

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง

1. การหาสภาวะที่เหมาะสมของการวิเคราะห์ไอออนโครมาโทกราฟี

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลของความเข้มข้นของ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ ที่ใช้เป็นตัวชะสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออน

Na_2CO_3 (mM)	NaHCO_3 (mM)	Retention Time (min)						
		F^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}
1.5	1.5	2.38	3.73	4.55	6.90	8.03	10.63	12.37
1.8	1.2	2.37	3.75	4.57	6.93	8.05	10.83	12.67
2.1	0.9	2.33	3.68	4.48	6.82	7.92	10.27	11.90
2.4	0.6	2.37	3.70	4.50	6.83	7.95	10.40	12.08
2.7	0.3	2.35	3.65	4.43	6.73	7.82	9.98	11.45

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลของอัตราการไหลของ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ ที่ใช้เป็นตัวชะสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออน

Flow Rate mLmin^{-1}	Pressure psi	Retention Time (min)						
		F^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}
0.50	600	6.70	10.65	13.02	19.93	23.27	29.90	34.25
1.00	1100	3.38	5.35	6.52	9.98	11.63	14.90	17.02
1.50	1600	2.32	3.58	4.35	6.53	7.60	9.88	11.45
2.00	1900	1.97	3.02	3.63	5.42	6.27	8.08	9.32

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลของของความเข้มข้นของ H_2SO_4 ที่ใช้เป็นตัวชะสำหรับการวิเคราะห์ ปริมาณแคตไอออน

Concentration of H_2SO_4 (mM)	Retention Time (Min)					
	Li^+	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
8	4.28	5.20	5.95	7.55	15.60	18.97
10	3.85	4.60	5.23	6.57	10.93	13.15
11	3.68	4.38	4.95	6.17	9.50	11.33
12	3.63	4.28	4.80	5.95	8.42	9.98
15	3.32	3.85	4.27	5.20	6.22	7.22
17.5	3.18	3.65	4.02	4.80	5.38	6.13

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลของของอัตราการไหลของ H_2SO_4 ที่ใช้เป็นตัวชะสำหรับการวิเคราะห์ ปริมาณแคตไอออน

Flow Rate ml/min	Pressure psi	Retention Time (min)					
		Li^+	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
0.50	500	7.22	8.52	9.58	11.83	16.98	20.12
1.00	1100	3.63	4.27	4.80	5.92	8.53	10.08
1.50	1550	2.52	2.93	3.30	4.02	5.88	6.93
2.00	1850	2.07	2.42	2.70	3.28	4.82	5.65

2. การวิเคราะห์สมรรถนะของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออนและแคตไอออนด้วยเทคนิค
ไอออนโครมาโทกราฟี

ตารางภาคผนวกที่ 5 ช่วงความเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออน (linear
range)

Analyte	Amount (mg/L)	Peak Area			SD	% RSD
		1	2	Mean		
Fluoride	0.02	3389	3341	3365	34	1.01
	0.06	6804	6951	6878	104	1.51
	0.10	11409	10843	11126	400	3.60
	0.20	149468	149689	149579	156	0.10
	0.60	174093	173509	173801	413	0.24
	1.00	203872	201624	202748	1590	0.78
	2.00	336987	356384	346686	13716	3.96
	6.00	769871	771634	771634	1247	0.16
	10.00	1099500	1088950	1094225	7460	0.68
	20.00	2354180	2323900	2339040	21411	0.92
Chloride	0.03	2389	2772	2581	271	10.49
	0.09	6328	6166	6247	115	1.83
	0.15	13442	13296	13369	103	0.77
	0.30	19702	19966	19834	187	0.94
	0.90	69160	69718	69439	395	0.57
	1.50	123540	120821	122181	1923	1.57
	3.00	216518	212271	214395	3003	1.40
	9.00	646693	681580	664137	24669	3.71
	15.00	1074000	1062210	1068105	8337	0.78
	30.00	2528900	2496400	2512650	22981	0.91
Nitrite	0.10	3450	3441	3446	6	0.18
	0.30	11692	11687	11690	4	0.03
	0.50	19796	19763	19780	23	0.12
	1.00	42127	42291	42209	116	0.27
	3.00	127670	129055	128363	979	0.76
	5.00	220581	217719	219150	2024	0.92
	10.00	454166	450098	452132	2877	0.64
	30.00	1449010	1490440	1469725	29295	1.99
	50.00	2536560	2504300	2520430	22811	0.91
	100.00	5288210	5243010	5265610	31961	0.61

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

Bromide	0.10	2367	2136	2252	163	7.25
	0.30	8135	8009	8072	89	1.10
	0.50	12428	12788	12608	255	2.02
	1.00	26032	26587	26310	392	1.49
	3.00	78503	78743	78623	170	0.22
	5.00	136954	133516	135235	2431	1.80
	10.00	274621	272527	273574	1481	0.54
	30.00	865994	871495	868745	3890	0.45
	50.00	1519810	1506740	1513275	9242	0.61
	100.00	3372450	3338260	3355355	24176	0.72
Nitrate	0.10	3187	3299	3243	79	2.44
	0.30	10452	10344	10398	76	0.73
	0.50	20527	20745	20636	154	0.75
	1.00	37356	37111	37234	173	0.47
	3.00	111340	112101	111721	538	0.48
	5.00	203177	197975	200576	3678	1.83
	10.00	372728	366807	369768	4187	1.13
	30.00	1112950	1121510	1117230	6053	0.54
	50.00	1919670	1905990	1912830	9673	0.51
	100.00	4290700	4249940	4270320	28822	0.67
Phosphate	0.15	1554	0	1554		0.00
	0.45	6392	7358	6875	683	9.94
	0.75	11960	11243	11602	507	4.37
	1.50	25204	24939	25072	187	0.75
	4.50	74606	75392	74999	556	0.74
	7.50	131106	128785	129946	1641	1.26
	15.00	266820	265030	265925	1266	0.48
	45.00	839529	850589	845059	7821	0.93
	75.00	1480720	1469380	1475050	8019	0.54
	150.00	3276870	3254150	3265510	16065	0.49
Sulfate	0.15	6443	6531	6487	62	0.96
	0.45	22778	23470	23124	489	2.12
	0.75	36059	34136	35098	1360	3.87
	1.50	69520	69207	69364	221	0.32
	4.50	223894	224606	224250	503	0.22
	7.50	400329	394456	397393	4153	1.05
	15.00	743775	736706	740241	4999	0.68
	45.00	2308670	2316520	2312595	5551	0.24
	75.00	3996560	3976800	3986680	13972	0.35
	150.00	8939980	8875510	8907745	45587	0.51

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออน (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ และ SO₄²⁻) จำนวน 7 ครั้ง

Ion	Amount							Mean	SD
	1	2	3	4	5	6	7		
Fluoride	0.0530	0.0473	0.0514	0.0487	0.0486	0.0484	0.0474	0.0493	0.0021
Chloride	0.0489	0.0558	0.0519	0.0538	0.0522	0.0537	0.0531	0.0528	0.0022
Nitrite	0.2309	0.2259	0.2362	0.2384	0.2394	0.2329	0.2396	0.2347	0.0051
Bromide	0.2213	0.2104	0.2236	0.2198	0.2177	0.2097	0.2154	0.2169	0.0053
Nitrate	0.1878	0.1837	0.2028	0.1832	0.1821	0.1862	0.1930	0.1884	0.0073
Phosphate	0.3147	0.3193	0.3433	0.3280	0.3383	0.3396	0.4127	0.3423	0.0329
Sulfate	0.3208	0.3250	0.3063	0.3303	0.3087	0.3253	0.3129	0.3185	0.0092

ตารางภาคผนวกที่ 7 ขีดจำกัดการตรวจวัด (method detection limit, MDL) ของการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออน

Ion	Mean	SD	%RSD	MDL (mg L ⁻¹)
Fluoride	0.0493	0.0021	4.32	0.0066
Chloride	0.0528	0.0022	4.08	0.0069
Nitrite	0.2347	0.0051	2.18	0.0160
Bromide	0.2169	0.0053	2.45	0.0166
Nitrate	0.1884	0.0073	3.90	0.0229
Phosphate	0.3423	0.0329	9.60	0.1033
Sulfate	0.3185	0.0092	2.90	0.0289

การคำนวณ (Pfeff *et al.*, 1999)

$$MDL = SD \times 3.14$$

เมื่อ 3.14 เป็นค่า Student's t ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (n=7)

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์หรือผลการได้กลับคืนของแอนไอออนใน Deionized water
จำนวน 7 ครั้ง

Ion	Amount (mg L ⁻¹)							Mean	SD
	1	2	3	4	5	6	7		
Fluoride	0.0530	0.0473	0.0514	0.0487	0.0486	0.0484	0.0474	0.0493	0.0021
Chloride	0.0489	0.0558	0.0519	0.0538	0.0522	0.0537	0.0531	0.0528	0.0022
Nitrite	0.2309	0.2259	0.2362	0.2384	0.2394	0.2329	0.2396	0.2347	0.0051
Bromide	0.2213	0.2104	0.2236	0.2198	0.2177	0.2097	0.2154	0.2169	0.0053
Nitrate	0.1878	0.1837	0.2028	0.1832	0.1821	0.1862	0.1930	0.1884	0.0073
Phosphate	0.3147	0.3193	0.3433	0.3280	0.3383	0.3396	0.4127	0.3423	0.0329
Sulfate	0.3208	0.3250	0.3063	0.3303	0.3087	0.3253	0.3129	0.3185	0.0092

ตารางภาคผนวกที่ 9 ร้อยละการได้กลับคืนของการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออนใน Deionized
water

Ion	Added Amount (mg/L)	Found Amount (mg/L)	% Recovery
Fluoride	0.04	0.0493	123.15
Chloride	0.06	0.0528	87.97
Nitrite	0.20	0.2347	117.37
Bromide	0.20	0.2169	108.44
Nitrate	0.20	0.1884	94.20
Phosphate	0.30	0.3423	114.09
Sulfate	0.30	0.3185	106.15

การคำนวณ (Pfeff *et al.*, 1999)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Found Amount}}{\text{Added Amount}} \times 100$$

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์หรือผลการได้กลับคืนของแอนไอออนในน้ำฝน
จำนวน 7 ครั้ง

Ion	Amount (mg L ⁻¹)							Mean	SD	%RSD
	1	2	3	4	5	6	7			
Fluoride	0.0477	0.0475	0.0482	0.0477	0.0469	0.0487	0.0472	0.0477	0.0006	1.24
Chloride	3.5518	3.5597	3.5579	3.5298	3.5702	3.5836	3.5434	3.5566	0.0175	0.49
Nitrite	0.2399	0.2381	0.2409	0.2475	0.2457	0.2378	0.2464	0.2423	0.0041	1.69
Bromide	0.2284	0.2448	0.2219	0.2007	0.2171	0.2328	0.2251	0.2244	0.0137	6.09
Nitrate	0.7227	0.7040	0.7172	0.7277	0.7140	0.7205	0.7071	0.7162	0.0085	1.18
Phosphate	0.3628	0.3664	0.3070	0.3416	0.3916	0.3937	0.3702	0.3619	0.0300	8.30
Sulfate	1.9138	1.9088	1.8941	1.9027	1.9322	1.9214	1.9335	1.9152	0.0147	0.77

ตารางภาคผนวกที่ 11 ร้อยละการได้กลับคืนของการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออนในน้ำฝน

Ion	Added Amount (mg L ⁻¹)	Sample Amount (mg L ⁻¹)	Found Amount (mg L ⁻¹)	% Recovery
Fluoride	0.04	0.00	0.0477	119.26
Chloride	0.06	4.3381	3.5600	80.94
Nitrite	0.20	0.00	0.2423	121.17
Bromide	0.20	0.00	0.2244	112.20
Nitrate	0.20	0.5729	0.7162	92.66
Phosphate	0.30	0.00	0.3619	120.63
Sulfate	0.30	2.0127	1.9152	82.81

การคำนวณ (Funga และ Lau, 1998)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Found Amount}}{\text{Added Amount} + \text{Sample Amount}} \times 100$$

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออน
จำนวน 7 ครั้ง (amount precision)

Ion	Amount							Mean	SD	%RSD
	1	2	3	4	5	6	7			
Fluoride	0.0530	0.0473	0.0514	0.0487	0.0486	0.0484	0.0474	0.0493	0.0021	4.32
Chloride	0.0489	0.0558	0.0519	0.0538	0.0522	0.0537	0.0531	0.0528	0.0022	4.08
Nitrite	0.2309	0.2259	0.2362	0.2384	0.2394	0.2329	0.2396	0.2347	0.0051	2.18
Bromide	0.2213	0.2104	0.2236	0.2198	0.2177	0.2097	0.2154	0.2169	0.0053	2.45
Nitrate	0.1878	0.1837	0.2028	0.1832	0.1821	0.1862	0.1930	0.1884	0.0073	3.90
Phosphate	0.3147	0.3193	0.3433	0.3280	0.3383	0.3396	0.4127	0.3423	0.0329	9.60
Sulfate	0.3208	0.3250	0.3063	0.3303	0.3087	0.3253	0.3129	0.3185	0.0092	2.90

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของ retention time ของการวิเคราะห์ปริมาณ
แอนไอออนจำนวน 7 ครั้ง (retention time precision)

Ion	Retention Time							Mean	SD	%RSD
	1	2	3	4	5	6	7			
Fluoride	2.3000	2.3333	2.3000	2.3000	2.3000	2.3000	2.2833	2.3024	0.0150	0.65
Chloride	3.6167	3.5333	3.6000	3.6000	3.6000	3.6000	3.6000	3.5929	0.0270	0.75
Nitrite	4.3667	4.2667	4.3500	4.3500	4.3500	4.3333	4.3333	4.3357	0.0325	0.75
Bromide	6.6167	6.4667	6.5500	6.5333	6.5333	6.5167	6.5000	6.5310	0.0466	0.71
Nitrate	7.6333	7.4833	7.5833	7.5667	7.5500	7.5500	7.5167	7.5548	0.0478	0.63
Phosphate	9.6500	9.5667	9.6500	9.6500	9.6500	9.6667	9.6667	9.6429	0.0345	0.36
Sulfate	11.6000	11.4833	11.6500	11.6500	11.6833	11.7000	11.7000	11.6381	0.0768	0.66

ตารางภาคผนวกที่ 14 ช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออน (linear range)

Li ⁺	1	2	Mean	SD	%RSD
0.0025	1027	1084	1056	40	3.82
0.0125	5567	5555	5561	8	0.15
0.025	11160	11487	11324	231	2.04
0.05	23333	23043	23188	205	0.88
0.125	48086	45915	47001	1535	3.27
0.25	110301	108097	109199	1558	1.43
0.75	360202	359516	359859	485	0.13
1.25	625165	624031	624598	802	0.13
1.75	860591	860057	860324	378	0.04
2.50	1226120	1225410	1225765	502	0.04
5.00	2371374	2364930	2368152	4557	0.19
7.50	3659640	3663120	3661380	2461	0.07
10.00	4733143	4726105	4729624	4977	0.11
15.00	7121541	7110001	7115771	8160	0.11
25.00	11770634	11769535	11770085	777	0.01
50.00	24224600	24217891	24221246	4744	0.02
Na ⁺	1	2	Mean	SD	%RSD
0.01	9283	9361	9322	55	0.59
0.05	11276	11920	11598	455	3.93
0.10	22050	22452	22251	284	1.28
0.20	35088	35165	35126.5	54	0.16
0.50	70069	64729	67399	3776	5.60
1.00	148608	145790	147199	1993	1.35
3.00	462218	458659	460438.5	2517	0.55
5.00	792733	791842	792287.5	630	0.08
7.00	1119760	1091320	1105540	20110	1.82
10.00	1550920	1549570	1550245	955	0.06
20.00	3052428	3045936	3049182	4591	0.15
30.00	4640020	4642710	4641365	1902	0.04
40.00	6068219	6064157	6066188	2872	0.05
60.00	9094159	9073938	9084049	14298	0.16
100.00	15029670	15026231	15027951	2432	0.02
200.00	30673312	31212781	30943047	381462	1.23

ตารางภาคผนวกที่ 14 (ต่อ)

NH ₄ ⁺	1	2	Mean	SD	%RSD
0.0125	9661	9850	9755.5	134	1.37
0.0625	17551	18310	17930.5	537	2.99
0.125	26827	27719	27273	631	2.31
0.25	47048	47413	47230.5	258	0.55
0.625	97074	95203	96138.5	1323	1.38
1.25	176818	174986	175902	1295	0.74
3.75	456184	460321	458252.5	2925	0.64
6.25	704609	703162	703885.5	1023	0.15
8.75	892281	894606	893443.5	1644	0.18
12.50	1156130	1155010	1155570	792	0.07
25.00	1790471	1791128	1790800	465	0.03
37.50	2431200	2435410	2433305	2977	0.12
50.00	2833491	2829459	2831475	2851	0.10
75.00	3698305	3697659	3697982	457	0.01
125.00	5104751	5105216	5104984	329	0.01
250.00	8310641	8371475	8341058	43016	0.52
K ⁺	1	2	Mean	SD	%RSD
0.025	4044	4018	4031	18	0.46
0.125	12734	12860	12797	89	0.70
0.25	24876	25686	25281	573	2.27
0.50	49444	48746	49095	494	1.01
1.25	104895	101371	103133	2492	2.42
2.50	233209	228783	230996	3130	1.35
7.50	735813	743236	739524.5	5249	0.71
12.50	1290140	1286510	1288325	2567	0.20
17.50	1779140	1781450	1780295	1633	0.09
25.00	2549810	2549560	2549685	177	0.01
50.00	5057280	5052902	5055091	3096	0.06
75.00	7623100	7622580	7622840	368	0.00
100.00	10072416	10070380	10071398	1440	0.01
150.00	15147530	15135926	15141728	8205	0.05
250.00	25012537	24995084	25003811	12341	0.05
500.00	50009701	50104578	50057140	67088	0.13

ตารางภาคผนวกที่ 14 (ต่อ)

Mg ²⁺	1	2	Mean	SD	%RSD
0.0125	4703	4605	4654	69	1.49
0.0625	17419	17682	17550.5	186	1.06
0.125	35703	35669	35686	24	0.07
0.25	70546	69846	70196	495	0.71
0.625	136417	152064	144240.5	11064	7.67
1.25	338533	333034	335783.5	3888	1.16
3.75	1089160	1084260	1086710	3465	0.32
6.25	1884910	1882450	1883680	1739	0.09
8.75	2591250	2589550	2590400	1202	0.05
12.50	3686300	3684210	3685255	1478	0.04
25.00	6878108	6870928	6874518	5077	0.07
37.50	10882900	10897600	10882900	10394	0.10
50.00	13413083	13468711	13440897	39335	0.29
75.00	19846507	19724234	19785371	86460	0.44
125.00	31395880	30898361	31147121	351799	1.13
250.00	58018932	59432151	58725542	999297	1.70
Ca ²⁺	1	2	Mean	SD	%RSD
0.025	9880	9937	9908.5	40	cdh
0.125	26532	26376	26454	110	0.42
0.25	49397	49812	49604.5	293	0.59
0.50	96271	97363	96817	772	0.80
1.25	200210	192969	196589.5	5120	2.60
2.50	422964	415771	419367.5	5086	1.21
7.50	1369350	1360600	1364975	6187	0.45
12.50	2346950	2343440	2345195	2482	0.11
17.50	3249330	3250680	3250005	955	0.03
25.00	4601460	4597140	4599300	3055	0.07
50.00	9236620	9251360	9243990	10423	0.11
75.00	13781900	13782400	13782150	354	0.00
100.00	18454193	18427043	18440618	19198	0.10
150.00	27911268	27934286	27922777	16276	0.06
250.00	46145981	46153759	46149870	5500	0.01
500.00	90933365	91042134	90987750	76911	0.08

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออน (Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} และ Ca^{2+}) จำนวน 7 ครั้ง

Ion	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SD
Lithium	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0248	0.0248	0.0247	0.00004
Sodium	0.0786	0.0805	0.0811	0.0817	0.0817	0.0826	0.0831	0.0813	0.0015
Ammonium	0.1430	0.1412	0.1427	0.1481	0.1453	0.1486	0.1521	0.1459	0.0039
Potassium	0.2477	0.2482	0.2479	0.2468	0.2487	0.2496	0.2498	0.2484	0.0011
Magnesium	0.1247	0.1231	0.1258	0.1252	0.1243	0.1264	0.1230	0.1247	0.0013
Calcium	0.2459	0.2431	0.2455	0.2443	0.2457	0.2480	0.2500	0.2461	0.0023

ตารางภาคผนวกที่ 16 ขีดจำกัดการตรวจวัด (method detection limit, MDL) ของการวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออน

ION	Mean	SD	%RSD	MDL
Lithium	0.0247	0.00004	0.14	0.0001
Sodium	0.0813	0.0015	1.81	0.0046
Ammonium	0.1459	0.0039	2.68	0.0123
Potassium	0.2484	0.0011	0.43	0.0033
Magnesium	0.1247	0.0013	1.04	0.0041
Calcium	0.2461	0.0023	0.93	0.0072

การคำนวณ (Pfeff *et al.*, 1999)

$$\text{MDL} = \text{SD} \times 3.14$$

เมื่อ 3.14 เป็นค่า Student's t ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (n=7)

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ร้อยละการได้กลับคืนของแคตไอออนใน deionized water

Ion	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SD	% RSD
Lithium	0.1245	0.1246	0.1233	0.1235	0.1249	0.1249	0.1243	0.1243	0.0006	0.52
Sodium	0.6776	0.6796	0.6776	0.6777	0.684	0.6819	0.6828	0.6797	0.0027	0.40
Ammonium	0.7671	0.7696	0.7698	0.7706	0.7742	0.7788	0.7816	0.7717	0.0053	0.69
Potassium	1.2473	1.2497	1.2483	1.2491	1.2527	1.2522	1.2511	1.2499	0.0020	0.16
Magnesium	0.6302	0.6311	0.6314	0.6309	0.6304	0.633	0.6332	0.6312	0.0012	0.19
Calcium	1.3431	1.3430	1.3447	1.3463	1.3489	1.3529	1.3516	1.3465	0.0040	0.30

ตารางภาคผนวกที่ 18 ร้อยละการได้กลับคืนของการวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออนใน deionized water

Ion	Added Amount (mg L ⁻¹)	Found Amount (mg L ⁻¹)	% Recovery
Lithium	0.125	0.1243	99.41
Sodium	0.500	0.6797	135.55
Ammonium	0.625	0.7717	123.47
Potassium	1.250	1.2499	99.99
Magnesium	0.625	0.6312	100.99
Calcium	1.250	1.3465	107.72

การคำนวณ (Pfeff *et al.*, 1999)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Found Amount}}{\text{Added Amount}} \times 100$$

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ร้อยละการได้กลับคืนของแคตไอออนในน้ำฝน

Ion	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SD	% RSD
Lithium	0.1228	0.1234	0.1227	0.1228	0.1225	0.1224	0.1231	0.1228	0.0003	0.28
Sodium	0.7333	0.7346	0.7321	0.7327	0.7331	0.7352	0.7365	0.7335	0.0016	0.21
Ammonium	0.7319	0.7357	0.7330	0.7344	0.7364	0.7378	0.7437	0.7348	0.0039	0.53
Potassium	1.2176	1.2195	1.2176	1.2197	1.2201	1.2222	1.2221	1.2195	0.0019	0.15
Magnesium	0.6242	0.6281	0.6271	0.6305	0.6304	0.6318	0.6323	0.6287	0.0029	0.46
Calcium	1.3276	1.3236	1.3232	1.3324	1.3333	1.3426	1.3447	1.3304	0.0086	0.65

ตารางภาคผนวกที่ 20 ร้อยละการได้กลับคืนของการวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออนในน้ำฝน

Ion	Added Amount (mg L ⁻¹)	Sample Amount (mg L ⁻¹)	Found Amount (mg L ⁻¹)	% Recovery
Lithium	0.125	0.0003	0.1228	97.98
Sodium	0.500	0.0572	0.7335	131.65
Ammonium	0.625	0.0262	0.7348	112.85
Potassium	1.250	0.0236	1.2195	95.75
Magnesium	0.625	0.0030	0.6287	100.11
Calcium	1.250	0.0365	1.3304	103.41

การคำนวณ (Funga และ Lau, 1998)

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Found Amount}}{\text{Added Amount} + \text{Sample Amount}} \times 100$$

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออน
จำนวน 7 ครั้ง (amount precision)

Ion	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SD	%RSD
Lithium	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0247	0.0248	0.0248	0.0247	0.00004	0.14
Sodium	0.0786	0.0805	0.0811	0.0817	0.0817	0.0826	0.0831	0.0813	0.0015	1.81
Ammonium	0.1430	0.1412	0.1427	0.1481	0.1453	0.1486	0.1521	0.1459	0.0039	2.68
Potassium	0.2477	0.2482	0.2479	0.2468	0.2487	0.2496	0.2498	0.2484	0.0011	0.43
Magnesium	0.1247	0.1231	0.1258	0.1252	0.1243	0.1264	0.1230	0.1247	0.0013	1.04
Calcium	0.2459	0.2431	0.2455	0.2443	0.2457	0.2480	0.2500	0.2461	0.0023	0.93

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของ retention time สำหรับการวิเคราะห์
ปริมาณแคตไอออน (retention time precision)

Ion	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SD	%RSD
Lithium	3.58	3.60	3.60	3.60	3.58	3.58	3.60	3.59	0.011	0.30
Sodium	4.20	4.22	4.22	4.22	4.20	4.20	4.22	4.21	0.011	0.25
Ammonium	4.73	4.73	4.73	4.73	4.73	4.72	4.73	4.73	0.004	0.08
Potassium	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	0.000	0.00
Magnesium	8.82	8.82	8.82	8.82	8.82	8.82	8.83	8.82	0.004	0.04
Calcium	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	10.38	10.40	10.38	0.008	0.07

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์น้ำฝน

จุดเก็บตัวอย่าง

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| S1 ดาดฟ้าตึกเคมี คณะวิทยาศาสตร์ | S7 ห้องสรรพสินค้าแม่คโคโร |
| S2 สามแยกคองหงส์ | S8 สนามกีฬาจิระนคร |
| S3 ถนนศรีภูวนารถ (หน้าห้างไดอาน่า) | S9 สวนสาธารณะ |
| S4 วงเวียนถนนเพชรเกษม | S10 โรงเรียนหาดใหญ่สมบูรณกุลกัลยา |
| S5 สถานีรถไฟ | S11 ลีแยกไปสตูล (ควนลัง) |
| S6 โรงเรียนศรีนคร | S12 ถนนราษฎร์ยินดี |

ตารางภาคผนวกที่ 23 ข้อมูลทั่วไปของการเก็บตัวอย่าง

สถานที่ เก็บตัวอย่าง	ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง				ทิศทางการม ^a	ความเร็วลม (m/s) ^b	ปริมาตร (mm) ^c
	เริ่มต้น		สิ้นสุด				
S1/1	21-Sep-04	12.45	21-Sep-04	13.15	SW	1	0.7
S1/2	21-Sep-04	13.15	21-Sep-04	13.45	SW	1	0.7
S1/3	27-Sep-04	10.00	27-Sep-04	12.00	C	0	16.1
S1/4	29-Sep-04	11.30	29-Sep-04	12.30	C	0	2.1
S3/1	21-Nov-04	23.00	21-Nov-04	23.30	NE	1	2.1
S12	26-Nov-04	23.00	26-Nov-04	23.45	NE	2	13.2
S1/5	27-Nov-04	15.00	27-Nov-04	19.00	E	1	7.8
S2	27-Nov-04	17.00	27-Nov-04	19.00	E	1	7.8
S3/2	3-Dec-04	11.30	3-Dec-04	13.45	C	0	1.5
S6/1	3-Dec-04	11.30	3-Dec-04	13.45	C	0	1.5
S7	6-Dec-04	19.00	7-Dec-04	7.30	C	0	5.3
S3/3	7-Dec-04	8.30	7-Dec-04	14.00	C	0	7.9
S9	7-Dec-04	8.30	8-Dec-04	10.00	C	0	8.5
S6/2	8-Dec-04	13.30	8-Dec-04	14.30	NE	2	57.5
S11	8-Dec-04	16.30	9-Dec-04	13.00	NE	2	57.5
S10	8-Dec-04	17.00	9-Dec-04	13.00	C	0	57.5
S4	8-Dec-04	14.00	9-Dec-04	14.00	C	0	57.5
S5/1	10-Dec-04	13.00	10-Dec-04	20.00	NE	4	2.2
S8/1	10-Dec-04	20.30	11-Dec-04	7.10	NE	4	18.2
S5/2	10-Dec-04	20.30	11-Dec-04	7.10	NE	4	18.2
S8/2	11-Dec-04	7.10	11-Dec-04	17.30	NE	3	2.4
S5/3	11-Dec-04	7.10	11-Dec-04	17.30	NE	3	2.4

หมายเหตุ	NE	หมายถึง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
	E	หมายถึง	ทิศตะวันออก
	W	หมายถึง	ทิศตะวันตก
	SW	หมายถึง	ทิศตะวันตกเฉียงใต้
	C	หมายถึง	ลมสงบ

a, b และ c ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศเกษตรกรรมของ ส.หัดใหญ่ จ.สงขลา

ตารางภาคผนวกที่ 24 ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณแอนไอออนในน้ำฝน

สถานที่ เก็บตัวอย่าง	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)
S1/1	0.13	0.54	ND	3.49	2.95
S1/2	0.24	0.60	ND	3.35	2.82
S1/3	0.07	0.71	ND	3.26	2.89
S1/4	0.01	0.47	ND	2.52	0.44
S3/1	0.32	1.35	ND	0.08	1.47
S12	0.02	0.42	ND	1.86	0.41
S1/5	0.06	1.02	ND	0.25	0.48
S2	0.10	2.23	ND	0.96	0.76
S3/2	0.19	1.06	0.08	3.68	0.82
S6/1	0.18	1.19	0.08	4.88	0.87
S7	0.09	3.51	ND	1.91	4.04
S3/3	0.14	2.06	ND	1.90	2.46
S9	0.06	0.96	ND	0.56	1.63
S6/2	0.10	0.15	ND	0.39	0.34
S11	0.03	0.62	0.06	0.50	0.66
S10	0.03	0.85	ND	0.26	0.66
S4	0.04	0.96	0.09	0.45	1.02
S5/1	0.11	13.34	ND	3.97	8.41
S8/1	0.02	4.61	ND	0.56	1.98
S5/2	0.02	4.80	ND	0.54	2.03
S8/2	0.09	31.92	0.08	3.33	8.33
S5/3	0.09	15.67	ND	2.17	5.40

หมายเหตุ ND หมายถึง Non Detectable ไม่สามารถตรวจวัดได้ (< MDL)

ตารางภาคผนวกที่ 25 ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณแคตไอออน ค่าความเป็นกรดต่างและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำฝน

สถานที่ เก็บตัวอย่าง	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	pH	EC
	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	pH unit	(μScm ⁻¹)
S1/1	0.41	0.40	0.39	0.16	0.44	4.86	11.17
S1/2	0.42	0.35	0.39	0.16	0.41	4.86	11.17
S1/3	0.38	0.40	0.38	0.17	0.44	5.26	8.98
S1/4	0.43	0.56	0.09	0.07	0.20	5.64	9.29
S3/1	1.02	0.04	0.75	0.22	1.96	7.76	18.06
S12	0.37	0.38	0.08	0.06	0.23	5.64	8.45
S1/5	1.01	0.01	0.16	0.11	0.12	5.64	9.29
S2	1.71	0.43	0.15	0.19	0.21	4.90	13.98
S3/2	1.08	1.25	0.29	0.11	0.50	4.65	15.64
S6/1	0.96	1.51	0.28	0.12	0.64	4.99	19.69
S7	2.14	1.31	0.36	0.25	0.25	3.95	36.30
S3/3	1.44	0.94	0.20	0.18	0.86	4.39	24.42
S9	0.71	0.68	0.14	0.08	0.17	4.45	12.29
S6/2	0.21	0.21	0.08	0.02	0.15	4.66	5.67
S11	0.41	0.27	0.03	0.04	0.78	6.09	11.23
S10	0.51	0.23	0.03	0.05	0.23	5.54	9.13
S4	0.59	0.38	0.04	0.07	1.04	6.16	12.57
S5/1	7.20	2.23	0.58	0.92	1.51	4.53	79.59
S8/1	2.53	0.43	0.13	0.29	0.14	4.42	23.84
S5/2	2.62	0.41	0.13	0.31	0.11	4.34	24.51
S8/2	14.30	1.79	0.75	1.78	2.69	5.35	119.67
S5/3	7.63	1.45	0.47	0.95	1.07	4.19	73.76

หมายเหตุ ND หมายถึง Non Detectable ไม่สามารถตรวจวัดได้ (< MDL)