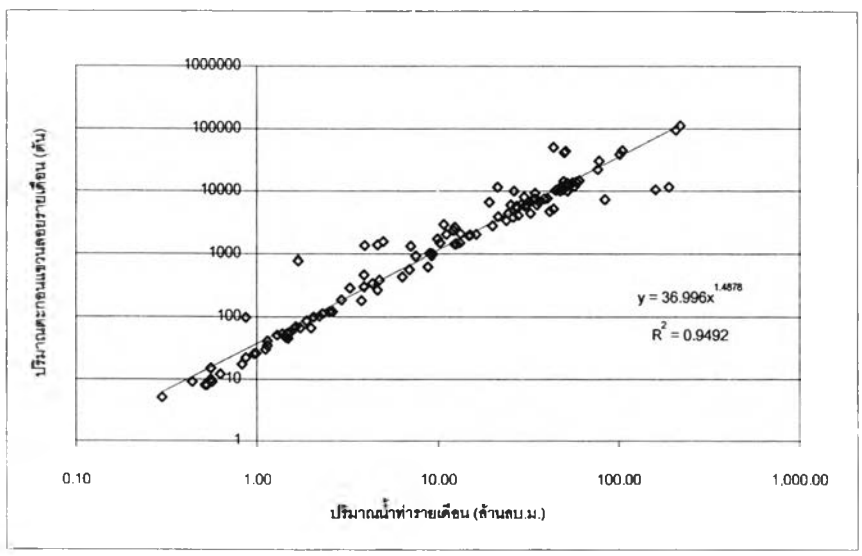
ตารางที่ 4-1 สมการความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับน้ำท่าและน้ำฝนของแต่ละสถานี

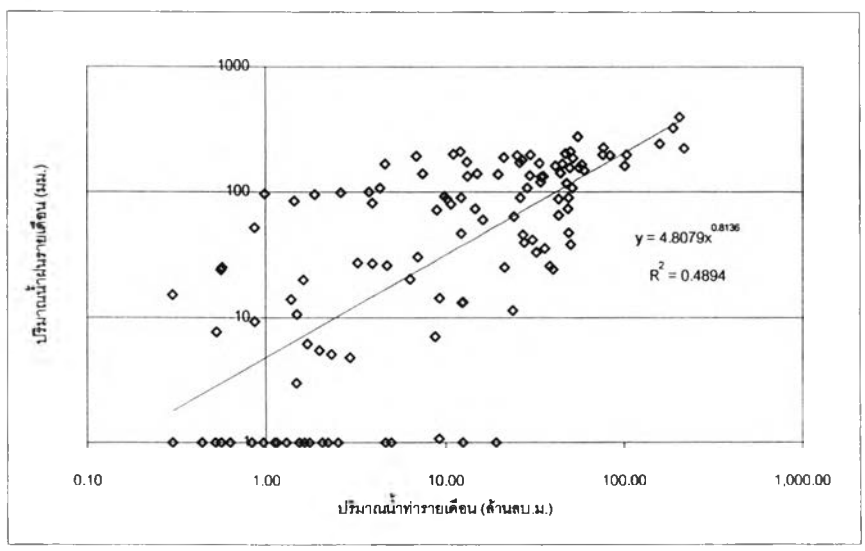
สถานี	$S_t = aQ_t^b$	R^2	$S = cP^d$	R^2	$P = gQ^h$	R^2	ข้อมูล*
P.4A	$37.0Q^{1.49}$	0.95	$50.72P^{0.90}$	0.46	$4.81Q^{0.81}$	0.49	S_t, Q_t, P_{t-1}
060202	$30.64Q^{1.29}$	0.81	$16.77P^{0.38}$	0.25	$18.96Q^{1.05}$	0.31	S_t, Q_t, P_{t-1}
060406	$7.529Q^{1.79}$	0.91	$171.8P^{0.49}$	0.39	$0.432Q^{1.57}$	0.43	S_t, Q_t, P_{t-1}
060808	$27.10Q^{1.57}$	0.96	$43.87P^{0.67}$	0.33	$7.33Q^{0.81}$	0.35	S_t, Q_t, P_{t-1}
061101	$32.08Q^{1.36}$	0.71	$1662P^{0.73}$	0.34	$0.452Q^{0.90}$	0.47	S_t, Q_t, P_{t-1}
061201	$5.215Q^{2.00}$	0.88	$166.1P^{0.59}$	0.36	$0.516Q^{1.48}$	0.45	S_t, Q_t, P_{t-1}
061302	$5.803Q^{1.82}$	0.94	$590P^{0.53}$	0.39	$0.164Q^{1.45}$	0.43	S_t, Q_t, P_{t-1}
061501	$19.88Q^{1.38}$	0.79	$262.8P^{0.59}$	0.36	$0.908Q^{1.06}$	0.45	S_t, Q_t, P_{t-1}
Y.6	$1237Q^{0.85}$	0.13	$132.5P^{0.93}$	0.49	$25.80Q^{0.30}$	0.03	S_t, Q_t, P_{t-1}
N.13A	$379.9Q^{0.99}$	0.72	$1232P^{0.82}$	0.57	$1.59Q^{0.76}$	0.52	S_t, Q_t, P_{t-1}
N.22	$28.62Q^{1.36}$	0.99	$902.3P^{0.66}$	0.56	$0.272Q^{1.14}$	0.55	S_t, Q_t, P_{t-1}
091401	$4.158Q^{1.67}$	0.91	$241.9P^{0.81}$	0.58	$0.240Q^{1.21}$	0.55	S_t, Q_t, P_{t-1}
091502	$17.14Q^{1.23}$	0.83	$40.85P^{0.47}$	0.45	$2.23Q^{1.34}$	0.49	S_t, Q_t, P_{t-1}
091601	$2.435Q^{1.93}$	0.95	$16.42P^{1.15}$	0.54	$2.38Q^{0.91}$	0.51	S_t, Q_t, P_{t-1}
091603	$11.60Q^{1.37}$	0.89	$56.19P^{0.72}$	0.48	$1.727Q^{1.03}$	0.54	S_t, Q_t, P_{t-1}
X.55	$6.640Q^{1.66}$	0.97	$11.35P^{0.76}$	0.31	$21.81Q^{0.68}$	0.31	S_t, Q_t, P_t
X.73	$7.173Q^{1.46}$	0.98	$10.05P^{0.93}$	0.41	$17.18Q^{0.66}$	0.43	S_t, Q_t, P_{t-1}
X.90	$40.70Q^{1.14}$	0.98	$52.46P^{0.74}$	0.35	$16.27Q^{0.54}$	0.36	S_t, Q_t, P_{t-1}
X.103	$16.03Q^{1.32}$	0.95	$2.18P^{0.86}$	0.35	$37.36Q^{0.59}$	0.41	S_t, Q_t, P_{t-1}
X.104	$14.16Q^{1.38}$	0.97	$14.77P^{0.84}$	0.35	$14.52Q^{0.72}$	0.42	S_t, Q_t, P_{t-1}
X.111	$26.04Q^{1.37}$	0.98	$23.84P^{0.51}$	0.24	$25.49Q^{0.65}$	0.24	S_t, Q_t, P_{t-1}
X.113	$76.62Q^{1.55}$	0.87	$7.49P^{0.84}$	0.40	$44.65Q^{0.77}$	0.38	S_t, Q_t, P_t
X.121	$15.80Q^{1.42}$	0.91	$3.95P^{0.77}$	0.36	$52.59Q^{0.70}$	0.37	S_t, Q_t, P_t
X.163	$6.346Q^{1.73}$	0.97	$23.23P^{0.65}$	0.26	$21.17Q^{0.69}$	0.25	S_t, Q_t, P_{t-1}
210602	$11.26Q^{1.27}$	0.79	$24.08P^{0.67}$	0.29	$19.66Q^{0.64}$	0.31	S_t, Q_t, P_t
211101	$7.811Q^{1.28}$	0.82	$368.1P^{0.52}$	0.20	$6.634Q^{0.66}$	0.29	S_t, Q_t, P_{t-1}
220702	$12.42Q^{1.55}$	0.94	$23.15P^{0.55}$	0.27	$13.95Q^{0.82}$	0.30	S_t, Q_t, P_{t-1}
240202	$1.913Q^{2.17}$	0.80	$1260P^{0.39}$	0.16	$1.307Q^{1.12}$	0.22	S_t, Q_t, P_{t-1}
240206	$10.47Q^{1.65}$	0.85	$73.22P^{0.45}$	0.20	$11.30Q^{0.89}$	0.25	S_t, Q_t, P_t
250201	$11.55Q^{1.27}$	0.77	$8.08P^{0.76}$	0.42	$12.07Q^{0.92}$	0.56	S_t, Q_t, P_{t-1}

* S_t = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน) เดือน t Q_t = ปริมาณน้ำท่า (ล้านลบ.ม.) เดือน t

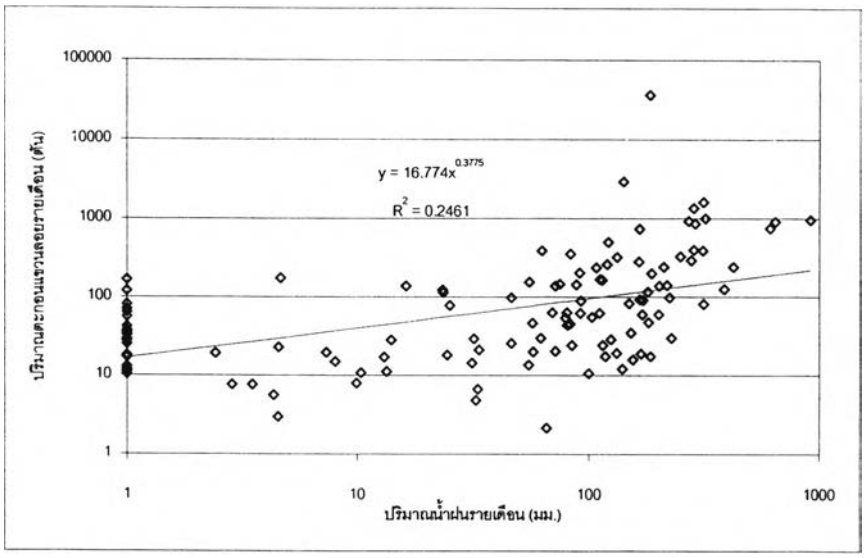
P_t = ปริมาณน้ำฝน (มม.) เดือน t P_{t-1} = ปริมาณน้ำฝน (มม.) เดือน t-1

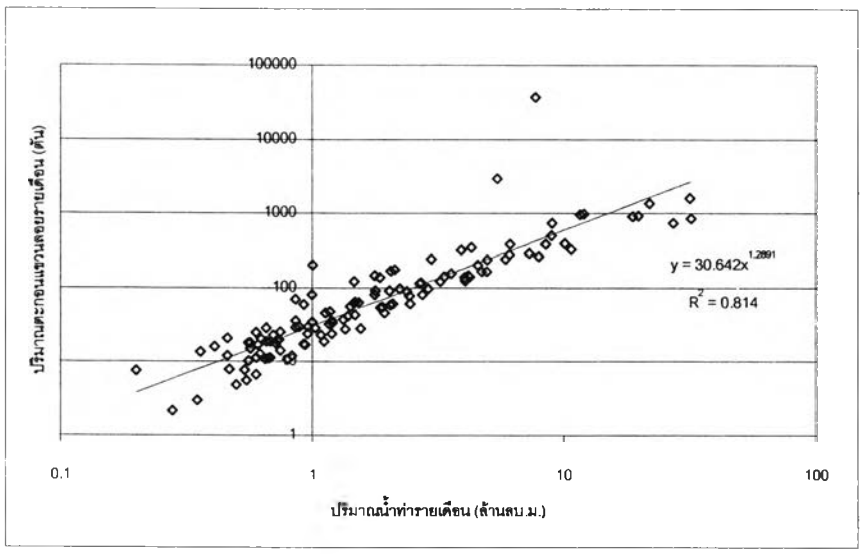


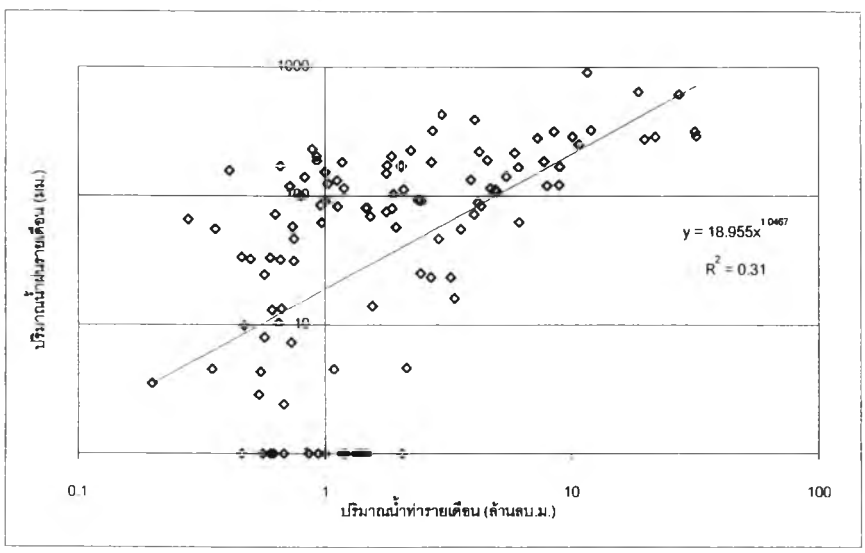




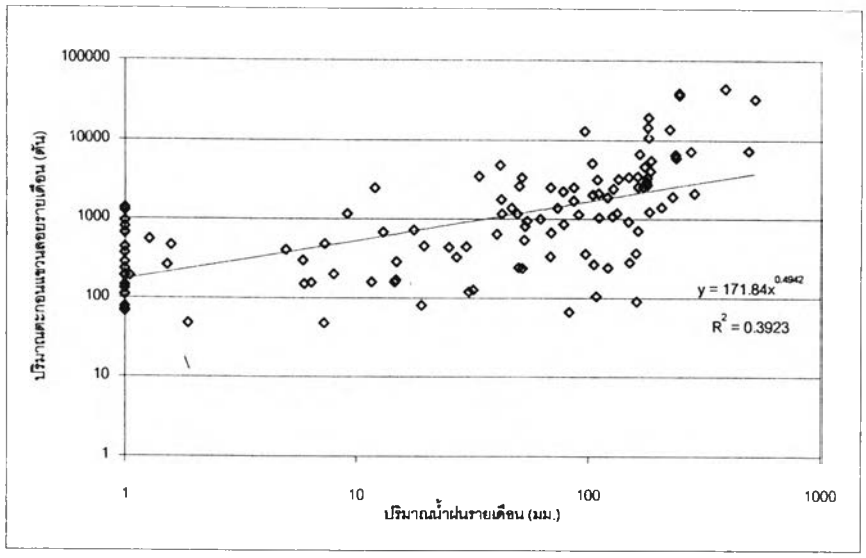
รูปที่ 4-32 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี P.4A อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

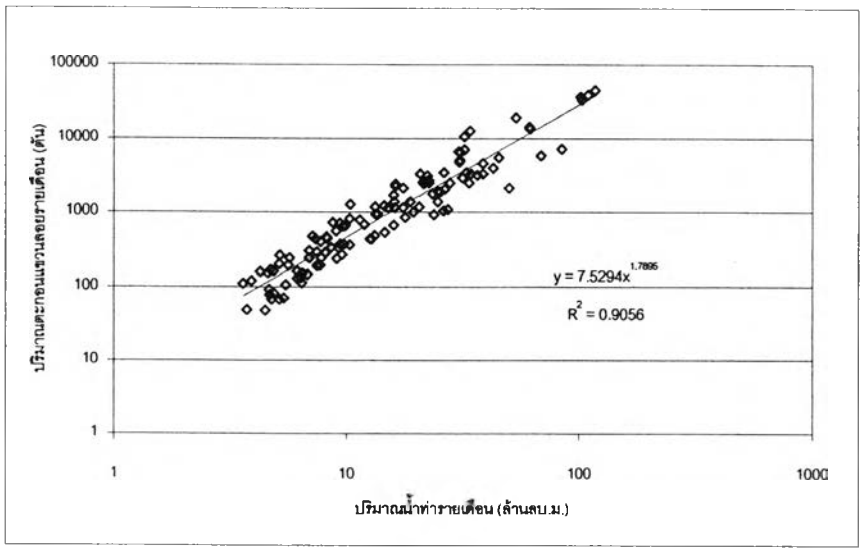


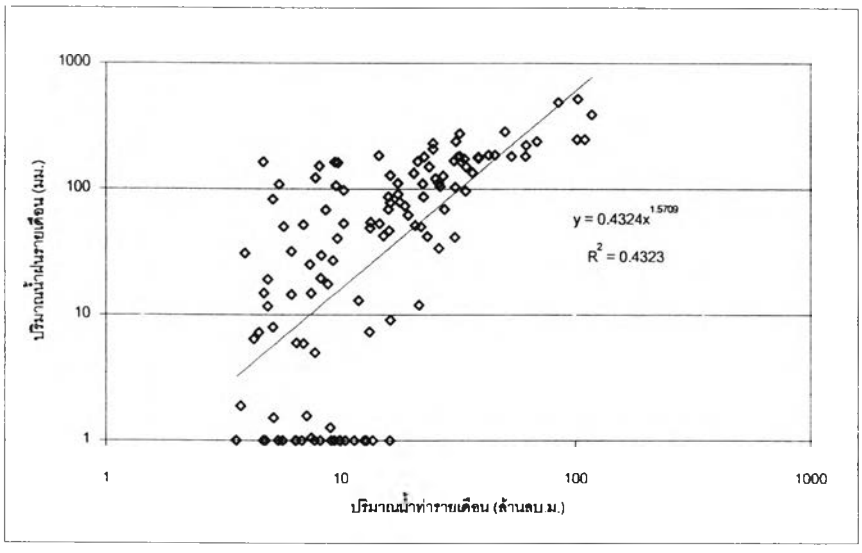




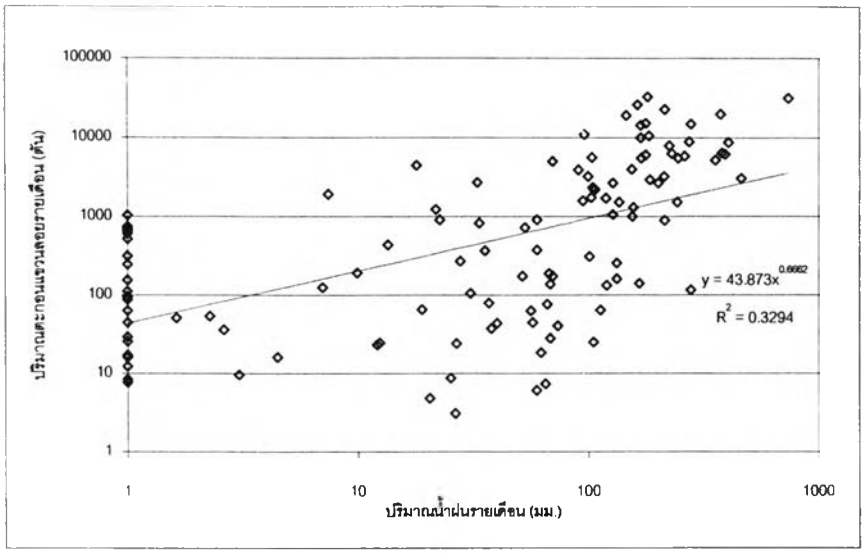
รูปที่ 4-33 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 060202 อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

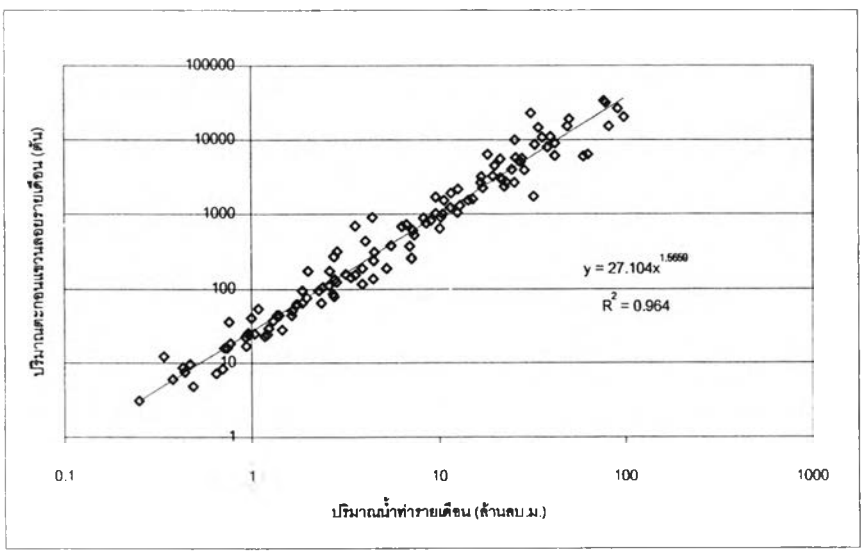


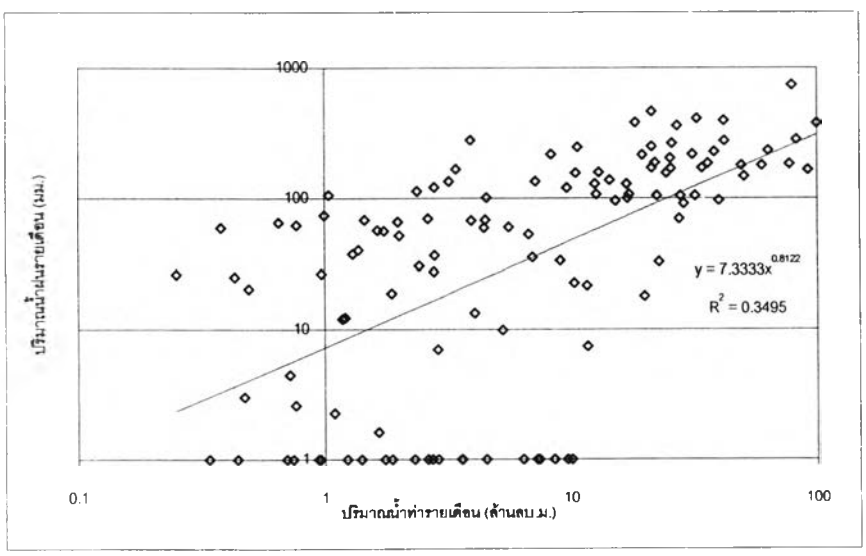




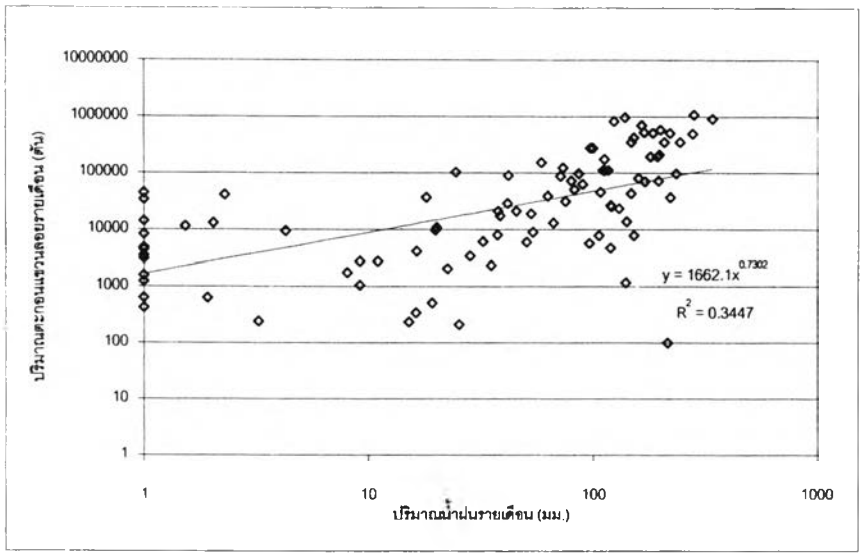
รูปที่ 4-34 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 060406 อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่

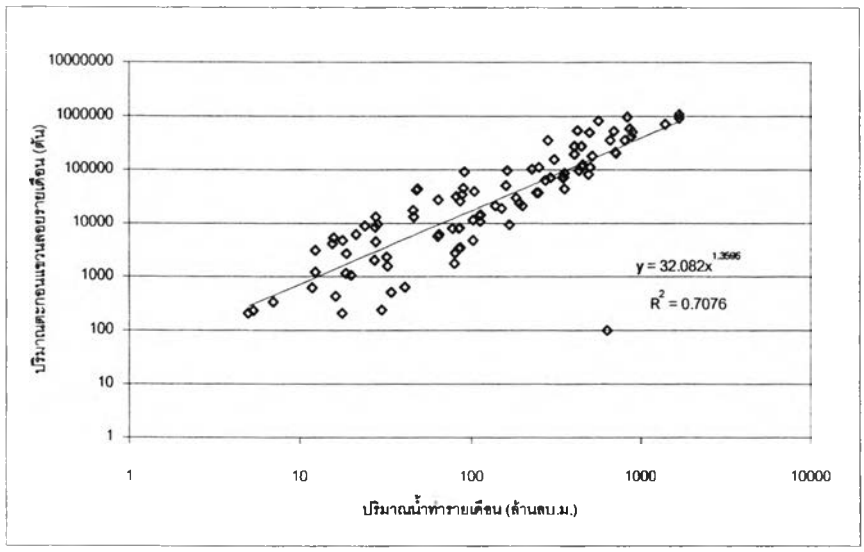


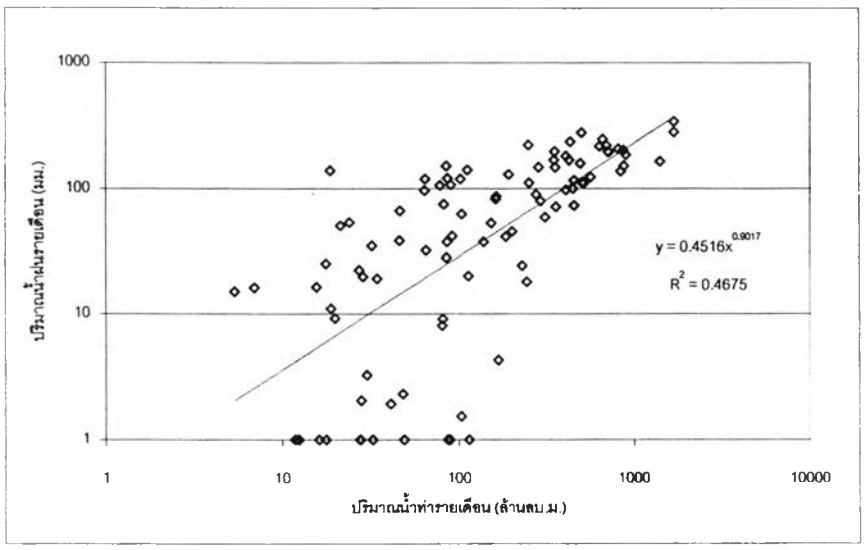




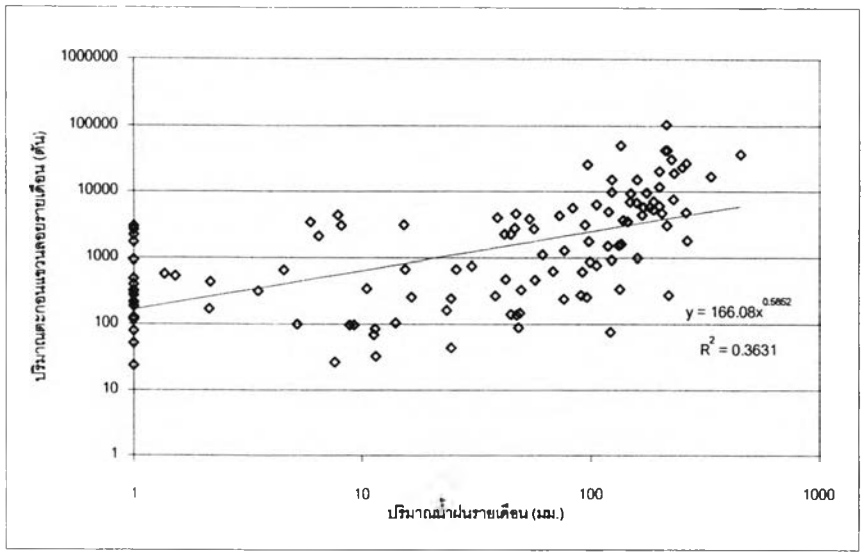
รูปที่ 4-35 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 060808 อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่

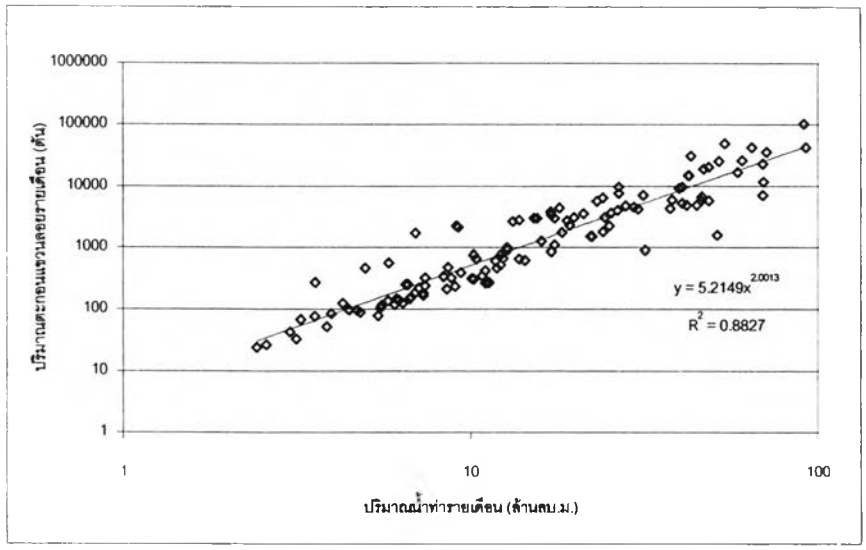


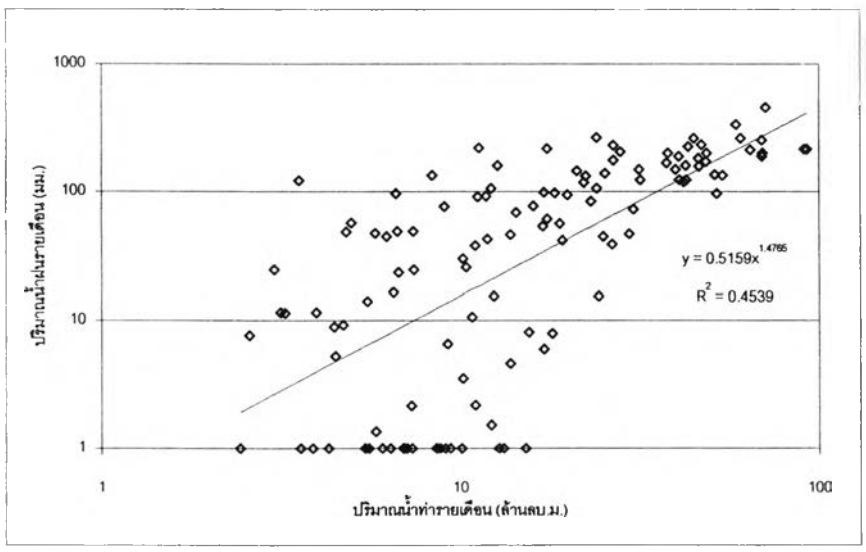




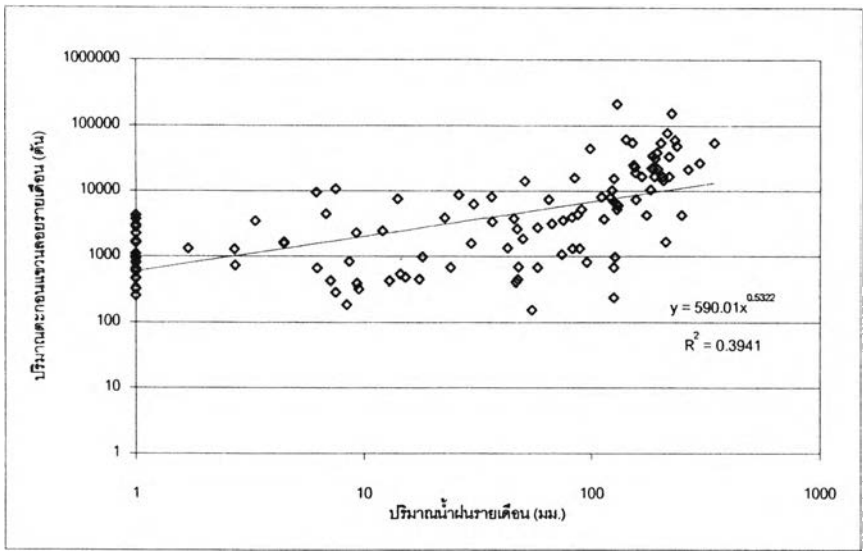
รูปที่ 4-36 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 061101 อ.ฮอด จ.เชียงใหม่

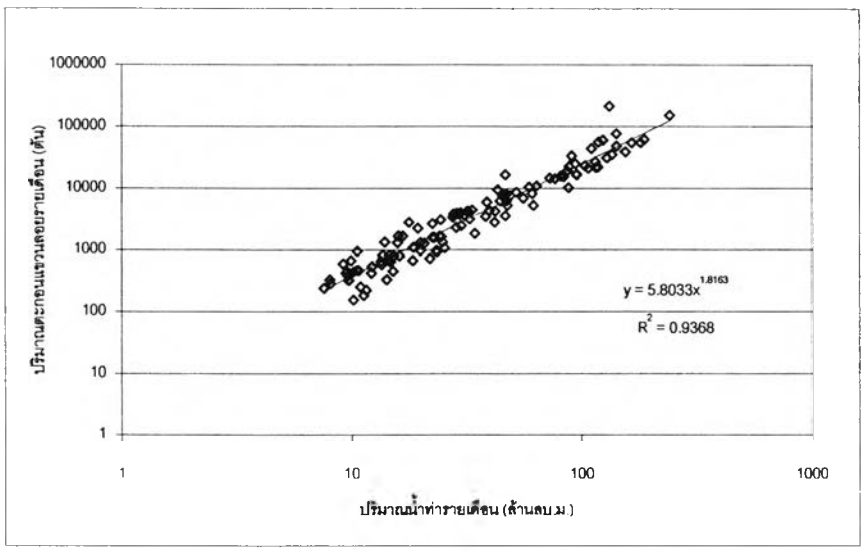


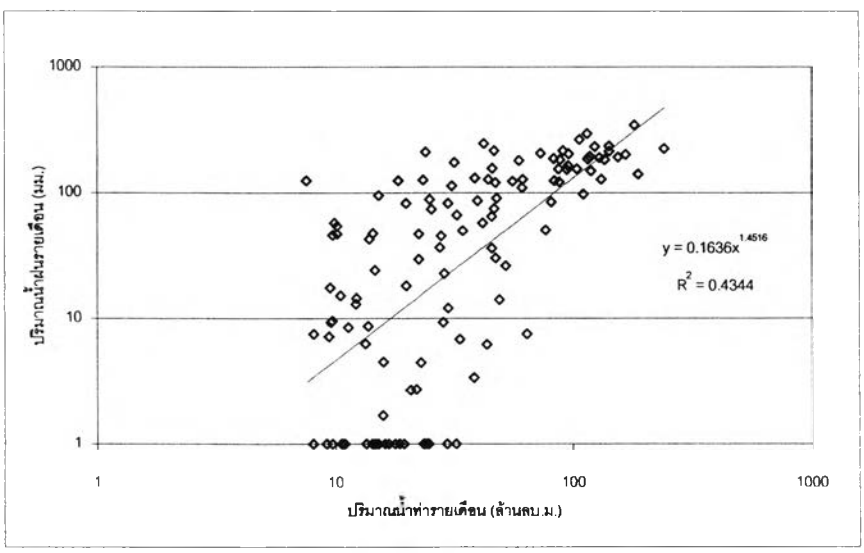




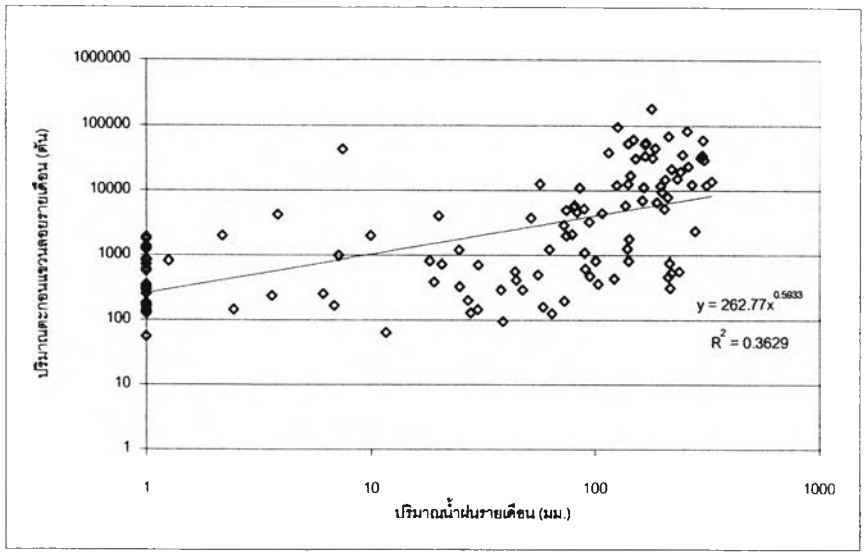
รูปที่ 4-37 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 061201 อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

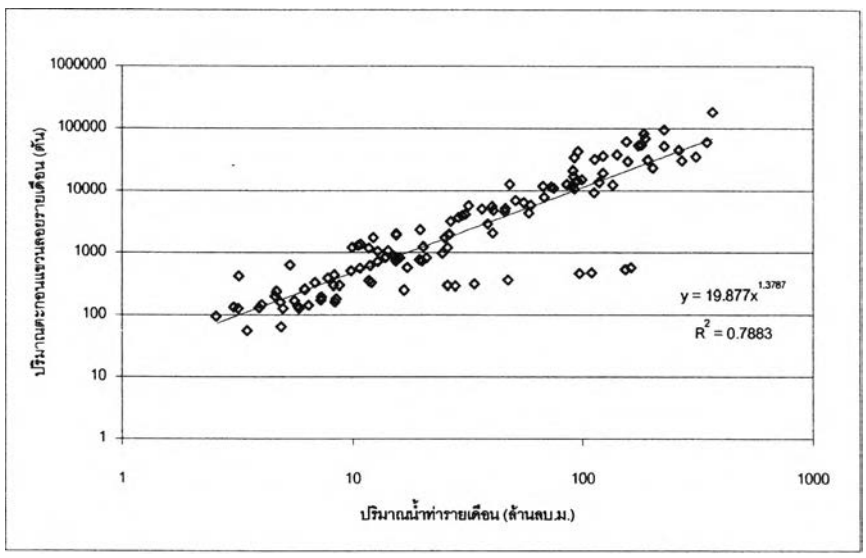


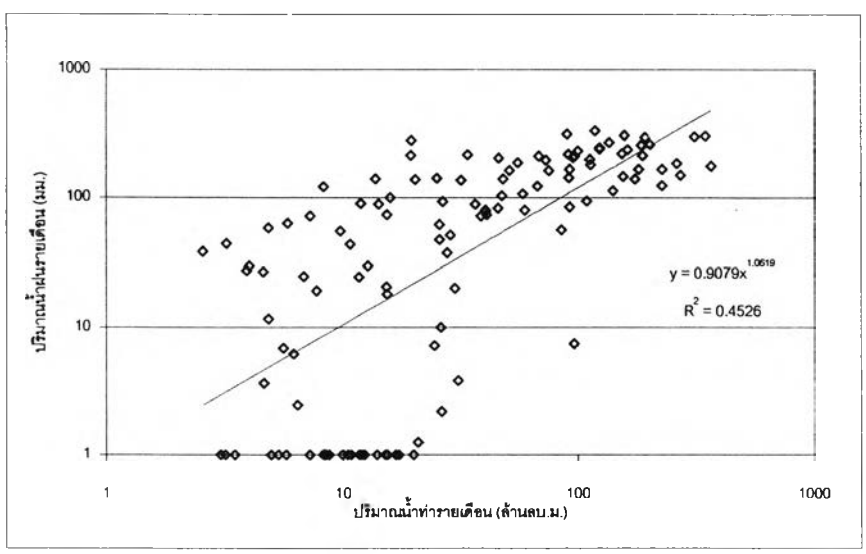




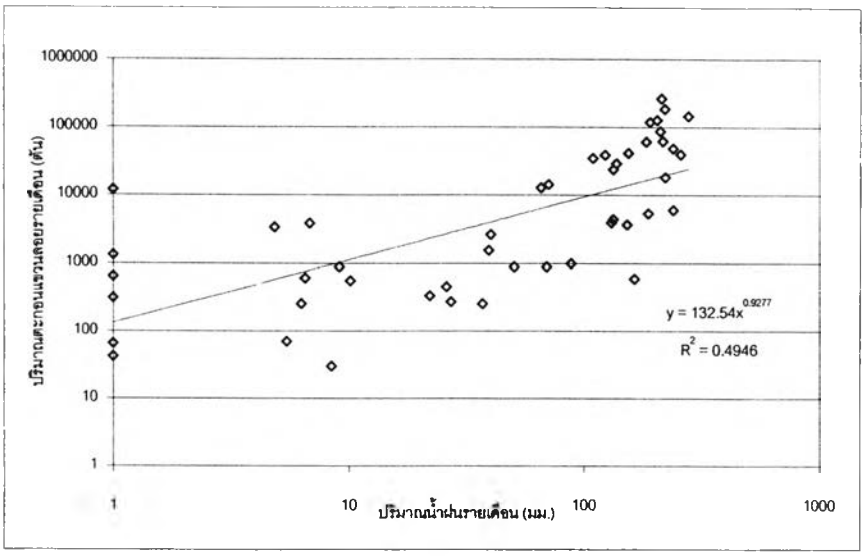
รูปที่ 4-38 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 061302 อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

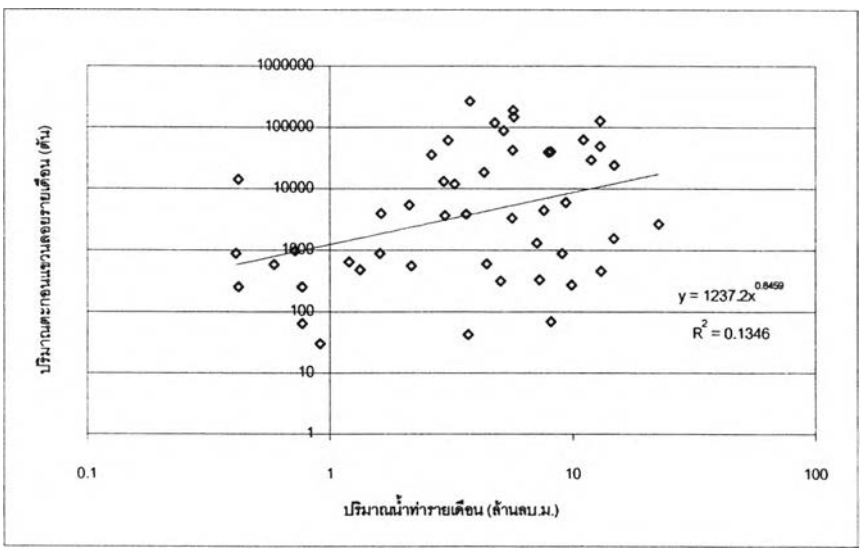


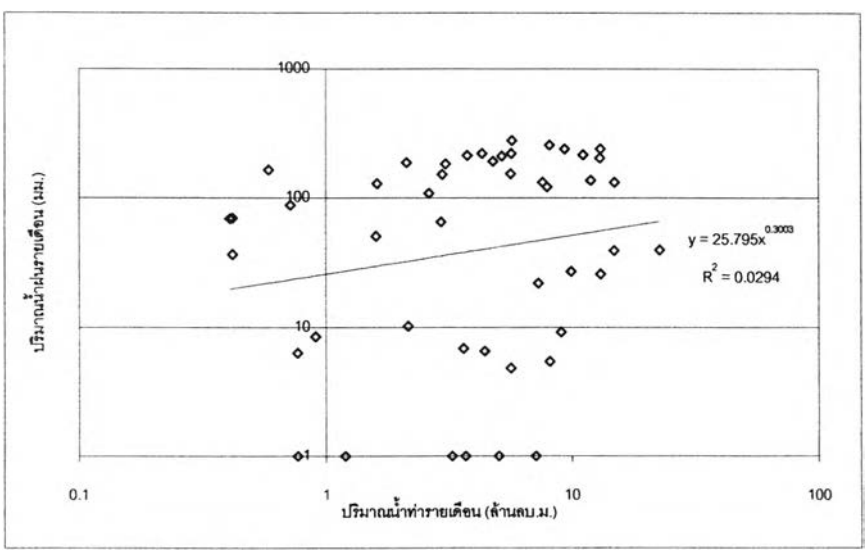




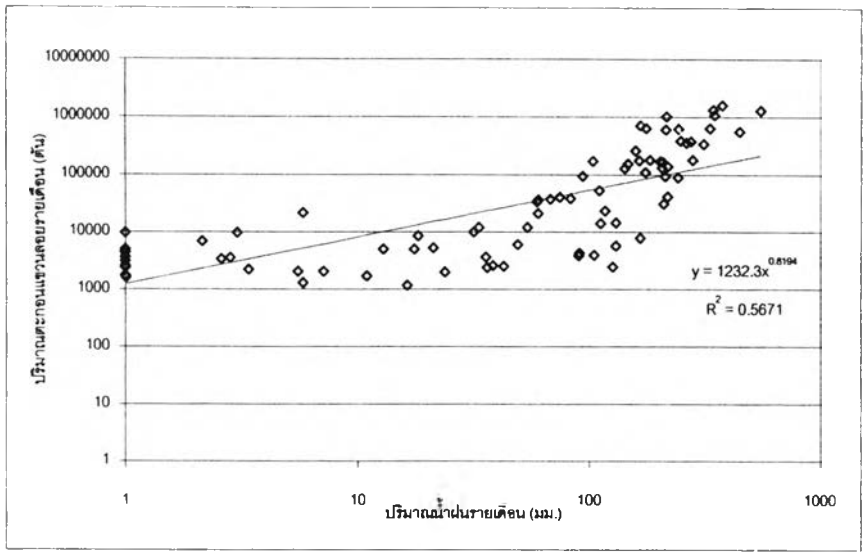
รูปที่ 4-39 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 061501 อ.ออมก๋อย จ.เชียงใหม่

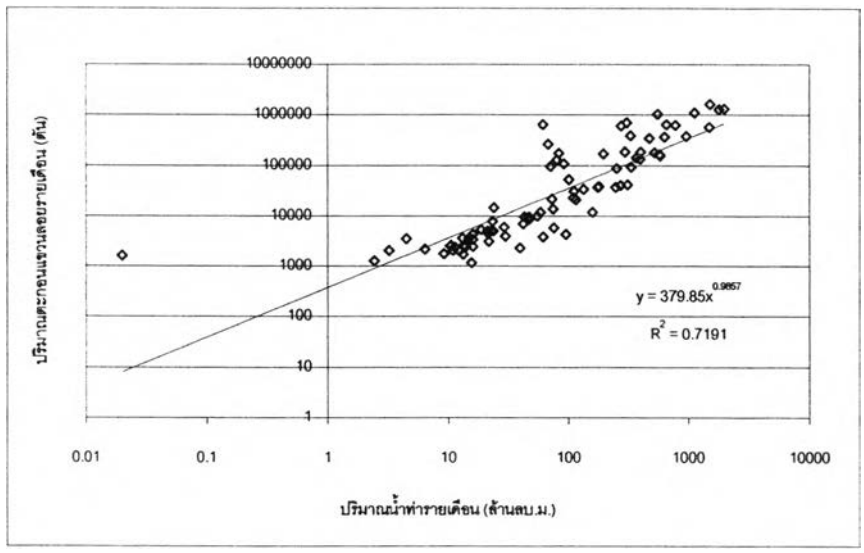


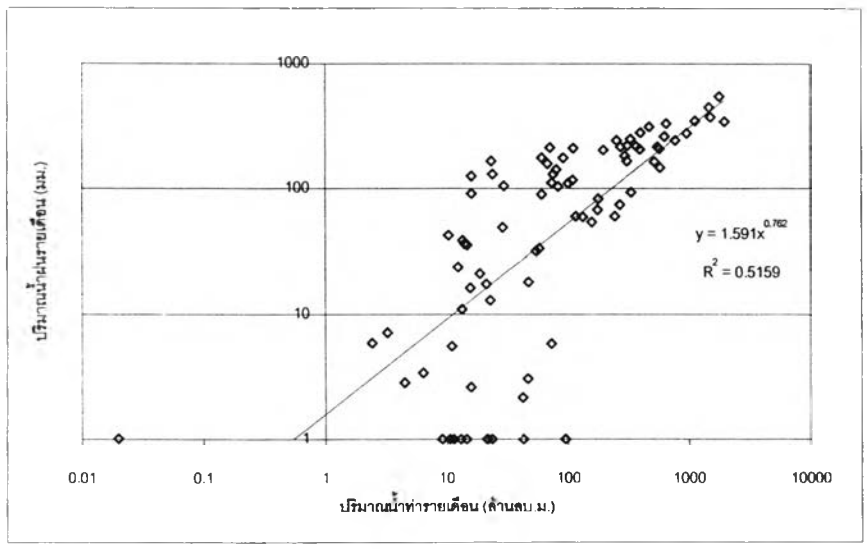




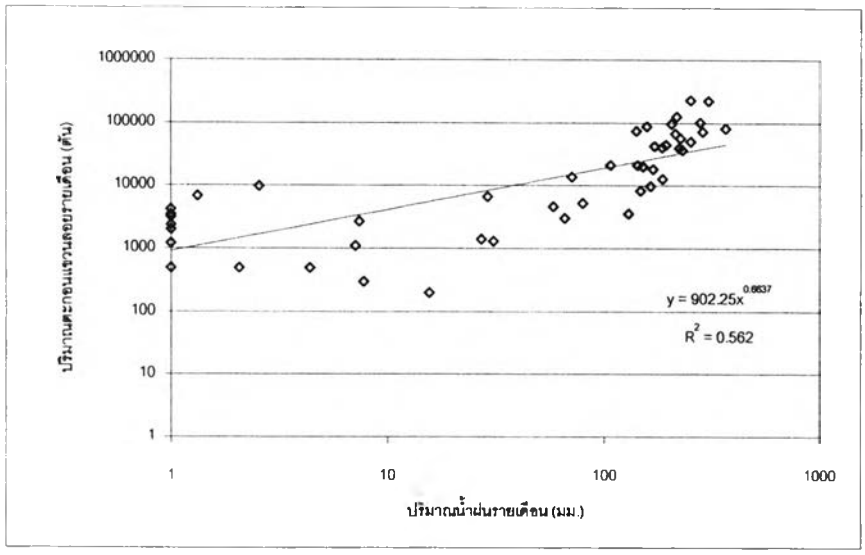
รูปที่ 4-40 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี Y.6 อ.ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย

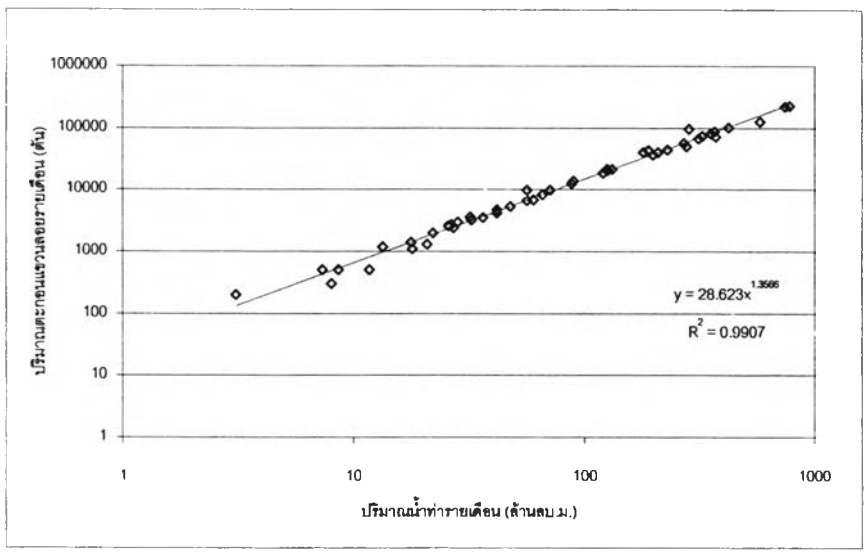


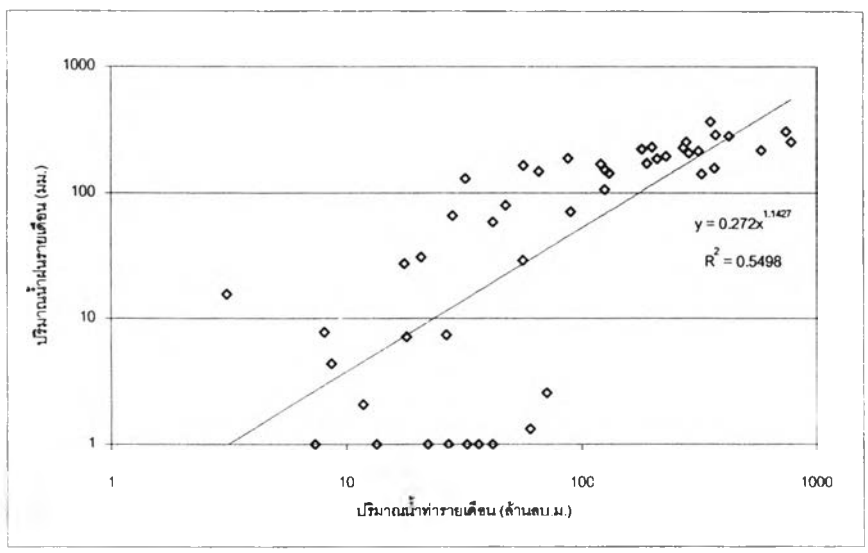




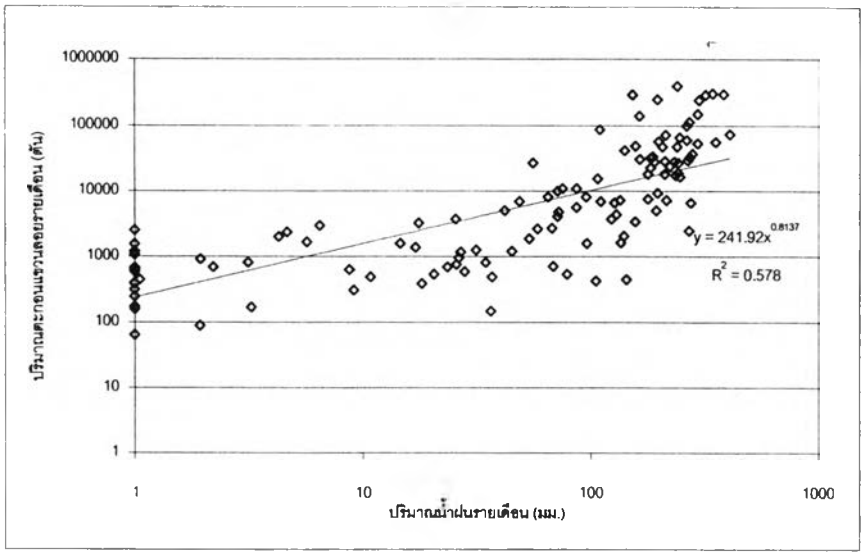
รูปที่ 4-41 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี N.13A อ.สา จ.น่าน

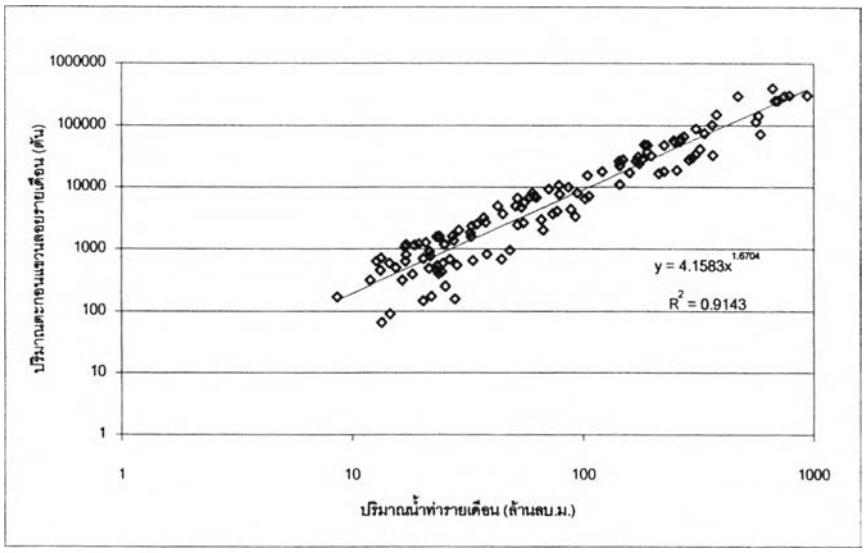


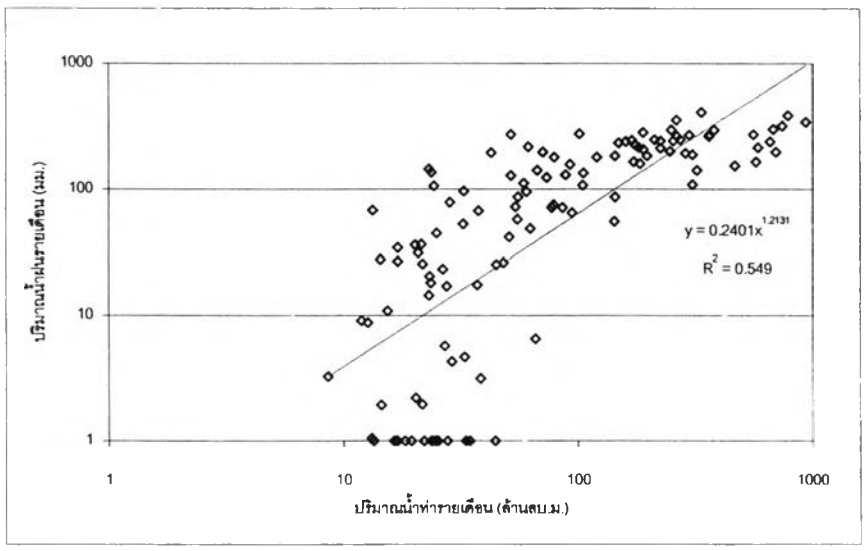




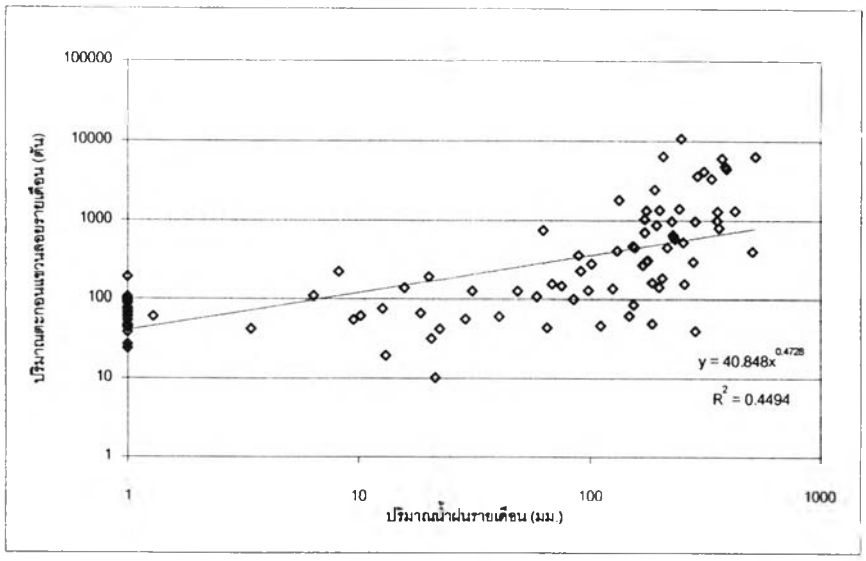
รูปที่ 4-42 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี N.22 อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

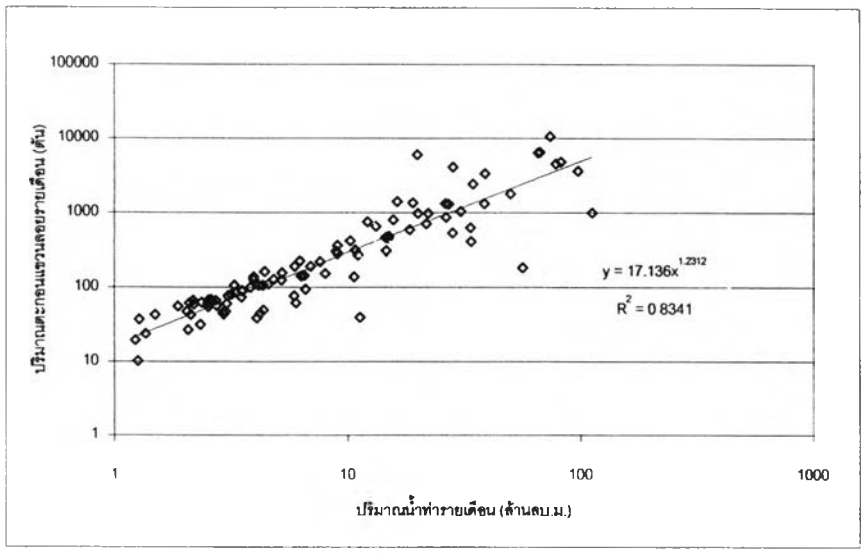


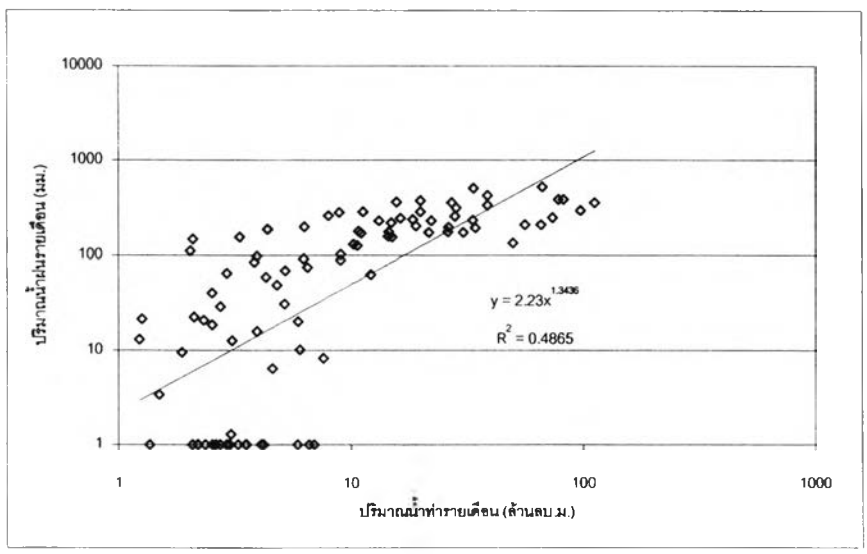




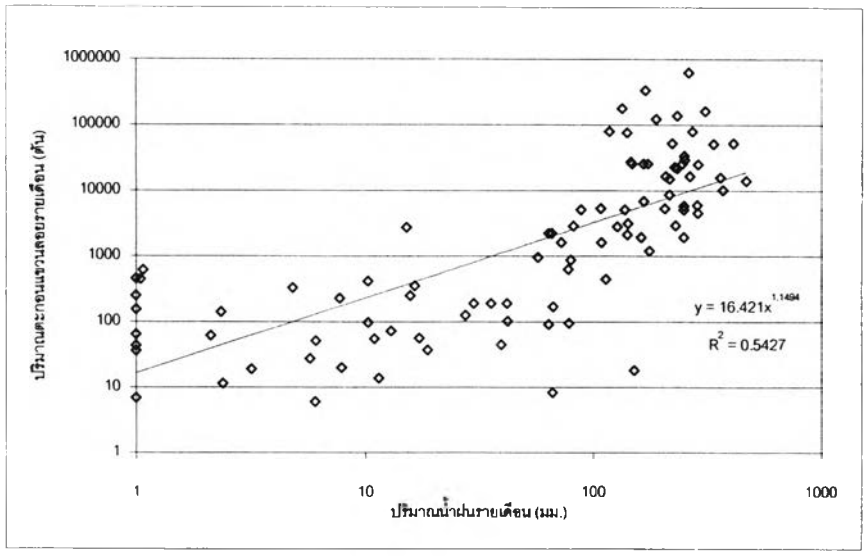
รูปที่ 4-43 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 091401 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

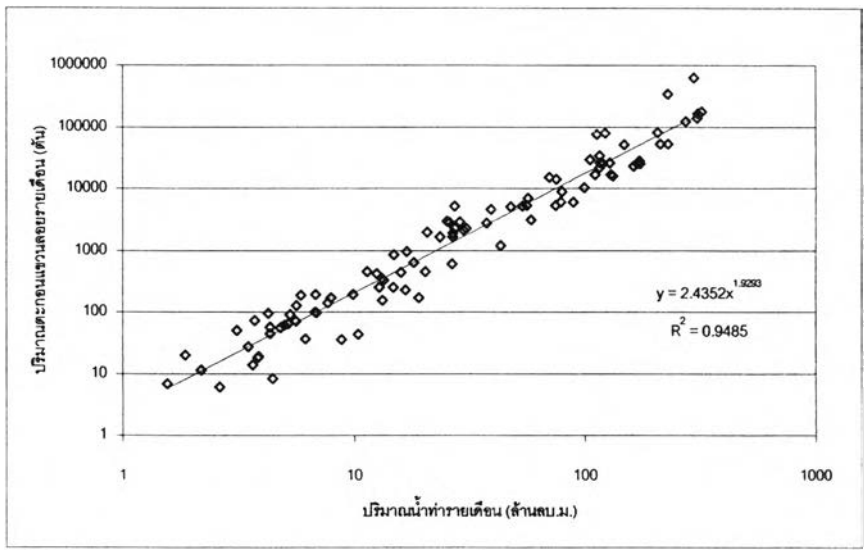


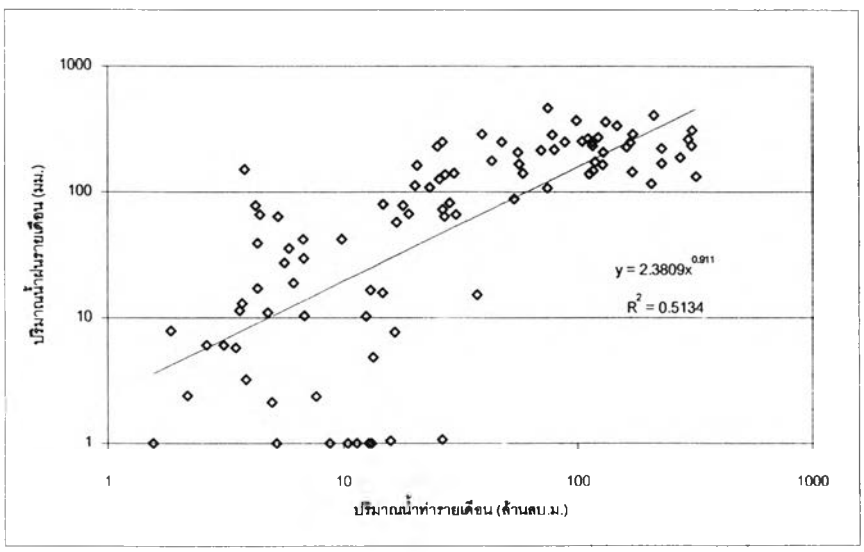




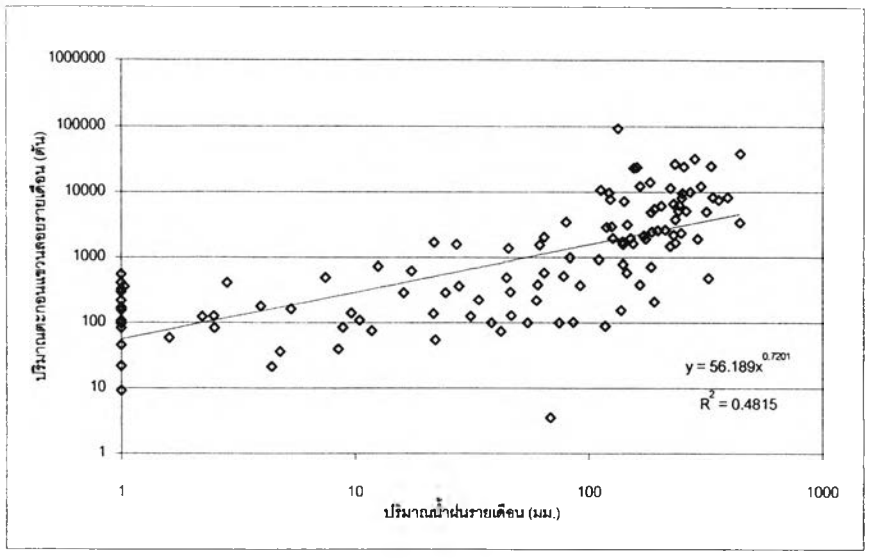
รูปที่ 4-44 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 091502 อ.ชาติตระการ จ.พิษณุโลก

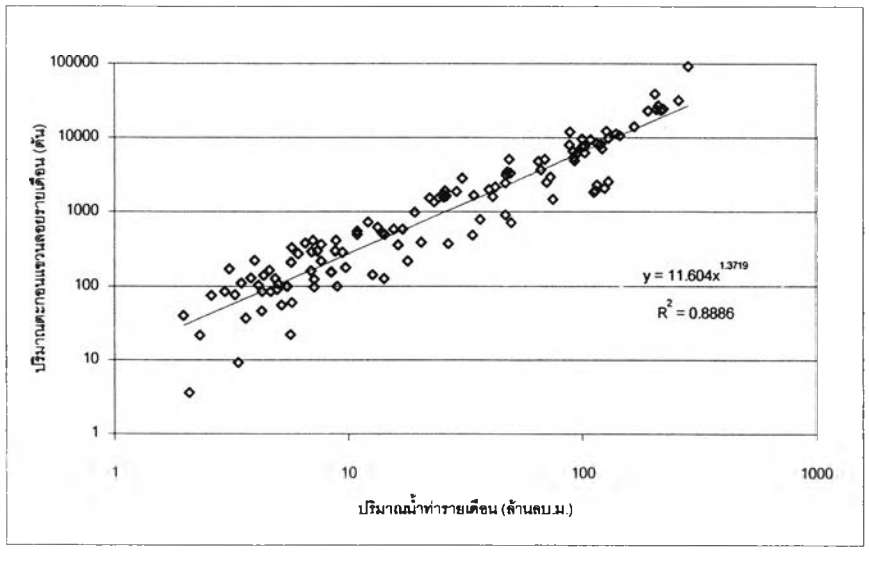


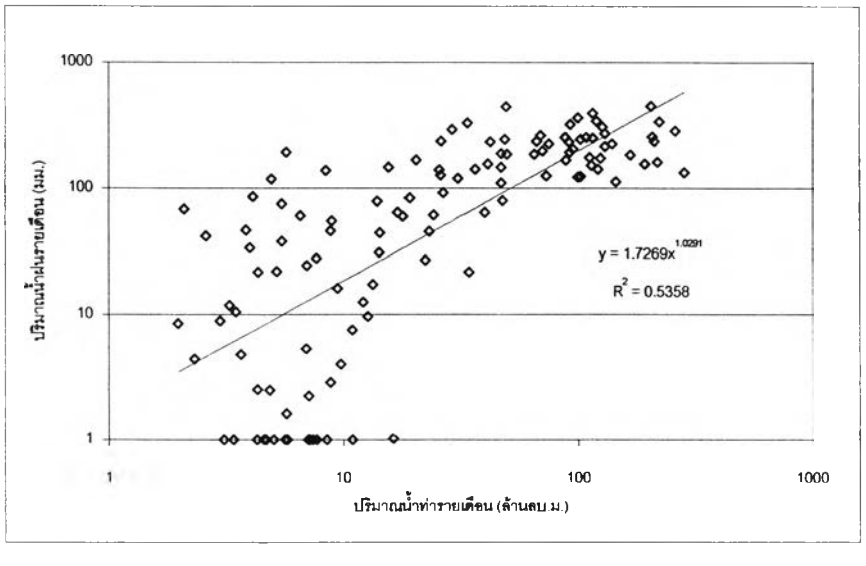




รูปที่ 4-45 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 091601 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก







รูปที่ 4-46 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 091603 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

2) ภาคใต้

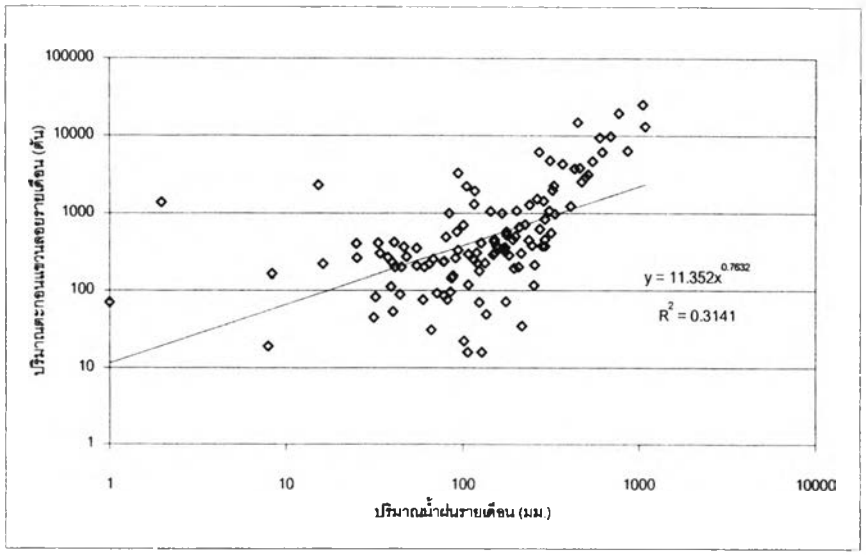
รูปที่ 4-47 ถึง 4-61 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนรายเดือนกับน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยสัมพันธ์กับปริมาณฝนแต่ค่อนข้างกระจาย โดยค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.1-0.4 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับน้ำท่าค่อนข้างสัมพันธ์กันมาก โดยค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.7-0.9 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่าค่อนข้างกระจายโดยมีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.2-0.6

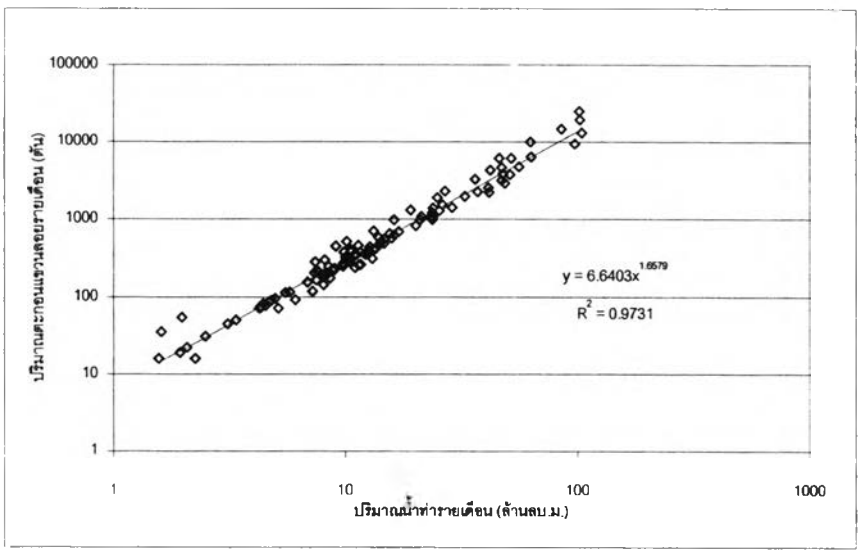
หมายเหตุ -ในการลงจุดข้อมูลฝน กรณีที่บางเดือนมีค่าปริมาณน้ำฝนน้อยหรือเป็นศูนย์ กำหนดให้ใช้ค่าปริมาณฝนต่ำสุด 1 มม. เพื่อให้สามารพลอตค่าปริมาณฝนบน log สเกลได้

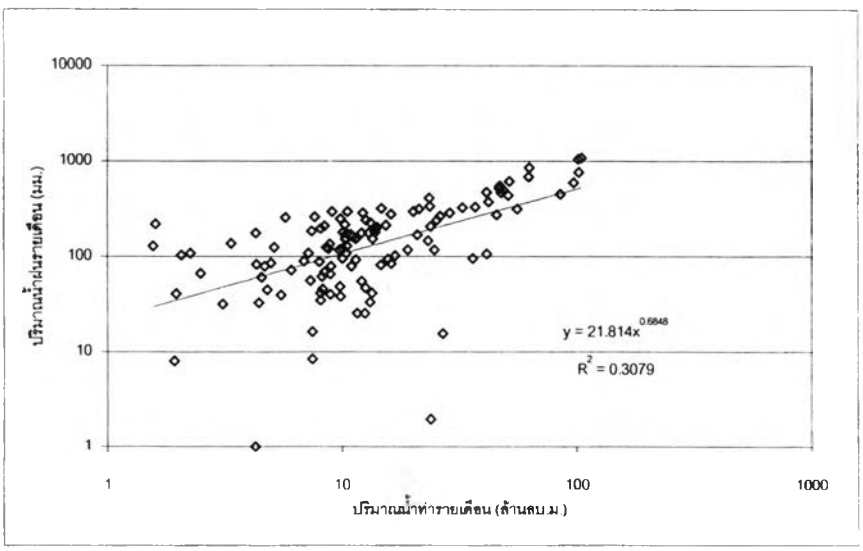
- ที่สถานี X.90 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา จำเป็นต้องแบ่งข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝน และน้ำท่าออกเป็น 2 ช่วง คือ ปี ค.ศ.1991-1995 (พ.ศ. 2534-2538) กับปี ค.ศ.2000 (พ.ศ. 2543) เนื่องจากพบว่าในพื้นที่ต้นน้ำมีโครงการอ่างเก็บน้ำคลองสะเดาที่ อ.สะเดา จ.สงขลา ซึ่งดำเนินการก่อสร้างในปี ค.ศ. 1991-1998 (พ.ศ. 2534-2541) ทำให้ส่งผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยที่วัดได้ (ดูรูปที่4-49) จะเห็นได้จากความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำท่ามีความแตกต่างระหว่างข้อมูลปี ค.ศ. 1991-1995 (พ.ศ. 2534-2538) กับปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) คาดว่าอ่างเก็บน้ำมีผลต่อการเก็บกักตะกอนบางส่วน จึงทำให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยลงแต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ช่วงข้อมูลก่อนมีโครงการเกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อให้สภาวะการไหลเป็นแบบธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการนำสมการความสัมพันธ์ที่เกิดจากการศึกษามาประยุกต์ใช้งานจะต้องทำการวิเคราะห์สภาวะที่มีโครงการเพื่อให้เป็นสภาพปัจจุบัน

- มีข้อสังเกตจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยและฝน จะเห็นได้ว่าในบางเดือนที่ปริมาณฝนมีค่าน้อยมากแต่ยังมีปริมาณตะกอนแขวนลอย สาเหตุเกิดจากปริมาณน้ำท่าพื้นฐาน (base flow) และในบางเดือน ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าน้อยมากในขณะที่ปริมาณฝนมีมากพอสมควร สาเหตุเกิดจากเป็นช่วงปลายฤดูฝน มีการเคลื่อนที่ของตะกอนในช่วงเวลาก่อนหน้านี้แล้วจึงทำให้ปริมาณตะกอนเหลือน้อยลง นอกจากนี้อาจเป็นเพราะว่าปริมาณฝนที่ตกทำให้เกิดการชะหน้าดินก่อให้เกิดการเคลื่อนตัวบนพื้นดินแต่ยังไม่ลงสู่ลำน้ำ

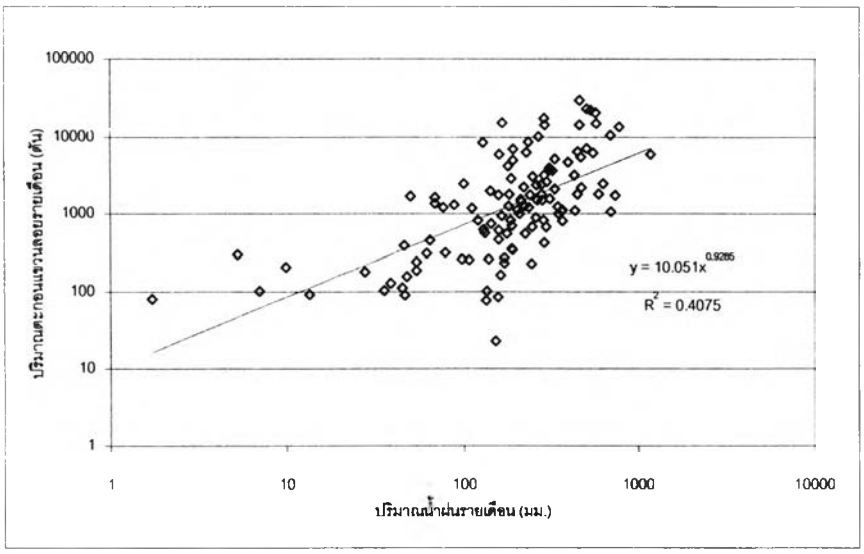
ในทางปฏิบัติ การวัดข้อมูลปริมาณน้ำท่ามีความสะดวกน้อยกว่าปริมาณน้ำฝน ซึ่งมีความสะดวกมากกว่า ในการศึกษานี้จึงได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน ซึ่งในบางเดือนมีปริมาณน้ำฝนน้อยแต่ก็ยังมีปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากปริมาณน้ำไหลพื้นฐาน ส่วนในช่วงที่ปริมาณน้ำฝนเพิ่มทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นโดยปริมาณน้ำท่าส่วนที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำฝนจะเป็นน้ำท่าไหลตรง (direct runoff)

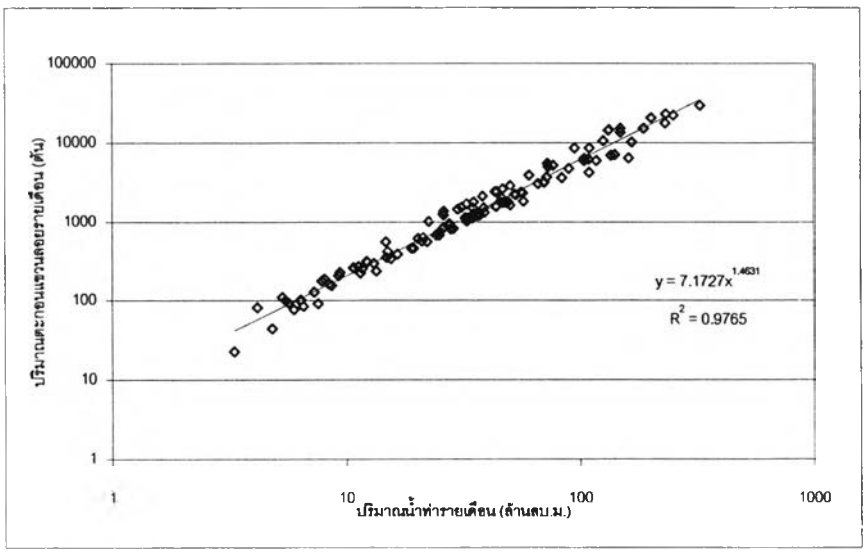


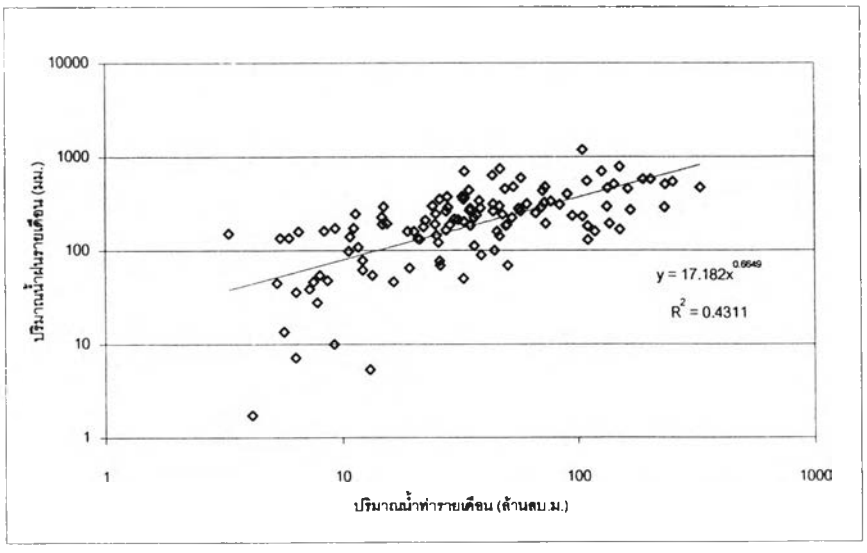




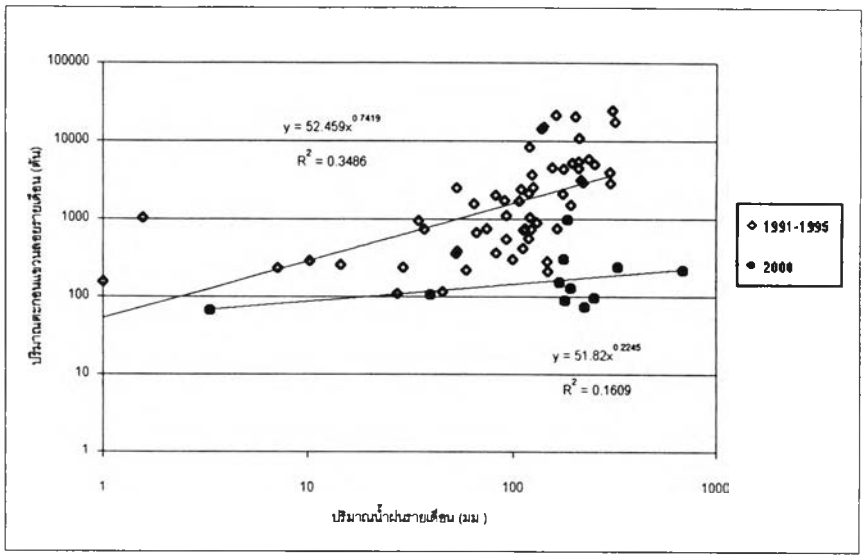
รูปที่ 4-47 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.55 อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช

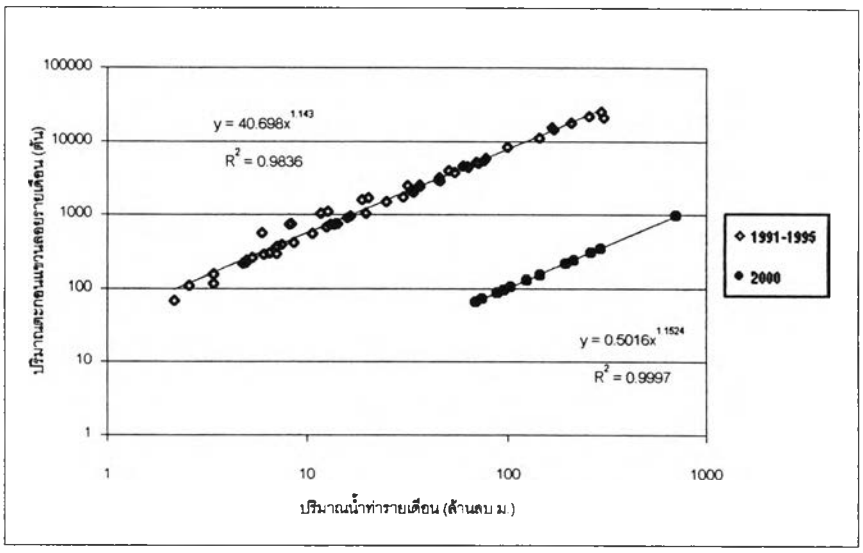


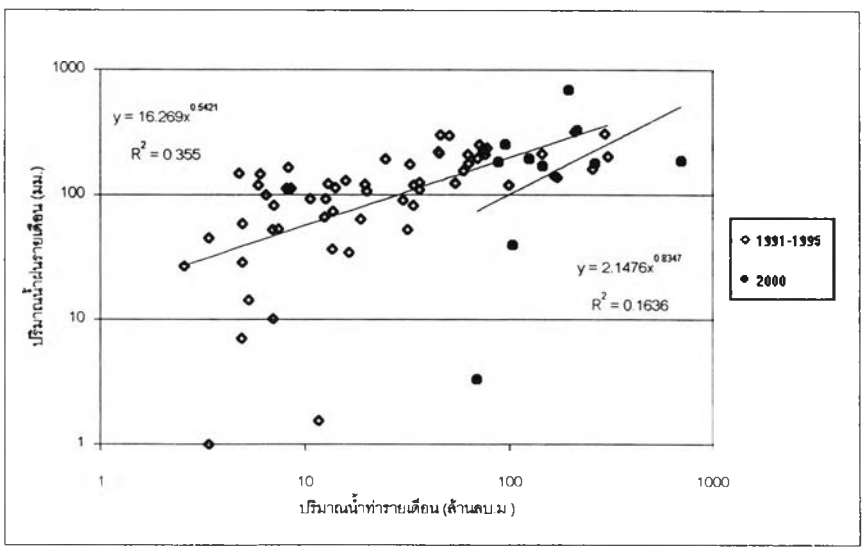




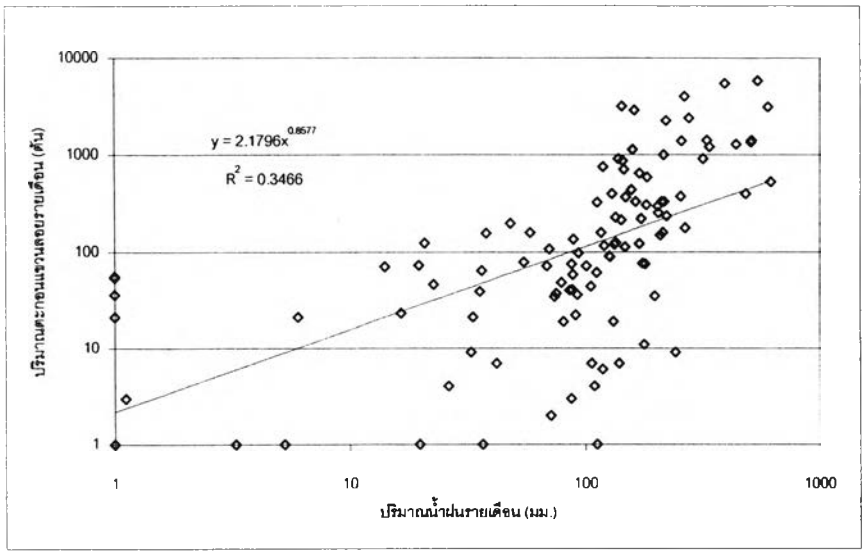
รูปที่ 4-48 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.73 อ.ระแงะ จ.นราธิวาส

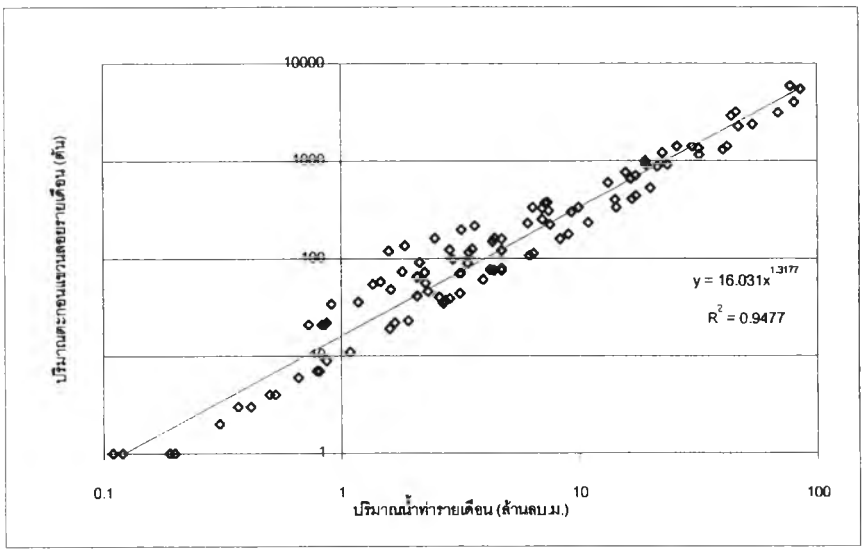


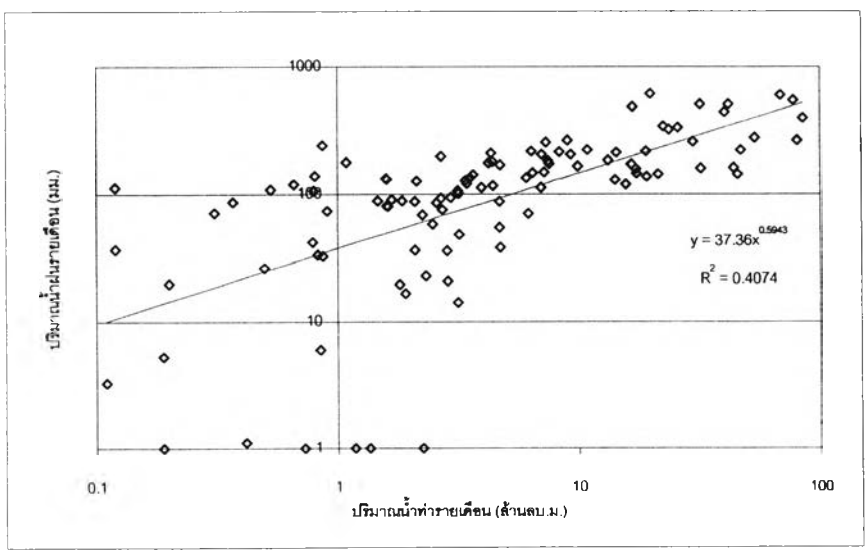




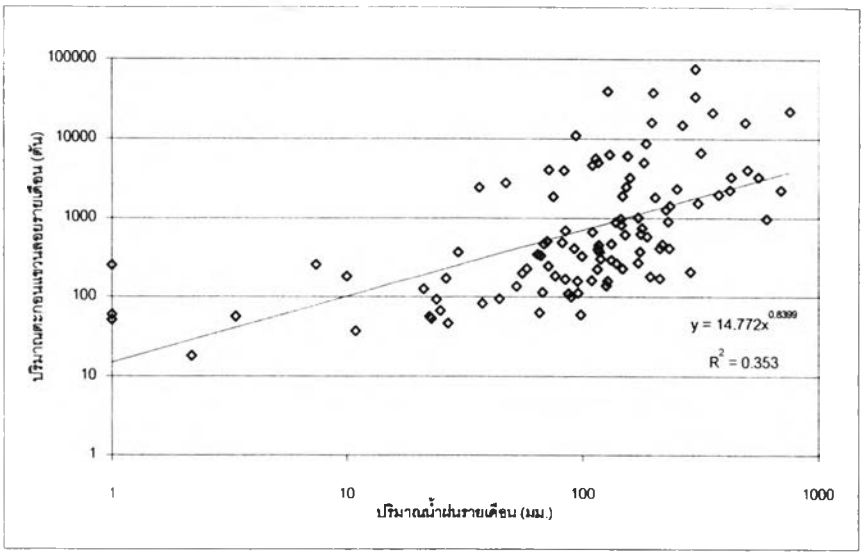
รูปที่ 4-49 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.90 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

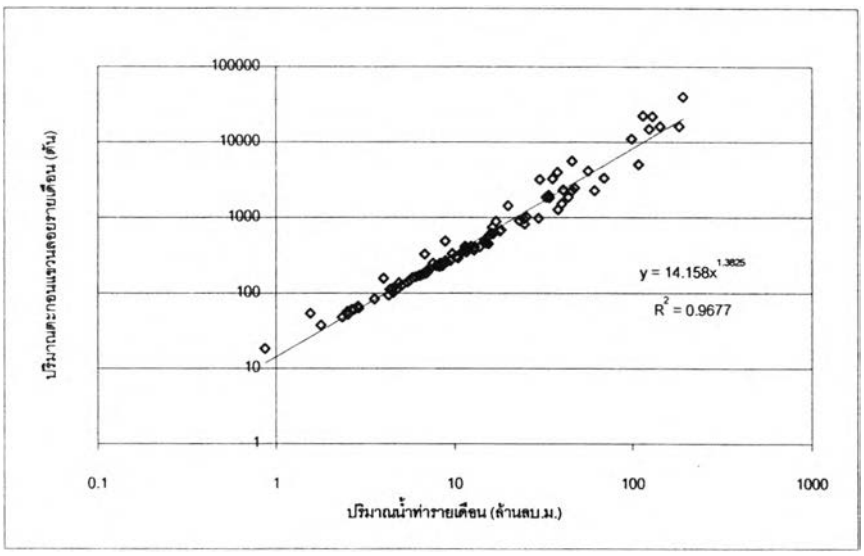


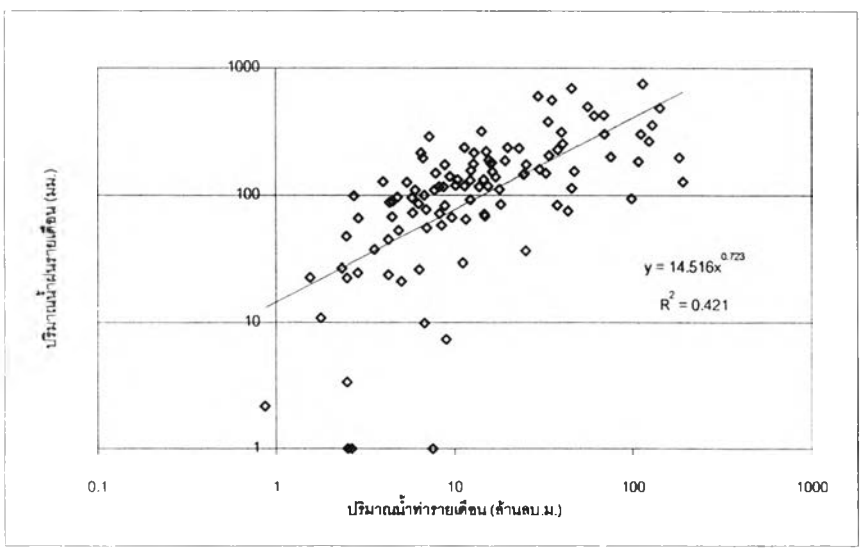




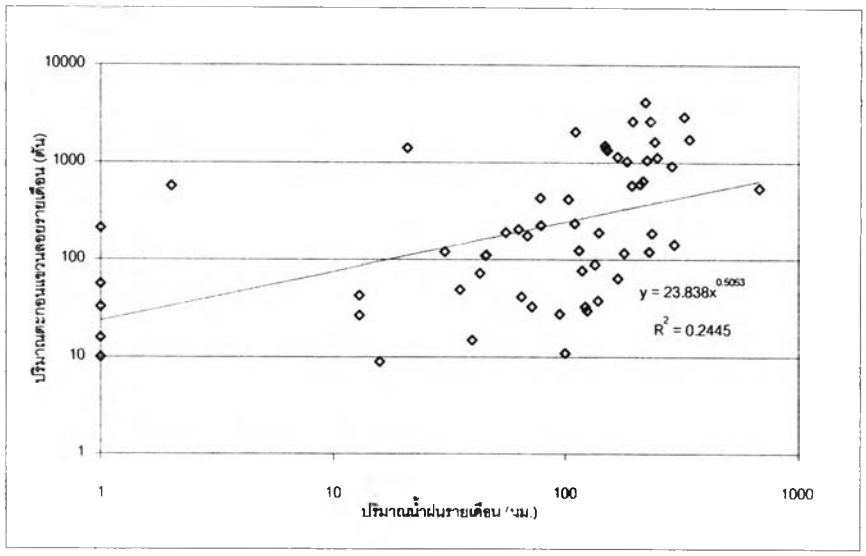
รูปที่ 4-50 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.103 อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี

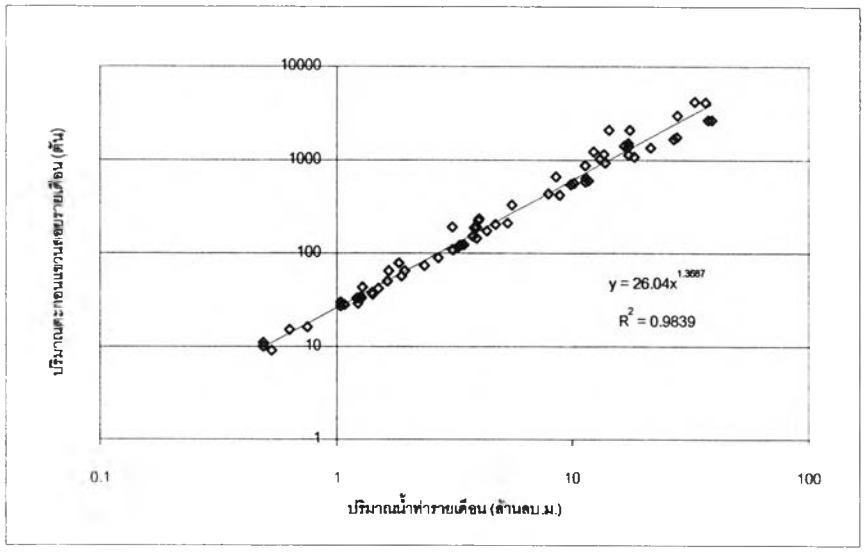


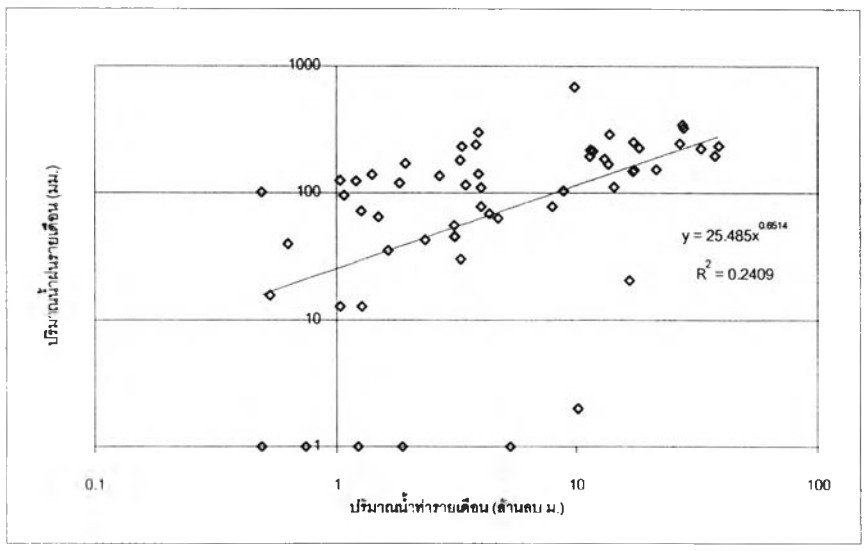




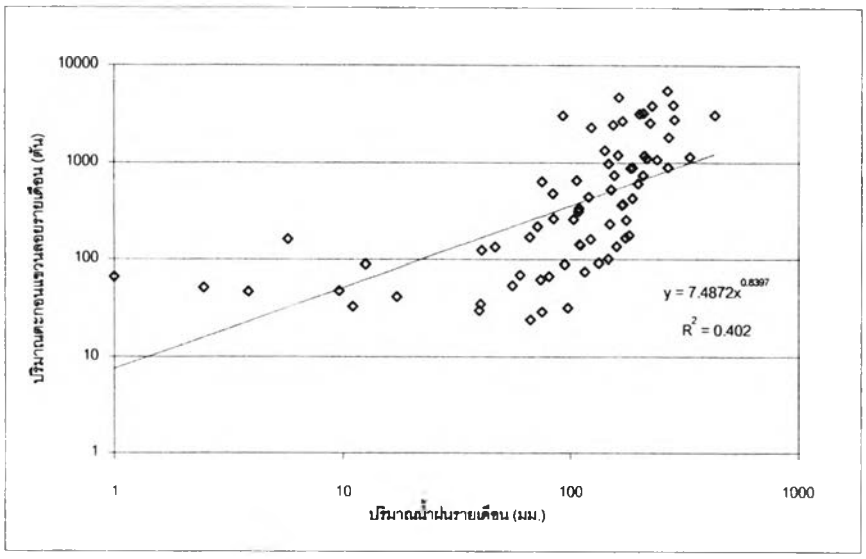
รูปที่ 4-51 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.104 อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี

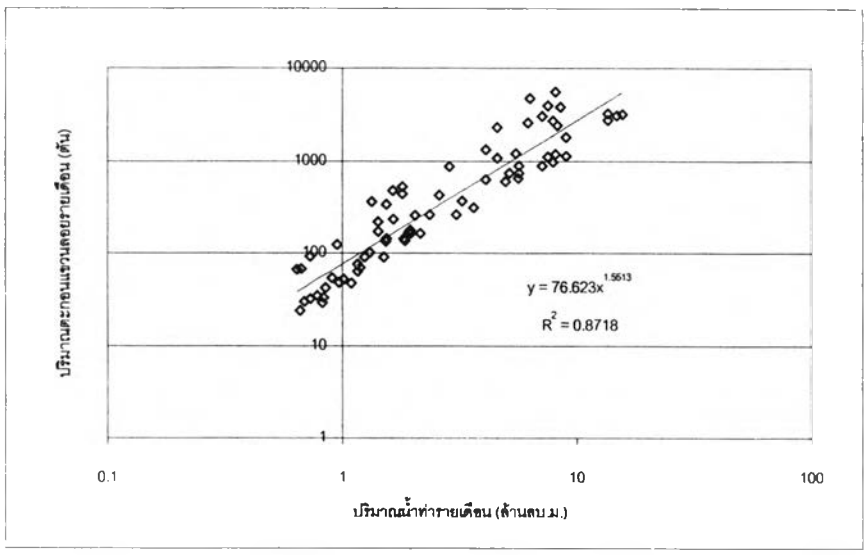


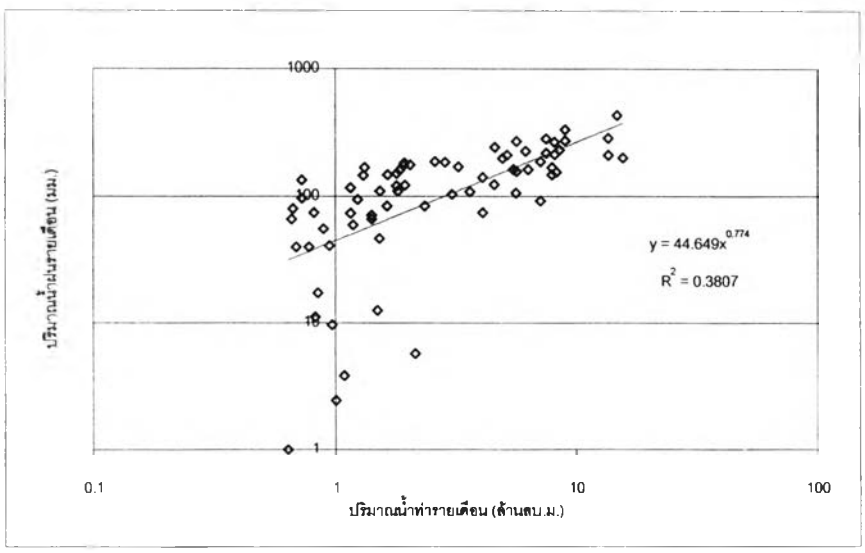




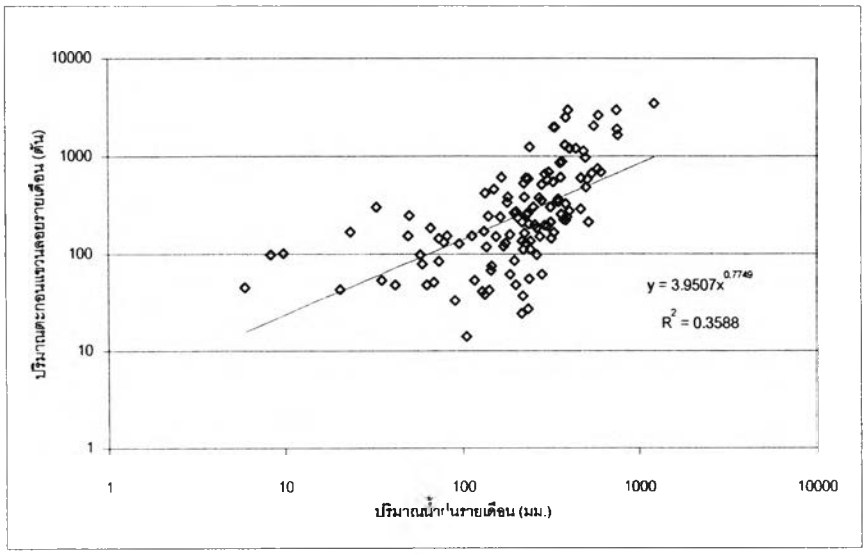
รูปที่ 4-52 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.111 อ.สะเดา จ.สงขลา

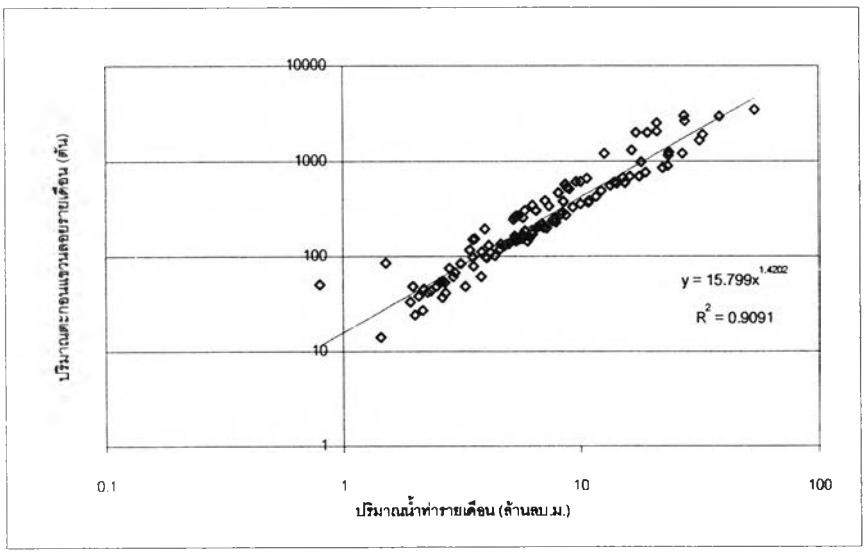


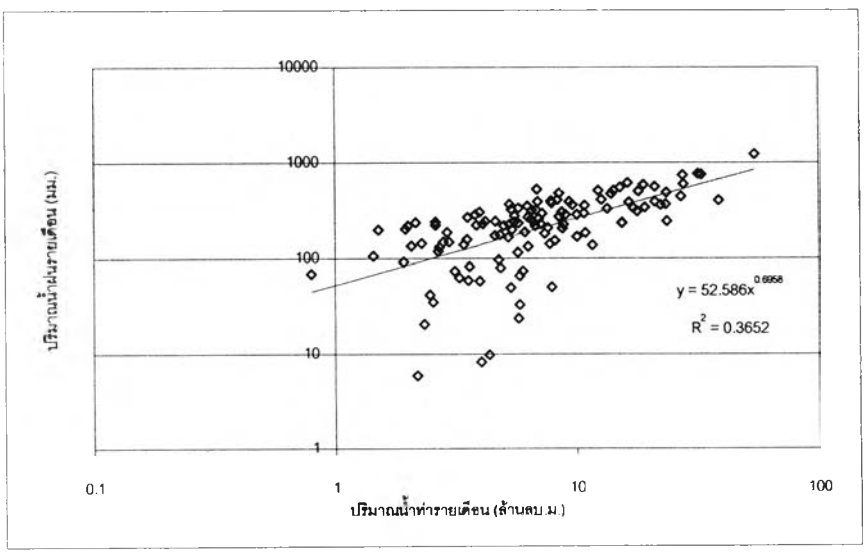




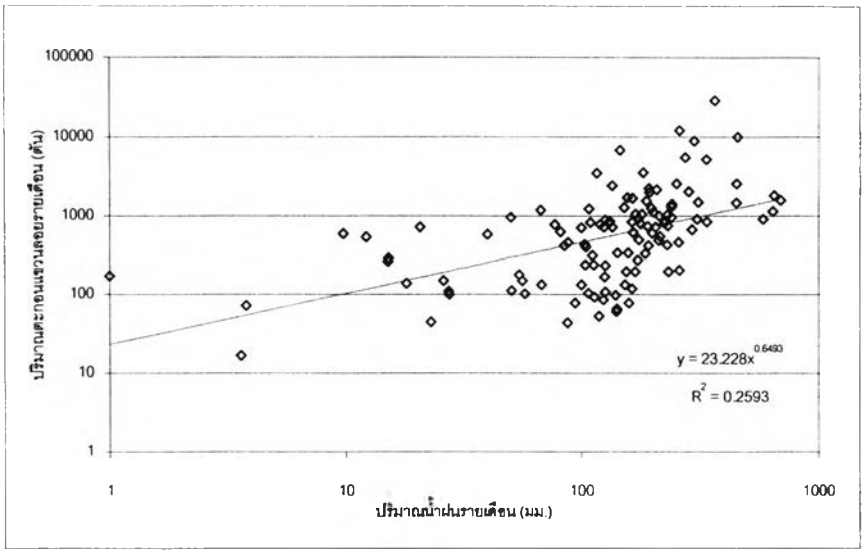
รูปที่ 4-53 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.113 อ.สะเดา จ.สงขลา

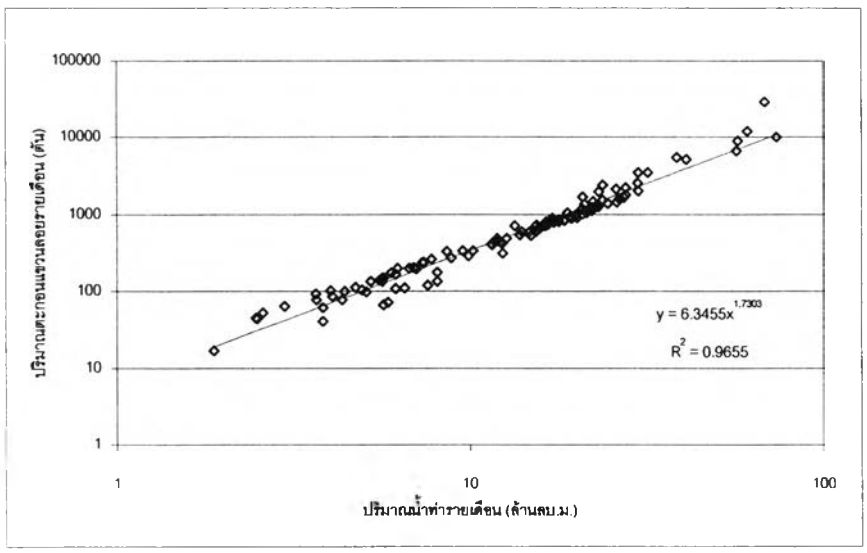


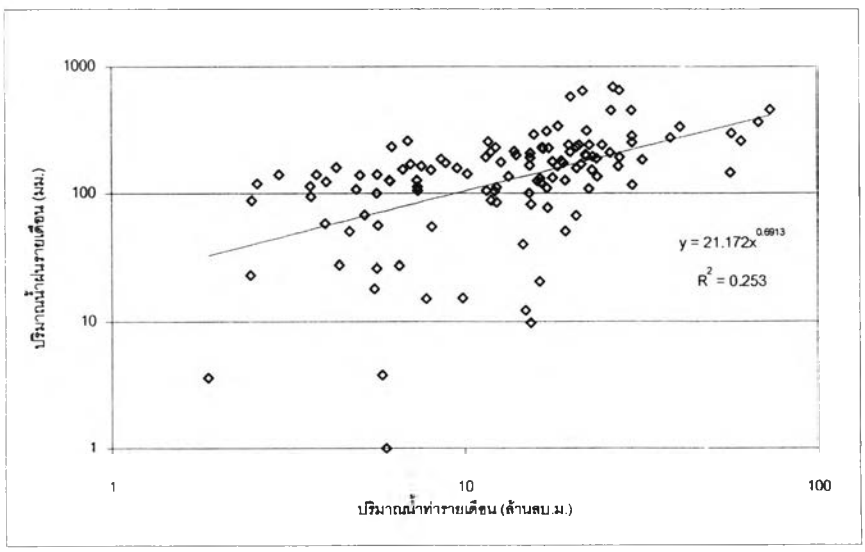




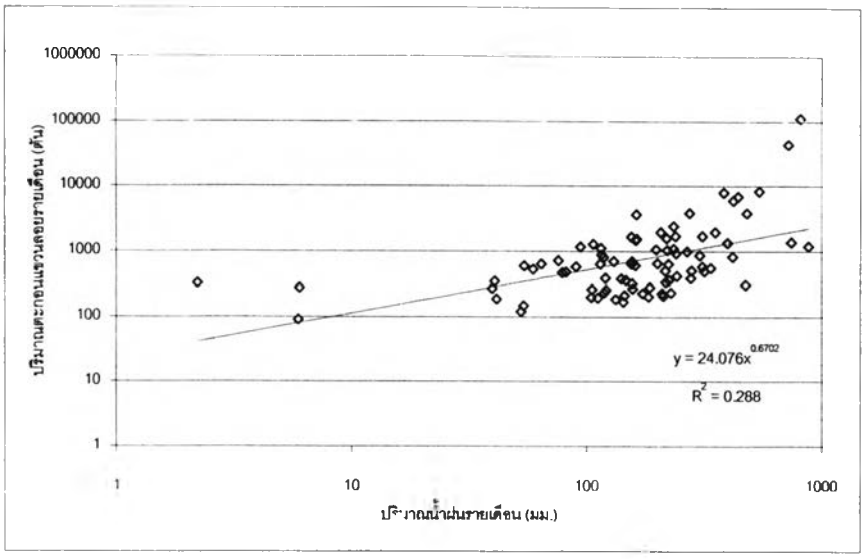
รูปที่ 4-54 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.121 อ.แว้ง จ.นราธิวาส

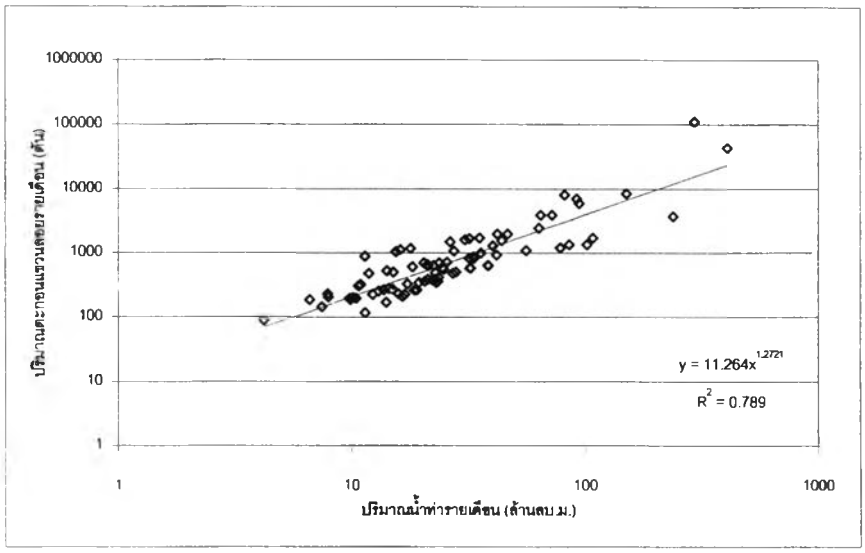


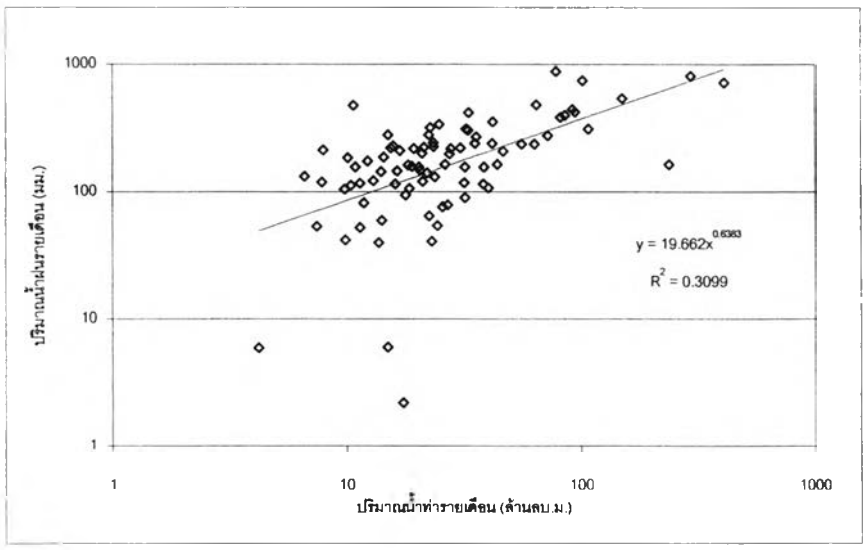




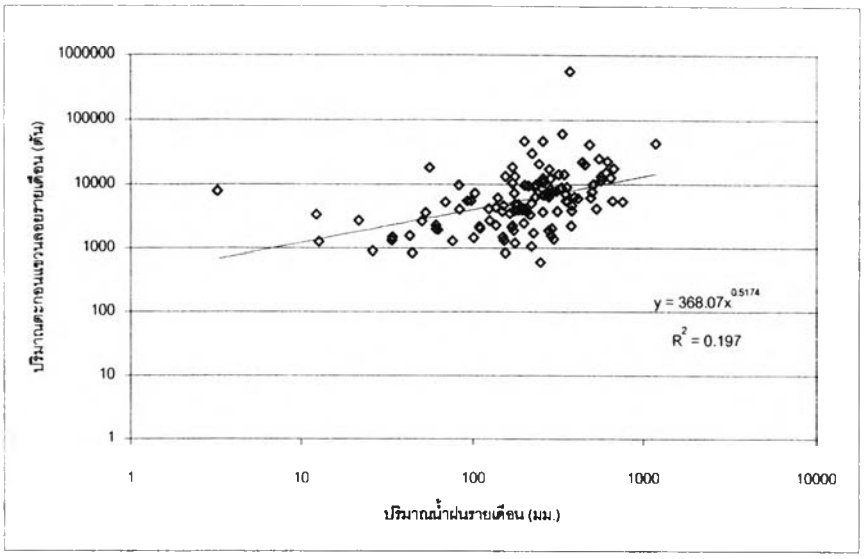
รูปที่ 4-55 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี X.163 อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช

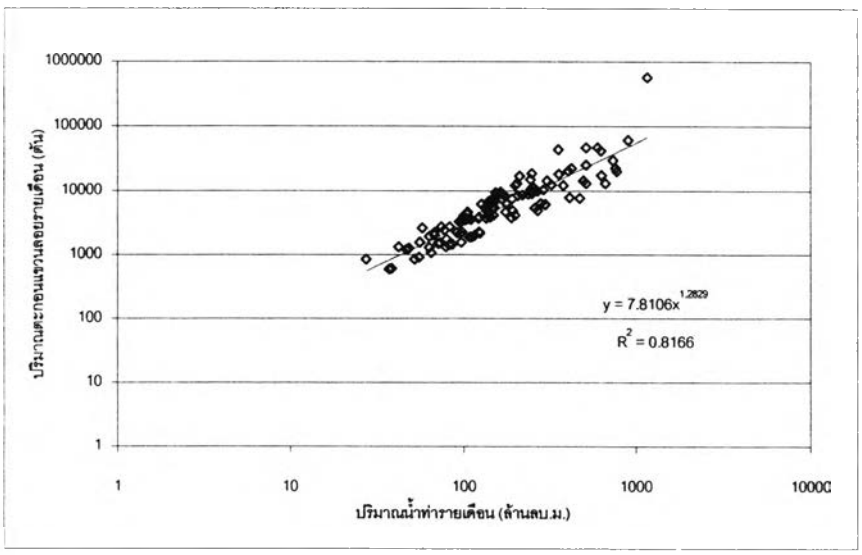


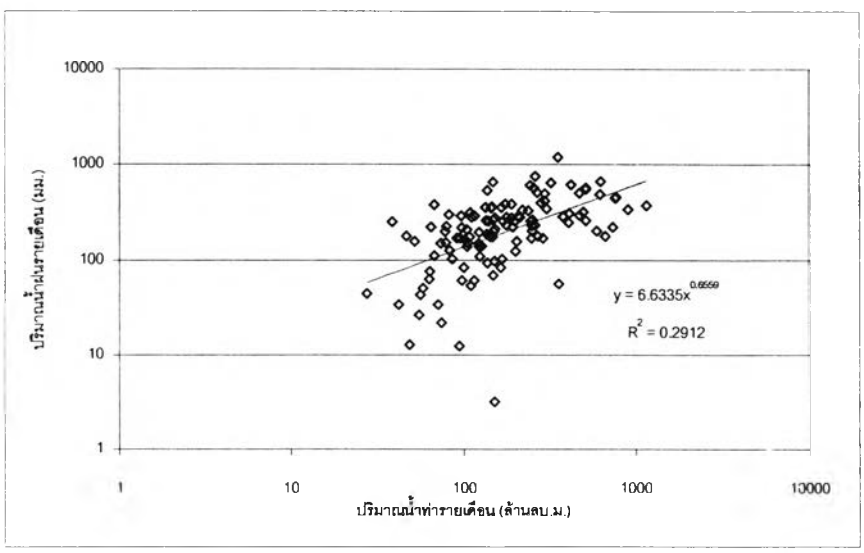




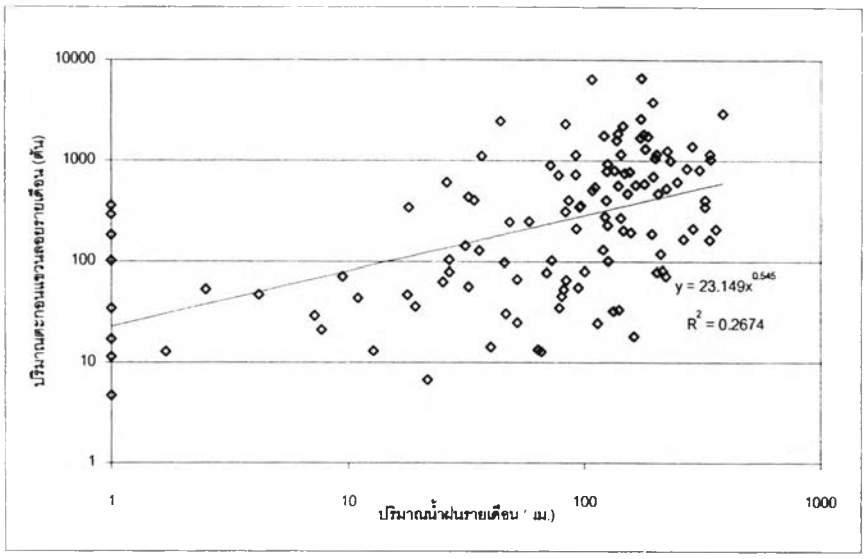
รูปที่ 4-56 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 210602 อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช

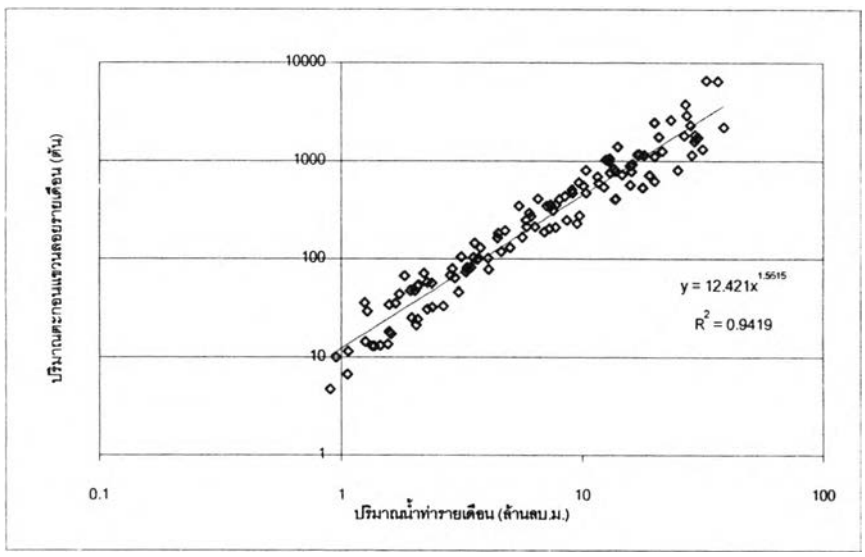


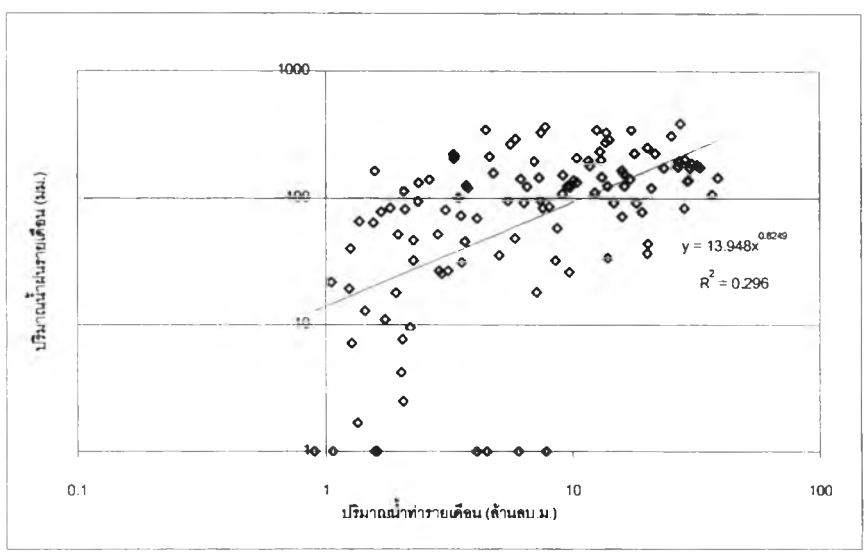




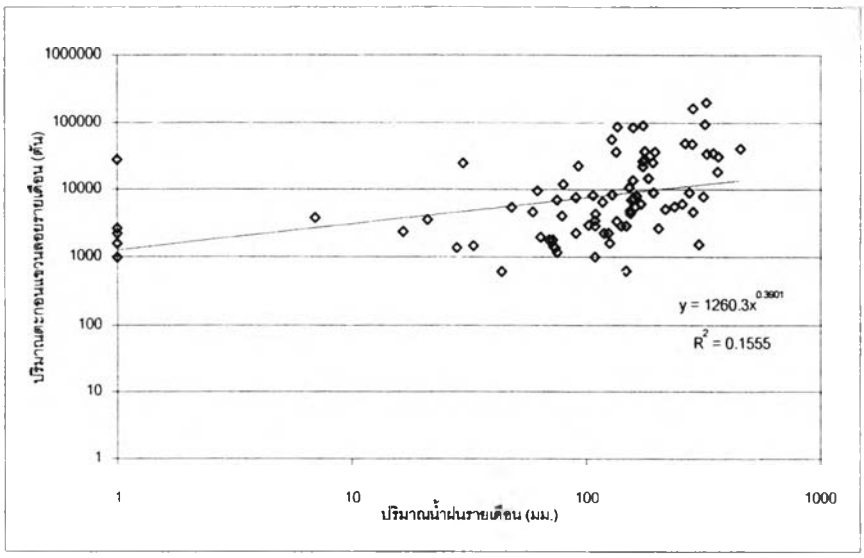
รูปที่ 4-57 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 211101 อ.จือเสาะ จ.นราธิวาส

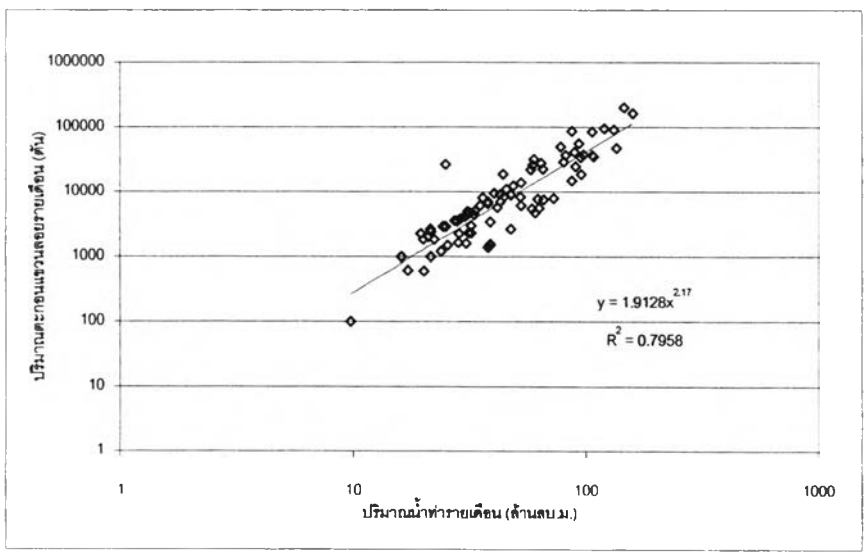


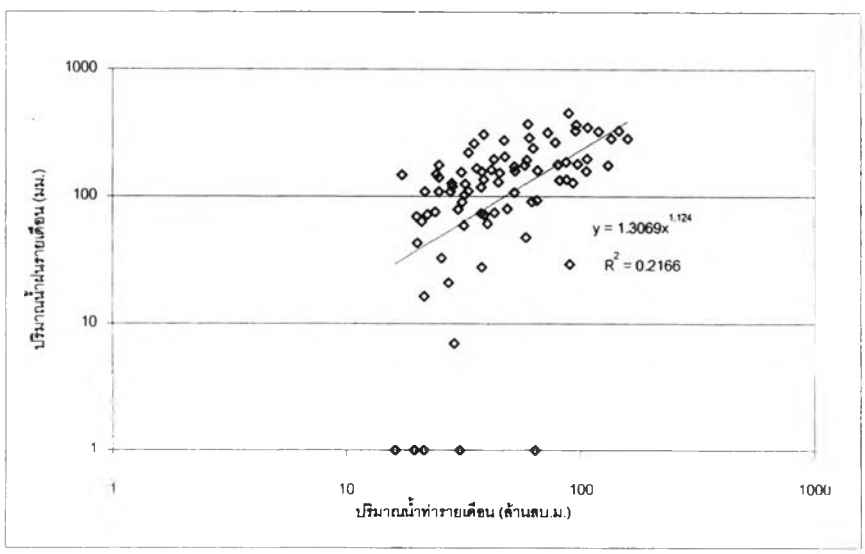




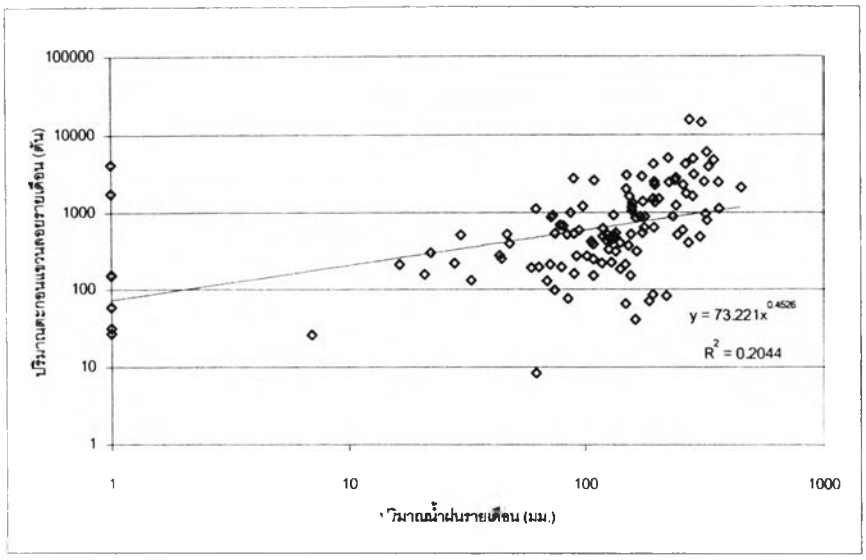
รูปที่ 4-58 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 220702 อ.พนม จ.สุราษฎร์ธานี

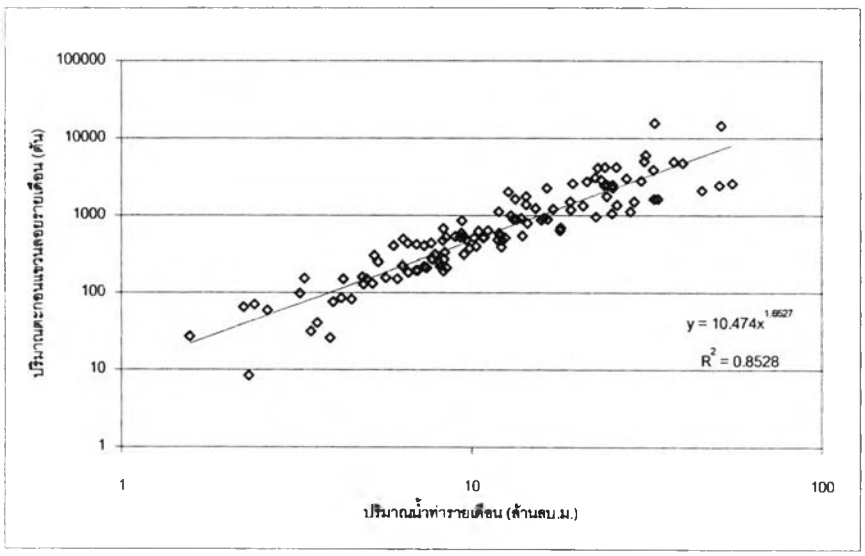


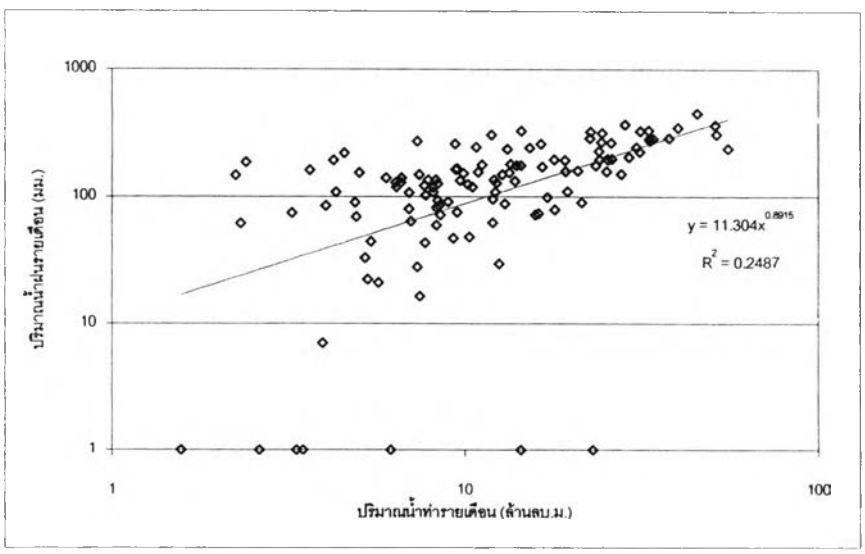




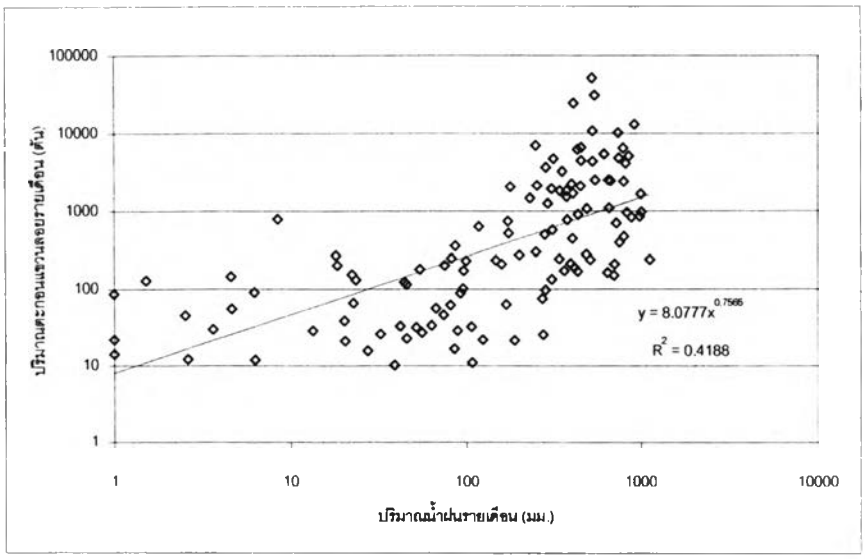
รูปที่ 4-59 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 240202 อ.เบตง จ.ยะลา

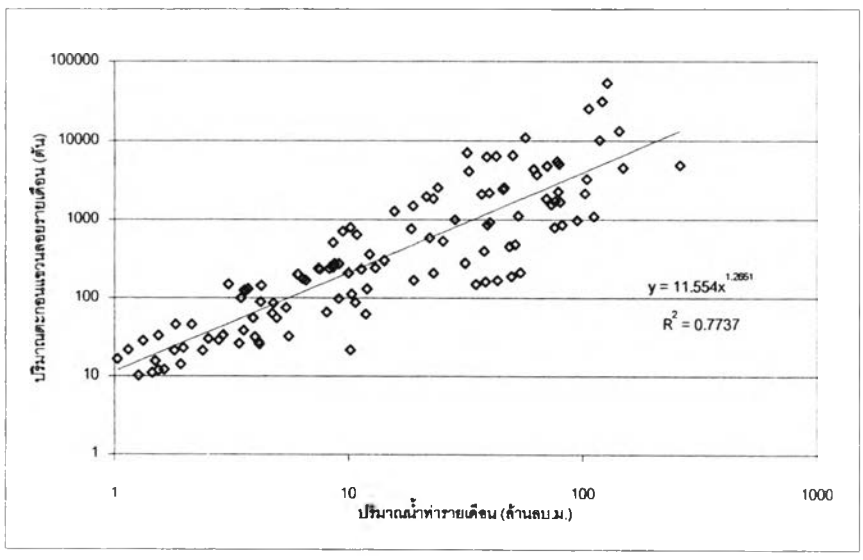


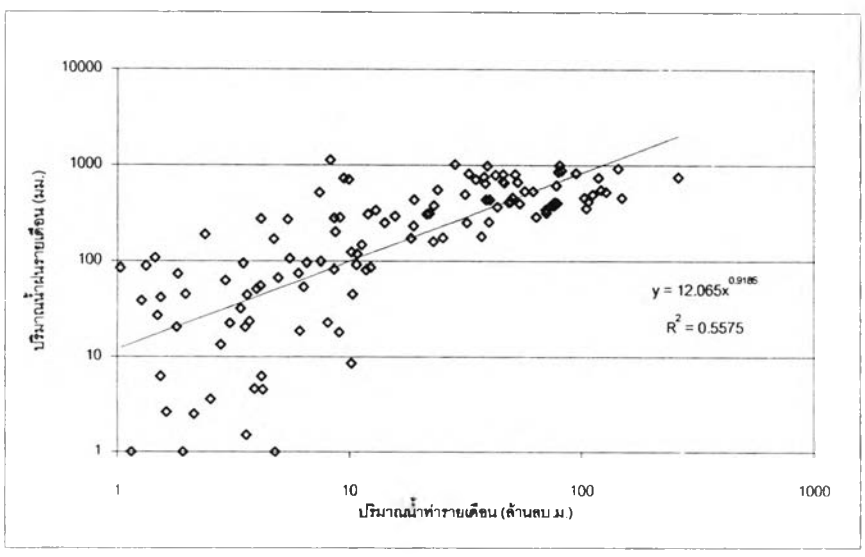




รูปที่ 4-60 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 240206 อ.เบตง จ.ยะลา







รูปที่ 4-61 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย, น้ำฝนและน้ำท่าที่สถานี 250201 อ.ละอุ่น จ.ระนอง

4.2 ความสัมพันธ์รายพื้นที่ภูมิภาค

เป็นการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์รายปีระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับตัวแปรทางด้านอุทกวิทยาและคุณลักษณะทางกายภาพโดยใช้ข้อมูลของทุกลุ่มน้ำภายในภูมิภาคเดียวกัน หรือทั้ง 2 ภูมิภาคร่วมกัน ข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในหัวข้อนี้เป็นเป็นปริมาณน้ำฝนทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นล้านลูกบาศก์เมตร

4.2.1 ลำดับความสำคัญของปัจจัย

เป็นการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยจากมากไปน้อย โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Correlation, R) แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

ลำดับ	ภาคเหนือ		ภาคใต้		รวม 2 ภาค	
	ตัวแปร	R	ตัวแปร	R	ตัวแปร	R
1	Q	0.899	Q	0.730	Q	0.844
2	P	0.875	P	0.662	P	0.828
3	$\frac{LLc}{A\sqrt{s}}$	0.619	$\frac{LLc}{A\sqrt{s}}$	-0.262	$\frac{LLc}{A\sqrt{s}}$	0.328
4	%ag	0.516	%other	-0.250	%fo	0.151
5	%fo	-0.474	%ag	0.164	%ag	0.109
6	%re	0.334	%wa	-0.069	%wa	0.087
7	%wa	0.244	%re	-0.018	%re	0.069
8	%other	0.232	%fo	-0.004	%other	0.056

จากการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีโดยดูจากค่า R พบว่าทั้งภาคเหนือ ภาคใต้และรวม 2 ภาค สามารถแบ่งกลุ่มของปัจจัยออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรก คือ น้ำท่าหรือน้ำฝน กลุ่มที่สอง คือ คุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ ส่วนกลุ่มที่สาม คือ เปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ

4.2.2 สมการความสัมพันธ์

เป็นการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีและตัวแปรทางด้านอุทกวิทยาและคุณลักษณะทางกายภาพเพื่อใช้กับทุกลุ่มน้ำภายในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคใต้และรวม 2 ภาค โดยการเพิ่มตัวแปรปัจจัยเข้าสู่สมการตามลำดับความสำคัญจากตารางที่ 4-2 จนครบทุกปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 4-3 ถึง 4-5 ซึ่งแสดงค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร จะเห็นได้ว่าการเพิ่มตัวแปรเข้าในสมการจะทำให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้นตามจำนวนของปัจจัย

จากการสร้างสมการความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม SPSS พบว่า

1) ปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงสุด โดยปริมาณน้ำท่าเพิ่มส่งผลให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่ม

2) ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรองจากปริมาณน้ำท่า โดยปริมาณน้ำฝนเพิ่มส่งผลให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่ม แต่เนื่องจากปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงทำให้ไม่เป็นอิสระต่อกันจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์แยกจากกัน การนำสมการไปใช้งานด้านการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ผู้ใช้สามารถเลือกสมการเพื่อนำไปใช้งานในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำท่าหรือน้ำฝนอย่างใดอย่างหนึ่งได้

3) ข้อมูลรูปร่างของลุ่มน้ำซึ่งเป็นฟังก์ชันของ L, Lc, A และ slope ถ้าขนาดพื้นที่ลุ่มเท่ากัน ลุ่มน้ำที่มีรูปร่างกว้างและสั้น (L และ Lc น้อย) จะทำให้มีปริมาณน้ำท่ามากเพราะลำน้ำที่สั้นจะมีความจุลำน้ำน้อย ทำให้น้ำสามารถไหลออกจากลุ่มน้ำได้มาก ส่วนลุ่มน้ำที่มีลักษณะยาว (L และ Lc มาก) จะมีปริมาณน้ำท่าน้อยซึ่งจะส่งผลให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยด้วย พบว่าการเพิ่มปัจจัยด้านคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำเข้าไปในสมการมีผลในการเพิ่มความถูกต้องของสมการโดยดูจากค่า R^2

4) เปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินมีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยเพียงเล็กน้อยโดยดูจากค่าเลขยกกำลังที่มีค่าน้อย พบว่าค่าเลขยกกำลังของเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินมีความแตกต่างกัน แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ใช้ข้อมูลน้ำท่าและกรณีที่ใช้ข้อมูลน้ำฝน โดยสาเหตุเนื่องมาจากชุดข้อมูลของการใช้ที่ดินที่สัมพันธ์กับน้ำท่าและน้ำฝนในลักษณะที่แตกต่างกันตามข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินได้มีผลต่อปริมาณน้ำท่าไว้บางส่วนแล้ว ผลของการใช้ที่ดินประเภทต่างๆที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยสามารถเป็นไปได้ดังนี้

(1) เปอร์เซ็นต์พื้นที่เกษตรกรรม หากมีการเปลี่ยนจากพื้นที่ว่างเปล่ามาเป็นพื้นที่เกษตร หรือพื้นที่เกษตรนั้นมีพืชปกคลุมดินสามารถป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน ก็น่าจะมีผลทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยลดลง ในทางกลับกันหากมีการเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้มาเป็นพื้นที่เกษตรซึ่งมีการไถพรวนเปิดหน้าดินมาก ทำให้เกิดการกัดเซาะหน้าดินได้ง่ายย่อมส่งผลให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากขึ้น

(2) เปอร์เซ็นต์พื้นที่ป่าไม้ ในกรณีที่เป็นป่าทึบโดยทั่วไปจะป้องกันการกัดเซาะหน้าดินได้ดี จึงส่งผลในการลดปริมาณตะกอนแขวนลอย ส่วนกรณีที่เป็นป่าโปร่ง หรือป่าปลูกใหม่ซึ่งมีพืชขึ้นปกคลุมหน้าดินไม่มาก ไม่มีการป้องกันการกัดเซาะหน้าดินก็จะทำให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมาก

(3) เปอร์เซ็นต์พื้นที่อยู่อาศัย ในกรณีที่เป็นพื้นที่ชุมชนเมืองมีการบดอัด ดาดคอนกรีต จึงสามารถป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน ส่งผลให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อย ในกรณีที่เป็นชุมชนชนบทโดยทั่วไปจะเป็นผิวหน้าดินเปิดมีการกัดเซาะหน้าดินได้ง่าย ซึ่งถ้าหากเกิดจากการเปลี่ยนจากพื้นที่เกษตรหรือป่าไม้มาเป็นพื้นที่อยู่อาศัยก็จะทำให้มีการกัดเซาะหน้าดินสูง

(4) เปอร์เซ็นต์พื้นที่แหล่งน้ำ โดยทั่วไปเป็นพื้นที่ดักตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะหน้าดิน ทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยบางส่วนตกค้างอยู่ในพื้นที่เหล่านี้ ดังนั้นหากมีพื้นที่แหล่งน้ำมากจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยไหลลงสู่ลำน้ำน้อยลง

(5) เปอร์เซ็นต์พื้นที่อื่นๆ ในกรณีที่เป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุมหน้าดินและมีความลาดเทเข้าหาลำน้ำก็จะก่อให้เกิดการกัดเซาะหน้าดิน ส่งผลให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยไหลลงสู่ลำน้ำมากขึ้น ส่วนกรณีที่พื้นที่เป็นที่ลุ่มต่ำ หรือพื้นที่ทุ่งหญ้า ซึ่งทำหน้าที่เป็นพื้นที่ดักตะกอนไว้บางส่วน ทำให้ตะกอนแขวนลอยไหลลงสู่ลำน้ำได้น้อยลง

5) รูปที่ 4-62 ถึง 4-64 เป็นกราฟ45^{o} เปรียบเทียบระหว่างค่าคำนวณจากสมการต่างๆที่มีจำนวนของปัจจัยที่แตกต่างกันกับข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนจากสถานีในภาคเหนือ ใต้และรวม 2 ภาค ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยคำนวณกับค่าจริง โดยเทียบจากตำแหน่งของจุดเข้าใกล้เส้น 45^{o} พบว่า

(1) พื้นที่ลุ่มน้ำในภาคเหนือมีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากกว่าภาคใต้ เนื่องจากมีพื้นที่ขนาดใหญ่กว่า

(2) ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาศึกษาส่วนใหญ่มีค่าน้อย

(3) ในช่วงที่มีค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยให้ค่าคำนวณใกล้เคียงค่าจริง แต่ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของน้ำหลาก เส้นทางและช่วงเวลาการเคลื่อนที่ของตะกอน เป็นต้น

(4) จากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงและค่าคำนวณจากสมการต่างๆ รวมทั้งค่า R^2 ที่ได้จากการคำนวณความสัมพันธ์ พบว่าการเพิ่มจำนวนปัจจัยมีผลต่อการเพิ่ม R^2 เพียงเล็กน้อย

(5) สมการสำหรับพื้นที่ภาคเหนือ ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมาก ค่าคำนวณจากสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำท่าให้ค่ามากกว่าข้อมูลจริง ส่วนค่าคำนวณจากสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำฝนให้ค่าทั้งมากกว่าและน้อยกว่าค่าจริง

(6) สมการสำหรับพื้นที่ภาคใต้ ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมาก ค่าคำนวณจากสมการทั้ง 6 สมการให้ค่าน้อยกว่าค่าจริง

(7) สมการสำหรับพื้นที่รวม 2 ภาค ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมาก ค่าคำนวณจากสมการทั้ง 6 สมการให้ค่าน้อยกว่าค่าจริง

ตารางที่ 4-3 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่ภาคเหนือ

Model	Dependent	$S = CoX_1^{C1}X_2^{C2}X_3^{C3}...X_{11}^{C11}$									R^2	EI	Error
North	Variable	Co	Q	P	$LLc/As^{0.5}$	%ag	%fo	%re	%wa	%other			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		(%)	(%)
1QN	S	22.75	1.301								0.809	80.9	+57.61
2QN	S	17.82	1.265		0.117						0.809	80.9	+56.88
3QN	S	34.83	1.305		0.320	-0.353	-0.202	0.118	-0.053	0.050	0.822	82.2	+51.09
4PN	S	0.880		1.488							0.765	76.5	+67.35
5PN	S	1.165		1.621	-0.323						0.770	77.0	+65.36
6PN	S	0.067		1.694	-0.658	0.403	0.579	-0.115	-0.037	-0.012	0.782	78.2	+63.50

หมายเหตุ + หมายถึง ค่าคำนวณมากกว่าค่าจริง

ตารางที่ 4-4 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่ภาคใต้

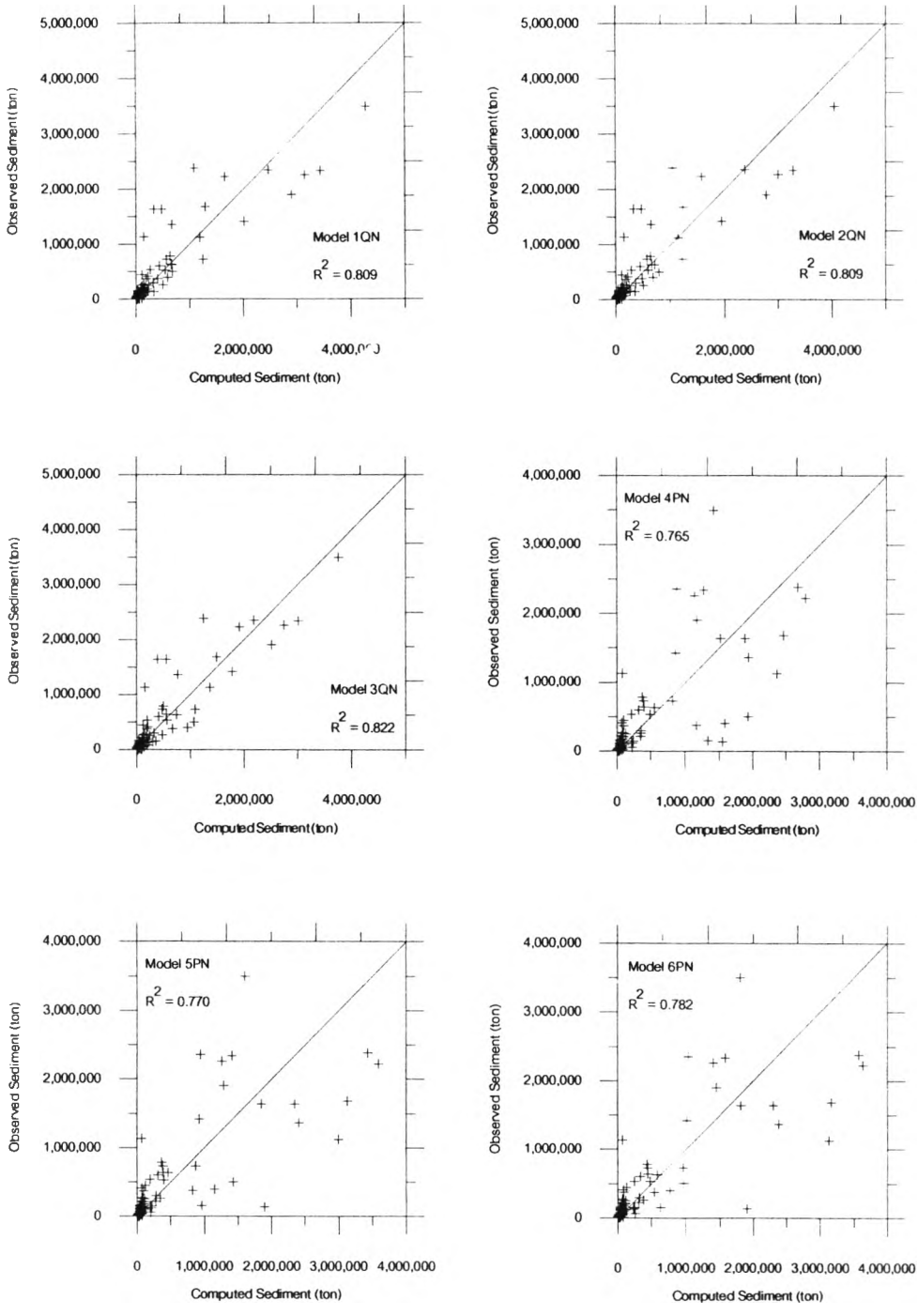
Model	Dependent	$S = CoX_1^{C1}X_2^{C2}X_3^{C3}\ldots X_{11}^{C11}$									R^2	EI	Error
South	Variable	Co	Q	P	$LLc/As^{0.5}$	%ag	%fo	%re	%wa	%other			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		(%)	(%)
1QS	S	100.9	0.914								0.533	53.3	+68.26
2QS	S	200	0.907		-0.176						0.544	54.4	+67.30
3QS	S	115.35	0.955		-0.187	0.180	-0.127	-0.021	-0.130	-0.090	0.640	64.0	+65.78
4PS	S	66.53		0.887							0.439	43.9	+78.69
5PS	S	46.34		0.902	0.071						0.440	44.0	+76.49
6PS	S	12.36		0.952	0.049	0.169	0.093	0.076	-0.196	-0.179	0.551	55.1	+66.64

หมายเหตุ + หมายถึง ค่าคำนวณมากกว่าค่าจริง

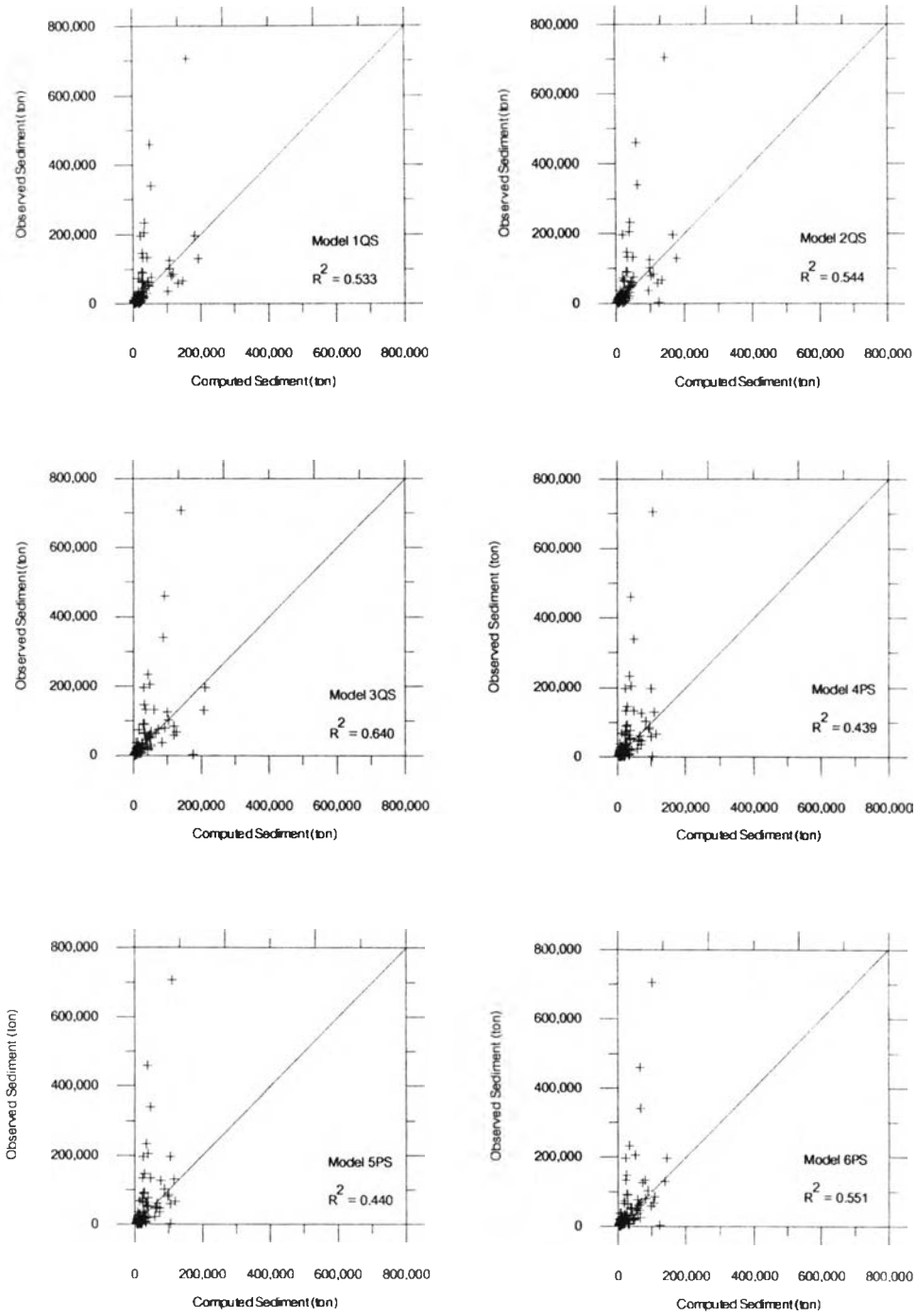
ตารางที่ 4-5 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยต่างๆ รวม 2 ภาค

Model	Dependent	$S = CoX_1^{C1} X_2^{C2} X_3^{C3} \ldots X_{11}^{C11}$									R^2	EI	Error
Total	Variable	Co	Q	P	$LLc/As^{0.5}$	%ag	%fo	%re	%wa	%other			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		(%)	(%)
1QNS	S	24.32	1.232								0.712	71.2	+61.14
2QNS	S	18.79	1.212		0.098						0.714	71.4	+59.92
3QNS	S	7.063	1.224		0.012	0.070	0.176	0.065	-0.212	0.112	0.723	72.3	+57.51
4PNS	S	9.183		1.190							0.686	68.6	+68.37
5PNS	S	5.521		1.156	0.194						0.692	69.2	+65.49
6PNS	S	2.786		1.204	0.106	0.164	0.010	0.051	-0.138	-0.037	0.719	71.9	+61.22

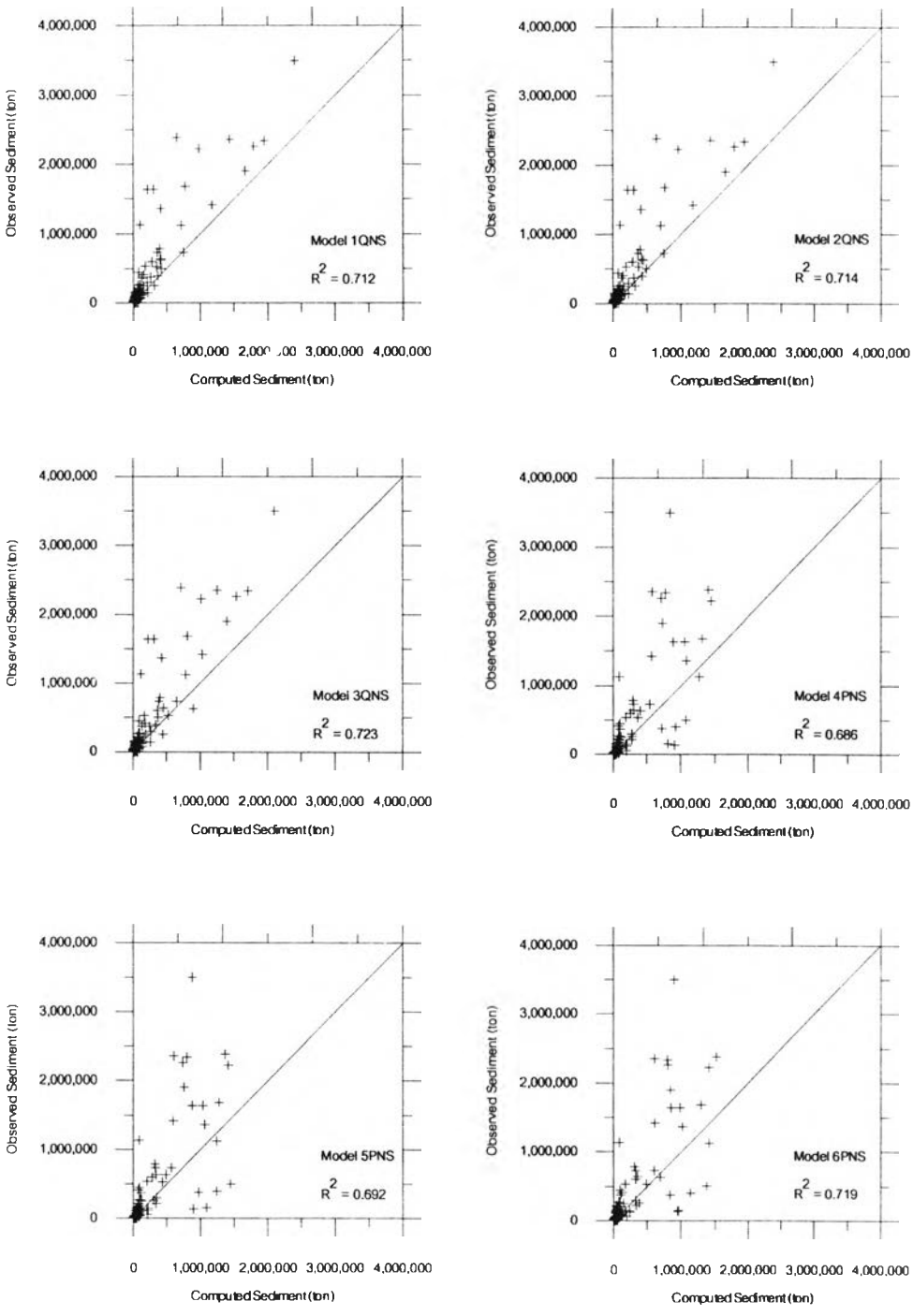
<u>หมายเหตุ</u> + หมายถึง ค่าคำนวณมากกว่าค่าจริง



รูปที่ 4-62 กราฟ45^{o}เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีที่ได้จากการคำนวณกับข้อมูลจากสถานีในภาคเหนือ



รูปที่ 4-63 กราฟ45°เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีที่ได้จากการคำนวณกับข้อมูลจากสถานีในภาคใต้



รูปที่ 4-64 กราฟ45°เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีที่ได้จากการคำนวณกับข้อมูลจากสถานีรวม 2 ภาค

(8) สมการสำหรับประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีความถูกต้องใช้ได้โดยสมการสำหรับภาคเหนือ ภาคใต้ และรวม 2 ภาคมีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.76-0.82, 0.44-0.64 และ 0.69-0.72 ตามลำดับ

4.3 การทดสอบสมการกับสถานีในลุ่มน้ำอื่น

เป็นการนำสมการฟังก์ชันของน้ำท่าหรือน้ำฝนอย่างเดียวกับสมการฟังก์ชันของหลายปัจจัยที่มีนัยสำคัญสำหรับพื้นที่ภาคเหนือ ภาคใต้และรวม 2 ภาค มาทดสอบใช้ในการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นนอกเหนือจากพื้นที่ 30 ลุ่มน้ำ สถานีของพื้นที่ลุ่มน้ำที่นำมาทดสอบ คือ สถานี 060806 ที่ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ใช้ข้อมูลทดสอบปี ค.ศ.1991-1999 (พ.ศ. 2534-2542) และสถานี 240101 ที่ อ.เบตง จ.ยะลา ใช้ข้อมูลทดสอบปี ค.ศ.1994-1996 ,1998-1999 (พ.ศ.2537-2539 , 2541-2542) ที่ตั้งของสถานีทดสอบ 2 แห่งแสดงในรูปที่ 4-65

ที่สถานีทดสอบ 060806 ทดสอบโดยใช้สมการสำหรับพื้นที่ในภาคเหนือและสมการสำหรับพื้นที่รวม 2 ภาค ส่วนสถานีทดสอบ 240101 ทดสอบโดยใช้สมการสำหรับพื้นที่ในภาคใต้และสมการสำหรับพื้นที่รวม 2 ภาค การทดสอบเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างรายปีระหว่างค่าคำนวณกับข้อมูลจริง และได้นำสมการจากรายงานของกรมชลประทานมาเปรียบเทียบร่วมด้วย โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าคำนวณกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบ สมการที่ใช้ทดสอบแสดงในตารางที่ 4-6

4.3.1 สถานีทดสอบภาคเหนือ 060806 อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

รูปที่ 4-66 แสดงกราฟ45^{o} เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีระหว่างค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการของภาคเหนือ

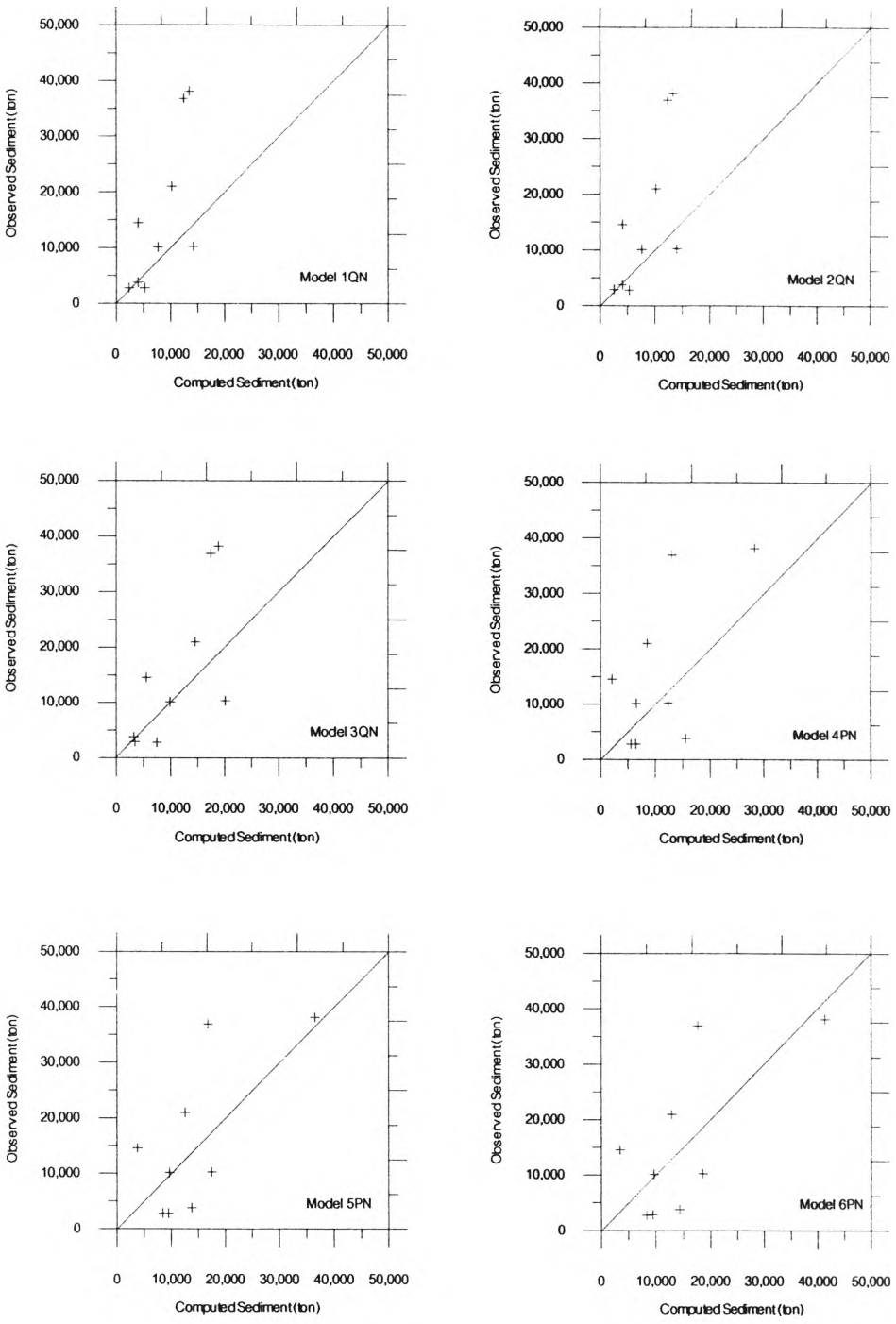
รูปที่ 4-67 แสดงกราฟ45^{o} เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีระหว่างค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการรวม 2 ภาค

ตารางที่ 4-7 แสดงค่าแตกต่างทางสถิติของค่าคำนวณเทียบกับค่าจริง

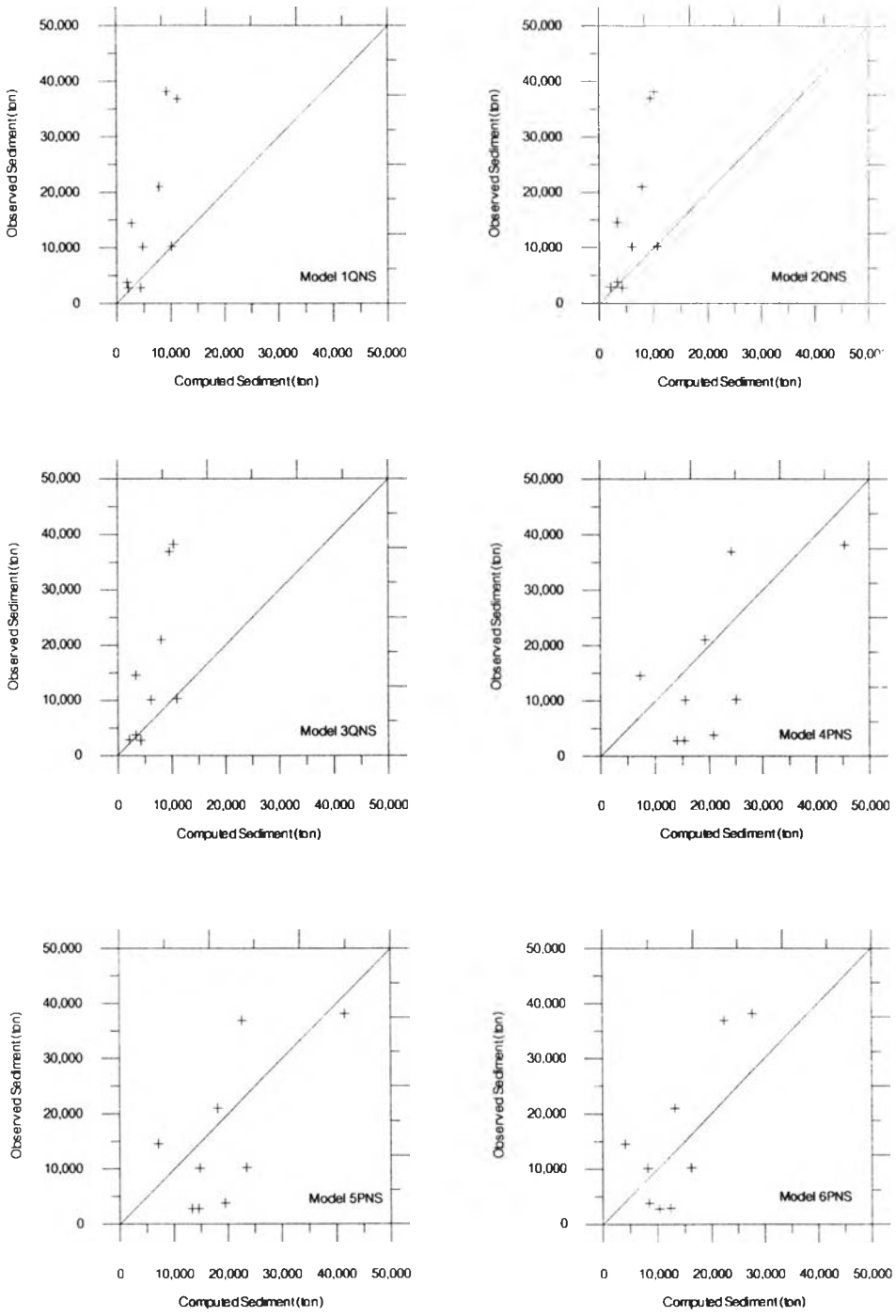
รูปที่ 4-65 ที่ตั้งสถานีทดสอบ

ตารางที่ 4-6 สมการที่ใช้ทดสอบ

สมการ		รูปแบบสมการ
ภาคเหนือ	1QN	$22.75Q^{1.301}$
	2QN	$17.82Q^{1.265}(LLc/As^{0.5})^{0.117}$
	3QN	$34.83Q^{1.305}(LLc/As^{0.5})^{0.32}(\%ag)^{-0.353}(\%fo)^{-0.202}(\%re)^{0.118}(\%wa)^{-0.053}(\%other)^{0.05}$
	4PN	$0.88P^{1.488}$
	5PN	$1.165P^{1.621}(LLc/As^{0.5})^{-0.323}$
	6bN	$0.067P^{1.694}(LLc/As^{0.5})^{-0.658}(\%ag)^{0.403}(\%fo)^{0.579}(\%re)^{-0.115}(\%wa)^{-0.037}(\%other)^{-0.012}$
ภาคใต้	1QS	$100.9Q^{0.914}$
	2QS	$200Q^{0.907}(LLc/As^{0.5})^{-0.176}$
	3QS	$115.35Q^{0.955}(LLc/As^{0.5})^{-0.187}(\%ag)^{0.18}(\%fo)^{-0.127}(\%re)^{-0.021}(\%wa)^{-0.13}(\%other)^{-0.09}$
	4PS	$66.53P^{0.887}$
	5PS	$46.34P^{0.902}(LLc/As^{0.5})^{0.071}$
	6PS	$12.36P^{0.952}(LLc/As^{0.5})^{0.049}(\%ag)^{0.169}(\%fo)^{0.093}(\%re)^{0.076}(\%wa)^{-0.196}(\%other)^{-0.179}$
รวม 2 ภาค	1QNS	$24.32Q^{1.232}$
	2QNS	$18.79Q^{1.212}(LLc/As^{0.5})^{0.098}$
	3QNS	$7.063Q^{1.224}(LLc/As^{0.5})^{0.012}(\%ag)^{0.07}(\%fo)^{0.176}(\%re)^{0.065}(\%wa)^{-0.212}(\%other)^{0.112}$
	4PNS	$9.183P^{1.19}$
	5PNS	$5.521P^{1.156}(LLc/As^{0.5})^{0.194}$
	6PNS	$2.786P^{1.204}(LLc/As^{0.5})^{0.106}(\%ag)^{0.164}(\%fo)^{0.01}(\%re)^{0.051}(\%wa)^{-0.138}(\%other)^{-0.037}$
กรม ชลฯ	ลุ่มน้ำ 06	$S = 12.96A^{1.2191}$
	ลุ่มน้ำ 24	$S = 20.412A^{1.3007}$



รูปที่ 4-66 กราฟ45°เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของค่าจริงกับค่าคำนวณจาก สมการของภาคเหนือที่สถานี 060806



รูปที่ 4-67 กราฟ45°เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของค่าจริงกับค่าคำนวณจาก สมการรวม 2 ภาคที่สถานี 060806

ตารางที่ 4-7 ผลการเปรียบเทียบค่าคำนวณรายปีกับค่าจริงที่สถานี 060806 อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

สมการ		% Mean Diff.	% MAD	หมายเหตุ
ภาคเหนือ	1QN	-17.02	47.81	
	2QN	-16.53	47.70	
	3QN	+7.88	40.97	*ดีที่สุด*
	4PN	+44.42	64.69	
	5PN	+41.26	55.93	
	6PN	+32.32	43.47	*ดีที่สุด*
รวม 2 ภาค	1QNS	-39.13	51.91	
	2QNS	-34.87	47.23	
	3QNS	-34.27	47.12	
	4PNS	+64.44	66.11	
	5PNS	+54.98	65.26	
	6PNS	+40.87	64.69	
กรมชลฯ	$S = 12.96A^{1.2191}$	+71.72	71.72	

หมายเหตุ ค่า + หมายถึง ค่าคำนวณมากกว่าค่าจริง

ค่า – หมายถึง ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าจริง

จากรูปและตารางสรุปได้ดังนี้

1) จากผลการคำนวณด้วยสมการของภาคเหนือ ดังแสดงในรูปที่4-66 พบว่าค่าคำนวณที่ได้จากทั้ง 6 สมการ พบว่าโดยส่วนใหญ่ให้ผลการคำนวณน้อยกว่าค่าจริง (Under Estimate) โดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง แสดงว่าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังไม่เพียงพอที่จะใช้อธิบายถึงสาเหตุของการเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีค่าสูงๆได้

2) จากผลการคำนวณด้วยสมการรวม 2 ภาค ดังแสดงในรูปที่4-67 พบว่าสมการ1QNS-3QNS ให้ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าจริง (Under Estimate) ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงๆ ส่วนสมการ4PNS และ5PNS ส่วนใหญ่ให้ค่าคำนวณมากกว่าค่าจริง (Over Estimate) ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อย ผลการคำนวณจากสมการ6PNS ให้ค่าที่เข้าใกล้เส้น 45^{o} มากขึ้น

3) จากการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย (% Mean Diff.) พบว่ากลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำท่า สมการ3QNให้ค่าน้อยที่สุด คือ +7.88% ส่วนกลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำฝน สมการที่6PN ให้ค่าน้อยที่สุด คือ +32.32%

4) จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (% Mean Absolute Difference, %MAD) พบว่ากลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำท่า สมการ3QNให้ค่าน้อยที่สุด คือ 40.97% ส่วนกลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำฝน สมการที่6PNให้ค่าน้อยที่สุด คือ 43.47%

5) จากตารางที่ 4-7 สมการของกรมชลประทานให้ค่าคำนวณแตกต่างจากปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย +71.72%

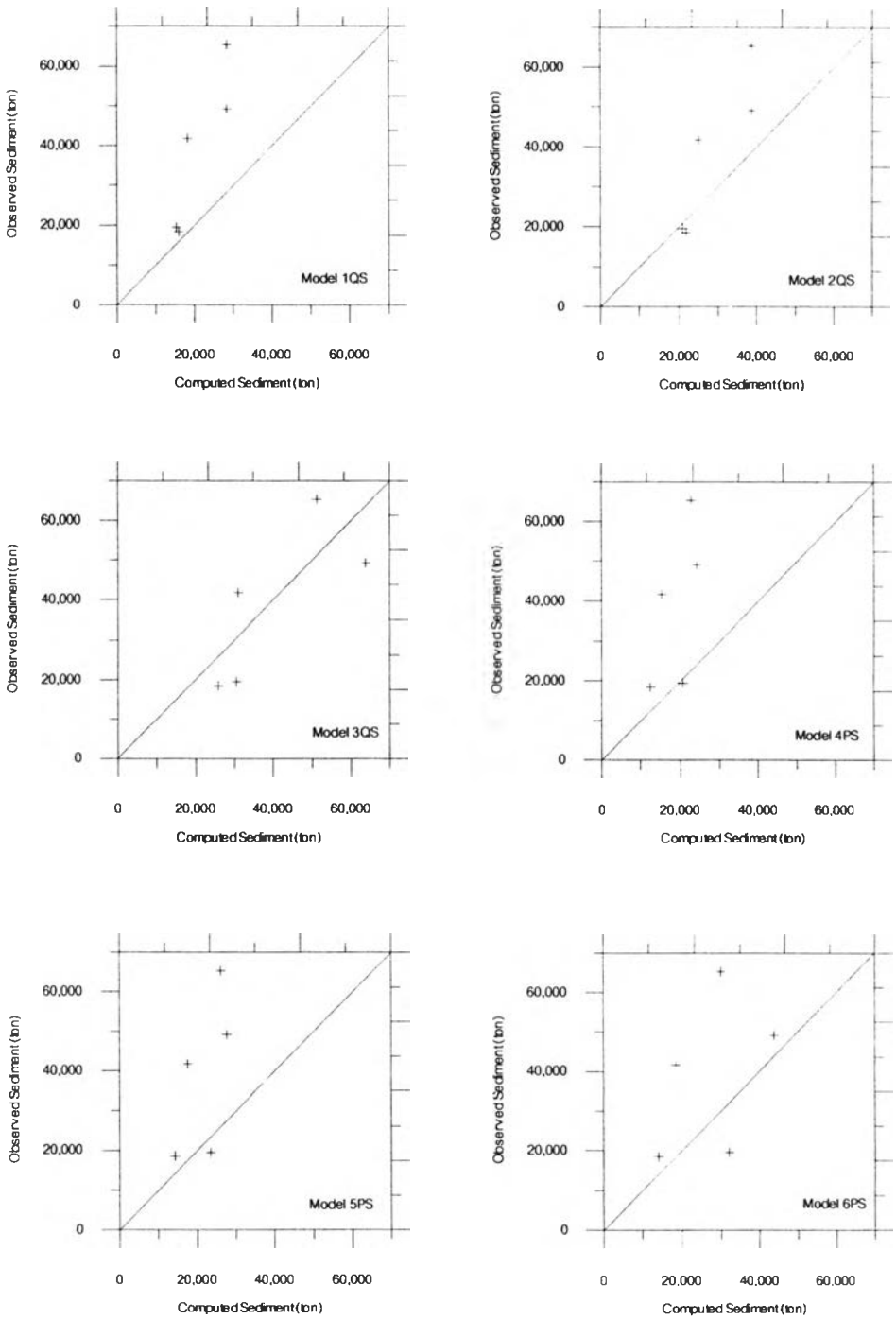
ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในพื้นที่ภาคเหนือโดยใช้ข้อมูลน้ำท่าสมการ3QN มีความเหมาะสมที่สุด ส่วนสมการที่6PN มีความเหมาะสมที่สุดในการประเมินโดยใช้ข้อมูลน้ำฝน

4.3.2 สถานีทดสอบภาคใต้ 240101 อ.เบตง จ.ยะลา

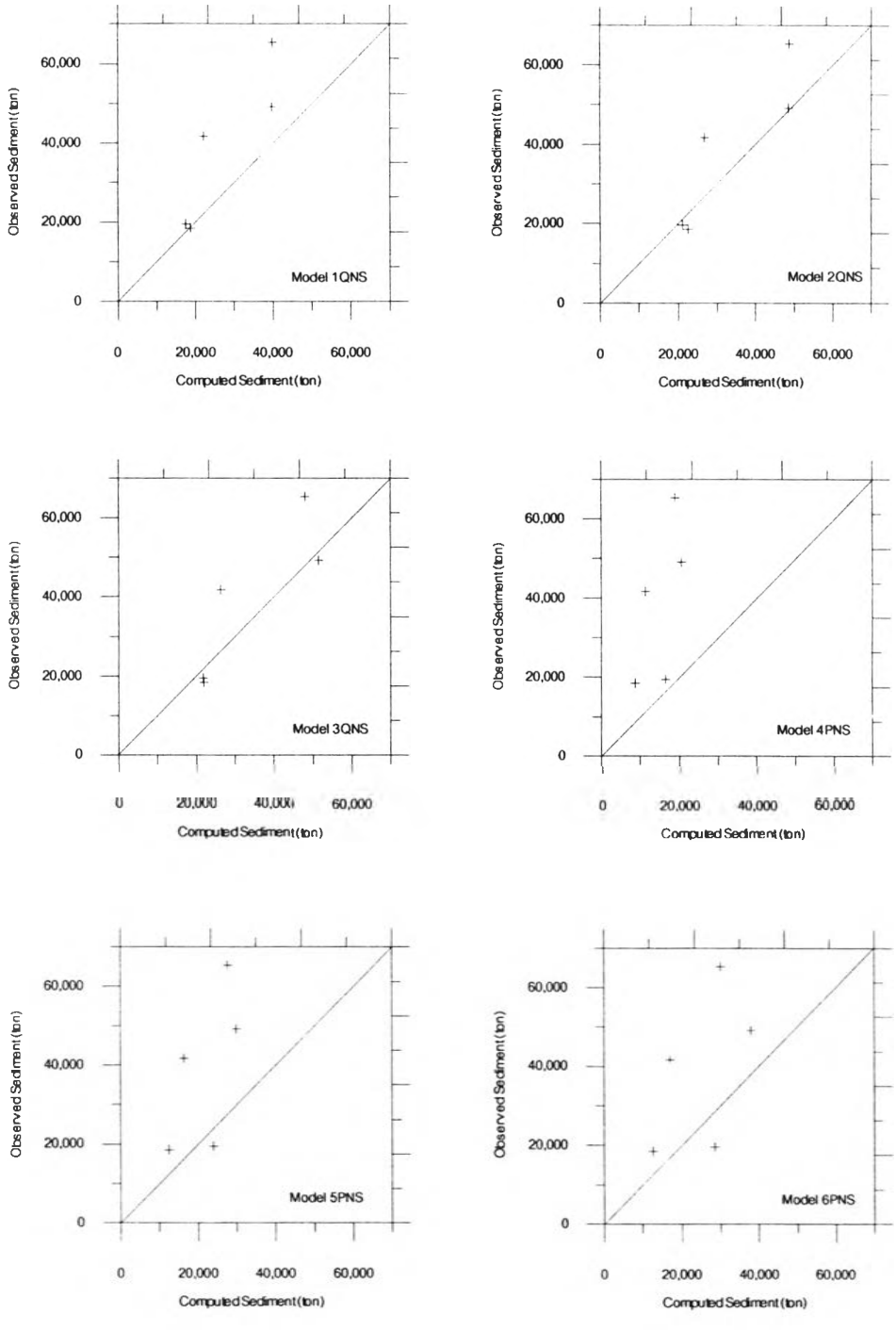
รูปที่ 4-68 แสดงกราฟ 45^{o}เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีระหว่างค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการของภาคใต้

รูปที่ 4-69 แสดงกราฟ 45^{o}เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีระหว่างค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการรวม 2 ภาค

ตารางที่ 4-8 แสดงค่าแตกต่างทางสถิติของค่าคำนวณเทียบกับค่าจริง



รูปที่ 4-68 กราฟ45°เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการของภาคใต้ที่สถานี 240101



รูปที่ 4-69 กราฟ45°เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการรวม 2 ภาคที่สถานี 240101

ตารางที่ 4-8 ผลการเปรียบเทียบค่าคำนวณรายเดือนกับค่าจริงที่สถานี 240101 อ.เบตง จ.ยะลา

สมการ		% Mean Diff.	% MAD	หมายเหตุ
ภาคใต้	1QS	-38.11	38.11	
	2QS	-15.63	34.62	
	3QS	+15.30	25.68	
	4PS	-41.10	43.39	
	5PS	-32.85	41.79	
	6PS	-15.92	40.97	*ดีที่สุด*
รวม 2 ภาค	1QNS	-22.76	23.15	
	2QNS	-6.62	19.59	
	3QNS	-5.79	18.51	*ดีที่สุด*
	4PNS	-53.95	53.95	
	5PNS	-33.59	42.85	
	6PNS	-24.40	41.83	
กรมชลฯ	$S = 20.412A^{1.3007}$	+58.84	58.84	

หมายเหตุ ค่า + หมายถึง ค่าคำนวณมากกว่าค่าจริง

ค่า – หมายถึง ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าจริง

จากรูปและตารางสรุปได้ดังนี้

1) จากผลการคำนวณด้วยสมการของภาคใต้ ดังแสดงในรูปที่4-68 พบว่าสมการ1QSและ2QS ให้ผลการคำนวณน้อยกว่าค่าจริง (Under Estimate) โดยเฉพาะในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงๆ สมการ3QS ให้ค่าที่เข้าใกล้เส้น 45° มากขึ้นโดยจะมีทั้งส่วนที่เป็น Under และ Over Estimate ส่วนสมการ 4PS-6PS ให้ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าจริงในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงๆ แสดงว่าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังไม่เพียงพอที่จะใช้อธิบายถึงสาเหตุของการเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีค่าสูงๆได้

2) จากผลการคำนวณด้วยสมการรวม 2 ภาค ดังแสดงในรูปที่4-69 พบว่าสมการ1QNS ให้ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าจริงในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงๆ ส่วนสมการ2QNSและ3QNS ให้ค่าคำนวณที่เข้าใกล้เส้น 45° มากขึ้น สมการ4PNS-6PNS ส่วนใหญ่ให้ค่าคำนวณน้อยกว่าค่าจริง(Under Estimate) ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง โดยสมการ6PNSมีแนวโน้มเข้าใกล้เส้น 45° มากขึ้น

3) จากการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย (% Mean Diff.) พบว่ากลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำท่า สมการ3QNSให้ค่าน้อยที่สุด คือ -5.79% ส่วนในกลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำฝน สมการ6PSให้ค่าน้อยที่สุด คือ -15.92%

4) จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (% Mean Absolute Difference, %MAD) พบว่ากลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำท่า สมการ3QNSให้ค่าน้อยที่สุด คือ 18.51% ส่วนกลุ่มของสมการที่เป็นฟังก์ชันของข้อมูลน้ำฝน สมการ6PSให้ค่าน้อยที่สุด คือ 40.97%

5) จากตารางที่ 4-8 สมการของกรมชลประทานให้ค่าคำนวณแตกต่างจากปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย +58.84%

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในพื้นที่ภาคใต้โดยใช้ข้อมูลน้ำท่า สมการ3QNS ซึ่งเป็นสมการรวม2ภาคมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเหตุการณ์ที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากในภาคใต้มีจำนวนน้อยจึงให้ค่าคำนวณที่คลาดเคลื่อนมากในช่วงปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง ในขณะที่สมการรวม2ภาคสร้างโดยใช้ข้อมูลของภาคเหนือซึ่งมีเหตุการณ์ที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากเป็นจำนวนมากร่วมด้วย ทำให้สามารถใช้ประเมินเหตุการณ์ที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงๆได้ดีกว่า ส่วนสมการที่6PS มีความเหมาะสมที่สุดในการประเมินโดยใช้ข้อมูลน้ำฝน

ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบกับค่าคำนวณโดยสมการความสัมพันธ์จากรายงานของกรมชลประทาน พบว่า

1) ค่าคำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีจากสมการของกรมชลประทานมีค่าสูง โดยที่สถานี060806 ในภาคเหนือให้ค่าคำนวณแตกต่างจากค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย +71.72% และที่สถานี240101 ในภาคใต้ให้ค่าแตกต่าง +58.84%

2) เห็นได้ว่าสมการของกรมชลประทานที่กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยและขนาดของพื้นที่รับน้ำยังให้ผลการคำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีที่มีค่าคลาดเคลื่อน คาดว่าสาเหตุเนื่องมาจาก

(1) สมการความสัมพันธ์คำนึงถึงขนาดของพื้นที่รับน้ำอย่างเดียวจึงให้ค่าคำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีคงที่ ซึ่งไม่เพียงพอที่จะใช้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละปีได้ เนื่องจากไม่คำนึงถึงปัจจัยทางด้านอุทกวิทยา เช่น น้ำฝน น้ำท่าซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลสำคัญต่อปริมาณตะกอนแขวนลอย

(2) ข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ใช้ในการสร้างสมการความสัมพันธ์ของกรมชลประทานอาจเป็นคนละช่วงเวลากับที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จึงทำให้ผลการคำนวณแตกต่างกันค่อนข้างมาก

(3) สภาพภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงการศึกษาของกรมชลประทานอาจแตกต่างไปจากปัจจุบัน เช่น ยังไม่มีอาคารชลศาสตร์เช่นในปัจจุบัน จึงอาจส่งผลต่อพฤติกรรมการกัดเซาะหน้าดินตลอดจนการเคลื่อนตัวของตะกอนในลำน้ำ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาของการศึกษา