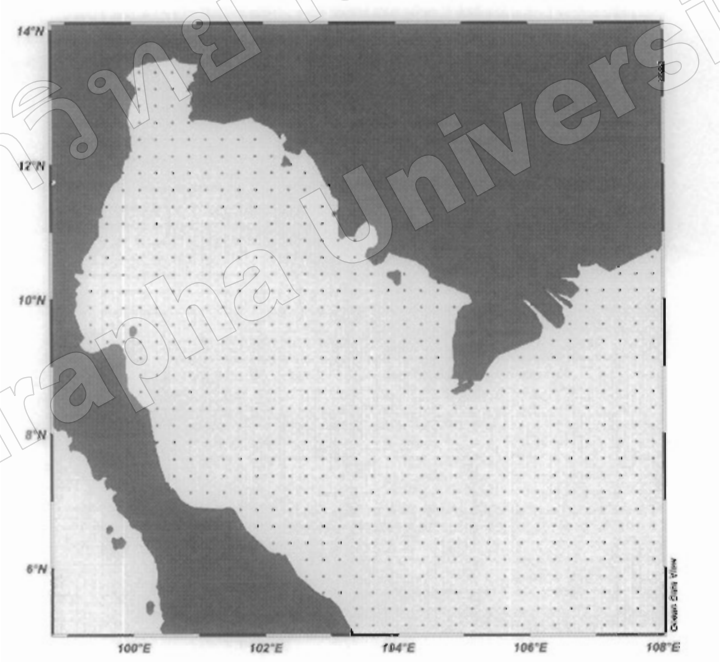
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาการแบ่งชั้นน้ำในแนวดิ่งเป็นเวลา 12 เดือน โดยใช้ข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณน้ำท่า กระแสลม ฟลักซ์สุทธิของน้ำจากบรรยากาศและฟลักซ์ความร้อนที่ผิวหน้าทะเลที่ได้รับในบริเวณอ่าวไทยที่พิกัดระหว่างละติจูด 5 องศา 6 ลิปดาเหนือ ถึง 13 องศา 24 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 99 องศา 24 ลิปดาตะวันออก ถึง 107 องศา 54 ลิปดาตะวันออก (ภาพที่ 3-1)



ภาพที่ 3-1 จุดข้อมูลในพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 การเตรียมข้อมูล

ความเค็มและอุณหภูมิ

ใช้ข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิรายเดือนจาก U.S. NODC (National Oceanographic Data Center) World Ocean Atlas 2001 ที่ความละเอียด 0.25 × 0.25 องศา (http://www.nodc.noaa.gov) เตรียมข้อมูลโดย

1. กำหนดขอบเขตของข้อมูลให้ครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยทั้งอ่าว โดยใช้โปรแกรม Ocean Data View ในการเลือกพื้นที่

2. ทำการแยกข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลที่แยกออกมานี้จะเป็นข้อมูลที่ระดับความลึกตั้งแต่ผิวหน้าน้ำทะเลลงไปถึงระดับน้ำพื้นทะเล ที่ระดับความลึก 0, 10, 20, 30, 50 และ 75 เมตร แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักซึ่งพิจารณาตามความหนาของชั้นน้ำ

3. นำข้อมูลค่าเฉลี่ยของความเค็มและอุณหภูมิที่คำนวณได้จากข้อ 2 มาคำนวณหาค่าความหนาแน่น (sigma-t) จากสมการที่ 2 (Pond & Pickard, 1983)

$$
\begin{aligned}
\rho(s,t,0) = {} & +999.842594 && +6.793952\times10^{-2}\times T \\
& -9.095290\times10^{-3}\times T^2 && +1.001685\times10^{-4}\times T^3 \\
& -1.120083\times10^{-6}\times T^4 && +6.536332\times10^{-9}\times T^5 \\
& +8.24493\times10^{-1}\times S && -4.0899\times10^{-3}\times T\times S \\
& +7.6438\times10^{-5}\times T^2\times S && -8.2467\times10^{-7}\times T^3\times S \\
& +5.3875\times10^{-9}\times T^4\times S && -5.72466\times10^{-3}\times S^{3/2} \\
& +1.0227\times10^{-4}\times T\times S^{3/2} && -1.6546\times10^{-6}\times T^2\times S^{3/2} \\
& +4.8314\times10^{-4}\times S^2
\end{aligned}
\qquad (2)
$$

เมื่อ T คืออุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

S คือความเค็ม (ส่วนต่อพันส่วน)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ฟลักซ์ความร้อนที่ผิวหน้าทะเล

ใช้ข้อมูลฟลักซ์ความร้อนที่ผิวหน้าทะเลรายเดือนจาก The School of Marine Science and Technology, Tokai University (http://dtsv.scc.u-tokai.ac.jp/j-ofuro/) มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลฟลักซ์ความร้อนจาก 4 แหล่ง ได้แก่

1.1 การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ข้อมูลที่เผยแพร่ให้ใช้งานได้เป็นข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1992–2001

1.2 การแผ่รังสีกลับของน้ำทะเล ข้อมูลที่เผยแพร่ให้ใช้งานได้เป็นข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1990–1999

1.3 การนำความร้อนและการพาความร้อน ข้อมูลที่เผยแพร่ให้ใช้งานได้เป็นข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1991–1995

1.4 ความร้อนแฝงจากการกลายเป็นไอ ข้อมูลที่เผยแพร่ให้ใช้งานได้เป็นข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1992–2000

2. ใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 ช่วยในการอ่านและจัดเรียงข้อมูลก่อนการนำไปคำนวณ

3. หาค่าเฉลี่ยระยะยาวเป็นรายเดือนของข้อมูลความร้อนแต่ละชุด

4. ทำการประมาณค่า (interpolation) ข้อมูลความร้อนแต่ละชุดให้มีจุดพิกัดเดียวกันกับพิกัดของข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิโดยใช้วิธี Gauss method ตามสมการที่ 3 ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าโดยอาศัยหลักการของค่าที่อยู่ใกล้จะมีอิทธิพลมากกว่าค่าที่อยู่ไกลจากจุดที่ต้องการประมาณค่า

$$\zeta = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i \zeta_{oi})}{\sum_{i=1}^{n} y_i} \qquad \text{เมื่อ} \qquad y_i = e^{-d_i^2/r^2} \qquad (3)$$

เมื่อ ζ คือค่าพารามิเตอร์ในจุดที่ต้องการทราบค่า

ζ_o คือค่าพารามิเตอร์ในจุดที่ทราบค่า

d_i คือระยะจากจุดที่ทราบค่าถึงจุดที่ต้องการทราบค่า (เมตร)

r คือระยะของการได้รับอิทธิพลจากพารามิเตอร์ที่ทราบค่า (150 กิโลเมตร)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. นำข้อมูลความร้อนทั้ง 4 ชุดมาคำนวณหาค่าฟลักซ์ความร้อนรวมที่ผิวหน้าทะเลได้รับในแต่ละเดือน

ลม

ใช้ข้อมูลลมเฉลี่ยลมรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2552 จาก QuickScat (http://www.ssmi.com) เตรียมข้อมูลโดยวิธีการดังนี้

1. เลือกตัดข้อมูลเฉพาะพื้นที่ศึกษาในบริเวณอ่าวไทยด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาฟอร์แทรน 77

2. นำข้อมูลลมที่ได้มาคำนวณหาความเร็วและทิศทางของลมเฉลี่ยเป็นรายเดือน

3. ทำการประมาณค่าข้อมูลลมแต่ละชุดให้มีจุดพิกัดเดียวกันกับพิกัดของข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิโดยใช้วิธี Gauss method (ค่า r เท่ากับ 150 กิโลเมตร)

ปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากสถานีวัดน้ำของแม่น้ำต่าง ๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวไทย ได้จากสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน (http://www.rid.go.th)

1. เตรียมข้อมูลโดยนำข้อมูลปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีของแต่ละแม่น้ำมาหาค่าเฉลี่ยรายเดือน

2. ทำการประมาณค่าข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนให้มีจุดพิกัดเดียวกันกับพิกัดของข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิโดยใช้วิธี Gauss method (ค่า r เท่ากับ 150 กิโลเมตร)

3. ทำการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของปริมาณน้ำท่าในแต่ละกริดซึ่งพิจารณาตามระยะห่างจากปากแม่น้ำโดยน้ำท่าที่แต่ละกริดได้รับขึ้นอยู่กับระยะห่างจากปากแม่น้ำ

ฟลักซ์สุทธิของน้ำจากบรรยากาศ

ข้อมูลปริมาณฝนที่ตกลงสู่ทะเลในอ่าวไทยจาก Ocean color (oceancolor.gsfc.nasa.gov) ใช้ข้อมูลรายเดือนที่ได้จากการสำรวจดาวเทียมในช่วงปี พ.ศ.2542-2552 และข้อมูลปริมาณการระเหยของน้ำทะเลจาก Woods Hole Oceanographic Institution (http://oaflux.whoi.edu) ใช้ข้อมูลรายเดือนที่ได้จากการสำรวจดาวเทียมในช่วงปี พ.ศ.2542-2552

1. ทำการประมาณค่าข้อมูลปริมาณฝนที่ตกสู่ทะเลรายเดือนของแต่ละปีให้มีจุดพิกัดเดียวกันกับพิกัดของข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิโดยใช้วิธี Gauss method (ค่า r เท่ากับ 150 กิโลเมตร)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ทำการประมาณค่าข้อมูลการระเหยของน้ำรายเดือนของแต่ละปีให้มีจุดพิกัดเดียวกันกับพิกัดของข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิโดยใช้วิธี Gauss method (ค่า r เท่ากับ 150 กิโลเมตร)

3. หาค่าเฉลี่ยรายเดือนปริมาณฝนที่ตกสู่ทะเลและค่าการระเหยในหน่วยมิลลิเมตรต่อวินาที และทำการหักลบค่าการระเหยของน้ำออกจากค่าปริมาณฝนที่ตกลงสู่ทะเลแบบกริดต่อกริดจะได้เป็นค่าฟลักซ์สุทธิของน้ำจากบรรยากาศ

กระแสน้ำขึ้นน้ำลง

ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Yanagi and Takao (1998b) ซึ่งข้อมูลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงนี้มี 4 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบน้ำเดี่ยว 2 องค์ประกอบ (K_1 และ O_1) และองค์ประกอบน้ำคู่ 2 องค์ประกอบ (M_2 และ S_2) เตรียมข้อมูลโดย

1. คำนวณค่าแอมพลิจูดสุทธิของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงแต่ละองค์ประกอบ (K_1, O_1, M_2 และ S_2) จากสมการที่ 4

$$Amplitude = \sqrt{U^2 + V^2} \tag{4}$$

เมื่อ U คือค่าความเร็วทางทิศตะวันออก-ตะวันตกของน้ำขึ้นน้ำลงของแต่ละองค์ประกอบ (เมตรต่อวินาที)

V คือค่าความเร็วทางทิศเหนือ-ใต้ของน้ำขึ้นน้ำลงของแต่ละองค์ประกอบ (เมตรต่อวินาที)

2. หาค่าแอมพลิจูดรวมของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงจากสมการที่ 5

$$Amplitude\,(total) = Amplitude\,(K_1 + O_1 + M_2 + S_2) \tag{5}$$

3. ทำการประมาณค่าข้อมูลแอมพลิจูดรวมของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงให้มีจุดพิกัดเดียวกันกับพิกัดของข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิที่ได้ดำเนินการแล้ว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลความหนาแน่นของน้ำ (sigma-t) ฟลักซ์ความร้อนที่ผิวหน้าทะเล ลม ปริมาณน้ำท่า ฟลักซ์สุทธิของน้ำจากบรรยากาศ และแอมพลิจูดรวมของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงที่เตรียมไว้มาคำนวณหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำในแนวดิ่ง (dE/dt) ตามสมการที่ 6 ซึ่งดัดแปลงมาจาก Buranapratheprat et al. (2008)

$$\frac{dE}{dt} = -\frac{\alpha gQH}{2C_p} - \frac{\beta gSHR}{2A} - \frac{\beta gSHP}{2A} + \frac{4\varepsilon k_b \rho_w U_t^3}{3\pi} + \delta k_s \rho_a W^3 \qquad (6)$$

ซึ่งค่า C_D คำนวณได้ตามสมการที่ 7 (Yelland & Taylor, 1996) ค่าคงที่และสัญลักษณ์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3-1

$$1000C_D = 0.29 + \frac{3.1}{W_{10}} + \frac{7.7}{W_{10}^2} \qquad (3 \le W_{10} \le 6\ ms^{-1}) \qquad (7a)$$

$$1000C_D = 0.60 + 0.071W_{10} \qquad (6 \le W_{10} \le 26\ ms^{-1}) \qquad (7b)$$

เมื่อ W_{10} คือขนาดลมที่เหนือผิวหน้าทะเล 10 เมตร

2. พิจารณาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำ (dE/dt) ซึ่งสามารถบอกถึงสภาวะของมวลน้ำแนวดิ่งได้ โดยเมื่อค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำมีค่าเป็นบวก แสดงถึงการผสมผสานกันดีของมวลน้ำในแนวดิ่งและหากค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำในแนวดิ่งมีค่าเป็นลบแสดงถึงการแบ่งชั้นกันของมวลน้ำในแนวดิ่ง

3. แสดงค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำในแนวดิ่ง ด้วยโปรแกรม Ocean Data View

4. แสดงผลการแพร่กระจายอุณหภูมิ ความเค็ม และความหนาแน่นในแนวดิ่ง เพื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำในแนวดิ่ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-1 แสดงสัญลักษณ์ ค่าและหน่วยของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของมวลน้ำในแนวดิ่งที่ใช้ในสมการที่ 6 (Buranapratheprat et al., 2008)

สัญลักษณ์	ความหมาย	ค่า	หน่วย
α	สัมประสิทธิ์การแพร่ของอุณหภูมิ	2.3E-04	$^{o}C^{-1}$
g	ค่าอัตราเร่งของแรงโน้มถ่วง	9.8	ms^{-2}
H	ความลึกของน้ำ		m
Q	ฟลักซ์ความร้อน		Wm^{-2}
C_p	ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ	3.9767	$Ws\ g^{-1}\ ^{o}C^{-1}$
β	ค่าความสัมพันธ์ของความเค็มและความหนาแน่น	0.001	$g\ cm^{-3}\ psu^{-1}$
S	ความเค็ม		psu
R	ปริมาตรน้ำจืดที่ไหลลงทะเล		$m^3\ s^{-1}$
P	ปริมาตรน้ำฝนสุทธิ		$m^3\ s^{-1}$
A	พื้นที่กรีดภายใต้อิทธิพลของน้ำจืด		m^2
ε	ค่าประสิทธิภาพของการแปลงค่าความปั่นป่วนไปเป็นค่าความความแตกต่างของพลังงานสำหรับน้ำขึ้นน้ำลง	0.015	
k_b	สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ท้องทะเล	2.5E-03	
ρ_w	ความหนาแน่นของน้ำทะเล		$g\ cm^{-3}$
U_t	ขนาดของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง		$m\ s^{-1}$
δ	ค่าประสิทธิภาพของการแปลงค่าความปั่นป่วนไปเป็นค่าความความแตกต่างของพลังงานสำหรับกระแสลม	0.039	
C_D	สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ผิวทะเล (จากสมการ 7a และ 7b)		
k_s	$C_D \times \gamma$		
γ	อัตราส่วนของกระแสลมที่ก่อให้เกิดความเร็วกระแสน้ำ	0.0127	
ρ_a	ความหนาแน่นของอากาศ	1.25E-03	$g\ cm^{-3}$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University