

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 รูปแบบของลมมรสุมที่พัดปกคลุมในมหาสมุทรอินเดีย

จากการใช้ข้อมูลลมจากซีวินด์ เพื่อศึกษาระบบของลมมรสุมในช่วงระหว่างปี 2544 และได้เปรียบเทียบกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา(แผนที่อากาศผิวพื้น) ที่ตรวจวัดได้จริงตามสถานีชายฝั่ง พบว่าข้อมูลลมจากซีวินด์มีความสอดคล้องกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อที่จะนำข้อมูลลมจากซีวินด์ศึกษาระบบการหมุนเวียนของลมที่พัดปกคลุมมหาสมุทรอินเดียในแต่ละช่วงเวลา จากการศึกษพบว่า

1. ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน รูปแบบลมในขณะนี้ เป็นในอ่างเบงกอล และมีลักษณะการหมุนวนแบบตามเข็มนาฬิกา อยู่ในบริเวณตอนใต้ของอ่างเบงกอล ส่วนลมในทะเลอาราเบียนเป็นลมเหนือและลมตะวันออกเฉียงเหนือ
2. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม รูปแบบของลมในเดือนนี้ลมจะพัดออกจากแผ่นทวีปไปสู่ทะเล ทำให้ที่ลมพัดปกคลุมมหาสมุทรอินเดียในซีกโลกเป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในซีกโลกใต้นั้นยังมีลักษณะของแอนติไซโคลนเป็นตัวขับเคลื่อนระบบของลมในซีกโลกใต้นั้นยังมีลมในเขตลมค้าได้ยังเป็นลักษณะของลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมอยู่แต่มีกำลังลมไม่แรง และในช่วงฤดูนี้แนวของร่องความกดอากาศต่ำจะอยู่ใต้เส้นศูนย์สูตรอยู่ในเขตเส้นรุ้งมาประมาณละติจูด 5-10 องศาใต้ในเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์
3. ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะอยู่ในช่วงเดือนเมษายน พบว่าลมที่ไหลเวียนอยู่ในทะเลอาราเบียนและอ่างเบงกอล มีลักษณะการหมุนวนแบบตามเข็มนาฬิกาหรือแอนติไซโคลน และแนวร่องความกดอากาศต่ำได้ขยับขึ้นมาทางเหนือเล็กน้อย

4. **ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้** จะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม รูปแบบของฤดูมรสุมนี้จะ สังเกตเห็นได้จากการหมุนวนทวนเข็มนาฬิกาของทิศทางลมหรือแอนติไซโคลนในซีกโลกใต้มีลักษณะเด่น เป็นตัวขับเคลื่อนลมให้ลมในซีกโลกใต้หรือลมตะวันออกเฉียงใต้ในเขตลมค้าใต้พัดข้ามเส้นศูนย์สูตรขึ้นมาในซีกโลกเหนือ เป็นที่รู้จักกันดีในเขตซีกโลกเหนือว่าลมนี้คือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และในฤดูมรสุมนี้จะมีกำลังแรงที่สุดในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม และตำแหน่งของร่องความกดอากาศต่ำในเดือน พฤษภาคม จะอยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรและในเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมจะไม่ปรากฏแนวของร่องความกดอากาศต่ำให้เห็น แต่จะเห็นอีกครั้งในเดือนกันยายน ปรากฏอยู่บริเวณทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย แรงเครียดของลมที่กระทำต่อผิวน้ำทะเลมีกำลังแรงที่สุดในเดือน มิถุนายนและเดือนกรกฎาคม

5.2 การกระจายของ wind stress curl

1. **ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ** ช่วงเดือนพฤศจิกายนคาลบของ wind stress curl (มีการลู่เข้าของ Ekman transport ทำให้มีการจมตัวของ Ekman pumping) มีการกระจายอยู่บริเวณตอนบนของทะเลอาราเบียนและในอ่าวเบงกอล และในแนวของ ITCZ ทางตอนใต้ของอ่าวมีค่าเป็นบวก ส่วนในซีกโลกใต้ คาลบของ wind stress curl จะกระจายอยู่ในบริเวณชายฝั่งทวีป แอนตาร์ติค
2. **มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ** ช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม คาลบของ wind stress curl จะกระจายอยู่ตามบริเวณตอนบนของทะเลอาราเบียน และตอนบนของอ่าวเบงกอล ตามบริเวณชายฝั่งโอมมานและชายฝั่งอินเดียจะมีค่าเป็นบวก ส่วนในซีกโลกใต้ คาลบของ win stress curl จะกระจายอยู่ตามชายฝั่งทวีปแอนตาร์ติคมีพื้นที่แคบลง จะมีค่าบวกเพิ่มขึ้น
3. **ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้** ช่วงเดือนเมษายน คาลบของ wind stress curl จะกระจายอยู่ในบริเวณทะเลอาราเบียน อ่าวเบงกอล และในแนว ITCZ ส่วนค่าบวกของ wind stress curl จะอยู่เหนือแนว ITCZ บริเวณในซีกโลกใต้ คาลบจะ

กระจายอยู่แถวบริเวณชายฝั่งทวีปแอนตาร์ติคมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นกว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

4. ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนค่าลบของ wind stress curl จะกระจายอยู่ในบริเวณตอนใต้ของทะเลอาราเบียนและตะวันออกเฉียงของอ่าวเบงกอล ส่วนค่าบวกจะปรากฏอยู่ในบริเวณชายฝั่งโอมาน อิหร่าน ชายฝั่งอินเดียและในบริเวณแคบๆตามชายฝั่งโซมาเลียตอนบน ส่วนในซีกโลกใต้ ค่าลบจะกระจายอยู่บริเวณ 50 องศาใต้ลงไปถึงทวีปแอนตาร์คติก

5.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ

1. ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่กระจายอยู่ในบริเวณทะเลอาราเบียน มีปริมาณลดน้อยลง ส่วนในซีกโลกใต้ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ยังไม่มีปรากฏให้เห็นชัด
2. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีมากในบริเวณปากอ่าวโอมาน ส่วนในซีกโลกใต้ พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีมากในเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม
3. ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนเมษายน ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่อยู่ในทะเลอาราเบียน มีปริมาณลดน้อยลงไปกว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในซีกโลกใต้ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ เริ่มลดน้อยลงไป
5. ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน มีการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์-เอ ตามบริเวณชายฝั่งโอมาน โซมาลี และชายฝั่งตะวันตกของอินเดีย ส่วนในซีกโลกใต้ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีน้อยมาก

5.4 ความสัมพันธ์ของลมมรสุมกับคลอโรฟิลล์-เอในมหาสมุทรอินเดีย

การเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์-เอ ในมหาสมุทรอินเดียจะพบได้ในบางบริเวณเท่านั้น ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นตามชายฝั่งและบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล จากการศึกษาพบว่า

1. ช่วงก่อนมีการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ลมที่พัดปกคลุมเริ่มมีทิศทางเป็นลมตะวันออกเฉียงมีกำลังอ่อน และ wind stress curl ค่าเป็นลบ ในบริเวณทะเลอาราเบียนและอ่าวเบงกอล เป็นเหตุให้มีการลู่เข้าของ Ekman transport ในบริเวณนี้ ทำให้มีการจมตัวของ Ekman Pumping ทำให้บริเวณนั้นเกิดน้ำมุด และปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในบริเวณนี้มีปริมาณน้อย
2. ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ในช่วงนี้ลมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดแน่ทิศและมีกำลังแรงในช่วงเดือนธันวาคม และมกราคม การกระจายของคลอโรฟิลล์-เอ ในบริเวณทะเลอาราเบียนจะเห็นเด่นชัดที่สุดและมีปริมาณมากตามบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่ง มีมากที่สุดบริเวณปากอ่าวโอมาน มีการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์-เอ ออกจากชายฝั่งมายังชายฝั่งโซมาเลียเนื่องจากกระแสน้ำที่เกิดจากลมเป็นตัวพัดพามา ส่วนในซีกโลกใต้ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีมากในบริเวณหมู่เกาะเคอร์คิวเลน หรือที่ละติจูด 50 องศาใต้ ลองจิจูด 70 องศาตะวันออก เนื่องจากกระแสน้ำลมตะวันตกที่พัดปกคลุมมีกำลังอ่อน สัมพันธ์กับ wind stress curl มีค่าเป็นบวกทำให้มีการยกตัวขึ้นข้างบนของ Ekman Pumping หรือเกิดน้ำผุดขึ้นในบริเวณนี้
3. ช่วงก่อนการเปลี่ยนเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเดือนเมษายน ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในบริเวณทะเลอาราเบียนและอ่าวเบงกอลมีปริมาณลดน้อยลง เนื่องจาก การหมุนเวียนของลมเป็นแบบตามเข็มนาฬิกา ทำให้มีการลู่เข้าของ Ekman transport และทำให้เกิดการจมตัวลงสู่เบื้องล่างของ Ekman Pumping เป็นน้ำมุด ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ในบริเวณนี้ลดน้อยลงไป สัมพันธ์กับ wind stress curl ที่ให้ค่าเป็นลบในบริเวณนี้ ส่วนในซีกโลกใต้ ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในช่วงนี้ปริมาณน้อยมาก เนื่องจากกระแสน้ำลมตะวันตก เริ่มมีกำลังแรงขึ้น

4. ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ จะมียากตามบริเวณชายฝั่งโอมาน โซมาเลีย อิหร่าน และตามชายฝั่งอินเดีย เนื่องจากกระแสลมที่พัดขนานชายฝั่งในบริเวณนี้ และชายฝั่งอยู่ทางซ้ายมือของลม ทำให้เกิดน้ำผุดตามบริเวณชายฝั่ง มีความสัมพันธ์กับ wind stress curl ที่ให้ค่าเป็นบวก ในบริเวณที่มีการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์-เอ ในบริเวณชายฝั่ง ส่วนในซีกโลกใต้นั้น ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในช่วงนี้มีน้อยมาก เนื่องจากกระแสน้ำลมตะวันตกมีกำลังแรง

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลที่ใช้ศึกษาลมเป็นข้อมูลลมเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งมีความละเอียดไม่เพียงพอทำให้การศึกษาในพื้นที่มีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง เช่นการเกิดแอนติไซโคลนและไซโคลนในทะเลไม่สามารถมองเห็นได้ เนื่องจากเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำผุดและน้ำมุดได้
2. การศึกษาในอนาคตจะมีการนำอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมาเกี่ยวข้องด้วย ทำให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงบริเวณผิวน้ำทะเลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของมรสุม อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลย่อมเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย
3. การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำในมหาสมุทรอินเดียขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของลมมรสุม เช่น ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสลมจากซีกโลกใต้ที่พัดข้ามเส้นศูนย์สูตรขึ้นมาจะทำให้มีกระแสน้ำเย็นที่ไหลเวียนอยู่ในซีกโลกใต้ไหลขึ้นมาตามกระแสลมและไหลเล็่นจึงควรเลียบชายฝั่งโซมาเลียขึ้น เป็นกระแสน้ำโซมาเลียที่มีความเย็น และนำน้ำที่มีความเค็มต่ำจากศูนย์สูตรขึ้นมา ทำให้เกิดการผสมของน้ำในแนวตั้งมากขึ้น ทำให้มีน้ำผุดเกิดขึ้นที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ในบริเวณนั้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระแสน้ำในบริเวณดังกล่าว