

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทยตามวิธีการของ Snyder พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

#### 4.1 พารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า

จากข้อมูลน้ำท่าในช่วงเวลาที่เกิดน้ำนองของแต่ละสถานีนำมาสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและทำการแยก Base flow ออกจากปริมาณน้ำท่ารวม เพื่อให้ได้กราฟปริมาณน้ำท่าผิวดิน จากนั้นก็คำนวณปริมาตรน้ำท่าผิวดินและปรับให้มีหน่วยเป็นความลึกเทียบเท่า 1 เซนติเมตรเฉลี่ยทั่วทั้งลุ่มน้ำ จากปริมาตรน้ำท่าผิวดินที่คำนวณได้นำไปเปลี่ยนกราฟน้ำท่าผิวดินให้เป็นกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของแต่ละพายุฝนที่เลือกศึกษา จากนั้นก็ทำการหาค่ากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละสถานี

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งได้แก่ค่าเวลาการเกิด ปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  ปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  และฐานเวลา  $t_b$  ผลการคำนวณของแต่ละสถานีแสดงไว้ใน

ตารางที่ 2

#### 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง $t_p$ กับ $LL_c/\sqrt{S}$ และ $q_p/A$ กับ $t_p$

นำค่า  $t_p$ ,  $LL_c/\sqrt{S}$  และ  $q_p/A$  กับ  $t_p$  ที่คำนวณได้ในตารางที่ 2 ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง  $t_p$  กับ  $LL_c/\sqrt{S}$  และ  $q_p/A$  กับ  $t_p$  ในรูปแบบเลขยกกำลังแสดงในสมการที่ (22) และ (23) ตามลำดับ จุดประสงค์ของการวิเคราะห์ก็คือ การคำนวณค่าความสัมพันธ์รีเกรซชัน a, b, c และ d โดยพิจารณาข้อมูลแยกออกเป็นแต่ละลุ่มน้ำ และพิจารณารวมกลุ่มลุ่มน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน หรือมีที่ตั้งใกล้เคียงกัน ดังต่อไปนี้

ลุ่มน้ำปิง ประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำปิง 14 สถานี

ลุ่มน้ำวัง ประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำวัง 7 สถานี

ลุ่มน้ำยม ประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำยม 5 สถานี

ลุ่มน้ำน่าน ประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำน่าน 9 สถานี

ลุ่มน้ำโขง(เหนือ) ประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำโขง(เหนือ) 3 สถานี

ลุ่มน้ำสาละวิน ประกอบด้วยสถานีในลุ่มน้ำสาละวิน 5 สถานี

ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์  $a$ ,  $b$ ,  $c$  และ  $d$  แสดงไว้ในตารางที่ 3 ในรูปที่ 4.1 - 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $t_p$  และ  $LL_c/\sqrt{S}$  ที่คำนวณได้จากสมการที่ (22) ในกรณีลุ่มน้ำปิง, วัง, ยม, น่าน, โขง (เหนือ) และสาละวิน สำหรับกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $q_p/A$  กับ  $t_p$  ที่คำนวณได้สมการที่ (23) ของลุ่มน้ำปิง, วัง, ยม, น่าน, โขง (เหนือ) และสาละวิน ในรูปที่ 4.7 - 4.12 ตามลำดับ

**ตารางที่ 2** พารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะกายภาพของคู่มือน้ำท่าในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์  $t_p$  กับ  $LL_c/\sqrt{S}$  และ  $q_p/A$  กับ  $t_p$

รหัส - ชื่อคู่มือน้ำ	รหัสสถานี	พารามิเตอร์ของคู่มือน้ำ - ลำน้ำและกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า						อัตราส่วน		
		A (ตร.กม.)	L (กม.)	$L_c$ (กม.)	S	$t_p$ (ชม.)	$t_b$ (ชม.)	$q_p$ (ลบ.ม./วินาที)	$LL_c/\sqrt{S}$ (ตร.กม.)	$q_p/A$ (ลบ.ม./วินาที/ตร.กม.)
<b>01. คู่มือน้ำสาละวิน</b>										
91	น้ำกะโน	33.50	6.60	3.25	0.04545	3.00	20.00	20.10	100.61	0.600
98	แม่ฮ่อง	172.00	33.20	18.10	0.01536	8.93	28.00	66.56	4848.65	0.387
99	แม่ส่าง	123.00	20.85	4.30	0.05851	7.60	25.00	49.08	370.65	0.399
100	แม่ฮ่องสอน	43.60	9.10	4.30	0.06593	3.00	21.00	27.47	152.39	0.630
106	แม่สะเรียง	229.00	28.40	18.30	0.02130	9.27	32.00	90.46	3561.06	0.395
<b>02. คู่มือน้ำอิงเหนือ</b>										
58	แม่จัน	203.00	32.40	15.50	0.01312	6.44	26.00	80.39	4384.40	0.396
65	แม่สาว	111.00	15.75	8.90	0.10613	4.75	22.00	46.29	430.28	0.417
68	แม่มา	121.00	18.45	7.00	0.02818	5.00	27.00	47.43	769.35	0.392
<b>03. คู่มือน้ำอิง</b>										
P.23	น้ำแม่จัน(สะพานแม่จัน)	1777.00	97.00	48.00	0.00770	24.00	34.00	156.38	53060.04	0.088
P.24	น้ำแม่กลาง(สะพานแม่กลาง)	616.00	37.50	21.00	0.29100	12.50	30.00	98.56	4616.41	0.160
P.24A	น้ำแม่กลาง(สะพานประชาธิปไตย)	460.00	35.00	20.50	0.02920	11.50	28.00	82.80	4198.85	0.180
P.32	คลองแม่ระกา	342.00	46.00	25.00	0.00605	13.50	25.00	47.88	14784.96	0.140

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รหัส - ชื่อคู่มือ	รหัสสถานี	พารามิเตอร์ของคู่มือ - ลำนำและกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า							อัตราส่วน	
		A (ตร.กม.)	L (กม.)	L <sub>c</sub> (กม.)	S	t <sub>p</sub> (ชม.)	t <sub>b</sub> (ชม.)	q <sub>p</sub> (ลบ.ม./วินาที)	LL <sub>c</sub> /√S (ตร.กม.)	q <sub>p</sub> /A (ลบ.ม./วินาที/ตร.กม.)
P.22	แม่สา	135.00	21.80	11.80	0.02750	6.60	32.00	64.67	1551.22	0.479
P.27A	แม่ใจ	18.00	8.80	5.50	0.07443	4.56	23.00	11.00	177.41	0.611
P.36	แม่สาย	35.00	14.60	8.00	0.04178	8.00	22.00	14.39	571.42	0.411
P.37	แม่พรม	14.00	7.85	3.00	0.04935	4.00	21.00	9.86	106.01	0.704
P.38	แม่ตาน	34.00	10.05	4.60	0.02289	5.00	21.00	18.19	305.56	0.535
P.44	แม่ต๋ำ	35.00	11.10	4.10	0.02973	4.50	24.00	19.04	263.94	0.544
P.48	แม่ตะปาด	74.00	19.35	10.50	0.00775	7.00	27.00	36.41	2307.91	0.492
99(PN.59)	แม่จัด	80.70	19.20	11.50	0.02604	7.00	30.00	35.59	1368.29	0.441
94(PN.3)	แม่เตียน	105.00	25.40	15.00	0.02953	6.22	25.00	52.29	2217.14	0.498
95(PN.4)	แม่ศึก	86.50	13.25	6.75	0.04679	6.00	24.00	46.02	413.47	0.532
04.คู่มืออ้างอิง										
-	หัวเขแก้ว	16.00	8.90	4.60	0.01580	5.00	22.00	8.00	325.70	0.500
-	น้ำแม่เอ็ง	60.00	15.80	6.90	0.01200	6.00	23.00	27.00	995.21	0.450
-	แม่สอยตอนล่าง	318.00	38.00	22.60	0.00447	10.00	25.00	103.00	12845.12	0.324
-	แม่จางตอนล่าง	866.00	58.00	31.30	0.00216	12.00	24.00	250.00	39061.19	0.289

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รหัส - ชื่อคูน้ำ	รหัสสถานี	พารามิเตอร์ของคูน้ำ - คำนวณและกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า							อัตราส่วน	
		A (ตร.กม.)	L (กม.)	L <sub>c</sub> (กม.)	S	t <sub>p</sub> (ชม.)	t <sub>b</sub> (ชม.)	q <sub>p</sub> (ลบ.ม./วินาที)	LL <sub>c</sub> /√S (ตร.กม.)	q <sub>p</sub> /A (ลบ.ม./วินาที/ตร.กม.)
-	แม่ข้างตอนล่างถึงตอนบน	581.00	38.80	18.00	0.00124	10.00	24.00	188.30	19833.23	0.324
-	แม่ข้างตอนบน	285.00	32.00	16.00	0.00344	9.00	22.00	98.70	8729.53	0.346
-	Kew Kor Mah	1275.00	110.00	52.50	0.00232	14.00	26.00	335.00	119896.91	0.263
-	แม่ตา	129.00	31.70	21.40	0.01514	8.00	40.00	48.00	5513.28	0.372
Y.13	-	382.00	45.00	25.00	0.01330	10.50	39.00	100.27	9754.99	0.262
Y.19	-	155.00	20.00	12.50	0.01450	10.50	38.00	40.80	2076.14	0.263
Y.25	แม่สาวด	203.00	17.45	6.60	0.02063	6.63	39.00	90.94	801.84	0.448
Y.30	หัวขง	90.00	25.00	17.00	0.01180	7.67	40.00	33.21	3912.44	0.369
N.29	แม่ทาน	6.00	5.50	2.30	0.08636	3.00	12.00	3.25	43.05	0.542
N.44	น้ำขาว	41.00	16.30	7.75	0.00460	7.60	36.00	14.72	1862.56	0.359
N.47	น้ำขุน	35.00	16.85	9.15	0.04570	5.67	26.00	10.57	721.21	0.302
N.49	น้ำยาว	155.00	37.00	23.75	0.01365	7.86	33.00	61.23	7505.57	0.395
N.50	น้ำป่า	192.00	40.60	19.70	0.01897	8.40	38.00	49.92	5807.09	0.260

05. คูน้ำขม

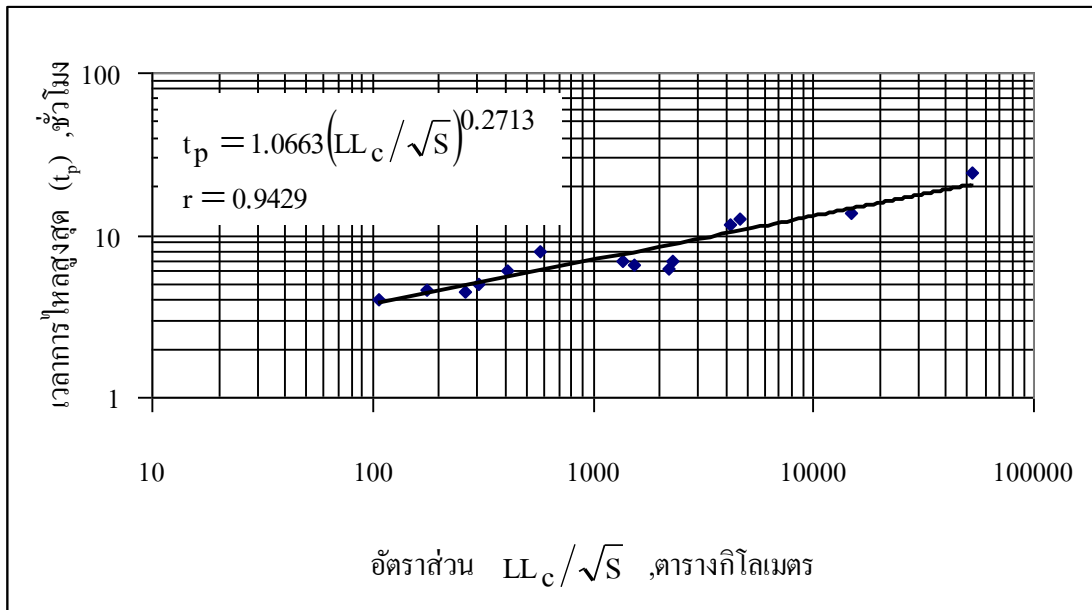
06. คูน้ำนาน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

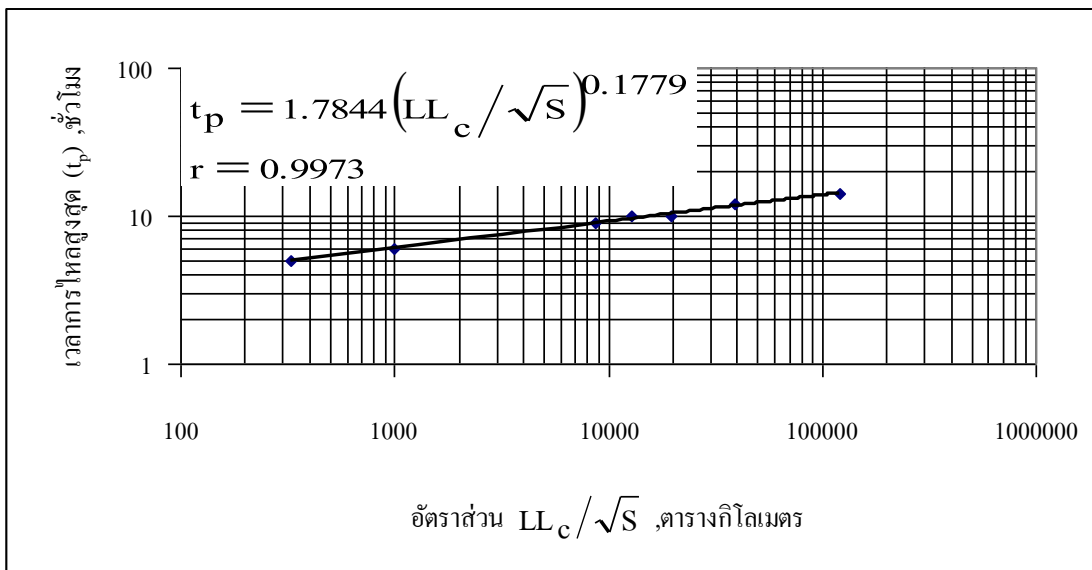
รหัส - ชื่อคูน้ำ	รหัสสถานี	พารามิเตอร์ของคูน้ำ - ลักษณะกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า						อัตราส่วน		
		A (ตร.กม.)	L <sub>c</sub> (กม.)	S	t <sub>p</sub> (ชม.)	t <sub>b</sub> (ชม.)	q <sub>p</sub> (ลบ.ม./วินาที)	LL <sub>c</sub> /√S (ตร.กม.)	q <sub>p</sub> /A (ลบ.ม./วินาที/ตร.กม.)	
N.52	น้ำยาง	49.00	18.80	8.25	0.05851	6.00	25.00	20.14	641.20	0.411
N.53	คลองขบง	111.00	16.00	5.80	0.01750	7.17	25.00	48.17	701.50	0.434
88	น้ำไ้ว	148.00	33.10	17.90	0.02968	7.57	30.00	19.43	3439.13	0.131
NN.1	น้ำแหง	166.00	22.90	16.30	0.01659	6.40	26.00	59.43	2898.01	0.358

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณความสัมพันธระหว่าง  $t_p$  กับ  $LL_c/\sqrt{S}$  และ  $q_p/A$  กับ  $t_p$

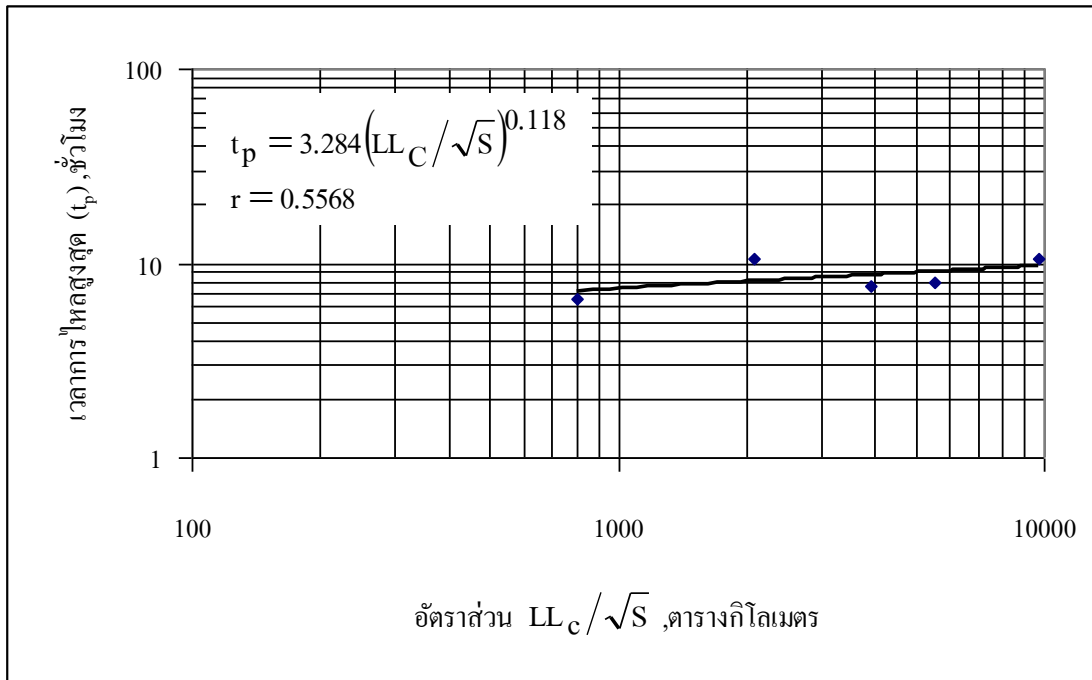
ลุ่มน้ำ	จำนวนสถานี ที่ใช้วิเคราะห์	ความสัมพันธระหว่าง $t_p = a(LL_c/\sqrt{S})^b$			ความสัมพันธระหว่าง $q_p/A = c(t_p)^d$		
		a	b	r	c	d	r
1.สาละวิน	5	0.8802	0.2880	0.8898	0.9712	0.4194	0.9918
2.กก	9	4.7504	0.2847	0.6996	0.3936	1.0742	0.9740
3.วัง	7	1.7844	0.1779	0.9973	1.3811	0.6292	0.9999
4.ยม	5	3.2840	0.1180	0.5568	4.0183	1.1594	0.9963
5.ปิง	14	1.0663	0.2713	0.9429	4.4600	1.2546	0.9698
6.น่าน	9	1.7280	0.1822	0.9200	0.5041	0.2562	0.2190
7.โขงเหนือ	3	2.0781	0.1344	0.9964	0.4768	0.1025	0.5038



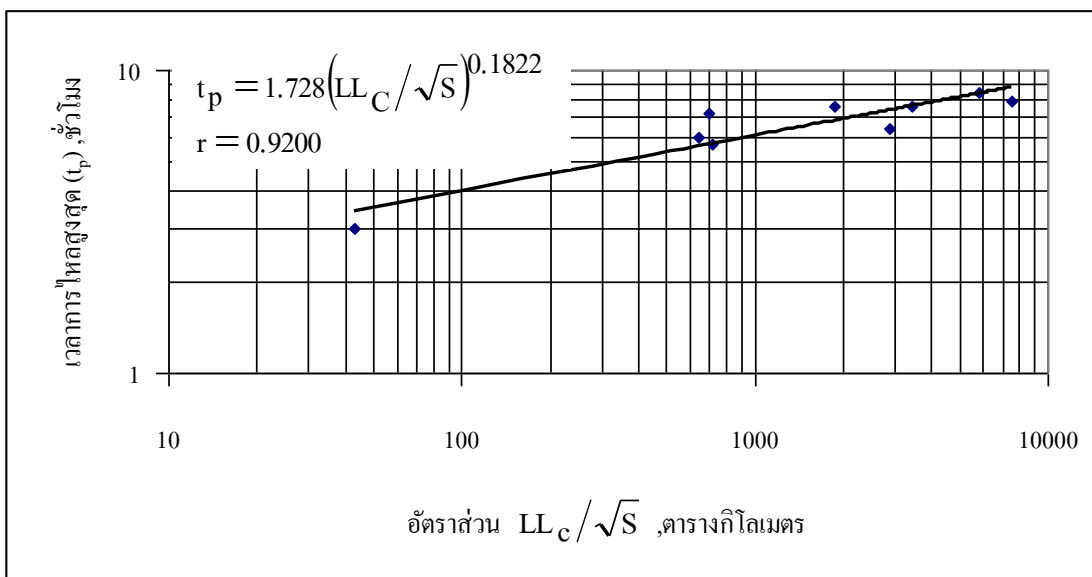
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า  $t_p$  และอัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  สำหรับลุ่มน้ำปิง



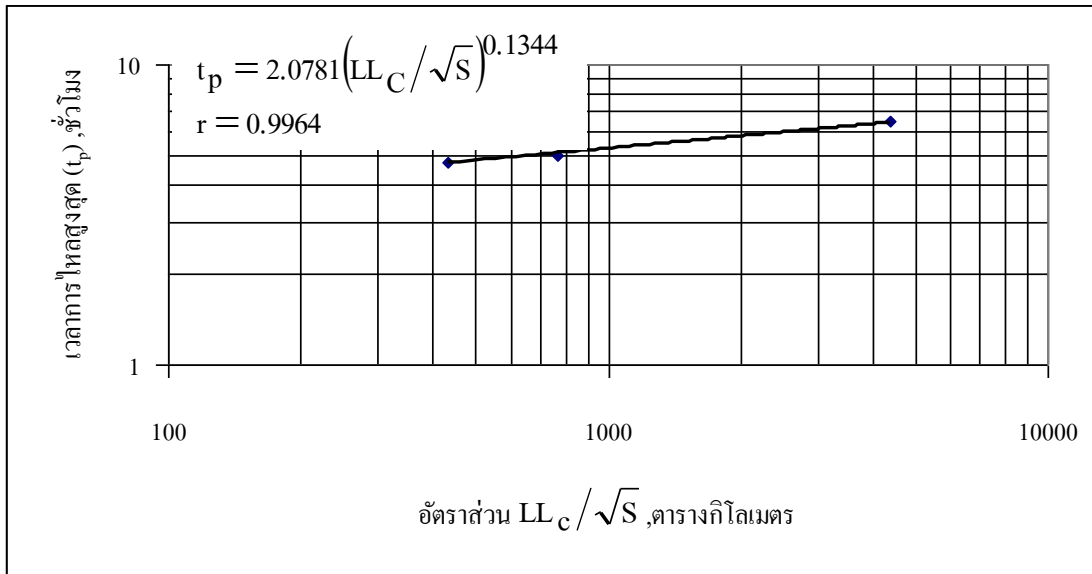
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า  $t_p$  และอัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  สำหรับลุ่มน้ำวัง



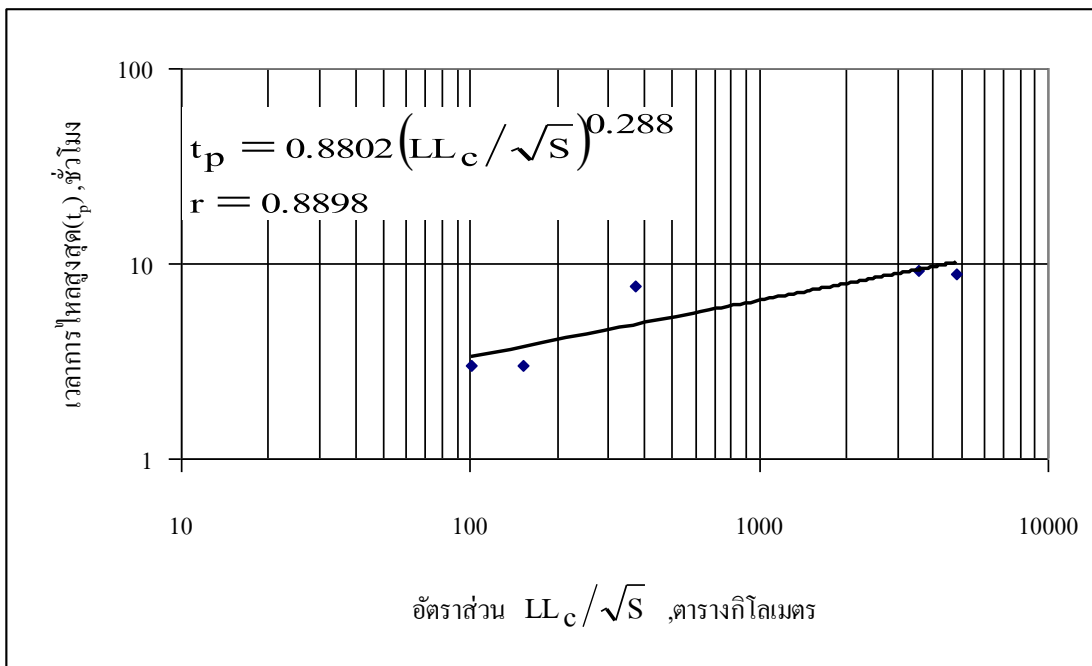
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า  $t_p$  และอัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  สำหรับลุ่มน้ำยม



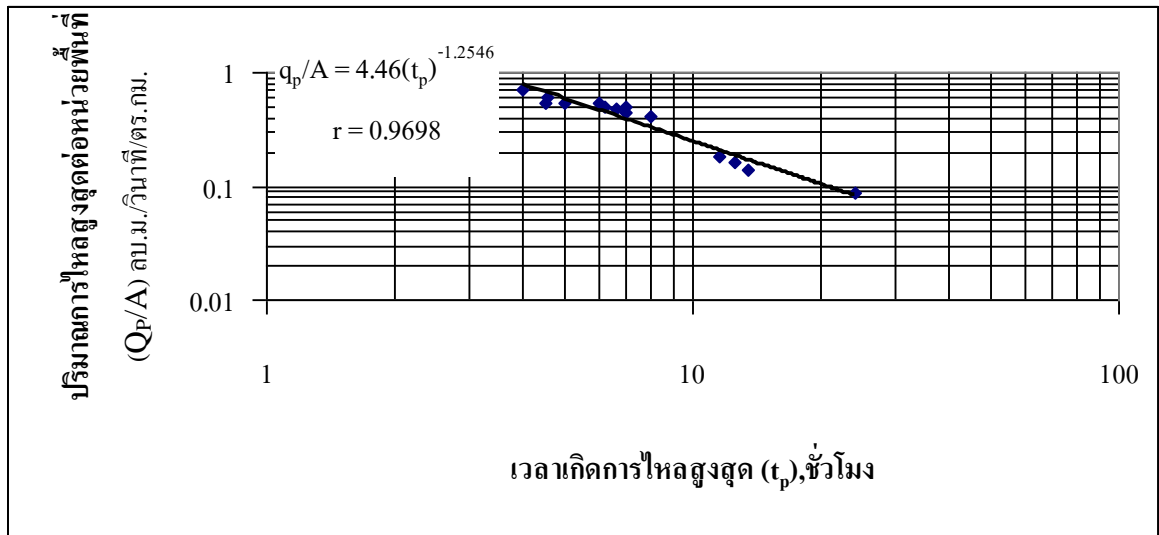
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า  $t_p$  และอัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  สำหรับลุ่มน้ำน่าน



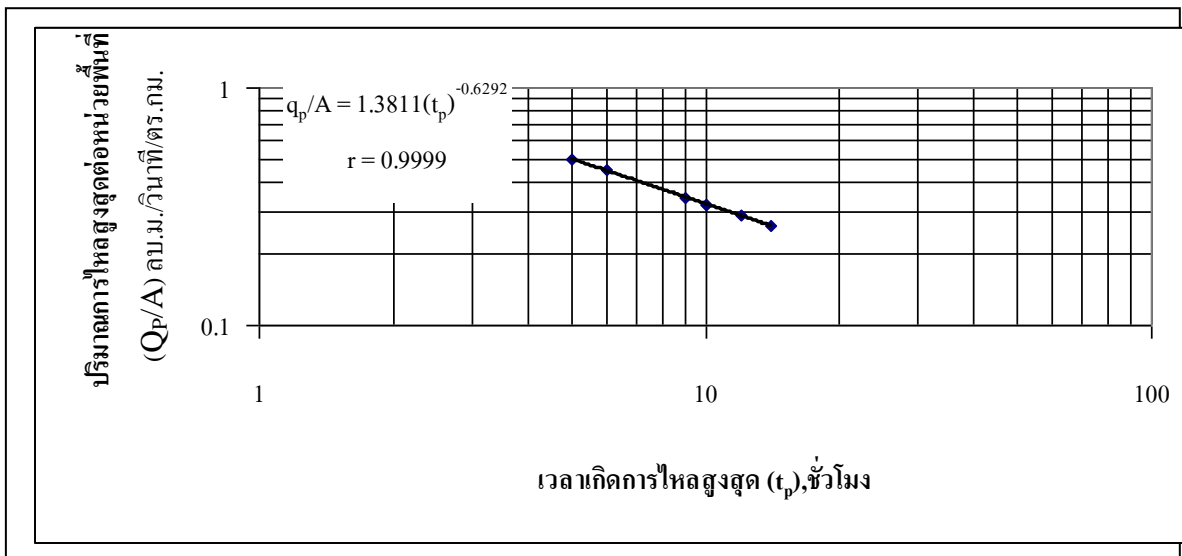
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า  $t_p$  และ อัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  สำหรับกลุ่มน้ำโขง(เหนือ)



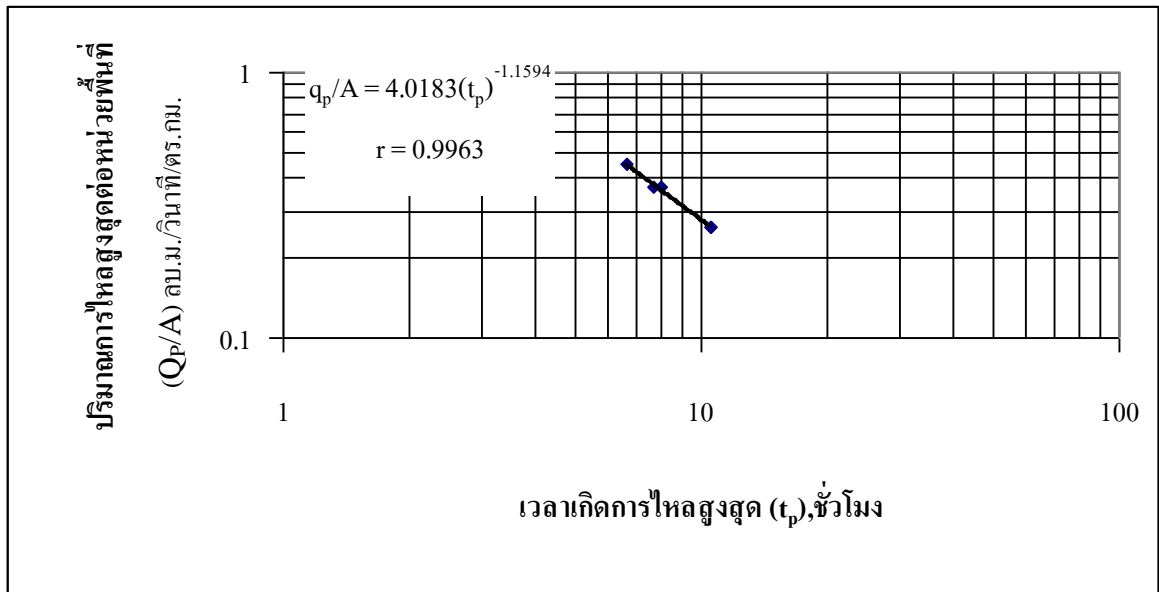
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า  $t_p$  และ อัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  สำหรับกลุ่มน้ำสาละวิน



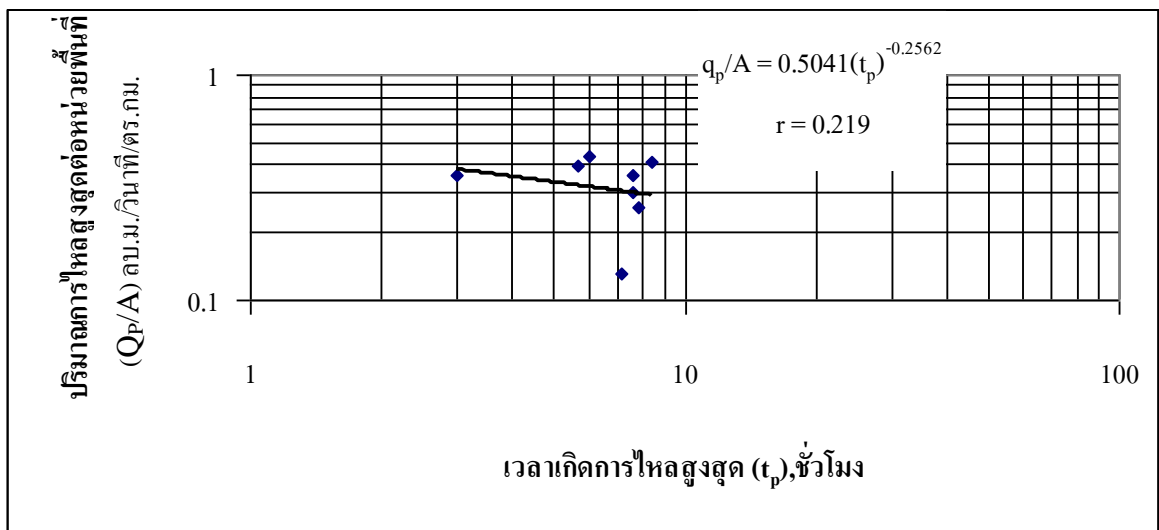
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่  $q_p/A$  และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  สำหรับลุ่มน้ำปิง



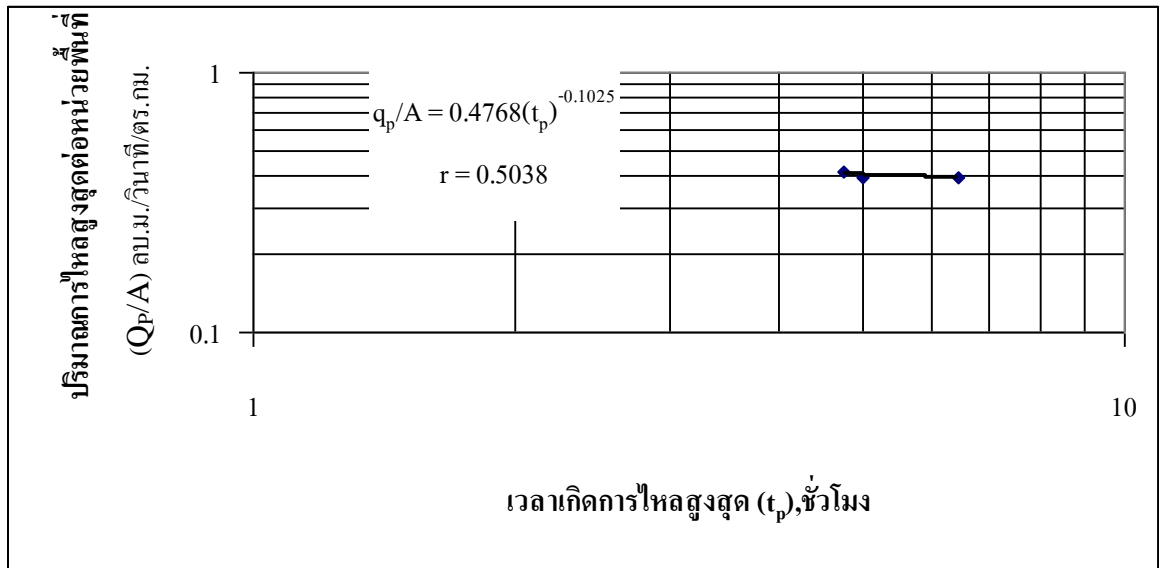
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่  $q_p/A$  และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  สำหรับลุ่มน้ำวัง



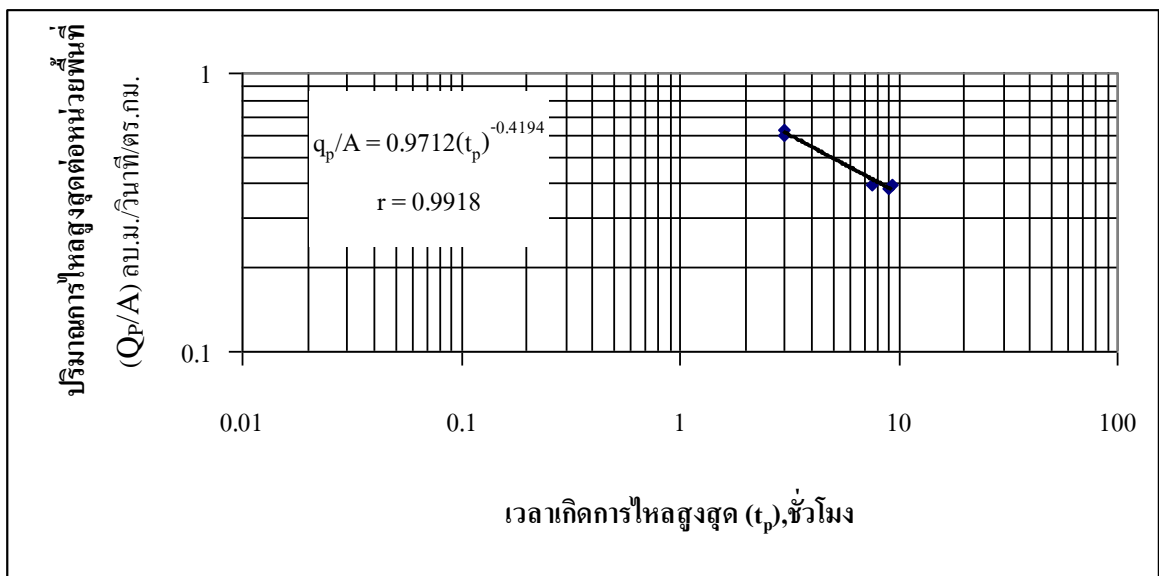
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่  $q_p/A$  และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  สำหรับลุ่มน้ำยม



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่  $q_p/A$  และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  สำหรับลุ่มน้ำน่าน



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่  $q_p/A$  และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  สำหรับลุ่มน้ำโขง(เหนือ)



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่  $q_p/A$  และเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  สำหรับลุ่มน้ำสาละวิน

สัมประสิทธิ์สหพันธ์  $r$  ในกรณีความสัมพันธ์ระหว่าง  $t_p$  กับ  $LL_c/\sqrt{S}$  มีค่าตั้งแต่ 0.5568 ถึง 0.9973 แสดงถึงความสัมพันธ์เป็นอย่างดีของข้อมูลที่คำนวณได้ สำหรับในกรณีความสัมพันธ์ระหว่าง  $q_p/A$  และ  $t_p$  สัมประสิทธิ์สหพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.2190 ถึง 0.9999 แสดงถึงความสัมพันธ์ในระดับที่ดีและปานกลางของข้อมูลที่คำนวณได้แต่ถ้าเครื่องหมายลบของค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์แสดงถึงความสัมพันธ์มีลักษณะผกผันหรือกลับกัน

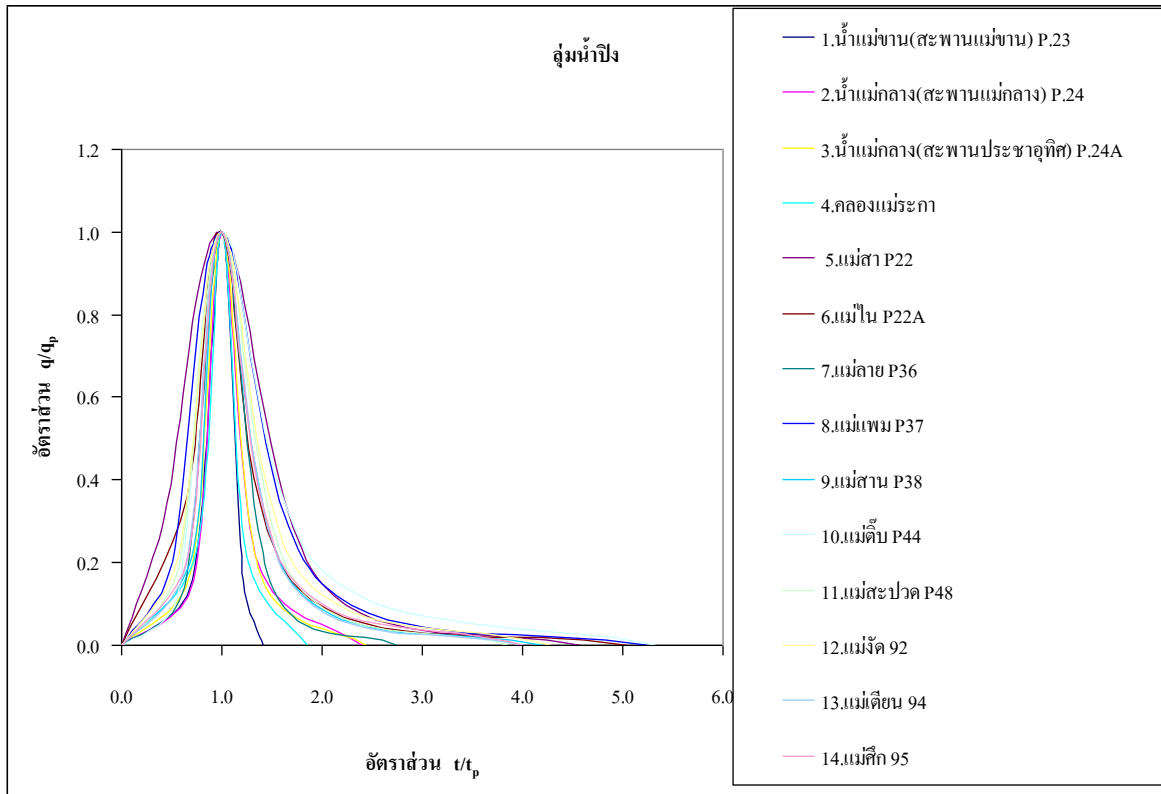
#### 4.3 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย (Dimensionless Unit Hydrograph)

จากกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำของแต่ละสถานี นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน  $t/t_p$  กับ  $q/q_p$  เพื่อสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย

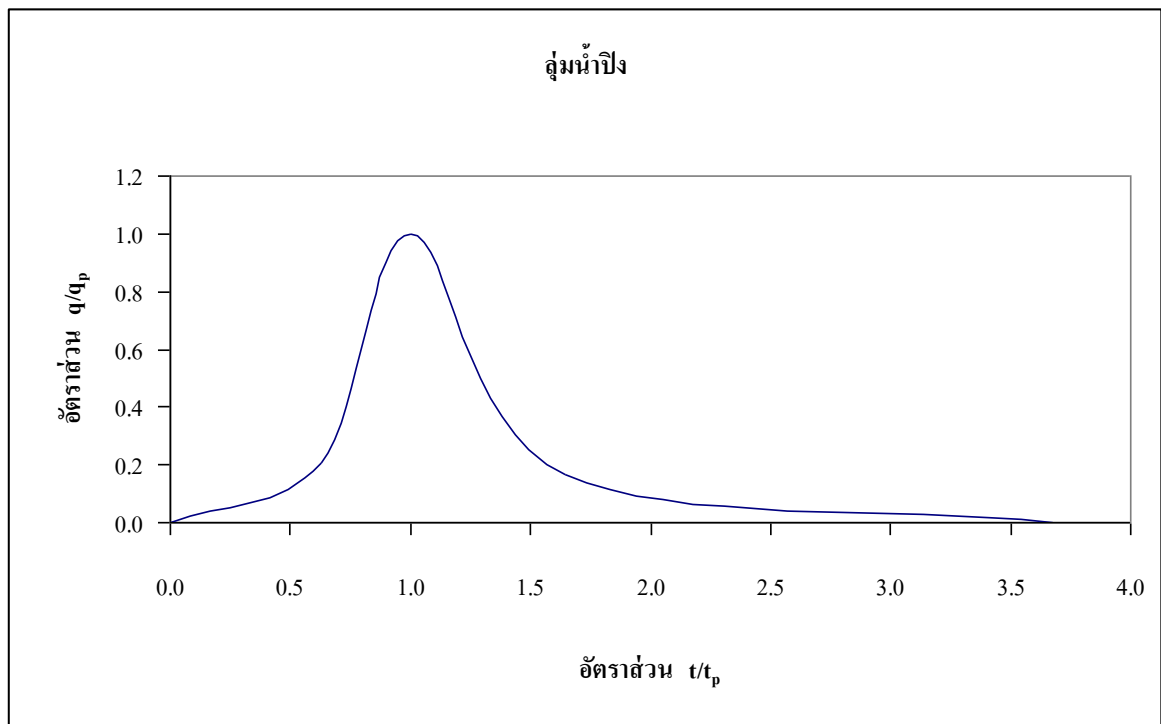
ขั้นตอนต่อไปก็คือ การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วยสำหรับแต่ละน้ำและพิจารณารวมกลุ่มลุ่มน้ำ ผลการคำนวณสำหรับลุ่มน้ำทางภาคเหนือ แสดงไว้ในตารางที่ 4 และ รูปที่ 4.13 – 4.24 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4** แสดงการเปรียบเทียบกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย(ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน  $t/t_p$  และ  $q/q_p$ ) สำหรับลุ่มน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย

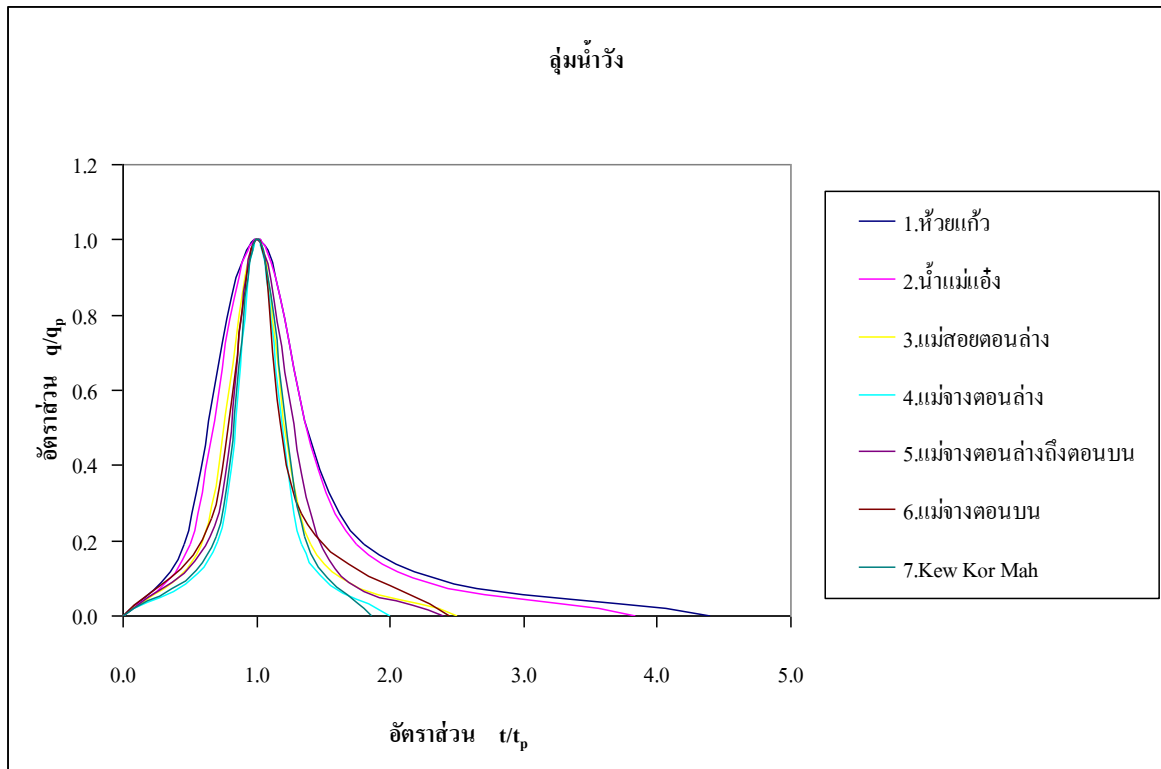
	อัตราส่วน $t/t_p$		อัตราส่วน $q/q_p$			
	ปัง	วัง	ยม	น่าน	โขง(เหนือ)	สาละวิน
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.2	0.045	0.048	0.108	0.058	0.030	0.040
0.4	0.098	0.098	0.225	0.118	0.068	0.088
0.6	0.180	0.200	0.440	0.251	0.200	0.220
0.8	0.620	0.640	0.860	0.700	0.730	0.760
1.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.2	0.680	0.640	0.800	0.600	0.610	0.760
1.4	0.330	0.280	0.480	0.290	0.290	0.440
1.6	0.180	0.159	0.300	0.163	0.160	0.260
1.8	0.120	0.104	0.199	0.113	0.109	0.165
2.0	0.082	0.078	0.143	0.080	0.072	0.120
2.2	0.060	0.057	0.118	0.062	0.050	0.085
2.4	0.045	0.040	0.089	0.047	0.039	0.065
2.6	0.040	0.020	0.077	0.040	0.029	0.058
2.8	0.037	0.000	0.060	0.038	0.023	0.043
3.0	0.030		0.056	0.030	0.019	0.040
3.2	0.022		0.044	0.027	0.017	0.039
3.4	0.018		0.040	0.022	0.017	0.035
3.6	0.005		0.038	0.020	0.017	0.028
3.8	0.000		0.036	0.017	0.017	0.024
4.0			0.023	0.010	0.017	0.020
4.2			0.020	0.000	0.017	0.019
4.4			0.017		0.005	0.015
4.6			0.005		0.002	0.005
4.8			0.000		0.000	0.000



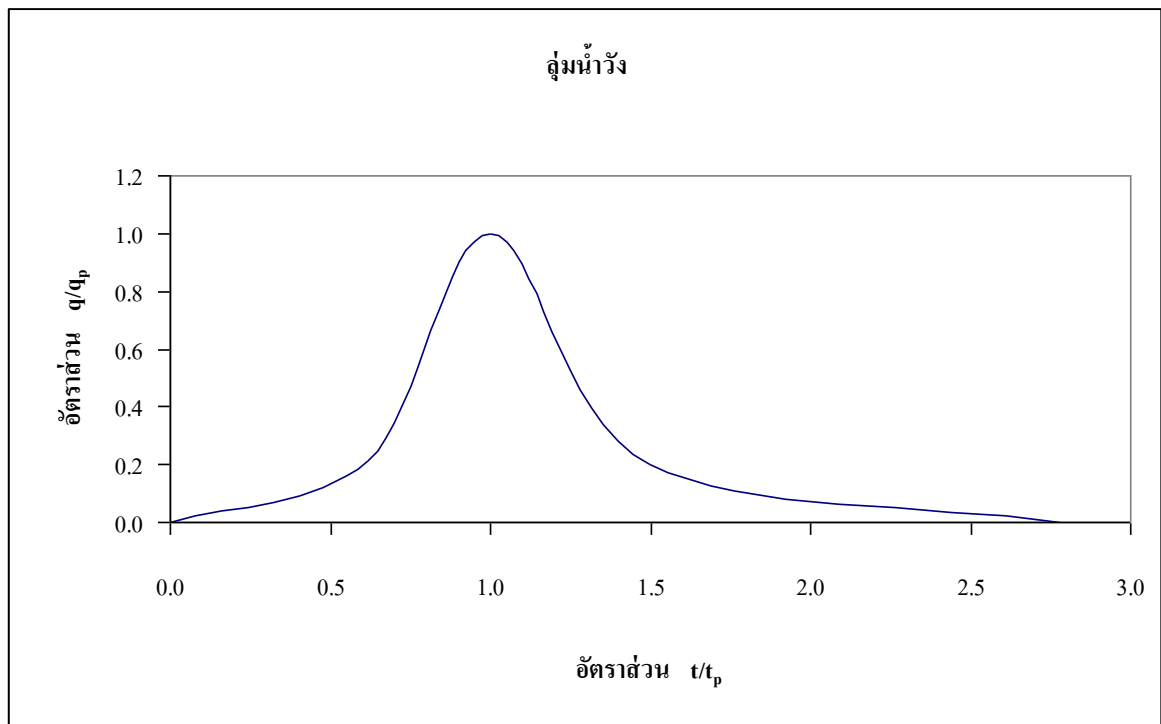
รูปที่ 4.13 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในกลุ่มน้ำปิง



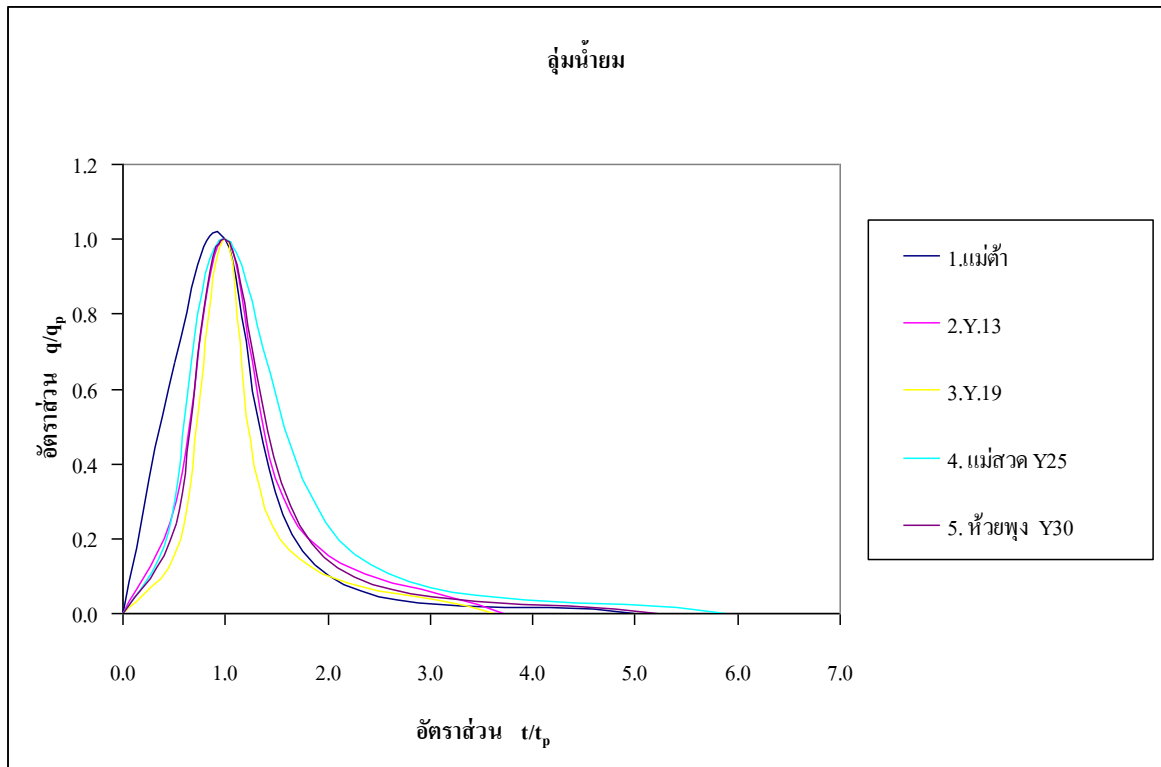
รูปที่ 4.14 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับกลุ่มน้ำปิง



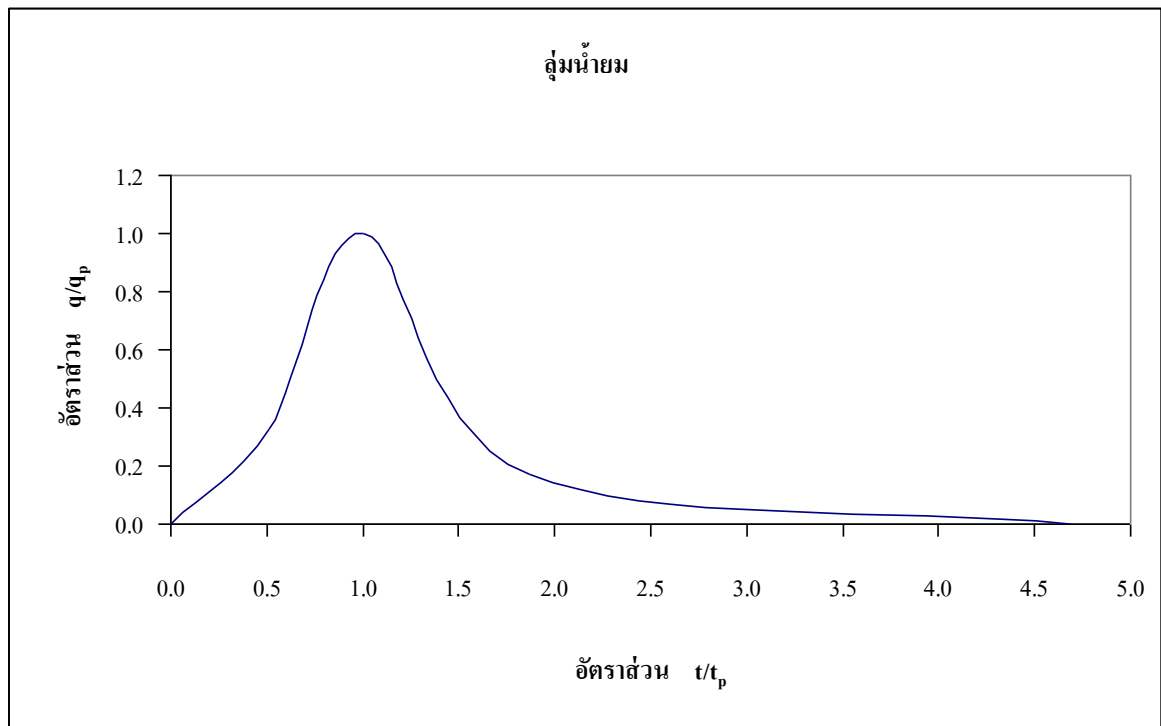
รูปที่ 4.15 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำวัง



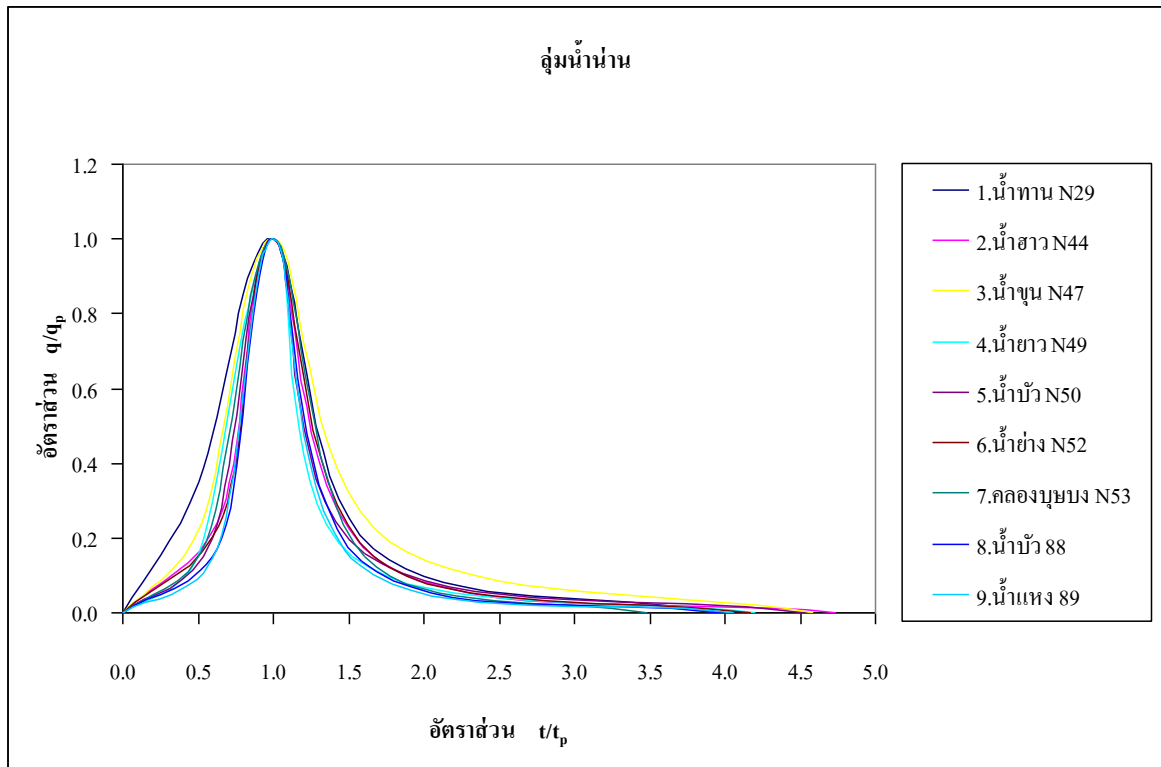
รูปที่ 4.16 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำวัง



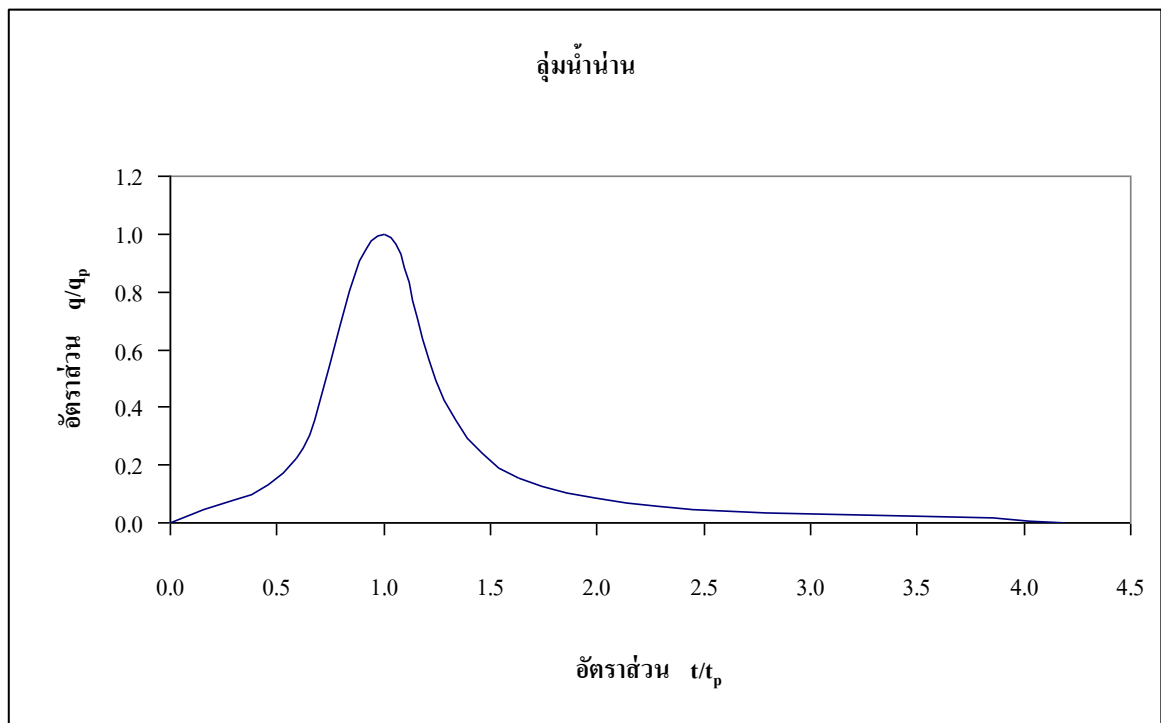
รูปที่ 4.17 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำยม



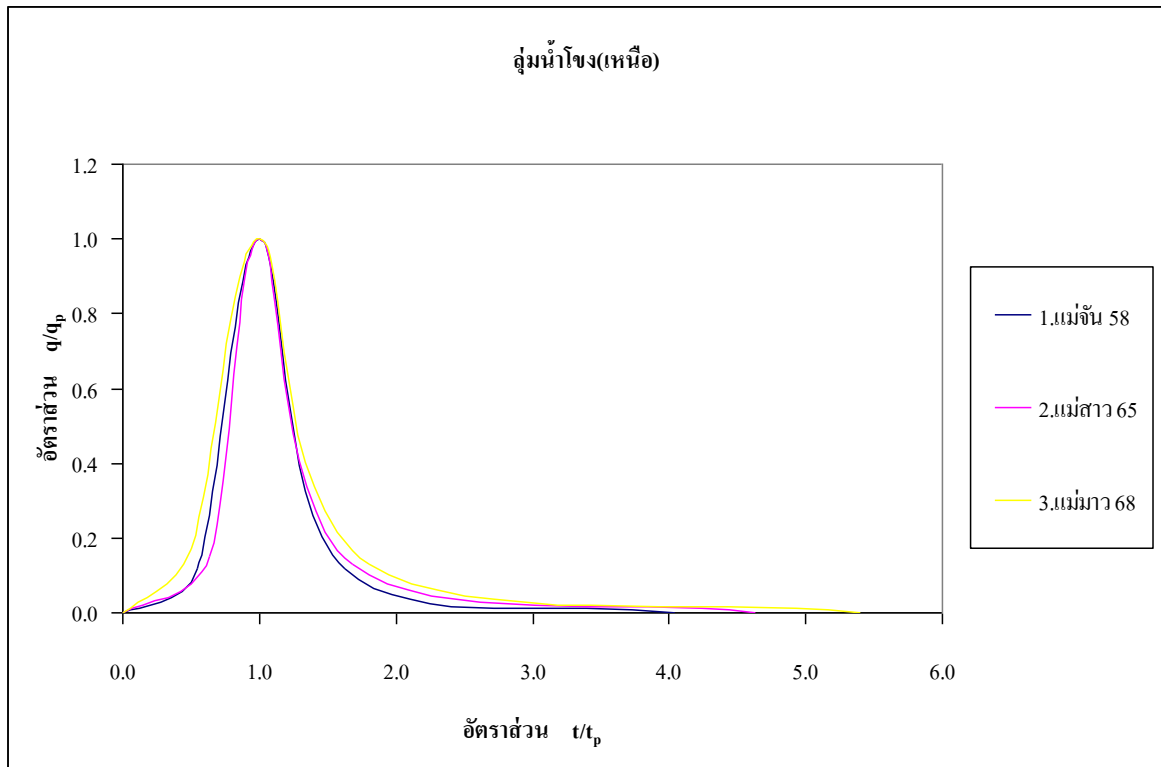
รูปที่ 4.18 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำยม



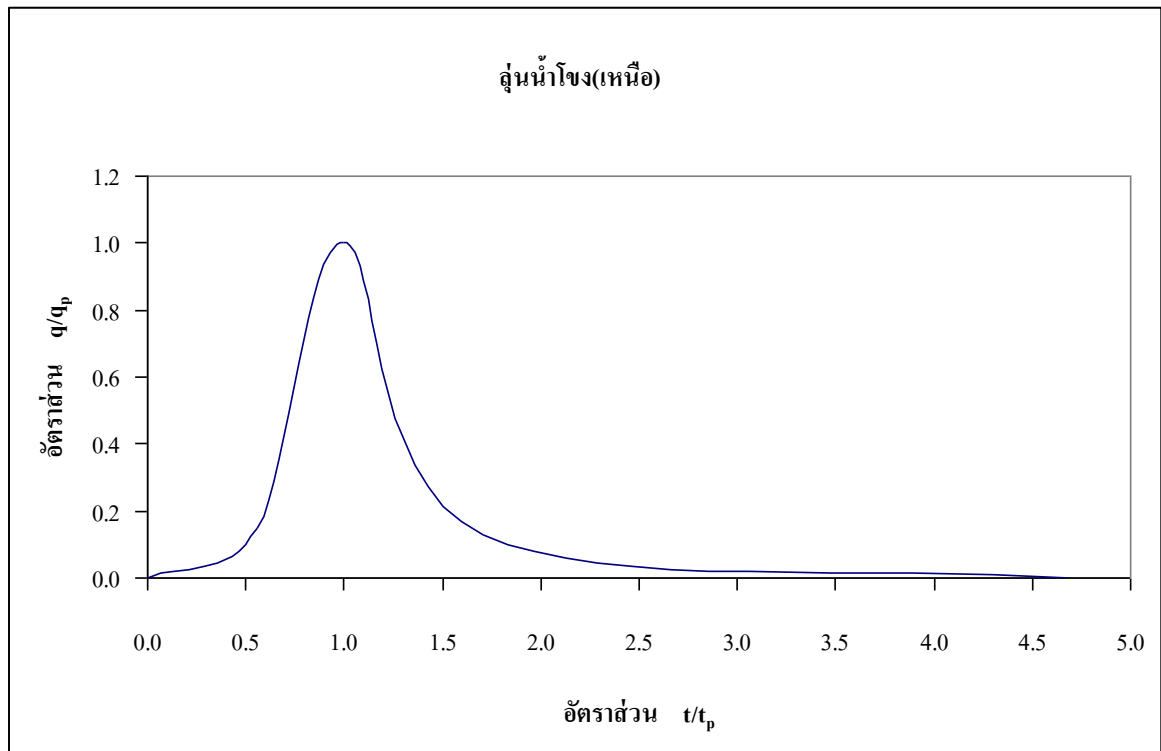
รูปที่ 4.19 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำน่าน



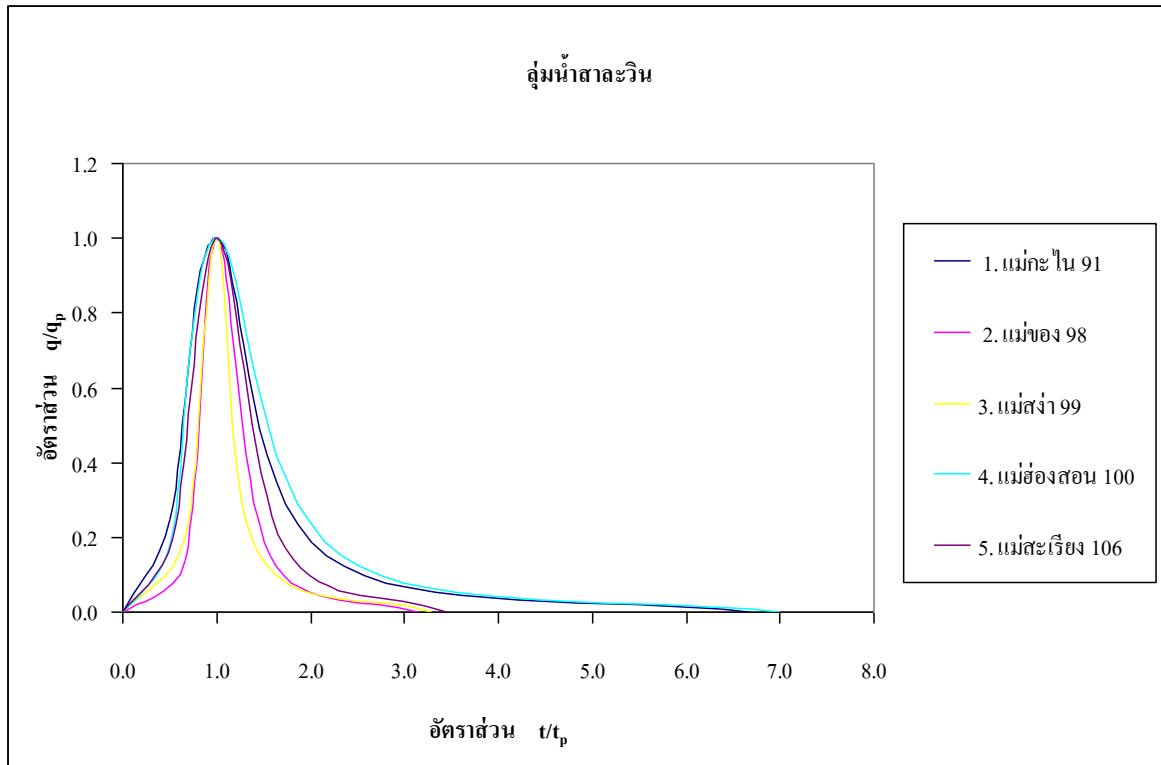
รูปที่ 4.20 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำน่าน



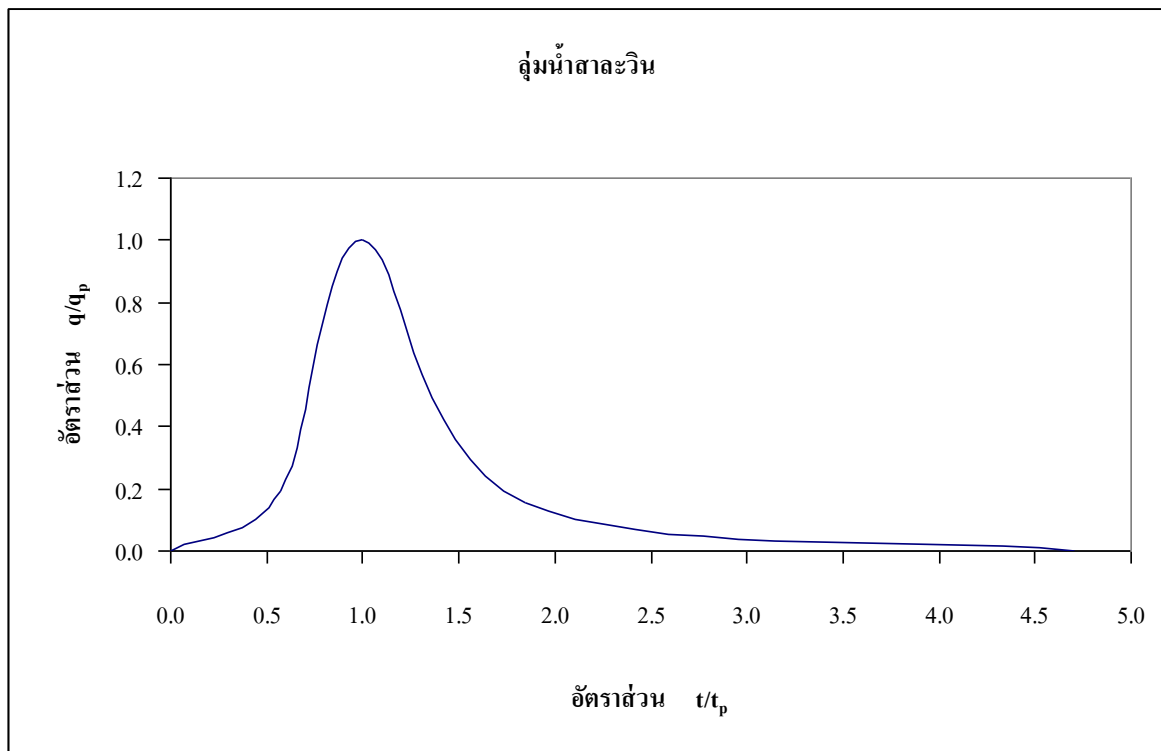
รูปที่ 4.21 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำโจง (เหนือ)



รูปที่ 4.22 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำโจง(เหนือ)



รูปที่ 4.23 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำสาละวิน



รูปที่ 4.24 การเฉลี่ยกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำในรูปแบบไม่มีหน่วย สำหรับลุ่มน้ำสาละวิน

**ตารางที่ 5** รายละเอียดการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา  $C_t$  และค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับปริมาณการไหลสูงสุด  $C_p$  ในสูตร Snyder (1938)

รหัส - ชื่อลุ่มน้ำ	รหัสสถานี	$t_p = 0.75C_t(LL_c)^{0.3}$ , $q_p = \frac{2.78C_pA}{t_p}$	
		$C_t$	$C_p$
<b>01.ลุ่มน้ำสาละวิน</b>			
91	น้ำกะโน	1.59	0.65
98	แม่ของ	1.75	1.24
99	แม่สง่า	2.63	1.09
100	แม่ฮ่องสอน	1.33	0.68
106	แม่สะเรียง	1.89	1.32
<b>02.ลุ่มน้ำโขงเหนือ</b>			
58	แม่จัน	1.33	0.92
65	แม่สาว	1.44	0.71
68	แม่มาว	1.55	0.71
<b>03.ลุ่มน้ำปิง</b>			
P.23	น้ำแม่ขาน (สะพานแม่ขาน)	2.54	0.76
P.24	น้ำแม่กลาง (สะพานแม่กลาง)	2.25	0.72
P.24A	น้ำแม่กลาง (สะพานประชาอุทิศ)	2.13	0.74
P.32	คลองแม่ระกา	2.17	0.68
P.22	แม่สา	1.66	1.14
P.27A	แม่โน	1.90	1.00
P.36	แม่สาย	2.56	1.18
P.37	แม่แพม	2.07	1.01
P.38	แม่สาน	2.11	0.96
P.44	แม่ต๋ิบ	1.91	0.88
P.48	แม่สะปาด	1.90	1.24
99(PN.59)	แม่จัด	1.85	1.11
94(PN.3)	แม่เตียน	1.39	1.11
95(PN.4)	แม่ศึก	2.08	1.15

**ตารางที่ 5 (ต่อ)**

รหัส - ชื่อลุ่มน้ำ	รหัสสถานี	$t_p = 0.75C_t(LL_c)^{0.3}, q_p = \frac{2.78C_pA}{t_p}$	
		$C_t$	$C_p$
<b>04.ลุ่มน้ำวัง</b>			
-	ห้วยแก้ว	2.19	0.90
-	น้ำแม่แอ้ง	1.96	0.97
-	แม่สอยตอนล่าง	1.76	1.17
-	แม่จางตอนล่าง	1.68	1.25
-	แม่จางตอนล่างถึงตอนบน	1.87	1.17
-	แม่จางตอนบน	1.85	1.12
-	Kew Kor Mah	1.39	1.32
<b>05.ลุ่มน้ำยม</b>			
-	แม่ต้า	1.51	1.07
Y.13	-	1.70	0.99
Y.19	-	2.67	0.99
Y.25	แม่สวด	2.13	1.07
Y.30	ห้วยพุง	1.66	1.02
<b>06.ลุ่มน้ำน่าน</b>			
N.29	แม่ทาน	1.87	0.58
N.44	น้ำฮาว	2.37	0.98
N.47	น้ำขุน	1.67	0.62
N.49	น้ำยาว	1.37	1.12
N.50	น้ำปัว	1.51	0.79
N.52	น้ำย่าง	1.76	0.89
N.53	คลองนุษบง	2.46	1.12
88	น้ำปัว	1.49	0.36
NN.1	น้ำแหง	1.44	0.82

#### 4.4 การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ $C_p$ และ $C_t$ ในสูตร Snyder

สัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา  $C_t$  มีค่าอยู่ระหว่าง 1.33 ถึง 18.76 และค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับปริมาณการไหล  $C_p$  มีค่าอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 1.32 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่เสนอโดย Snyder กล่าวคือค่า  $C_t$  มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 2.2 และค่า  $C_p$  อยู่ระหว่าง 0.56 ถึง 0.69 แล้วจะเห็นว่าทั้งค่า  $C_t$  และ  $C_p$  ที่คำนวณได้มีพิสัย (range) กว้างกว่าค่าที่เสนอโดย Snyder ความแตกต่างดังกล่าวอาจเป็นเพราะลักษณะลุ่มน้ำภายในประเทศไทยและในประเทศสหรัฐอเมริกา ตลอดจนลักษณะการเกิดฝนอาจมีความแตกต่างกันรายละเอียดการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 5

#### 4.5 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่คำนวณจากวิธีต่าง ๆ

จากพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำและลำน้ำ สามารถนำมาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า โดยวิธีต่าง ๆ ได้เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะวิธีที่คำนวณจากผลการศึกษานี้ จากวิธีของ Komsatra (1969) และจากวิธีของ Illangasekare (1974)

ผลการคำนวณพารามิเตอร์เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  และปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  จากสามวิธีแสดงไว้ในตารางที่ 6 และกราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  กับอัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  และปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  กับพื้นที่ลุ่มน้ำ  $A$  จากทั้งสามวิธีแสดงไว้ในรูปที่ 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ

พบว่าค่าเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  ที่คำนวณได้จากการศึกษานี้ใกล้เคียงกับวิธีของ Komsatra (1969) แต่ค่าปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  ที่คำนวณได้จากการศึกษานี้จะสูงกว่าค่าที่ได้จากอีกสองวิธี ทั้งนี้เนื่องจาก Komsatra (1969) ได้ข้อมูลของลุ่มน้ำที่มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 24 ถึง 1,060 ตารางกิโลเมตร และ Illangasekare (1974) ใช้ข้อมูลของลุ่มน้ำตั้งแต่ 18 ถึง 243 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นสถานีกระจายอยู่ทั่วประเทศ สำหรับการวิเคราะห์นี้ใช้ข้อมูลที่มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 6 ถึง 229 ตารางกิโลเมตร รวม 34 สถานี ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่สูงที่ภูเขาสลับซับซ้อน ทิวเขายาวจากเหนือมาได้ ทำให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากอ่าวเบงกอลมาปะทะภูเขาในภาคเหนือ และได้รับอิทธิพลจากการปะทะระหว่างมวลอากาศสองกระแสคือ ลมฝ่ายใต้ของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้ปริมาณฝนที่ตกในภาคเหนือแตกต่างกับภาคอื่น จึงอาจเป็นเหตุให้ปริมาณน้ำท่าและระยะเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดแตกต่างกับสองวิธีที่กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  และปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  ของกราฟหน่วยน้ำท่า ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ

รหัส สถานี	ลำน้ำ, โครงการ	A	$LL_c/\sqrt{S}$	$1/t_p$	$t_p$		$q_p$				
					Illangasekare Komsatra (1974)	(1969)	Illangasekare Komsatra (1974)	(1969)			
01.ลุ่มน้ำสาละวิน											
	91	น้ำกะป็น	33.5	100.61	0.333	3.00	5.53	4.01	20.10	12.06	14.77
	98	แม่ทอง	172	4848.65	0.112	8.93	10.53	7.51	66.56	33.62	42.97
	99	แม่สง่า	123	370.65	0.132	7.60	7.8	4.95	49.08	32.23	36.58
	100	แม่ฮ่องสอน	43.6	152.39	0.333	3.00	5.4	4.29	27.47	16.44	14.77
	106	แม่สะเรียง	229	3561.06	0.108	9.27	11.16	7.15	90.46	45.89	44.53
02.ลุ่มน้ำโขงเหนือ											
	58	แม่จัน	203	80.39	0.155	6.44	12.29	3.87	80.39	31.27	31.25
	65	แม่สาว	111	46.29	0.211	4.75	7.43	3.54	46.29	30.25	23.10
	68	แม่มา	121	47.43	0.200	5.00	9.07	3.55	47.43	26.99	24.34
03.ลุ่มน้ำอิง											
	P.23	น้ำแม่ขาน (สะพานแม่ขาน)	1777	53060.04	0.042	24.00	-	11.07	156.38	-	112.35
	P.24	น้ำแม่กลาง (สะพานแม่กลาง)	616	4616.41	0.080	12.50	-	7.45	98.56	-	59.75
	P.24A	น้ำแม่กลาง (สะพานประชาอุทิศ)	460	4198.85	0.087	11.50	-	7.34	82.80	-	55.04
	P.32	คลองแม่ระกา	342	14784.96	0.074	13.50	-	9.00	47.88	-	64.49
	P.22	แม่ตา	135	1551.22	0.152	6.60	9.74	6.25	64.67	26.03	31.85
	P.27A	แม่ป็น	18	177.41	0.219	4.56	4.12	4.40	11.00	6.26	22.27

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รหัส สถานี	ลำน้ำ, โครงการ	A	$LL_c/\sqrt{S}$	$1/t_p$	$t_p$		$q_p$		
					การศึกษาปี Illangsekare Komsatra (1974)	การศึกษาปี Illangsekare Komsatra (1969)			
P.36	แม่สาย	35	571.42	0.125	8.00	5.08	14.39	11.35	38.58
P.37	แม่แพม	14	106.01	0.250	4.00	3.64	9.86	6.04	19.56
P.38	แม่ตาน	34	305.56	0.200	5.00	5.98	18.19	9.84	24.34
P.44	แม่ตึบ	35	263.94	0.222	4.50	5.33	19.04	12.24	21.98
P.48	แม่สะปาว	74	2307.91	0.143	7.00	8.48	36.41	16.43	33.82
99(PN.59)	แม่จืด	80.7	1368.29	0.143	7.00	-	35.59	19.97	33.82
94(PN.3)	แม่เตียน	105	2217.14	0.161	6.22	8.04	52.29	23.75	30.11
95(PN.4)	แม่ศึก	86.5	413.47	0.167	6.00	7.64	46.02	22.96	29.05
04.ลุ่มน้ำวัง									
-	ห้วยแก้ว	16	325.7	0.200	5.00	-	8.00	-	24.34
-	น้ำแม่เอ้ง	60	995.21	0.167	6.00	-	27.00	-	29.05
-	แม่สอยต๋อนล่าง	318	12845.12	0.100	10.00	-	103.00	-	48.01
-	แม่จางต๋อนล่าง	866	39061.19	0.083	12.00	-	250.00	-	57.63
-	แม่จางต๋อนล่างถึงต๋อนบน	581	19833.23	0.100	10.00	-	188.30	-	48.01

ตารางที่ 6 (ต่อ)

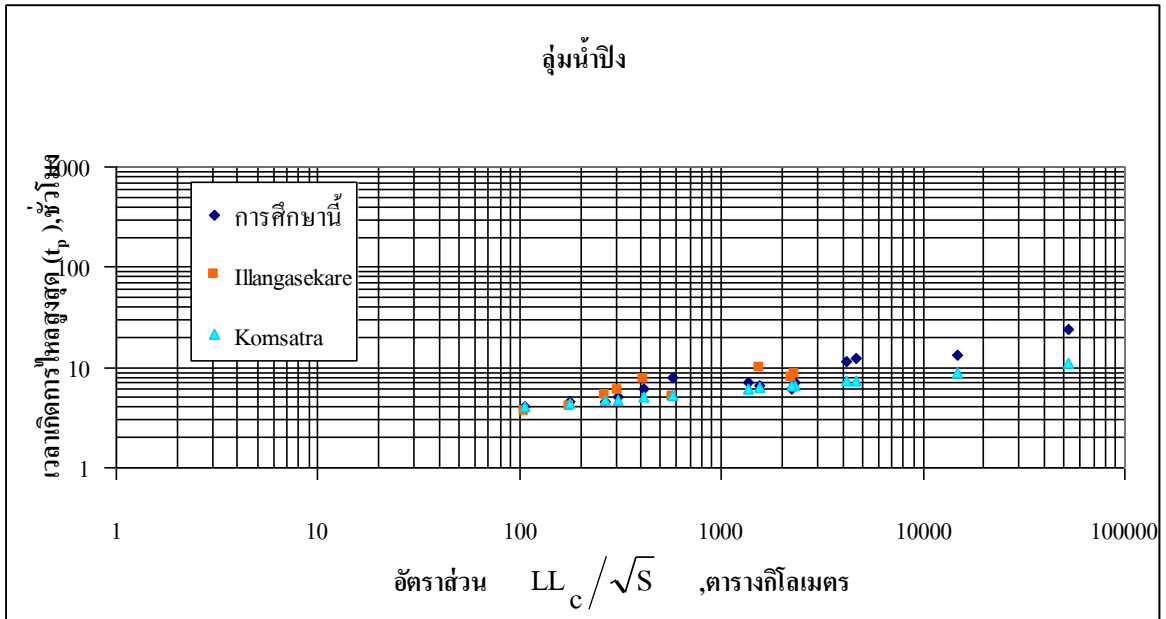
รหัส สถานี	ลำน้ำ, โครงการ	A	$LL_c/\sqrt{S}$	$1/t_p$	$t_p$		$q_p$		
					การศึกษานี้ (1974)	Illangsekare Komsatra (1969)	การศึกษานี้ (1974)	Illangsekare Komsatra (1969)	
-	แม่จางตอนบน	285	8729.53	0.111	9.00	-	98.70	-	43.35
-	Kew Kor Mah	1275	119896.91	0.071	14.00	-	335.00	-	67.16
-	แม่ต้า	129	5513.28	0.125	8.00	-	48.00	-	38.58
Y.13	-	382	9754.99	0.095	10.50	-	100.27	-	50.49
Y.19	-	155	2076.14	0.095	10.50	-	40.80	-	50.49
Y.25	แม่สวด	203	801.84	0.151	6.63	11.83	90.94	40.31	32.06
Y.30	ห้วยพุง	90	3912.44	0.130	7.67	8.32	33.21	20.06	37.13
N.29	แม่ทาน	6	43.05	0.333	3.00	2.54	3.25	3.18	14.77
N.44	น้ำฮาว	41	1862.56	0.132	7.60	8.02	14.72	9.27	36.58
N.47	น้ำจุน	35	721.21	0.176	5.67	4.98	10.57	10.97	27.59
N.49	น้ำยาว	155	7505.57	0.127	7.86	12.03	61.23	32.79	37.99
N.50	น้ำปัว	192	5807.09	0.119	8.40	11.08	49.92	32.12	40.49

05. คู่ม่น้ำยม

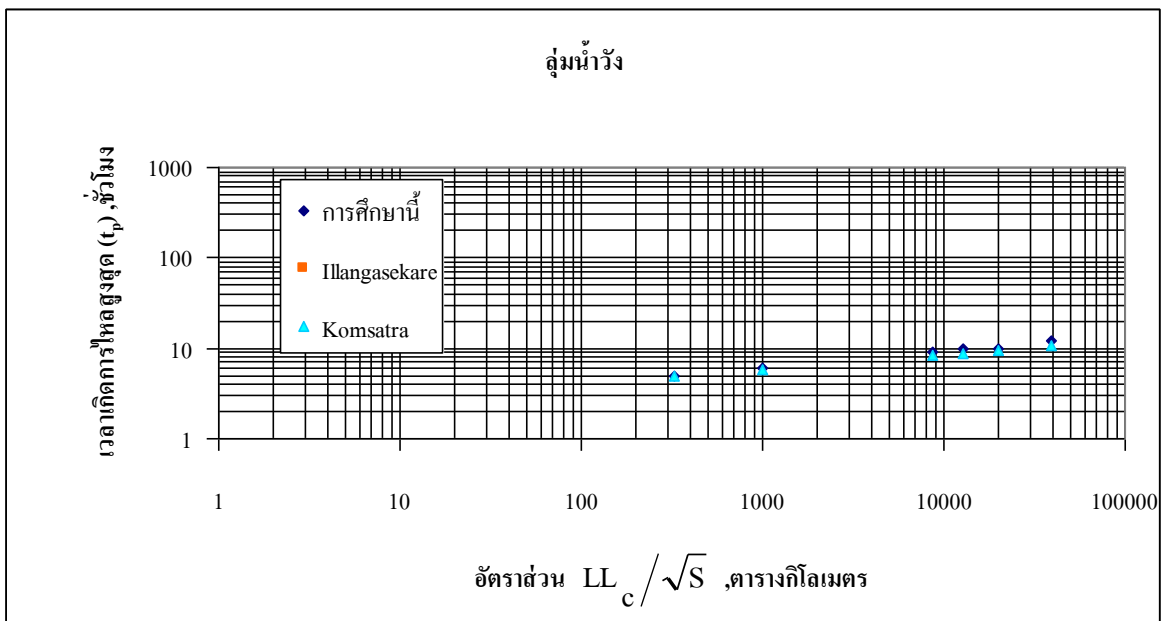
06. คู่ม่น้ำน่าน

ตารางที่ 6 (ต่อ)

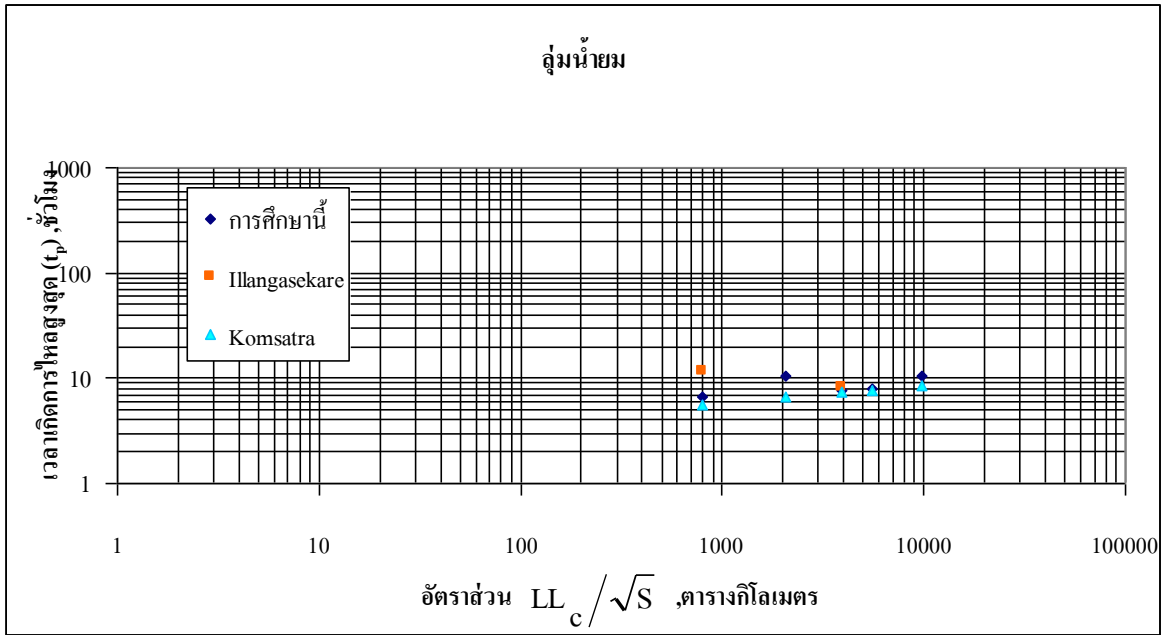
รหัส สถานี	ลำน้ำ, โครงการ	A	$LL_c/\sqrt{S}$	$1/t_p$	$t_p$		$q_p$			
					การศึกษานี้ (1974)	Illangasekare Komsatra (1969)	การศึกษานี้ (1974)	Illangasekare Komsatra (1969)		
N.52	น้ำช่าง	149	641.2	0.167	6.00	5.31	5.41	20.14	15.7	29.05
N.53	คลองบุษบง	111	701.5	0.139	7.17	9.14	5.49	48.17	26.53	34.77
88	น้ำบัว	148	3439.13	0.132	7.57	8.48	7.11	19.43	35.54	36.58
NN.1	น้ำแห้ง	166	2898.01	0.156	6.40	10.51	6.91	59.43	34.13	31.05



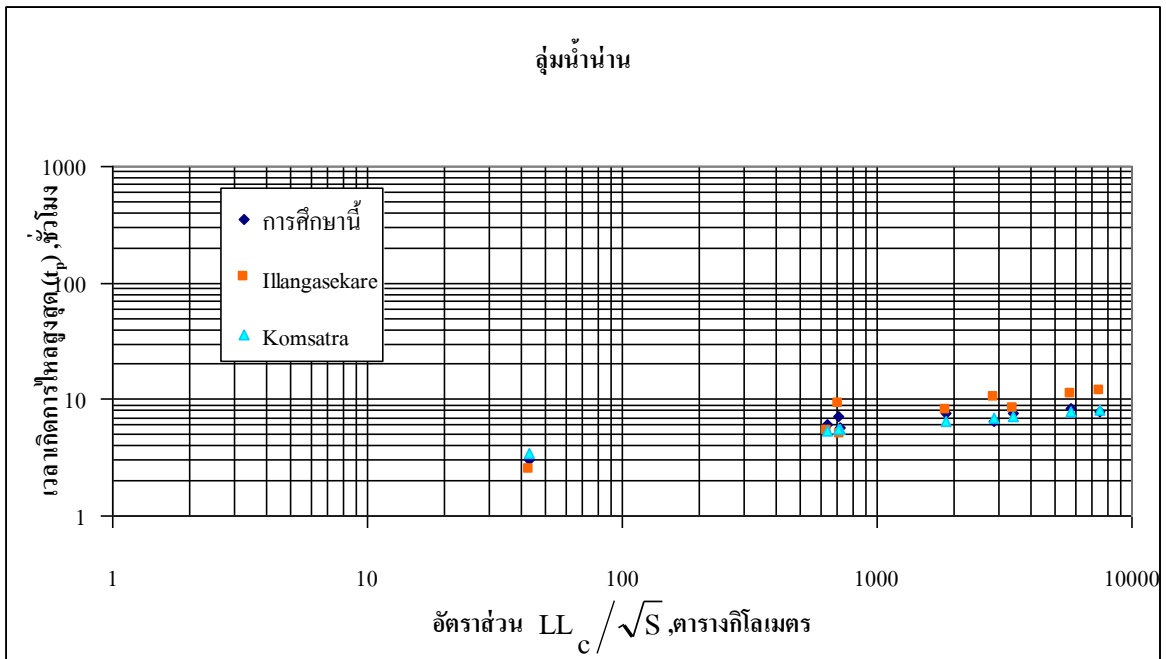
รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  กับอัตราส่วน  $LL_c/\sqrt{S}$  จากสามวิธี



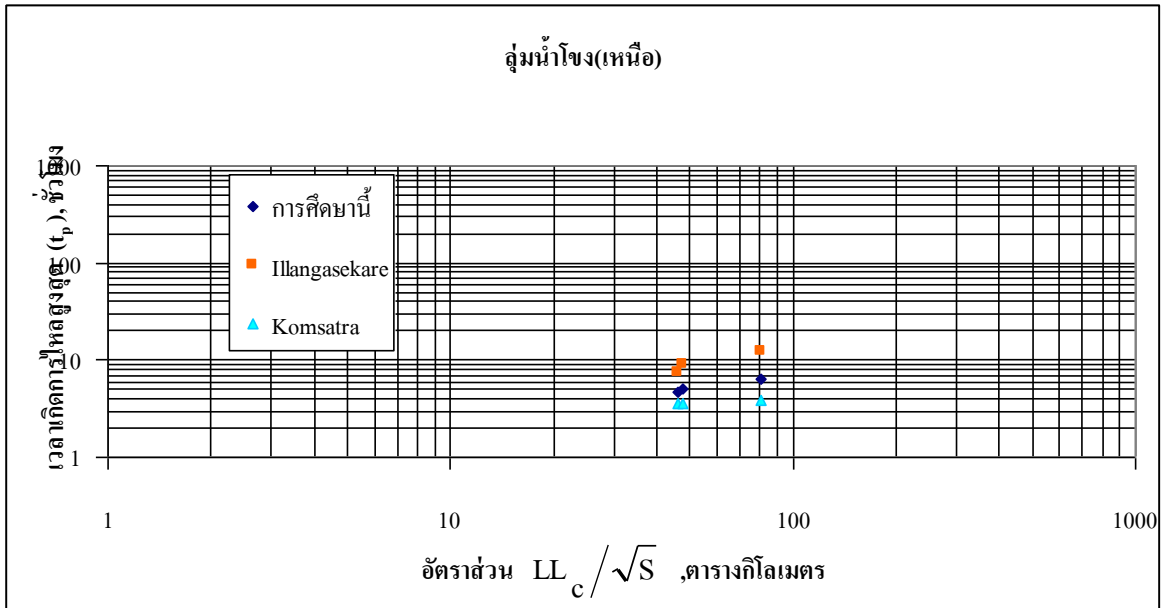
รูปที่ 4.25 (ต่อ)



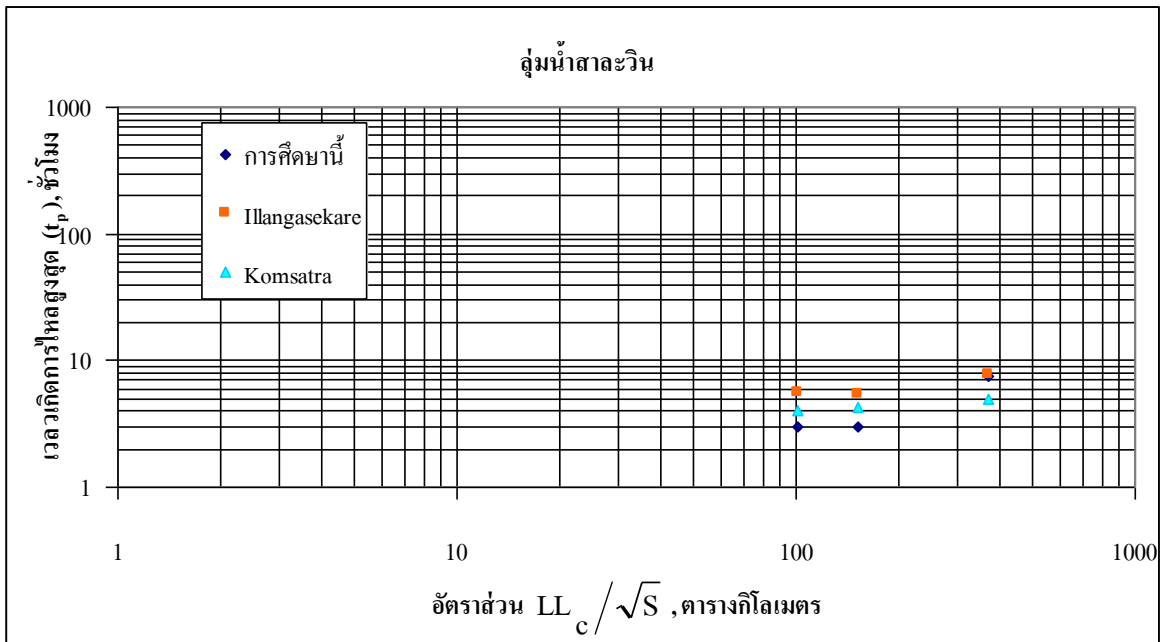
รูปที่ 4.25 (ต่อ)



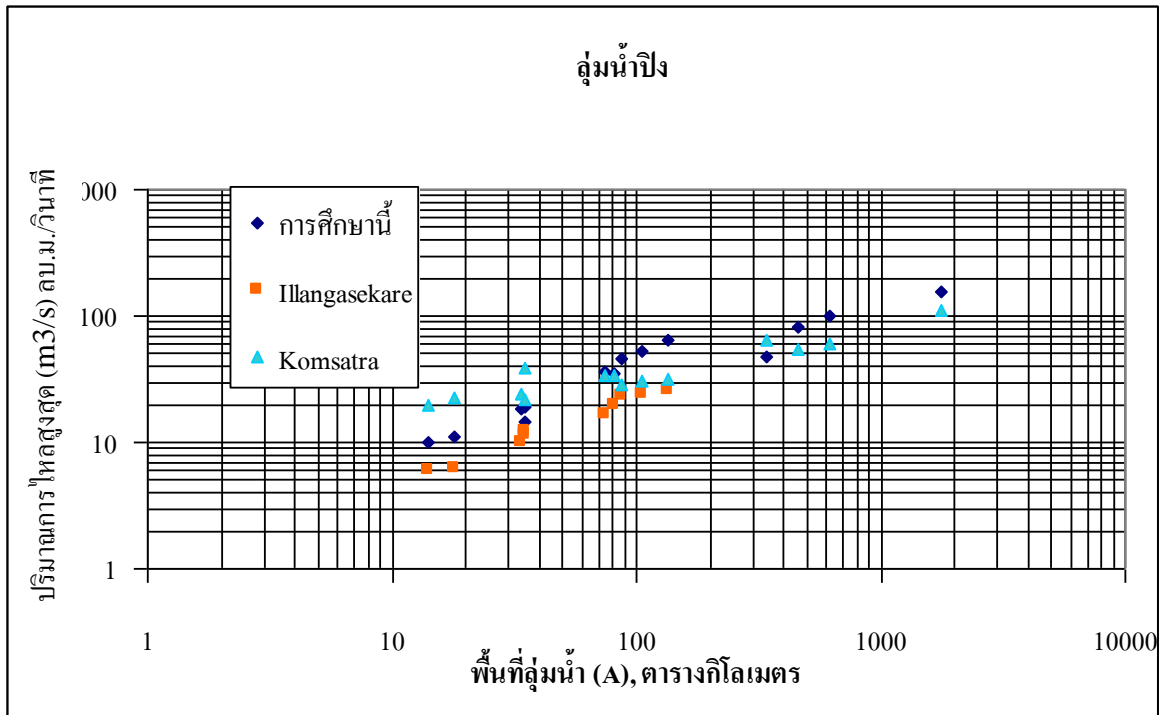
รูปที่ 4.25 (ต่อ)



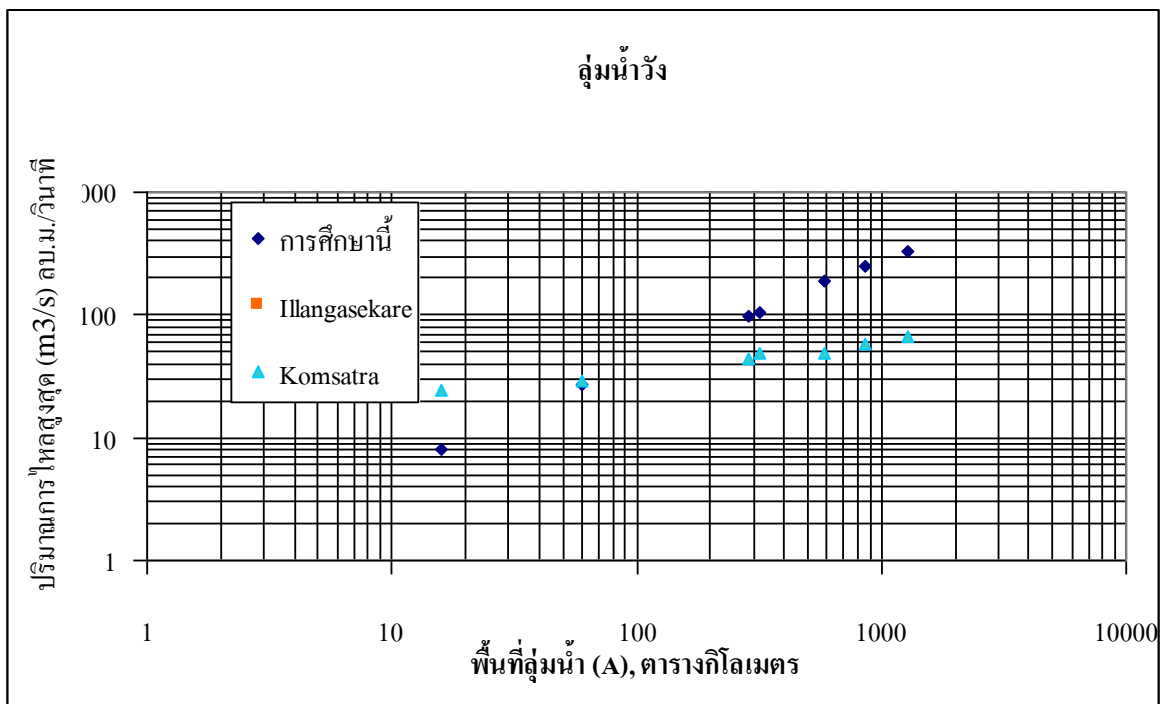
รูปที่ 4.25 (ต่อ)



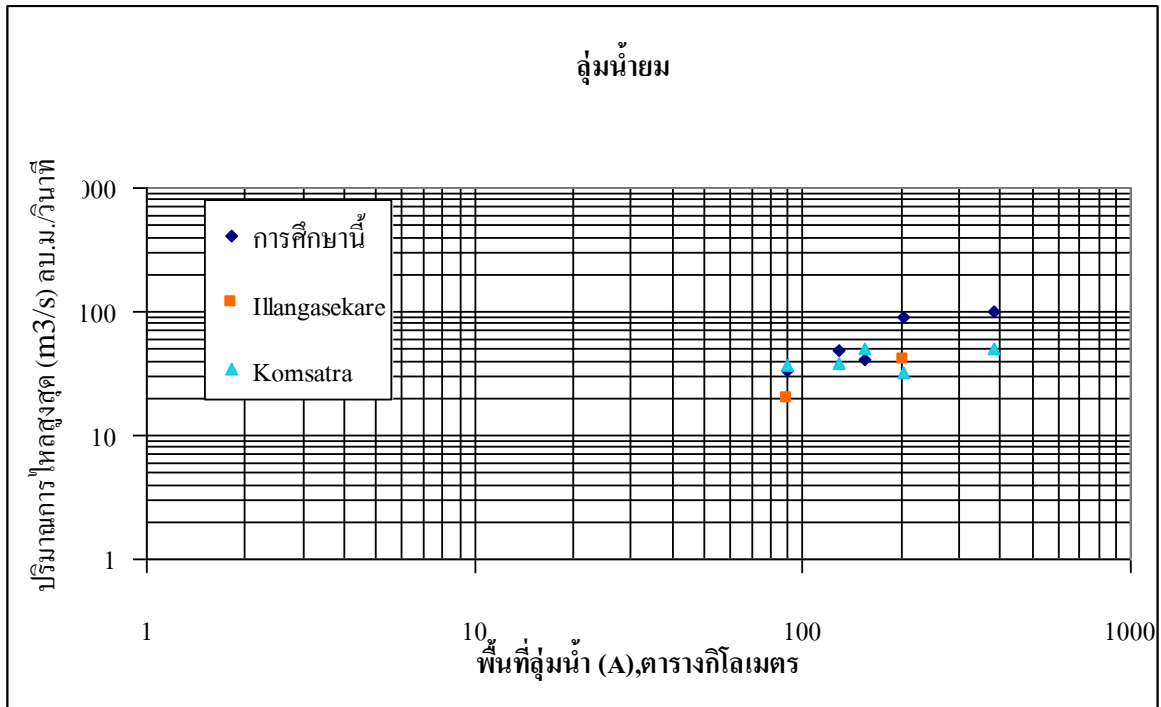
รูปที่ 4.25 (ต่อ)



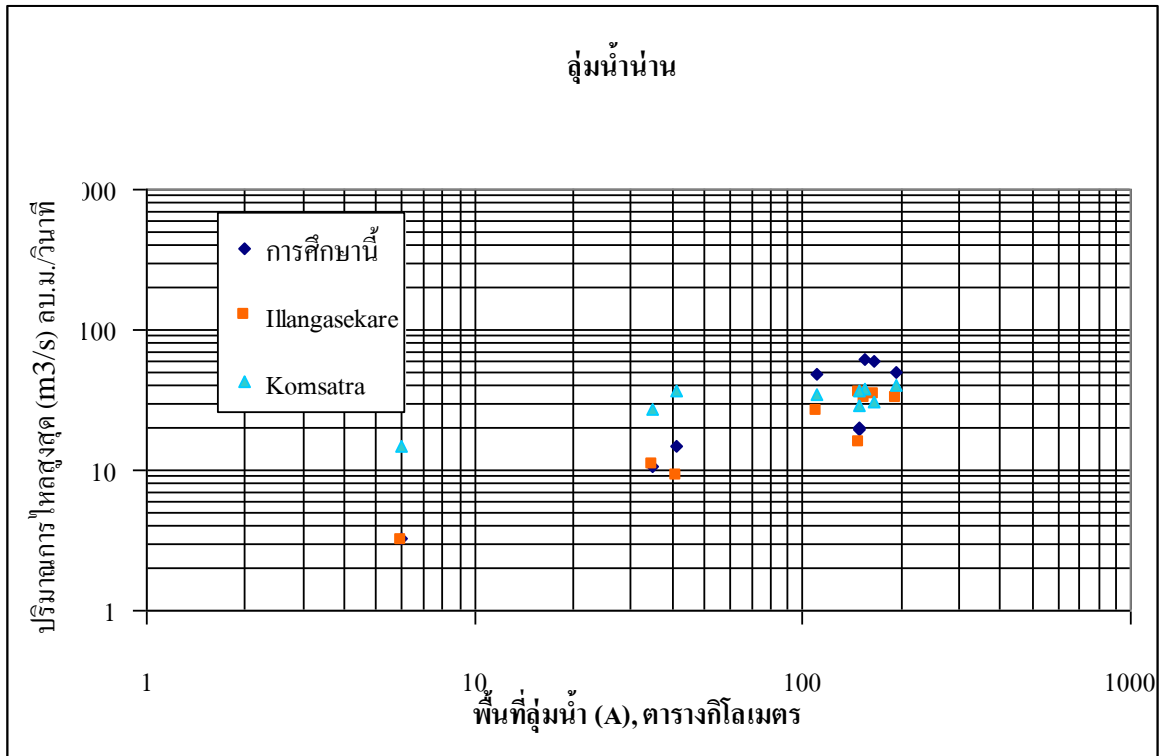
รูปที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  กับพื้นที่ลุ่มน้ำ A จากสามวิธี



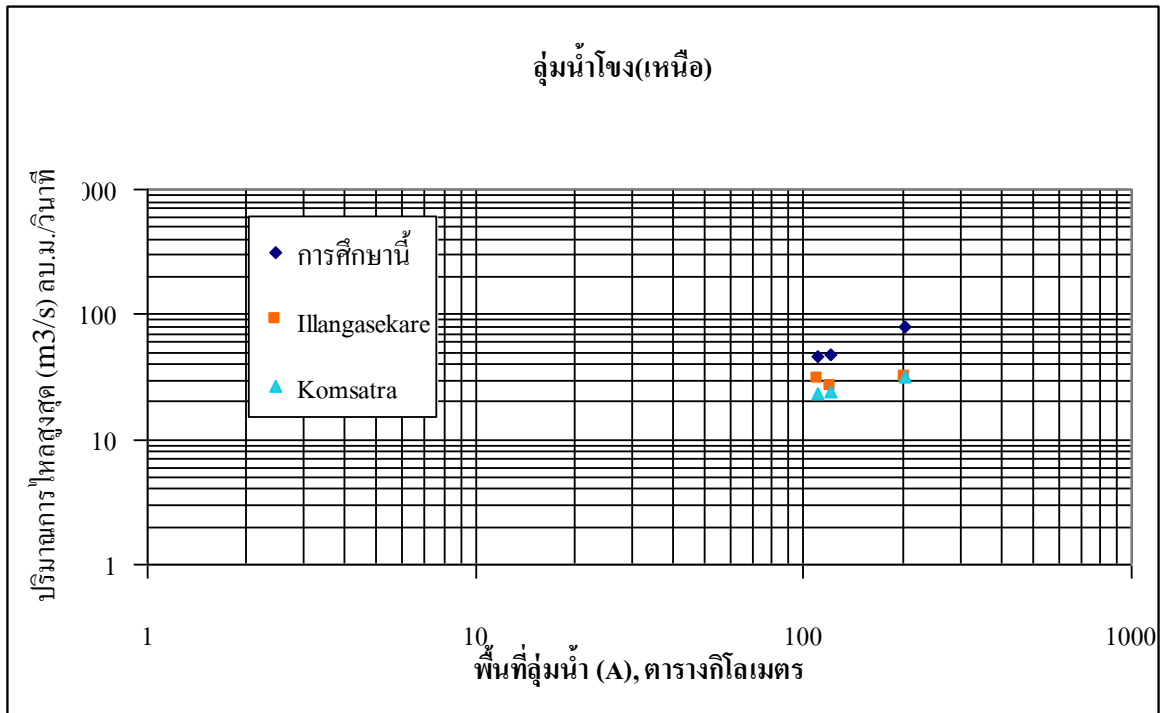
รูปที่ 4.26 (ต่อ)



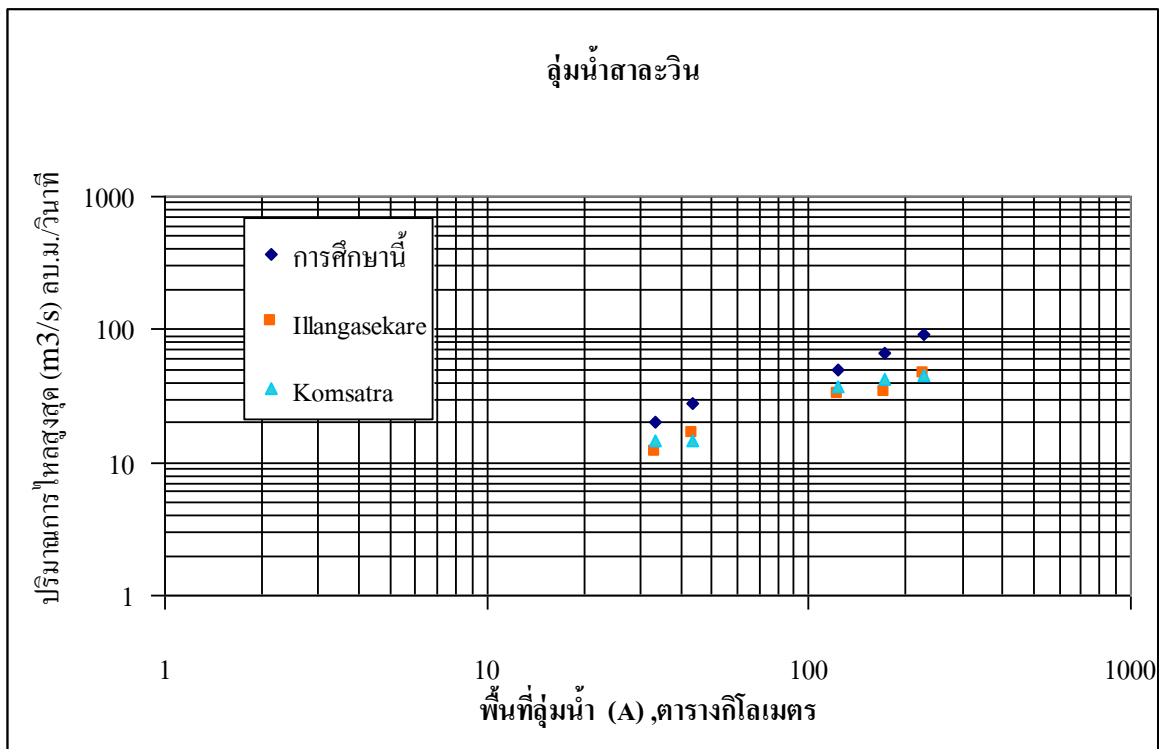
รูปที่ 4.26 (ต่อ)



รูปที่ 4.26 (ต่อ)



รูปที่ 4.26 (ต่อ)



รูปที่ 4.26 (ต่อ)

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

ผลการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำในภาคเหนือ พอสรุปได้ดังนี้

1. สถานที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีทั้งสิ้น 43 สถานี ซึ่งจะมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ 6 ถึง 229 ตารางกิโลเมตรและพบว่าพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า คือ เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  มีค่าตั้งแต่ 3.0 ถึง 24.0 ชั่วโมงปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  มีค่าตั้งแต่ 3.25 ถึง 335.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และฐานเวลา  $t_b$  มีค่าตั้งแต่ 12.0 ถึง 40.0 ชั่วโมง

2. จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่ากับพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำและลำน้ำ โดยวิธีดัดแปลง Snyder ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูปสมการถดถอย ดังนี้

$$t_p = a(LL_c/\sqrt{S})^b$$

$$q_p/A = c(t_p)^d$$

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่ากับพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำและลำน้ำ ซึ่งแสดงเป็นสมการถดถอยดังนี้

ลุ่มน้ำปิง ความสัมพันธ์คือ

$$t_p = 1.0663(LL_c/\sqrt{S})^{0.2713}$$

มีค่า  $r = 0.9429$

$$q_p/A = 4.46(t_p)^{-1.2546}$$

มีค่า  $r = 0.9698$

ลุ่มน้ำวัง ความสัมพันธ์คือ

$$t_p = 1.7844(LL_c/\sqrt{S})^{0.1779}$$

มีค่า  $r = 0.9973$

$$q_p/A = 1.3811(t_p)^{-0.6292} \quad \text{มีค่า } r = 0.9999$$

ลุ่มน้ำยม ความสัมพันธ์คือ

$$t_p = 3.284(LL_c/\sqrt{S})^{0.1180} \quad \text{มีค่า } r = 0.5568$$

$$q_p/A = 4.0183(t_p)^{-1.1594} \quad \text{มีค่า } r = 0.9963$$

ลุ่มน้ำน่าน ความสัมพันธ์คือ

$$t_p = 1.728(LL_c/\sqrt{S})^{0.1822} \quad \text{มีค่า } r = 0.9200$$

$$q_p/A = 0.5041(t_p)^{-0.2562} \quad \text{มีค่า } r = 0.219$$

ลุ่มน้ำโขง(เหนือ) ความสัมพันธ์คือ

$$t_p = 2.0781(LL_c/\sqrt{S})^{0.1344} \quad \text{มีค่า } r = 0.9964$$

$$q_p/A = 0.4768(t_p)^{-0.1025} \quad \text{มีค่า } r = 0.5038$$

ลุ่มน้ำสาละวิน ความสัมพันธ์คือ

$$t_p = 0.8802(LL_c/\sqrt{S})^{0.288} \quad \text{มีค่า } r = 0.8898$$

$$q_p/A = 0.9724(t_p)^{-0.4194} \quad \text{มีค่า } r = 0.9918$$

3. ค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับการไหล  $C_p$  และค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับเวลา  $C_t$  ของสูตร Snyder ที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าสัมประสิทธิ์  $C_p$  มีค่าตั้งแต่ 0.36 ถึง 1.32 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์  $C_t$  มีค่า 1.33 ถึง 2.67

4. การเปรียบเทียบผลการคำนวณพารามิเตอร์ของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าจากสามวิธีคือจากผลการศึกษานี้ จากวิธีของ Komsatra (1969) และจากวิธีของ Illangasekare (1974) พบว่าค่าเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด  $t_p$  ที่คำนวณได้จากการศึกษานี้ใกล้เคียงกับวิธี Komsatra (1969) แต่ค่าปริมาณการไหลสูงสุด  $q_p$  ที่คำนวณได้จากการศึกษานี้จะสูงกว่าค่าที่ได้จากสองวิธี

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์เพื่อสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าในกลุ่มน้ำที่มีข้อมูลทางอุทกไม่เพียงพอ ควรใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไม่มีหน่วยที่ได้จากกลุ่มน้ำดังกล่าวโดยตรง ซึ่งจะได้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่ถูกต้องมากกว่าการใช้กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไม่มีหน่วย scs

2. การศึกษานี้ใช้ข้อมูลน้ำท่านี้ควรทำการวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธีการเดียวกันนี้สำหรับกลุ่มน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ของภาคเหนือ เพื่อเปรียบเทียบว่ามีลักษณะแตกต่างจากผลของการศึกษานี้มากน้อยเพียงใด

3. ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าในช่วงต่าง ๆ กันจากแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย a, b, c และ d ของกลุ่มน้ำต่างๆ ในภาคเหนือ เนื่องจากมีการทำลายป่าเพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนของสภาพดิน การใช้ดิน และการใช้น้ำมากขึ้น

4. ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำ ควรคำนึงถึงพารามิเตอร์แสดงคุณลักษณะลุ่มน้ำและลำน้ำอื่นๆเพิ่มเติมด้วย

## บรรณานุกรม

- [1] สวาท เสนาณรงค์. 2529. ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- [2] อุทกวิทยาประยุกต์ (Applied Hydrology) รศ.ดร. วราวุธ วุฒิวณิชย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- [3] วีระพล เต้สมบัติ. 2528 หลักอุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [4] วีระพล เต้สมบัติ. 2530 .เอกสารประกอบการสอนวิชา วศ.ทน. 333 อุทกวิทยา ประยุกต์. ภาควิชาทรัพยากรน้ำ . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] อุทกวิทยา ผศ.ดร. วิโรจน์ ชัยธรรม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น
- [6] วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นายธวัช ดันดีธีรวิทย์
- [7] Barfield ,B.J. , R.C. Warner and C.T. Haan ,1983,Applied Hydrology and edimentology for Disturbed Areas , Oklahoma Technical Press
- [8] Brune , G.M., 1953 Trap Efficiency of Reservoirs , Trans . Am. Geophys . Union. , Volume 34, pp. 407 – 418, June.
- [9] Chow, V.T., 1964, Handbook of Applied Hydrology, Section 17 – I: Reservoir Sedimentation by L.G. Gottschalk, McGraw – Hill Book Company
- [10] Churchill, M.A., 1948 , Discussion of “Analysis and Useof Reservoir Sedimentation Data”, by L.C. Gottschalk , pp 139 – 140 , Proceedings of Federal Inter – Agency Sedimentation Conference, Denver, Colo., January.
- [11] Kinori ,B.Z. and J. Mevorach , 1984 , Manual of Surface Drainage Engineer , Volume II : Stream Flow Engineering and Flood Protection, Elsevier, Netherlands.
- [12] Lane, E.L. and W. M. Borland, 1951, Estimating Bed Load, Trans.Am. Geophys. Union, Volume 32, No. 1.
- [13] [http://www.idd.go.th/new\\_hp/map/Pilot/north.html](http://www.idd.go.th/new_hp/map/Pilot/north.html)
- [14] <http://www.google.co.th>
- [15] [http://www.pcc.psu.ac.th/~bmaneera/346-221/STAT2\\_08.DOC](http://www.pcc.psu.ac.th/~bmaneera/346-221/STAT2_08.DOC)

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายพีร์วัฒน์ ปลาเงิน
วัน เดือน ปีเกิด	๑ มกราคม ๒๕๑๗
สถานที่เกิด	อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ปริญญาโท วิศวกรรมแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม เลขที่ ๒๑๕ ถ.เพชรเกษม บางหว้า ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๖๐
ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา