



โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ รูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ บริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ระหว่างปี ค.ศ. 2000 – 2019

Seasonal surface current pattern in the Gulf of Thailand and Andaman Sea derived from altimeter satellite during 2000 – 2019

ชื่อนิติ นางสาวณัฐนันท์ วาระเพียง

เลขประจำตัว 5932809023

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ บริเวณอ่าวไทย
และทะเลอันดามัน ระหว่างปี ค.ศ. 2000 – 2019

ณัฐนันท์ วาระเพียง

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2562

Seasonal surface current pattern in the Gulf of Thailand and Andaman Sea derived
from altimeter satellite during 2000 – 2019

Nuttanun Varapiang

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science

Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Academic Year 2019

หัวข้อโครงการ รูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์
บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ระหว่างปี ค.ศ. 2000 – 2019

โดย นางสาวณัฐนันท์ วาระเพียง

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุริย์ฉันท์ สาระมูล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงการ
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงการวิทยาศาสตร์

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

คณะกรรมการสอบโครงการงาน

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุริย์ฉันท์ สาระมูล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมฤดี จิตประไพ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิชฌมิกา ศิวยายพราหมณ์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุจारी บุรีกุล)

Project Title Seasonal surface current pattern in the Gulf of Thailand and
 Andaman Sea derived from altimeter satellite during 2000 – 2019

By Miss Nuttanun Varapiang

Field of Study Marine Science

Advisor Assistant Professor Suriyan Saramul, Ph.D.

Accepted by the Department of Marine Science, Faculty of Science,
Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's
Degree.



..... Head of Marine Science Department

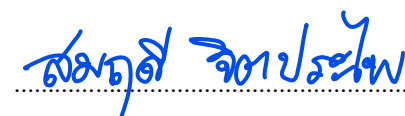
(Assoc. Prof. Voranop Viyakarn, D.Fish.Sc)

Project committee



..... Project Advisor

(Asst. Prof. Suriyan Saramul, Ph.D.)



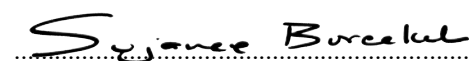
..... Member

(Asst. Prof. Somrudee Jitpraphai, Ph.D.)



..... Member

(Asst. Prof. Itchika Sivaipram, Ph.D.)



..... Member

(Sujaree Bureekul, Ph.D.)

ชื่อโครงการ	รูปแบบของกระแสไฟฟ้าที่ผิวตามฤดูกาลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ บริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ระหว่างปี ค.ศ. 2000 – 2019
ชื่อนิติกร	นางสาวณัฐนันท์ วาระเพียง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุริย์พันธ์ สารสมูล
ปีการศึกษา	2562
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่ผิวที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษารูปแบบของกระแสไฟฟ้าที่ผิวตามฤดูกาลบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2019 จากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผิวและลมมรสุมในทั้งสองบริเวณ ผลการศึกษาพบว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสไฟฟ้าที่ผิวไหลจากกลางอ่าวไทยไปทางตะวันตกและไหลไปทางใต้ตามแนวชายฝั่ง รูปแบบกระแสไฟฟ้าที่ผิวมีการเคลื่อนที่ทวนเข็มนาฬิกา ส่วนบริเวณอันดามันนั้นกระแสไฟฟ้าที่ผิวมีการไหลจากทิศใต้ไปทางเหนือ ซึ่งรูปแบบกระแสไฟฟ้าที่ผิวมีการเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา และในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสไฟฟ้าในบริเวณอ่าวไทยมีการไหลเลียบขึ้นทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย และมีรูปแบบการไหลที่ชัดเจนในทิศตามเข็มนาฬิกาและไหลเบนไปทางขวาของอ่าวและไหลออกทางชายฝั่งตะวันออกของอ่าว ส่วนในทะเลอันดามันมีทิศทางการไหลเข้าทางด้านทิศตะวันตกของทะเลและกระแสน้ำมีการไหลเลียบลงทางชายฝั่งตะวันออก กระแสไฟฟ้าที่ผิวเคลื่อนที่แบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อนำข้อมูลมาในช่วงเวลาเดียวกันมาหาความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ผิวดังกล่าว พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผิวและลมในพื้นที่ทั้งสองมีค่าค่อนข้างต่ำ หากพิจารณาเฉพาะค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่พบในอ่าวไทยและทะเลอันดามันพบว่ามีความสัมพันธ์ประมาณ 1 และ 0.7 ตามลำดับ แต่บริเวณส่วนใหญ่ในพื้นที่ทั้ง 2 นั้นมีค่าสหสัมพันธ์ต่ำหรือค่าใกล้เคียง 0 และมีบางบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์ใกล้เคียงกับ -1 บริเวณที่พบค่าสหสัมพันธ์มีค่าสูงได้แก่บริเวณชายฝั่งประเทศมาเลเซียฝั่งตะวันออกและชายฝั่งประเทศเวียดนามซึ่งเป็นบริเวณที่พบปรากฏการณ์น้ำผุด/น้ำจมน

คำสำคัญ: ลมมรสุม ค่าสหสัมพันธ์ น้ำผุด น้ำจมน

Project title	Seasonal surface current pattern in the Gulf of Thailand and Andaman Sea derived from altimeter satellite during 2000 – 2019
Name	Miss Nuttanun Varapiang
Advisor	Assistant Professor Suriyan Saramul, Ph.D.
Academic Year	2019
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Abstract

The sea surface current data obtained from the altimeter satellites is used to study the pattern of seasonal surface current in the Gulf of Thailand and the Andaman Sea during 2000 – 2019 and then to find the relationship between the sea surface currents and monsoon in both areas. The results show that during the northeast monsoon, the sea surface current flows from the middle of the Gulf to the west and flows to the south along the coast and this pattern that moves counterclockwise. As for The Andaman Sea, current flows from south to north and this pattern moves clockwise. During the southwest monsoon, the currents flow along the west coast of the Gulf of Thailand. It flows to the right of the gulf and flows out to the east coast of the gulf. This pattern circulates clockwise direction. In the Andaman Sea, there is an inflow of water on the west side of the sea and water flows along the east coast. The sea surface current pattern moves counterclockwise. When taking the wind data at the same time to find a relation to the surface water currents, found that the relationship between surface currents and wind in both areas is relatively low. Considering only the highest correlation values found in the Gulf of Thailand and the Andaman Sea, it was found that the values were 0.9 and 0.6 respectively, but most areas in both areas have few correlations or close to 0 and some areas that have correlations close to -1. The highest values are the coastal areas of eastern Malaysia and the coast of Vietnam, where upwelling/downwelling are observed.

Keywords: Monsoon, Correlation, Upwelling, Downwelling

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุริยัณห์ สาระมุล เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการทำโครงการ และตรวจสอบแก้ไขโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณพีศิริพัชรี ยิ่งอริยกุล และพีพชรมน ศรีพูนพันธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และแนะนำเกี่ยวกับโครงการ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่าน พี่ๆ และเพื่อนๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกคน ที่คอยให้กำลังใจในการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยมอบความรัก ให้กำลังใจและคำแนะนำที่ดีเสมอมา ตลอดจนคอยสนับสนุนในด้านการศึกษานจนประสบผลสำเร็จ

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	ก
Abstract.....	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลมมรสุม (Monsoon).....	3
2.2 กระแสน้ำที่ผิว (Surface current).....	3
2.3 การไหลเวียนของกระแสน้ำ (Current).....	4
2.4 ดาวเทียมอัลติมิเตอร์ (Altimeter satellite)	6
2.5 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)	8
2.6 ค่า R-squared หรือ coefficient of determination	8
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	9
3.1 พื้นที่ศึกษา	9
3.2 การเก็บข้อมูลและตรวจข้อมูล.....	9
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	9
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	11
4.1 รูปแบบลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน.....	11
4.2 รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน	19
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน.....	27

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36

สารบัญรูปร่างภาพ

รูปที่ 1 การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนใน A) ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม B) ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม (ที่มา : Buranapratheprat 2002)..... 4

รูปที่ 2 การผันแปรตามฤดูกาลของของกระแสน้ำเฉื่อย (geostrophic current) ที่ผิวหน้าทะเลในอ่าวไทยในแต่ละช่วงเดือน A) เดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ B) เดือนมีนาคมถึงเมษายน C) เดือนตุลาคม และ D) เดือนพฤษภาคมถึงกันยายน (ที่มา : Sojisuporn et.al., 2010)..... 5

รูปที่ 3 การไหลเวียนของกระแสน้ำ (surface current) ในทะเลอันดามัน ที่เกิดจากกระแสน้ำขึ้น – น้ำลงและการถ่ายเท-ความร้อน A) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ B) มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ที่มา : Rizal et. al., 2012)..... 6

รูปที่ 4 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทย (GOT) และทะเลอันดามัน (Andaman Sea)..... 9

รูปที่ 5 ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (A) เดือนพฤศจิกายน (B) เดือนธันวาคม (C) เดือนมกราคม (D) เดือนกุมภาพันธ์ 12

รูปที่ 6 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนมีนาคม (B) เดือนเมษายน..... 14

รูปที่ 7 ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนพฤษภาคม (B) เดือนมิถุนายน (C) เดือนกรกฎาคม (D) เดือนสิงหาคม (E) เดือนกันยายน 17

รูปที่ 8 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนตุลาคม 18

รูปที่ 9 ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (A) เดือนพฤศจิกายน (B) เดือนธันวาคม (C) เดือนมกราคม (D) เดือนกุมภาพันธ์ 20

รูปที่ 10 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนมีนาคม (B) เดือนเมษายน..... 22

รูปที่ 11 ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนพฤษภาคม (B) เดือนมิถุนายน (C) เดือนกรกฎาคม (D) เดือนสิงหาคม (E) เดือนกันยายน..... 25

รูปที่ 12 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนตุลาคม..... 26

รูปที่ 13 ค่า U Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ณ วันเดือน ปีเดียวกัน)..... 27

- รูปที่ 14** ค่า U Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 1 เดือน (B) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 2 เดือน (C) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 3 เดือน (D) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 4 เดือน (E) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 5 เดือน..... 28
- รูปที่ 15** ค่า U Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 1 เดือน (B) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 2 เดือน (C) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 3 เดือน (D) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 4 เดือน (E) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 5 เดือน 29
- รูปที่ 16** V Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ณ วัน เดือน ปีเดียวกัน)..... 30
- รูปที่ 17** ค่า V Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 1 เดือน (B) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 2 เดือน (C) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 3 เดือน (D) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 4 เดือน (E) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 5 เดือน..... 31
- รูปที่ 18** ค่า V Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 1 เดือน (B) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 2 เดือน (C) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 3 เดือน (D) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 4 เดือน (E) ข้อมูลมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 5 เดือน 32
- รูปที่ 19** ค่า R-squared ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) U variable (B) V variable 33
- รูปที่ 20** ตัวอย่างความสัมพันธ์ของกระแสน้ำที่ผิว (m/s) กับลม (m/s) ในบางพื้นที่ในพื้นที่อ่าวไทยและทะเลอันดามัน ระหว่าง ค.ศ. 2000 – ค.ศ. 2019 (A) V Oscar (m/s) / V wind (m/s) (B) U Oscar (m/s) / U wind (m/s)..... 34

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ทะเลไทยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อ่าวไทย (Gulf of Thailand) และทะเลอันดามัน (Andaman Sea) อ่าวไทยเป็นน่านน้ำภายในที่อยู่ส่วนในสุดของทะเลจีนใต้และตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ระหว่างละติจูดที่ 4° ถึง 14° เหนือ และลองจิจูดที่ 98° ถึง 108° ตะวันออก มีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิด พื้นที่ของทะเลอ่าวไทยมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ความลึกเฉลี่ยประมาณ 40 เมตร (ปริภู หล่อพิทยากร, 2558) และทะเลอันดามันมีลักษณะเป็นทะเลเปิด มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ละติจูดที่ 4 ถึง 18 องศาเหนือ และ ลองจิจูดที่ 90 ถึง 101 องศาตะวันออก (Brown, 2007)

พื้นที่บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันเป็นพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่พอสมควรและมีปัจจัยหลัก ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนกระแสในบริเวณผิวน้ำคือ ลม ซึ่งทั้ง 2 บริเวณนี้ได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยในบริเวณอ่าวไทยกระแสทั้งอ่าวอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ในฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสที่ผิวในอ่าวไทยเคลื่อนที่เป็นวงตามเข็มนาฬิกา ส่วนในฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสในอ่าวเคลื่อนเป็นวงทวนเข็มนาฬิกา และกระแสที่ผิวบริเวณทะเลอันดามัน ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสในทะเลอันดามันมีทิศทางได้ไปทางเหนือและตะวันตกเฉียงเหนือ เนื่องจากมี North Equatorial Current ไหลจากช่องแคบมะละกาผ่านทะเลอันดามันไปยังศรีลังกา ส่วนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยเฉพาะในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนกระแสใน Northern Indian Ocean ไหลจากอ่าวเบงกอลเข้าสู่ทะเลอันดามัน (Brown, 2007)

การศึกษารูปแบบของกระแสที่ผิวน้ำของทั้ง 2 บริเวณโดยนำมาเปรียบเทียบกับทิศทางลมว่ามีทิศทางแปรตามทิศทางลมหรือไม่ ซึ่งการตรวจวัดกระแสโดยตรงทุกจุดอย่างครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของอ่าวไทยและทะเลอันดามันอย่างต่อเนื่องตลอดทุกฤดูกาลซึ่งสามารถทำได้ยากในเชิงปฏิบัติ ดังนั้นจึงนำข้อมูลดาวเทียมมาช่วยในการวิเคราะห์รูปแบบของกระแสที่เปรียบเทียบกับทิศทางลมโดยนำรูปแบบมาเปรียบเทียบกับกันเชิงฤดูกาล ซึ่งดาวเทียมที่นำข้อมูลมาศึกษาคือดาวเทียมอัลติมิเตอร์ (Satellite Altimetry)

การตรวจวัดกระแสจากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ (Satellite Altimetry) เป็นเทคนิคในการตรวจวัดค่าความสูงของผิวน้ำทะเล (sea surface heights) โดยการวัดเวลาที่คลื่นเรดาร์เดินทางออกจากเสาสัญญาณ (antenna) ไปยังผิวน้ำทะเลแล้วสะท้อนกลับมายังตัวรับ (receiver) ที่อยู่บนดาวเทียมประกอบการทราบตำแหน่งที่แน่นอนของดาวเทียมทำให้สามารถหาค่าความสูงของผิวน้ำทะเลที่ต้องการศึกษาได้ซึ่งในปัจจุบันค่ากระแสที่เฉลี่ยเหนือระดับสูงสุดที่ใช้วัดคือ 30 เมตรจากระดับผิวน้ำทะเล โดยเฉลี่ยข้อมูลในราย 5 วันของทุก ๆ เดือน (OSCAR Surface Currents, 2009: online) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์นี้เป็นข้อมูล

ที่ค่อนข้างแม่นยำและครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการศึกษาดังนั้นเราจึงนำข้อมูลจากดาวเทียมอัลติมิเตอร์มาใช้ในการศึกษารูปแบบของกระแสน้ำและหาความสัมพันธ์ร่วมกับข้อมูลลม

การศึกษานี้ต้องการศึกษารูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ บริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน เนื่องจาก การศึกษาที่ผ่านมาักนิยมศึกษารูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยหรือศึกษาบริเวณใดบริเวณหนึ่ง และมีการศึกษารูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมเพียงปัจจัยเดียวนั้นค่อนข้างน้อย ดังนั้นการศึกษานี้จึงทำการศึกษารูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาล บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและการศึกษานี้ได้นำแบบจำลองมาใช้ทำให้เห็นรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำที่ผิวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ยังทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมได้อีกด้วย เนื่องจากการศึกษานี้มีการหา Correlation และ R-squaredระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมในพื้นที่ทั้ง 2 บริเวณ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาล ที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ตั้งแต่ปี ค.ศ 2000 – 2019

1.2.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมในพื้นที่อ่าวไทยและทะเลอันดามัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

รวบรวมข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ และข้อมูลลม ERA5 ที่มีข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 – 2019 โดยสามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ PODAAC (<http://podaac.jpl.nasa.gov/>) และ ดาวนิโกลด์ข้อมูลจากเว็บไซต์ <https://cds.climate.copernicus.eu/> ตามลำดับ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบรูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวที่ได้จากดาวเทียมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

1.4.2 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวกับลมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลมมรสุม (Monsoon)

ลมมรสุม คือลมที่พัดตามฤดูกาล (ลมประจำฤดู) เป็นลมที่มีทิศทางแน่นอนและสม่ำเสมอ โดยอ่าวไทยและอันดามันได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม 2 มรสุม คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

2.1.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest monsoon)

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเริ่มต้นประมาณเดือนพฤษภาคมและสิ้นสุดในเดือนกันยายนหรือตุลาคม ลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือตะวันตกพร้อมร่องความกดอากาศต่ำจากมหาสมุทรอินเดียทำให้เกิดฝนตกในประเทศไทยบริเวณทะเลอันดามันและอ่าวไทยฝั่งตะวันออกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม จากนั้นเป็นระยะที่ฝนทิ้งช่วงไปพักหนึ่งเนื่องจากร่องความกดอากาศต่ำเลื่อนขึ้นไปทางตอนใต้ของประเทศจีน ร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนลงมายังประเทศไทยอีกช่วงในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม จึงทำให้ฝนตกชุกอีกครั้งหนึ่ง น้ำฝนส่วนหนึ่งจะกลายเป็นน้ำท่าซึ่งไหลลงสู่ทะเลต่อไป (ปราโมทย์ โสจิศุภกร, 2546)

2.1.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast monsoon)

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มต้นในเดือนพฤศจิกายนและสิ้นสุดในเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม เป็นช่วงที่ลมพัดมาจากทิศเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ หรือตะวันออกพร้อมหย่อมความกดอากาศสูงซึ่งเป็นอากาศแห้งมาจากไซบีเรีย ฝนจะตกน้อยที่สุดในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ และไม่ค่อยจะมีน้ำท่าไหลลงสู่อ่าวไทย แต่บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตั้งแต่ชายฝั่งจังหวัดชุมพรลงไปถึงจังหวัดนราธิวาสยังมีฝนตกจนถึงเดือนธันวาคมเนื่องจากลมมรสุมที่พัดผ่านอ่าวไทยหอบความชื้นจากทะเลมาด้วย (ปราโมทย์ โสจิศุภกร, 2546)

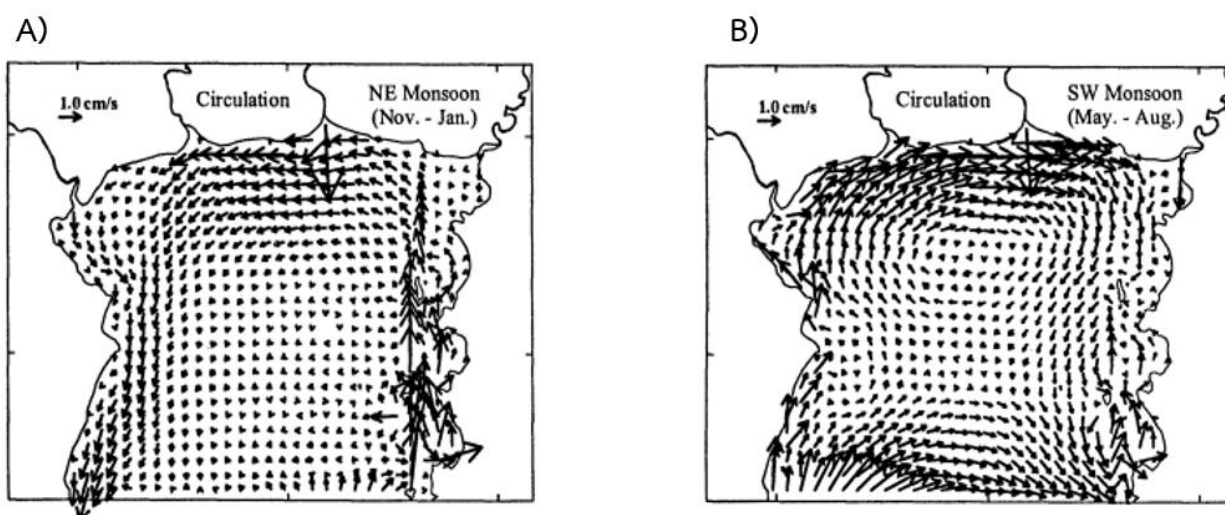
2.2 กระแสน้ำที่ผิว (Surface current)

ลมที่พัดเหนือผิวน้ำจะส่งผลต่อทิศทางกระแสน้ำที่ผิวโดยแรงลมจะโดนกับแรงโคลิโอลิสทำให้กระแสน้ำที่ผิวเบี่ยงไปทางขวาในซีกโลกเหนือ จึงทำให้กระแสน้ำในแต่ละระดับความลึกไหลไปในทิศทางที่ต่างกันเรียกว่า Ekman layer ด้วยเหตุนี้ลมเหนือผิวน้ำจึงส่งผลต่อทิศทางการไหลของมวลน้ำในชั้นลึกด้วย (ปราโมทย์ โสจิศุภกร, 2546)

2.3 การไหลเวียนของกระแสน้ำ (Current)

2.2.1 การไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทย

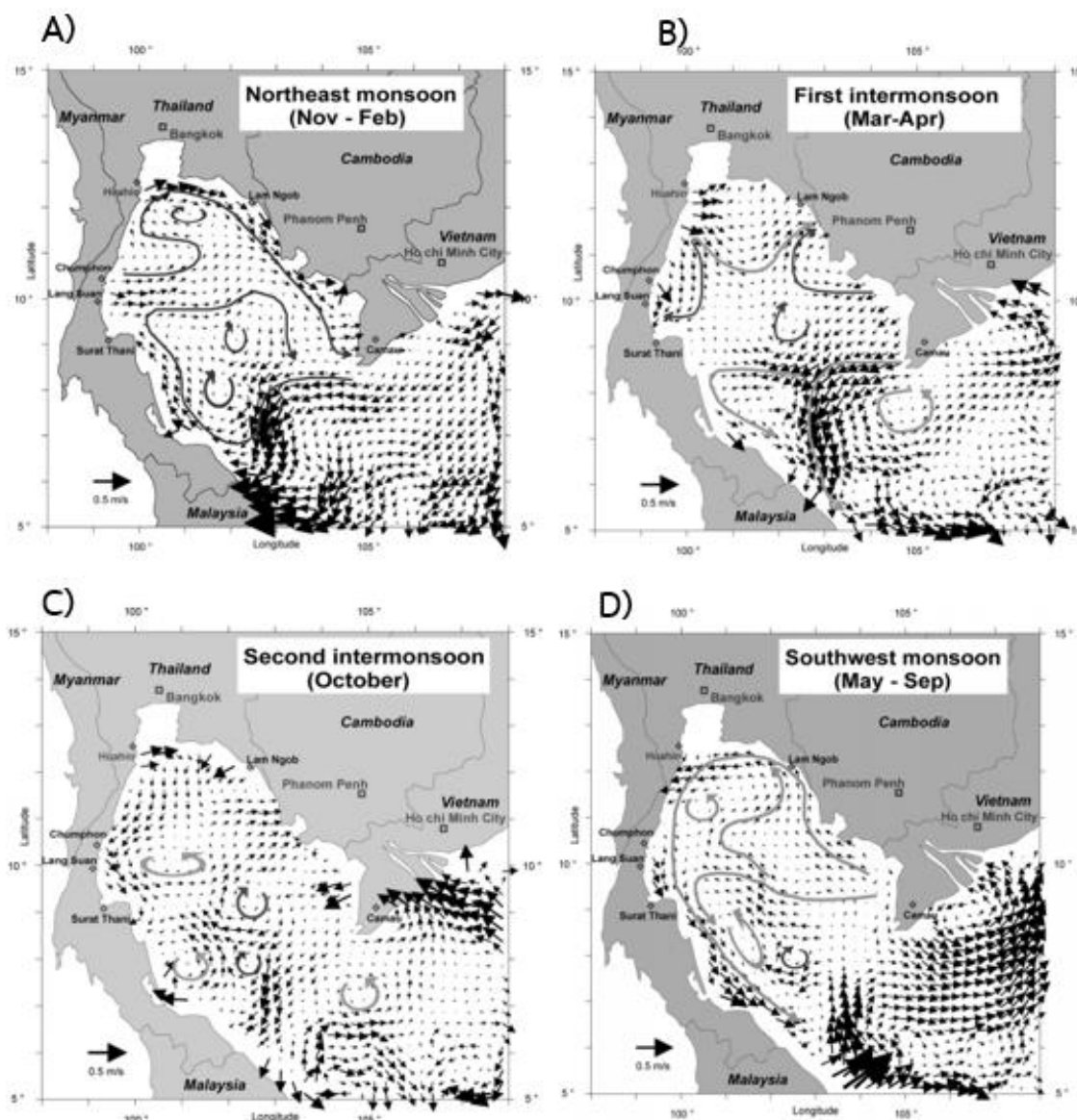
กระแสน้ำในอ่าวไทยตอนในเป็นกระแสน้ำที่ไม่ค่อยแรงและไม่สม่ำเสมอ การหมุนเวียนของน้ำในบริเวณส่วนบนของอ่าวถูกควบคุมโดยอิทธิพลของกระแสลมเป็นส่วนใหญ่ กระแสน้ำในอ่าวไทยทั้งอ่าวอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ในฤดูที่มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำที่ผิวในอ่าวไทยเคลื่อนที่เป็นวงรอบอ่าวตามเข็มนาฬิกา (รูปที่ 1A) ส่วนในฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำในอ่าวเคลื่อนเป็นวงรอบอ่าวทวนเข็มนาฬิกา (รูปที่ 1B) อิทธิพลของลมมรสุมทำให้มวลน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนในไหลเวียนอยู่เฉพาะในอ่าวตอนในไม่มีการถ่ายเทออกสู่ทะเลอ่าวไทยตอนล่าง ยกเว้นการแลกเปลี่ยนของมวลน้ำระดับลึกที่บริเวณปากอ่าวตอนในที่ติดต่อกับอ่าวไทย (Buranapratheprat, 2002)



รูปที่ 1 การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนใน A) ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม B) ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม (ที่มา : Buranapratheprat 2002)

ในบริเวณอ่าวไทยตอนกลางการไหลเวียนของกระแสน้ำมีทิศทางเช่นเดียวกับอ่าวไทยตอนใน คือ ไหลตามเข็มนาฬิกาในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและไหลทวนเข็มนาฬิกาในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 2) กระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนกลางอาจได้รับอิทธิพลของน้ำจากทะเลจีนใต้มากกว่าบริเวณอ่าวไทย ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกระแสน้ำชั้นบนไหลออกจากอ่าวไทยทำให้ระดับน้ำทะเลในอ่าวลดต่ำลง มวลน้ำชั้นล่างที่เค็มกว่า 33 psu และอุณหภูมิต่ำจะผุดขึ้นมาแทนที่ในบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณในสุดของอ่าวไทยตอนล่าง มวลน้ำชั้นล่างนี้ไหลเข้ามาจากทะเลจีนใต้ทางปากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและไหลวนออกทะเลจีนใต้ทางฝั่งตะวันตกของปากอ่าว ช่วงเปลี่ยนมรสุมในเดือนตุลาคมมีความเร็วลมลดลงจึงทำให้เกิดน้ำผุดลดน้อยลงด้วย ในระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมวลน้ำในอ่าวไทยได้รับอิทธิพลของน้ำจากทะเลจีนใต้ที่ไหลเข้าสู่อ่าวไทยและน้ำท่าจากแม่น้ำโขงที่ไหลเข้าสู่อ่าวไทยตามทิศทางของลมมรสุมทำให้ระดับ

น้ำในอ่าวสูงชันทำให้การเกิดน้ำผุดตกลงและเกิดน้ำทะเลหนุนเข้าไปยังบริเวณก้นอ่าวไทยตอนใน ส่วนช่วงเปลี่ยนมรสุมในเดือนมีนาคมถึงเมษายนนั้นการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยมีลักษณะคล้ายกับในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ปราโมทย์ โคจิศุภร, 2546)

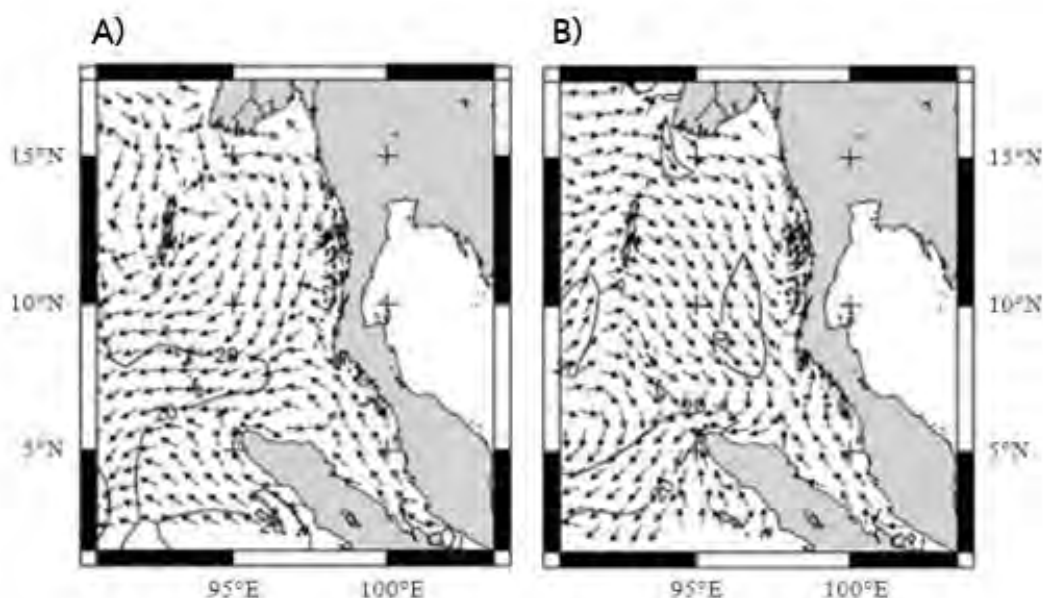


รูปที่ 2 การผันแปรตามฤดูกาลของของกระแสน้ำเฉื่อย (geostrophic current) ที่ผิวหน้าทะเลในอ่าวไทยในแต่ละช่วงเดือน A) เดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ B) เดือนมีนาคมถึงเมษายน C) เดือนตุลาคม และ D) เดือนพฤษภาคมถึงกันยายน (ที่มา : Sojisuporn et.al., 2010)

2.2.2 การไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณทะเลอันดามัน

กระแสน้ำในทะเลอันดามันในช่วงมรสุมมีความแรงต่ำกว่าในช่วงเปลี่ยนมรสุม ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำในทะเลอันดามันมีทิศจากใต้ไปทางเหนือและตะวันตกเฉียงเหนือ เนื่องจากมี

North equatorial Current ที่มีความเร็ว 0.3 เมตร/วินาที ไหลจากช่องแคบมะละกาผ่านทะเลอันดามันไปยัง ศรีลังกา ส่วนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยเฉพาะในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนกระแส น้ำ Northern Indian Ocean (ความเร็ว 0.7 เมตร/วินาที) ไหลจากอ่าวเบงกอลเข้าสู่ทะเลอันดามัน ช่วงเปลี่ยน มรสุมทั้งสองช่วงมีกระแส น้ำ Indian Equatorial current ที่มีความเร็ว 1.0-1.3 เมตร/วินาที ไหลจากทิศ ตะวันออกเข้าสู่ทะเลอันดามัน (Brown, 2007)



รูปที่ 3 การไหลเวียนของกระแสน้ำ (surface current) ในทะเลอันดามัน ที่เกิดจากกระแสน้ำขึ้น - น้ำลง ลมและการ ถ่ายเท-ความร้อน A) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ B) มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ที่มา : Rizal et. al., 2012)

2.4 ดาวเทียมอัลติมิเตอร์ (Altimeter satellite)

2.4.1 OSCAR Surface Currents

OSCAR เป็นโครงการวิจัยอย่างต่อเนื่องที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับเปลี่ยนการคำนวณกระแสน้ำบริเวณ พื้นผิวมหาสมุทร จากข้อมูลดาวเทียมและวิธีการตรวจสอบ ซึ่งในปัจจุบันมีการจัดเตรียมข้อมูลกระแสน้ำเฉลี่ย ระดับ 30 เมตรจากผิวน้ำไว้ในฐานเวลา 5 วัน OSCAR มีทั้งแบบ 1 degree grid และ 1/3 degree grid ซึ่ง ในข้อมูล 1 degree grid จะมีการกรองข้อมูลเพิ่มเติมซึ่งข้อมูลนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการดูสภาพพื้นที่ ขนาดใหญ่แบบไม่ละเอียด OSCAR เป็นการคำนวณโดยตรงของพื้นผิวโลกโดยใช้ความสูงของระดับผิวน้ำทะเล ลมและอุณหภูมิ กระแสน้ำจะถูกคำนวณโดยใช้แบบจำลอง geostrophic กึ่งคงที่ร่วมกับความหนืดของลม แบบคำนวณกระแสน้ำที่ผิวโดยเฉลี่ยที่ระดับความสูง 30 เมตรของมหาสมุทร ในปี 2009 OSCAR ได้รับการ พัฒนาเพื่อคำนวณข้อมูล 1/3 degree grid โดยความครอบคลุมเชิงพื้นที่ของ OSCAR ได้รับการขยายให้ใกล้ ขยายฝั่งมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และแปรผันตามเวลาจากขอบเขตของข้อมูลดาวเทียม เดิมความละเอียดของ

ข้อมูลเป็น 1 degree grid และพัฒนาเป็น 1/3 degree grid เพื่อความละเอียดที่ดีขึ้น (OSCAR Surface Currents, 2009: online)

สมการการคำนวณ

ความเร็วบริเวณใกล้พื้นผิวน้ำนั้นคำนวณมาจากค่าความสูงของผิวน้ำทะเล (Sea Surface Height; SSH), ความแรงลม (τ) และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature; SST) ซึ่งคือผลรวมของ geostrophic, Ekman-Stommel และ thermal wind currents ที่ความเร็วทั้งหมดนั้นมีค่าเฉลี่ยในแนวแกน y เหนือระดับชั้นผิวน้ำ 30 เมตร

$$if\bar{U} = -g\nabla\zeta + \frac{h}{2}\nabla\theta + \frac{\tau - AU'(-h)}{h}$$

f – พามิเตอร์ไครโรลิส

h – ความลึก

\bar{U} – ความเร็วรวม

θ – แรงพยุ่ง

g – ค่าความเร่งแรงโน้มถ่วงโลก

τ – ความกดดันของลม

ζ – sea surface displacement

U' – vertical shear

A – eddy viscosity

2.4.2 ERA5

ERA5 คือ การวิเคราะห์ ECMWF รุ่นที่ 5 สำหรับภูมิอากาศโลกและสภาพอากาศในช่วง 4 ถึง 7 ทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งมีข้อมูลตั้งแต่ปี 1979 โดย ERA5 จะมีบันทึกรายละเอียดตั้งแต่ปี 1950 เป็นต้นไปถึงปัจจุบัน แทนที่ ERA-Interim reanalysis

การวิเคราะห์ซ้ำ (reanalysis) เป็นการรวมการสังเกตทั้งหมดโดยใช้กฎของฟิสิกส์กับวิธีการรวบรวมข้อมูล (4D-Var ในกรณีของ ERA5) ERA5 จัดทำประมาณการรายชั่วโมงสำหรับปริมาณบรรยากาศ คลื่นมหาสมุทร และปริมาณพื้นผิวดิน ซึ่งการประมาณความไม่แน่นอนถูกสุ่มตัวอย่างโดยชุดสมาชิก 10 ชุด ในช่วงเวลาสามชั่วโมง โดยการประมาณความไม่แน่นอนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาของข้อมูลของระบบการสังเกตที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งข้อมูลถูกปรับให้เป็นตาราง lat-lon 0.25 degrees grid สำหรับการวิเคราะห์ใหม่ และ 0.5 degrees grid สำหรับการประเมินความไม่แน่นอน ซึ่งข้อมูลนั้นใช้งานตามความละเอียดรายชั่วโมง (สามชั่วโมง) เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานสภาพภูมิอากาศและค่าเฉลี่ย

รายเดือนก็ได้รับการคำนวณล่วงหน้าเช่นกัน การอัปเดตค่าเฉลี่ยรายเดือนจะอัปเดตหลังจากสิ้นเดือน 5 วัน (ECMWF, 2019: online)

2.5 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

ค่าสหสัมพันธ์ เป็นการวัดทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยมี Correlation Coefficient (r) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์นี้ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม หากมีค่าใกล้ +1.0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากมีค่าเป็น 0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน (Daniel J., 1985)

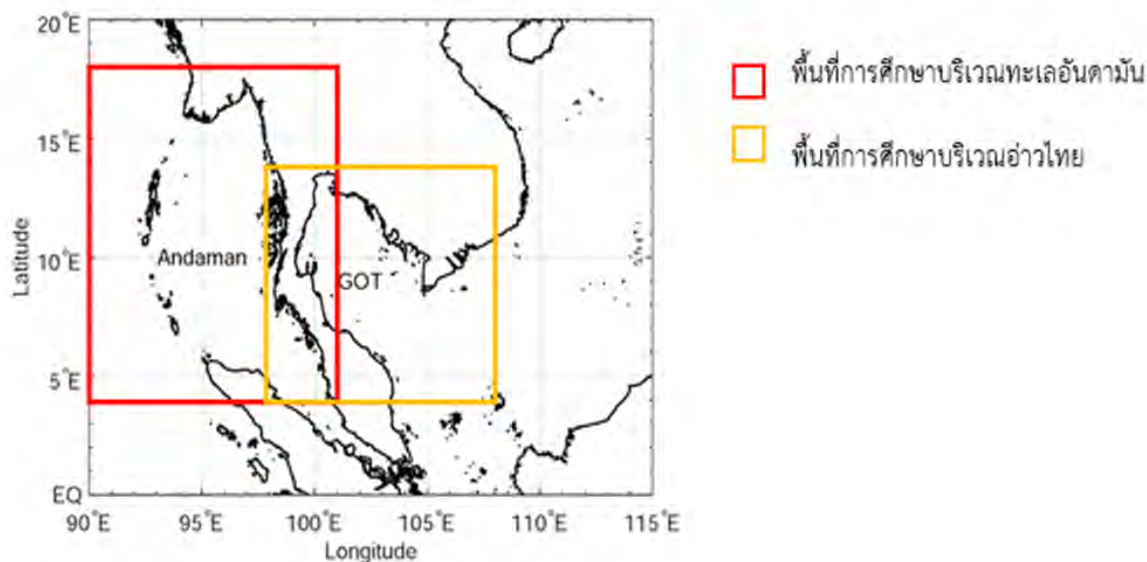
2.6 ค่า R-squared หรือ coefficient of determination

ค่า R-squared เป็นค่าที่ใช้พิสูจน์ว่าข้อมูล 2 ชุดมีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่ โดยค่า R-squared จะอยู่ระหว่าง 0 - 1 ค่า R-squared ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงข้อมูลทั้ง 2 ชุด มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยทั่วไปค่า R-squared ควรจะมีค่ามากกว่า 0.6 แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 0.8 ถือว่าเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความใกล้เคียงของข้อมูล 2 ชุดได้ดี แต่ก็ไม่ได้มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัวแล้วแต่กรณี (Daniel J., 1985)

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 พื้นที่ คือ พื้นที่อ่าวไทยและพื้นที่ทะเลอันดามัน ในส่วนของอ่าวไทยจะครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูดที่ 4 ถึง 14 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 98 ถึง 108 องศาตะวันออก ส่วนพื้นที่ทะเลอันดามัน จะครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูดที่ 4 ถึง 18 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 90 ถึง 101 องศาตะวันออก (ดูรูปที่ 4 ประกอบ)



รูปที่ 4 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทย (GOT) และทะเลอันดามัน (Andaman Sea)

3.2 การเก็บข้อมูลและตรวจข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว (Sea surface current data) สำหรับพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 บริเวณ ดังรูปที่ 4 โดยใช้ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวเฉลี่ยราย 5 วัน ระหว่างปี ค.ศ.1993 – ค.ศ.2019 จาก satellite altimeter ซึ่งดาวเทียมโพลด์ได้จากเว็บไซต์ PODAAC (<http://podaac.jpl.nasa.gov/>) ซึ่งจะนำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวเฉลี่ยราย 5 วัน มาเฉลี่ยให้เป็นรายเดือน โดยข้อมูลที่ดาวเทียมโพลด์จะเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.33 องศา

3.2.2 ข้อมูลลม (Wind data) สำหรับพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 บริเวณ โดยใช้ข้อมูลลมเฉลี่ยรายเดือน ระหว่างปี ค.ศ. 1993 – 2019 จาก ERA5 ของ The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ซึ่งดาวเทียมโพลด์ข้อมูลจาก <https://cds.climate.copernicus.eu/> โดยข้อมูลที่ดาวเทียมโพลด์จะเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.25 องศา

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

จากข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลมที่ได้มาจากดาวเทียมอัลติมิเตอร์นั้น นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MATLAB ซึ่งจะใช้โปรแกรมนี้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.3.1 หาค่าเฉลี่ยรายเดือนของกระแสน้ำที่ผิวจากข้อมูลเฉลี่ยราย 5 วันให้เป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือน

3.3.2 แปลงข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวจากหัวข้อ 3.3.1 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.33 องศา เป็นข้อมูลที่มีความละเอียด 0.25 องศา เหมือนกับข้อมูลลม

3.3.3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของกระแสน้ำที่ผิวและลมทั้ง 20 ปี จากนั้นศึกษารูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำและลมเฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของทั้ง 12 เดือน

3.3.4 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและของข้อมูลลม ในช่วงปี ค.ศ. 2000 – 2019 โดยคำนวณค่าสหสัมพันธ์จากข้อมูลทั้ง 2 ในแต่ละจุดของพื้นที่ทั้งสอง จากนั้นพล็อตกราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ของความเร็วตามแกน x (ความเร็ว u) และความเร็วตามแกน y (ความเร็ว v)

3.3.5 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลมเหมือนหัวข้อ 3.3.4 แต่ขยับช่วงเวลาให้มี time-lag เกิดขึ้นที่เวลา 1, 2, 3, 4, และ 5 เดือนตามลำดับ จากนั้นวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ในแต่ละกรณี

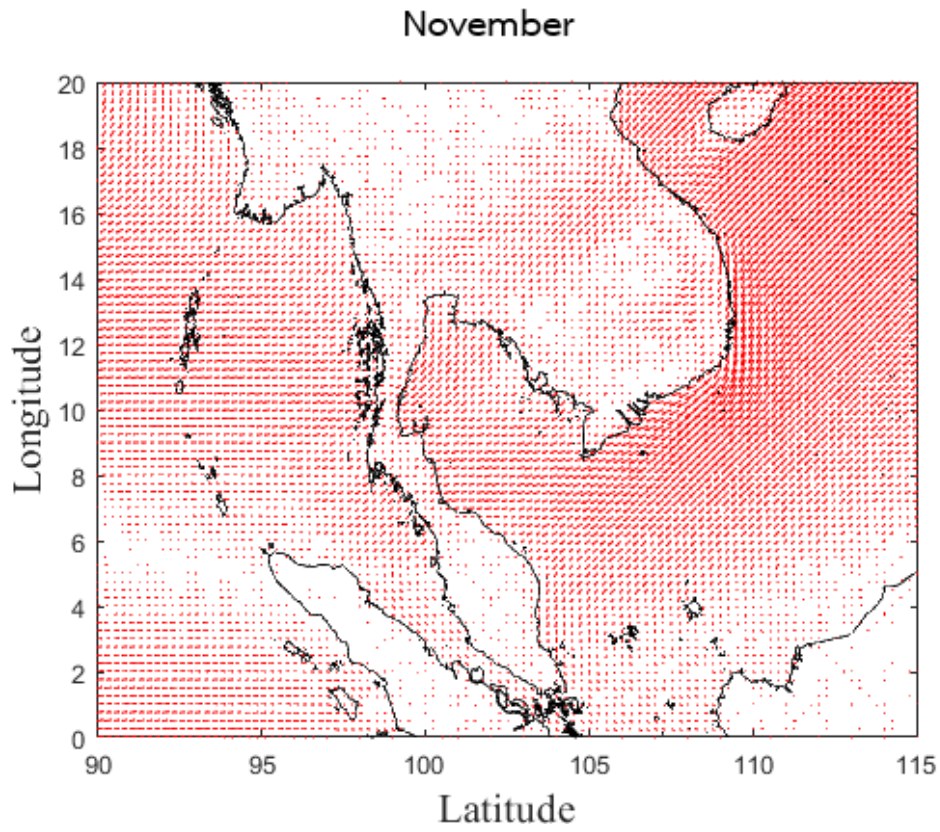
3.3.6 คำนวณหาค่า r-squared เมื่อเปรียบเทียบความเร็วตามแกน x (ความเร็ว u) และความเร็วตามแกน y (ความเร็ว v) ของกระแสน้ำที่ผิวและลม

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

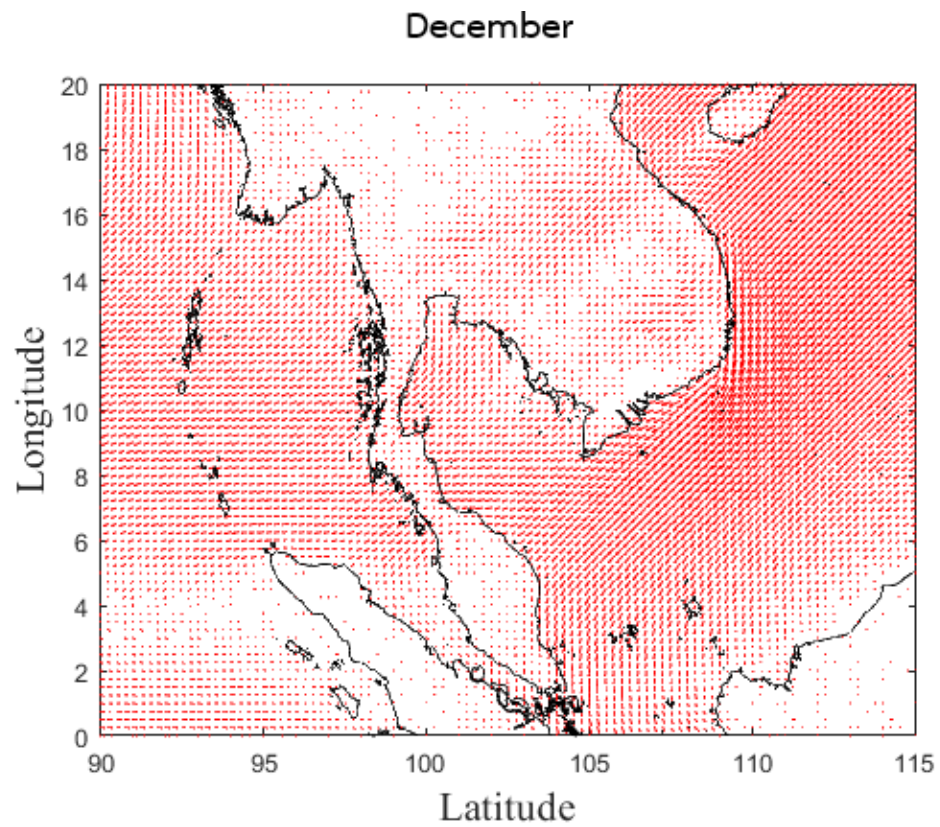
4.1 รูปแบบลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

4.1.1 ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์)

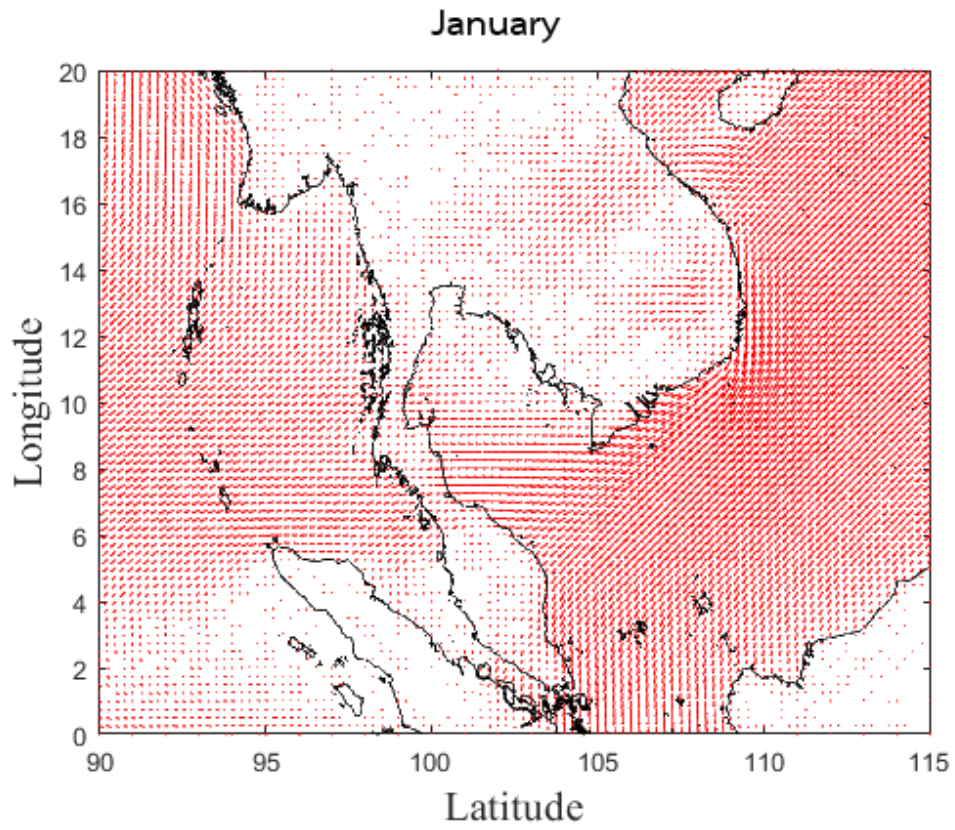
(A)



(B)

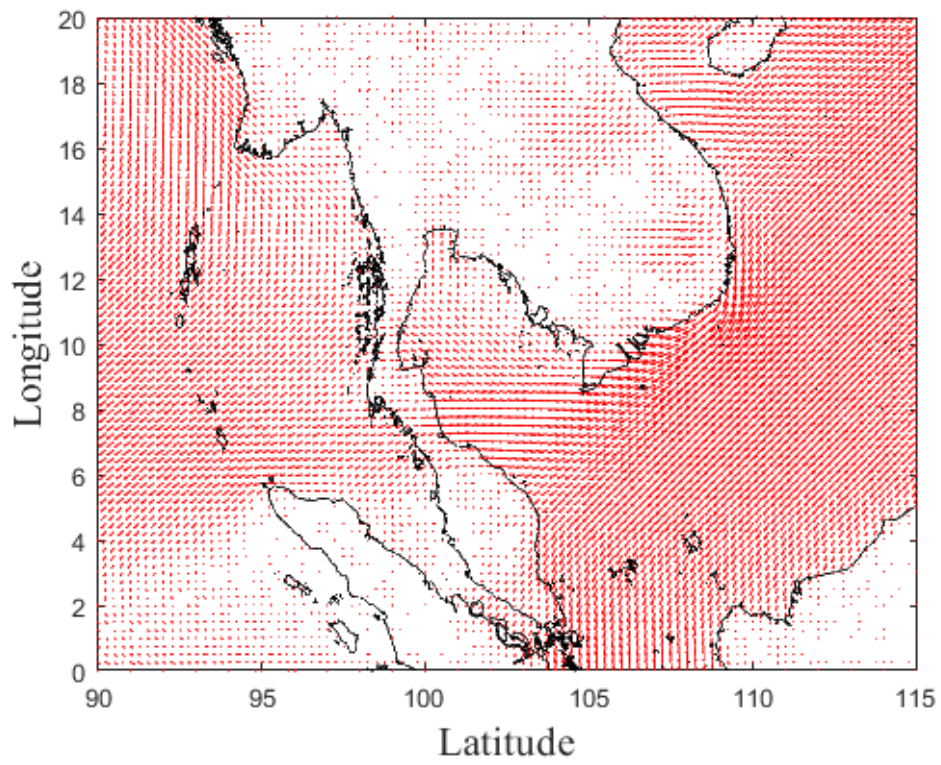


(C)



February

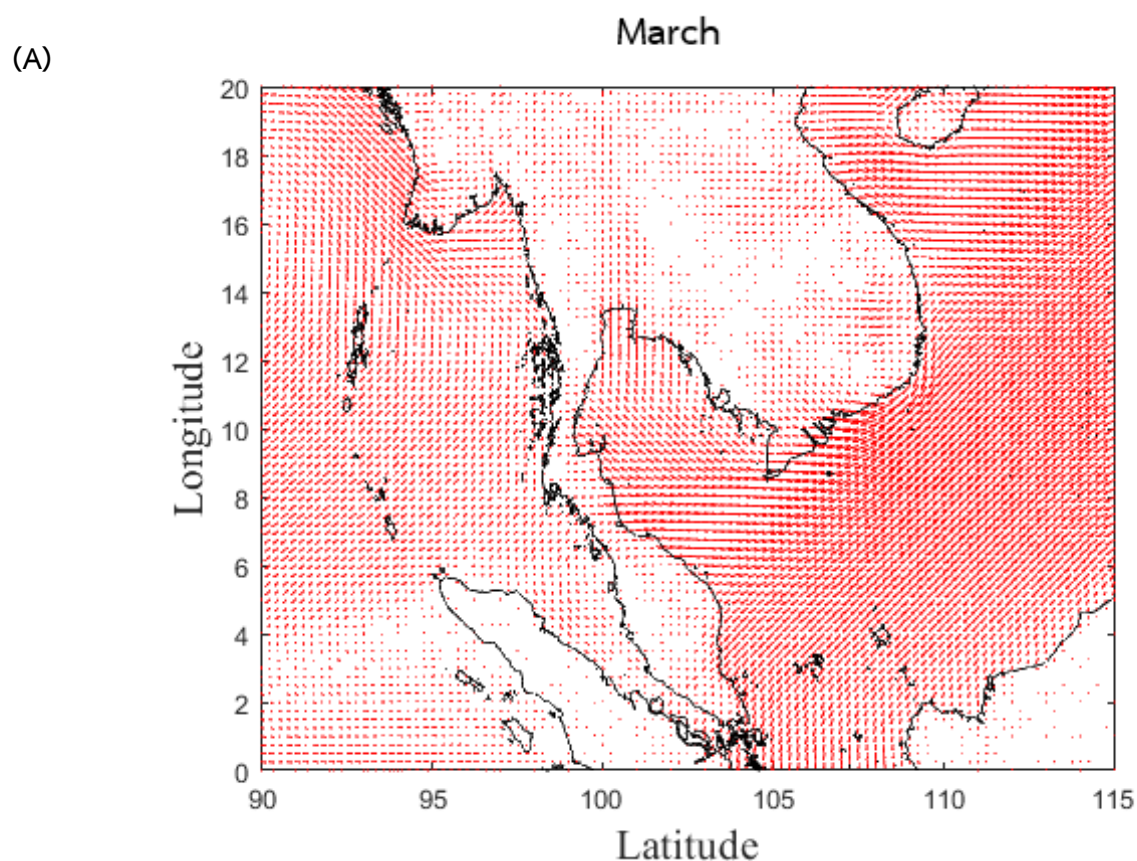
(D)



รูปที่ 5 ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (A) เดือนพฤศจิกายน (B) เดือนธันวาคม (C) เดือนมกราคม (D) เดือนกุมภาพันธ์

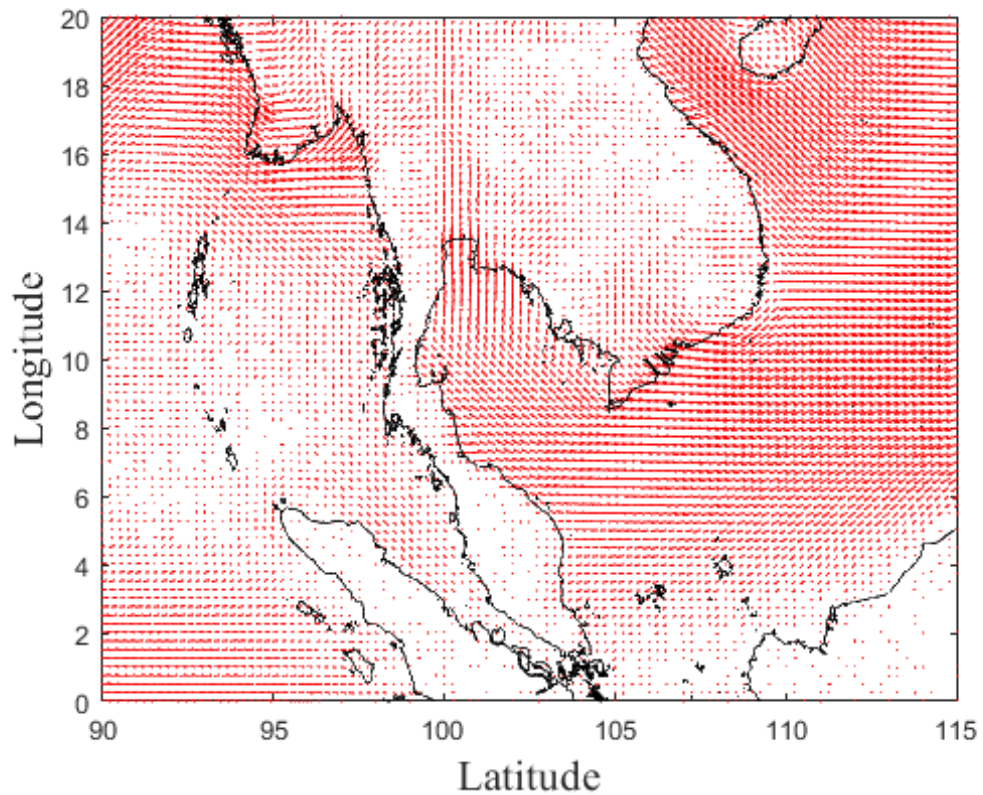
การศึกษารูปแบบทิศทางลมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันโดยใช้แบบจำลองรูปแบบการไหลเวียนทิศทางลมที่มีข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี ค.ศ.2000 – 2019 จาก ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันเกิดลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้าปกคลุมทั้ง 2 บริเวณ โดยมีกระแสลมที่ค่อนข้างแรงไปในทิศทางเดียวกันและค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะได้รับอิทธิพลจากลมค่อยข้างน้อยนอกจากเป็นพื้นที่กึ่งปิดทำให้ลมพัดผ่านลำบาก และในช่วงเดือนพฤศจิกายนบริเวณอ่าวไทยตอนล่างกำลังลมที่พัดออกจากอ่าวไทยค่อนข้างอ่อน แต่ในเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ กำลังลมที่พัดออกจากบริเวณอ่าวไทยตอนล่างค่อนข้างแรงและไปในทิศทางเดียวกัน

4.1.2 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมีนาคม – เมษายน)



(B)

April



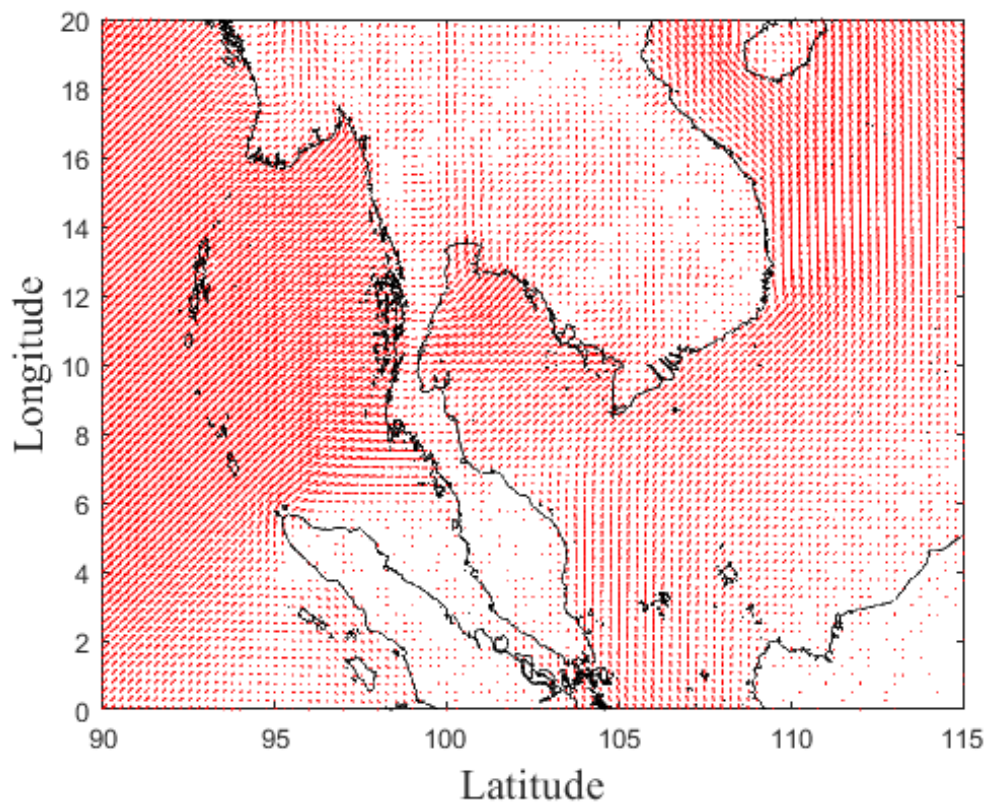
รูปที่ 6 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนมีนาคม (B) เดือนเมษายน

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมีนาคม – เมษายน) ลมบริเวณอ่าวไทยและอันดามันมีทิศทางที่พัดมาจากตะวันออกเฉียงเหนือและมีการอ่อนกำลังลงกว่าช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีทิศทางที่พัดขึ้นไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณตอนบนของทะเลอันดามันมีลมที่พัดมาจากตะวันตกเฉียงเหนือเล็กน้อย

4.1.3 ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคม - กันยายน)

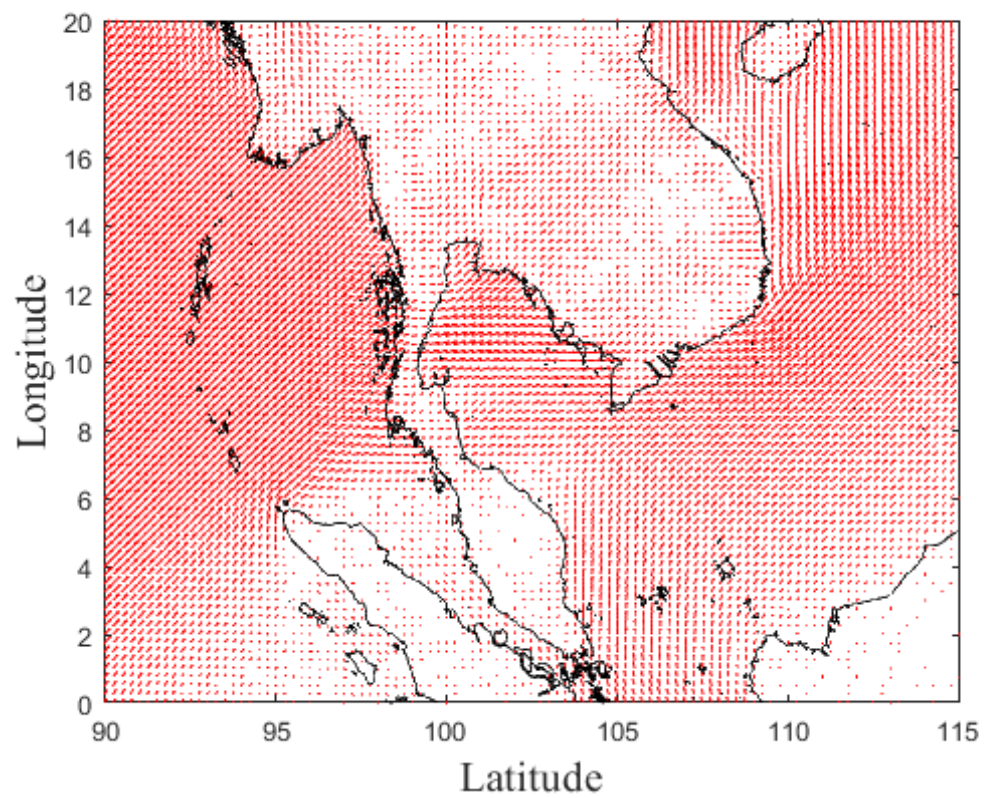
(A)

May



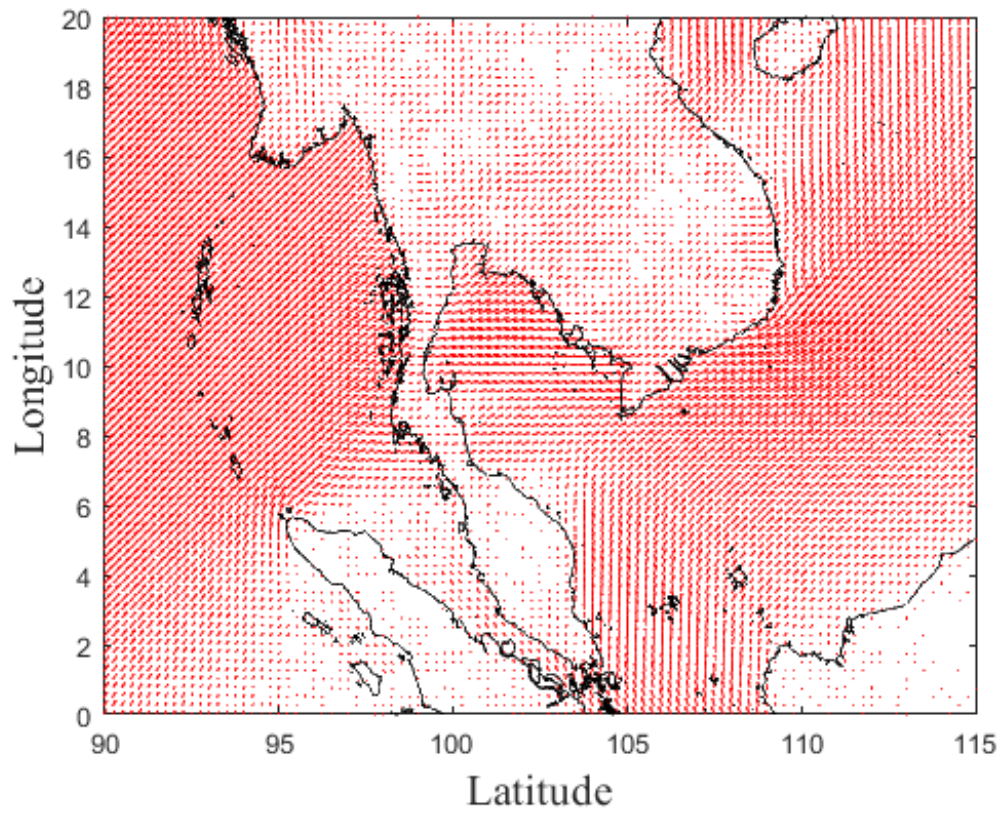
(B)

June



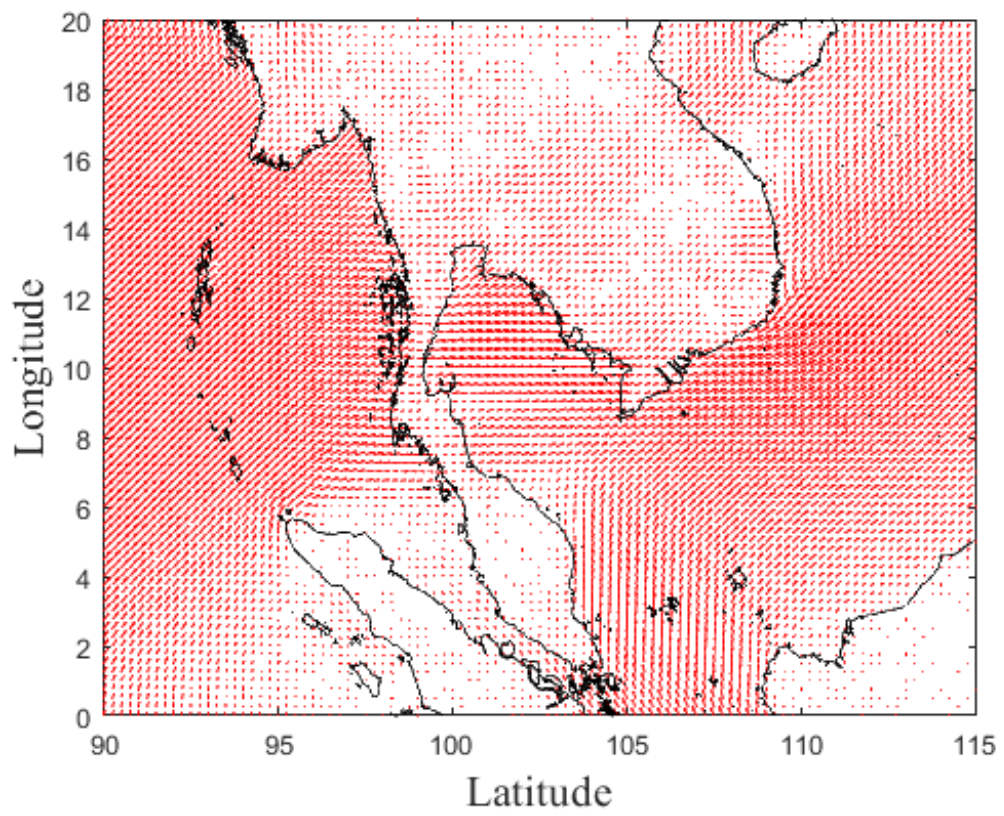
(C)

July

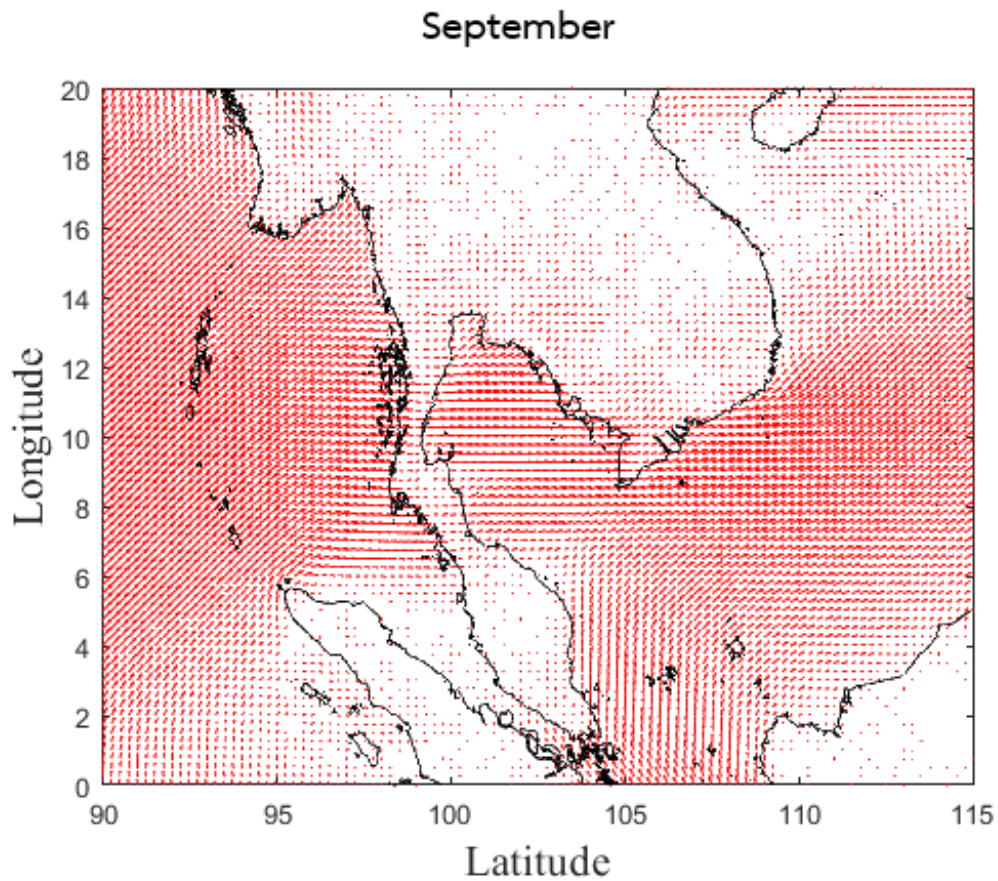


(D)

August



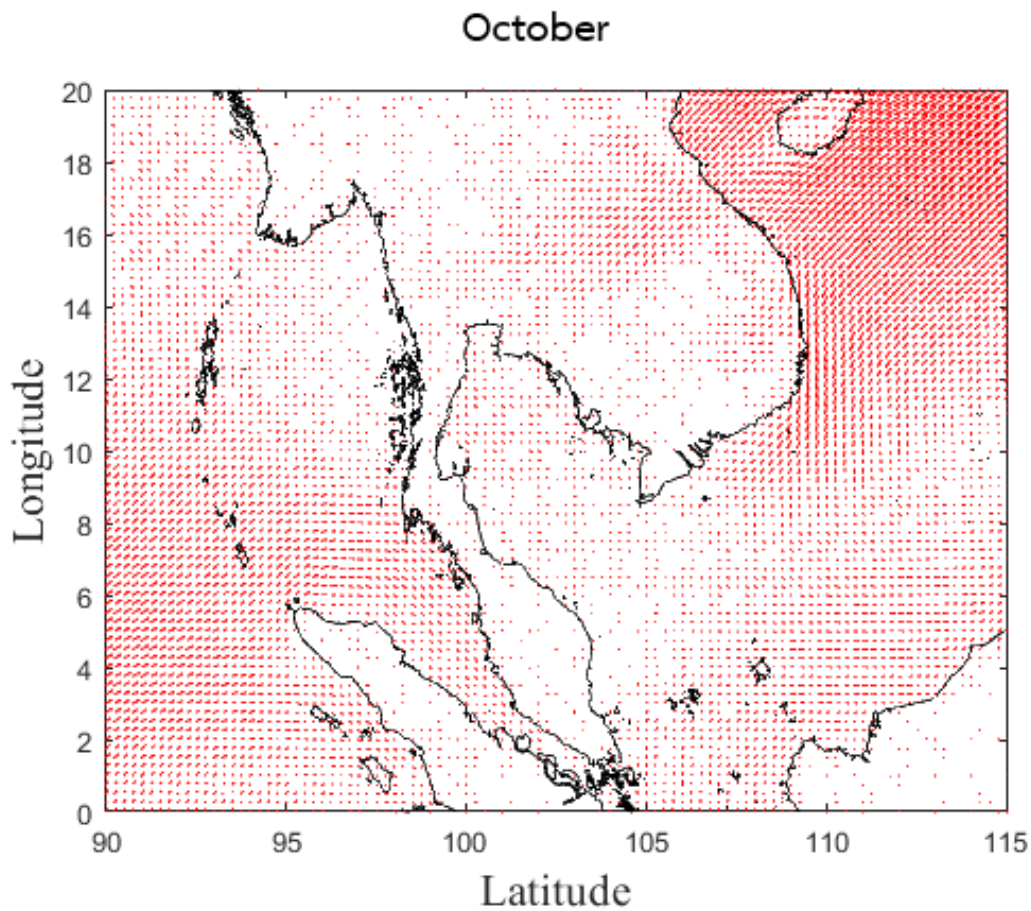
(E)



รูปที่ 7 ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนพฤษภาคม (B) เดือนมิถุนายน (C) เดือนกรกฎาคม (D) เดือนสิงหาคม (E) เดือนกันยายน

ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคม – กันยายน) บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันเกิดลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าปกคลุมทั้ง 2 บริเวณ โดยมีกระแสลมที่ค่อนข้างแรงไปในทิศทางเดียวกันและค่อนข้างสม่ำเสมอ กระแสลมพัดจากตะวันตกเฉียงใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือ บริเวณตอนใต้ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและฝั่งตะวันออกของทะเลอันดามันบริเวณเรียบชายฝั่ง กำลังลมค่อนข้างเบาอย่างเห็นได้ชัด

4.1.4 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนตุลาคม)

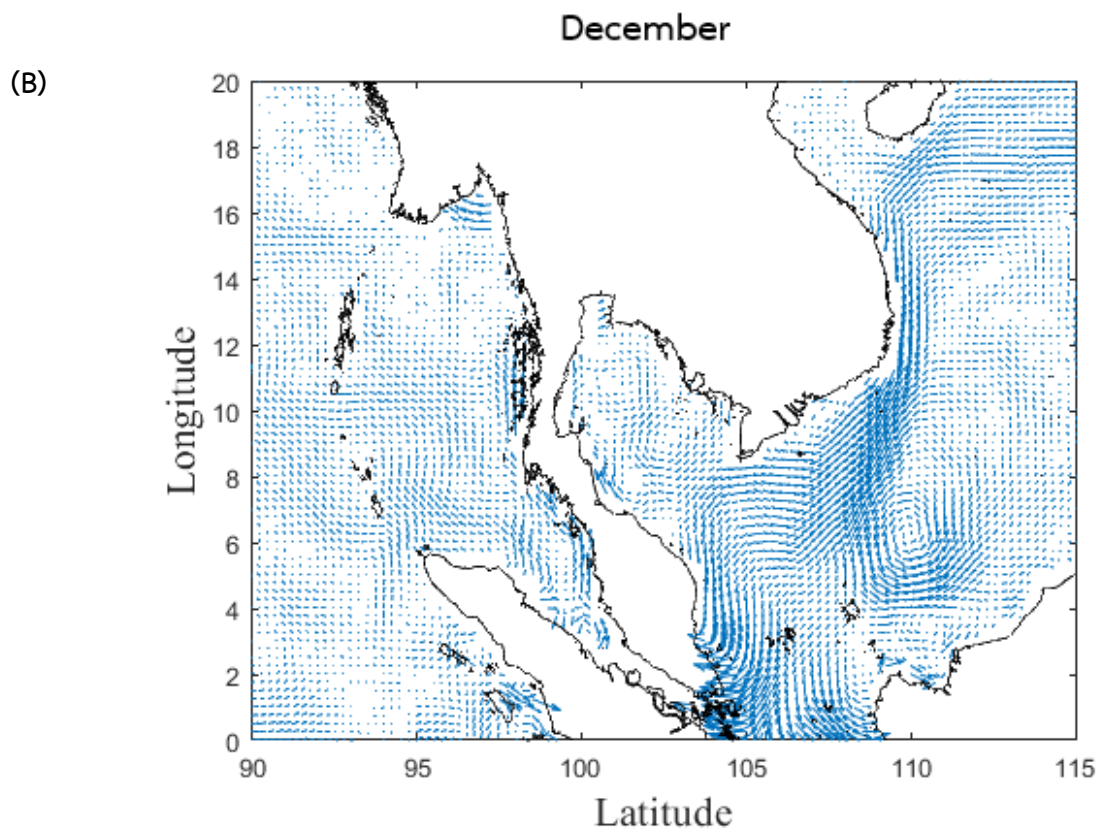
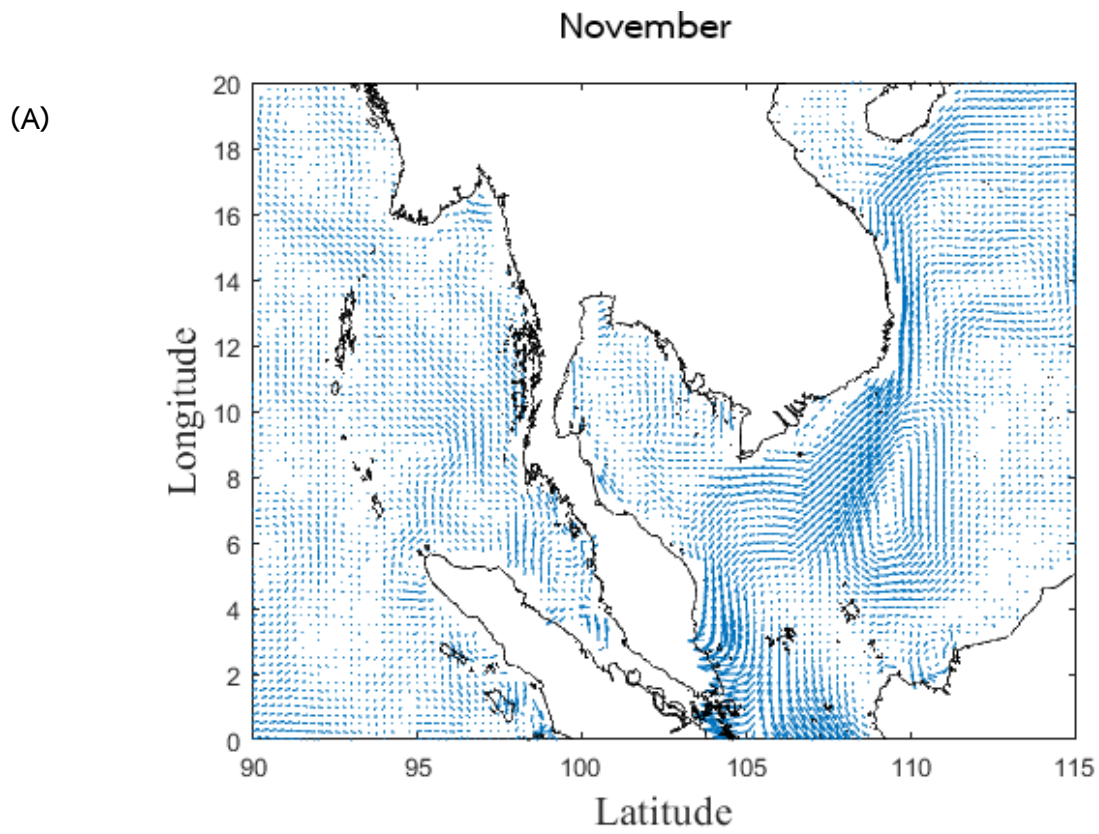


รูปที่ 8 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนตุลาคม

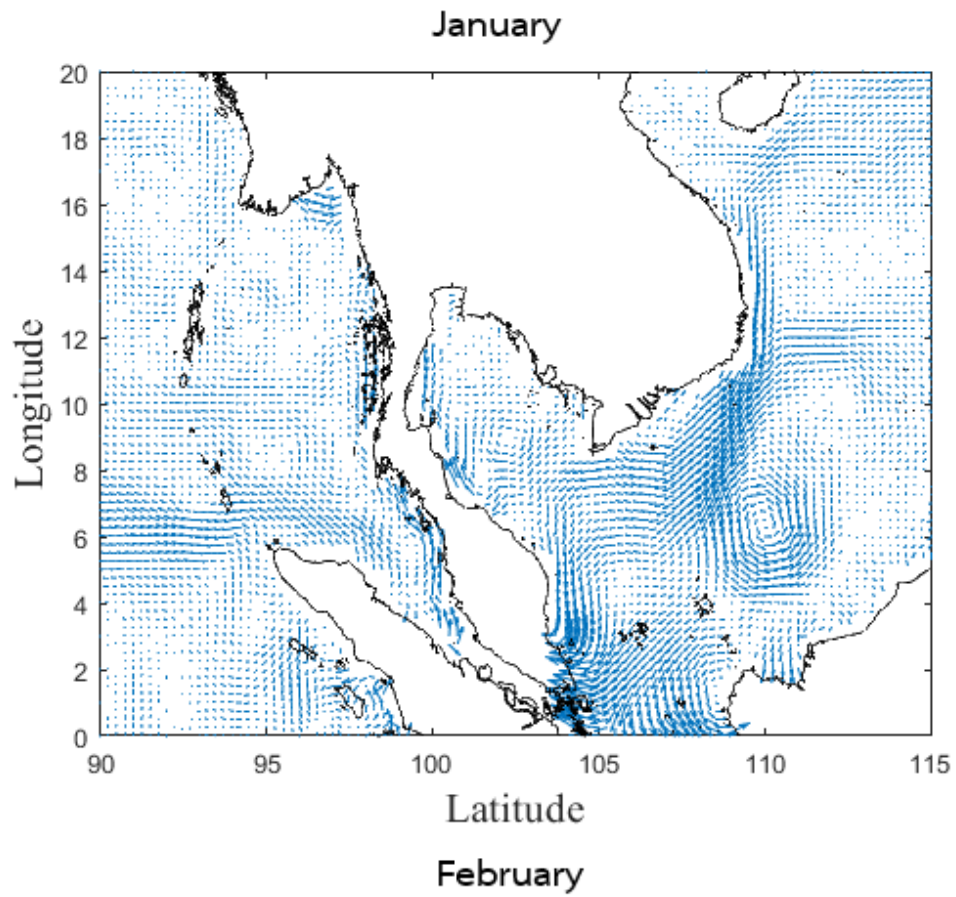
ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนตุลาคม) ลมบริเวณอ่าวไทยและอันดามันมีการอ่อนกำลังลงกว่าช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเห็นได้ชัด มีความเร็วลมอ่อนมาก บริเวณอันดามันและลงด้านใต้ ส่วนบริเวณอ่าวไทยกระแสลมมีความไม่สม่ำเสมอ กระแสลมพัดไปทางตะวันออกและบริเวณอ่าวไทยตอนบนกระแสลมพัดไปทางตอนใต้

4.2 รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

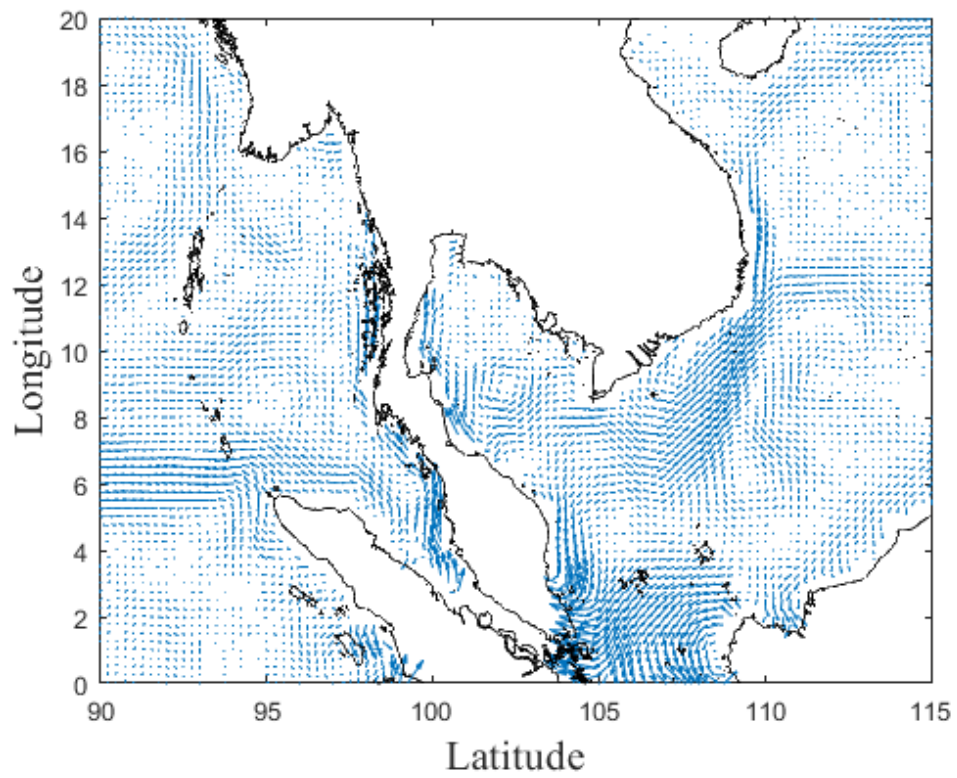
4.2.1 ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์)



(C)



(D)

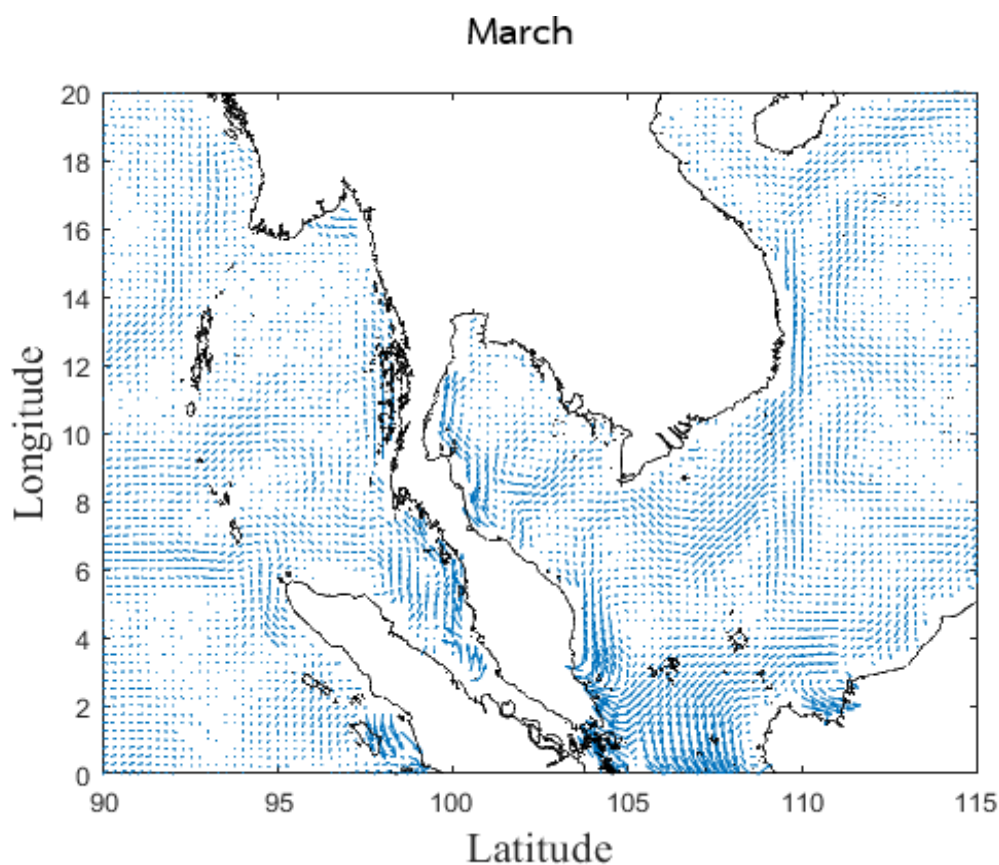


รูปที่ 9 ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (A) เดือนพฤศจิกายน (B) เดือนธันวาคม (C) เดือนมกราคม (D) เดือนกุมภาพันธ์

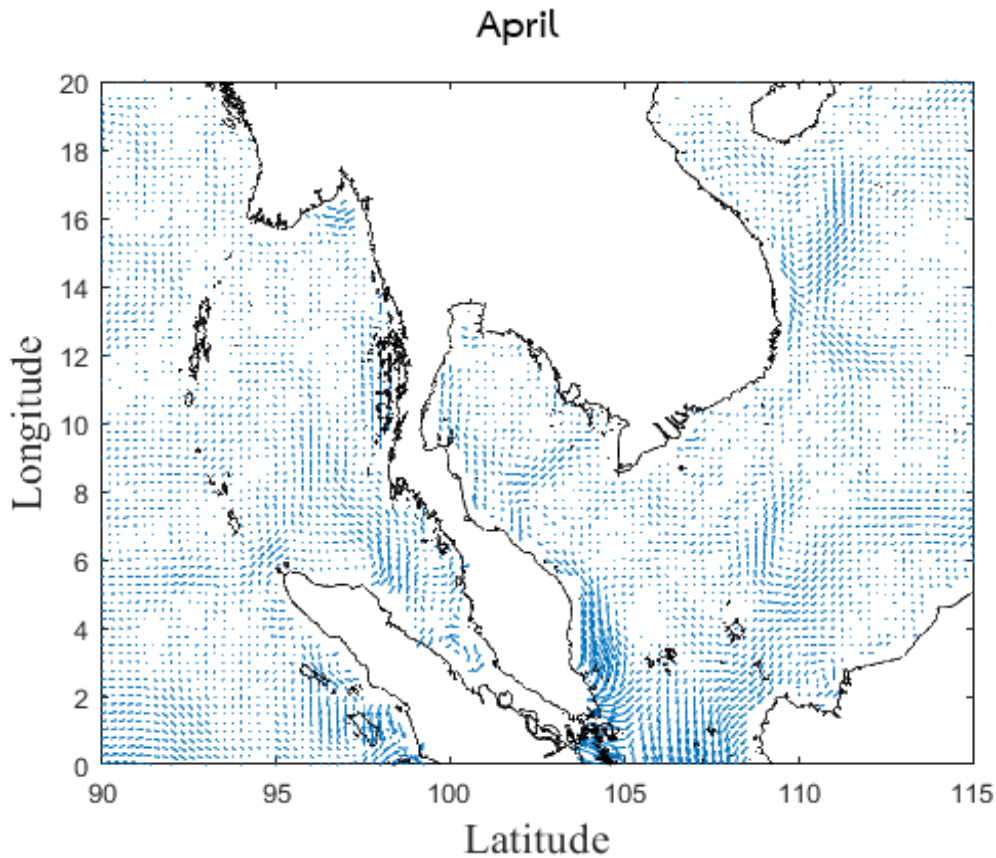
การศึกษารูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำที่อ่าวไทยและทะเลอันดามันโดยใช้แบบจำลองรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำที่มีข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี ค.ศ.2000 – 2019 จาก PODAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center) รูปแบบกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยตอนในหรือบริเวณรูปตัวกอเป็นกระแสน้ำที่ไม่ค่อยแรงและไม่สม่ำเสมออยู่ภายใต้อิทธิพลของกระแสลม ซึ่งกระแสน้ำในอ่าวไทยทั้งอ่าวอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม โดยช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) กระแสน้ำจะไหลเข้าทางด้านตะวันออกของอ่าว กระแสน้ำไหลจากกลางอ่าวไทยไปทางตะวันตกและไหลไปทางใต้ตามแนวชายฝั่ง อ่าวไทยตอนล่างมีกระแสน้ำเบนไปทางขวาและมีทิศทางการไหลออกทางด้านใต้และด้านตะวันตกของอ่าวซึ่งรูปแบบกระแสน้ำที่ผิวในบริเวณส่วนใหญ่ของอ่าวไทยในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเคลื่อนที่ทวนเข็มนาฬิกาส่วนรูปแบบกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอันดามันนั้นกระแสน้ำไม่ค่อยแรงในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำในทะเลอันดามันมีทิศจากใต้ไปทางเหนือและกระแสน้ำไหลออกในทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งรูปแบบกระแสน้ำที่ผิวในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา

4.2.2 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมีนาคม – เมษายน)

(A)



(B)

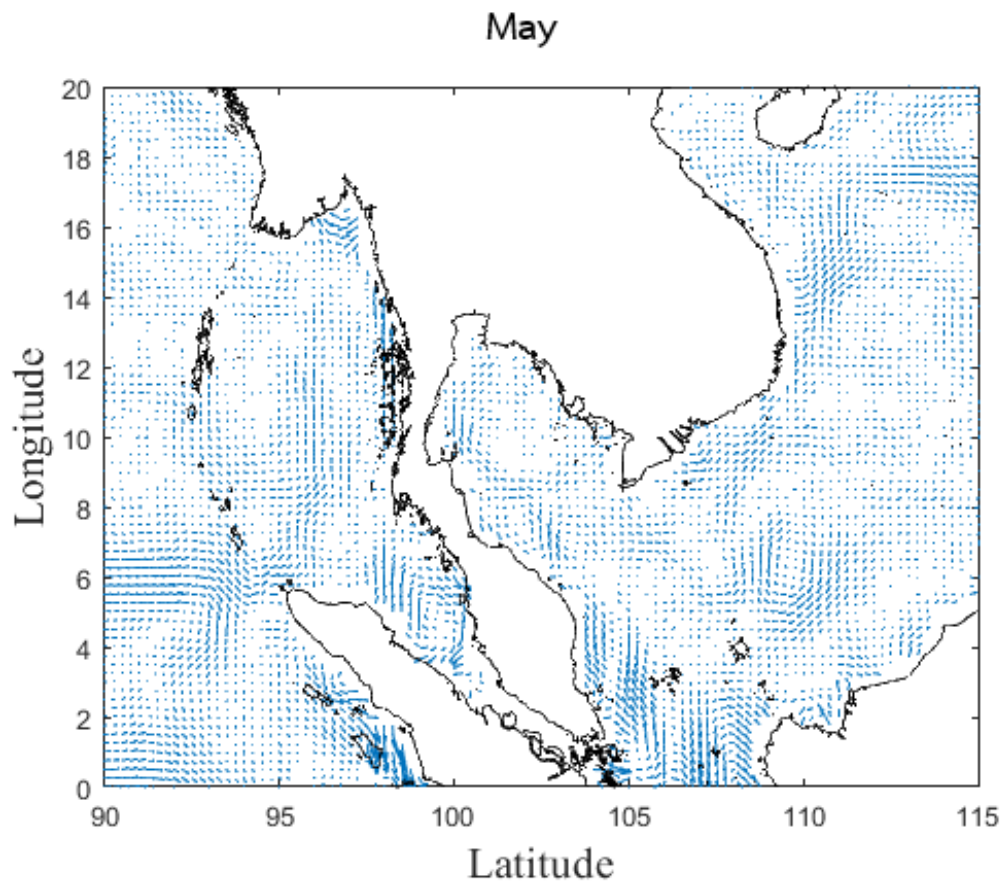


รูปที่ 10 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนมีนาคม (B) เดือนเมษายน

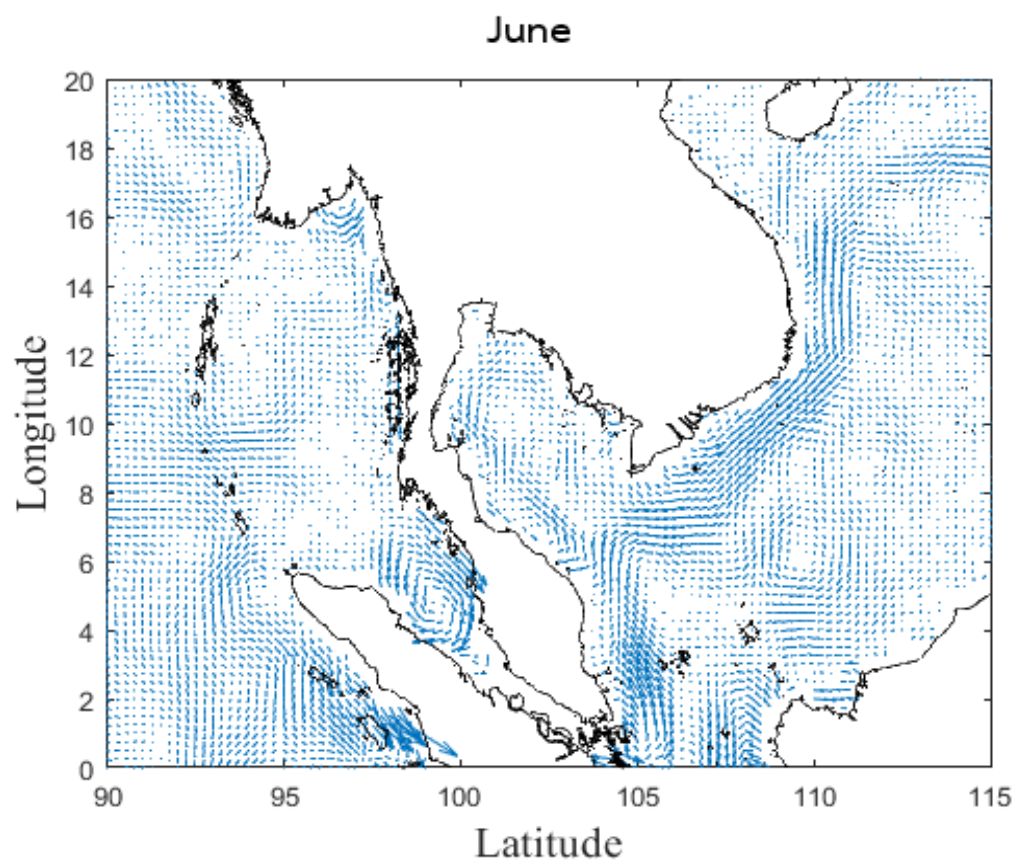
ช่วงเปลี่ยนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมีนาคม – เมษายน) รูปแบบกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีกระแสน้ำไม่ค่อยแรงและไม่สม่ำเสมอ บริเวณอ่าวไทยมีการเกิดกระแสน้ำวนไม่ชัดเจนเท่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและทิศทางการไหลเวียนกระแสน้ำมีทิศทางการไหลขึ้นไปอ่าวไทยตอนบนและเริ่มมีทิศทางการเบนไปทางขวาของบริเวณอ่าวไทยตอนบน บริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีกระแสน้ำไหลออกทางด้านใต้และด้านตะวันตกของอ่าว ส่วนบริเวณทะเลอันดามันนั้นกระแสน้ำไหลออกในทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ คล้ายกับช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่มีการไหลที่ค่อนข้างช้ากว่า

4.2.3 ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคม - กันยายน)

(A)

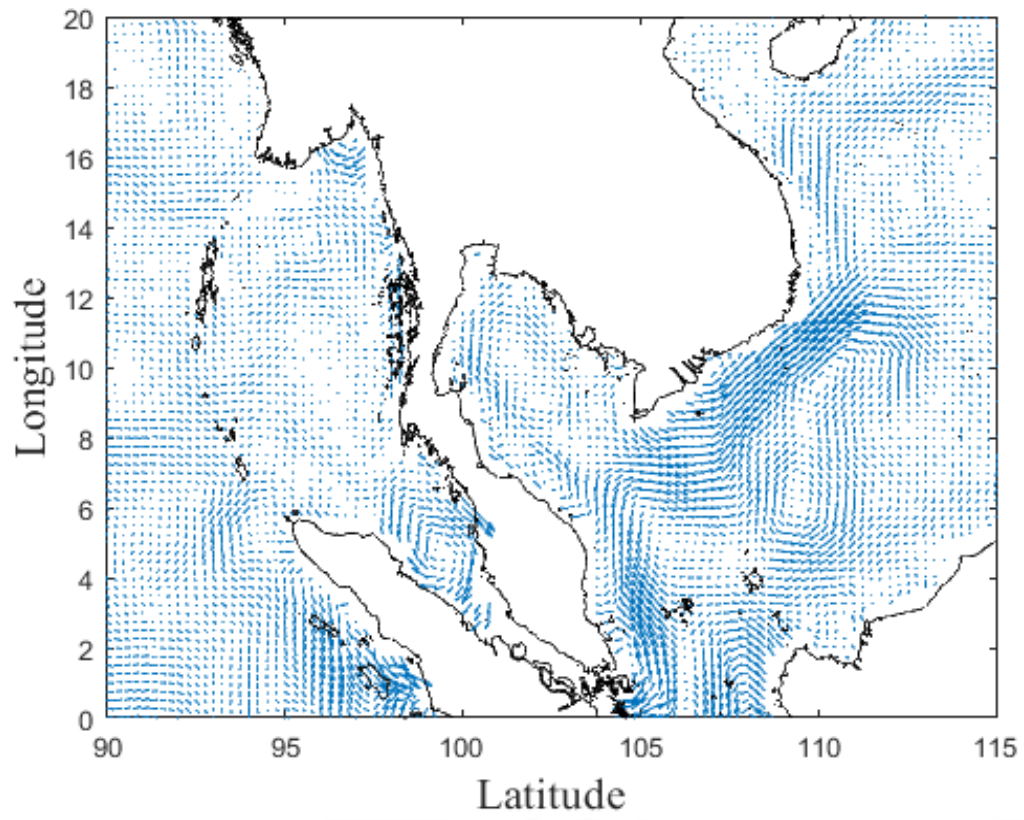


(B)



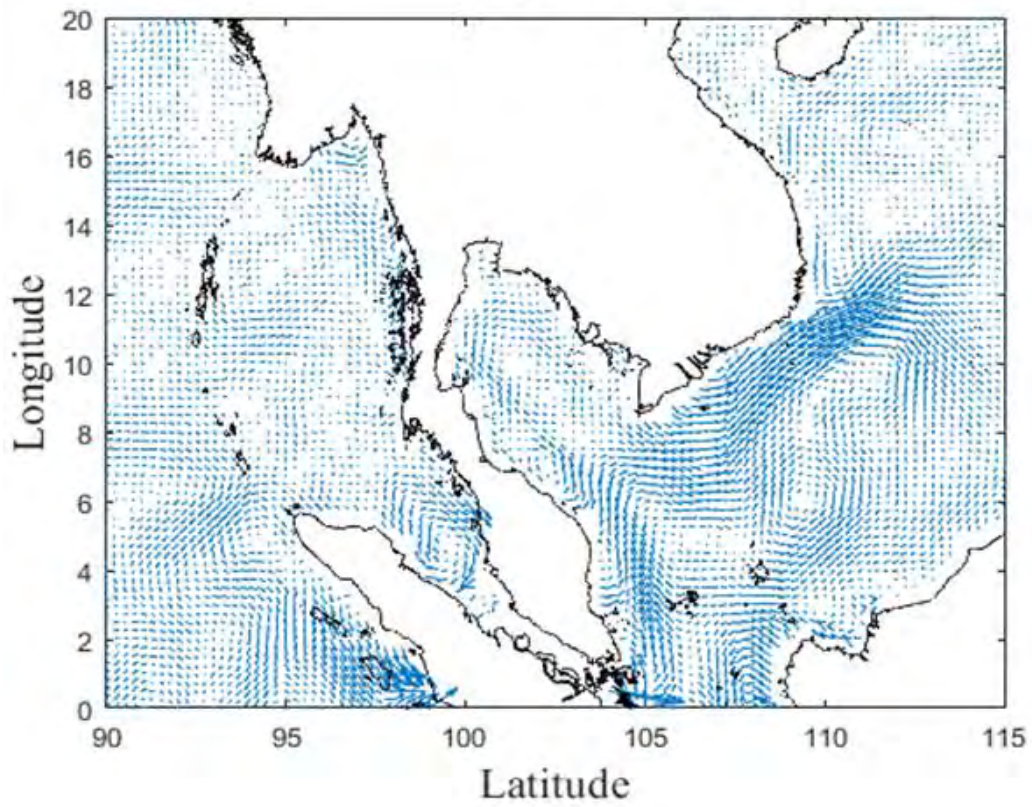
(C)

July



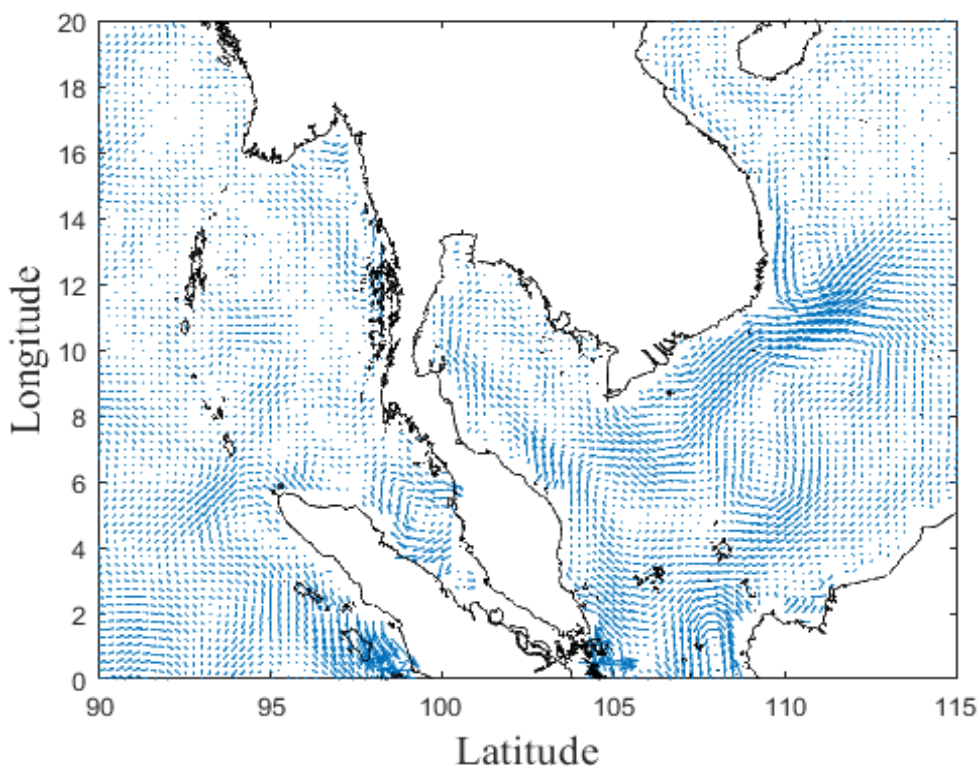
August

(D)



(E)

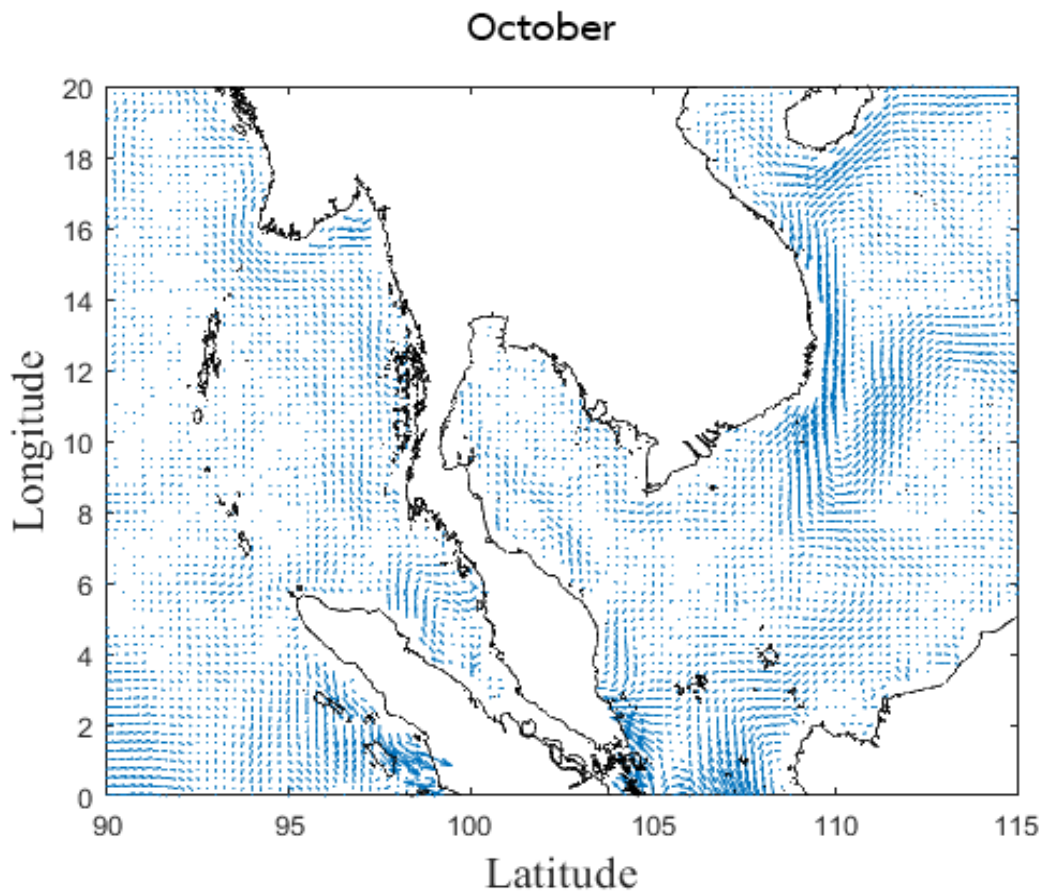
September



รูปที่ 11 ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (A) เดือนพฤษภาคม (B) เดือนมิถุนายน (C) เดือนกรกฎาคม (D) เดือนสิงหาคม (E) เดือนกันยายน

ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมีนาคม – เมษายน) รูปแบบกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน มีการไหลค่อนข้างแรงมีมวลน้ำไหลแยกอย่างเห็นได้ชัด คือ มวลน้ำมีการไหลเลียบขึ้นทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนล่างขึ้นไปอ่าวไทยตอนบน มีการไหลที่ชัดเจนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและไหลเบนไปทางขวาของอ่าวและไหลออกจากชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน ในตอนล่างของอ่าวไทยพบมวลน้ำไหลเลียบขึ้นทางฝั่งตะวันตกและมวลน้ำไหลออกจากอ่าวทางใต้ ในช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน บริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบการไหลแบบตามเข็มนาฬิกา ส่วนในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมจะเห็นกระแสน้ำวน 2 วง อย่างชัดเจน มีทั้งแบบตามเข็มนาฬิกาและแบบทวนเข็มนาฬิกา และในเดือนกันยายน กระแสน้ำไหลช้าลงจากเดือนที่ผ่านมาทำให้เห็นกระแสน้ำวังวนไม่ชัดเท่าเดือนก่อน ๆ ส่วนในทะเลอันดามัน กระแสไหลไม่แรงเท่าในบริเวณอ่าวไทยแต่มีทิศทางการไหลที่ค่อนข้างชัดเจน คือ การกระแสน้ำไหลเข้าทางด้านทิศตะวันตกของทะเลและมีกระแสน้ำวังวนแบบทวนเข็มนาฬิกา กระแสน้ำมีการไหลเลียบลงทางชายฝั่งตะวันออกและมีกระแสน้ำไหลเข้าทางทิศตะวันตกในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2.4 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนตุลาคม)

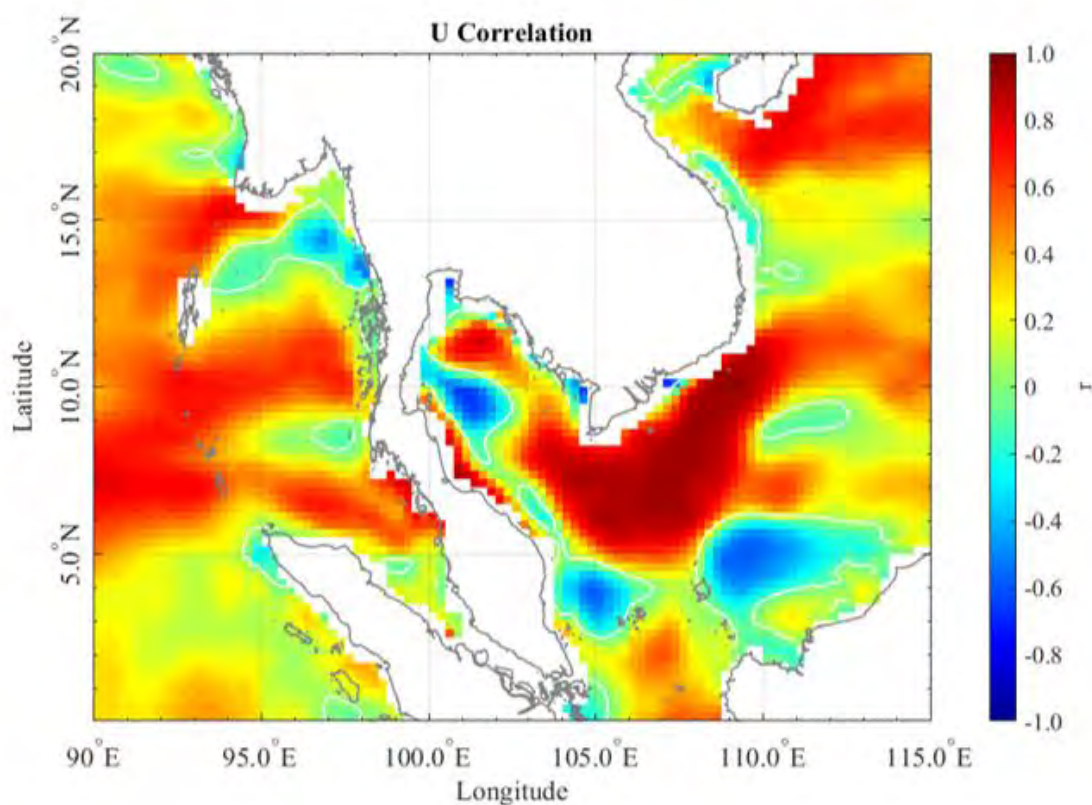


รูปที่ 12 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนตุลาคม

ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนตุลาคม) รูปแบบกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีลักษณะการไหลที่ช้ากว่าช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และกระแสน้ำไหลเข้าทางฝั่งตะวันออกเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน และไหลเบนไปทางซ้ายออกทางด้านใต้ทางฝั่งตะวันตกของอ่าว และพบรูปแบบการไหลวงวนเล็กน้อย ส่วนบริเวณทะเลอันดามันนั้นกระแสน้ำไม่ค่อยแรง มีทิศจากใต้ไปทางเหนือและไหลออกในทิศตะวันตก บริเวณฝั่งตะวันตกของทะเลอันดามัน มีกระแสน้ำไหลเข้ามาในทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือไหลขึ้นไปทางเหนือของทะเลอันดามัน

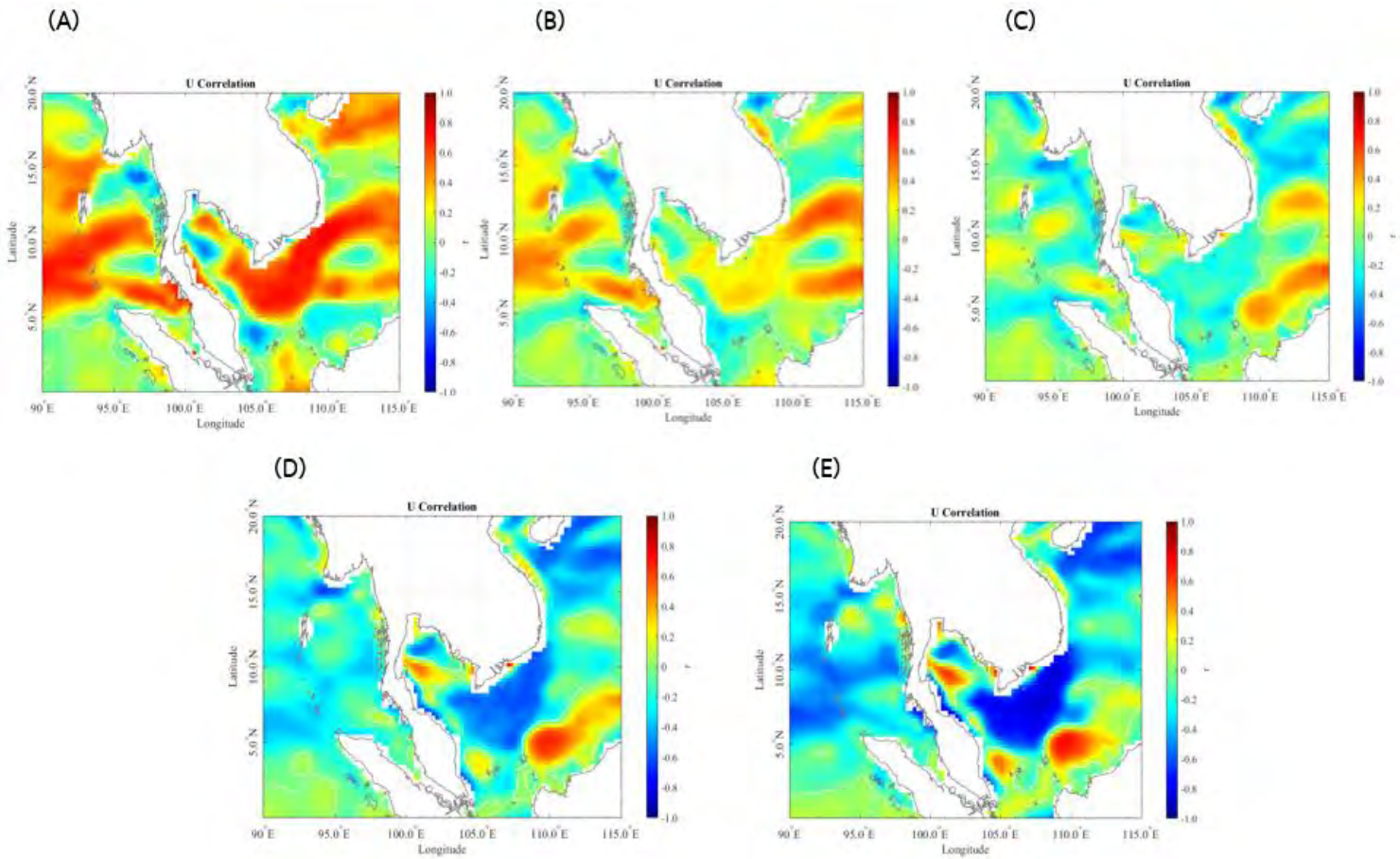
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

4.3.1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน



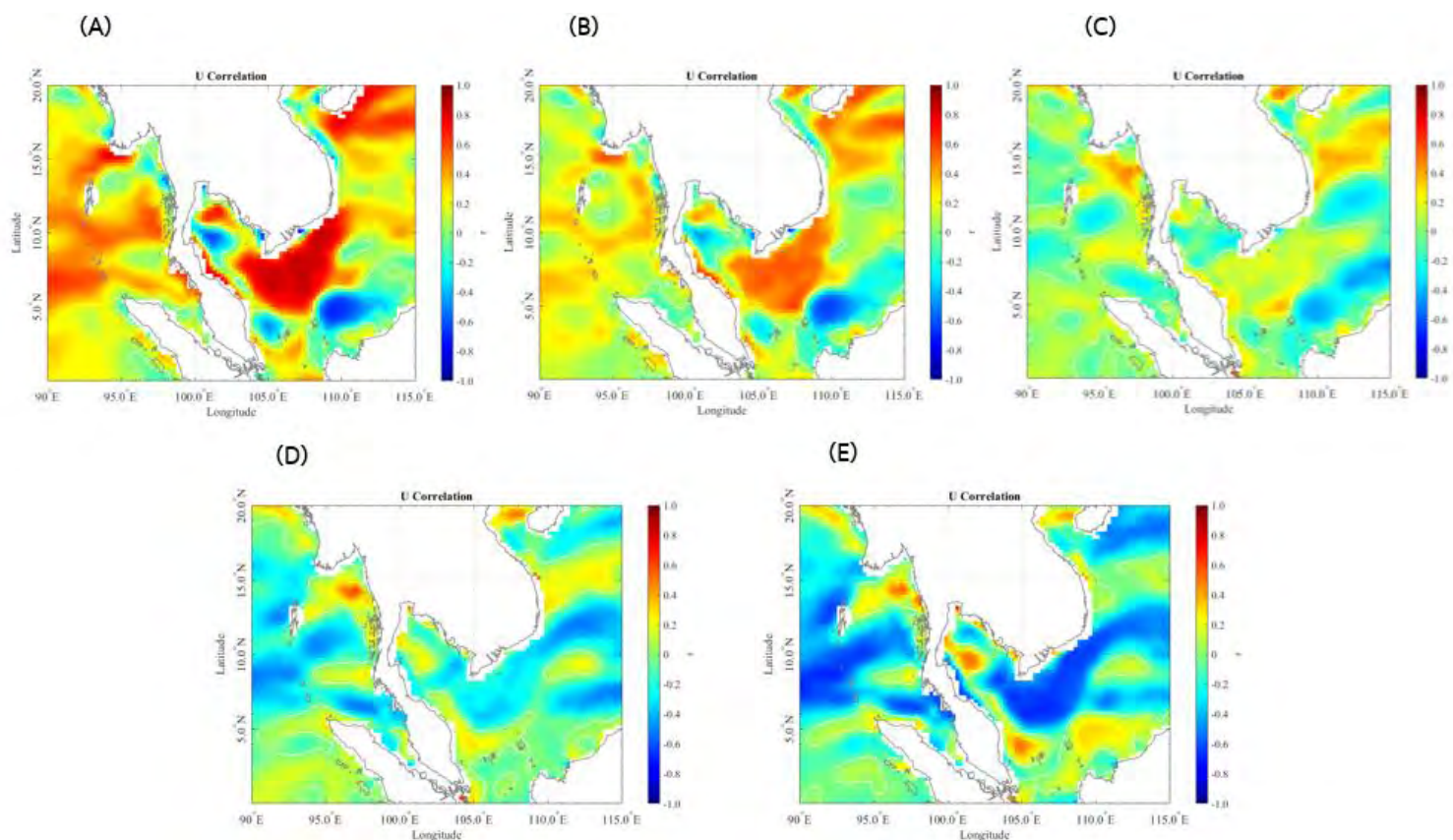
รูปที่ 13 ค่า U Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ณ วัน เดือน ปีเดียวกัน)

บริเวณส่วนใหญ่ของอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีค่า U correlation ใกล้เคียง 1 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมของทั้ง 2 บริเวณมีความสัมพันธ์กันอย่างมากหรือก็คือการไหลของกระแสน้ำที่ผิวมีทิศทางเดียวกับการพัดของลมมรสุม ซึ่งบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดหรือเท่ากับ 1 คือบริเวณอ่าวไทยและบริเวณใกล้เคียง ได้แก่ บริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณชายฝั่งประเทศเวียดนาม เป็นต้น ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่พบปรากฏการณ์น้ำผุด/น้ำจม ส่วนบริเวณอันดามันนั้นมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดประมาณ 0.8 ได้แก่ บริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของทะเลอันดามันและบริเวณใกล้ๆ เกาะนิโคบาร์ เป็นต้น



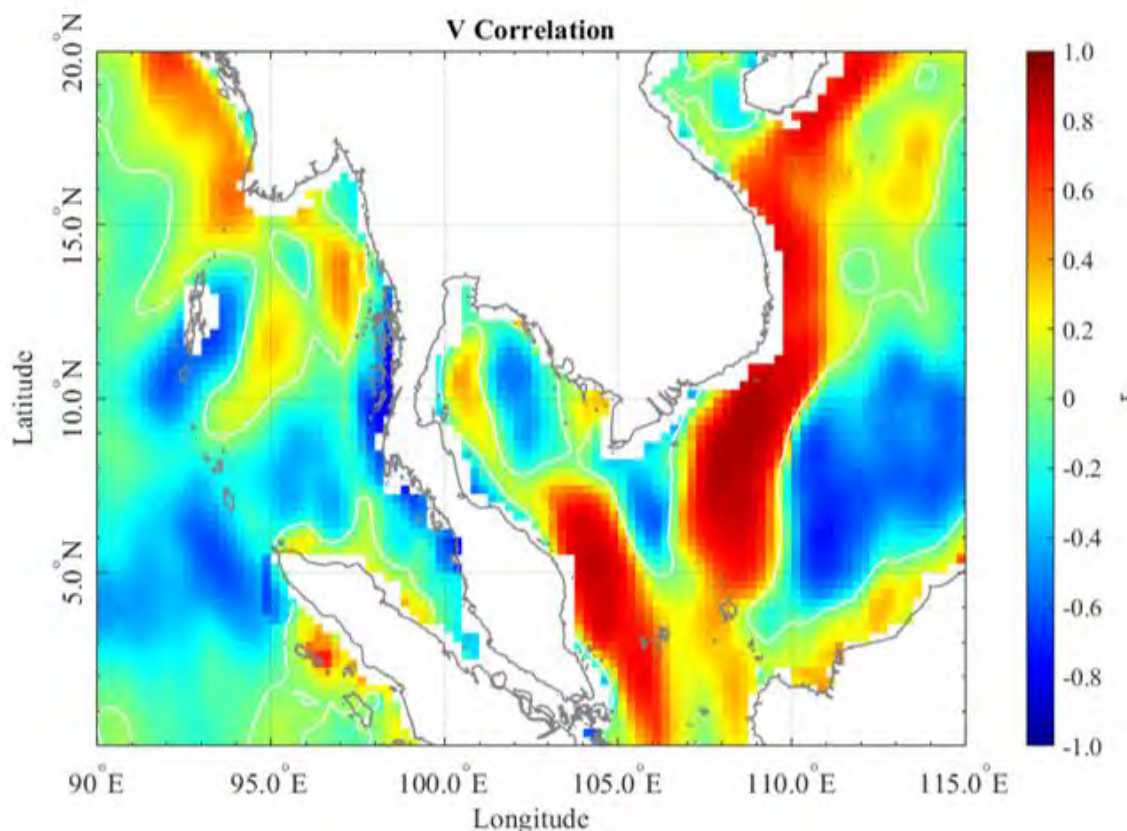
รูปที่ 14 ค่า U Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูลลม 1 เดือน (B) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูลลม 2 เดือน (C) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูลลม 3 เดือน (D) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูลลม 4 เดือน (E) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูลลม 5 เดือน

ค่า U correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันในแต่ละพื้นที่มีค่าลดลงเรื่อยๆ จากรูปที่ 14(A) ถึง 14(E) โดยรูปที่ 14(A) แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวที่มีค่านำข้อมูลลม 1 เดือน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 13 ที่แสดงค่าดังกล่าว ณ วัน เดือน ปี เดียวกัน ทำให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ของทั้ง 2 บริเวณที่แสดงในรูปไม่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงมากและมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดลดลงเล็กน้อย ซึ่งบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดยังคงเป็นบริเวณเดิม แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 14(B), 14(C), 14(D) และ 14(E) นั้นมีค่าสหสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงและลดลงตามลำดับอย่างเห็นได้ชัด โดยบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์มากหรือใกล้เคียง 1 กลับมีค่าสหสัมพันธ์ตรงกันข้าม คือ มีค่าใกล้เคียงกับ -1 ส่วนบริเวณที่มีค่าน้อยกลับมีค่ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากนำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลมมาเปรียบเทียบกับกันในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาหรือค่าสหสัมพันธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด



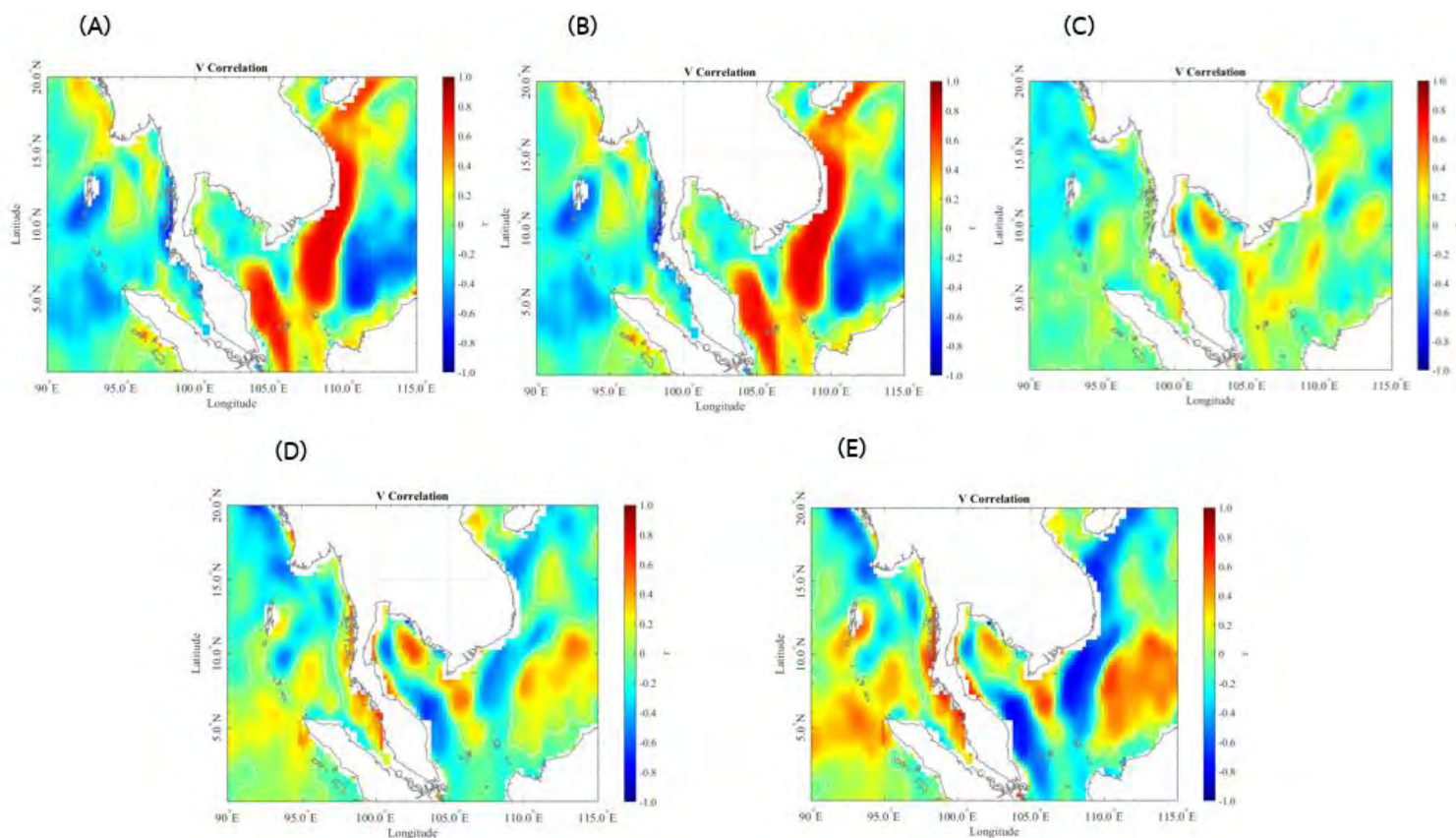
รูปที่ 15 ค่า U Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลลมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 1 เดือน (B) ข้อมูลลมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 2 เดือน (C) ข้อมูลลมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 3 เดือน (D) ข้อมูลลมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 4 เดือน (E) ข้อมูลลมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 5 เดือน

ค่า U correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันในแต่ละพื้นที่มีค่าลดลงเรื่อยๆ จากรูปที่ 15(A) ถึง 15(E) โดยรูปที่ 15(A) แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลมที่มีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 1 เดือน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 13 ที่แสดงค่าดังกล่าว ณ วัน เดือน ปี เดียวกัน ทำให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ของทั้ง 2 บริเวณที่แสดงในรูปไม่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงมากและยังคงมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดเท่าเดิมและยังคงเป็นบริเวณเดิม แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 15(B), 15(C), 15(D) และ 15(E) นั้นมีค่าสหสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงและลดลงตามลำดับอย่างเห็นได้ชัด โดยบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์มากหรือใกล้เคียง 1 กลับมีค่าสหสัมพันธ์ตรงกันข้าม คือ มีค่าใกล้เคียงกับ -1 ส่วนบริเวณที่มีค่าน้อยกลับมีค่ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากนำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลมมาเปรียบเทียบกับกันในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาหรือค่าสหสัมพันธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด



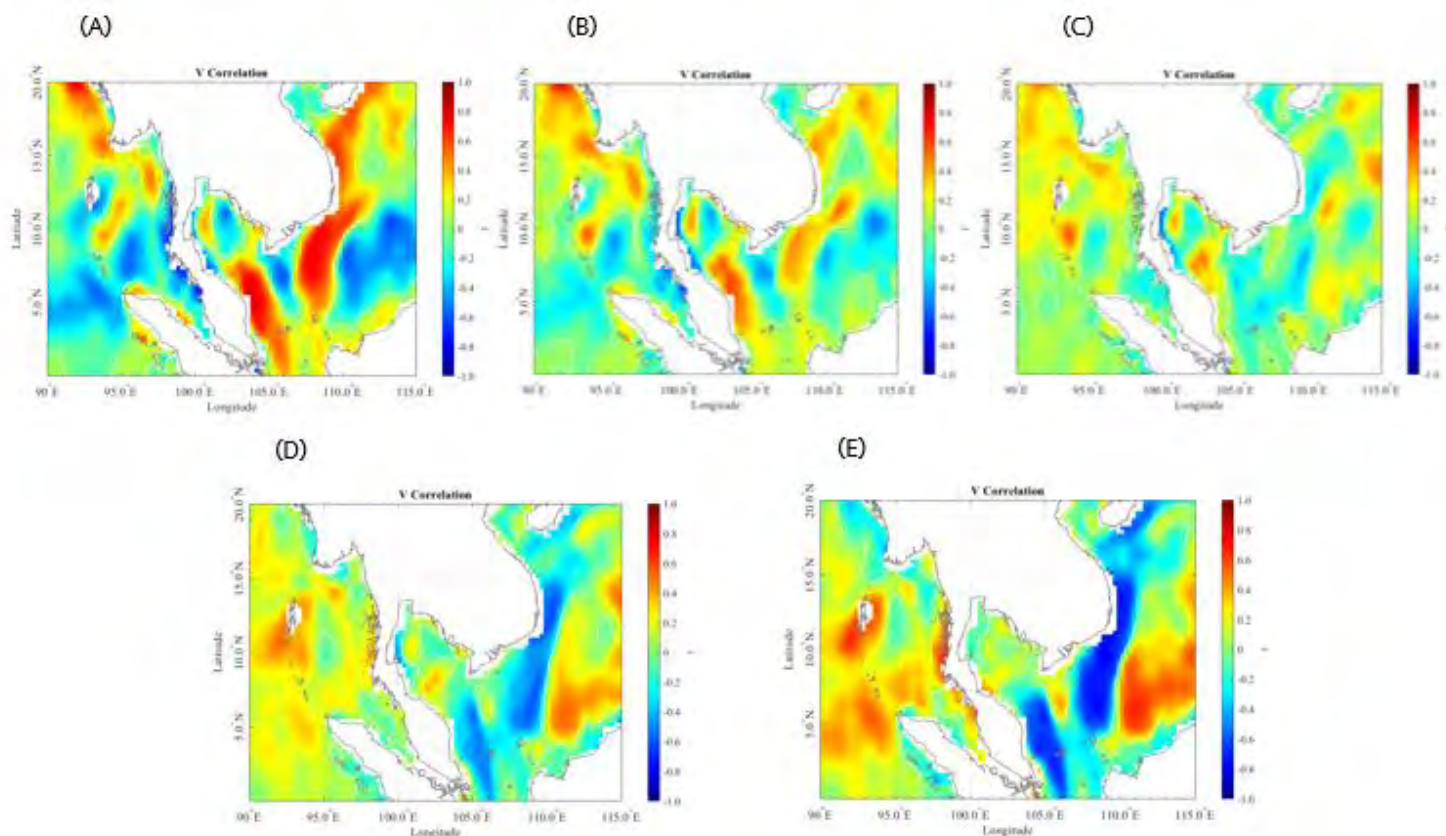
รูปที่ 16 V Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ณ วัน เดือน ปีเดียวกัน)

บริเวณส่วนใหญ่ของอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีค่า V correlation ค่อนข้างน้อย พื้นที่ส่วนใหญ่ของทั้ง 2 บริเวณ มีค่าสหสัมพันธ์ประมาณ -0.6 ถึง 0.4 โดยบริเวณที่มีค่ามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งนับเป็นบริเวณส่วนน้อยถ้าเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดและบริเวณดังกล่าวได้แก่ บริเวณชายฝั่งประเทศเวียดนามและชายฝั่งตะวันออกของประเทศมาเลเซีย เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าวมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมของทั้ง 2 บริเวณมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก ส่วนบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของทะเลอันดามันนั้นมีค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำมาก ใกล้เคียงกับ -1 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณนั้นมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมของทั้ง 2 บริเวณมีความสัมพันธ์กันในด้านตรงกันข้าม



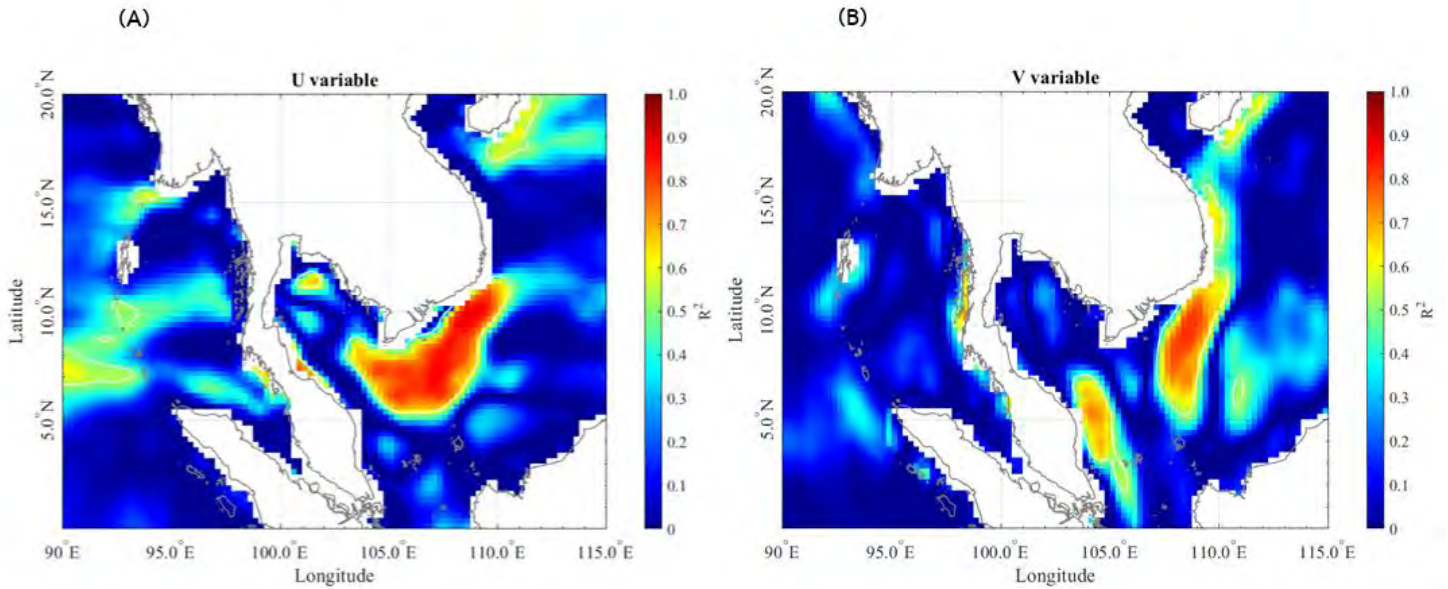
รูปที่ 17 ค่า V Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 1 เดือน (B) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 2 เดือน (C) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 3 เดือน (D) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 4 เดือน (E) ข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวมีค่านำข้อมูล 5 เดือน

ค่า V correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันในแต่ละพื้นที่มีค่าลดลงเรื่อยๆ จากรูปที่ 17(A) ถึง 17(E) โดยรูปที่ 17(A) แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวที่มีค่านำข้อมูล 1 เดือน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 16 ที่แสดงค่าดังกล่าว ณ วัน เดือน ปี เดียวกัน ทำให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ของทั้ง 2 บริเวณที่แสดงในรูปไม่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงมากและมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดลดลงเล็กน้อย ซึ่งบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุดยังคงเป็นบริเวณเดิม แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 17(B), 17(C), 17(D) และ 17(E) นั้นมีค่าสหสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงและลดลงตามลำดับอย่างเห็นได้ชัด โดยบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์มากหรือใกล้เคียง 1 กลับมีค่าสหสัมพันธ์ตรงกันข้าม คือ มีค่าใกล้เคียงกับ -1 ส่วนบริเวณที่มีค่าน้อยกลับมีค่ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากนำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลมมาเปรียบเทียบกับกันในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาหรือค่าสหสัมพันธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด



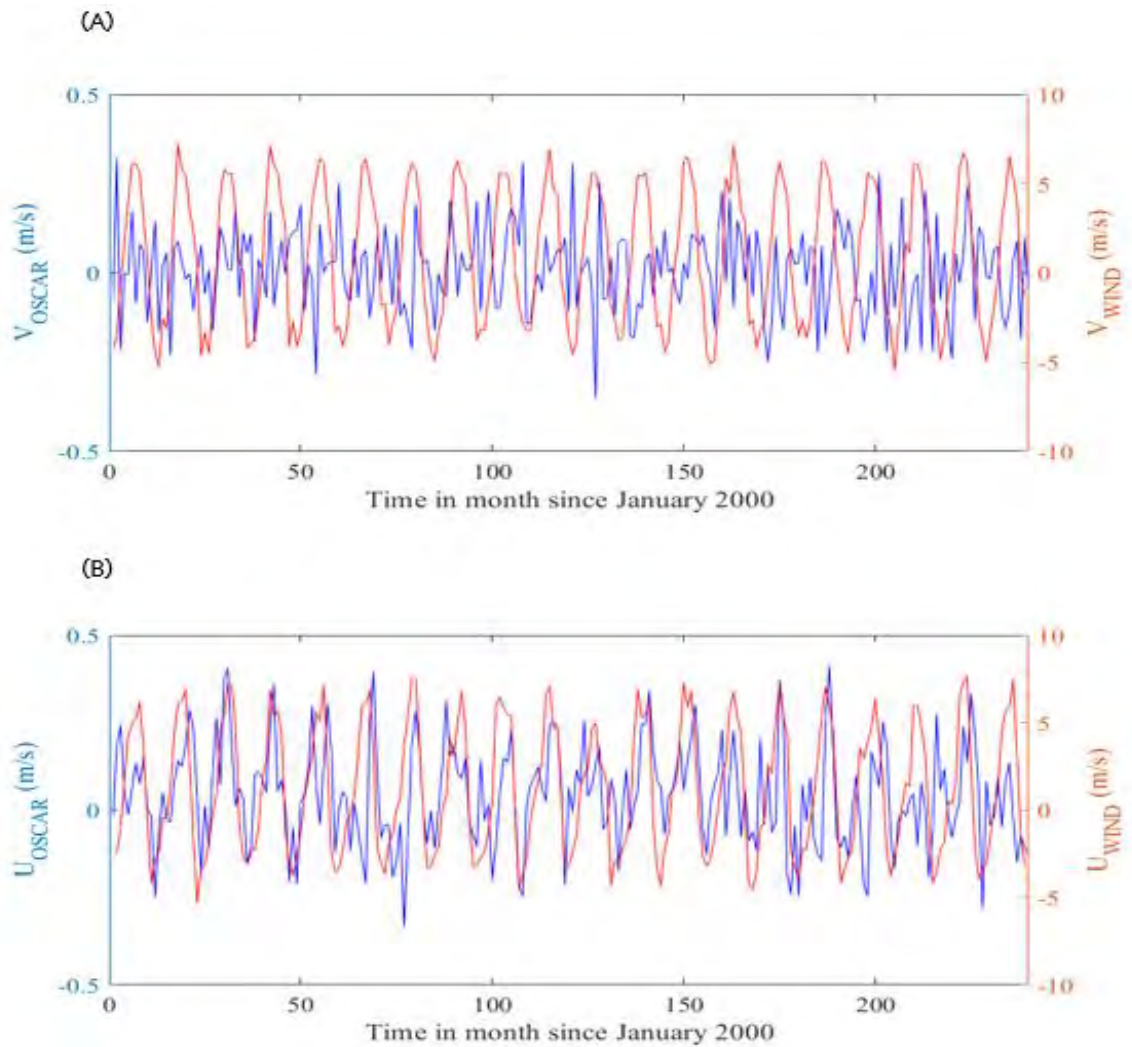
รูปที่ 18 ค่า V Correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) ข้อมูลมมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 1 เดือน (B) ข้อมูลมมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 2 เดือน (C) ข้อมูลมมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 3 เดือน (D) ข้อมูลมมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 4 เดือน (E) ข้อมูลมมมีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 5 เดือน

ค่า U correlation ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันในแต่ละพื้นที่มีค่าลดลงเรื่อยๆ จากรูปที่ 18(A) ถึง 18(E) โดยรูปที่ 18(A) แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลมมที่มีค่านำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิว 1 เดือน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 16 ที่แสดงค่าดังกล่าว ณ วัน เดือน ปี เดียวกัน ทำให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ของทั้ง 2 บริเวณที่แสดงในรูปไม่ได้มีค่าเปลี่ยนแปลงมากและยังคงมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดเท่าเดิมและยังคงเป็นบริเวณเดิม แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 18(B), 18(C), 18(D) และ 18(E) นั้นมีค่าสหสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงและลดลงตามลำดับอย่างเห็นได้ชัด โดยบริเวณที่มีค่าสหสัมพันธ์มากหรือใกล้เคียง 1 กลับมีค่าสหสัมพันธ์ตรงกันข้าม คือ มีค่าใกล้เคียงกับ -1 ส่วนบริเวณที่มีค่าน้อยกลับมีค่ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากนำข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลมมาเปรียบเทียบกับกันในเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาหรือค่าสหสัมพันธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 19 ค่า R-squared ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (A) U variable (B) V variable

ค่า R-squared ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมมรสุมบริเวณส่วนใหญ่ของอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีค่าค่อนข้างน้อยมากใกล้เคียง 0 ทั้งในรูป 19(A) และ 19(B) ซึ่งบริเวณที่มีค่า R-squared มากที่สุดของทั้ง 2 รูป คือบริเวณ ชายฝั่งประเทศเวียดนาม แต่ในรูป 19(B) (V variable) มีบริเวณที่มีค่า R-squared มากเพิ่มมาอีกบริเวณหนึ่ง คือ บริเวณชายฝั่งประเทศมาเลเซีย ซึ่งจากรูปดังกล่าวทั้ง 2 รูป ที่แสดงถึงค่า R-squared แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของทั้ง 2 บริเวณ นั้นมีค่ากระแสน้ำที่ผิวกับค่าลมมรสุมไม่ค่อยสอดคล้องกัน มีพื้นที่ส่วนน้อยที่สอดคล้องกันซึ่งได้กล่าวไปแล้วข้างต้น



รูปที่ 20 ตัวอย่างความสัมพันธ์ของกระแสน้ำที่ผิว (m/s) กับลม (m/s) ในบางพื้นที่ในพื้นที่อ่าวไทยและทะเลอันดามัน ระหว่าง ค.ศ. 2000 – ค.ศ. 2019 (A) V Oscar (m/s) / V wind (m/s) (B) U Oscar (m/s) / U wind (m/s)

จากรูปที่ 20(A) และ 20(B) แสดงให้เห็นว่ารูปที่ 20(B) มีความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวกับลมมากกว่ารูปที่ 20(A) หรือแสดงว่า U variable มีความสัมพันธ์กันมากกว่า V variable โดยข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี ค.ศ. 2000 – 2019

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษารูปแบบของกระแสน้ำที่ผิวตามฤดูกาลที่ได้จากดาวเทียมอัลติมิเตอร์ บริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ระหว่างปี ค.ศ. 2000 – 2019 รวมเป็นระยะเวลาทั้งหมด 20 ปี โดยรูปแบบกระแสน้ำ บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำไหลเข้าทางด้านตะวันออกของอ่าว กระแสน้ำไหลจากกลางอ่าวไทยไปทางตะวันตกและไหลไปทางใต้ตามแนวชายฝั่งและมีการเคลื่อนที่แบบทวนเข็มนาฬิกา ส่วนบริเวณอันดามันนั้นกระแสน้ำที่ผิวมีทิศจากใต้ไปทางเหนือและเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้รูปแบบกระแสน้ำที่ผิวบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน มีการไหลค่อนข้างแรงมีมวลน้ำไหลแยกอย่างเห็นได้ชัด คือ มวลน้ำมีการไหลเลียบบนฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนล่างขึ้นไปอ่าวไทยตอนบน มีกระแสน้ำวนที่ชัดเจนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและไหลเบนไปทางขวาของอ่าวไทย ส่วนในทะเลอันดามันกระแสน้ำไหลไม่แรงเท่าในบริเวณอ่าวไทยแต่มีทิศทางการไหลที่ค่อนข้างชัดเจน คือ การกระแสน้ำไหลเข้าทางด้านทิศตะวันตกของทะเลและกระแสน้ำมีการไหลเลียบบนทางชายฝั่งตะวันออกและมีเคลื่อนที่แบบทวนเข็มนาฬิกา

เมื่อนำข้อมูลมาในช่วงเวลาเดียวกันมาหาความสัมพันธ์กับกระแสน้ำที่ผิวดังกล่าว พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสน้ำที่ผิวและลมในพื้นที่ทั้งสองมีค่าค่อนข้างต่ำ หากพิจารณาเฉพาะค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่พบในอ่าวไทยและทะเลอันดามันพบว่ามีค่าประมาณ 1 และ 0.7 ตามลำดับ แต่บริเวณส่วนใหญ่ในพื้นที่ทั้ง 2 นั้นมีค่าสหสัมพันธ์ต่ำใกล้เคียง 0 หรือมีค่าติดลบใกล้เคียง -1 แต่เมื่อนำข้อมูลในช่วงเวลาที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่าผลลัพธ์ที่ออกมาหรือค่าสหสัมพันธ์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด และจากการหาค่า R-squared พบว่าค่ากระแสน้ำที่ผิวกับค่าลมมรสุมไม่ค่อยสอดคล้องกัน มีพื้นที่ส่วนน้อยเท่านั้นที่สอดคล้องกัน และบริเวณที่พบค่าสหสัมพันธ์และค่า R-squared มีค่าสูงได้แก่บริเวณชายฝั่งประเทศมาเลเซียฝั่งตะวันออกและชายฝั่งประเทศเวียดนามซึ่งเป็นบริเวณที่พบปรากฏการณ์น้ำมุด/น้ำจม

5.2 ข้อเสนอแนะ

หากเป็นไปได้อาจนำปัจจัยอื่น ๆ เช่น ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลกระแสน้ำที่ผิวและข้อมูลลม อาจจะทำให้เข้าใจพลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามันได้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ออนไลน์

ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล.ลักษณะทั่วไปของทะเลไทย.[ออนไลน์].

แหล่งที่มา: <http://www.mkh.in.th/>[20 มกราคม 2563]

สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล. 2555. ธรณีวิทยาอ่าวไทย. [ออนไลน์].

แหล่งที่มา: <http://www.geothai.net/gulf-of-thailand>[20 มกราคม 2563]

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. 2019. ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. [online]. from: <https://www.ecmwf.int/> [2020, March 15]

Physical Oceanography Distributed Active Archive Center.2009. OSCAR Surface Currents. [online]. from: <https://www.esr.org/research/oscar/oscar-surface-currents/> [2020, March 15]

ภาษาไทย

ปราโมทย์ โศภิตกุล, ศุภิชัย ตั้งใจตรง และสมมาตร เนียมนิล.2546. Eye on the Ocean หน่วยการเรียนรู้ที่ 1:ฟิสิกส์ในทะเล. หน้า 119-120. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ปริญ หล่อพิทยากร. 2558. รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยจากแบบจำลอง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 23 (กรกฎาคม – กันยายน 2558) : 446 – 465

สมมาตร เนียมนิล , Marc Naeije และอิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์. 2561. การศึกษาระดับผิวหน้าทะเลบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ด้วยข้อมูลดาวเทียมระบบอัลติเมตรี. ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมชาย ศรีปัญญาวิชญ์. 2532. แบบจำลองเชิง คณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจาก ลมในอ่าวไทย.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ, 126 น.

ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล. 2555. ธรณีวิทยาภาพพื้นทะเลอ่าวไทยตอนบน รายงานวิชาการ เลขที่ สทธ. 9/2555 ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล สำนักเทคโนโลยีธรณี www.geothai.net/gulf-of-thailand [20 มกราคม 2563]

ภาษาอังกฤษ

- Brown, B. 2007. Coral reefs of the Andaman Sea: An integrated perspective. In: Gibson, R. N., Atkinson, R. J. A. and Gordon, J. D. M. (eds.) *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. Taylor & Francis. 45: 173-197.
- Ozer, D. J., 1985. Correlation and the coefficient of determination. *Psychological Bulletin*, 97(2): 307-315.
- Rizal, S., Damm, P., Wahid, M., Sundermann, J., Ilhamsyah, Y., Iskandar, T. and Muhammad. 2012. General circulation in the Malacca Strait and Andaman Sea: A numerical model study. *American Journal of Environmental Science*. 8(5):479-488.
- Robinson, M.K., 1974. The physical oceanography of the Gulf of Thailand. NAGA Report.
- Sojisuporn, P., Morimoto, A. and Yanagi, T. 2010. Seasonal variation of sea surface current in the Gulf of Thailand. *Coastal Marine Science*. 34(1): 91-102.