บทที่ 5

การเทียบปรับและพารามิเตอร์ ที่ได้จากการเทียบปรับ

5.1 การเทียบปรับหาค่าพารามิเตอร์ ของลุ่มน้ำที่ใช้ศึกษา

จากข้อมูลทางอุทกวิทยา ของลุ่มน้ำคลองท่าลาด คือ ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ขนาดลุ่มน้ำ ปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือน เลือกชนิดของลุ่มน้ำ แล้วป้อนข้อมูลเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือโปรแกรม SSLC-CAL.PAS. ทำการเทียบปรับหาพารามิเตอร์ของแบบจำลองจำนวน 3 ตัวคือ

k : Storage Coefficient คือ สัมประสิทธิ์การเก็บกักระหว่างการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน

K : Rate of Conversion คือ อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง ของค่าปริมาณฝน (P) และการสูญเสียเริ่มแรก (Pa)

Pa : Initial abstraction คือ การสูญเสียเริ่มแรก ก่อนเกิดน้ำท่าผิวดิน

จากการเทียบปรับหาค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.1 พบว่าพารามิเตอร์ k ไม่มีผลต่อการคำนวณจึงตัดทิ้งได้ เหลือพารามิเตอร์เพียง 2 ตัวคือ K และ Pa ซึ่งมีการแปรผันไปตามค่าปริมาณฝน (P) เพื่อลดความยุ่งยากในการนำแบบจำลองไปใช้งานจึงได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัวว่ามีความสัมพันธ์กับค่าตัวแปรใดบ้าง ดังมีรายละเอียดการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ในหัวข้อ 5.2

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเทียบปรับในลุ่มน้ำคลองท่าลาด

Khong Thalat Basin
Chachoengsoo Irrigation Project
Watershed Area = 2,493 Sqr.Km.
THE RESULT OF PARAMETER FROM CALIBRATION

QT	is Total Runoff by Observe(MCM. and mm.)
QTC	is Total Runoff by Calbration (MCM., mm.)
EP	is Evapolation (mm.)
ET	is Evapotranspiration (mm.)
F	is Infiltration
Dp	is deep-percolation
Qd	is surface runoff

k	Storage Coef.Sub-surf. Flow
K	is the rate of conversion
Po	initial abstraction
S	is sub-surface storage
	is Sub-surface flow
	is Baseflow factor.

No	Month	Rainfall P[X] mm.	Run off Observe QT MCM.	Run off Calbrated QTC MCM.	Evapolation Class A pan Ep mm.	Evapotranspi ET mm.	Storage Coefficie k	Rate of Conversion K	Initial Abstraction Po	Sub-surface Storage S	Infiltration F	Deep percolation Dp
1	Jan.	8.000	3.524	3.340	129.000	1.190	0.00	3.801	4.271	0.000	2.385	1.193
2	Feb.	21.800	9.101	9.040	128.400	3.250	0.00	10.401	11.671	0.003	6.499	3.249
3	Mar.	35.700	14.204	14.140	167.400	5.240	0.00	17.401	19.511	0.020	10.513	5.257
4	Apr.	98.500	42.714	42.580	164.400	12.900	0.00	46.101	51.701	1.975	29.716	14.858
5	May	152.600	75.696	75.590	153.800	18.440	0.00	66.601	74.691	7.325	47.584	23.792
6	Jun.	163.100	84.600	84.570	146.800	22.420	0.00	69.401	77.801	10.595	51.371	22.420
7	July	169.300	85.226	85.110	150.300	24.880	0.00	73.301	82.191	12.195	52.969	26.485
8	Aug.	213.900	106.371	106.290	129.900	24.230	0.000	93.201	104.511	21.345	66.752	33.376
9	Sep.	263.800	126.125	126.010	129.800	28.330	0.000	117.401	131.671	33.806	81.580	40.790
10	Oct.	162.900	105.887	105.690	125.100	39.060	0.000	60.201	67.151	21.416	53.350	26.675
11	Nov.	44.100	37.116	37.100	118.300	28.260	0.000	13.231	14.521	0.502	14.698	7.349
12	Dec.	9.900	9.904	9.590	138.700	1.720	0.000	2.051	3.011	0.006	2.441	1.221
	Year	1,343.600	700.468	699.050	1,681.900	209.920			642.702	109.188	419.858	206.665
Avg.		111.967	58.372	58.254	140.158	17.493	0.000	47.758	53.559	9.099	34.988	17.222

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และตัวแปรต่าง ๆ

เนื่องจากแบบจำลอง SSLC ที่ศึกษามีพารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับจำนวน 2 ตัว คือ K และ Pa ทำให้เกิดความยุ่งยากในการนำแบบจำลองไปใช้คำนวณงาน งานศึกษานี้จึงได้พิจารณาแนวทางในการนำแบบจำลองไปใช้งานโดยลดความยุ่งยากในการเทียบปรับหาค่าพารามิเตอร์ด้วยการคำนวณเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ทาง Linear regression ระหว่างค่าพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัว กับค่าตัวแปรที่หาง่ายในสนามคือปริมาณฝน โดยพิจารณาดังนี้

5.2.1 พารามิเตอร์ K (Rate of Conversion)

พารามิเตอร์ K เป็นพารามิเตอร์จากแนวความคิดของสุพล (2532) ตามสมการ (3.6)

$$F = K * \ln(P/Pa)$$

K เป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกคุณสมบัติของลุ่มน้ำ เช่น การใช้ที่ดิน (Land use) ชนิดของดิน (Soil type) จากแนวความคิดของ สุพล บริพันธ์ (2532) K จะมีความสัมพันธ์กับ P และ Pa ดังนั้นหากหาความสัมพันธ์ระหว่าง K กับ P และ Pa ได้ก็จะสามารถคำนวณหาค่า K ได้ง่าย เมื่อนำค่า K จากการเทียบปรับ (ตามตารางที่ 5.1) มาคำนวณหาความสัมพันธ์กับค่า P และ Pa จะได้ผลดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ K และปริมาณฝน (P)

จากการคำนวณโดยวิธีการ Linear regression เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ K ที่ได้จากการเทียบปรับและค่าปริมาณฝน (P) ที่ได้จากข้อมูลจริงในสนามตามตารางที่ 5.2 พบว่าค่า K มีความสัมพันธ์เชิง Linear regression กับปริมาณฝน (P) ผลการคำนวณให้ค่าสัมประสิทธิการตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.99 แสดงว่าความสัมพันธ์มีค่าความแปรปรวนน้อย ผลจากการคำนวณได้ความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรงดังแสดงในสมการที่ (5.1)

$$K = 0.436\ (P) - 1.104 \qquad (5.1)$$

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณ Linear regression ของค่า K และ P

Regression Output : P and K	
Constant	-1.104
Std.Err of / Est	4.097
R Squared	0.990
No of Observatins	12
Degree of Freedom	10.00
X Coefficient (S)	0.436
Std Err of Coef	0.014

จากสมการ (5.1) ที่ได้ก็สามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์ K ได้ และเมื่อทำการคำนวณค่า K เปรียบเทียบกับค่า K ที่ได้จากการเทียบปรับพบว่าให้ค่า K ใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 5.3

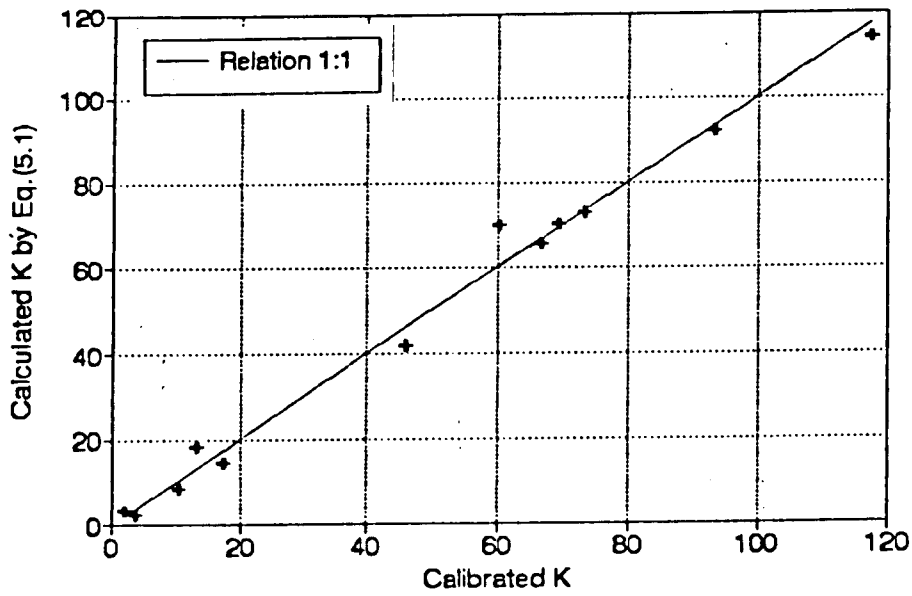
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ K จากการเทียบปรับและพารามิเตอร์ K จากสมการ (5.1)

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (P) – มม.	ค่า K จากการเทียบปรับ	ค่า K จากการคำนวณด้วยสมการ(5.1)
8.0	3.80	2.38
9.9	2.05	3.21
21.8	10.40	8.40
35.7	17.40	14.46

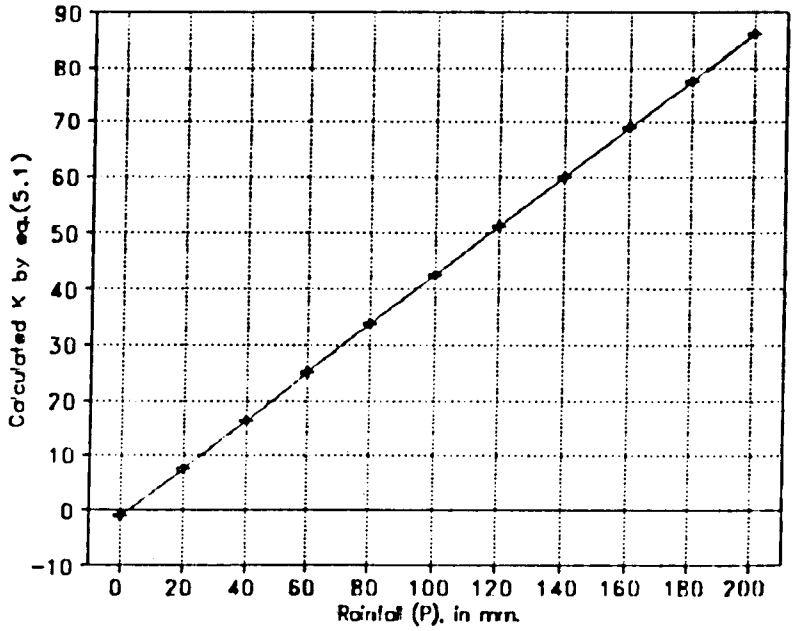
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ K จากการเทียบปรับและพารามิเตอร์ K จากสมการ (5.1) (ต่อ)

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (P) – มม.	ค่า K จากการเทียบปรับ	ค่า K จากการคำนวณสมการ (5.1)
44.1	13.23	18.12
98.5	46.10	41.84
152.6	66.60	65.43
162.9	60.20	69.92
163.1	69.40	70.01
169.3	73.30	72.71
213.9	93.20	92.16
263.8	117.40	113.91

เมื่อนำค่า K จากการคำนวณด้วยสมการ (5.1) มาพล็อตสัมพันธ์กับค่า K ที่ได้จากการเทียบปรับตามภาพที่ 5.1 พบว่าค่าการกระจายของข้อมูลใกล้เคียงกับความสัมพันธ์ 1:1 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ K จากการคำนวณด้วยสมการ (5.1)ใช้แทนพารามิเตอร์ K จากการเทียบปรับได้และอ่านค่า K ได้จากกราฟความสัมพันธ์ K-P ตามภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.1 กราฟแสดงการกระจายของค่า K จากการคำนวณด้วยสมการ (5.1) สัมพันธ์กับค่า K จากการเทียบปรับ เปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ 1:1



ภาพที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน (P) และค่า K จากการคำนวณด้วยสมการ (5.1)

2) ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ K และพารามิเตอร์ Pa

จากการหาความสัมพันธ์ทาง Linear regression ระหว่างค่า K จากการเทียบปรับและพารามิเตอร์ Pa ดังแสดงในตารางที่ 5.4 พบว่าความสัมพันธ์ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 1.00 และให้ความสัมพันธ์ดังสมการที่ (5.2)

$$K = 0.893\ (Pa) - 0.071 \qquad (5.2)$$

ตารางที่ 5.4 ผลการคำนวณ Linear regression ระหว่างค่า K และ Pa

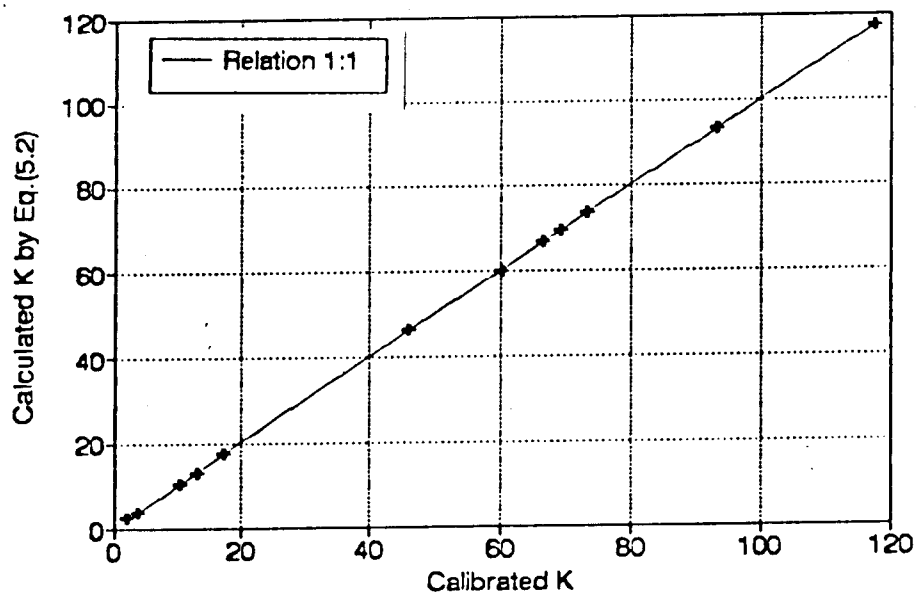
Regression Output for K and Pa		
Constant		-0.071
Std Err of Y Est		0.235
R Squared		1.000
No of Observation		12.000
Degree of Freedom		10
X Coefficient (S)	0.893	
Std Err of Coef	0.002	

จากสมการ (5.2) เมื่อคำนวณ ค่า K จากค่า Pa จะได้ค่า K จากสมการเมื่อเปรียบเทียบกับค่า K ที่ได้จากการเปรียบปรับพบว่าได้ค่าใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 5.5

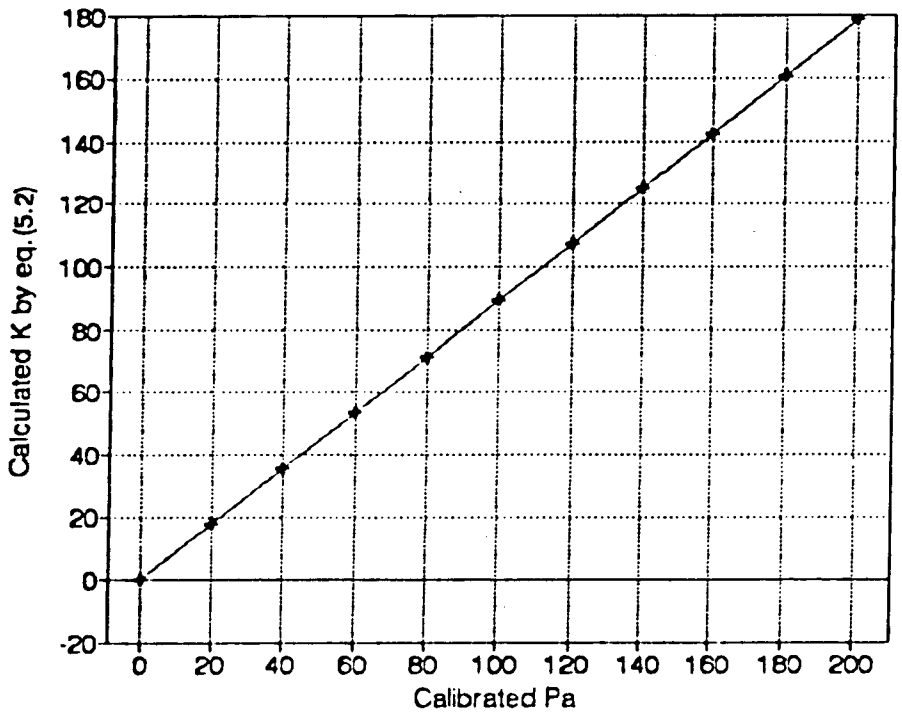
ตารางที่ 5.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ K จากการเทียบปรับและพารามิเตอร์ K ที่ได้จากสมการ K = 0.893 (Pa) - 0.071 (5.2)

ค่า Pa	ค่า K จากการเทียบปรับ	ค่า K จากสมการ (5.2)
3.01	2.05	2.62
4.27	3.80	3.74
11.67	10.40	10.35
14.52	13.23	12.90
19.51	17.40	17.35
51.70	46.10	46.10
67.15	60.20	59.89
74.69	66.60	66.63
77.80	69.40	69.41
82.19	73.30	73.33
104.51	93.20	93.26
131.67	117.40	117.51

เมื่อนำค่า K จากการคำนวณด้วยสมการ (5.2) มาพล็อตสัมพันธ์กับค่า K ที่ได้จากการเทียบปรับ(ตามภาพที่ 5.3) พบว่าค่าการกระจายของข้อมูลให้ความสัมพันธ์ใกล้เคียง 1:1 มาก และค่า K จากสมการ (5.2) สามารถอ่านค่าได้จากค่า Pa จากกราฟความสัมพันธ์ K-Pa ดังแสดงในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.3 แสดงการกระจายของข้อมูลค่า K จากการคำนวณด้วยสมการ (5.2) สัมพันธ์กับค่า K จากการเทียบปรับ เปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ 1:1



ภาพที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง K และ Pa

5.2.2 พารามิเตอร์ Pa (Initial abstraction)

พารามิเตอร์ Pa เป็นพารามิเตอร์ตามแนวความคิดของสุพล (2532) ซึ่งกำหนดให้แปรผันตามค่าปริมาณฝน ดังนั้นจึงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Pa และ ปริมาณฝน (P) โดยนำข้อมูล Pa จากการเทียบปรับมาหาความสัมพันธ์ Linear regression กับปริมาณฝนจริง (P) ผลจากการคำนวณตามตารางที่ 5.6 พบว่าค่า Pa และค่าของ P ให้ความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันโดยให้ค่า $R^2 = 0.989$ สมการที่ได้คือ

$$Pa = 0.489\ (P) - 1.141 \qquad (5.3)$$

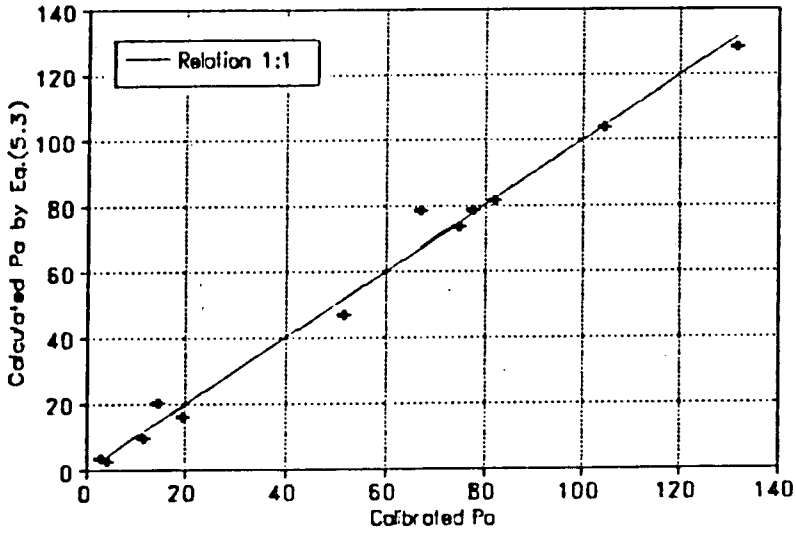
ตารางที่ 5.6 แสดงการคำนวณ Linear regression ของค่า Pa และ P

Regression Output ; P และ Pa	
Constant	- 1.141
Std Err of Y Est	4.706
R Squared	0.989
No. of Observation	12.000
Degrees of Freedom	10
X Coefficient (S)	0.489
Std Err of Coef	0.016

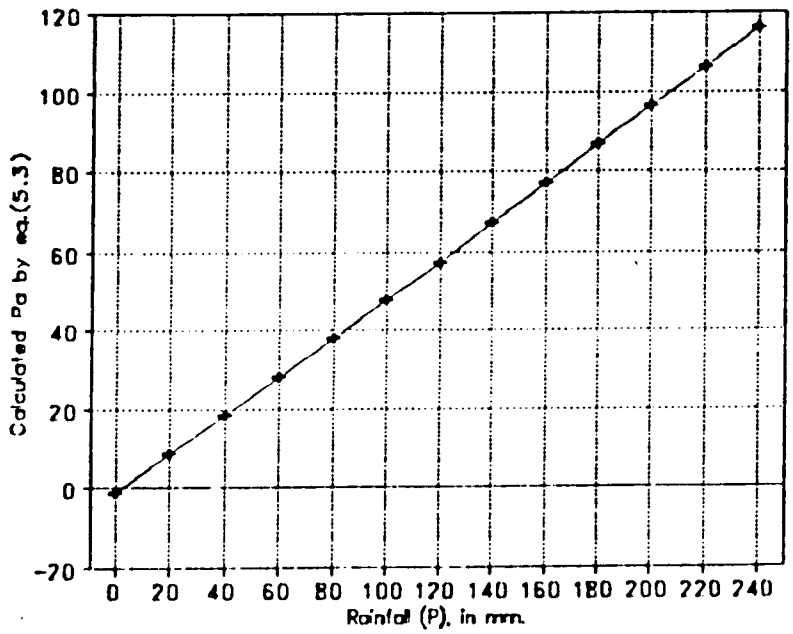
เมื่อนำสมการ (5.3) มาคำนวณค่า Pa จากข้อมูลน้ำฝน (P) พบว่าให้ค่าใกล้เคียงกับค่าของ Pa ที่ได้จากการเทียบปรับตามตารางที่ 5.7 และเมื่อนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟระหว่าง Pa จากการคำนวณตามสมการ (5.3) และ Pa จากการเทียบปรับ พบว่าให้ค่าการกระจายข้อมูลใกล้เคียงความสัมพันธ์ 1:1 (ดังแสดงในภาพที่ 5.5) และค่าของ Pa สามารถอ่านได้จากข้อมูลน้ำฝนในกราฟความสัมพันธ์ Pa-P (ดังแสดงในภาพที่ 5.6)

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าพารามิเตอร์ Pa จากการเทียบปรับและพารามิเตอร์ Pa จากการคำนวณโดยใช้สมการ (5.3)

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน(P)-มม.	ค่า Pa จากการเทียบปรับ	ค่า Pa จากสมการ(5.3)
8.0	4.27	2.77
9.9	3.01	3.70
21.8	11.67	9.52
35.7	19.51	16.32
44.1	14.52	20.42
98.5	51.70	47.03
152.6	74.69	73.48
162.9	67.15	78.52
163.1	77.80	78.61
169.3	82.19	81.65
213.9	104.51	103.46
263.8	131.67	127.86



ภาพที่ 5.5 กราฟแสดงการกระจายของค่า Pa จากการคำนวณด้วยสมการ (5.3) สัมพันธ์กับค่า Pa จากการเทียบปรับ



ภาพที่ 5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน (P) และ Pa จากการคำนวณด้วยสมการ (5.3)