บทที่ 5

วิธีการวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์

ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ทั้งจากภาคสนามและเอกสารอ้างอิง โดยจะทำการหาองค์ประกอบทางอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการชุดสระทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การวิเคราะห์จะทำโดยใช้สมการดุลยภาพน้ำและสมการดุลยภาพความเค็ม เนื่องจากการวิเคราะห์มีขั้นตอนการคำนวณและตัวแปรมากจึงใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยโดยได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LOTUS 123

การวิเคราะห์จะใช้ข้อมูลของสระขุดหมายเลข 2 3 และ 4 เป็นข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ เนื่องจากมีขนาดใหญ่และมีข้อมูลในสนามค่อนข้างพร้อมเมื่อเปรียบเทียบกับสระอื่น ๆ ทั้ง 6 สระ ซึ่งผลที่ได้จะสามารถกำหนดให้เป็นตัวแทนของสระทั้งหมดได้ และจะใช้ข้อมูลของสระขุดหมายเลข 1 5 และ 6 เป็นข้อมูลเพื่อการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ที่ได้ในกรณีของดุลยภาพน้ำ

5.1 การวิเคราะห์โดยสมการดุลยภาพน้ำ

จากข้อมูลระดับน้ำในสนามรายวัน สามารถนำไปคำนวณหาปริมาตรน้ำที่อยู่ในสระได้ จากสมการที่ 3.1 ค่าความแตกต่างของปริมาณน้ำระหว่างช่วงเวลาที่พิจารณา V (ในที่นี้ใช้ข้อมูลรายวัน) จะหาได้จากค่าระดับน้ำรายวัน ค่าปริมาณฝนตกลงสระโดยตรง R_a จะหาได้จากสมการที่ 3.11 ค่าปริมาณการไหลซึมเข้า-ออกของน้ำใต้ดิน GW_i และ GW_o เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยสมการที่ 3.9 ซึ่งได้จากค่าระดับน้ำของน้ำใต้ดินชั้นตื้นและค่าระดับน้ำในสระ ค่าปริมาณน้ำที่ถูกใช้ U เป็นปริมาณที่ได้จากการบันทึก ส่วนค่าน้ำที่ระเหยไปได้ค่าจากการคำนวณด้วยสมการที่ 3.4 ตัวแปรที่ต้องการหาจะเป็นค่าปริมาณน้ำไหลผิวดิน Q_p และค่าปริมาณน้ำที่ซึมเข้า-ออกในชั้นดินไม่อิ่มตัว S_i และ S_o ในที่นี้จากการสังเกตในภาคสนามในวันที่ฝนตกค่า Q_p จะมีปริมาณมากกว่าค่า S_i และ S_o มาก ในการวิเคราะห์ครั้งนี้จึงกำหนดให้ว่าในวันฝนตกจะมีแต่ค่า Q_p ในขณะที่วันฝนไม่ตก การเพิ่มและลดของปริมาณน้ำจะเท่ากับค่า S_i หรือ S_o ตามการเพิ่มหรือลดของปริมาณน้ำ ด้วยวิธีดังกล่าวจะทำให้สามารถรู้องค์ประกอบทางอุทกวิทยาของสระขุดว่ามีองค์ประกอบใดที่เกี่ยวข้องบ้าง แต่ละองค์ประกอบมีปริมาณเท่าใดและมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5.1.1 ขั้นตอนการคำนวณวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำ

การวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำ จะวิเคราะห์จากข้อมูลของสระขุดหมายเลข 2 3

และ 4 การวิเคราะห์โดยสมการดุลยภาพน้ำสามารถอธิบายขั้นตอนการคำนวณได้ ดังนี้

1) การคำนวณดุลยภาพน้ำ จะพิจารณาในช่วงระยะเวลาเป็นรายวัน

2) คำนวณ ปริมาตรน้ำในสระรายวัน โดยใช้ค่าระดับน้ำในสระ มาคำนวณตามสมการหาปริมาตรน้ำ (ดูภาคผนวก ข) โดยเฉพาะของแต่ละสระ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

3) คำนวณค่าพื้นที่ผิวน้ำในสระรายวัน โดยใช้ค่าระดับน้ำในสระ มาคำนวณตามสมการหาพื้นที่ผิวน้ำโดยเฉพาะของแต่ละสระ (ดูภาคผนวกที่ ข) มีหน่วยเป็นตารางเมตร

4) คำนวณค่าความแตกต่างของปริมาณน้ำ (V2-V1) ในระหว่างช่วงระยะเวลา 1 วัน โดยใช้ค่าปริมาณน้ำในสระที่คำนวณได้จากข้อ 2 ของวันที่สอง ลบด้วยปริมาณน้ำวันแรก มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

5) คำนวณค่าการระเหยของน้ำจากสระ คำนวณได้จากสมการที่ 3.4

6) คำนวณปริมาตรน้ำของน้ำใต้ดินไหลเข้าและออกโดยใช้สมการที่ 3.9

7) คำนวณปริมาณฝนที่ตกลงสู่สระโดยตรง ได้จากสมการที่ 3.11

8) การพิจารณาค่าปริมาณน้ำไหลผิวดิน และปริมาณน้ำซึมเข้า-ออกสระในชั้นดินไม่อิ่มตัว แบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

ก) กรณีมีฝนตก

คำนวณปริมาณน้ำไหลผิวดิน ได้จากสมการที่ 3.1 ได้ดังนี้

$$Q_p = (V2 - V1) - R_d - GW_1 + GW_o + U + E \quad .....(5.1)$$

และกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ซึมเข้าออกจากชั้นดินไม่อิ่มตัวมีค่าน้อยมาก โดยให้สมมติฐานว่า ภายในวันที่พิจารณานั้น น้ำที่จะซึมเข้า-ออกจากสระในชั้นดินไม่อิ่มตัวเหล่านั้นยังไม่เกิดการไหลขึ้นในทันทีทันใด

ข) กรณีไม่มีฝนตก

ปริมาณน้ำไหลผิวดินจะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากไม่มีฝนตกลงในพื้นที่รับน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลซึมเข้า-ออกจากสระ ในช่วงชั้นดินไม่อิ่มตัว คำนวณได้จากสมการที่ 3.1 ได้ดังนี้

$$S_1, S_o = (V2 - V1) - GW_1 + GW_o + U + E \quad .....(5.2)$$

ซึ่งค่าที่ได้หากมีค่าเป็นบวก หมายถึงเป็นปริมาณการไหลซึมเข้าสู่สระ และหากมีค่าเป็นลบหมายถึง การไหลซึมออกจากสระ ทั้งหมดมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำ

จากผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งองค์ประกอบทางอุทกวิทยาของสระ ได้ดังนี้

1) น้ำไหลเข้า (Input Component) ประกอบด้วย
   ก) น้ำใต้ดินไหลซึมเข้า (ground water inflow)
   ข) ฝนตกลงสระโดยตรง (direct rain)
   ค) น้ำไหลผิวดิน (paddy overland flow)
   ง) น้ำไหลซึมเข้าจากชั้นดินไม่อิ่มตัว (subsurface inflow)
2) น้ำไหลออก (output component) ประกอบด้วย
   ก) น้ำไหลซึมออกสู่ชั้นดินไม่อิ่มตัว (subsurface inflow)
   ข) น้ำสูบไปใช้ (water use)
   ค) น้ำระเหย (evaporation)
   ง) น้ำไหลซึมออกสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (ground water outflow)

ผลการคำนวณดุลยภาพน้ำรายวันได้ค่าปริมาณน้ำขององค์ประกอบ ได้ผลดังตารางที่ จ-1 ถึงตารางที่ จ-3 (ดูภาคผนวก จ) จากผลการคำนวณเป็นรายวันดังกล่าว จะสรุปรวมเป็นผลรายเดือนของแต่ละสระได้ ดังตารางที่ 5.1 ถึง 5.3 และผลรวมรายเดือนของทั้ง 3 สระ แสดงอยู่ในตารางที่ 5.4 ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณน้ำไหลเข้ามีมากกว่าปริมาณน้ำไหลออก และปริมาณน้ำเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาที่ศึกษามีปริมาณค่อนข้างมากกว่าเมื่อเริ่มต้นการศึกษา ซึ่งกล่าวได้ว่าสระขุดเหล่านี้สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้

เมื่อพิจารณาจากผลการแยกองค์ประกอบของปริมาณน้ำประเภทต่าง ๆ ที่ไหลเข้า-ออกของแต่ละสระ สามารถแบ่งช่วงระยะเวลาได้เป็น 4 ช่วง คือ

1) ช่วงฤดูฝนแรก มีระยะเวลาระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2528 รวม 5 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเก็บกักน้ำ

2) ช่วงฤดูแล้งแรก มีระยะเวลาระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2528 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2529 รวม 6 เดือน

3) ช่วงฤดูฝนหลัง มีระยะเวลาระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2529 รวม 6 เดือน

4) ช่วงฤดูแล้งหลัง มีระยะเวลาระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2529 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2530 รวม 5 เดือน

เมื่อได้แบ่งช่วงระยะเวลาการพิจารณาผลการวิเคราะห์เป็น 4 ช่วงแล้ว สรุปผลองค์ประกอบน้ำในแต่ละช่วงของแต่ละสระได้ดังตารางที่ 5.5 ถึง 5.7 และผลรวมของทุกสระได้ดังตารางที่ 5.8 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงฤดูฝนแรก ถือได้ว่าเป็นช่วงที่มีการเก็บกักน้ำได้มาก เนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามีมากกว่าปริมาณน้ำที่สูญเสีย โดยองค์ประกอบน้ำที่เป็นหลักในการไหลเข้า ก็คือ น้ำไหลผิวดิน (มีประมาณ 64.2 % ของปริมาณน้ำเข้าทั้งหมด) ส่วน

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำรายเดือน ของสระหมายเลข 2

Month	Input Component					Output Component					Storage Volumn at the Beginning Month
	Ground Water Inflow	Direct Rain	Paddy Overland Flow	Subsurface Inflow	Subsurface Outflow	Water Use	Evaporation	Ground Water Outflow	Input-Output		
	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m		cu.m
Jun-85	66	137	175	49			115		312		2427
Jul-85	50	145	134	64			148		245		2739
Aug-85	16	234	258	87			135		460		2984
Sep-85		585	2517	130			131	68	3034		3444
Oct-85		243	326	245			184	164	465		6478
Nov-85				111			172	195	-256		6943
Dec-85					160		165	234	-559		6687
Jan-86					91	216	159	209	-675		6128
Feb-86					37		145	162	-344		5453
Mar-86		77	26		93		199	164	-353		5110
Apr-86		109	44	21			175	145	-146		4757
May-86		449	691	184			161	145	1018		4611
Jun-86		288	202	171		134	154	156	217		5629
Jul-86		170	36	13		381	161	149	-471		5846
Aug-86		330	289	62		73	141	136	331		5376
Sep-86		292	344	156		76	158	158	400		5707
Oct-86		121	25	95		223	144	174	-301		6107
Nov-86		55	25		68		138	168	-293		5806
Dec-86					178	38	126	173	-515		5512
Jan-87					120		152	150	-422		4997
Feb-87		26	3		67		125	122	-285		4575
Mar-87		106	98		151	53	173	122	-295		4290
Apr-87											3994
Subtotal	132	3368	5192	1388	965	1194	3360	2994	1567		
Total			10080				8513		1567		

ตารางที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำรายเดือน ของสระหมายเลข 3

Month	Input Component				Output Component				Storage Volumn at the Beginning Month
	Ground Water Inflow	Direct Rain	Paddy Overland Flow	Subsurface Inflow	Subsurface Outflow	Water Use	Evaporation	Ground Water Outflow	Input-Output
	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m	cu.m
Jun-85	35	81	37	41		71	76		48	1630
Jul-85	46	94	89	56		11	96		178	1678
Aug-85	13	136	196	24		53	88		229	1856
Sep-85		404	1750	90			92	74	2078	2084
Oct-85		186	232		6		71	59	282	4163
Nov-85					2		33	40	-75	4445
Dec-85					172		56	94	-322	4370
Jan-86					164		46	73	-283	4048
Feb-86					123		47	75	-245	3765
Mar-86		54	22		247		68	88	-327	3520
Apr-86		76	73	7			109	136	-89	3193
May-86		315	419	194			112	155	660	3104
Jun-86		206	350	170		511	109	173	-67	3765
Jul-86		74	67	27		419	111	142	-504	3697
Aug-86		216	237	96		234	92	94	129	3193
Sep-86		178	129	103		93	104	108	105	3322
Oct-86		68	70	101		995	87	80	-925	3427
Nov-86		32	1		12		80	54	-113	2502
Dec-86					40		73	63	-176	2389
Jan-87					78		88	57	-223	2213
Feb-87		15	2		20		67	43	-113	1990
Mar-87		59	17		26	21	100	50	-121	1877
Apr-87										1756
Subtotal:	94	2194	3691	909	889	2408	1806	1659	126	
Total			6888				6763		126	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำรายเดือน ของสระหมายเลข 4

Month	Input Component				Output Component				Input-Output	Volumn Storage on First Day
	Ground Water Inflow cub.m	Direct Rain cub.m	Paddy Overland Flow cub.m	Subsurface Inflow cub.m	Subsurface Outflow cub.m	Water Use cub.m	Evaporation cub.m	Ground Water Outflow cub.m	cub.m	cub.m
Jun-85	11	95	5	70			92		90	1999
Jul-85	5	87	33	122			116		131	2089
Aug-85		154	98	35		9	104	17	157	2220
Sep-85		456	2116	61		169	106	87	2270	2377
Oct-85		215	234		53		100	98	198	4646
Nov-85					46		139	119	-304	4844
Dec-85					263		130	104	-497	4541
Jan-86					228		124	83	-434	4044
Feb-86					215		111	62	-388	3610
Mar-86		57			142	83	149	56	-372	3222
Apr-86		81	79	18			130	48	0	2850
May-86		349	922	198		35	126	100	1208	2850
Jun-86		235	269	33		247	125	121	44	4058
Jul-86		131	94	19		649	127	96	-628	4101
Aug-86		254	174	75		29	108	63	303	3474
Sep-86		227	273	122		471	123	84	-56	3776
Oct-86		84	78	56		779	104	54	-719	3720
Nov-86		38	27		117		96	29	-177	3002
Dec-86					80	34	88	31	-233	2825
Jan-87					178		105	26	-309	2592
Feb-87		18	0		28		86	19	-115	2283
Mar-87		73	45		83		119	20	-104	2168
Apr-87										2064
Subtotal:	15	2554	4445	809	1433	2505	2506	1315	65	
Total			7824				7759		65	

ตารางที่ 5.4 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำรายเดือน รวมกัน 3 สระ

Month	Input Component: Ground Water Inflow cu.m	Direct Rain cu.m	Paddy Overland Flow cu.m	Subsurface Inflow cu.m	Output Component: Subsurface Outflow cu.m	Water Use cu.m	Evaporation	Ground Water Outflow cu.m	Input-Output cu.m	Storage Volumn at the Beginning: Month cu.m
Jun-85	112	313	218	160		71	282		449	6056
Jul-85	100	326	256	242		11	360		554	6505
Aug-85	29	525	552	146		62	327	17	846	7059
Sep-85		1445	6383	281		169	329	229	7382	7906
Oct-85		644	792	245	59		355	321	945	15287
Nov-85				111	48		344	354	-634	16232
Dec-85					595		351	432	-1378	15598
Jan-86					483	216	328	365	-1392	14220
Feb-86					375		303	299	-977	12828
Mar-86		188	48		482	83	416	308	-1052	11852
Apr-86		266	196	46			414	329	-234	10799
May-86		1112	2032	576		35	399	400	2887	10565
Jun-86		729	820	374		892	388	450	193	13451
Jul-86		375	197	59		1449	398	386	-1602	13645
Aug-86		801	699	233		336	341	293	762	12043
Sep-86		698	746	380		640	385	350	449	12805
Oct-86		272	173	252		1997	336	308	-1945	13254
Nov-86		126	53		197		314	251	-583	11309
Dec-86					298	72	286	267	-924	10726
Jan-87					376		344	234	-954	9802
Feb-87		58	5		115		278	184	-514	8848
Mar-87		238	160		259	74	392	193	-521	8334
Apr-87										7814
Subtotal:	241	8117	13328	3106	3287	6107	7672	5969	1758	
Total			24792				23035		1758	

ตารางที่ 5.5 การจำแนกองค์ประกอบทางอุทกวิทยา ของสระหมายเลข 2

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Input Component (cu.m, %)	Ground Water Inflow	132	2.4%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	132	1.3%
	Direct Rain	1344	24.6%	186	47.9%	1651	42.1%	187	59.8%	3368	33.4%
	Paddy Overland flow	3410	62.4%	70	18.0%	1586	40.5%	126	40.2%	5192	51.5%
	Subsurface Inflow	575	10.5%	132	34.1%	681	17.4%	0	0.0%	1388	13.8%
	Total	5461	54.2%	388	3.9%	3918	38.9%	313	3.1%	10080	100.0%
Output Component (cu.m, %)	Subsurface Outflow	0	0.0%	381	14.0%	0	0.0%	584	27.5%	965	11.3%
	Water Use	0	0.0%	216	7.9%	887	32.6%	91	4.3%	1194	14.0%
	Evaporation	713	75.4%	1014	37.3%	918	33.7%	715	33.6%	3360	39.5%
	Ground Water Outflow	232	24.6%	1109	40.8%	918	33.7%	735	34.6%	2994	35.2%
	Total	945	11.1%	2720	32.0%	2723	32.0%	2125	25.0%	8513	100.0%

ตารางที่ 5.6 การจำแนกองค์ประกอบทางอุทกวิทยา ของสระหมายเลข 3

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Input Component (cu.m, %)	Ground Water Inflow	94	2.7%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	94	1.4%
	Direct Rain	902	25.7%	130	56.0%	1056	35.0%	106	84.1%	2194	31.9%
	Paddy Overland flow	2304	65.6%	95	41.0%	1271	42.1%	20	15.9%	3691	53.6%
	Subsurface Inflow	212	6.0%	7	3.0%	690	22.9%	0	0.0%	909	13.2%
	Total	3511	51.0%	232	3.4%	3018	43.8%	126	1.8%	6888	100.0%
Output Component (cu.m, %)	Subsurface Outflow	6	0.8%	708	45.0%	0	0.0%	175	20.1%	889	13.1%
	Water Use	135	19.4%	0	0.0%	2252	62.2%	21	2.4%	2408	35.6%
	Evaporation	423	60.7%	359	22.8%	616	17.0%	408	46.8%	1806	26.7%
	Ground Water Outflow	133	19.1%	506	32.2%	752	20.8%	268	30.7%	1659	24.5%
	Total	697	10.3%	1573	23.3%	3620	53.5%	873	12.9%	6763	100.0%

ตารางที่ 5.7 การจำแนกองค์ประกอบทางอุทกวิทยา ของสระหมายเลข 4

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Input Component (cu.m, %)	Ground Water Inflow	15	0.4%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	15	0.2%
	Direct Rain	1008	26.5%	138	58.8%	1280	35.6%	129	64.2%	2554	32.6%
	Paddy Overland flow	2486	65.5%	79	33.6%	1808	50.3%	72	35.8%	4445	56.8%
	Subsurface Inflow	288	7.6%	18	7.5%	504	14.0%	0	0.0%	809	10.3%
	Total	3797	48.5%	235	3.0%	3592	45.9%	200	2.6%	7824	100.0%
Output Component (cu.m, %)	Subsurface Outflow	53	5.6%	894	40.1%	0	0.0%	486	42.7%	1433	18.5%
	Water Use	178	18.7%	83	3.7%	2210	64.2%	34	3.0%	2505	32.3%
	Evaporation	518	54.4%	782	35.1%	713	20.7%	493	43.3%	2506	32.3%
	Ground Water Outflow	202	21.3%	470	21.1%	517	15.0%	126	11.0%	1315	16.9%
	Total	951	12.3%	2230	28.7%	3440	44.3%	1138	14.7%	7759	100.0%

ตารางที่ 5.8 การจำแนกองค์ประกอบรวมทั้ง 3 สระ

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Input Component (cu.m, %)	Ground Water Inflow	241	1.9%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	241	1.0%
	Direct Rain	3253	25.5%	454	53.1%	3987	37.9%	422	66.0%	8117	32.7%
	Paddy Overland flow	8200	64.2%	244	28.5%	4666	44.3%	218	34.0%	13328	53.8%
	Subsurface Inflow	1074	8.4%	157	18.4%	1875	17.8%	0	0.0%	3106	12.5%
	Total	12769	51.5%	855	3.4%	10528	42.5%	640	2.6%	24792	100.0%
Output Component (cu.m, %)	Subsurface Outflow	59	2.3%	1983	30.4%	0	0.0%	1245	30.1%	3287	14.3%
	Water Use	313	12.1%	299	4.6%	5349	54.7%	146	3.5%	6107	26.5%
	Evaporation	1654	63.8%	2155	33.0%	2247	23.0%	1615	39.1%	7672	33.3%
	Ground Water Outflow	567	21.9%	2085	32.0%	2187	22.4%	1129	27.3%	5969	25.9%
	Total	2593	11.3%	6523	28.3%	9783	42.5%	4136	18.0%	23035	100.0%

ฝนที่ตกลงสระโดยตรงก็ช่วยให้ปริมาณน้ำไหลเข้ามีมากขึ้นประมาณ 25 % จึงกล่าวได้ว่าองค์ประกอบหลักของน้ำไหลเข้าในช่วงฤดูฝนแรกก็คือ น้ำฝนที่ไหลจากทุ่งนา เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับช่วงฤดูฝนหลัง พบว่า ปริมาณน้ำไหลผิวดินมีปริมาณลดลง เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุพบว่า แม้ค่าปริมาณน้ำฝนรวมในฤดูฝนหลัง (มีค่า 844 มม.) จะมากกว่าในช่วงฤดูฝนแรก (มีค่า 765.5 มม.) แต่ปริมาณฝนรายวันที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนหลัง (ฤดูฝนหลังมีฝนรายวันเฉลี่ย 14.6 มม./วัน โดยมีวันฝนตก 58 วัน) โดยเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าฤดูฝนแรก (ฤดูฝนแรกมีฝนรายวันเฉลี่ย 15.01 มม./วัน โดยมีวันฝนตก 51 วัน) ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่รับน้ำจึงไม่เพียงพอที่ทำให้เกิดการไหลบนผิวดินเข้าสู่สระได้ ในช่วงฤดูฝนหลังปริมาณน้ำที่จะเสียไปมากที่สุดก็คือ น้ำที่ถูกสูบไปใช้ ซึ่งจะเป็นช่วงเกษตรกรได้นำไปใช้ในการเพาะกล้าและทำนาข้าว ดังนั้นในช่วงฤดูฝนหลังจึงค่อนข้างมีปริมาณน้ำในสระไม่สูงมากนัก

ส่วนในช่วงฤดูแล้งแรกและฤดูแล้งหลัง คงมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน คือมีปริมาณน้ำไหลออกมากกว่าไหลเข้า โดยเฉพาะการสูญเสียไปกับการซึมออกสู่ชั้นดินไม่อิ่มตัวและชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งจะมีปริมาณน้ำที่ระเหยไปก็มีปริมาณที่ไม่แตกต่างจากการซึมออกไปมากนักอย่างละประมาณ 30 %

ในส่วนน้ำที่จะไหลเข้ามาก็มีอยู่บ้างจากฝนปลายฤดู และฝนที่มาก่อนฤดู ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดน้ำไหลผิวดิน (ประมาณ 31 %) ฝนตกลงสระโดยตรง (ประมาณ 60 %) รวมทั้งน้ำที่ซึมเข้าจากชั้นดินไม่อิ่มตัวด้วย (ประมาณ 10 %) ส่วนน้ำใต้ดินที่ไหลเข้ามานั้น จะเห็นได้ว่ามีเฉพาะในช่วงฤดูฝนแรกเท่านั้น หลังจากช่วงนั้นเป็นต้นไปก็ไม่มีน้ำในส่วนนี้อีก ซึ่งสาเหตุก็คือ ระดับน้ำในสระหลังจากช่วงฤดูฝนแรกมีระดับสูงกว่าระดับน้ำใต้ดินมาโดยตลอด และสาเหตุเดียวกันนี้จึงทำให้เกิดปริมาณน้ำที่ไหลซึมออกสู่ชั้นน้ำใต้ดินในทางกลับกันนั่นเอง

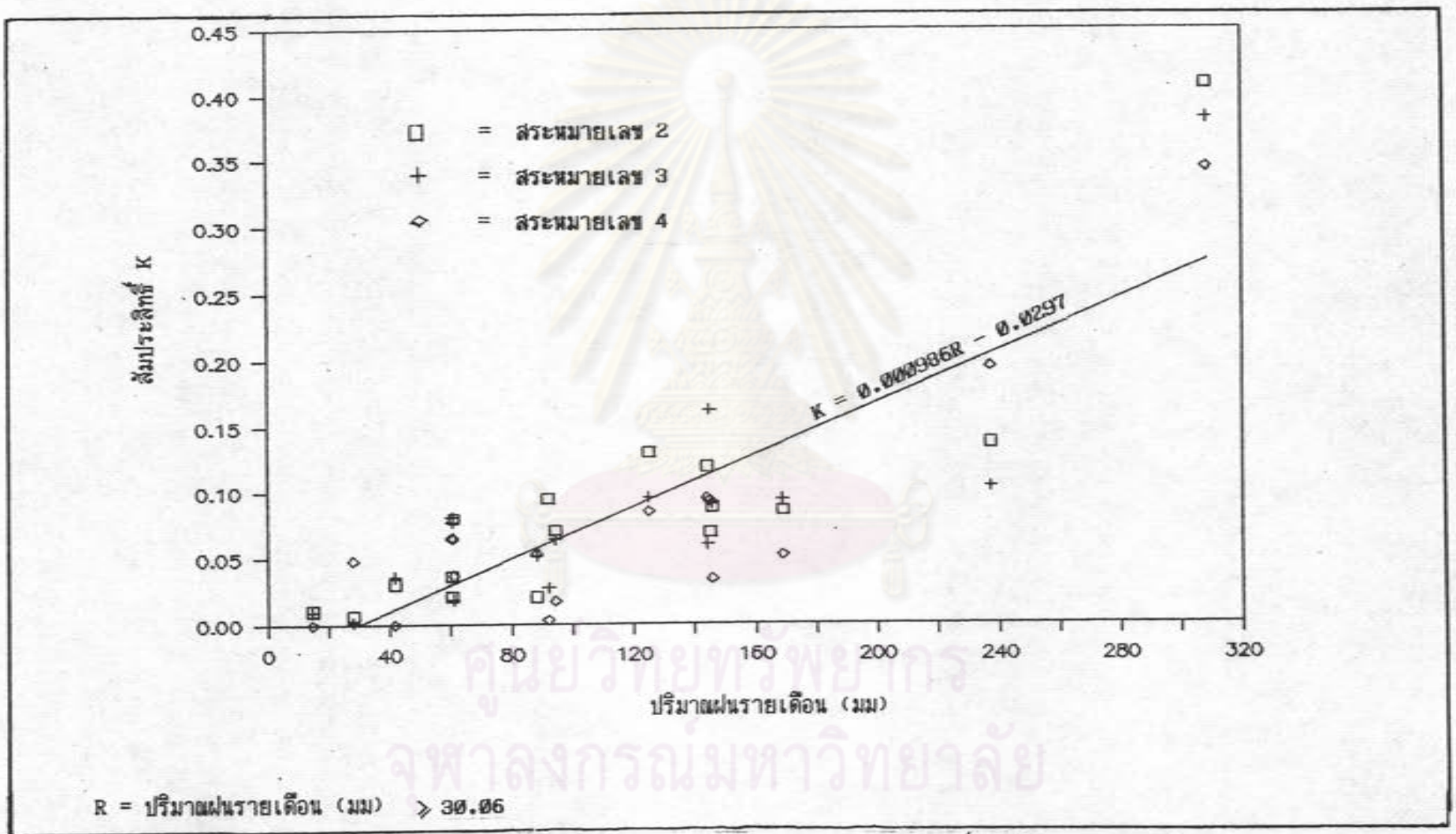
5.1.3 <u>ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝนกับค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำไหลผิวดิน K</u>

ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางอุทกวิทยาทำให้ทราบปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่สระ ซึ่งปริมาณน้ำท่านี้ย่อมขึ้นกับปริมาณฝนที่ตก ขนาดและลักษณะของพื้นที่รับน้ำ

เมื่อคำนวณค่าปริมาณน้ำท่าได้แล้ว นำไปคำนวณหาค่า K จากสมการที่ 3.3 นำค่า K ในแต่ละเดือนของทั้ง 3 สระ พล็อตกราฟหาความสัมพันธ์กับปริมาณฝนตกรายเดือนได้ดังรูปที่ 5.1 ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า K และปริมาณฝนได้ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเดี่ยว โดยมีความสัมพันธ์กันในรูปที่เป็นเส้นตรง (Linear Regression) ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้สมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$$K = 0.000986\ R - 0.0297 \qquad \text{เมื่อ } R \geq 30.0 \qquad ....(5.3)$$

โดยค่า R คือ ปริมาณฝนรายเดือน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร และต้องมีค่าไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 มิลลิเมตร ซึ่งก็หมายความว่า ค่าปริมาณน้ำฝนรายเดือน หากมีค่าเท่ากับ 30 มิลลิเมตร



รูปที่ 5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณฝนรายเดือน กับ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลเข้าสระ (K)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือน้อยกว่าจะไม่มีการเกิดการไหลของน้ำผิวดินเข้าสู่สระ

5.1.4 ค่าปริมาณน้ำซึมเข้า-ออกสระในชั้นดินไม่อิ่มตัว

องค์ประกอบทางอุทกวิทยาที่สำคัญของสระชุดอีกองค์ประกอบหนึ่งคือ น้ำซึมเข้า-ออกในชั้นดินไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างจะประมาณยาก เนื่องจากปริมาณจะขึ้นกับปริมาณน้ำฝน ลักษณะดิน ระดับของน้ำใต้ดินชั้นตื้นและน้ำในสระเอง ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้กำหนดให้มีน้ำซึมเข้า-ออกจากสระในช่วงวันที่ไม่มีฝน ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ค่าปริมาณน้ำซึมเข้า-ออก สรุปรายเดือนของสระที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5.9

จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำซึมไหลเข้าสู่สระมีค่าระหว่าง 15-192 ลูกบาศก์เมตร/เดือน หรือโดยเฉลี่ย 77 ลูกบาศก์เมตร/เดือน ในขณะที่น้ำซึมไหลออกในช่วงฤดูแล้งมีค่าระหว่าง 38-198 ลูกบาศก์เมตร/เดือน หรือโดยเฉลี่ย 117 ลูกบาศก์เมตร/เดือน ส่วนในช่องท้ายสุดของตารางเป็นค่าอัตราการซึมต่อพื้นที่ในระหว่างผิวดินกับระดับน้ำในสระ ที่ได้จากการนำค่าปริมาณการซึมของแต่ละเดือนหารด้วยพื้นที่ด้านข้างของสระในช่วงระหว่างผิวดินและระดับน้ำในสระ น้ำที่ไหลซึมเข้ามีค่าอยู่ในช่วงฤดูฝนระหว่าง 0.15-2.15 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร และค่าไหลออกในช่วงเดือนฤดูแล้งระหว่าง 0.2-1.2 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร ซึ่งค่านี้จะนำไปใช้ในการทดสอบ เพื่อหาค่าปริมาณน้ำส่วนนี้ของสระทดสอบต่อไป

5.1.5 ปริมาณการซึมเข้า-ออกสระของน้ำใต้ดิน

องค์ประกอบทางอุทกวิทยาประเภทน้ำใต้ดินนี้ สามารถคำนวณได้โดยอาศัยทฤษฎีของดูปุย โดยใช้ข้อมูลความต่างระดับระหว่างระดับน้ำในสระและระดับน้ำใต้ดิน ผลการวิเคราะห์ได้ค่าปริมาณน้ำซึมเข้า-ออกของน้ำใต้ดินดังตารางที่ 5.10

จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่า มีการไหลซึมเข้าในช่วง 2-3 เดือนแรกเท่านั้นมีค่าโดยเฉลี่ยระหว่าง 4-37 ลูกบาศก์เมตร/เดือน หรือประมาณ 24 ลูกบาศก์เมตร/เดือน หลังจากนั้นจะเป็นการไหลซึมออกทั้งสิ้นประมาณโดยเฉลี่ย 61-150 ลูกบาศก์เมตร/เดือน หรือประมาณ 104 ลูกบาศก์เมตร/เดือน

5.1.6 ปริมาณการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำถือว่าเป็นองค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของเกษตรกรที่จะใช้น้ำเพื่อประโยชน์ที่ตนต้องการ ทั้งในด้านการอุปโภค-บริโภค และเกษตรกรรม จากการศึกษาครั้งนี้การใช้ประโยชน์ทั้งหมดจะเป็นไปเพื่อการใช้ในงานเกษตรกรรม โดยการใช้เครื่องสูบหรืออุปกรณ์ยกน้ำ เช่น กังหันลมสูบน้ำ หรือจักรยานสูบน้ำ หรือแม้การตักโดยภาชนะเช่น ถัง จากการบันทึกการใช้น้ำในแต่ละเดือนสรุปได้ดังตารางที่ 5.11 จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ในช่วงการขุดสระเสร็จใหม่ได้เริ่มมีการใช้น้ำบ้างแล้วประมาณ 313 ลูกบาศก์เมตร (ประมาณ 2 % ของความจุสระรวม 17604 ลูกบาศก์เมตร) ส่วนในช่วงฤดูฝนหลังมีการใช้น้ำค่อนข้างมากประมาณ 5349 ลูกบาศก์

ตารางที่ 5.9 ปริมาณน้ำซึมเข้า-ออกสระในชั้นดินไม่อิ่มตัวรายเดือน

Month	Subsurface Inflow & outflow (cu.m)					Subsurface Flow Rate
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average	cu.m/sq.m
Jun-85	49	41	70	160	53	0.15
Jul-85	64	56	122	242	81	0.19
Aug-85	87	24	35	146	49	0.16
Sep-85	130	90	61	281	94	0.57
Oct-85	245	-6	-53	186	62	2.95
Nov-85	111	-2	-46	63	21	2.68
Dec-85	-160	-172	-263	-595	-198	-1.20
Jan-86	-91	-164	-228	-483	-161	-1.13
Feb-86	-37	-123	-215	-375	-125	-0.81
Mar-86	-93	-247	-142	-482	-161	-0.69
Apr-86	21	7	18	46	15	0.07
May-86	184	194	198	576	192	1.39
Jun-86	171	170	33	374	125	1.61
Jul-86	13	27	19	59	20	0.15
Aug-86	62	96	75	233	78	0.57
Sep-86	156	103	122	380	127	1.32
Oct-86	95	101	56	252	84	0.65
Nov-86	-68	-12	-117	-197	-66	-0.23
Dec-86	-178	-40	-80	-298	-99	-0.25
Jan-87	-120	-78	-178	-376	-125	-0.35
Feb-87	-67	-20	-28	-115	-38	-0.21
Mar-87	-151	-26	-83	-259	-86	-0.20
Total	423	20	-624	-181	-60	

ตารางที่ 5.10 ปริมาณการซึมเข้า-ออกสระของน้ำใต้ดิน

Month	Ground Water Inflow & outflow (cu.m)				
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average
Jun-85	66	35	11	112	37
Jul-85	50	46	5	100	33
Aug-85	16	13	-17	12	4
Sep-85	-68	-74	-87	-229	-76
Oct-85	-164	-59	-98	-321	-107
Nov-85	-195	-40	-119	-354	-118
Dec-85	-234	-94	-104	-432	-144
Jan-86	-209	-73	-83	-365	-122
Feb-86	-162	-75	-62	-299	-100
Mar-86	-164	-88	-56	-308	-103
Apr-86	-145	-136	-48	-329	-110
May-86	-145	-155	-100	-400	-133
Jun-86	-156	-173	-121	-450	-150
Jul-86	-149	-142	-96	-386	-129
Aug-86	-136	-94	-63	-293	-98
Sep-86	-158	-108	-84	-350	-117
Oct-86	-174	-80	-54	-308	-103
Nov-86	-168	-54	-29	-251	-84
Dec-86	-173	-63	-31	-267	-89
Jan-87	-150	-57	-26	-234	-78
Feb-87	-122	-43	-19	-184	-61
Mar-87	-122	-50	-20	-193	-64
Total	-2862	-1565	-1300	-5727	-1909

ตารางที่ 5.11 ปริมาณน้ำที่สูบไปใช้งานรายเดือน

Month	Water Use (cu.m)				
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average
Jun-85		71		71	71
Jul-85		11		11	11
Aug-85		53	9	62	31
Sep-85			169	169	169
Oct-85					
Nov-85					
Dec-85					
Jan-86	216			216	216
Feb-86					
Mar-86			83	83	83
Apr-86					
May-86			35	35	35
Jun-86	134	511	247	892	297
Jul-86	381	419	649	1449	483
Aug-86	73	234	29	336	112
Sep-86	76	93	471	640	213
Oct-86	223	995	779	1997	666
Nov-86					
Dec-86	38		34	72	36
Jan-87					
Feb-87					
Mar-87	53	21		74	37
Total	1194	2408	2505	6107	2460

เมตร (30 % ของความจุสระรวม) เนื่องจากวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเพาะกล้าข้าว รวมทั้งสูบน้ำเข้านาในช่วงฝนทิ้งช่วง ส่วนในช่วงหน้าแล้งเกษตรกรยังมิได้มีการใช้น้ำจากสระมากนักคงมีการใช้ประมาณ 445 ลูกบาศก์เมตร (ประมาณ 2.5 % ของความจุสระรวม) เมื่อคิดเป็นอัตราการใช้น้ำต่อพื้นที่เกษตรบนคันสระ (รวม 9421 ตารางเมตร) ต่อเดือน ได้ค่าประมาณ 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร หรือประมาณ 1.54 มิลลิเมตร/วัน ถ้ามีการทำเกษตรเต็มพื้นที่

5.1.7 <u>การทดสอบความสัมพันธ์ที่ได้ จากผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำ</u>

จากผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำได้องค์ประกอบน้ำในส่วนที่ไหลเข้าและออกจากสระดังได้กล่าวมาแล้ว และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบสามารถจะนำไปสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อประมาณปริมาณน้ำของสระในแต่ละเดือนได้ เพื่อเป็นการทดสอบความแน่นอนของผลการวิเคราะห์ดังกล่าว จะทำการทดสอบหาปริมาณน้ำในสระชุดที่ข้างเคียง ได้แก่ สระหมายเลข 1 5 และ 6 โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่หาได้ ในการคำนวณครั้งนี้จะคำนวณเป็นรายเดือน

5.1.7.1 แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณทดสอบ

แบบจำลองในการคำนวณทดสอบหาองค์ประกอบปริมาณน้ำแต่ละประเภท สามารถคำนวณได้ตามความสัมพันธ์ และค่าคงที่ต่าง ๆ ดังนี้

1) น้ำฝนที่ตกสู่สระโดยตรง ได้จากการใช้ปริมาณน้ำฝนตกรายเดือนคูณกับพื้นที่ผิวน้ำ ตามสมการที่ 3.11

2) น้ำไหลผิวดิน คำนวณได้ตามสมการที่ 3.3 โดยที่ ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์กับปริมาณฝนตกรายเดือน ตามสมการที่ 5.3

3) ปริมาณการซึมเข้าและออกในชั้นดินไม่อิ่มตัว คำนวณได้จากสมการที่ 3.10 โดยค่า q_{-} ได้จากตารางที่ 5.9

4) ปริมาณการซึมเข้า-ออกของน้ำใต้ดิน คำนวณตามสมการที่ 3.9

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้โดยเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะเวลา 1 เดือน โดยใช้ความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้ ตามสมการที่ 3.1

5.1.7.2 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงอยู่ในตารางที่ 5.12 ถึงตารางที่ 5.14 และในรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่ 5.4 แสดงค่าระดับน้ำเก็บกักของแต่ละสระเปรียบเทียบกันระหว่างค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในสนาม และได้แสดงค่าความแตกต่างของระดับน้ำ และปริมาตรน้ำเก็บกักในเดือนต่าง ๆ ระหว่างค่าจริงกับค่าที่คำนวณได้ในตารางที่ 5.15 ถึง 5.17

จากตารางดังกล่าว ค่าความแตกต่างของค่าระดับน้ำของข้อมูลจริงและคำนวณมีค่าความแตกต่างโดยรวมเฉลี่ยประมาณ 5 ซม./เดือน หรือประมาณ 1.5 %

ตารางที่ 5.12 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำของสระหมายเลข 1

MONTH	Water Inflow				Water Outflow			
	Direct Rain cub.m	Surface Runoff cub.m	Subsurface Inflow cub.m	Groundwater Inflow cub.m	Pond Evaporation cub.m	Water Use cub.m	Subsurface Outflow cub.m	Groundwater Outflow cub.m
Jun-85	166.22	142.37	38.66		140.94			36.98
Jul-85	173.05	151.34	45.59		177.96			44.65
Aug-85	270.68	420.01	35.32		156.16			66.80
Sep-85	392.92	2140.54	105.04		139.73			78.34
Oct-85	110.83	295.26			201.65			204.44
Nov-85					186.39			211.57
Dec-85					179.13		389.97	241.32
Jan-86					170.20		414.44	204.39
Feb-86					152.59		325.65	148.67
Mar-86	79.54	12.04			205.28		301.43	139.31
Apr-86	109.82	45.84	18.23		175.75			107.00
May-86	426.60	1227.34	357.64		151.96			69.46
Jun-86	302.37	414.17	175.91		161.43			153.67
Jul-86	192.52	128.50	10.08		180.19			219.64
Aug-86	365.88	583.86	40.17		155.77			184.04
Sep-86	326.57	409.65	31.07		176.24	780.44		219.48
Oct-86	133.36	45.84	34.33		158.60	434.90		224.37
Nov-86	59.11				148.83		83.48	188.63
Dec-86					136.10		103.92	193.93
Jan-87					164.02	350.76	157.08	178.46
Feb-87	27.13				130.52	214.23	99.15	118.84
Mar-87	107.18	47.21			176.21		101.62	105.11
SUB TOTAL:	3244	6064	892	0	3626	1780	1977	3339
TOTAL			10200			10722		

ตารางที่ 5.13 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำของสระหมายเลข 5

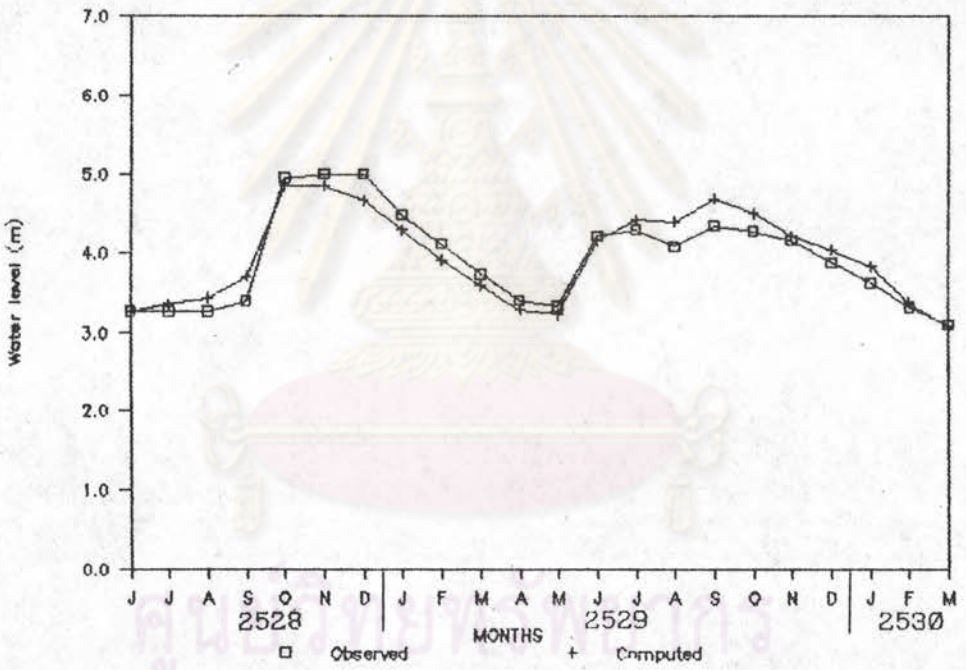
MONTH	Water Inflow				Water Outflow			
	Direct Rain cub.m	Surface Runoff cub.m	Subsurface Inflow cub.m	Groundwater Inflow cub.m	Pond Evaporation cub.m	Water Use cub.m	Subsurface Outflow cub.m	Groundwater Outflow cub.m
Jun-85	86.12	168.31	62.55	31.24	73.02			
Jul-85	92.91	178.91	69.70	20.23	95.54	453.60		
Aug-85	138.49	496.53	61.92	21.24	79.90	435.23		
Sep-85	98.68	2530.46	207.96	22.71	71.03	675.50		
Oct-85	153.28	349.04	212.34		115.61	396.36		97.78
Nov-85			159.79		108.12			113.61
Dec-85					105.91		389.97	149.12
Jan-86					98.62		414.44	108.78
Feb-86					86.35		325.65	63.60
Mar-86	44.11	14.24			113.85		301.43	47.78
Apr-86	59.77	54.19	26.56		95.65			26.11
May-86	235.29	1450.91	497.46		83.81	338.89		6.57
Jun-86	185.02	489.62	181.09		98.78	455.12		111.36
Jul-86	115.52	151.90	13.68		108.12	679.30		144.56
Aug-86	203.59	690.22	97.22		86.68			68.53
Sep-86	192.34	484.28	88.15		103.80	978.12		131.58
Oct-86	76.63	54.19	78.71		91.13	897.70		115.87
Nov-86	31.48				79.26	561.03	83.48	53.00
Dec-86					66.14		103.92	21.59
Jan-87					79.70		157.08	19.69
Feb-87	13.50				64.94		99.15	11.04
Mar-87	54.28	55.81			89.24		101.62	8.80
SUB TOTAL:	1781	7169	1757	95	1995	5871	1977	1299
TOTAL			10802			11142		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

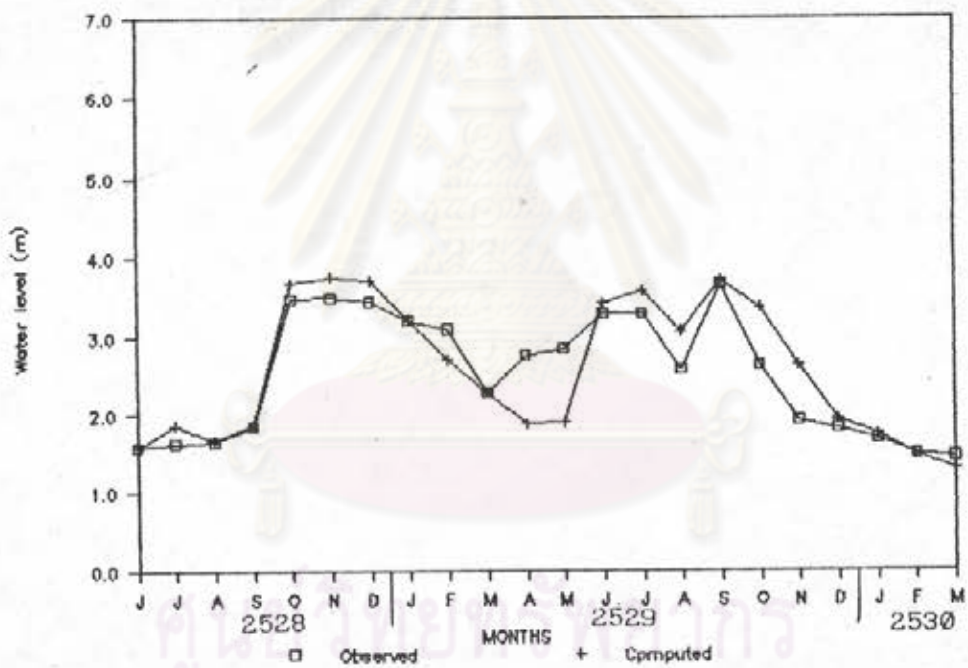
ตารางที่ 5.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของสระหมายเลข 6

MONTH	Water Inflow				Water Outflow			
	Direct Rain cub.m	Surface Runoff cub.m	Subsurface Inflow cub.m	Groundwater Inflow cub.m	Pond Evaporation cub.m	Water Use cub.m	Subsurface Outflow cub.m	Groundwater Outflow cub.m
Jun-85	250.21	126.43	109.69	90.43	212.16			
Jul-85	261.07	134.40	131.72	86.97	268.47	204.22		
Aug-85	405.68	372.99	106.02	71.05	234.05	145.45		
Sep-85	676.52	1900.89	362.19	76.19	205.94			
Oct-85	223.12	262.20	1239.69	48.98	279.90			
Nov-85			851.97		273.23	267.44		14.59
Dec-85					272.32	245.30	550.34	78.93
Jan-86					262.83	189.21	584.86	62.72
Feb-86					239.99		459.56	39.48
Mar-86	127.91	10.69			330.10		425.38	39.03
Apr-86	180.54	40.71	40.94		288.92			26.57
May-86	706.81	1089.93	758.64		251.77			20.16
Jun-86	473.21	367.80	629.82		252.64			29.23
Jul-86	301.52	114.11	47.64		282.21			90.83
Aug-86	577.55	518.50	172.99		245.89			62.71
Sep-86	509.29	363.79	318.21		274.85			89.48
Oct-86	219.61	40.71	122.71		261.17	815.33		155.13
Nov-86	98.89				248.98	234.50	117.81	132.83
Dec-86					229.06	251.68	146.65	139.37
Jan-87					278.16		221.67	126.94
Feb-87	48.38				232.72		139.92	103.98
Mar-87	197.90	41.92			325.36		143.40	108.22
SUB TOTAL:	5258	5385	4892	374	5751	2353	2790	1320
TOTAL			15909			12214		

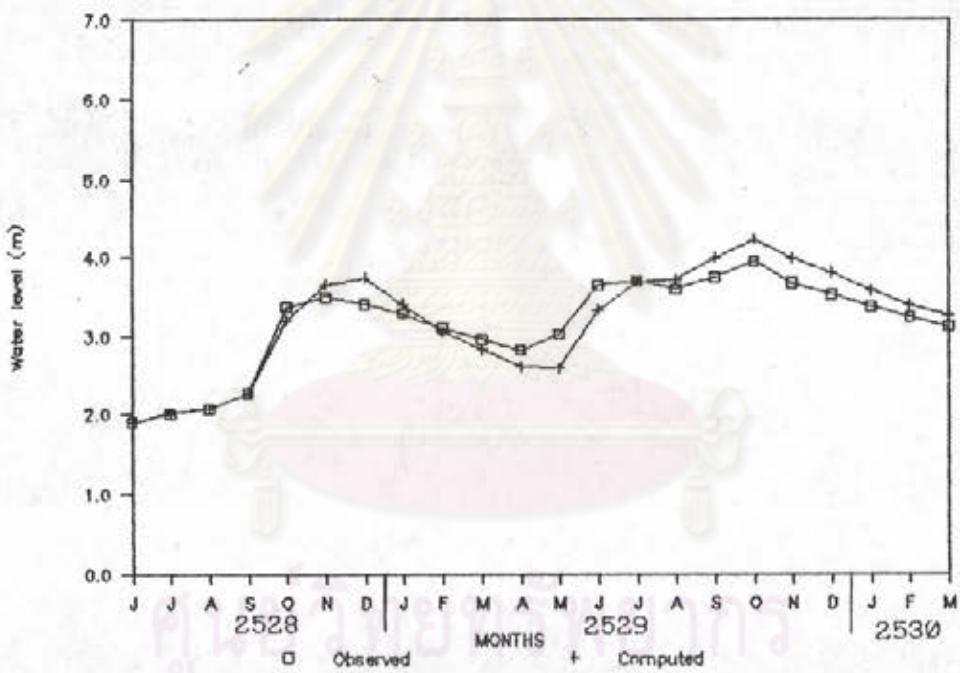
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 ระดับน้ำเปรียบเทียบระหว่างตรวจวัดจริง กับค่าคำนวณของสระหมายเลข 1



รูปที่ 5.3 ระดับน้ำเปรียบเทียบระหว่างตรวจวัดจริง กับค่าคำนวณของสระหมายเลข 5



รูปที่ 5.4 ระดับน้ำเปรียบเทียบระหว่างตรวจวัดจริง กับค่าคำนวณของสระหมายเลข 6

ตารางที่ 5.15 ค่าความแตกต่างในการทดสอบสระหมายเลข 1

Month	Water Level (m)				Storage Volumn (cu.m)			
	(Observed)	(compute)	Diff m	Diff %	(Observed)	(compute)	Diff cu.m	Diff %
Jun-85	3.27	3.27	0	0	4420	4420	0	0
Jul-85	3.27	3.36	-0.09	-2.84%	4420	4589	-169	-3.83%
Aug-85	3.27	3.44	-0.17	-5.29%	4420	4736	-317	-7.16%
Sep-85	3.40	3.71	-0.31	-9.06%	4657	5240	-583	-12.52%
Oct-85	4.95	4.85	0.10	2.08%	7901	7661	240	3.04%
Nov-85	5.00	4.85	0.15	3.06%	8019	7661	358	4.47%
Dec-85	5.00	4.67	0.33	6.54%	8019	7263	756	9.43%
Jan-86	4.50	4.30	0.20	4.36%	6878	6452	425	6.18%
Feb-86	4.13	3.92	0.21	5.02%	6087	5663	424	6.96%
Mar-86	3.75	3.60	0.15	3.93%	5321	5037	285	5.35%
Apr-86	3.42	3.30	0.12	3.38%	4694	4482	212	4.51%
May-86	3.35	3.24	0.11	3.15%	4565	4374	191	4.19%
Jun-86	4.23	4.17	0.06	1.49%	6296	6164	132	2.10%
Jul-86	4.31	4.44	-0.13	-2.97%	6466	6742	-276	-4.27%
Aug-86	4.10	4.41	-0.31	-7.49%	6025	6675	-650	-10.79%
Sep-86	4.36	4.70	-0.34	-7.80%	6573	7324	-751	-11.42%
Oct-86	4.30	4.52	-0.22	-5.05%	6445	6915	-470	-7.30%
Nov-86	4.18	4.24	-0.06	-1.36%	6191	6311	-120	-1.93%
Dec-86	3.90	4.06	-0.16	-4.18%	5618	5949	-331	-5.88%
Jan-87	3.65	3.85	-0.20	-5.42%	5128	5514	-387	-7.54%
Feb-87	3.35	3.40	-0.05	-1.61%	4565	4664	-99	-2.17%
Mar-87	3.12	3.10	0.02	0.54%	4152	4122	30	0.72%
Total			-0.60	-19.51%			-1098	-27.87%
Average	3.95	3.97	-0.03	-0.89%	5766	5816	-50	-1.27%

ตารางที่ 5.16 ค่าความแตกต่างในการทดสอบสระหมายเลข 5

Month	Water Level (m)				Storage Volumn (cu.m)			
	(Observed)	(compute)	Diff m	Diff %	(Observed)	(compute)	Diff cu.m	Diff %
Jun-85	1.58	1.58	0	0	1282	1282	0	0
Jul-85	1.63	1.86	-0.23	-14.33%	1329	1557	-228	-17.12%
Aug-85	1.65	1.67	-0.02	-1.21%	1348	1367	-19	-1.42%
Sep-85	1.85	1.88	-0.03	-1.46%	1543	1570	-27	-1.74%
Oct-85	3.48	3.68	-0.20	-5.83%	3413	3683	-270	-7.91%
Nov-85	3.50	3.76	-0.26	-7.43%	3439	3788	-348	-10.13%
Dec-85	3.45	3.71	-0.26	-7.65%	3374	3725	-351	-10.40%
Jan-86	3.20	3.22	-0.02	-0.64%	3055	3081	-26	-0.84%
Feb-86	3.10	2.70	0.40	12.77%	2931	2459	472	16.11%
Mar-86	2.28	2.28	0.00	0.14%	1987	1984	4	0.18%
Apr-86	2.77	1.89	0.89	31.95%	2535	1578	957	37.76%
May-86	2.85	1.90	0.95	33.23%	2629	1596	1033	39.30%
Jun-86	3.30	3.43	-0.13	-4.00%	3181	3351	-170	-5.33%
Jul-86	3.30	3.58	-0.28	-8.39%	3181	3541	-360	-11.32%
Aug-86	2.58	3.07	-0.49	-18.88%	2317	2890	-573	-24.73%
Sep-86	3.67	3.72	-0.04	-1.23%	3666	3726	-61	-1.66%
Oct-86	2.63	3.38	-0.75	-28.35%	2374	3278	-904	-38.07%
Nov-86	1.93	2.64	-0.71	-36.66%	1623	2382	-759	-46.78%
Dec-86	1.83	1.94	-0.11	-6.22%	1523	1637	-114	-7.47%
Jan-87	1.69	1.75	-0.06	-3.61%	1387	1446	-59	-4.27%
Feb-87	1.50	1.48	0.02	1.23%	1207	1189	17	1.42%
Mar-87	1.46	1.30	0.16	10.72%	1170	1027	142	12.18%
Total			-1.19	-55.84%			-1642	-82.25%
Average	2.51	2.56	-0.05	-2.54%	2295	2370	-75	-3.74%

ตารางที่ 5.17 ค่าความแตกต่างในการทดสอบสระหมายเลข 6

Month	Water Level (m)				Storage Volumn (cu.m)			
	(Observed)	(compute)	Diff m	Diff %	(Observed)	(compute)	Diff cu.m	Diff %
Jun-85	1.89	1.89	0	0	4506	4506	0	0
Jul-85	2.00	2.02	-0.02	-1.15%	4808	4871	-64	-1.32%
Aug-85	2.07	2.07	0.00	-0.19%	5001	5013	-11	-0.22%
Sep-85	2.27	2.28	-0.01	-0.35%	5565	5588	-23	-0.41%
Oct-85	3.37	3.20	0.17	4.94%	8939	8398	541	6.05%
Nov-85	3.50	3.66	-0.16	-4.44%	9369	9893	-523	-5.58%
Dec-85	3.41	3.74	-0.33	-9.75%	9071	10189	-1119	-12.33%
Jan-86	3.29	3.40	-0.11	-3.39%	8678	9043	-364	-4.20%
Feb-86	3.10	3.06	0.04	1.27%	8068	7943	125	1.55%
Mar-86	2.96	2.82	0.14	4.62%	7627	7204	424	5.55%
Apr-86	2.82	2.61	0.21	7.58%	7194	6547	647	8.99%
May-86	3.03	2.59	0.44	14.58%	7846	6494	1353	17.24%
Jun-86	3.65	3.34	0.31	8.61%	9874	8827	1047	10.60%
Jul-86	3.70	3.69	0.01	0.22%	10044	10016	28	0.28%
Aug-86	3.60	3.72	-0.12	-3.28%	9705	10106	-402	-4.14%
Sep-86	3.75	3.99	-0.24	-6.51%	10215	11066	-851	-8.33%
Oct-86	3.95	4.23	-0.28	-6.97%	10910	11894	-984	-9.02%
Nov-86	3.67	3.99	-0.32	-8.68%	9942	11046	-1104	-11.11%
Dec-86	3.53	3.81	-0.28	-7.84%	9469	10411	-941	-9.94%
Jan-87	3.38	3.58	-0.20	-5.98%	8972	9644	-672	-7.49%
Feb-87	3.25	3.39	-0.14	-4.42%	8548	9017	-469	-5.48%
Mar-87	3.12	3.26	-0.14	-4.57%	8131	8589	-458	-5.63%
Total			-1.03	-25.70%			-3820	-34.94%
Average	3.15	3.20	-0.05	-1.17%	8295	8468	-174	-1.59%

ของค่าจริง ส่วนค่าความแตกต่างของปริมาตรน้ำของข้อมูลจริงและคำนวณ มีค่าความแตกต่างเฉลี่ยโดยรวมประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตร/เดือน หรือประมาณ 2.2 % ของค่าจริง จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างนี้มีค่าค่อนข้างน้อยมาก จึงแสดงผลได้ว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ให้ค่าใกล้เคียงกับข้อมูลวัดในสนาม ความสัมพันธ์ที่ได้จึงเป็นตัวแทนสำหรับในพื้นที่นี้ได้

5.2 การวิเคราะห์ดุลยภาพความเค็มของน้ำ

ในการวิเคราะห์ดุลยภาพความเค็มของน้ำในสระนั้น ต้องการทราบองค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในสระว่ามีอะไรบ้าง และแต่ละองค์ประกอบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด หลักการวิเคราะห์จะใช้ค่าความเข้มข้นของน้ำในสระและระดับน้ำในสระที่วัดในสนาม ซึ่งทำให้สามารถทราบปริมาณเกลือที่มีอยู่ในสระในแต่ละเดือนได้ องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาเป็นแหล่งเกลือให้กับสระ คือ เกลือจากฝนโดยตรง เกลือจากน้ำที่ไหลผ่านท้องนาเข้าสู่สระ เกลือจากน้ำซึมเข้าจากดินชั้นอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาเป็นแหล่งเกลือที่ไหลออกจากสระ คือ เกลือที่ไหลออกไปพร้อมกับน้ำซึมออกจากดินชั้นอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว เกลือที่ออกไปกับปริมาณน้ำใช้ เนื่องจากการวัดความเข้มข้นของเกลือในน้ำขององค์ประกอบต่าง ๆ เป็นไปได้ยากในภาคสนาม ยกเว้นความเข้มข้นของเกลือในฝนที่ตกโดยตรง ซึ่งวัดจากน้ำตัวอย่างแล้วผลปรากฏว่ามีความเค็มน้อยมาก การศึกษาครั้งนี้จึงจะสมมติค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉพาะส่วนที่ไหลเข้าสู่สระ ส่วนความเข้มข้นของเกลือในน้ำที่ไหลออกจากสระ จะใช้เท่ากับความเข้มข้นของน้ำในสระรายเดือน คือ ความเข้มข้นของน้ำที่ไหลจากท้องนาและที่ซึมเข้าผ่านชั้นดินไม่อิ่มตัวขึ้นเองนั้น ๆ ค่าที่สมมติขึ้นจะได้รับการตรวจสอบกับความเข้มข้นของน้ำในสระในแต่ละเดือน และปริมาณเกลือที่เหลือในสระตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา ปริมาณน้ำขององค์ประกอบต่าง ๆ จะใช้ค่าที่วิเคราะห์ได้ในหัวข้อที่ 5.1

5.2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ดุลยภาพความเค็มของน้ำ

การวิเคราะห์ดุลยภาพความเค็มจะใช้ผลจากการวิเคราะห์ดุลยภาพน้ำ ของสระหมายเลข 2 3 และ 4 ประกอบกับข้อมูลวัดความเข้มข้นของเกลือของน้ำในสระ และน้ำใต้ดินรายเดือน ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณเกลือที่องค์ประกอบของน้ำนำพา มีหลักการดังนี้

1) เนื่องจากไม่สามารถตรวจวัดปริมาณเกลือที่ไหลเข้าจากน้ำท่า และน้ำซึมเข้าจากชั้นดินไม่อิ่มตัวได้ จึงต้องตั้งข้อสมมติฐานขึ้นมา ในที่นี้ได้กำหนดให้ความเข้มข้นของเกลือจากน้ำท่าและน้ำซึมเป็นดังตารางที่ 5.18 ถึง ตารางที่ 5.20

2) จำนวนปริมาณเกลือที่น้ำใต้ดินพาออกไป โดยการใช้ค่าความเข้มข้นของน้ำในสระคูณกับปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลออกไปในแต่ละเดือน

3) คำนวณปริมาณเกลือที่น้ำซึมออกสู่ชั้นดินไม่อิ่มตัวพาออกไป โดยการใช้

ตารางที่ 5.18 ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำที่ใช้ในการคำนวณสระหมายเลข 2

Month	Salt Concentration (gm/lit) (Salt Balance of Pond No.2)			
	Pond (Observed	Ground Water (Observed)	Overland Flow (Assumed)	Subsurface Inflow (Assumed)
Jun-85	2.55	0.60		0.01
Jul-85	2.15	0.62	5.00	10.00
Aug-85	2.61	0.48		0.10
Sep-85	1.96	0.33	1.00	7.50
Oct-85	1.69	0.18		0.01
Nov-85	1.55	0.22		0.01
Dec-85	1.50	0.70		
Jan-86	1.49	1.18		
Feb-86	1.65	1.12		
Mar-86	1.70	1.07		
Apr-86	1.81	1.80	0.50	0.01
May-86	1.70	0.33		0.01
Jun-86	1.32	0.42		0.01
Jul-86	1.27	0.38		0.01
Aug-86	1.24	0.33	2.00	5.00
Sep-86	1.29	0.41		1.60
Oct-86	1.21	0.50	5.00	5.00
Nov-86	1.28	0.72		
Dec-86	1.33	1.18		
Jan-87	1.35	1.64		
Feb-87	1.34	2.10		
Mar-87	1.40	2.33	9.50	
Apr-87	1.62	2.34		

ตารางที่ 5.19 ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำที่ใช้ในการคำนวณสระหมายเลข 3

Month	Salt Concentration (gm/lit) (Salt Balance of Pond No.3)			
	Pond (Observed	Ground Water (Observed)	Overland Flow (Assumed)	Subsurface Inflow (Assumed)
Jun-85	1.50	0.65		0.01
Jul-85	1.32	0.72	1.50	1.20
Aug-85	1.25	0.90		0.50
Sep-85	1.49	0.84	1.20	1.40
Oct-85	1.17	0.90		0.50
Nov-85	0.98	0.95		0.50
Dec-85	1.07	1.07		
Jan-86	0.98	1.28		
Feb-86	0.99	1.49		
Mar-86	0.96	1.55		
Apr-86	1.01	1.61	1.00	0.90
May-86	1.11	1.07		1.00
Jun-86	0.98	0.59		1.00
Jul-86	0.88	0.74		0.90
Aug-86	0.87	0.73	2.00	1.00
Sep-86	0.82	0.72		1.60
Oct-86	0.86	0.75	1.50	1.00
Nov-86	0.83	0.78		
Dec-86	0.89	0.93		
Jan-87	0.94	1.23		
Feb-87	1.04	1.52		
Mar-87	1.00	1.81	10.00	
Apr-87	1.02	1.96		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.20 ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำที่ใช้ในการคำนวณสระหมายเลข 4

Month	Salt Concentration (gm/lit) (Salt Balance of Pond No.4)			
	Pond (Observed	Ground Water (Observed)	Overland Flow (Assumed)	Subsurface Inflow (Assumed)
Jun-85	3.30	0.65		0.00
Jul-85	3.21	1.15	0.01	0.01
Aug-85	2.96	1.27		2.00
Sep-85	3.10	4.46	1.20	0.50
Oct-85	1.85	4.10		0.01
Nov-85	1.64	3.37		0.01
Dec-85	1.63	3.01		
Jan-86	1.62	3.60		
Feb-86	1.60	4.18		
Mar-86	1.64	4.32		
Apr-86	1.80	4.46	1.00	0.40
May-86	1.94	2.99		0.10
Jun-86	1.42	2.05		0.40
Jul-86	1.15	1.82		0.01
Aug-86	1.04	1.70	1.00	0.40
Sep-86	1.01	1.58		0.90
Oct-86	1.14	1.82	1.40	0.90
Nov-86	1.00	2.06		
Dec-86	1.06	2.16		
Jan-87	1.11	2.35		
Feb-87	1.18	2.54		
Mar-87	1.32	2.73	10.00	
Apr-87	1.36	2.82		

ค่าความเข้มข้นของน้ำในสระคูณกับปริมาณน้ำที่ซึมออกไปนั้นในแต่ละเดือน

4) คำนวณปริมาณเกลือที่ถูกน้ำที่สูบไปใช้พาออกไป โดยการใช้ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำในสระคูณกับปริมาณน้ำที่สูบไปใช้ในแต่ละเดือน

5) คำนวณปริมาณเกลือที่น้ำซึมเข้ามาจากน้ำใต้ดินพาเข้ามา โดยการใช้ค่าความเข้มข้นของเกลือน้ำใต้ดินคูณกับปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลเข้ามาในแต่ละเดือน

6) คำนวณปริมาณเกลือที่น้ำจากการไหลของน้ำผิวดินพาเข้ามา โดยการใช้ค่าความเข้มข้นของเกลือที่สมมติตามตารางที่ 5.18 ถึง ตารางที่ 5.20 คูณกับปริมาณน้ำไหลผิวดิน ในแต่ละเดือน

7) คำนวณปริมาณเกลือที่น้ำจากการไหลซึมเข้ามาจากชั้นดินไม่อิ่มตัวพามา โดยการใช้ค่าความเข้มข้นที่สมมติขึ้นคูณกับปริมาณน้ำที่ซึมเข้ามาจากชั้นดินไม่อิ่มตัวในแต่ละเดือน

8) เมื่อคำนวณปริมาณเกลือที่น้ำพาเข้า-ออก จากทุกองค์ประกอบของน้ำแล้ว ทำการเปรียบเทียบกับปริมาณเกลือที่ตกค้างอยู่ในสระกับข้อมูลจริงที่ได้จากการคูณค่าความเข้มข้นของเกลือของน้ำในสระกับค่าปริมาตรน้ำเก็บกักในแต่ละเดือน ซึ่งหากได้ค่าความแตกต่างกันน้อยระหว่างค่าที่คำนวณได้กับค่าที่เกิดขึ้นจริง จะแสดงได้ว่าสมมติฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีความใกล้เคียงถูกต้อง

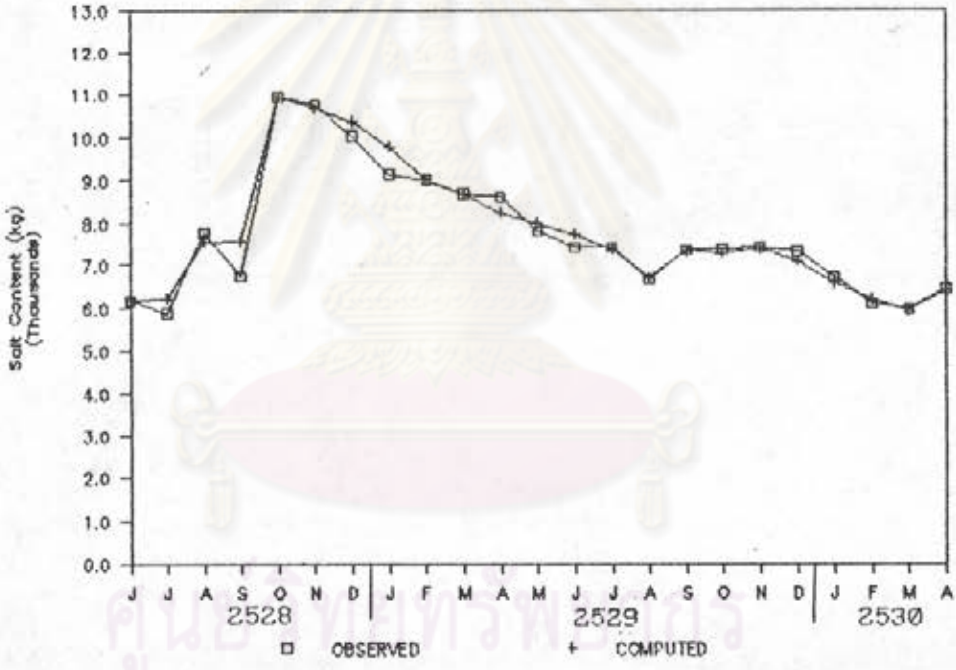
จากวิธีการดังกล่าวสามารถคำนวณปริมาณเกลือในส่วนต่าง ๆ ที่น้ำแต่ละประเภทนำเข้าและออกจากสระได้

5.2.2 <u>ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพความเค็มของน้ำ</u>

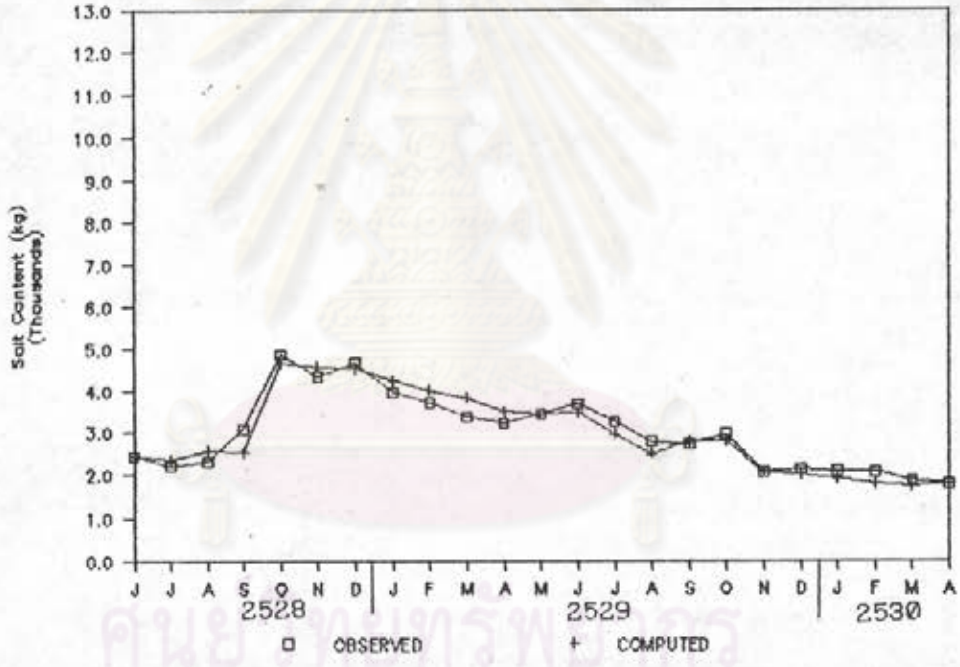
จากขั้นตอนการคำนวณดังกล่าวแล้ว ได้ผลการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง ในเชิงปริมาณของเกลือที่ตกค้างอยู่ในสระแต่ละเดือน แสดงเป็นรูปกราฟได้ดังรูปที่ 5.5 ถึงรูปที่ 5.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณเกลือในแต่ละเดือนเกือบไม่แตกต่างกันเลย ซึ่งถือได้ว่าค่าสมมติความเข้มข้นของเกลือในน้ำมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณเกลือที่องค์ประกอบน้ำแต่ละประเภทพาเข้า-ออกสระเป็นรายเดือน ของแต่ละสระ แสดงอยู่ในตารางที่ 5.21 ถึงตารางที่ 5.23 และตารางที่ 5.24 แสดงค่ารวมทั้ง 3 สระ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในสระหมายเลข 2 มีปริมาณเกลือเข้ามากกว่าเกลือออก ประมาณ 251 กก. ซึ่งแสดงว่าความเค็มเพิ่มขึ้นจากความเค็มเริ่มต้นประมาณ 4 % ในสระหมายเลข 3 มีปริมาณเกลือออกมากกว่าเกลือเข้าอยู่ประมาณ 650 กก. หรือเกลือในน้ำลดลงประมาณ 27 % จากเกลือเริ่มต้น ส่วนในสระหมายเลข 4 ปริมาณเกลือออกมีมากกว่าเกลือเข้าอย่างเห็นได้ชัดคือ 3786 กก. หรือมีเกลือลดลงจากเดิมประมาณ 57 % และเมื่อพิจารณาโดยรวมทั้ง 3 สระ แนวโน้มของปริมาณเกลือในสระจะลดลงประมาณ 4182 กก. หรือลดลงจากปริมาณเกลือเริ่มต้นประมาณ 27 %

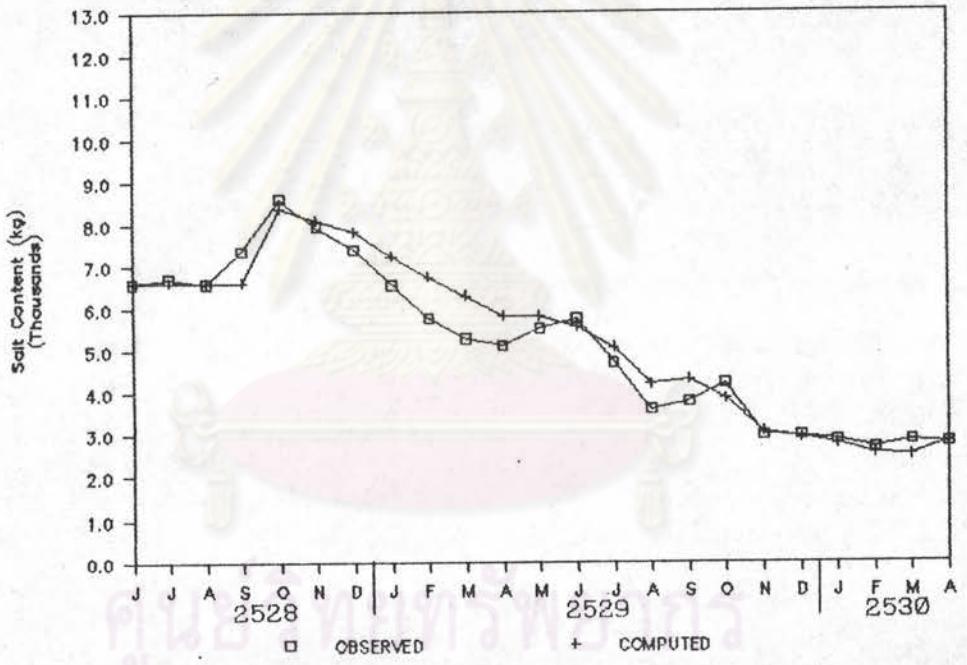
จากการแบ่งช่วงระยะเวลาพิจารณาตามหัวข้อที่ 5.1.2 เป็น 4 ช่วง ได้แยกปริมาณเกลือของแต่ละสระ ในช่วงต่าง ๆ ได้ดังในตารางที่ 5.25 ถึง ตารางที่ 5.27



รูปที่ 5.5 ปริมาณเกลือในน้ำเก็บกักเปรียบเทียบข้อมูลจริง
กับค่าที่คำนวณได้ของสระหมายเลข 2



รูปที่ 5.6 ปริมาณเกลือในน้ำเก็บกักเปรียบเทียบข้อมูลจริง
กับค่าที่คำนวณได้ของสระหมายเลข 3



รูปที่ 5.7 ปริมาณเกลือในน้ำเก็บกักเปรียบเทียบข้อมูลจริง
กับค่าที่คำนวณได้ของสระหมายเลข 4

ตารางที่ 5.21 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพเกลือ สระหมายเลข 2

Month	Salt Input Component: Ground Water Input kg	Paddy Overland Flow kg	Subsurface Input kg	Salt Output Component: Subsurface Output kg	Water Use kg	Ground Water Output kg	Input-Output kg	Salt Storage on First Day kg
Jun-85	40						40	6189
Jul-85	31	671	644				1346	6228
Aug-85	8		9				16	7574
Sep-85		2517	977			133	3362	7591
Oct-85			2			278	-275	10953
Nov-85			1			302	-301	10677
Dec-85				240		351	-591	10376
Jan-86				136	322	311	-769	9785
Feb-86				61		267	-328	9016
Mar-86				158		279	-437	8688
Apr-86		22				262	-240	8251
May-86			2			247	-245	8011
Jun-86			2		177	206	-381	7765
Jul-86					484	189	-673	7395
Aug-86		577	308		91	169	626	6712
Sep-86			249		98	204	-52	7337
Oct-86		126	474		270	211	120	7285
Nov-86				87		214	-301	7405
Dec-86				237	51	230	-518	7103
Jan-87				162		203	-365	6586
Feb-87				90		163	-253	6221
Mar-87		929		211	74	171	473	5968
Apr-87								6440
Subtotal:	78	4842	2668	1381	1565	4391	251	
Total		7589			7338		251	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.22 ผลการวิเคราะห์คุลยภาพเกลือ สระหมายเลข 3

Month	Salt Input Component			Salt Output Component			Input-Output	Salt Storage from First Day
	Ground Water Input kg	Paddy Overland Flow kg	Subsurface Input kg	Subsurface Output kg	Water Use kg	Ground Water Output kg	kg	kg
Jun-85	23				107		-84	2445
Jul-85	33	134	67		15		219	2361
Aug-85	12		12		66		-42	2581
Sep-85		2100	126			110	2116	2538
Oct-85				7		69	-76	4654
Nov-85				2		39	-41	4578
Dec-85				184		101	-285	4537
Jan-86				161		72	-232	4253
Feb-86				122		74	-196	4020
Mar-86				237		84	-322	3824
Apr-86		73	6			137	-58	3503
May-86			194			172	22	3445
Jun-86			170		501	170	-500	3466
Jul-86			24		369	125	-470	2966
Aug-86		473	96		204	82	284	2497
Sep-86			165		76	89	0	2781
Oct-86		104	101		856	69	-720	2780
Nov-86				10		45	-55	2061
Dec-86				36		56	-92	2006
Jan-87				73		54	-127	1914
Feb-87				21		45	-66	1787
Mar-87		171		26	21	50	74	1721
Apr-87								1795
Subtotal:	67	3056	961	877	2214	1642	-650	
Total		4084			4733		-650	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.23 ผลการวิเคราะห์คุลยภาพเกลือ สระหมายเลข 4

Month	Salt Input Component			Salt Output Component			Input-Output kg	Salt Storage on First Day kg
	Ground Water Input kg	Paddy Overland Flow kg	Subsurface Input kg	Subsurface Output kg	Water Use kg	Ground Water Output kg		
Jun-85	7						7	6597
Jul-85	6		1				7	6604
Aug-85			70		27	50	-7	6611
Sep-85		2539	30		524	271	1774	6604
Oct-85				98		181	-280	8378
Nov-85				75		195	-270	8099
Dec-85				429		169	-597	7829
Jan-86				369		134	-503	7231
Feb-86				344		99	-443	6728
Mar-86				233	136	91	-461	6285
Apr-86		79	7			86	0	5824
May-86			20		68	193	-241	5824
Jun-86			13		351	172	-509	5583
Jul-86					746	110	-856	5074
Aug-86		174	30		30	66	108	4217
Sep-86			109		476	85	-451	4325
Oct-86		109	51		888	61	-790	3874
Nov-86				117		29	-146	3085
Dec-86				85	36	33	-154	2939
Jan-87				198		29	-227	2785
Feb-87				33		23	-56	2558
Mar-87		447		110		26	311	2502
Apr-87								2814
Subtotal	12	3348	332	2091	3282	2103	-3783	
Total		3692			7475		-3783	

ตารางที่ 5.24 ผลการวิเคราะห์ดุลยภาพเกลือ รวมทั้ง 3 สระ

Month	Salt Input Component			Salt Output Component			Input-Output	Salt Storage on First Day
	Ground Water Input kg	Paddy Overland Flow kg	Subsurface Input kg	Subsurface Output kg	Water Use kg	Ground Water Output kg	kg	kg
Jun-85	69				107		-37	15231
Jul-85	69	305	713		15		1572	15193
Aug-85	20		91		93	50	-32	16765
Sep-85		7156	1133		524	514	7252	16733
Oct-85			2	105		528	-631	23985
Nov-85			1	77		536	-612	23354
Dec-85				853		621	-1473	22742
Jan-86				666	322	517	-1504	21268
Feb-86				527		440	-967	19764
Mar-86				628	136	455	-1219	18797
Apr-86		174	13			486	-298	17578
May-86			215		68	612	-465	17279
Jun-86			185		1028	547	-1390	16814
Jul-86			24		1599	424	-1999	15424
Aug-86		1224	434		324	316	1018	13425
Sep-86			523		650	377	-503	14443
Oct-86		340	625		2014	341	-1390	13940
Nov-86				214		289	-502	12550
Dec-86				357	87	319	-763	12048
Jan-87				433		286	-719	11285
Feb-87				144		231	-374	10565
Mar-87		1547		346	95	248	857	10191
Apr-87								11049
Subtotal:	158	11245	3961	4350	7061	8136	-4182	
Total		15365			19546		-4182	

ตารางที่ 5.25 ผลการจำแนกปริมาณเกลือเข้า-ออก ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของสระหมายเลข 2

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Salt Input Component (kg, %)	Ground Water Input	78	1.6%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	78	1.0%
	Paddy Overland flow	3188	65.1%	22	95.2%	703	40.5%	929	100.0%	4842	63.8%
	Subsurface Input	1633	33.3%	1	4.8%	1035	59.5%	0	0.0%	2668	35.2%
	Total	4899	64.6%	23	0.3%	1738	22.9%	929	12.2%	7589	100.0%
Salt Output Component (kg, %)	Subsurface Output	0	0.0%	595	22.1%	0	0.0%	787	41.5%	1381	18.8%
	Water Use	0	0.0%	322	12.0%	1119	47.7%	125	6.6%	1565	21.3%
	Ground Water Output	410	100.0%	1773	65.9%	1225	52.3%	982	51.9%	4391	59.8%
	Total	410	5.6%	2689	36.7%	2344	31.9%	1894	25.8%	7338	100.0%

ตารางที่ 5.26 ผลการจำแนกปริมาณเกลือเข้า-ออก ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของสระหมายเลข 3

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Salt Input Component (kg, %)	Ground Water Input	67	1.4%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	67	0.9%
	Paddy Overland flow	2234	45.6%	73	319.2%	578	33.2%	171	18.4%	3056	40.3%
	Subsurface Input	205	4.2%	6	27.2%	749	43.1%	0	0.0%	961	12.7%
	Total	2506	61.4%	80	1.9%	1327	32.5%	171	4.2%	4084	100.0%
Salt Output Component (kg, %)	Subsurface Output	7	1.6%	706	26.2%	0	0.0%	165	8.7%	877	12.0%
	Water Use	187	45.6%	0	0.0%	2005	85.5%	21	1.1%	2214	30.2%
	Ground Water Output	179	43.6%	508	18.9%	706	30.1%	250	13.2%	1642	22.4%
	Total	373	7.9%	1213	25.6%	2711	57.3%	436	9.2%	4733	100.0%

ตารางที่ 5.27 ผลการจำแนกปริมาณเกลือเข้า-ออก ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของสระหมายเลข 4

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Salt Input Component (kg, %)	Ground Water Input	12	0.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	12	0.2%
	Paddy Overland flow	2539	51.8%	79	343.4%	283	16.3%	447	48.1%	3348	44.1%
	Subsurface Input	102	2.1%	7	30.8%	223	12.8%	0	0.0%	332	4.4%
	Total	2653	71.9%	86	2.3%	506	13.7%	447	12.1%	3692	100.0%
Salt Output Component (kg, %)	Subsurface Output	98	23.9%	1451	53.9%	0	0.0%	542	28.6%	2091	28.5%
	Water Use	551	134.1%	136	5.1%	2559	109.2%	36	1.9%	3282	44.7%
	Ground Water Output	502	122.4%	774	28.8%	686	29.3%	140	7.4%	2103	28.7%
	Total	1151	15.4%	2361	31.6%	3245	43.4%	718	9.6%	7475	100.0%

และปริมาณเกลือของทั้ง 3 สระ แสดงในตารางที่ 5.28 ซึ่งพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่า ช่วงฤดูฝนแรก เกลือได้ถูกนำพาเข้ามามากที่สุดกว่าทุกช่วงประมาณ 10058 กก. โดยน้ำไหลผิวดินเป็นตัวสำคัญในการนำเข้ามา (ประมาณ 7960 กก.) ส่วนในช่วงฤดูฝนหลัง ปริมาณการนำเข้าของเกลือลดลงจากฤดูฝนแรกมีค่าประมาณ 3571 กก. ในช่วงฤดูแล้ง เกลือที่เข้ามามีปริมาณค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับช่วงฤดูฝน คือมีประมาณ 189-1547 กก. ส่วนปริมาณเกลือที่นำออกไปของน้ำทิ้งจากน้ำซึมออกในชั้นดินไม่อิ่มตัว น้ำใต้ดิน มีค่ารวมมากกว่าค่าน้ำที่สูบไปใช้ โดยน้ำซึมออกประมาณ 12486 กก. ส่วนน้ำใช้มีค่าประมาณ 7061 กก. ช่วงที่เกลือถูกนำออกไปมากที่สูง อยู่ในช่วงฤดูฝนหลัง ประมาณ 8300 กก. เนื่องจากมีการใช้น้ำไปมากที่สุดกว่าช่วงอื่น ๆ

5.2.3 <u>ปริมาณเกลือที่น้ำไหลผิวดินพาเข้ามาในสระ</u>

น้ำไหลผิวดินที่ไหลเข้าสระจะนำเอาเกลือที่แทรกปะปนอยู่กับผิวดินในท้องนาไหลเข้ามาในสระได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์ได้ปริมาณเกลือส่วนนี้แสดงอยู่ในตารางที่ 5.29 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าการนำเกลือเข้าอยู่เฉลี่ยระหว่าง 58-2385 กก./เดือน ซึ่งมักจะเกิดในช่วงเดือนที่มีฝนตกปริมาณมาก

5.2.4 <u>ปริมาณเกลือที่น้ำใต้ดินพาเข้า-ออกสระ</u>

ปริมาณเกลือที่ปะปนอยู่กับน้ำใต้ดิน เมื่อมีการไหลเข้า-ออกสระจะติดไปด้วย ซึ่งปริมาณเกลือส่วนนี้มีค่าตามช่วงระยะเวลาเดือนต่าง ๆ ดังตารางที่ 5.30 จึงจะเห็นได้ว่าในช่วง 3 เดือนแรก มีเกลือเข้ามาประมาณ 23 กก./เดือน หลังจากนั้นจะเป็นการนำเกลือออกไป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 61-150 กก./เดือน

5.2.5 <u>ปริมาณเกลือที่น้ำใต้ดินในชั้นดินไม่อิ่มตัวพาเข้า-ออกสระ</u>

น้ำที่ซึมเข้า-ออกสระในชั้นดินไม่อิ่มตัว เป็นน้ำที่พาเกลือเข้า-ออกได้เช่นกัน ซึ่งการประมาณค่าความเข้มข้นของความเค็มของน้ำในส่วนนี้ค่อนข้างจะยุ่งยาก ซึ่งจากผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.31 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในช่วงฤดูฝน จะเป็นการนำเกลือเข้ามา และในช่วงฤดูแล้ง จะเป็นการนำเอาเกลือออกไป

5.2.6 <u>ปริมาณเกลือที่ติดไปกับน้ำที่ถูกสูบไปใช้</u>

น้ำที่ถูกสูบไปใช้ได้นำเอาเกลือออกไปด้วย ซึ่งปริมาณเกลือที่นำออกไปย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณที่ถูกใช้ไป ปริมาณที่ได้แสดงในตารางที่ 5.32 ซึ่งมีอัตราการนำออกไปอยู่ระหว่าง 43-533 กก./เดือน ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนเป็นส่วนมาก ตามลักษณะการใช้น้ำที่ได้กล่าวแล้ว

ตารางที่ 5.28 ผลการจำแนกปริมาณเกลือเข้า-ออก ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของทั้ง 3 สระ

Main Component	Sub Component	Time Period: Jun 85 - Oct 85 (Rainy Season)		Nov 85 - Apr 86 (Dry Season)		May 86 - Oct 86 (Rainy Season)		Nov 86 - Mar 87 (Dry Season)		Total	
Salt Input Component (kg, %)	Ground Water Input	158	1.6%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	158	1.0%
	Paddy Overland flow	7960	79.1%	174	92.3%	1564	43.8%	1547	100.0%	11245	73.2%
	Subsurface Input	1939	19.3%	14	7.7%	2007	56.2%	0	0.0%	3961	25.8%
	Total	10058	65.5%	189	1.2%	3571	23.2%	1547	10.1%	15365	100.0%
Salt Output Component (kg, %)	Subsurface Output	105	5.4%	2751	43.9%	0	0.0%	1494	49.0%	4350	22.3%
	Water Use	738	38.1%	458	7.3%	5683	68.5%	182	6.0%	7061	36.1%
	Ground Water Output	1092	56.4%	3054	48.8%	2617	31.5%	1373	45.0%	8136	41.6%
	Total	1934	9.9%	6263	32.0%	8300	42.5%	3048	15.6%	19546	100.0%

ตารางที่ 5.29 ปริมาณเกลือที่น้ำไหลผิวดินพาเข้ามาในสระรายเดือน

Month	Paddy Overland Flow (kg)				
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average
Jun-85					
Jul-85	671	134		805	402
Aug-85					
Sep-85	2517	2100	2539	7156	2385
Oct-85					
Nov-85					
Dec-85					
Jan-86					
Feb-86					
Mar-86					
Apr-86	22	73	79	174	58
May-86					
Jun-86					
Jul-86					
Aug-86	577	473	174	1224	408
Sep-86					
Oct-86	126	104	109	340	113
Nov-86					
Dec-86					
Jan-87					
Feb-87					
Mar-87	929	171	447	1547	516
Total	4842	3056	3347	11245	3883

ตารางที่ 5.30 ปริมาณเกลือที่น้ำใต้ดินพาเข้า-ออกสระ

Month	Ground Water Input & output (kg)				
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average
Jun-85	40	23	7	69	23
Jul-85	31	33	6	69	23
Aug-85	8	12	-17	3	1
Sep-85	-68	-74	-87	-229	-76
Oct-85	-164	-59	-98	-321	-107
Nov-85	-195	-40	-119	-354	-118
Dec-85	-234	-94	-104	-432	-144
Jan-86	-209	-73	-83	-365	-122
Feb-86	-162	-75	-62	-299	-100
Mar-86	-164	-88	-56	-308	-103
Apr-86	-145	-136	-48	-329	-110
May-86	-145	-155	-100	-400	-133
Jun-86	-156	-173	-121	-450	-150
Jul-86	-149	-142	-96	-386	-129
Aug-86	-136	-94	-63	-293	-98
Sep-86	-158	-108	-84	-350	-117
Oct-86	-174	-80	-54	-308	-103
Nov-86	-168	-54	-29	-251	-84
Dec-86	-173	-63	-31	-267	-89
Jan-87	-150	-57	-26	-234	-78
Feb-87	-122	-43	-19	-184	-61
Mar-87	-122	-50	-20	-193	-64
Total	-2916	-1592	-1303	-5810	-1937

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.31 ปริมาณเกลือที่น้ำใต้ดินในชั้นดินไม่อิ่มตัว

พาเข้า-ออกสระ

Month	Subsurface Input & output (kg)				
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average
Jun-85					
Jul-85	644	67	1	713	238
Aug-85	9	12	70	91	30
Sep-85	977	126	30	1133	378
Oct-85	2	-7	-98	-102	-34
Nov-85	1	-2	-75	-76	-25
Dec-85	-240	-184	-429	-853	-284
Jan-86	-136	-161	-369	-666	-222
Feb-86	-61	-122	-344	-527	-176
Mar-86	-158	-237	-233	-628	-209
Apr-86		6	7	13	7
May-86	2	194	20	215	72
Jun-86	2	170	13	185	62
Jul-86		24		24	24
Aug-86	308	96	30	434	145
Sep-86	249	165	109	523	174
Oct-86	474	101	51	625	208
Nov-86	-87	-10	-117	-214	-71
Dec-86	-237	-36	-85	-357	-119
Jan-87	-162	-73	-198	-433	-144
Feb-87	-90	-21	-33	-144	-48
Mar-87	-211	-26	-110	-346	-115
Total	1287	83	-1759	-389	-111

ตารางที่ 5.32 ปริมาณเกลือที่ติดไปกับน้ำที่ถูกสูบไปใช้

Month	Water Use (kg)				
	Pond No.2	Pond No.3	Pond No.4	Total	Average
Jun-85		107		107	107
Jul-85		15		15	15
Aug-85		66	27	93	46
Sep-85			524	524	524
Oct-85					
Nov-85					
Dec-85					
Jan-86	322			322	322
Feb-86					
Mar-86			136	136	136
Apr-86					
May-86			68	68	68
Jun-86	177	501	351	1028	343
Jul-86	484	369	746	1599	533
Aug-86	91	204	30	324	108
Sep-86	98	76	476	650	217
Oct-86	270	856	888	2014	671
Nov-86					
Dec-86	51		36	87	43
Jan-87					
Feb-87					
Mar-87	74	21		95	48
Total	1565	2214	3282	7061	3180

5.3 ข้อสรุป

ในการขุดสระในเขตเกษตรน้ำฝน รูปแบบสระเก็บกักน้ำเป็นรูปแบบการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กแบบหนึ่งที่ใช้ในการเก็บกักน้ำฝนไว้ใช้ในยามขาดแคลน ในพื้นที่ที่มีปัญหาเรื่องความเค็ม การขุดสระอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสะสมความเค็มได้

ในการศึกษาครั้งนี้ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณทำให้เห็นว่า ในกรณีการขุดสระที่คำนึงถึงพื้นที่รับน้ำเช่นในกรณีศึกษานี้ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสระในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณเหลือไว้ใช้ตลอดฤดูแล้ง และแหล่งน้ำหลักที่ให้น้ำกับสระจะมาจากน้ำที่หลากจากพื้นที่นาเป็นลำดับหนึ่ง และน้ำฝนที่ตกลงสระโดยตรงเป็นลำดับสอง การสูญเสียน้ำจากสระจะมาจากการใช้น้ำ การระเหยและการซึมออก โดยมีปริมาณพอ ๆ กันทั้งสามองค์ประกอบ ลักษณะการขึ้นลงของระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยระดับน้ำในสระจะขึ้นสูงในฤดูฝน และลดลงในฤดูแล้ง ปริมาณน้ำในปลายฤดูฝนจะมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ความเข้มข้นของฝน และจำนวนวันฝนตกในช่วงฤดูฝน ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสระจากท้องนาจะมีปริมาณประมาณ 3 % - 6 % ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำในช่วงฤดูฝน

ในเรื่องความเค็มนั้น เกลือส่วนใหญ่จะไหลมากับน้ำที่บ่ามาจากท้องนา เกลือจะไหลเข้าสระมากในช่วงฝนตกใหญ่ช่วงหลังฝนทิ้งช่วง อันเนื่องมาจากการสะสมเกลือบริเวณพื้นผิวของท้องนา เกลือจะออกจากสระได้จาก การใช้น้ำและการซึมออก ปริมาณเกลือในสระจะเพิ่มมากในช่วงเก็บกักน้ำของฝนแรก และค่อย ๆ ลดปริมาณลงมาตลอด ส่วนความเค็มของน้ำในสระนั้นจะลดลงหลังฝนใหญ่ในช่วงเก็บกัก และค่อนข้างจะคงตัวหลังช่วงเก็บกักน้ำ ความเค็มจะเพิ่มขึ้นบ้างในช่วงฤดูแล้ง และลดลงในช่วงฤดูฝนใหม่. ความเค็มของน้ำในสระจะมีความเค็มประมาณ 1.5 มก./ลิตร ซึ่งอยู่ในระดับใช้งานได้สำหรับการเกษตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย