# บทที่ 4

# ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาการกระจายของสารหนูในบริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการและนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ได้ทำการศึกษา 1). คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด 2). ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเล ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิต พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และ 3). ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารหนู และปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุคสาหกรรมมาบตาพุด ผลการศึกษาเป็นดังนี้

## 4.1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

พื้นที่เก็บตัวอย่างทั้งสองแห่ง คือ ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในแต่ละพื้นที่ โดยทำการตรวจวัดในสถานีเก็บตัวอย่างเดียวกับสถานีที่เก็บตัวอย่างน้ำทะเล และดินตะกอน ค่าต่าง ๆ ที่ทำการตรวจวัด มีดังนี้ อุณหภูมิน้ำทะเล, ความเค็ม, pH ของน้ำทะเล, ความเข้มข้น Dissolved oxygen (DO) ในน้ำทะเล, ความเข้มข้น Dissolved organic carbon (DOC) ในน้ำทะเล และปริมาณ Organic matter ในดินตะกอน ได้ผลดังนี้

### 4.1.1.อุณหภูมิน้ำทะเล

อุณหภูมิน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่เก็บตัวอย่างทั้งสองแห่งมีค่า เป็นดังนี้ บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำทะเล เท่ากับ $28.0 \pm 0.86$ °C และบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำทะเลเท่ากับ $28.2 \pm 0.42$ °C (ตารางที่ 4.1) จากอุณหภูมิน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้ เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษามาเปรียบเทียบกัน พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| พื้นที่เก็บตัวอย่าง | อุณหภูมิน้ำทะเล (°C) | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 26.9-29.5 | 28.0 ± 0.86 |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 27.5-28.6 | 28.2 ± 0.42 |

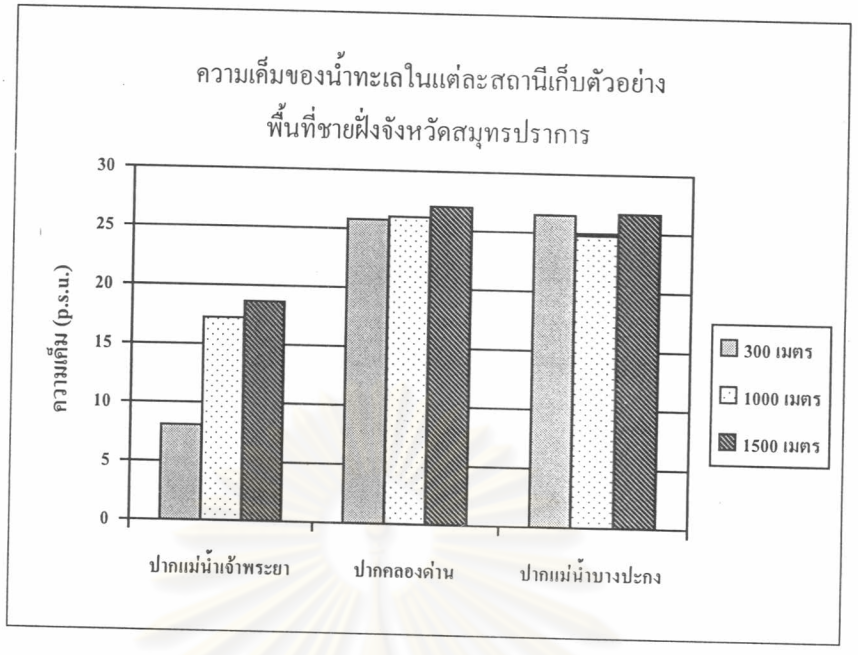
4.1.2. ความเค็มของน้ำทะเล

บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเล เท่ากับ 22.3 ± 6.45 p.s.u. และในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเล เท่ากับ 28.9 ± 0.16 p.s.u. (ตารางที่ 4.2)

จากความเค็มของน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้ เมื่อนำค่าความเข้มเฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษามาเปรียบเทียบกัน พบว่า ความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ ค่าความเค็มของน้ำทะเลมีค่าต่ำกว่าพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เนื่องจากลักษณะบริเวณเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการเป็นปากแม่น้ำ มีการไหลของน้ำจืดลงสู่ทะเล ทำให้สถานีที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำจะมีค่าความเค็มที่ต่ำกว่าในสถานีที่ห่างออกมา (รูปที่ 4.1) และมีผลให้ความเค็มในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการมีค่าต่ำกว่าความเค็มในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ตารางที่ 4.2 ความเค็มของน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| พื้นที่เก็บตัวอย่าง | ความเค็ม (กรัมต่อลิตร) | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 8.10-27.0 | 22.3 ± 6.45 |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 28.7-29.2 | 28.9 ± 0.16 |




รูปที่ 4.1 ความเค็มของน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

4.1.3. pH ของน้ำทะเล

พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีค่า pH เฉลี่ยของน้ำทะเล เท่ากับ 7.6 $\pm$ 0.14 และในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีค่า pH เฉลี่ย เท่ากับ 8.2 $\pm$ 0.03 (ตารางที่ 4.3) และเมื่อนำค่า pH เฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษามาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่า pH เฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่า pH ของน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีค่าต่ำกว่าในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ทั้งนี้เนื่องจาก บริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด ซึ่งมีค่า pH ที่ต่ำ ส่วนในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ความเค็มของน้ำทะเลมีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือ มีค่าอยู่ในช่วง 28.7-29.2 p.s.u. ทำให้ค่า pH ในบริเวณนี้มีค่า pH ที่ค่อนข้างคงที่ คือ อยู่ในช่วง 8.2-8.3

ตารางที่ 4.3 ค่า pH ของน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการและนิคมอุตสาหกรรรมมาบตาพุด

| พื้นที่เก็บตัวอย่าง | ค่า pH | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 7.4-7.7 | 7.6 $\pm$ 0.14 |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 8.2-8.3 | 8.2 $\pm$ 0.03 |

### 4.1.4. ความเข้มข้น Dissolved oxygen (DO) ในน้ำทะเล

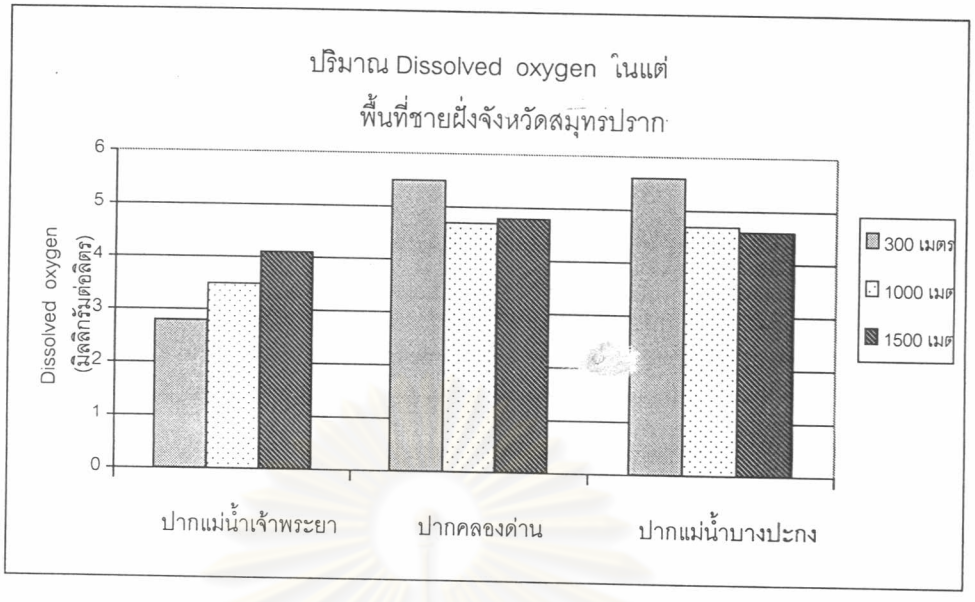
ความเข้มข้น Dissolved oxygen ในน้ำทะเล พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีความเข้มข้น Dissolved oxygen เฉลี่ย เท่ากับ 4.5 $\pm$ 0.90 มิลลิกรัมต่อลิตร และชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีความเข้มข้น Dissolved oxygen เฉลี่ย เท่ากับ 6.1 $\pm$ 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.4)

และเมื่อนำความเข้มข้น Dissolved oxygen เฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษามาเปรียบเทียบกัน พบว่า ความเข้มข้น Dissolved oxygen เฉลี่ยของน้ำทะเลในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการจะมีความเข้มข้น Dissolved oxygen ที่ต่ำกว่าในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด สถานีที่พบความเข้มของ Dissolved oxygen ต่ำที่สุด คือ ปากแม่น้ำเจ้าพระยา (รูปที่ 4.2) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยามีความเข้มข้น Dissolved oxygen ที่ต่ำมาก จากรายงานของฝ่ายคุณภาพแหล่งน้ำ กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ในปี 2543 แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีความเข้มข้น Dissolved oxygen เท่ากับ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) เมื่อน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาไหลลงสู่ทะเลจึงเป็นผลให้ความเข้มข้น Dissolved oxygen มีค่าที่ต่ำ

ตารางที่ 4.4 ความเข้มข้น Dissolved oxygen ในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| พื้นที่เก็บตัวอย่าง | ความเข้มข้น Dissolved oxygen (มิลลิกรัมต่อลิตร) | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 4.59 (2.83-5.63) | 4.5 $\pm$ 0.90 |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 6.11 (5.54-6.75) | 6.1 $\pm$ 0.38 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



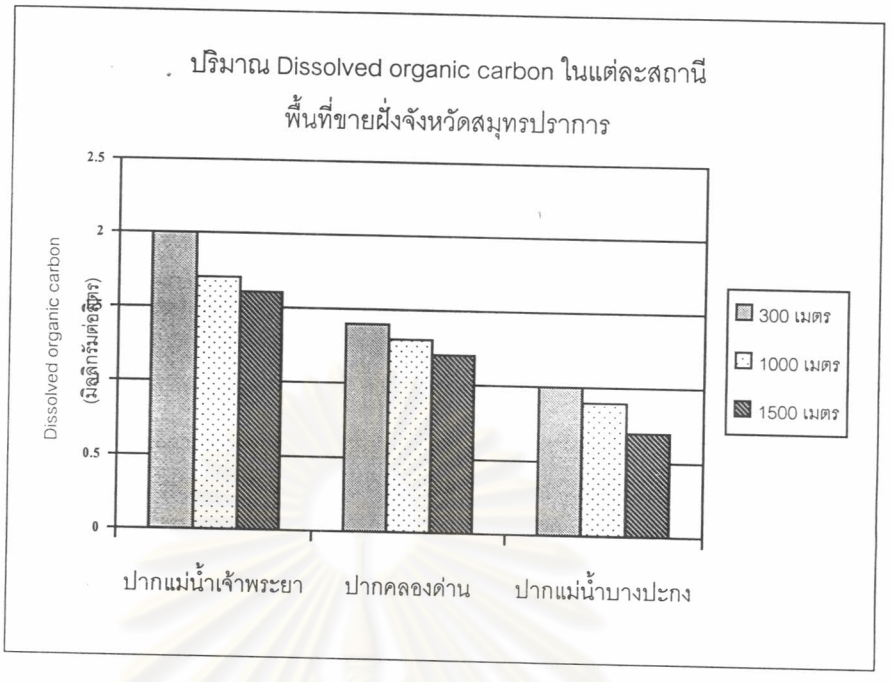

รูปที่ 4.2 ความเข้มข้น Dissolved oxygen ในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

4.1.5. ความเข้มข้น Dissolved organic carbon (DOC) ในน้ำทะเล

ความเข้มข้น Dissolved organic carbon ในน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้ในทั้งสองพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการมีค่าที่สูงกว่าในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และมีลักษณะที่สถานีที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำจะมีค่าสูงและลดต่ำลงในสถานีที่ห่างออกมา เนื่องจากตะกอน สารแขวนลอยต่าง ๆ ที่พัดพามากับน้ำในแม่น้ำ (รูปที่ 4.3)

ตารางที่ 4.5 ความเข้มข้น Dissolved organic carbon ในน้ำทะเลพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| พื้นที่เก็บตัวอย่าง | ความเข้มข้น Dissolved organic carbon (มิลลิกรัมต่อลิตร) | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 0.7-2.0 | $1.3 \pm 0.41$ |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 0.7-1.1 | $0.8 \pm 0.14$ |




รูปที่ 4.3 ความเข้มข้น Dissolved organic carbon พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

4.1.6. ความเข้มข้น Organic matter ในดินตะกอน

ความเข้มข้น Organic matter ในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ $2.8 \pm 0.69$ % และในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ $1.0 \pm 0.67$ % (ตารางที่ 4.6)

เมื่อนำปริมาณ Organic matter เฉลี่ย ในทั้ง 2 พื้นที่มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ปริมาณ Organic matter เฉลี่ย ในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณ Organic matter ในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จะมีค่าปริมาณ Organic matter ที่ต่ำกว่าดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีลักษณะเป็นโคลนปนทราย แตกต่างกับดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการจะมีลักษณะเป็นโคลน

ตารางที่ 4.6 ปริมาณ Organic matter ในดินตะกอน พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| พื้นที่เก็บตัวอย่าง | ปริมาณ Organic matter (%) | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 1.4-3.3 | 2.8 ± 0.69 |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 0.3-2.3 | 1.0 ± 0.67 |

## 4.2. ความเข้มข้นของสารหนูในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ และนิคมอุคสาหกรรมมาบตาพุด

### 4.2.1. ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเล

ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการและชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ได้ทำการตรวจวัดที่ระดับความลึก 1 เมตรและ 3 เมตรจากผิวน้ำ พบความเข้มข้นของสารหนูในตัวอย่างน้ำทะเลของแต่ละพื้นที่ ดังนี้

ก. ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลนั้นจะทำการตรวจวัดทั้งหมด 9 สถานี แบ่งเป็น ปากแม่น้ำเจ้าพระยาจำนวน 3 สถานี ปากคลองด่านจำนวน 3 สถานี และปากแม่น้ำบางปะกง จำนวน 3 สถานี

ตัวอย่างน้ำทะเลจะทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนูในรูปของสารหนูละลายน้ำ สารหนูอนินทรีย์ และสารหนูอินทรีย์ ผลการตรวจวัดได้ดังนี้ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูละลายน้ำ เท่ากับ 4.2 ± 0.03 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอนินทรีย์ เท่ากับ 3.8 ± 0.41 ไมโครกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอินทรีย์ เท่ากับ 0.4 ± 0.38 ไมโครกรัมต่อลิตร บริเวณปากคลองด่าน มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูละลายน้ำ เท่ากับ 4.7 ± 0.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอนินทรีย์ เท่ากับ 4.2 ± 0.40 ไมโครกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอินทรีย์ เท่ากับ 0.5 ± 0.20 ไมโครกรัมต่อลิตร และบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูละลายน้ำ เท่ากับ 3.5 ± 0.25 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นเฉลี่ยของ

สารหนูอนินทรีย์ เท่ากับ 2.8 ± 0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอินทรีย์ เท่ากับ 0.7 ± 0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

| จุดเก็บตัวอย่าง | ระยะห่างจากปากแม่น้ำ (เมตร) | ความเข้มข้นของสารหนู (ไมโครกรัมต่อลิตร) | | | % สารหนูอนินทรีย์ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | สารหนูละลายน้ำ | สารหนูอนินทรีย์ | สารหนูอินทรีย์ | |
| ปากแม่น้ำเจ้าพระยา | 300 | 4.2 | 4.3 | 0.0 | 100.0 |
| | 1000 | 4.2 | 3.7 | 0.5 | 87.9 |
| | 1500 | 4.2 | 3.5 | 0.8 | 82.2 |
| | เฉลี่ย | 4.2 ± 0.03 | 3.8 ± 0.41 | 0.4 ± 0.38 | 90.0 ± 9.09 |
| ปากคลองด่าน | 300 | 4.9 | 4.6 | 0.3 | 94.4 |
| | 1000 | 5.0 | 4.3 | 0.6 | 87.1 |
| | 1500 | 4.4 | 3.8 | 0.6 | 86.5 |
| | เฉลี่ย | 4.7 ± 0.31 | 4.2 ± 0.40 | 0.5 ± 0.20 | 89..3 ± 4.40 |
| ปากแม่น้ำบางปะกง | 300 | 3.4 | 2.8 | 0.6 | 82.5 |
| | 1000 | 3.8 | 2.9 | 0.9 | 76.6 |
| | 1500 | 3.3 | 2.7 | 0.6 | 81.4 |
| | เฉลี่ย | 3.5 ± 0.25 | 2.8 ± 0.10 | 0.7 ± 0.16 | 80.2 ± 3.14 |

และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์ในตัวอย่างน้ำทะเล พบว่า บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา สัดส่วนของความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์เฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 90.0 ± 9.09 บริเวณปากคลองด่าน สัดส่วนของความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์เฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 89.3 ± 4.40 และบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง สัดส่วนของความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์เฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 80.2 ± 3.14 จะเห็นได้ว่าสารหนูละลายน้ำนั้นจะอยู่ในรูปของสารหนูอนินทรีย์สูงกว่าสารหนูอินทรีย์ (77.6-100.0%) อย่างไรก็ตาม การศึกษาปริมาณของสารหนูอนินทรีย์นั้น ได้ทำในสภาวะที่เป็นกรด อาจมีสารหนูอินทรีย์ในบางรูปที่สามารถเปลี่ยนรูปมาเป็นสารหนูอนินทรีย์ได้ง่ายปนอยู่ด้วย จึงทำให้สัดส่วนสารหนูอนินทรีย์มีค่าที่สูงมาก

ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเล พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ จะมีความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำ และสารหนูอนินทรีย์ ที่บริเวณปากคลองด่าน จะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และต่ำที่สุดคือ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง เมื่อพิจารณาตามเส้นทางการไหลของแม่น้ำแต่ละสาย คลองด่านเป็นคลองที่ไหลผ่านตำบลต่าง ๆ ในท้องที่อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ก่อนที่จะไหลลงสู่อ่าวไทย ซึ่งพื้นที่ที่คลองด่านไหลผ่านส่วนมากจะเป็นพื้นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของสารหนูลงสู่แหล่งน้ำได้สูงกว่าแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง ที่ไหลผ่านพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชน

นอกจากนั้นได้ตรวจวัดความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอยในน้ำทะเลด้วย โดยได้กรองแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำทะเลและนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย พบว่า บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนู เท่ากับ $29.6 \pm 3.78$ ไมโครกรัมต่อกรัม บริเวณปากคลองด่าน มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนู เท่ากับ $26.9 \pm 6.79$ ไมโครกรัมต่อกรัม และบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนู เท่ากับ $15.9 \pm 2.18$ ไมโครกรัมต่อกรัม (ตารางที่ 4.8)

ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย ในหน่วยไมโครกรัมต่อกรัม ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และปากคลองด่าน จะมีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูที่ใกล้เคียงกัน (29.58 และ 26.85 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ) และมีค่าสูงกว่าบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง (15.91 ไมโครกรัมต่อลิตร) แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดยึดของสารหนูกับสารแขวนลอยในน้ำทะเล ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ บริเวณปากคลองด่าน และต่ำที่สุด คือ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

| จุดเก็บตัวอย่าง | ระยะห่างจากปากแม่น้ำ (เมตร) | ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย | |
|---|---|---|---|
| | | ไมโครกรัมต่อกรัม | ไมโครกรัมต่อลิตร |
| ปากแม่น้ำเจ้าพระยา | 300 | 25.9 | 2.0 |
| | 1,000 | 29.4 | 2.2 |
| | 1,500 | 33.4 | 1.7 |
| | เฉลี่ย | 29.6 ± 3.78 | 2.0 ± 0.24 |
| ปากคลองด่าน | 300 | 34.4 | 1.9 |
| | 1,000 | 24.8 | 1.6 |
| | 1,500 | 21.3 | 1.1 |
| | เฉลี่ย | 26.9 ± 6.79 | 1.5 ± 0.45 |
| ปากแม่น้ำบางปะกง | 300 | 18.4 | 1.9 |
| | 1,000 | 14.9 | 1.2 |
| | 1,500 | 14.4 | 1.2 |
| | เฉลี่ย | 15.9 ± 2.18 | 1.4 ± 0.40 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ทำการตรวจวัดทั้งหมด 12 สถานี โดย 11 สถานี จะอยู่ใกล้บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และอีก 1 สถานี จะเก็บในจุดที่ห่างออกไปประมาณ 12 กิโลเมตร

ตัวอย่างน้ำทะเลจะเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ ในทั้ง 12 สถานี นำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนูในรูปของ สารหนูที่ละลายน้ำ สารหนูอนินทรีย์ สารหนูอินทรีย์ พบว่า บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูละลายน้ำ ที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำเท่ากับ 4.1 $\pm$ 0.46 และ 3.9 $\pm$ 0.32 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอนินทรีย์ ที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำ และ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 3.1 $\pm$ 0.45 และ 2.9 $\pm$ 0.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูอินทรีย์ ที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 1.0 $\pm$ 0.17 และ 1.0 $\pm$ 0.06 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และสถานีเก็บตัวอย่างที่ห่างจากฝั่ง มีความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำ ที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 2.90 และ 3.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์ ที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 2.08 และ 2.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารหนูอินทรีย์ ที่ระดับ 1 เมตรจากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 0.82 และ 1.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| จุดเก็บตัวอย่าง | สถานีที่ | ความเข้มข้นของสารหนู (ไมโครกรัมต่อลิตร) | | | | | | % สารหนูอนินทรีย์ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | สารหนูละลายน้ำ | | สารหนูอนินทรีย์ | | สารหนูอินทรีย์ | | ผิวน้ำ | ใกล้พื้น |
| | | ผิวน้ำ | ใกล้พื้น | ผิวน้ำ | ใกล้พื้น | ผิวน้ำ | ใกล้พื้น | | |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 1 | 4.8 | - | 4.0 | - | 0.8 | - | 83.0 | - |
| | 2 | 4.4 | 4.3 | 3.7 | 3.2 | 0.7 | 1.0 | 83.6 | 75.7 |
| | 3 | 4.1 | 3.8 | 3.2 | 2.7 | 0.9 | 1.1 | 78.0 | 71.9 |
| | 4 | 5.1 | 4.6 | 4.0 | 3.5 | 1.2 | 1.1 | 77.4 | 75.8 |
| | 5 | 3.9 | 3.8 | 3.2 | 2.9 | 0.7 | 0.9 | 82.1 | 75.8 |
| | 6 | 4.3 | 4.0 | 3.2 | 3.1 | 1.1 | 0.9 | 74.5 | 76.8 |
| | 7 | 3.7 | 4.0 | 2.9 | 2.9 | 0.7 | 1.0 | 78.1 | 73.6 |
| | 8 | 4.0 | 3.8 | 2.8 | 2.8 | 1.2 | 1.0 | 70.2 | 74.4 |
| | 9 | 3.6 | 3.6 | 2.5 | 2.5 | 1.0 | 1.0 | 70.7 | 71.4 |
| | 10 | 3.8 | 3.6 | 2.8 | 2.5 | 1.0 | 1.1 | 73.5 | 70.5 |
| | 11 | 3.8 | 3.6 | 2.8 | 2.6 | 1.0 | 1.0 | 70.4 | 72.3 |
| | เฉลี่ย | 4.1 ± 0.46 | 3.9 ± 0.32 | 3.1 ± 0.45 | 2.9 ± 0.31 | 1.0 ± 0.17 | 1.0 ± 0.06 | 75.9 ± 4.79 | 73.8 ± 2.20 |
| จุดที่ห่างจากฝั่ง 12 กิโลเมตร | 12 | 2.90 | 3.31 | 2.08 | 2.31 | 0.82 | 1.00 | 71.9 | 69.9 |

- ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำทะเลที่ระดับความลึก 1 เมตรจากพื้นน้ำ ได้

จากความเข้มข้นของสารหนูที่ตรวจวัดในน้ำทะเล พบว่า ทั้งบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีค่าความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำที่ละลาย ทั้งในระดับความลึก 1 จากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ สูงกว่าจุดที่ห่างจากชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนของสารหนูจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดได้

นอกจากนั้นยังได้ทำการตรวจวัดความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอยในน้ำทะเลด้วย ได้ผลดังนี้ บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูละลายน้ำ ที่ระดับ 1 จากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 9.33 และ 14.77 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และจุดที่ห่างจากชายฝั่งออกไป มีความเข้มข้นของสารหนูที่ระดับ 1 จากผิวน้ำและ 1 เมตรจากพื้นน้ำ เท่ากับ 8.43 และ 13.43 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| จุดเก็บตัวอย่าง | สถานีที่ | ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ไมโครกรัมต่อกรัม | | ไมโครกรัมต่อลิตร | |
| | | ผิวน้ำ | ใกล้พื้น | ผิวน้ำ | ใกล้พื้น |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 1 | 8.3 | - | 1.0 | - |
| | 2 | 5.5 | 22.5 | 0.7 | 2.4 |
| | 3 | 8.7 | 16.1 | 0.8 | 1.4 |
| | 4 | 12.2 | 15.6 | 1.7 | 2.4 |
| | 5 | 12.0 | 25.1 | 1.2 | 1.9 |
| | 6 | 10.6 | 12.0 | 1.1 | 1.3 |
| | 7 | 14.4 | 20.0 | 1.1 | 1.4 |
| | 8 | 7.3 | 14.6 | 0.7 | 0.7 |
| | 9 | 19.9 | 12.0 | 1.4 | 0.9 |
| | 10 | 5.0 | 11.3 | 0.6 | 1.1 |
| | 11 | 7.9 | 20.0 | 0.6 | 1.4 |
| | เฉลี่ย | 10.3 ± 4.52 | 16.9 ± 4.75 | 1.0 ± 0.39 | 1.5 ± 0.58 |
| จุดที่ห่างจากฝั่ง 12 กิโลเมตร | 12 | 8.43 | 13.43 | 0.61 | 1.19 |

- ไม่มีตัวอย่างน้ำทะเลที่ระดับความลึก 1 เมตรจากพื้นน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอย แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดยึดสารหนูไว้ ซึ่งในทั้ง 2 บริเวณเก็บตัวอย่าง จะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเล เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษานี้ จะพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูละลายน้ำในทั้งสองพื้นที่นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบสารหนูในสารแขวนลอย เป็นร้อยละ 30.5 แสดงให้เห็นว่า สารหนูส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารหนูละลายน้ำ และการปนเปื้อนของสารหนูจากพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการและนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดมีกิจกรรมที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลมีค่าแตกต่างกัน

สำหรับความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูที่ละลายน้ำในทั้งสองพื้นนั้น เมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลบริเวณต่าง ๆ ที่มีการศึกษา จะพบว่า ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลต่าง ๆ ทั่วโลก จะมีค่าในช่วง 1-2 ไมโครกรัมต่อลิตร และในบริเวณที่มีการปนเปื้อนจากเหมืองแร่และโรงงานอุตสาหกรรม จะมีค่าอยู่ในช่วง 2-8 ไมโครกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.11) ซึ่งค่าความเข้มข้นของสารหนูที่ตรวจวัดได้ในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา มีค่าที่สูงกว่าค่าความเข้มข้นในน้ำทะเลทั่วไป และมีค่าที่อยู่ในช่วงเดียวกับบริเวณการศึกษาที่มีการปนเปื้อนจากเหมืองแร่และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความปนเปื้อนของสารหนูในทั้งสองพื้นที่ สำหรับการศึกษาในประเทศไทยในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ที่ทำการศึกษา บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีค่าความเข้มข้นของสารหนูแตกต่างกันมาก โดยในพื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ จะมีค่าที่ต่ำกว่าในพื้นที่เดียวกันและพื้นที่ใกล้เคียง และในพื้นที่ทำการศึกษา บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีค่าความเข้มข้นของสารหนูสูงกว่าในพื้นที่เดียวกันที่ได้มีการศึกษาไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลบริเวณต่าง ๆ และในพื้นที่ศึกษา

| Location | Sampling period | Concentration (ug/litre) | Sampling details and/ or species |
|---|---|---|---|
| Coastal waters, South Australia* | NS | 1.3 (1.1-1.6) | Dissolved; particulate As below limit of detection (0.6 ng/litre) |
| Coastal waters, south-east Spain* | NS | 1.5 (0.45-3.7) | Below surface |
| Coastal water, Malaysia* | NS | 0.95 (0.65-1.8) | 0.45 um filtered; 66% arsenate; 33% arsenite |
| Tammar estuary, UK** | 1988 | 2.7-8.8 | Mining and industry influenced |
| ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ | 2541*** | <0.1-3.0 | |
| | 2544**** | <0.25-6.40 | |
| | 2545**** | <0.25-2.10 | เดือนกุมภาพันธ์ |
| ชายฝั่งจังหวัดระยอง | 2541*** | <0.1 | |
| | 2544**** | <0.25-4.70 | |
| | 2545**** | <0.25-2.00 | เดือนกุมภาพันธ์ |
| ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด***** | เม.ย. 2541 | 1.6 ± 0.66 | สารหนูละลายน้ำ |
| | มิ.ย.-ก.ค. 2541 | 1.5 ± 0.67 | สารหนูละลายน้ำ |
| พื้นที่ศึกษา | | | |
| จังหวัดสมุทรปราการ | 2544 | 4.1 ± 0.58 | ผิวน้ำ, สารหนูละลายน้ำ |
| นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 2544 | 4.0 ± 0.58 | ผิวน้ำ, สารหนูละลายน้ำ |

* จาก World Health Organization, 2001

** จาก Smedley and Kinniburgh, 2002

*** จาก กรมควบคุมมลพิษ, 2542

**** จาก ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ, ยังไม่ได้ตีพิมพ์

***** จาก Pollution Control Department, 1999

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อนำค่าความเข้มข้นของสารหนูในทั้งสองพื้นที่มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานของสารหนูในน้ำทะเล ซึ่งประเทศไทยยังมิได้กำหนดค่ามาตรฐานของสารหนูในน้ำทะเล มีเพียงค่ามาตรฐานของสารหนูสำหรับแหล่งน้ำผิวดิน (ที่มิใช่ทะเล) ที่กำหนดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เท่ากับ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร สำหรับค่ามาตรฐานของสารหนูที่กำหนดโดยประเทศต่าง ๆ (ตารางที่ 4.12) พบว่า ความเข้มข้นของสารหนูที่ตรวจวัดได้ยังไม่เกินค่ามาตรฐานต่ำสุดที่มีการกำหนด (รูปที่ 4.4)

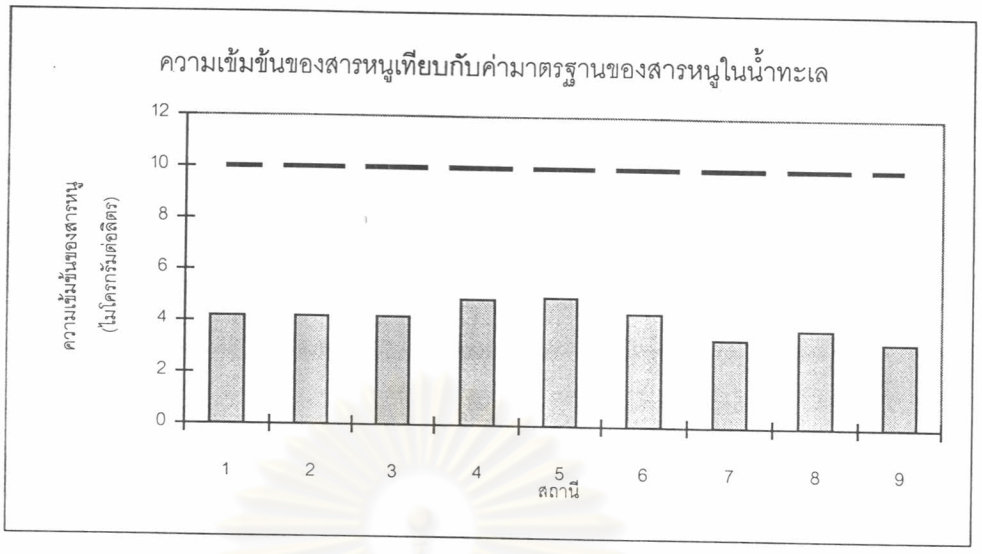
ตารางที่ 4.12 ค่ามาตรฐานสารหนูในน้ำทะเล

| เมือง/ประเทศ | ค่ามาตรฐาน (ไมโครกรัมต่อลิตร) | หมายเหตุ |
|---|---|---|
| ออสเตรเลีย | 50 | |
| ฟลอริด้า | 36 | Arsenic (tri) |
| | 50 | Arsenic (total) |
| จอร์เจีย | 36 | |
| ฮาวาย | 69 | |
| อินโดนีเซีย | 10 | สำหรับการอนุรักษ์และทำประมง |
| ฟิลิปปินส์ | 50 | |
| เวียดนาม | 10 | สำหรับการทำประมง |
| | 50 | สำหรับการพักผ่อน และอื่น ๆ |

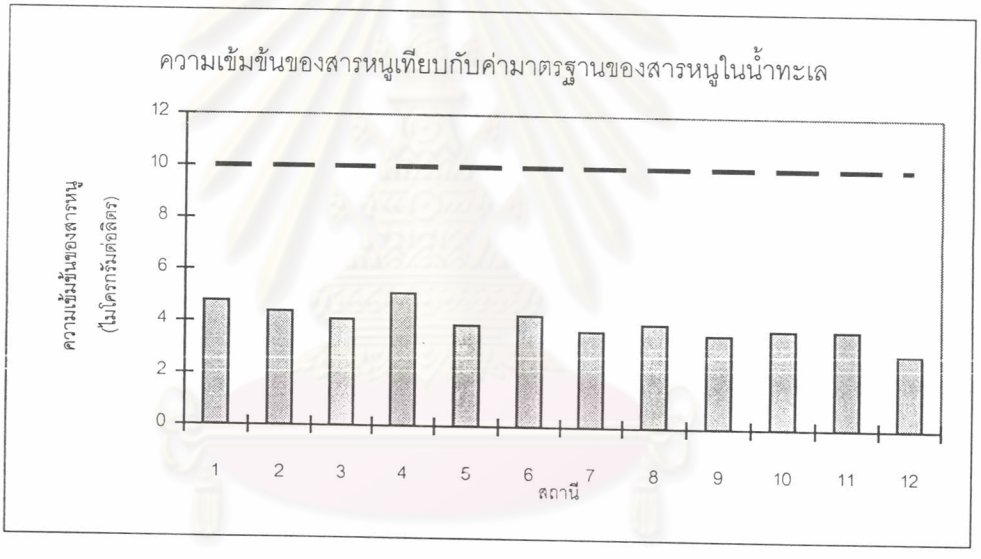
ที่มา : McPherson, C.A., Chapman, P.M., Vigers, G.A. and Ong, K.S., 1999

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20473317




ก.พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ




ข.พื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

**รูปที่** 4.4 ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเลเทียบกับค่ามาตรฐานต่ำสุดที่มีการกำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอยนั้น เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของสารหนูในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในสารแขวนลอยทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) โดยที่สารแขวนลอยจากน้ำทะเลในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ จะมีค่าสูงกว่าในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซับสารหนูของสารแขวนลอยพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการมีสูงกว่าสารแขวนลอยในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เนื่องมาจากปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอน พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีค่าสูงกว่าในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เป็นผลให้ความสามารถในการดูดซับสารหนูของสารแขวนลอยในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการมีสูงกว่า และถ้าพิจารณาความเข้มข้นของสารหนูในสารแขวนลอยในหน่วยไมโครกรัมต่อลิตร เทียบกับความเข้มข้นของสารหนูที่ละลายน้ำ พบว่า ในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา สารหนูในน้ำทะเลจะอยู่ในรูปของสารหนูที่ละลายได้ในน้ำมากกว่าจะดูดซับอยู่กับสารแขวนลอย.

4.2.2.ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอน

ก. ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนนั้น ได้ทำการตรวจวัดทั้ง 9 สถานี เช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำทะเล ดินตะกอนที่นำมาวิเคราะห์มี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-67 ไมโครเมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-253 ไมโครเมตร พบว่า ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในดินตะกอนขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร เท่ากับ $10.9 \pm 2.34$ และ $11.4 \pm 4.18$ ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ที่บริเวณปากคลองด่าน มีค่าเท่ากับ $13.2 \pm 2.95$ และ $15.7 \pm 3.71$ ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง มีค่าเท่ากับ $13.5 \pm 4.05$ และ $15.6 \pm 3.43$ ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

| จุดเก็บตัวอย่าง | ระยะห่างจากปากแม่น้ำ (เมตร) | ความเข้มข้นของสารหนู (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) | | %ดินตะกอนขนาด 0-67 ไมโครเมตร |
|---|---|---|---|---|
| | | 0-67 ไมโครเมตร | 0-253 ไมโครเมตร | |
| ปากแม่น้ำเจ้าพระยา | 300 | 9.5 | 8.1 | 8.5 |
| | 1,000 | 13.6 | 16.1 | 25.6 |
| | 1,500 | 9.7 | 9.9 | 19.4 |
| | เฉลี่ย | 10.9 ± 2.34 | 11.4 ± 4.18 | 17.9 ± 8.66 |
| ปากคลองด่าน | 300 | 10.6 | 19.7 | 27.0 |
| | 1,000 | 16.4 | 15.2 | 30.8 |
| | 1,500 | 12.5 | 12.4 | 35.4 |
| | เฉลี่ย | 13.2 ± 2.95 | 15.7 ± 3.71 | 31.1 ± 4.20 |
| ปากแม่น้ำบางปะกง | 300 | 10.2 | 18.4 | 23.7 |
| | 1,000 | 16.2 | 16.5 | 20.1 |
| | 1,500 | 12.3 | 11.8 | 17.8 |
| | เฉลี่ย | 13.5 ± 4.05 | 15.6 ± 3.43 | 20.6 ± 3.00 |

จากความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนทั้ง 2 ขนาด (0-67, 0-253 ไมโครเมตร) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในดินตะกอนขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ข. ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ดินตะกอนที่จะทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนูนั้น ได้จากสถานีเก็บตัวอย่างเดียวกับน้ำทะเลจำนวน 12 สถานี นำมาทำการวิเคราะห์ 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-67 ไมโครเมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0-253 ไมโครเมตรเช่นเดียวกับพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ที่บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในดินตะกอนขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร เท่ากับ 9.6 ± 1.92 และ 8.5 ± 3.47 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และจุดที่ห่างจากชายฝั่งออกไป มี

ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร เท่ากับ 4.98 และ 2.78 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| จุดเก็บตัวอย่าง | สถานีที่ | ความเข้มข้นของสารหนู (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) | | %ดินตะกอนขนาด 0-67 ไมโครเมตร |
|---|---|---|---|---|
| | | 0-67 ไมโครเมตร | 0-253 ไมโครเมตร | |
| บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด | 1 | 9.3 | 7.8 | 12.1 |
| | 2 | 9.9 | 11.3 | 25.6 |
| | 3 | 11.9 | 10.6 | 30.1 |
| | 4 | 12.0 | 12.9 | 3.2 |
| | 5 | 10.5 | 10.2 | 27.1 |
| | 6 | 6.4 | 4.9 | 12.7 |
| | 7 | 7.8 | 2.5 | 2.8 |
| | 8 | - | 2.9 | 0.0 |
| | 9 | - | 1.9 | 0.0 |
| | 10 | 8.8 | 7.8 | 32.3 |
| | 11 | - | 1.9 | 0.0 |
| | เฉลี่ย | 9.6 ± 1.92 | 8.5 ± 3.47 | 18.2 ± 11.99 |
| จุดที่ห่างจากชายฝั่ง 12 กิโลเมตร | 12 | 4.98 | 2.78 | 19.6 |

- ไม่สามารถร่อนดินตะกอนให้ได้ขนาด 0-67 ไมโครเมตร เนื่องจากดินตะกอนมีทรายมาก

ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนทั้ง 2 ขนาด (0-67, 0-253 ไมโครเมตร) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในดินตะกอนขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอน จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 แห่ง พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในดินตะกอน ขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) โดยความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนขนาด 0-67 และ 0-253 ไมโครเมตร ในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ มีค่าสูงกว่าในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด แสดงให้เห็นถึงการสะสมของสารหนูในดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการมีมากกว่า เนื่องจากลักษณะของดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการมีความเป็นดินโคลนมากกว่า มีปริมาณ Organic matter ในดินตะกอน ทำให้มีความสามารถในการดูดซับสารหนูได้ดีกว่าดินตะกอนที่มีลักษณะเป็นโคลนปนทรายในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

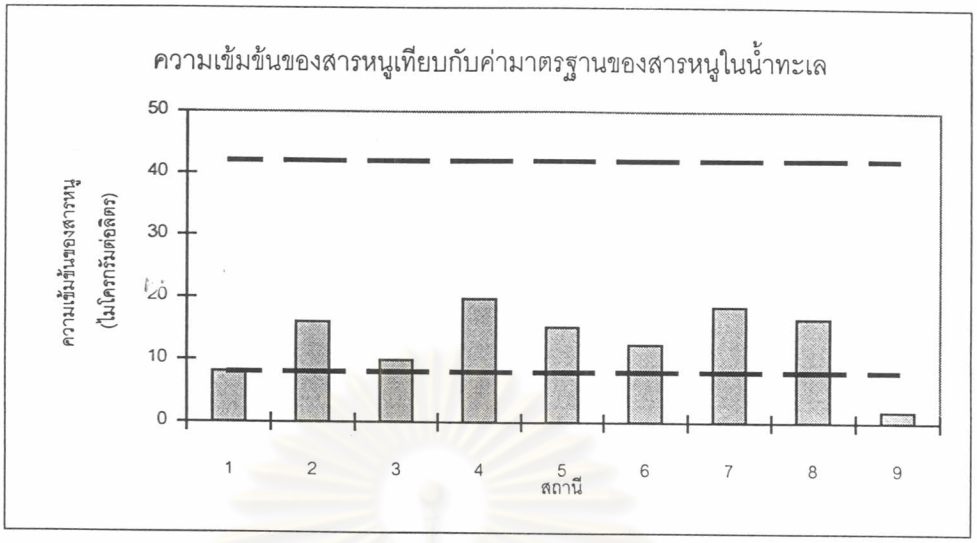
ในดินตะกอนขนาด 0-67 ไมโครเมตร จะเป็นส่วนที่เป็น Clay-mineral มีพื้นที่ผิวมากที่สามารถยึดจับกับสารหนูได้ และควรจะมีความเข้มข้นของสารหนูที่สูงกว่าดินตะกอนขนาด 0-253 ไมโครเมตร แต่จากพื้นที่ศึกษาในทั้งสองแห่งนี้ไม่พบความแตกต่างของความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนในทั้งสองขนาด อาจมีสาเหตุจากปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการยึดจับของสารหนูกับอนุภาคของดินตะกอน เช่น สารอินทรีย์ที่เคลือบอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินตะกอน ซึ่งทำให้สารหนูสามารถยึดจับกับอนุภาคของดินตะกอนได้ด้วย

ค่ามาตรฐานสำหรับความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนของประเทศต่าง ๆ ที่มีการกำหนดขึ้นมา (ตารางที่ 4.15) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้ในดินตะกอนในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา พบว่า ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนยังไม่สูงเกินค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ (รูปที่ 4.5)

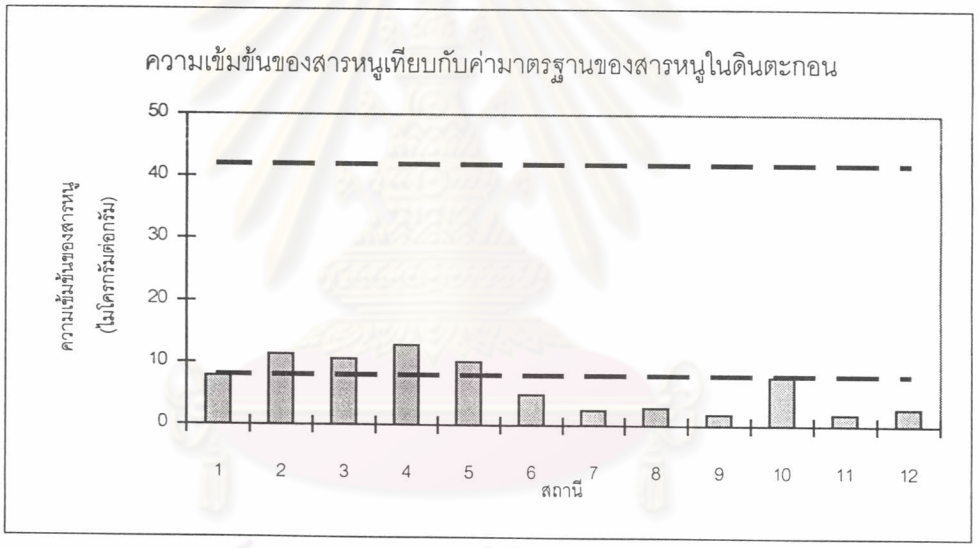
ตารางที่ 4.15 ค่ามาตรฐานความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอน

| ประเทศ | | ความเข้มข้นของสารหนู (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) |
|---|---|---|
| Florida DEP | SQG-TEL (ค่าต่ำสุด) | 7.24 |
| | SQG-PEL (ค่าสูงสุด) | 41.6 |
| Hong Kong | Draft SQG-lower | 8.0 |
| | Draft SQG-higher | 42.0 |
| Australia and New Zealand | Draft ISQG-low | 20 |
| | Draft ISQG-high | 70 |

ที่มา : Pollution Control Department, 1999.




ก.พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ




ข.พื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนเทียบกับค่ามาตรฐาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3. ความเข้มข้นของสารหนูในปลาและหอย

ตัวอย่างปลาและหอยในแต่ละพื้นที่นั้น ได้จากเรือประมงขนาดเล็กที่จับปลาอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาในแต่ละพื้นที่

ก. ความเข้มข้นของสารหนูในปลาและหอยในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

ปลาและหอยที่นำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนู คือ

- ปลาทู (*Rastrelliger brachysoma*)
- ปลากุเรา (*Eleutheronema tridactylum*)
- ปลาจวด (*Otolithes ruber*)
- หอยแครง (*Anadara granosa*)
- หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*)

ตัวอย่างปลาและหอยนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนู พบความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนูในตัวอย่างปลาทู ปลากุเรา ปลาจวด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ดังตารางที่ 4.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ความเข้มข้นของสารหนูในปลาและหอย บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

| ตัวอย่าง | ความยาว (เซนติเมตร) | ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารหนู (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) |
|---|---|---|
| ปลาทู | 15.1-15.6 | 23.5 ± 2.20 (n=3) |
| ปลากุเรา | 23.5 | 14.9 (n=1) |
| | 26.4-28.6 | 18.7 ± 1.96 (n=3) |
| ปลาจวด | 15.0-15.5 | 13.9 ± 1.05 (n=2) |
| | 18.4-19.0 | 18.2 ± 1.06 (n=3) |
| | 23.0 | 20.8 (n=1) |
| หอยแครง | 3.2-3.4 | 12.18 ± 0.68 (n=5) |
| | 3.7-4.1 | 12.34 ± 1.01 (n=5) |
| หอยแมลงภู่ | 7.0-7.1 | 17.87 ± 0.34 (n=5) |

ข.ความเข้มข้นของสารหนูในปลาและหอย ในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ตัวอย่างปลาและหอยที่นำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนู คือ

- ปลาทู (*Rastrelliger brachysoma*)
- ปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon*)
- หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*)
- หอยกระพง (*Musculus senhousia*)

ตัวอย่างปลาและหอยที่ได้ นำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารหนู พบความเข้มข้นของสารหนูในตัวอย่างปลาและหอย ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ความเข้มข้นของสารหนูในปลาและหอยบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

| ตัวอย่าง | ความยาว (เซนติเมตร) | ความเข้มข้นของสารหนู (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด) |
|---|---|---|
| ปลาทู | 16.0-16.9 | 12.0 ± 1.52 (n=5) |
| ปลาทรายแดง | 17.0-18.5 | 9.2 ± 2.66 (n=5) |
| | 23.1-23.8 | 15.5 ± 2.09 (n=6) |
| | 25.5 | 19.6 (n=1) |
| หอยแมลงภู่ | 4.1-4.7 | 10.4 ± 1.85 (n=2) |
| | 6.0-6.1 | 13.1 ± 1.22 (n=2) |
| | 7.1 | 18.6 (n=1) |
| หอยกระพง | 4.5-4.9 | 18.3 ± 2.01 (n=2) |
| | 6.0-6.3 | 25.0 ± 1.32 (n=2) |

จากความเข้มข้นของสารหนูที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างปลาและหอย แสดงให้เห็นว่า ในตัวอย่างปลาและหอยพบแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารหนูตามขนาดของปลาและหอยที่ใหญ่ขึ้น ในทั้งสองพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาการกินอาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัยของปลาและหอยที่เป็นตัวอย่างการศึกษา พบว่า ปลาทู (*Rastrelliger brachysoma*) เป็นปลาที่อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและกลางน้ำ กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและแพลงตอน ปลากุเรา (*Eleutheronema tridactylum*) อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินที่เป็นดินโคลน กินลูกกุ้ง ลูกปลา และสัตว์ที่อยู่หน้าดิน ปลาจวด (*Otolithes ruber*) อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่ง กินปลาและสัตว์หน้าดิน ปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon*) เป็นปลาที่หากินบริเวณพื้นท้องทะเลที่เป็นโคลนปนทราย กินสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่า หอยแครง (*Anadara granosa*) อาศัยอยู่พื้นท้องทะเลชายฝั่งตื้น ๆ ที่เป็นโคลน กินสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) อาศัยเกาะตามเสาไม้ กินสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ และหอยกระพง (*Musculus senhousia*) อาศัยอยู่พื้นท้องทะเลที่เป็นโคลนและหลักเสา กินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2540) จากลักษณะที่อยู่อาศัยและอาหารของปลาและหอย

แต่ละชนิด จะเห็นได้ว่า ปลากุเรา ปลาจวด ปลาทรายแดง และหอยแครง มีโอกาสได้รับสารหนูจากสัตว์ที่อยู่หน้าดิน และจากดินตะกอน สำหรับปลาทู หอยแมลงภู่ และหอยกระพง จะได้รับสารหนูจากสารหนูที่ละลายน้ำ จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นของสารหนูในปลาและหอย ในทั้งสองพื้นที่เก็บตัวอย่าง ไม่พบความแตกต่างของความเข้มข้นของสารหนูที่สะสมในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับห่วงโซ่อาหารที่ต่างกัน เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Callahan (อ้างใน World Health Organization, 2001) ที่ไม่พบการกระจายของสารหนูไปตามห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำอย่างมีนัยสำคัญ

สารหนูในสิ่งมีชีวิตในทะเลนั้นส่วนมากเป็นสารหนูอินทรีย์ โดยชนิดที่พบมากที่สุด คือ Arsenobetaine ซึ่งมีความเป็นพิษน้อยมากทั้งต่อสิ่งมีชีวิตเองและผู้บริโภค มีการประมาณว่าสารหนูในอาหารจะมีอยู่ในรูปสารหนูอินทรีย์ 75% และในรูปของสารหนูอนินทรีย์ 25% (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2545)

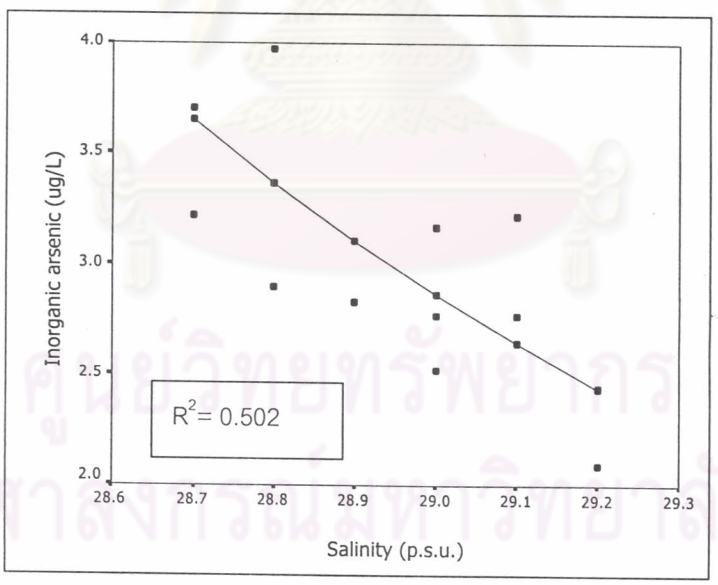
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.3. ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารหนู และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

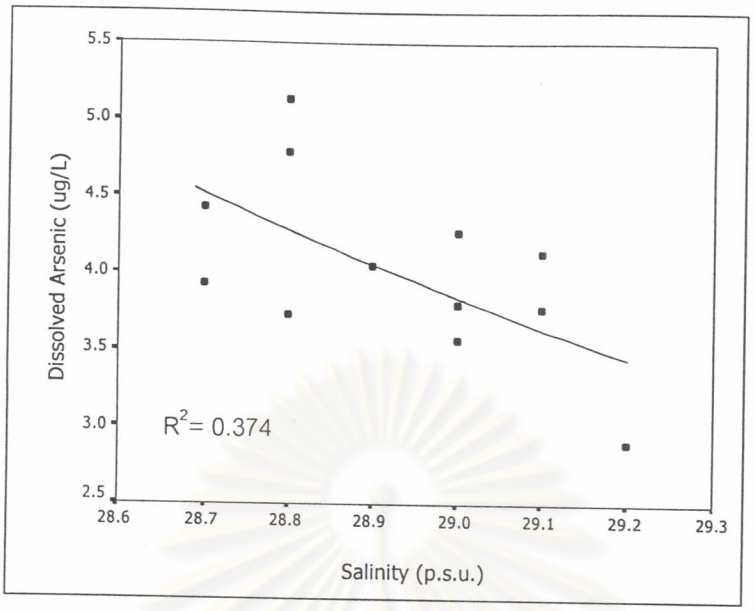
ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่นำมาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารหนูนั้น ได้ตรวจวัดในแต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่าง ณ จุดเก็บตัวอย่างเดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกับการเก็บตัวอย่างในภาคสนาม ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารหนูนั้น ได้แก่ ความเค็ม, ความเข้มข้น Dissolved organic carbon (DOC) ในน้ำทะเล และความเข้มข้น Organic matter ในดินตะกอน

### 4.3.1.ความเค็ม

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของน้ำทะเลกับความเข้มข้นของสารหนูในรูปสารหนูละลายน้ำ สารหนูอนินทรีย์ และสารหนูอินทรีย์ พบว่า ความเค็มมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์ และสารหนูละลายน้ำ ในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.15$) โดยความสัมพันธ์ที่พบจะมีลักษณะ เมื่อความเค็มของน้ำทะเลมีค่าสูงขึ้น ความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์และสารหนูละลายน้ำจะลดต่ำลง (รูปที่ 4.6, 4.7) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแหล่งของสารหนู ที่มาจากน้ำจืด



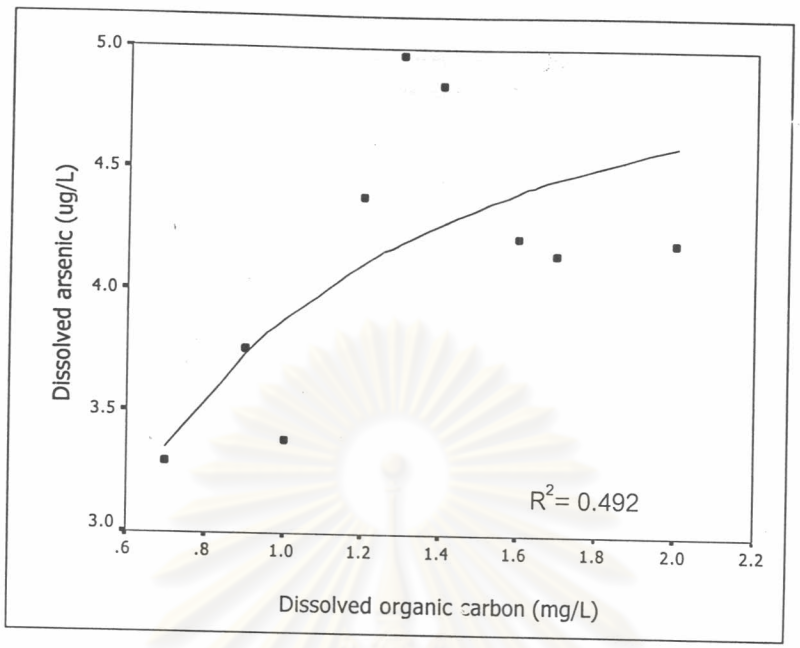

รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มและความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์ พื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด




รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มและความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำ พื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

4.3.2.ความเข้มข้น Dissolved organic carbon (DOC)

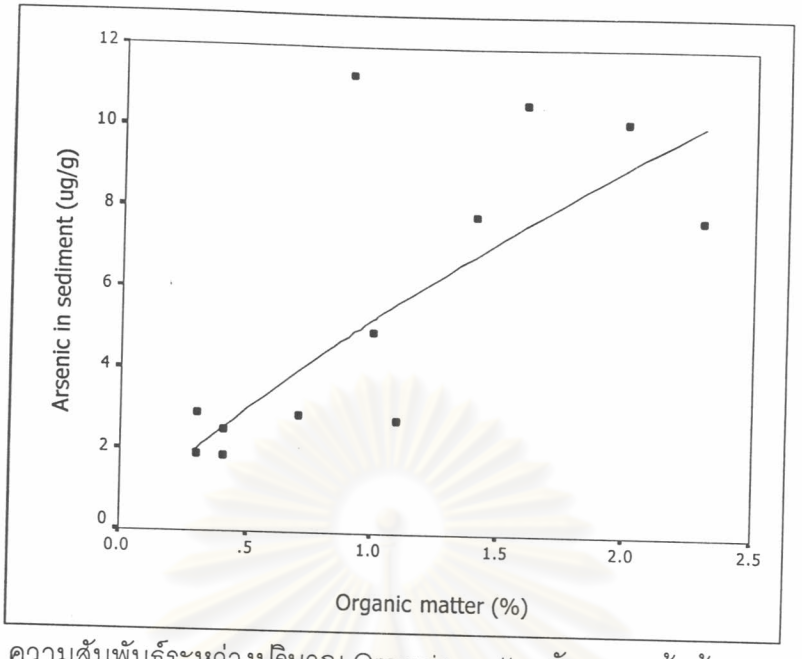
ความเข้มข้น Dissolved organic carbon และความเข้มข้นของสารหนูในน้ำทะเล เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แล้วพบว่า ความเข้มข้น Dissolved organic carbon และความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในลักษณะ เมื่อความเข้มข้น Dissolved organic carbon เพิ่มสูงขึ้น ความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความสัมพันธ์นี้พบในพื้นที่ชายฝั่งสมุทรปราการ (รูปที่ 4.8) เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลนั้น มีความสามารถในการยึดจับกับสารหนูได้ จึงทำให้สารหนูละลายน้ำเพิ่มสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้น Dissolved organic carbon มีค่าสูงขึ้น สำหรับในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดไม่พบความสัมพันธ์นี้ เพราะความเข้มข้น Dissolved organic carbon ในบริเวณนี้มีค่าที่ค่อนข้างคงที่ และชนิดของสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ แตกต่างจากพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ ที่มีการใช้พื้นที่บริเวณชายฝั่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยด้วย




รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น Dissolved organic carbon กับความเข้มข้นของสารหนูละลายน้ำ พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ

4.3.6.ปริมาณ Organic matter

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Organic matter ในดินตะกอน กับความเข้มข้นของสารหนู พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Organic matter กับความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในพื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งลักษณะของความสัมพันธ์นั้น คือ เมื่อดินตะกอนที่มีปริมาณ Organic matter สูง ความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนจะเพิ่มขึ้นด้วย (รูปที่ 4.9) เนื่องจากสารอินทรีย์ในอนุภาคของดินตะกอน มีความสามารถในการดูดซับสารหนูไว้กับอนุภาคของดินตะกอนได้ ทำให้เมื่อปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงขึ้น ค่าความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอนจึงสูงขึ้นด้วย สำหรับในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการไม่พบความสัมพันธ์ลักษณะนี้ เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีค่าที่ค่อนข้างคงที่ในแต่ละตัวอย่างดินตะกอน




รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Organic matter กับความเข้มข้นของสารหนูในดินตะกอน พื้นที่ชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย