

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย ตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่งและตัวอย่างทราย บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา ทั้ง 5 สถานีที่กำหนดไว้ และแต่ละสถานีแบ่งเขตบนหาดทรายเป็น 3 เขตเก็บตัวอย่าง โดยเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนสิงหาคม 2544 และนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามที่กำหนดดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายจำนวน 483 ตัวอย่าง และตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่งจำนวน 195 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในน้ำ ได้แก่ ฟอสเฟต ซิลิเกต ไนโตรเจนในเตรตและแอมโมเนีย และคุณสมบัติบางประการในน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็ม

2. ตัวอย่างทรายจำนวน 135 ตัวอย่าง ในการวิเคราะห์หาขนาดของอนุภาคทราย โดยแสดงเป็นค่ากลางของขนาดอนุภาค และตัวอย่างทรายจำนวน 495 ตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารของทราย โดยแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทราย

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างทรายที่ได้นี้ เป็นข้อมูลของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางเคมีและกายภาพบริเวณหาดทราย โดยแสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ $p < .05$ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งให้เห้นว่ามีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยความสัมพันธ์ระหว่าง เวลา * สถานี * เขตเก็บตัวอย่าง แสดงว่าข้อมูลของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางเคมีและกายภาพบริเวณหาดทรายระหว่างเขตเก็บตัวอย่าง มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสถานีและเวลาในการเก็บตัวอย่าง จากความแตกต่างที่ซับซ้อนนี้จึงวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ของแต่ละตัวแปร เพื่อต้องการทราบว่าระดับปัจจัยใดบ้างเป็นสำคัญที่ทำให้เกิดความแปรปรวน แล้วจึงนำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนั้น ๆ ของแต่ละตัวแปรและวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อเป็นแนวทางอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (MANOVA) ของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณหาดบางแสน-วอนนภา โดยใช้วิธีของ Pillai's Trace

ปัจจัย	MS	F	Hypothesis df	Error df	p
เวลา	0.998	2548.194	11	50	.000*
สถานี	2.662	9.584	44	212	.000*
เขต	1.311	8.818	22	102	.000*
เวลา * สถานี	2.355	6.894	44	212	.000*
เวลา * เขต	1.089	5.542	22	102	.000*
สถานี * เขต	3.777	4.635	88	456	.000*
เวลา * สถานี * เขต	2.976	3.069	88	456	.000*

* $p < .05$

1. ผลการวิเคราะห์น้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย และน้ำทะเลชายฝั่ง

1.1 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย และน้ำทะเลชายฝั่ง

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง คือ ฟอสเฟต ซิลิเกต ไนไตรต์ ไนเตรตและแอมโมเนีย ดังแสดงในตารางที่ 5 ชี้ให้เห็นว่าธาตุอาหารทั้งหมดมีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยร่วมระหว่าง เวลา * สถานี * เขตเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าข้อมูลของธาตุอาหารในน้ำระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสถานีและเวลาในการเก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตามหากพิจารณาขนาดความแปรปรวน (Mean Square : MS) พบว่าความแปรปรวนของเกือบทุกตัวแปรมาจากเขตเก็บตัวอย่างและเวลามากกว่าสถานี ยกเว้นไนเตรต ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างเขตเก็บตัวอย่างในแต่ละสถานีของธาตุอาหารต่าง ๆ มีน้อย ดังนั้นจุดศึกษา (plots) ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) จึงพิจารณาจากเวลาและเขตเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งหมด 52 จุด เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ครบทุกเขตในบางเดือนเพราะระดับของน้ำลงไม่ถึงเขตที่จะเก็บตัวอย่าง ดังนั้นจึงมีจุดศึกษาเพียง 46 จุดที่นำมาวิเคราะห์ มีผลสรุปดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่งใต้แก่ฟอสเฟต จีลิคต ในไตรด์ ไนเตรตและแอมโมเนีย

ปัจจัย	df	ฟอสเฟต			จีลิคต			ไนไตรด์			ไนเตรต			แอมโมเนีย		
		MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p
เวลา	12	0.599	69.756	.000*	2.113	247.875	.000*	0.199	44.239	.000*	1.675	113.410	.000*	1.414	88.398	.000*
สถานี	4	0.321	37.356	.000*	1.262	148.010	.000*	9.858E-02	36.612	.000*	1.969	133.341	.000*	1.011	63.179	.000*
เขต	3	3.657	425.766	.000*	13.104	1536.902	.000*	1.245	462.363	.000*	20.028	1356.003	.000*	40.178	2512.002	.000*
เวลา * สถานี	48	3.668E-02	4.270	.000*	6.627E-02	7.773	.000*	2.233E-02	8.294	.000*	0.256	17.327	.000*	0.188	11.782	.000*
เวลา * เขต	30	0.227	26.393	.000*	0.592	69.454	.000*	3.371E-02	12.520	.000*	0.333	22.549	.000*	0.509	31.852	.000*
สถานี * เขต	12	7.269E-02	8.463	.000*	0.120	14.096	.000*	8.055E-02	29.915	.000*	1.270	86.009	.000*	0.393	24.547	.000*
เวลา * สถานี * เขต	116	4.415E-02	5.140	.000*	4.901E-02	5.748	.000*	1.834E-02	6.812	.000*	0.164	11.077	.000*	0.115	7.202	.000*

*p < .05

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ของปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย และน้ำทะเลชายฝั่ง บริเวณหาดบางแสน -วอนนภา โดยแสดงค่า Eigenvalue และสัดส่วนความแปรปรวน

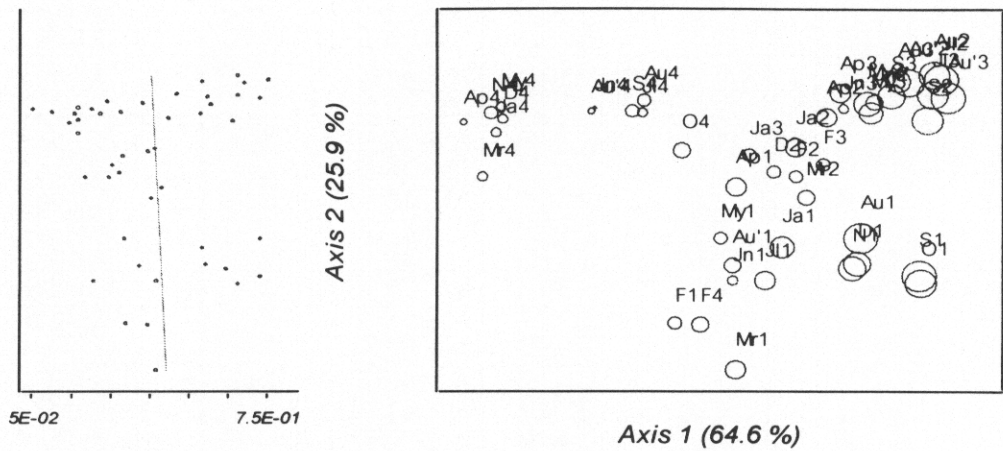
Eigenvector	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Variance
1	16.0	64.6	64.6
2	6.4	25.9	90.4
3	1.7	6.8	97.2
4	0.5	2.0	99.3
5	0.2	0.7	100.0

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุอาหาร (PCA) ซึ่งให้ผลเห็นว่า มี 3 Eigenvector ที่อธิบายความแปรปรวนมากกว่า 5 % และอธิบายความแปรปรวนโดยรวมได้ 97.2 % แต่จะนำมาพิจารณาเฉพาะ 2 Eigenvector แรก ซึ่งอธิบายความแปรปรวนโดยรวมได้ 90.4 % ดังแสดงเป็นกราฟในภาพที่ 14

การกำหนดจุดศึกษา

Au	แทน เดือนสิงหาคม (พ.ศ.2543)	1	แทน เขตน้ำซึมออกจากแผ่นดิน
S	แทน เดือนกันยายน	2	แทน เขตคลื่นแตกตัวตอนบน
O	แทน เดือนตุลาคม	3	แทน เขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง
N	แทน เดือนพฤศจิกายน	4	แทน เขตน้ำทะเลชายฝั่ง
D	แทน เดือนธันวาคม		
Ja	แทน เดือนมกราคม (พ.ศ.2544)		
F	แทน เดือนกุมภาพันธ์		
Mr	แทน เดือนมีนาคม		
Ap	แทน เดือนเมษายน		
My	แทน เดือนพฤษภาคม		
Jn	แทน เดือนมิถุนายน		
Jl	แทน เดือนกรกฎาคม		
Au'	แทน เดือนสิงหาคม		

ตัวอย่างเช่น Au1 หมายถึง จุดศึกษาเดือนสิงหาคม (พ.ศ.2543) ในเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดิน



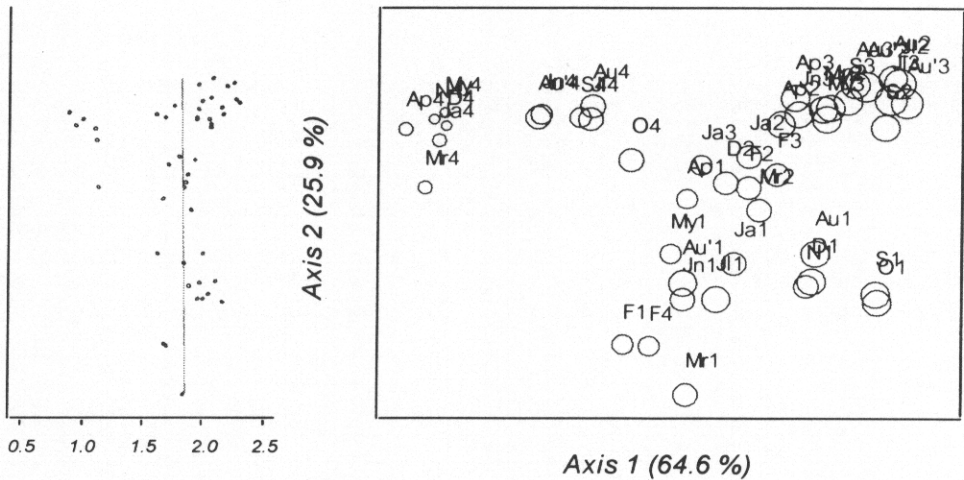
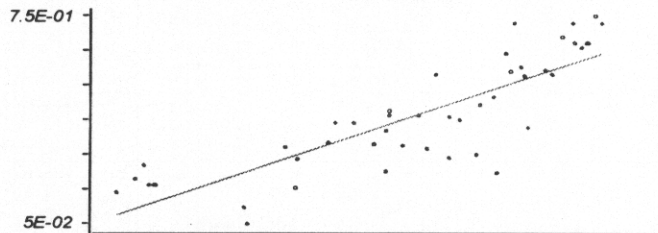
ก. ฟอสเฟต

Axis 1 (64.6 %)

$r = .840$ tau = .671

Axis 2 (25.9 %)

$r = -.065$ tau = .016



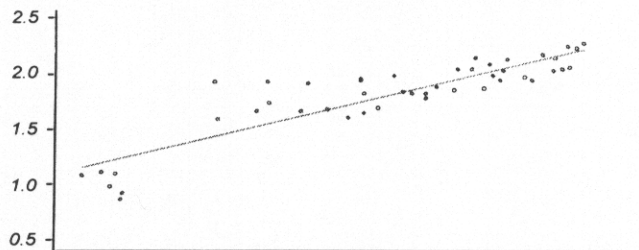
ข. ซิลิเกต

Axis 1 (64.6 %)

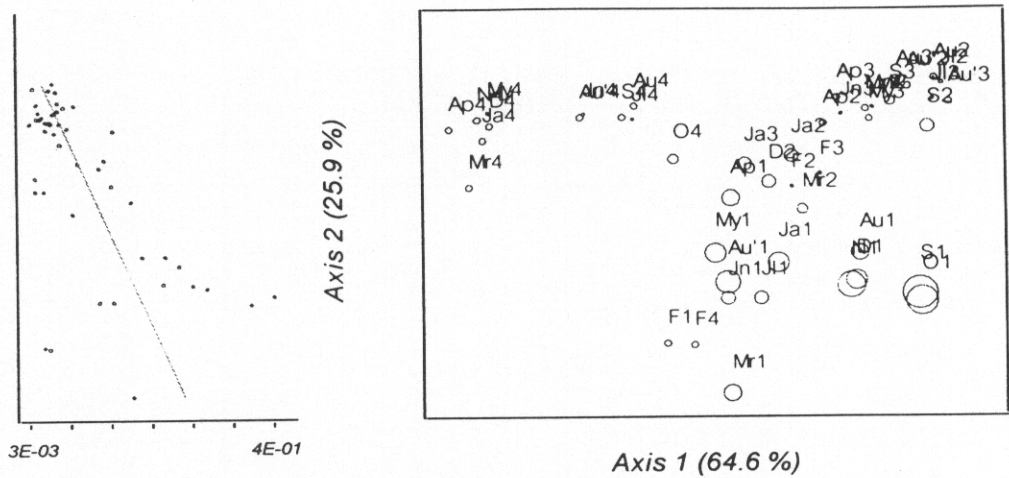
$r = .888$ tau = .675

Axis 2 (25.9 %)

$r = -.026$ tau = .159



ภาพที่ 14 กราฟแสดง component score ของธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง ตามกำหนดจุดศึกษา บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา โดยแสดง Eigenvector 2 แกน คือ Axis 1 และ Axis 2



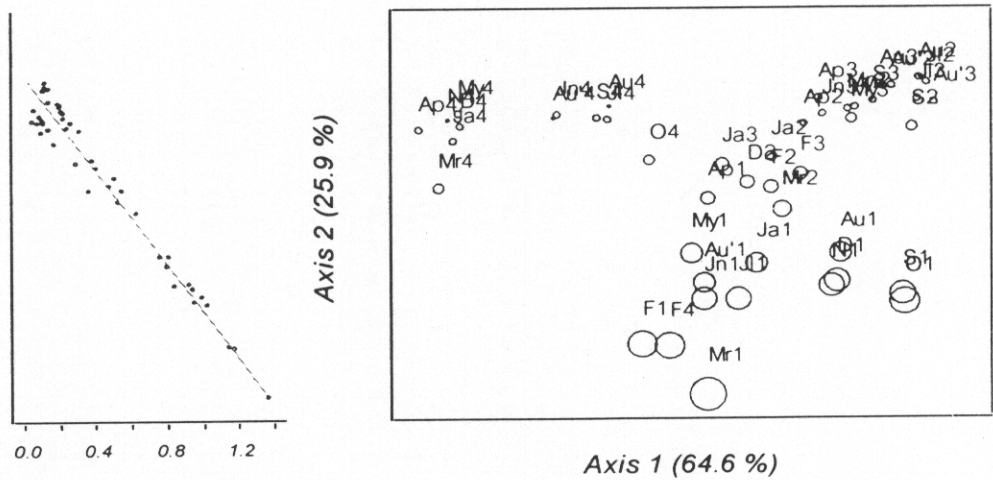
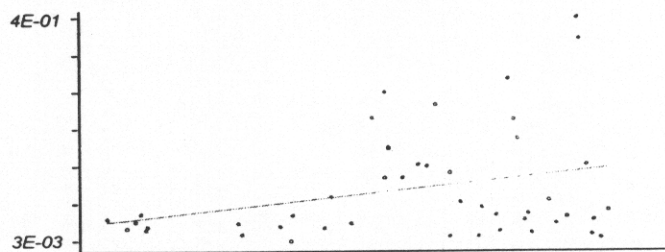
ค. ไนไตรต์

Axis 1 (64.6 %)

$r = .287$ $\tau = .115$

Axis 2 (25.9 %)

$r = -.642$ $\tau = -.416$



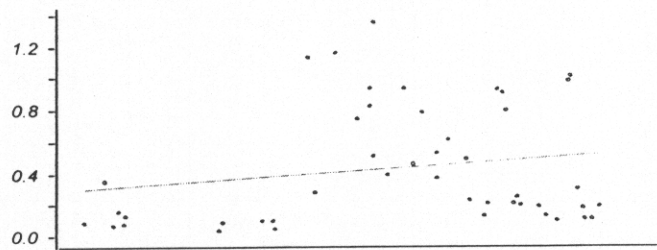
ง. ไนเตรต

Axis 1 (64.6 %)

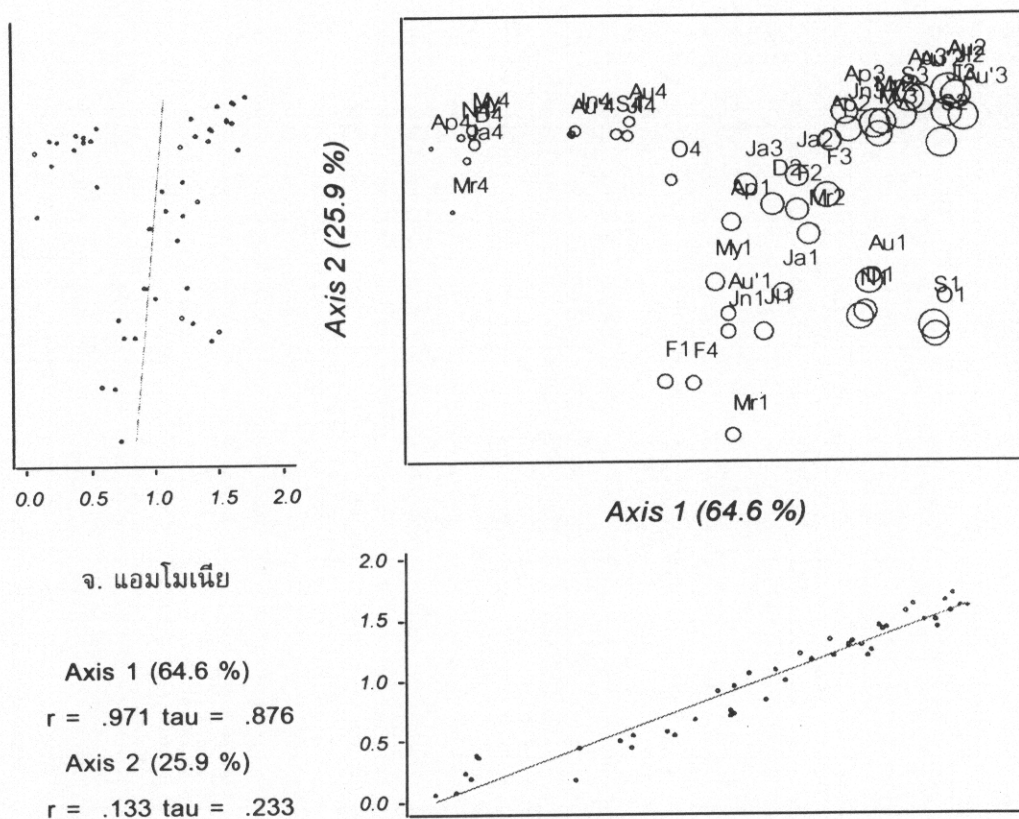
$r = .176$ $\tau = .055$

Axis 2 (25.9 %)

$r = -.982$ $\tau = -.747$



ภาพที่ 14 (ต่อ)



ภาพที่ 14 (ต่อ)

จากกราฟในภาพที่ 14 พบว่าจุดศึกษาของธาตุอาหารที่กำหนดไว้ถูกแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่เป็นจุดศึกษาของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายประกอบด้วย

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 1 คือเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินของทุกเดือน ได้แก่ จุดศึกษา

Au1 S1 O1 N1 D1 Ja1 F1 Mr1 Ap1 My1 Jn1 JI1 และ Au'1

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 2 คือเขตคลื่นแตกตัวตอนบนของทุกเดือน ได้แก่ จุดศึกษา Au2

S2 D2 Ja2 F2 Mr2 Ap2 My2 Jn2 JI2 และ Au'2 ยกเว้นเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน

เนื่องจากน้ำลงไม่ถึงจึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 3 คือเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างของทุกเดือน ได้แก่ จุดศึกษา Au3

S3 Ja3 F3 Ap3 My3 Jn3 JI3 และ Au'3 ยกเว้นเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคมและมกราคม เนื่องจากน้ำลงไม่ถึงจึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 4 คือเขตนํ้าทะเลชายฝั่งของเดือนตุลาคมและกุมภาพันธ์ ได้แก่

จุดศึกษา O4 และ F4

กลุ่มที่ 2 ทุกจุดศึกษาเป็นเขตนํ้าทะเลชายฝั่ง คือเขตนํ้าทะเลชายฝั่งของเดือนสิงหาคม 2543 กันยายน พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคมและสิงหาคม 2544 ได้แก่ จุดศึกษา Au4 S4 N4 D4 Ja4 Mr4 Ap4 My4 Jn4 Jl4 และ Au'4

การแบ่งกลุ่มของธาตุอาหารแต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

ฟอสเฟต (ภาพที่ 14 ก.) พบว่าปริมาณฟอสเฟตในกลุ่มที่ 1 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณมากในเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินของเดือนสิงหาคม 2543 กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคมและมกราคม ในเขตคลื่นแตกตัวตอนบนของเดือนสิงหาคม 2543 กันยายน เมษายน พฤษภาคม มิถุนายนและกรกฎาคม และในเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างของเดือนสิงหาคม 2543 กันยายน เมษายน พฤษภาคม กรกฎาคมและสิงหาคม 2544 (Au1 S1 O1 N1 D1 Ja1 Au2 S2 Ap2 My2 Jn2 Jl2 Au3 S3 Ap3 My3 Jn3 และ Au'3) เมื่อเทียบกับจุดศึกษาอื่น ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงเกือบทุกเดือนมีปริมาณใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม (Jn4 และ Au'4) มีปริมาณน้อยกว่าในเดือนอื่น และพบในปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจุดศึกษาในกลุ่มที่ 1 โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

ซิลิเกต (ภาพที่ 14 ข.) พบว่าปริมาณซิลิเกตในกลุ่มที่ 1 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายเกือบทุกเดือนมีปริมาณค่อนข้างมากและใกล้เคียงกัน ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่งมีปริมาณแตกต่างกัน โดยพบว่าในเดือนสิงหาคม 2543 กันยายน มิถุนายน กรกฎาคมและสิงหาคม 2544 (Au4 S4 Jn4 Jl4 และ Au'4) มีปริมาณมากกว่าในเดือนอื่นและพบในปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจุดศึกษาในกลุ่มที่ 1 โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

ไนไตรต์ (ภาพที่ 14 ค.) พบว่าปริมาณไนไตรต์ในกลุ่มที่ 1 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบมากเฉพาะในเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินของเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม พฤษภาคมและสิงหาคม 2544 (S1 O1 N1 D1 Ja1 My1 และ Au'1) เมื่อเทียบกับจุดศึกษาอื่นในกลุ่มนี้ ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่งพบว่าทุกเดือนมีปริมาณใกล้เคียงกันและพบในปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจุดศึกษาในกลุ่มที่ 1 โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

ไนเตรต (ภาพที่ 14 ง.) พบว่าปริมาณไนเตรตในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบมากเฉพาะในเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินของเกือบทุกเดือนและในน้ำทะเลชายฝั่งของเดือนกุมภาพันธ์ (F4) เมื่อเทียบกับจุดศึกษาอื่น ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเล

ชายฝั่งพบว่าทุกเดือนมีปริมาณใกล้เคียงกันและพบในปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจุดศึกษาในกลุ่มที่ 1 โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

แอมโมเนีย (ภาพที่ 14 จ.) พบว่าปริมาณแอมโมเนียในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของเกือบทุกเดือน มีปริมาณค่อนข้างมากและใกล้เคียงกัน ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่งของทุกเดือน มีปริมาณใกล้เคียงกันและพบในปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจุดศึกษาในกลุ่มที่ 1 โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

1.2 คุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง 4 ตัวแปร คือ ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความเค็ม ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งให้ให้เห็นว่ามีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยร่วมระหว่างเวลา * สถานี * เขตเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าข้อมูลของคุณสมบัติบางประการในน้ำระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสถานีและเวลาในการเก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตามหากพิจารณาขนาดความแปรปรวน (MS) พบว่าความแปรปรวนของทุกตัวแปรมาจากเขตเก็บตัวอย่างและเวลามากกว่าสถานี ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างเขตเก็บตัวอย่างในแต่ละสถานีของคุณสมบัติบางประการมีน้อย ดังนั้นจุดศึกษาในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) จึงพิจารณาจากเวลาและเขตเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งหมด 52 จุด แต่เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ครบทุกเขตในบางเดือน และเฉพาะในเดือนสิงหาคม 2543 ไม่สามารถเก็บข้อมูลของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของทุกจุดได้ เนื่องจากเครื่องมือขัดข้องระหว่างการเก็บตัวอย่างจึงจำเป็นต้องตัดข้อมูลในเดือนสิงหาคม 2543 ออก เพื่อไม่ให้เกิดความลำเอียง (bias) ของชุดข้อมูลนี้ ดังนั้นจึงมีจุดศึกษาเพียง 42 จุดที่นำมาวิเคราะห์ มีผลสรุปดังตาราง ที่ 8

ตารางที่ 7 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่างและความเค็ม

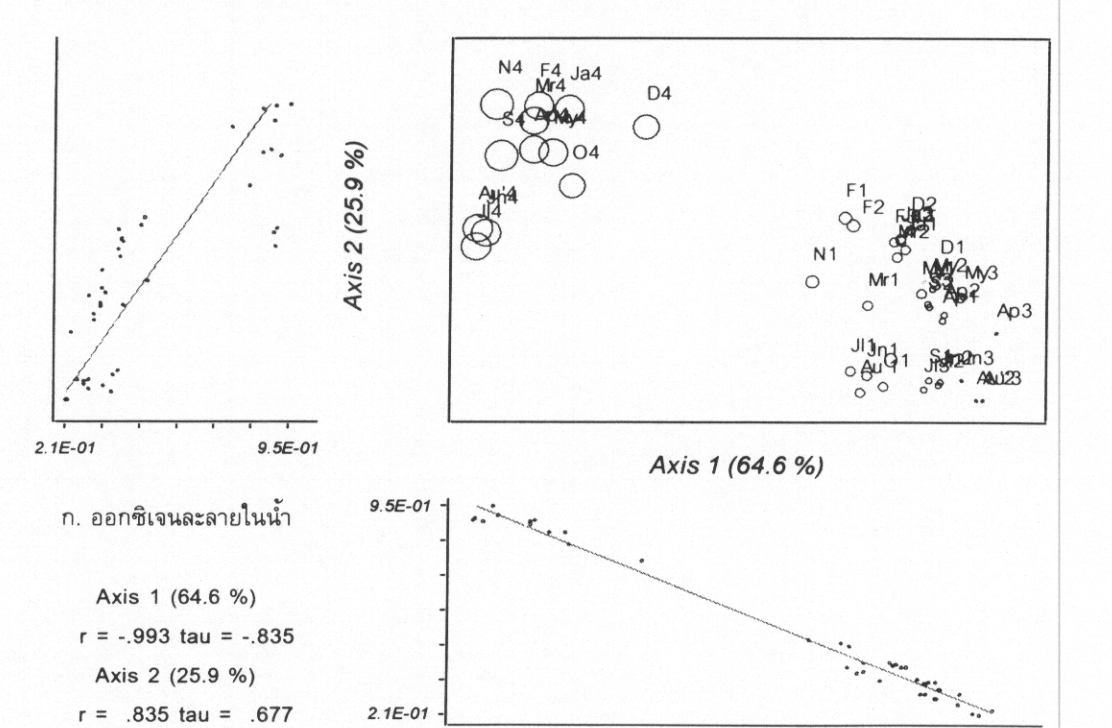
ปัจจัย	df	อุณหภูมิ			ความเป็นกรดเป็นด่าง			ความเค็ม			df	ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ		
		MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p		MS	F	p
เวลา	12	6.93E-02	4016.783	.000*	7.67E-03	991.446	.000*	0.263	499.598	.000*	11	0.11	50.702	.000*
สถานี	4	8.35E-04	48.420	.000*	1.66E-04	21.494	.000*	2.51E-02	47.659	.000*	4	4.42E-03	2.029	.089 ^{ns}
เขต	3	8.01E-05	4.643	.003*	1.87E-02	2417.256	.000*	9.05E-02	172.085	.000*	3	11.959	5495.943	.000*
เวลา * สถานี	48	1.17E-03	67.716	.000*	1.95E-04	25.129	.000*	5.76E-03	10.946	.000*	44	4.39E-03	2.017	.000*
เวลา * เขต	30	3.50E-04	20.303	.000*	3.92E-04	50.611	.000*	1.04E-02	19.806	.000*	27	3.61E-02	16.579	.000*
สถานี * เขต	12	2.54E-04	14.711	.000*	6.81E-05	8.795	.000*	2.25E-02	42.797	.000*	12	1.42E-02	6.533	.000*
เวลา * สถานี * เขต	116	1.19E-04	6.870	.000*	1.06E-04	13.710	.000*	3.37E-03	6.407	.000*	108	7.78E-03	3.573	.000*

*p < .05

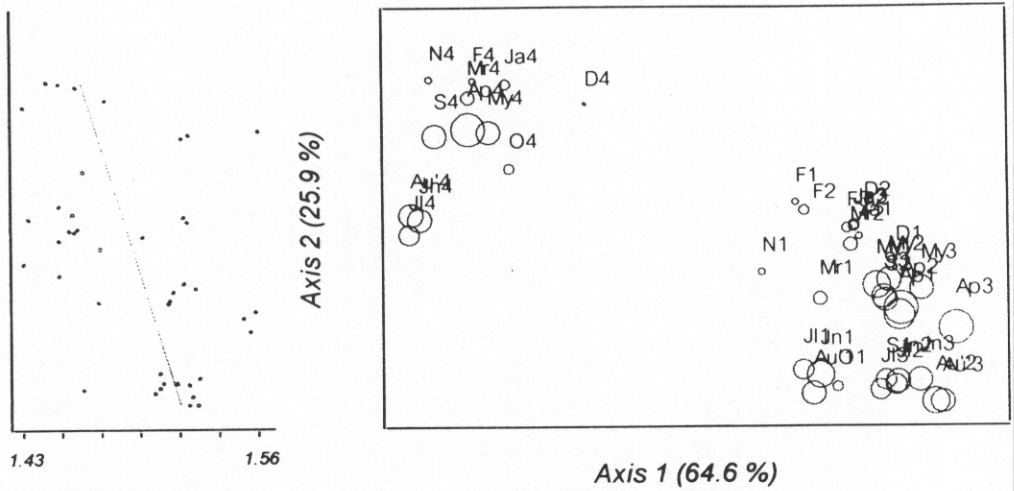
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ของคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา โดยแสดงค่า Eigenvalue และสัดส่วนความแปรปรวน

Eigenvector	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Variance
1	2.7	90.6	90.6
2	0.2	7.8	98.4
3	0.1	1.4	99.8
4	0.0	0.2	100.0

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของคุณสมบัติบางประการ (PCA) ซึ่งให้ผลว่ามี 2 Eigenvector ที่อธิบายความแปรปรวนมากกว่า 5 % และอธิบายความแปรปรวนโดยรวมได้ 98.4 % ซึ่งจะใช้ 2 Eigenvector นี้มาพิจารณา ดังแสดงเป็นกราฟในภาพที่ 15

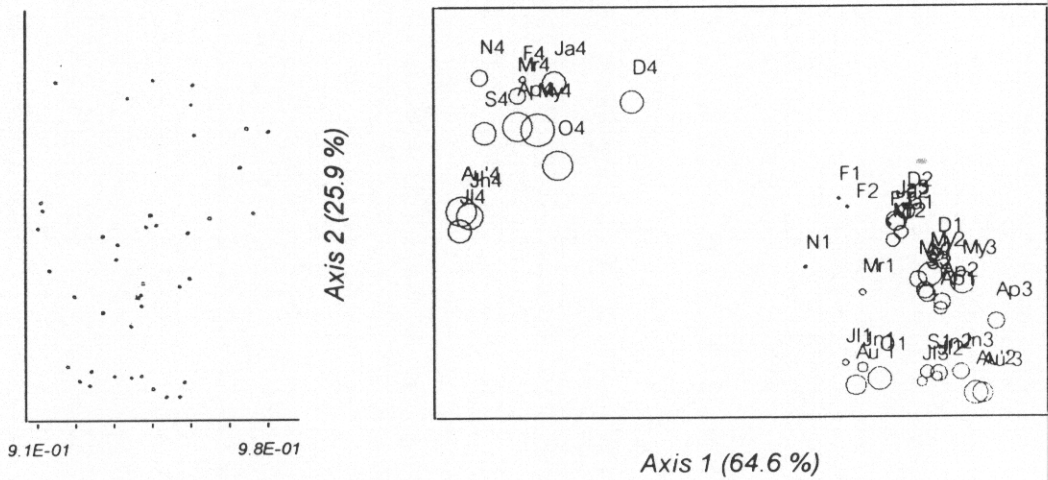


ภาพที่ 15 กราฟแสดง component score ของคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง ตามกำหนดจุดศึกษา บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา โดยแสดง Eigenvector 2 แกน คือ Axis1 และ Axis2



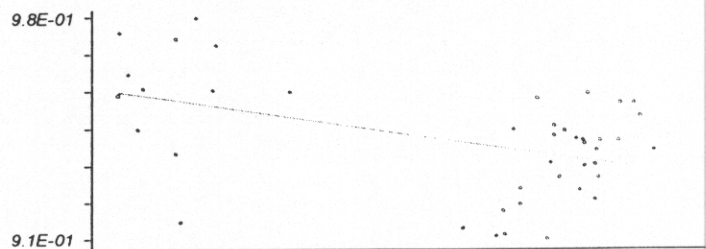
ข. อุณหภูมิ

Axis 1 (64.6 %)
 $r = .136$ $\tau = .229$
Axis 2 (25.9 %)
 $r = -.447$ $\tau = -.313$

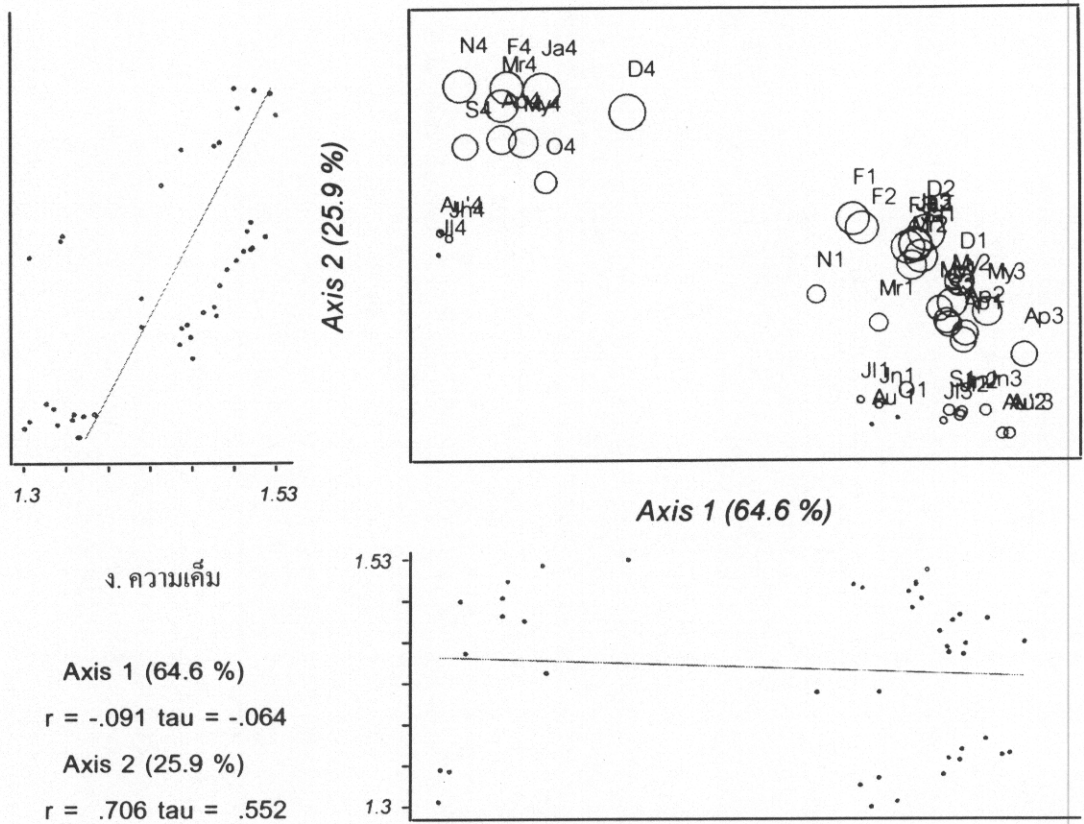


ค. ความเป็นกรดเป็นด่าง

Axis 1 (64.6 %)
 $r = -.472$ $\tau = -.143$
Axis 2 (25.9 %)
 $r = .262$ $\tau = .175$



ภาพที่ 15 (ต่อ)



ภาพที่ 15 (ต่อ)

จากกราฟในภาพที่ 15 พบว่าจุดศึกษาของคุณสมบัติบางประการในน้ำ ที่กำหนดไว้ ถูกแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทุกจุดศึกษาเป็นเขตของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายประกอบด้วย

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 1 คือเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินของทุกเดือน ได้แก่ จุดศึกษา S1

O1 N1 D1 P6 F1 Mr1 Ap1 My1 Jn1 JI1 และ Au'1

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 2 คือเขตคลื่นแตกตัวตอนบนของทุกเดือน ได้แก่ จุดศึกษา S2

D2 Ja2 F2 Mr2 Ap2 My2 Jn2 JI2 และ Au'2

- เขตเก็บตัวอย่างที่ 3 คือเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างของทุกเดือน ได้แก่ จุดศึกษา S3

Ja3 F3 Ap3 My3 Jn3 JI3 และ Au'3

กลุ่มที่ 2 ทุกจุดศึกษาเป็นเขตนํ้าทะเลชายฝั่ง (เขตเก็บตัวอย่างที่ 4) ของทุกเดือน

ได้แก่ จุดศึกษา S4 O4 N4 D4 Ja4 F4 Mr4 Ap4 My4 Jn4 JI4 และ Au'4

การแบ่งกลุ่มของคุณสมบัติบางประการแต่ละตัวแปร มีรายละเอียดดังนี้

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (ภาพที่ 15 ก.) พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายทั้ง 3 เขตของทุกเดือน มีค่าใกล้เคียงกันและสังเกตได้ว่าเฉพาะเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดินของเกือบทุกเดือนมีค่ามากกว่าเล็กน้อย เมื่อเทียบกับเขตอื่นในกลุ่มนี้ ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่ง พบว่าทุกเดือนมีค่าใกล้เคียงกันและมีปริมาณออกซิเจนละลายสูงกว่าในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย (กลุ่มที่ 1) โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

อุณหภูมิ (ภาพที่ 15 ข.) พบว่าอุณหภูมิในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายทั้ง 3 เขตมีค่าสูงอย่างเห็นได้ชัดในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน เมื่อเทียบกับจุดศึกษาอื่นและมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่ง พบว่ามีค่าสูงอย่างเห็นได้ชัดในเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน และมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน เช่นกัน ซึ่งขนาดของจุดศึกษาทั้งในกลุ่มที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมากนัก โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

ความเป็นกรด-ด่าง (ภาพที่ 15 ค.) พบว่าความเป็นกรด-ด่างในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของเกือบทุกเดือนมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกัน ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ และพฤศจิกายน พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเดือนอื่น และสังเกตได้ว่าเฉพาะเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดินของเกือบทุกเดือนมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำเมื่อเทียบกับเขตคลื่นแตกตัวตอนบน และเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่ง พบว่าเกือบทุกเดือนมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกัน ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเดือนอื่น และมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย (กลุ่มที่ 1) โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

ความเค็ม (ภาพที่ 15 ง.) พบว่าความเค็มในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายในเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดินของเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม ในเขตคลื่นแตกตัวตอนบนของเดือนกันยายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม และในเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างของเดือนกันยายน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม (N1 D1 Ja1 F1 Mr1 Ap1 My1 S2 D2 Ja2 F2 Mr2 Ap2 My2 S3 Ja3 F3 Ap3 และ My3) มีค่าสูงกว่าในเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดินของเดือนมิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม และในเขตคลื่นแตกตัวตอนบนและตอนล่างของเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2544 (S1 O1 Jn1 Jl1 Au'1

Jn2 JI2 Au'2 Jn3 JI3 และ Au'3) ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นน้ำทะเลชายฝั่ง พบว่าในเดือน กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม (S4 O4 N4 D4 Ja4 F4 Mr4 Ap4 และ My4) มีค่าสูงกว่าในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2544 (Jn4 JI4 และ Au'4) โดยสังเกตจากขนาดพื้นที่ของจุดศึกษา

2. ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะบางประการของทราย ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะบางประการของทราย ได้แก่ ขนาดของอนุภาคทราย (คำนวณเป็นค่ากลางของขนาดอนุภาคทราย) และปริมาณอินทรีย์สารของทราย ดังแสดงในตารางที่ 9 ซึ่งเห็นว่าขนาดของอนุภาคทรายมีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยหลักของเขตเก็บตัวอย่าง แต่ไม่มีความแตกต่างจากปัจจัยหลักของเวลาและสถานี ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลของปัจจัยหลักได้ โดยพิจารณาเฉพาะระหว่างเขตเก็บตัวอย่าง ส่วนปริมาณอินทรีย์สารของทรายมีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยร่วมระหว่าง เวลา * สถานี * เขตเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าปริมาณอินทรีย์สารของทรายระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสถานีและเวลาในการเก็บตัวอย่าง หากพิจารณาขนาดของความแปรปรวน (MS) พบว่าความแปรปรวนมาจากเขตเก็บตัวอย่างและสถานีมากกว่าเวลา ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างเขตเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลามีน้อย แต่อย่างไรก็ตาม จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณอินทรีย์สารของทราย ดังนั้นจึงพิจารณาผลเฉพาะระหว่างเวลาและเขตเก็บตัวอย่าง และเนื่องจากขนาดข้อมูลของขนาดอนุภาคทรายมีน้อยกว่าขนาดข้อมูลของปริมาณอินทรีย์สารของทรายจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ได้

ตารางที่ 9 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะบางประการของทราย ได้แก่ ขนาดของอนุภาคทรายและปริมาณอินทรีย์สารของทราย

ปัจจัย	ขนาดอนุภาคทราย				ปริมาณอินทรีย์สารในทราย			
	df	MS	F	p	df	MS	F	p
เวลา	2	6.21E-03	2.583	.081 ^{NS}	12	1.33E-02	3.929	.000*
สถานี	4	5.15E-03	2.140	.082 ^{NS}	4	5.74E-02	16.919	.000*
เขต	2	3.85E-02	15.998	.000*	2	0.299	88.173	.000*
เวลา*สถานี	8	4.76E-03	1.979	.058 ^{NS}	48	6.30E-03	1.856	.001*
เวลา*เขต	4	9.52E-03	3.690	.005*	18	7.28E-03	2.145	.005*
สถานี*เขต	8	9.89E-03	4.111	.000*	8	2.20E-02	6.489	.000*
เวลา*สถานี*เขต	16	5.11E-03	2.125	.014*	72	4.91E-03	1.446	.017*

*p < .05

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าปริมาณและค่าของข้อมูลการศึกษาส่วนใหญ่เกิดความผันแปรเนื่องจากปัจจัยของเวลาและเขต ดังนั้นเพื่อแสดงให้เห็นลักษณะความผันแปรของตัวแปรต่าง ๆ จึงนำค่าเฉลี่ยมาสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเขตเก็บตัวอย่าง เพื่อชี้ให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเล คุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเล และคุณลักษณะบางประการของทรายโดยมีรายละเอียดดังนี้

การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง

ฟอสเฟต (ภาพที่ 16) ปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างมีรูปแบบ คือในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายนมีแนวโน้มของปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าในช่วงเดือนธันวาคมถึงมิถุนายนค่อนข้างชัดเจน โดยในเดือนมิถุนายนมีปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยต่ำสุด 1.08±0.44 µg-at P/l และในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยสูงสุด 4.05±1.62 µg-at P/l ส่วนในน้ำทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนมิถุนายนมีปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยต่ำสุด 0.13±0.03 µg-at P/l และในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยสูงสุด 1.92±0.51 µg-at P/l

สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพบว่าปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง ซึ่งทั้ง 3 เขตนี้พบฟอสเฟตในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ มีปริมาณเฉลี่ยทั้งรอบปี $2.56 \pm 0.18 \mu\text{g-at P/l}$ $2.74 \pm 0.23 \mu\text{g-at P/l}$ และ $2.39 \pm 0.16 \mu\text{g-at P/l}$ ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเทียบกับในน้ำทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิง คือพบปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยทั้งรอบปี $0.75 \pm 0.05 \mu\text{g-at P/l}$ และในแต่ละเขตมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน

ซิลิเกต (ภาพที่ 17) ปริมาณซิลิเกตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างไม่มีรูปแบบ โดยในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยต่ำสุด $64.29 \pm 3.01 \mu\text{g-at Si/l}$ และในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยสูงสุด $156.92 \pm 9.82 \mu\text{g-at Si/l}$ ส่วนในน้ำทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนพฤษภาคมมีปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยต่ำสุด $7.03 \pm 0.80 \mu\text{g-at Si/l}$ และในเดือนสิงหาคม 2544 มีปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยสูงสุด $86.61 \pm 3.91 \mu\text{g-at Si/l}$

สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพบว่าปริมาณซิลิเกตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างมีปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยทั้งรอบปี $90.12 \pm 3.71 \mu\text{g-at Si/l}$ $112.57 \pm 4.42 \mu\text{g-at Si/l}$ และ $122.15 \pm 5.37 \mu\text{g-at Si/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เขตมีปริมาณซิลิเกตสูงกว่าเมื่อเทียบกับน้ำทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิง โดยมีปริมาณซิลิเกตเฉลี่ยทั้งรอบปี $40.34 \pm 2.33 \mu\text{g-at Si/l}$ และในแต่ละเขตมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน

ไนไตรต์ (ภาพที่ 18) ปริมาณไนไตรต์ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างมีรูปแบบ คือในช่วงเดือนกันยายนถึงมกราคมมีแนวโน้มของปริมาณไนไตรต์สูงกว่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงสิงหาคม ก่อนข้างชัดเจน โดยในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณไนไตรต์เฉลี่ยต่ำสุด $0.04 \pm 0.01 \mu\text{g-at N/l}$ และในเดือนตุลาคมมีปริมาณไนไตรต์เฉลี่ยสูงสุด $1.93 \pm 0.54 \mu\text{g-at N/l}$ ส่วนในน้ำทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณไนไตรต์เฉลี่ยต่ำสุด $0.01 \pm 0.01 \mu\text{g-at N/l}$ และในเดือนตุลาคมมีปริมาณไนไตรต์เฉลี่ยสูงสุด $0.21 \pm 0.03 \mu\text{g-at N/l}$

สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปริมาณไนไตรต์ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินมีปริมาณไนไตรต์เฉลี่ยทั้งรอบปี $0.86 \pm 0.08 \mu\text{g-at N/l}$ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณเขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง คือมีปริมาณเฉลี่ยทั้งรอบปี $0.18 \pm 0.02 \mu\text{g-at N/l}$ และ $0.13 \pm 0.01 \mu\text{g-at N/l}$ ตามลำดับ ส่วนในน้ำทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงพบปริมาณไนไตรต์ต่ำ

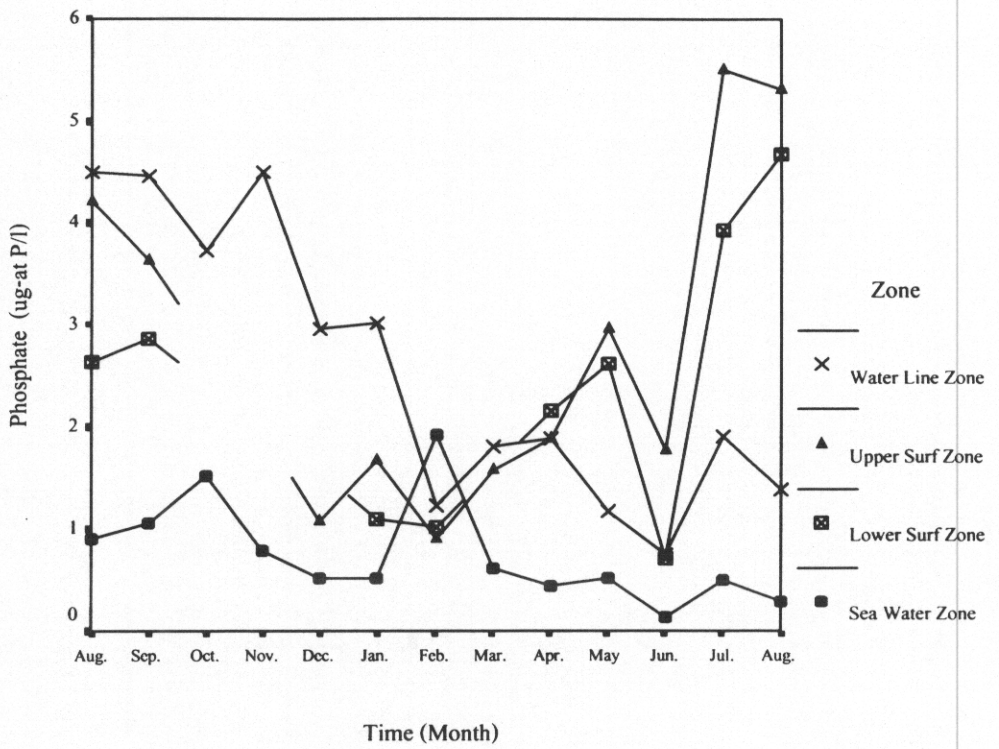
กว่าเขตอื่นคือ มีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี $0.09 \pm 0.01 \mu\text{g-at N/l}$ และในเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินมี แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน แต่สำหรับเขตคลื่นแตกตัวตอนบน เขตคลื่นแตกตัวตอนล่างและในเขตนํ้าทะเลชายฝั่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน

ไนเตรด (ภาพที่ 19) ปริมาณไนเตรดในนํ้าที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างไม่มีรูปแบบ โดยในเดือนเมษายนมีปริมาณไนเตรดเฉลี่ยต่ำสุด $1.90 \pm 0.63 \mu\text{g-at N/l}$ และในเดือนตุลาคมมีปริมาณไนเตรดเฉลี่ยสูงสุด $20.53 \pm 5.05 \mu\text{g-at N/l}$ ส่วนในนํ้าทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนสิงหาคม 2544 มีปริมาณไนเตรดเฉลี่ยต่ำสุด $0.11 \pm 0.03 \mu\text{g-at N/l}$ และในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณไนเตรดเฉลี่ยสูงสุด $14.77 \pm 1.69 \mu\text{g-at N/l}$

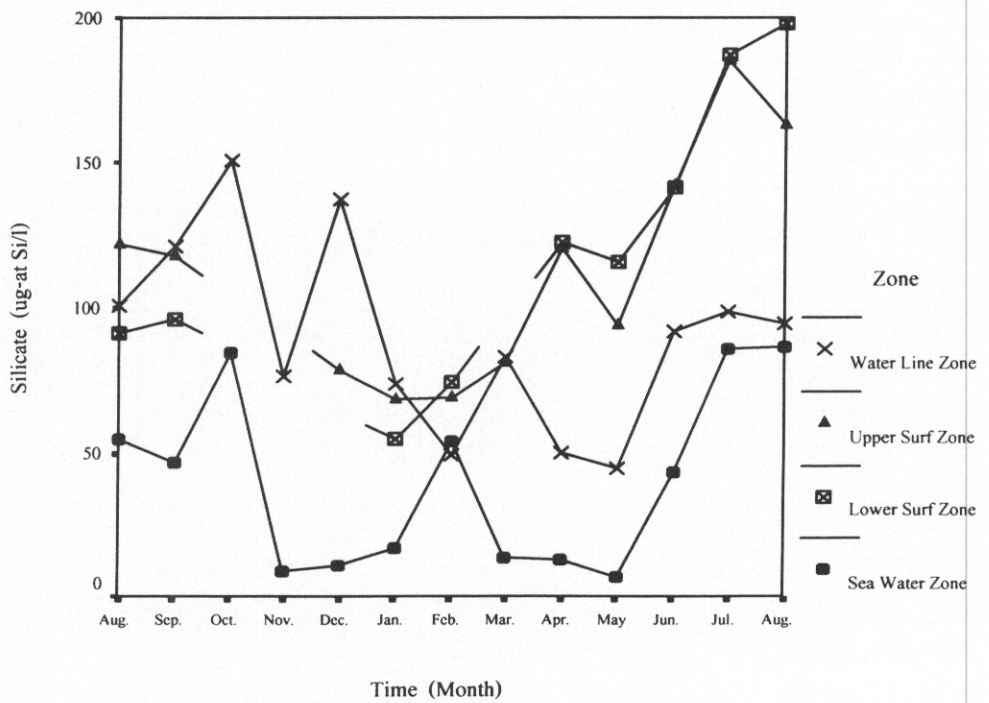
สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปริมาณไนเตรดในนํ้าที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินมีปริมาณไนเตรดเฉลี่ยทั้งรอบปี $15.50 \pm 1.20 \mu\text{g-at N/l}$ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณเขตคลื่นแตกตัวตอนบน เขตคลื่นแตกตัวตอนล่างและนํ้าทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิง ซึ่งทั้ง 3 เขตนี้มีปริมาณไนเตรดใกล้เคียงกันคือ มีปริมาณไนเตรดเฉลี่ยทั้งรอบปี $1.36 \pm 0.14 \mu\text{g-at N/l}$ $0.95 \pm 0.09 \mu\text{g-at N/l}$ และ $1.57 \pm 0.31 \mu\text{g-at N/l}$ ตามลำดับ และในแต่ละเขตมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน

แอมโมเนีย (ภาพที่ 20) ปริมาณแอมโมเนียในนํ้าที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างมีรูปแบบ คือในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมมีแนวโน้มของปริมาณแอมโมเนียสูงกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน โดยในเดือนมีนาคมมีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยต่ำสุด $10.92 \pm 1.41 \mu\text{g-at N/l}$ และในเดือนกันยายนมีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยสูงสุด $39.57 \pm 2.39 \mu\text{g-at N/l}$ ส่วนในนํ้าทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนเมษายนมีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยต่ำสุด $0.19 \pm 0.05 \mu\text{g-at N/l}$ และในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยสูงสุด $6.98 \pm 2.05 \mu\text{g-at N/l}$

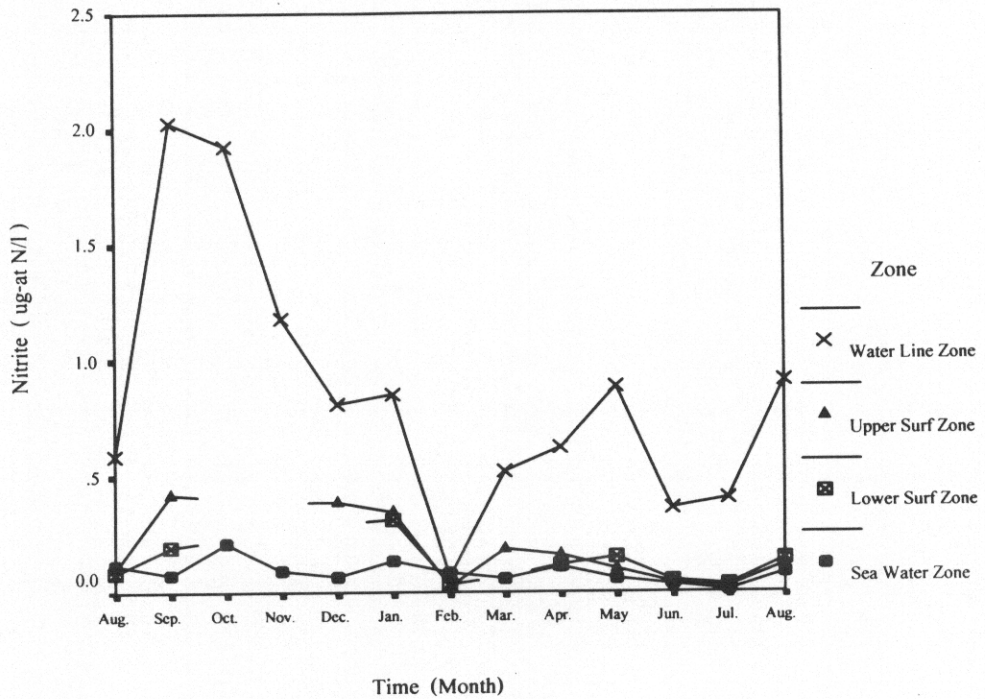
สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างค่อนข้างชัดเจน โดยพบว่าปริมาณแอมโมเนียในนํ้าที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างมีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยทั้งรอบปี $15.03 \pm 1.10 \mu\text{g-at N/l}$ $28.70 \pm 1.59 \mu\text{g-at N/l}$ และ $28.42 \pm 1.39 \mu\text{g-at N/l}$ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 เขตนี้พบปริมาณแอมโมเนียสูงกว่าเมื่อเทียบกับในนํ้าทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงคือ มีปริมาณเฉลี่ยทั้งรอบปี $2.01 \pm 0.23 \mu\text{g-at N/l}$ และในแต่ละเขตมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน



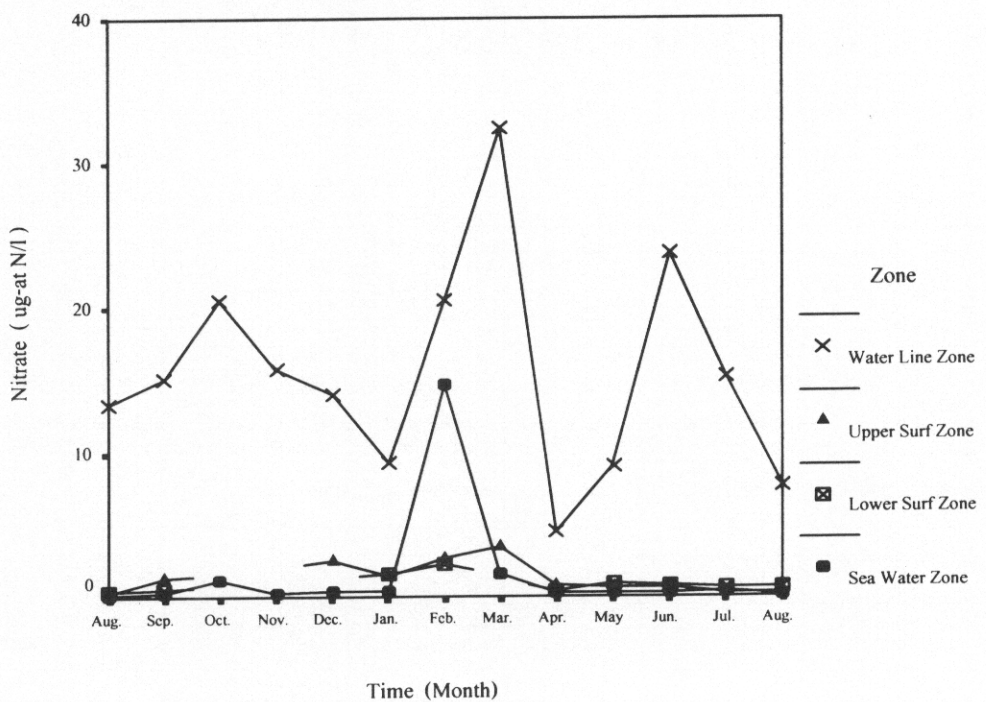
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



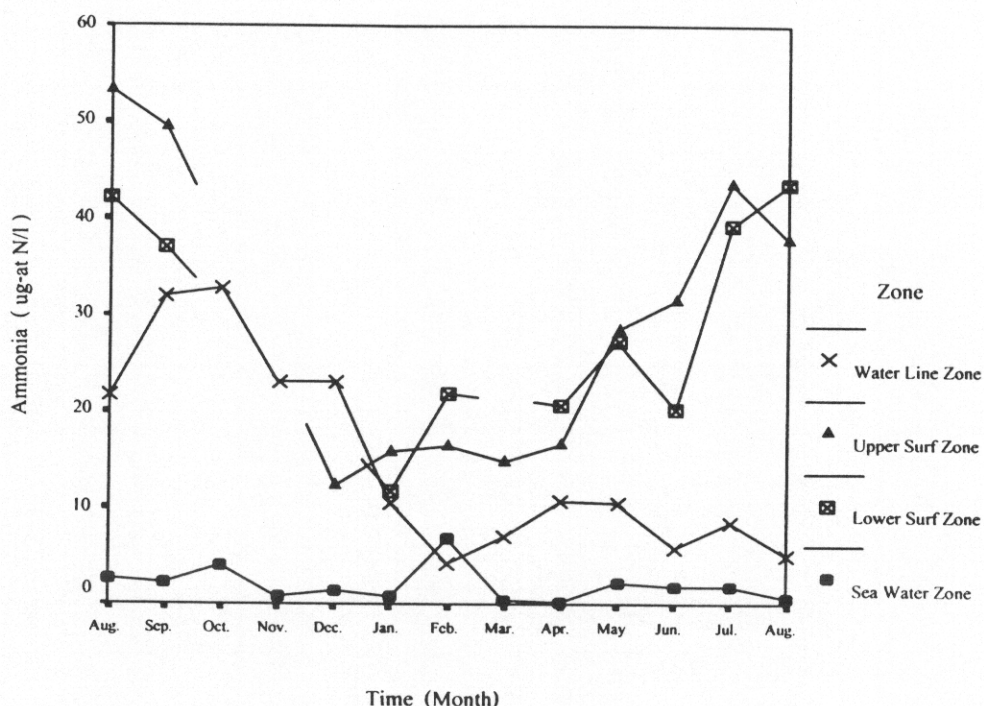
ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณซิลิเกตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณไนไตรต์ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณไนเตรดในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง

การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (ภาพที่ 21) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างไม่มีรูปแบบ โดยในเดือนเมษายนมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 0.9 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 2.0 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในน้ำทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนธันวาคมมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 4.7 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 7.8 ± 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงมีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี 6.6 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าอย่างเด่นชัดเมื่อเทียบกับในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายคือ มีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี 1.2 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และสังเกตได้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงกว่าบริเวณเขต

คลื่นแตกตัวตอนบน และเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างเล็กน้อย เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการไหลออกของน้ำจากแผ่นดินในบริเวณนี้ คือมีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี 1.4 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร 1.2 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 1.0 ± 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และทุกเขตเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน

อุณหภูมิ (ภาพที่ 22) อุณหภูมิในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างมีรูปแบบคือในช่วงเดือนเมษายนถึงกันยายนมีแนวโน้มของอุณหภูมิในน้ำสูงกว่าในช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคมค่อนข้างชัดเจน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 26.0 ถึง 29.0 องศาเซลเซียส และ 31.0 ถึง 35.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งในเดือนธันวาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 26.0 ± 0.2 องศาเซลเซียส และในเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 35.0 ± 0.2 องศาเซลเซียส ส่วนในน้ำทะเลสาบฝั่งพบว่าในเดือนธันวาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 26.0 ± 0.2 องศาเซลเซียส และในเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 35.0 ± 0.4 องศาเซลเซียส

สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันบ้าง โดยพบว่าอุณหภูมิในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายทั้ง 3 เขต คือบริเวณเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบน และเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง กับในน้ำทะเลสาบฝั่งมีค่าใกล้เคียงกันคือ มีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี 30.0 ± 0.2 องศาเซลเซียส 30.0 ± 0.2 องศาเซลเซียส 31.0 ± 0.2 องศาเซลเซียส และ 30.0 ± 0.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และทุกเขตเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน

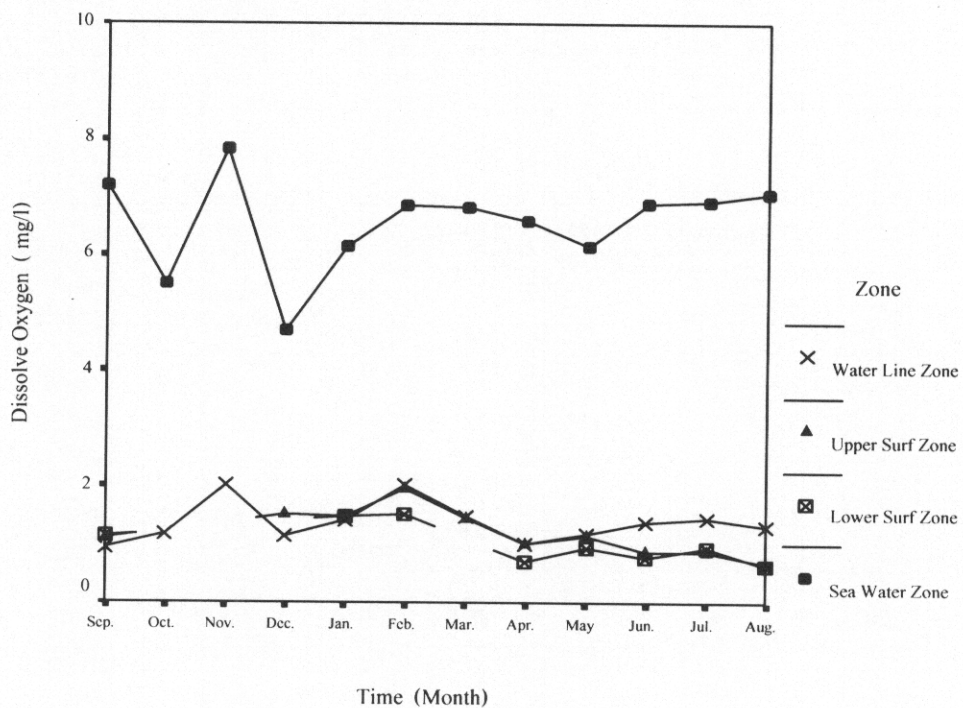
ความเป็นกรด-ด่าง (ภาพที่ 23) ความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาไม่มากนัก โดยในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยต่ำสุด 7.2 ± 0.02 และในเดือนตุลาคมมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยสูงสุด 8.0 ± 0.02 ส่วนในน้ำทะเลสาบฝั่งพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยต่ำสุด 7.3 ± 0.05 และในเดือนพฤษภาคมกับสิงหาคม 2544 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยสูงสุด 8.4 ± 0.04

สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันบ้าง โดยพบว่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบน และเขตคลื่นแตกตัวตอนล่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันคือ มีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี 7.6 ± 0.02 7.7 ± 0.02 และ 7.7 ± 0.02 ตามลำดับ และในน้ำทะเลสาบฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยทั้งรอบปี 8.0 ± 0.02 และทุกเขตเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน

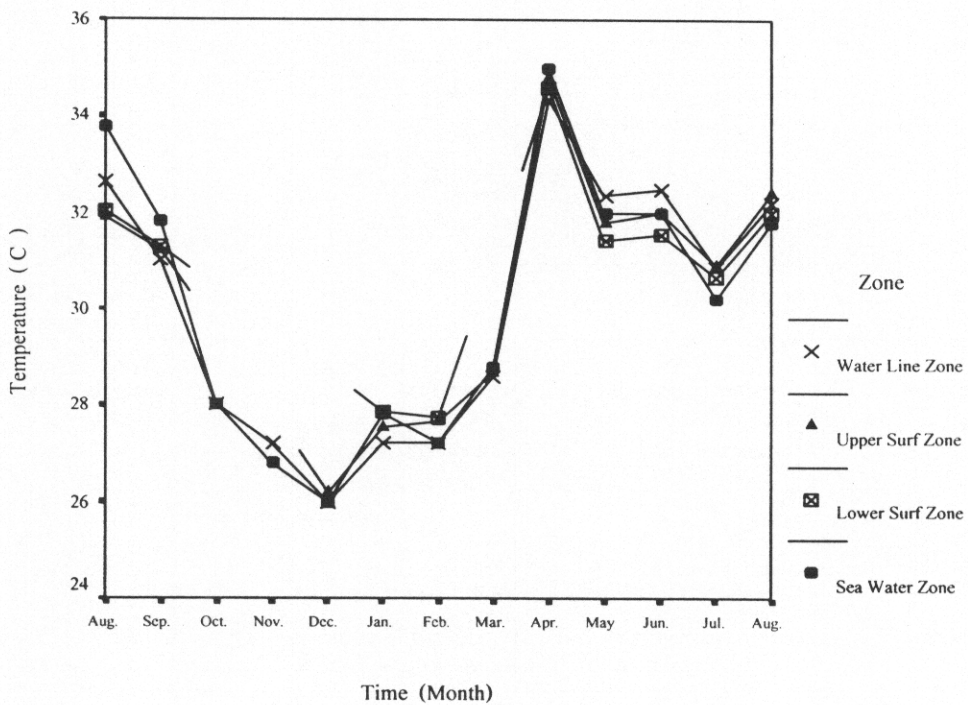
ความเค็ม (ภาพที่ 24) ความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างมีรูปแบบคือในพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม มีแนวโน้มของความเค็มในน้ำสูงกว่าในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.0 ถึง 26.0 ส่วนในพื้นส่วน และ 28.0 ถึง 32.0 ส่วนในพื้นส่วน ตามลำดับ โดยในเดือนกรกฎาคมมีความเค็มเฉลี่ยต่ำสุด 21.0 ± 0.2

ส่วนในพื้นส่วน และในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และธันวาคมมีความเค็มเฉลี่ยสูงสุด 31.0 ± 0.4 ส่วนในพื้นส่วน ส่วนในน้ำทะเลชายฝั่งพบว่าในเดือนกรกฎาคมมีความเค็มเฉลี่ยต่ำสุด 19.0 ± 0.1 ส่วนในพื้นส่วน และในเดือนธันวาคมกับมกราคมมีความเค็มเฉลี่ยสูงสุด 33.0 ± 0.1 ส่วนในพื้นส่วน

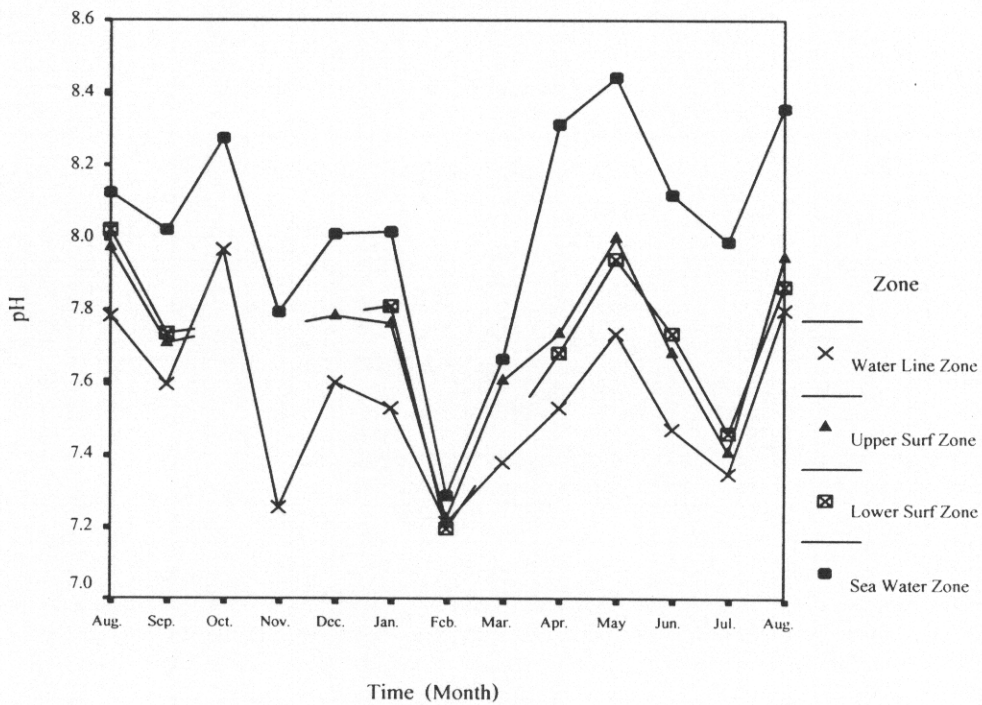
สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันบ้าง โดยพบว่าค่าความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายบริเวณเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดินมีค่าเฉลี่ยทั้งรอบปี 25.0 ± 0.4 ส่วนในพื้นส่วน ซึ่งมีความเค็มต่ำกว่าบริเวณเขตคลื่นแตกตัวตอนบน เขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง และในน้ำทะเลชายฝั่งคือ มีค่าความเค็ม 27.0 ± 0.4 ส่วนในพื้นส่วน 26.0 ± 0.4 ส่วนในพื้นส่วน และ 27.0 ± 0.3 ส่วนในพื้นส่วน ตามลำดับ และทุกเขตเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน นอกจากนี้พบว่าโดยเฉพาะบริเวณเขตน้ำซึมออกจากแผ่นดินในเดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และมกราคมมีความเค็มต่ำกว่าในน้ำทะเลชายฝั่งถึง 5 ส่วนในพื้นส่วน แสดงว่าอาจมีน้ำจืดจากแผ่นดินไหลออกมาผสม



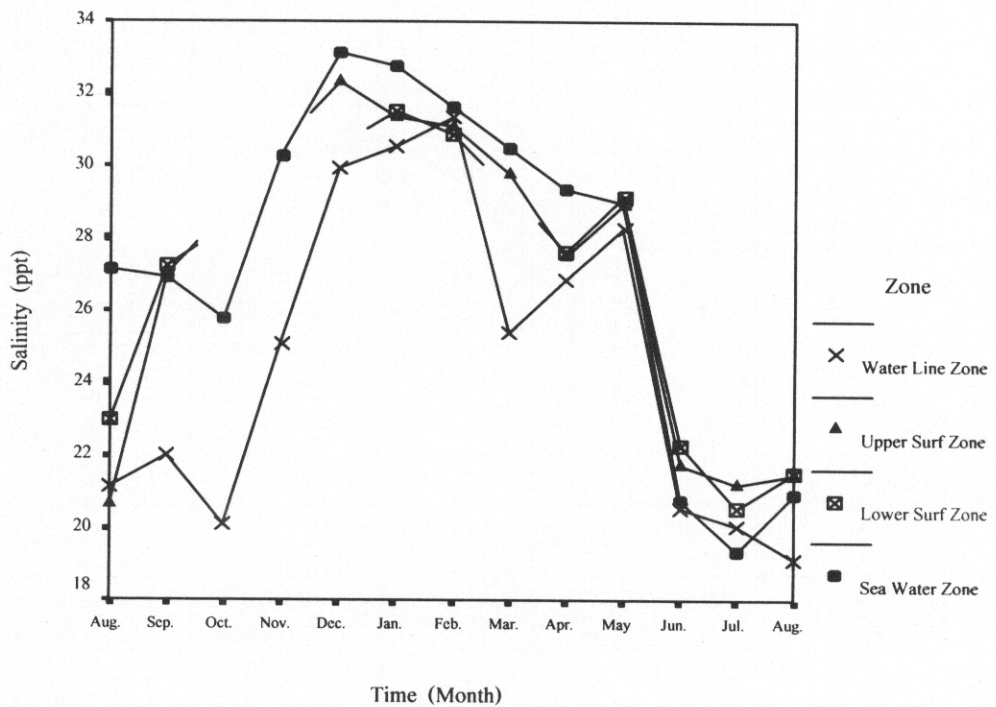
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของอุณหภูมิในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง



ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายของแต่ละเขตเก็บตัวอย่างและน้ำทะเลชายฝั่ง

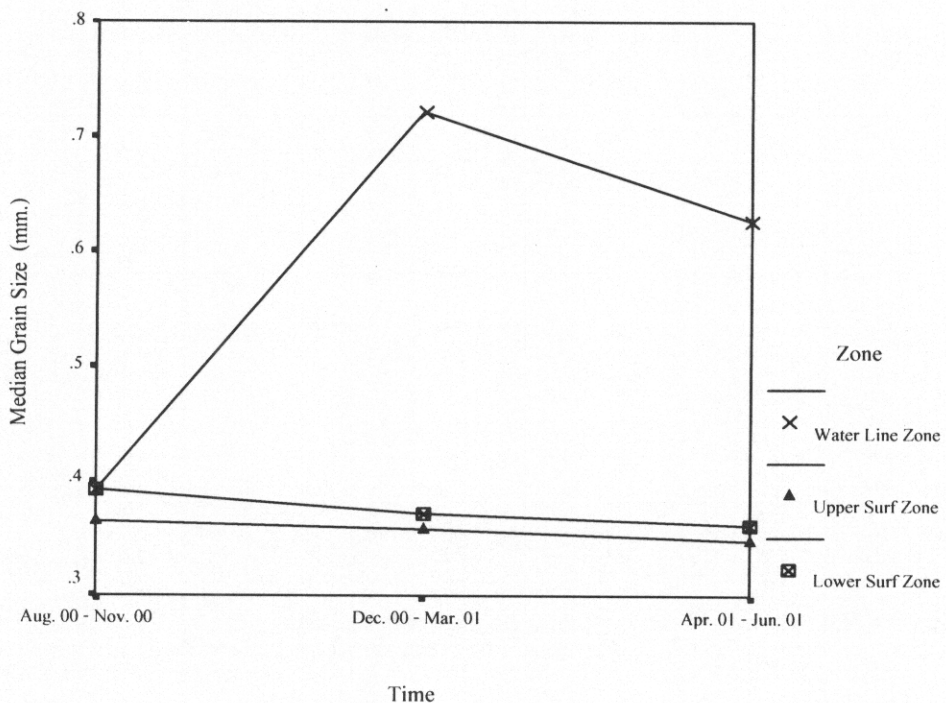
การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของคุณลักษณะบางประการของทราย

ขนาดของอนุภาคทราย (ภาพที่ 25) สำหรับขนาดอนุภาคทรายได้วิเคราะห์ข้อมูล 4 เดือนต่อครั้ง ดังนั้นในการศึกษาจึงวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ครั้ง คือในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคมและในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม พบว่าค่ากลางของขนาดอนุภาคทรายทั้ง 3 ช่วงเวลามีค่าอยู่ที่ 0.38 ± 0.02 มิลลิเมตร 0.48 ± 0.05 มิลลิเมตร และ 0.45 ± 0.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่เนื่องจากไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างเวลาที่ศึกษาดังนั้นจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของขนาดอนุภาคทรายบริเวณหาดบางแสน-วอนนภา

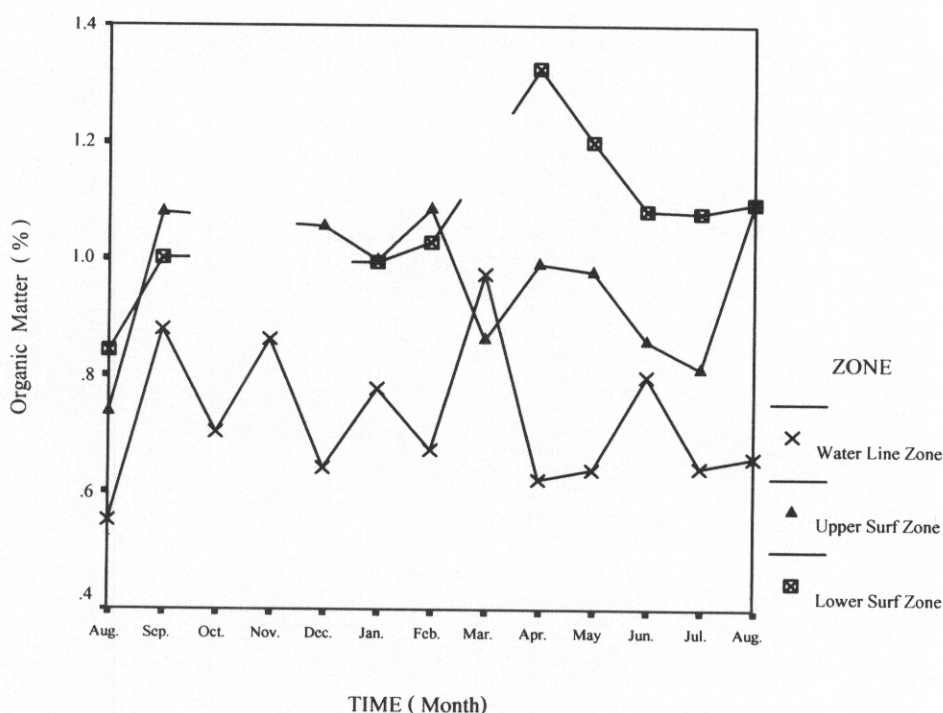
สำหรับระหว่างเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันบ้าง โดยพบว่าค่ากลางของขนาดอนุภาคทรายบริเวณเขตน้ำขึ้นออกจากแผ่นดินมีค่ากลางของขนาดอนุภาคทรายอยู่ที่ 0.58 ± 0.06 มิลลิเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับบริเวณเขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง โดยทั้ง 2 เขตนี้มีค่ากลางของขนาดอนุภาคทรายใกล้เคียงกันคือ 0.36 ± 0.01 มิลลิเมตร และ 0.37 ± 0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ปริมาณอินทรียสารของทราย (ภาพที่ 26) พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเวลาที่ศึกษาอย่างไม่มีรูปแบบ โดยในเดือนตุลาคมมีปริมาณอินทรียสารต่ำสุด 0.70 ± 0.04 % และในเดือนกันยายนมีปริมาณอินทรียสารสูงสุด 0.99 ± 0.04 %

สำหรับแต่ละเขตเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันบ้างชัดเจน พบว่าปริมาณอินทรียสารของทรายบริเวณเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดินมีปริมาณน้อยกว่าบริเวณเขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง โดยทั้ง 3 เขตนี้มีปริมาณอินทรียสารของทรายเพิ่มขึ้นคือ 0.73 ± 0.06 % 0.96 ± 0.01 % และ 1.07 ± 0.01 % ตามลำดับ และในแต่ละเขตมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของขนาดอนุภาคทรายในแต่ละเขตเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณอินทรีย์สารของทรายในแต่ละเขตเก็บตัวอย่าง
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณหาดทรายที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหาร ได้แก่ ฟอสเฟต ซิลิเกต ไนโตรเจน ไนเตรตและแอมโมเนียกับคุณสมบัติบางประการ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็มของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย และกับคุณลักษณะบางประการของทราย ได้แก่ ขนาดของอนุภาคทรายและปริมาณอินทรีย์สารของทราย ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันที่ระดับความมีนัยสำคัญตลอดการทดสอบคือ $p < .05$ ได้ผลแสดงไว้ในตารางที่ 10 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย

ปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็ม

ปริมาณซิลิเกตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็ม

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับอุณหภูมิ ($r = -.082^*$) กล่าวคือ ถ้าน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีอุณหภูมิต่ำจะมีผล

ให้ปริมาณไนโตรเจนสูง และถ้าไนโตรเจนที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีอุณหภูมิสูงจะมีผลให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำ แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และความเค็ม

ปริมาณไนเตรตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็ม

ปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็ม

2. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายกับคุณลักษณะของทราย

ปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทรายและขนาดของอนุภาคทราย

ปริมาณซิลิกาในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทรายและขนาดของอนุภาคทราย

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทรายและขนาดของอนุภาคทราย

ปริมาณไนเตรตในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทรายและขนาดของอนุภาคทราย

ปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทราย แต่มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับขนาดของอนุภาคทราย ($r = -.200^*$) กล่าวคือถ้าบริเวณหาดทรายมีขนาดอนุภาคทรายหยาบจะมีผลให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายต่ำ และถ้าบริเวณหาดทรายมีขนาดอนุภาคทรายละเอียดจะมีผลให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายสูง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายกับคุณลักษณะของทราย

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับปริมาณอินทรีย์สารของทราย ($r = -.117^*$) กล่าวคือถ้าระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณอินทรีย์สารมากจะมีผลให้ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ต่ำ และถ้าระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณอินทรีย์สารน้อยจะมีผลให้ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่สูง และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำพบว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับขนาดของอนุภาคทราย ($r = .225^*$) กล่าวคือถ้าขนาดอนุภาคทรายหยาบจะมีผลให้ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่าง

อนุภาคทรายมีปริมาณออกซิเจนละลายสูง และถ้าขนาดอนุภาคทรายละเอียดจะมีผลให้ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ

อุณหภูมิของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทราย และขนาดของอนุภาคทราย

ความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับปริมาณอินทรีย์สารของทราย ($r = .094^*$) กล่าวคือถ้าระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณอินทรีย์สารมากจะมีผลให้ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง และถ้าระหว่างอนุภาคทรายมีปริมาณอินทรีย์สารน้อยจะมีผลให้ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับขนาดของอนุภาคทราย

ความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์สารของทรายและขนาดของอนุภาคทราย

นอกจากนี้พบว่าปริมาณอินทรีย์สารของทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับขนาดของอนุภาคทราย ($r = -.171^*$) กล่าวคือถ้าขนาดอนุภาคทรายหยาบจะมีผลให้ปริมาณอินทรีย์สารของทรายน้อย และถ้าขนาดอนุภาคทรายละเอียดจะมีผลให้ปริมาณอินทรีย์สารของทรายมาก

ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ศึกษาบนหาดทราย บริเวณหาดบางแสน-วอนนภาด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

	ฟอสเฟต	ซิลิเกต	ไนไตรต์	ไนเตรต	แอมโมเนีย	DO	อุณหภูมิ	pH	ความเค็ม	ขนาดอนุภาคทราย	ปริมาณอินทรียสารของทราย
ฟอสเฟต		.483	.152	.059	.646	-.370	.058	-.197	-.247	-.104	.025
ซิลิเกต	.483		-.076	-.117*	.584	-.389	.222	.141	-.515	.263	-.167
ไนไตรต์	.152	-.076		.478	.033	-.190	-.082*	-.077*	-.145	.534	-.136
ไนเตรต	.059	-.117*	.478		-.119	-.135	-.157	-.349	-.143	.272	-.235
แอมโมเนีย	.646	.584	.033	-.119		-.551	.124	-.174	-.288	-.200*	.194
DO	-.370	-.389	-.190	-.135	-.551		-.119	.464	.141	.225*	-.177*
อุณหภูมิ	.058	.222	-.082 *	-.157	.124	-.119		.288	-.417	-.070	.047
pH	-.197	.141	-.077	-.349	-.174	.464	.288		-.072	-.252	.094*
ความเค็ม	-.247	-.515	-.145	-.143	-.288	.141	-.417	-.072		.052	.028
ขนาดอนุภาคทราย	-.104	.263	.534	.272	-.200*	.225*	-.070	-.252	.052		-.171*
ปริมาณอินทรียสาร	.025	-.0167	-.136	-.235	.194	-.117*	.047	.094*	.028	-.171*	
ของทราย											

* $p < .05$

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางเคมีและกายภาพที่ศึกษากับสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา เป็นงานวิจัยร่วมกับ รุจิรัตน์ สุวรรณธารา (2546)

จากการศึกษาของ รุจิรัตน์ สุวรรณธารา (2546) พบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 4 กลุ่ม คือ หอยสองฝา หอยฝาเดียว ครัสตาเซียนและไส้เดือนทะเล รวม 21 ชนิด มีความชุกชุมเฉลี่ยทั้งรอบปี 958.41 ± 04.1 ตัวต่อ 0.25 ตารางเมตร และมีมวลชีวภาพเฉลี่ยทั้งรอบปี 115.1 ± 9.2 กรัมต่อ 0.25 ตารางเมตร และผลจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ธาตุอาหาร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย ปริมาณอินทรียสารของทรายและขนาดของอนุภาคทรายกับความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันที่ระดับความมีนัยสำคัญตลอดการทดสอบคือ $p < .05$ ได้ผลแสดงไว้ในตารางที่ 11 และตารางที่ 12 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายกับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ปริมาณฟอสเฟตมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *Meretrix* sp. ($r = .114^*$) และ *Theora fragilis* ($r = .105^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

ปริมาณซิลิเกตมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *Dotilla* sp. ($r = .092^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มครัสตาเซียน

ปริมาณไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Dotilla* sp. ($r = -.095^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มครัสตาเซียน

ปริมาณไนเตรตมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Solen strictus* ($r = -.095^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยฝาเดียว และ *T. fragilis* ($r = -.113^*$), *Donax* sp.2 ($r = -.095^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

ปริมาณแอมโมเนียมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Orbinidae* ($r = -.090^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และพบว่าความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *Umbonium vestiarum* ($r = .094^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยฝาเดียว และ *Donax faba* ($r = .096^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

2. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายกับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *D. faba* ($r = .103^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา และพบว่ามี

ความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Lucinid* sp. ($r = -.093^*$)
อุณหภูมิของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *Onuphidae* ($r = .101^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และ *Meretrix* sp. ($r = .100^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

ความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Lumbrineridae* ($r = -.117^*$) และ *Orbinidae* ($r = -.100^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และพบว่ามี

ความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *Donax* sp.1 ($r = .110^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา
ความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Orbinidae* ($r = -.094^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของทรายกับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ขนาดของอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับความชุกชุมของ *Glyceridae* ($r = -.201^*$) และ *Neridae* ($r = -.174^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล

ปริมาณอินทรียสารของทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับความชุกชุมของ *Paguridae* ($r = .094^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มคริสต์ดาเซียน และ *Lucinid* sp. ($r = .110^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

4. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายกับมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ปริมาณฟอสเฟตมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับมวลชีวภาพของ *Lumbrineridae* ($r = .097^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และ *S. strictus* ($r = .115^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยฝาเดียว

ปริมาณซิลิเกตมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับมวลชีวภาพของ *Lumbrineridae* ($r = .109^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และ *Dotilla* sp. ($r = .102^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มคริสต์ดาเซียน

ปริมาณไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับมวลชีวภาพของ *Neridae* ($r = -.109^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และ *Meretrix* sp. ($r = -.106^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

ปริมาณไนเตรตมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับมวลชีวภาพของ Onuphidae ($r = -.102^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล

ปริมาณแอมโมเนียมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับมวลชีวภาพของ Neridae ($r = .095^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และ Paguridae ($r = .104^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มครัสตาเซียน

5. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายกับมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับมวลชีวภาพของ Lucinid sp. ($r = -.106^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

อุณหภูมิของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับมวลชีวภาพของ Meretrix sp. ($r = -.101^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสอง

ความเป็นกรด-ด่างในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับมวลชีวภาพของ Orbinidae ($r = -.111^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และพบมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับมวลชีวภาพของ Meretrix sp. ($r = .092^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

ความเค็มในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบผกผันกับมวลชีวภาพของ Lumbrineridae ($r = -.103^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล และพบว่ามีความสัมพันธ์แบบตามกันกับมวลชีวภาพของ Thalamila sp. ($r = .093^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มครัสตาเซียน

6. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของทรายกับมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ขนาดของอนุภาคทรายไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับมวลชีวภาพทุกของกลุ่มไส้เดือนทะเล ครัสตาเซียน หอยฝาเดียวและหอยสองฝา

ปริมาณอินทรียสารของทรายมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบตามกันกับมวลชีวภาพของ Paguridae ($r = .108^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มครัสตาเซียน Meretrix sp. ($r = .115^*$) และ Lucinid sp. ($r = .094^*$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหอยสองฝา

ตารางที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบนหาดทรายกับความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดบางแสน-วนนภา
ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

กลุ่ม	ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ฟอสเฟต	ซิลิเกต	ไนไตรต์	ไนเตรต	แอมโมเนีย	DO	อุณหภูมิ	pH	ความเค็ม	ขนาดอนุภาคทราย	ปริมาณอินทรีย์สาร ของทราย
ไส้เดือนทะเล	ครอบครัว/ชนิด											
	Lumbrinereidae	-.019	.076	-.011	.251	-.072	-.026	.061	-.117*	-.132	-.026	-.058
	(Polychaet)	-.080	.061	-.162	-.076	.000	-.035	.051	-.048	.037	-.201*	.077
	Glyceridae											
	Orbiniidae	.047	.044	-.033	.148	-.090*	.008	-.001	-.100*	-.094*	-.113	-.078
ครัสเตเชีย	Nereidae	-.011	.132	-.209	-.244	.123	-.080	.073	.032	.087	-.174*	.128
	Onuphidae	-.037	-.023	-.128	-.150	.075	.053	.101*	-.089	-.148	-.108	.054
	Paguridae	.031	.006	-.004	-.054	.133	-.040	.065	-.005	.038	-.033	.094*
	Thalamila sp.	-.042	.026	-.014	-.071	.022	.083	-.162	.001	.118	-.042	.173
	Dotilla sp.	.037	.092*	-.095*	-.122	.150	-.045	.047	-.007	.029	-.097	.019
หอยฝาเดียว	Portunus sp.	.003	.012	-.017	-.023	.041	-.045	.019	.008	.002	^a	.044
	U. vestiarum	.039	.008	-.013	-.031	.094*	.033	.037	.072	-.067	-.039	-.035
	S. strictus	.127	.164	-.069	-.095*	.245	-.060	.041	.049	-.017	-.024	.043
หอยสองฝา	D. faba	.199	.078	.329	.238	.096*	.103*	-.209	-.121	-.176	.061	-.121
	Donax sp.1	.058	.047	-.045	-.073	.229	-.032	.048	.110*	-.027	-.068	-.016
	Meretrix sp.	.114*	.208	-.152	-.212	.332	-.150	.100*	.196	-.174	-.066	.066
	Lucinid sp.	.194	.241	-.058	-.134	.387	-.093*	.184	.122	-.061	-.063	.110*

ตารางที่ 11 (ต่อ)

กลุ่ม	ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ฟอสเฟต	ซิลิเกต	ไนไตรต์	ไนเตรต	แอมโมเนีย	DO	อุณหภูมิ	pH	ความเค็ม	ขนาดอนุภาคทราย	ปริมาณอินทรีย์สาร ของทราย
ครอบแก้ว/ชนิด												
หอยสองฝา	<i>T. fragilis</i>	.105*	.144	-.037	-.113*	.328	-.023	.168	.084	-.015	-.028	.121
	<i>Donax</i> sp.2	.023	.008	-.017	-.095*	.186	-.040	.056	.179	-.051	-.031	-.008
	<i>Arcuatula arcuatula</i>	-.038	-.022	.005	.023	-.032	-.005	.046	-.006	-.088	.049	-.058
	<i>Mactra</i> sp.	.024	.046	-.024	-.045	.079	-.024	.046	-.005	-.026	- ^a	.052
	<i>Siliqua ridiata</i>	.019	.020	-.029	-.008	-.033	-.027	-.025	.069	-.038	-.044	-.045
	<i>Anomalocardia</i>	-.003	.062	-.016	-.022	.035	-.005	.051	.024	-.041	-.044	-.003
	<i>squamosa</i>											

**p* < .05

ตารางที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบนหาดทรายกับมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

กลุ่ม	ปัจจัยสิ่งแวดล้อม		ฟอสเฟต	ซิลิเกต	ไนไตรต์	ไนเตรต	แอมโมเนีย	DO	อุณหภูมิ	pH	ความเค็ม	ขนาดอนุภาคทราย	ปริมาณอินทรียสาร
	ของทราย												
ไส้เดือนทะเล (Polychaet)	ครอบครัว/ชนิด												
	Lumbrinereidae	.097*	.109*	.041	.120	-.027	-.046	.048	-.044	-.103*	-.021		.007
	Glyceridae	.012	.086	-.117	.028	.016	-.007	.049	-.069	-.059	-.115		.004
	Orbiniidae	.079	.072	-.043	.132	-.075	-.023	.037	-.111*	-.126	-.114		-.085
	Nereidae	-.011	.089	-.109*	-.122	.095*	-.043	.019	.014	.002	-.117		.049
คริสต์ดาเซียม	Onuphidae	-.004	-.021	-.073	-.102*	.039	.047	-.079	.042	.085	-.062		.048
	Paguridae	.032	.022	-.001	-.052	.104*	-.013	.047	.007	.039	-.021		.108*
	Thalamila sp.	-.058	-.012	-.024	-.046	-.016	.028	-.137	-.034	.093*	-.029		.086
	Dotilla sp.	.065	.102*	-.073	-.074	.087	-.008	-.031	-.084	.060	-.078		.042
	Portunus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
หอยฝาเดี่ยว	U. vestiarum	.045	.001	-.011	-.028	-.087	.045	.028	.063	-.059	-.039		-.038
	S. strictus	.115*	.147	-.067	-.082	.201	-.027	.030	.046	-.015	-.017		.031
หอยสองฝา	D. faba	.156	-.045	.389	.305	-.018	.175	-.196	-.157	.151	.107		-.172
	Donax sp.1	.053	.052	-.034	-.060	.169	-.028	.023	.045	.020	-.067		.015
	Meretrix sp.	.000	-.012	-.106*	-.175	.135	.026	-.101*	.092*	.118	-.090		.115*
	Lucinid sp.	.134	.211	-.054	-.140	.345	-.115*	.186	.146	-.050	-.065		.094*

ตารางที่ 12 (ต่อ)

กลุ่ม	ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ฟอสเฟต	ซิลิเกต	ไนโตรเจน	แอมโมเนีย	DO	อุณหภูมิ	pH	ความเค็ม	ขนาดอนุภาคทราย	ปริมาณอินทรียสาร	
ของทราย												
ครอบครัว/ชนิด												
หอยสองฝา	<i>T. fragilis</i>	.008	.073	-.023	-.073	.118	-.040	.025	.057	.049	-.040	.077
	<i>Donax</i> sp.2	-.005	-.017	-.026	-.046	.088	.023	.005	.063	-.004	-.051	.009
	<i>A. arcuatula</i>	-.046	-.023	-.014	.012	-.037	-.004	.020	.017	.054	-.024	-.056
	<i>Macra</i> sp.	-.006	-.001	-.007	-.028	.084	.011	.057	.011	.004	^a	.072
	<i>S. ridiata</i>	-.017	-.044	-.016	-.009	-.055	.010	-.031	.054	.022	-.041	-.045
	<i>A. squamosa</i>	-.010	.047	-.011	-.016	.014	.000	.032	.023	-.026	-.046	.004

* $p < .05$