บทที่ 4

ผลลัพธ์จากการประมวลผลของแบบจำลองและวิจารณ์ผล

ผลลัพธ์การประมวลผลของแบบจำลอง

จากการประมวลผลแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์การไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย ผู้วิจัยได้ทำการประมวลผลโปรแกรมเปรียบเทียบระหว่างช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งในขอบเขตพื้นที่อ่าวไทยทั้งหมดและอ่าวไทยตอนบน ได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

1. การประมวลผลของโปรแกรมแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยโปรแกรมแบบจำลองของอ่าวไทยใช้เวลาในการประมวลผล (Executing Time or CPU Time) 71 นาที และโปรแกรมแบบจำลองของอ่าวไทยตอนบนใช้เวลา 27 นาที

อนึ่ง เนื่องจากโปรแกรมแบบจำลองดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่มีความยาว และรายละเอียดในการคำนวณมาก จึงต้องใช้เวลาในการประมวลผลนาน แม้ว่าจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ในบางโปรแกรมที่ทดลองเขียนขึ้นใช้เวลานานมากกว่า 180 นาที ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องลดขนาดของโปรแกรมและจำนวนตัวแปรลง เพื่อความเหมาะสมเท่าที่เวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์จะอำนวยให้

2. ลักษณะโครงสร้างของความเร็วกระแสน้ำที่เกิดจากลม

ในอ่าวไทย ลักษณะของการกระจายตัวของกระแสน้ำตามแนวดิ่ง มีการเบี่ยงเบนไปทางซ้ายและขวาของทิศทางลมประมาณ 10 องศา การเบี่ยงเบนจะเพิ่มขึ้นและขนาดของความเร็วของน้ำจะลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงใน รูปที่ ก.7 - ก.8 ในภาคผนวก ก. กระแสน้ำมีทิศเบี่ยงเบนไปทางซ้ายในบริเวณที่มีความลึกของน้ำน้อย ส่วนกระแสน้ำที่มีทิศเบี่ยงเบนไปทางขวา

และ คงวัฒน์ นิละศรี (2524) ที่อ้างถึงทฤษฎีของกระแสน้ำที่เกิดจากลมของเอกมาน (Ekman) (1905) โดยทิศทางของกระแสน้ำจะเบี่ยงเบนไปทางขวาของทิศทางลมและจะเบี่ยงเบนมากขึ้นเมื่อความลึกของน้ำเพิ่มขึ้นในซีกโลกภาคเหนือ ซึ่งทฤษฎีของเอกมานนี้ได้กำหนดเงื่อนไขของสมการไว้คือ จะต้องเป็นสภาวะที่คงที่ (Steady State) ไม่มีขอบเขตขวางกั้น (Non Boundary) ไม่จำกัดความลึก (Infinite Depth) และจะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับผิวหน้าน้ำทะเล คือ ปราศจากแรงดันของน้ำที่เกิดจากความต่างระดับ ทฤษฎีของเอกมานจึงไม่อาจใช้กับการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบนได้ เพราะมีความลึกที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความลึกของน้ำในมหาสมุทร และมีขอบเขตที่จำกัดจากสภาพของชายฝั่งทะเลที่เป็นตัวขวางกั้นโดยโปรแกรมแบบจำลองที่เขียนขึ้นมาในงานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงผลของความแตกต่างของระดับน้ำทะเลด้วย ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลของแบบจำลองจึงไม่สอดคล้องกับทฤษฎีของเอกมาน (1905) แต่จากการทดลองประมวลผลของโปรแกรมโดยผู้วิจัยได้กำหนดให้อ่าวเป็นรูปสี่เหลี่ยมและมีความลึกของน้ำเท่ากันหมด จะได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีของเอกมาน (1905) ซึ่งทิศทางของกระแสน้ำที่ผิวน้ำจะเบี่ยงเบนไปทางขวาของทิศทางลมประมาณ 8 องศา ที่เส้นละติจูด 10 องศา การเบี่ยงเบนจะเพิ่มขึ้นตามความลึกและการเบี่ยงเบนที่ผิวน้ำจะมากขึ้นเมื่อละติจูดเพิ่มขึ้น และผลลัพธ์จากการประมวลผลมีความสอดคล้องและแตกต่างจากรายงานผลของ ปราโมทย์ โศจิศุภร (2527) อาจจะเป็นเพราะหลักการและทฤษฎีพื้นฐานเป็นเช่นเดียวกัน ทำให้ผลลัพธ์บางส่วนมีความสอดคล้องกัน แต่ลักษณะการวางเงื่อนไขและการกำหนดเกี่ยวกับสภาวะขอบเขต (Boundary Condition) แตกต่างกัน จึงมีลักษณะการไหลเวียนที่ต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์จากแบบจำลองของ ปราโมทย์ โศจิศุภร (2527) ไม่สามารถอธิบายลักษณะของการไหลเวียนของน้ำได้อย่างชัดเจน แต่ผลลัพธ์ของแบบจำลองในการวิจัยมีลักษณะของการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยตอนบนโค้งในทิศทางทวนและตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ และใกล้เคียงกับรายงานผลของโครงการนาดา (2517) ซึ่งก็ได้มีการวางเงื่อนไขเกี่ยวกบการเปลี่ยนปลงของผิวหน้าน้ำทะเลของกระแสน้ำที่เกิดจากลม

2. ลักษณะรูปแบบของการไหลเวียนที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลอง มีลักษณะของการไหลเวียนแบบเข้าและออก โดยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีการไหลเข้าในบริเวณผิวหน้าและส่วนบนของน้ำ และไหลออกในส่วนล่างที่ลึกลงไป ตรงกันข้ามกับช่วงมรสุม

จะอยู่ในบริเวณที่มีความลึกของน้ำมาก และไกลจากชายฝั่งทะเล ดังแสดงในรูปที่ ก.9 และ ก.14 และเมื่อให้ความเร็วลมมีค่าเท่ากับ 3.0 ม./วินาที ความหนืดของน้ำทะเลเท่ากับ 5 กก./ม.วินาที จะได้ความเร็วของกระแสน้ำที่ผิวหน้าน้ำ 0.040 ม./วินาที ความเร็วสูงสุด 0.056 ม./วินาที

ในอ่าวไทยตอนบน ลักษณะการกระจายตัวของกระแสน้ำตามแนวดิ่งได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน โดยมีการเบี่ยงเบนไปทางซ้ายและขวาประมาณ 10 องศา ดังแสดงในรูปที่ ข.7 - ข.8 ในภาคผนวก ข. ลักษณะและบริเวณที่กระแสน้ำมีการเบี่ยงเบนไปทางขวา จะอยู่ในบริเวณที่ลึกที่สุดของอ่าวไทยตอนบนได้แก่ บริเวณด้านฝั่งตะวันตกของอ่าว ดังแสดงในรูป ข.9 และ ข.14 และเมื่อให้ความเร็วลมมีค่าเท่ากับ 3.0 ม./วินาที ความหนืดของน้ำทะเลเท่ากับ 4 กก./ม.วินาที จะได้ความเร็วของกระแสน้ำที่ผิวหน้าน้ำ 0.030 ม./วินาที ความเร็วสูงสุด 0.044 ม./วินาที

3. การไหลเวียนของน้ำ

อ่าวไทย ลักษณะการไหลเวียนเป็นการไหลเข้าออกบริเวณใกล้ผิวหน้าน้ำและบริเวณน้ำตื้นจะมีการไหลไปในทิศทางเดียวกับลม ส่วนบริเวณที่ลึกลงไปจะมีการไหลในทิศทางตรงกันข้าม ดังแสดงในรูปที่ ก.9 - ก.18 ในภาคผนวก ก. โดยทั่วไป การไหลเวียนจะไปตามลักษณะของภูมิประเทศของท้องทะเล และสภาพชายฝั่งทะเล

ในอ่าวไทยตนบนมีลักษณะการไหลเข้าออกเช่นเดียวกับการไหลเวียน แต่ลักษณะการไหลเวียนในแนวราบมีลักษณะโค้งไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีมรสุมมมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีมรสุมมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในรูปที่ ข.9 - ข.18

4. การแพร่กระจายตัวของความเค็มของน้ำทะเล

ในอ่าวไทย การแพร่กระจายตัวของความเค็มไม่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจากขนาดของกริดแต่ละกริดที่กำหนดขึ้นนั้นมีขนาดที่ใหญ่มาก แต่พอจะสังเกตความแตกต่างระหว่างค่าความเค็มต่ำกว่ากับกริดที่อยู่ถัดออกไป ดังรูปที่ ก.19 และ ก.20 ในภาคผนวก ก. ทั้งตามแนวราบ และตามแนวดิ่ง

ในอ่าวไทยตอนบน ลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มที่ได้จากแบบจำลองในแนวราบมีลักษณะเป็นรูปพัดออกจากปากแม่น้ำสายต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ ข.19 และ ข.20 ในภาคผนวก ข.

โดยความเค็มจะเพิ่มไปตามระยะ จากค่าความเค็ม 24 ส่วนในพัน จนถึงความเค็มที่ 34 ส่วนในพัน ความเค็มที่ผิวหน้าน้ำกับส่วนที่ลึกลงไป มีความแตกต่างกันเล็กน้อย จากรูปที่ ข.21 และ ข.22 พบว่าระยะทางของบริเวณที่มีการแพร่กระจายของความเค็มด้านฝั่งตะวันตกมีมากกว่า

5. ลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบน ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ลักษณะตรงข้ามเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การไหลที่ผิวหน้าน้ำจะมีทิศทางไหลเข้าสู่อ่าวและในด้านล่างที่ลึกลงไปจะมีทิศทางไหลออกจากอ่าว ส่วนในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือการไหลเวียนจะมีลักษณะตรงกันข้ามโดยการไหลที่ผิวหน้าน้ำจะมีทิศทางไหลออกจากอ่าว และในด้านล่างที่ลึกลงไปจะทิศทางไหลเข้าสู่อ่าว

ในอ่าวไทยตอนบน มีการไหลในแนวราบในลักษณะ Steam Line เป็นเส้นโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อมีมรสุมมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีมรสุมมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะการแพร่กระจายตัวของความเค็มของน้ำทะเล เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อพิจารณาจากรูปที่ ข.21 และ ข.22 แต่จะสามารถพิจารณาความแตกต่างได้จากค่าตัวเลขของความเค็มที่ผิวหน้าน้ำบริเวณกริดทั้งสองข้างของปากแม่น้ำ ในรูปที่ ข.19 และ ข.20 จะพบว่าช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ค่าความเค็มบริเวณฝั่งตะวันตกมีค่ามากกว่าฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำ

6. การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับข้อมูลหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นก่อนหน้า

6.1 ลักษณะการกระจายตัวของกระแสน้ำตามแนวดิ่งจากโปรแกรมแบบจำลองในอ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบน มีทิศทางการไหลเบี่ยงเบนไปทางซ้ายและขวากับทิศทางลม ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานผลของ คงวัฒน์ นิละศรี (2524) และสุภัทร วงศ์วิเศษสมใจ (2519) แต่พอจะมีความสอดคล้องบ้างเล็กน้อยกับรายงานผลของ ปราโมทย์ โคจิศุภร (2527) ซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลองก็ได้กระแสน้ำที่มีทิศเบี่ยงเบนไปทางซ้ายและขวาเช่นกัน แต่ความต่อเนื่องของกระแสน้ำในแบบจำลองของผู้วิจัยมีความเป็นระเบียบมากกว่า

6.2 ลักษณะของการไหลเวียนของน้ำ

ในอ่าวไทย มีรูปแบบของการไหลเวียนแบบเข้าและออก ซึ่งแตกต่างจาก

รายงานผลของ บริษัท เนดิโก (2507) และรายงานการสำรวจของโครงการนาคา (2517) ที่รายงานลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทย ทิศทางทวนและตามเข็มนาฬิกา

ในอ่าวไทยตอนบน มีรูปแบบของการไหลเวียนแบบเข้าและออกเช่นเดียวกับในอ่าวไทย ซึ่งผลที่ได้มีตกต่างจากรายงานของ สุภัทร วงศ์วิเศษสมใจ (2519) และเจษฎา จิราภรณ์ (2525) ที่รายงานว่า การไหลเวียนของน้ำจะมีทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และแตกต่างจากรายงานผลของ บริษัท เนดิโก (2507) และรายงานการสำรวจของโครงการนาคา (2517) ที่การไหลเวียนของน้ำจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จากการประมวลผลแบบจำลองของงานวิจัยนี้ รูปแบบของการไหลเวียนของน้ำในแต่ละระดับจะมีลักษณะโค้งอย่างต่อเนื่องกัน โดยมีการไหลโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และการไหลเวียนในบริเวณใกล้ชายฝั่งหรือใกล้พื้นท้องทะเล จะไหลเวียนไปตามสภาพของภูมิประเทศของชายฝั่งและพื้นท้องทะเล เช่นเดียวกับรายงานผลของ ปราโมทย์ โศจิศุภร (2527) ดังแสดงในรูปที่ ข.9 - 8.18 ในภาคผนวก ข.

6.3 ลักษณะการแพร่กระจายตัวของความเค็ม

จากผลลัพธ์การประมวลผลแบบจำลอง ลักษณะการแพร่กระจายตัวของความเค็มมีลักษณะที่สอดคล้องกับรายงานผลของบริษัท เนดิโก (2507) โดยมีการแพร่กระจายตัวของความเค็มของน้ำที่มีความเค็มต่ำที่ไหลออกจากแม่น้ำสายต่างๆออกไปในรูปพัด แต่มีขอบเขตของการกระจายตัวที่ต่ำกว่า และพบว่า บริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน ได้แก่บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง มีขอบเขตของการแพร่กระจายตัวของความเค็มมากกว่าบริเวณฝั่งตะวันออกเช่นเดียวกับรายงานของ บริษัทเนดิโก (2507)

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. จากผลลัพธ์การประมวลผลแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทยนี้ จะได้ลักษณะการกระจายตัวของกระแสน้ำตามแนวดิ่งมีการเบี่ยงไปทางซ้ายและขวากับทิศทางความเร็วลม ซึ่งแตกต่างจากรายงานผลของ สุภัทร วงศ์วิเศษสมใจ (2519)

ตะวันออกเฉียงเหนือที่จะมีการไหลออกในส่วนบน และไหลเข้าในส่วนล่าง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี แรงลัพธ์ระหว่างแรงเฉือนที่เกิดจากความเค้นเฉือนของลม แรงดันที่เกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่มีการไหลสะสมตัวและที่ถูกขวางกั้นจากขอบเขตสภาพชายฝั่งทะเลและแรงโคริโอลิส ทำให้การไหลที่ผิวหน้าน้ำและส่วนบนไปตามแรงเฉือนของลมและมีการไหลย้อนกลับทางส่วนล่าง เนื่องจากแรงดันที่เกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำทะเลที่เกิดจากการสะสมตัวของน้ำหรืออิทธิพลของสภาพขอบเขตชายฝั่งทะเล และมีการเบี่ยงเบนของกระแสน้ำเนื่องจากแรงโคริโอลิส

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการไหลเวียนของน้ำในแบบจำลอง คือ สภาวะขอบเขต (Boundary Condition) ของสภาพชายฝั่งทะเลและภูมิประเทศของพื้นท้องทะเลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับผิวหน้าน้ำทะเล ซึ่งในอ่าวไทยจะเห็นลักษณะการไหลเวียนไปตามสภาพของภูมิประเทศได้ชัดเจนกว่าในอ่าวไทยตอนบน และอิทธิพลของน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำสายต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนของน้ำน้อยมาก เพราะปริมาตรของน้ำที่ไหลออกมีน้อยมาเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของน้ำในอ่าวไทยทั้งหมด

3. จากผลลัพธ์การแพร่กระจายตัวของความเค็มของน้ำทะเลในแบบจำลอง จะเห็นได้ว่า ลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของการฟุ้งกระจายมากกว่าการแอดเวคชันอย่างเห็นได้ชัดเจน อาจเป็นเพราะการกำหนดค่าคงที่การฟุ้งกระจายของความเค็มยังไม่เหมาะสมพอ โดยการกำหนดค่าคงที่ของการฟุ้งกระจายทำโดยการทดลองกำหนดค่าและประมวลผลเพื่อสังเกตการแพร่กระจายที่เกิดขึ้น จึงเป็นการยากมากที่จะเลือกให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด และค่าคงที่นี้ในแต่ละโปรแกรมมีค่าไม่เหมือนกัน ซึ่งน่าจะทำการวิจัยอย่างละเอียดเพื่อหาค่าที่แน่นอนของค่าคงที่ของการฟุ้งกระจายของความเค็ม หรืออาจเป็นเพราะขนาดของผลลัพธ์ของความเร็วของน้ำที่คำนวณได้มีค่าที่น้อยมาก ทำให้ค่าของการแอดเวคชันของความเค็มที่ได้จากแบบจำลองมีค่าต่ำไปด้วย หรืออาจเป็นเพราะ สภาวะที่คงที่จากการคำนวณความเร็วของกระแสน้ำโดยสมการการเคลื่อนที่ของน้ำไม่ตรงกันกับสภาวะที่คงที่ของการคำนวณความเค็มของสมการการขนส่งของความเค็ม และสาเหตุการแพร่กระจายของความเค็มบริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบนมีการกระจายตัวมากกว่าบริเวณฝั่งตะวันออก เพราะสภาพความลึกของพื้นท้องทะเลที่มีน้อยกว่าและมีปริมาตรของน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำต่อพื้นที่ที่มากกว่า