

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้นของพายุหมุนเขตร้อน (Tropical Storm)

##### 2.1.1 ความหมายของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อน เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง โดยเมธี มหาศนันท์ (2542) ได้ให้ข้อจำกัดความเป็นพายุที่พัฒนาขึ้นเหนือผิวน้ำในเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อนและมีระบบการหมุนเวียนที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับเจลิมีซัย เอกก้านตรง (2544) ให้คำจำกัดความไว้ว่าเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดเหนือผิวน้ำมหาสมุทรในเขตร้อน ส่วนสุกิจ เย็นทรวง (2534) ได้สรุปเพิ่มเติมในเรื่องผลกระทบจากพายุจากฝนตกอย่างรุนแรงฉับพลันเป็นบริเวณกว้าง ลักษณะของพายุที่หมุนรุนแรงโดยทั่วไปทำให้คลื่นลมแรงจัดและปริมาณฝนที่ตกมากกว่าปกติ จากข้อจำกัดความจากท่านต่างๆที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่งที่เกิดเหนือผิวน้ำมหาสมุทรในเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน สามารถเกิดได้ทุกหน่น้ำทั่วโลก โดยมีระบบการหมุนเวียนที่ดีและมีผลกระทบที่รุนแรงในเรื่องฝนตกหนักเป็นบริเวณกว้างและคลื่นลมแรงจัด

##### 2.1.2 ลักษณะของพายุหมุนเขตร้อน

โดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization - WMO) WMO (1995) ได้แบ่งชนิดของพายุหมุนเขตร้อน ตามความรุนแรงของลมใกล้ศูนย์กลางของพายุ ไว้เป็น 4 ประเภท ดังนี้-

1. พายุดีเปรสชัน (Tropical Depression) ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางไม่เกิน 33 นอต
2. พายุโซนร้อน (Tropical Storm) ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางตั้งแต่ 34-47 นอต
3. พายุโซนร้อนกำลังแรง (Severe Tropical Storm) ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง ตั้งแต่ 48-63 นอต
4. พายุไต้ฝุ่น (Typhoon) ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง ตั้งแต่ 64 นอตขึ้นไป

### 2.1.3 ปัจจัยที่สนับสนุนของการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน

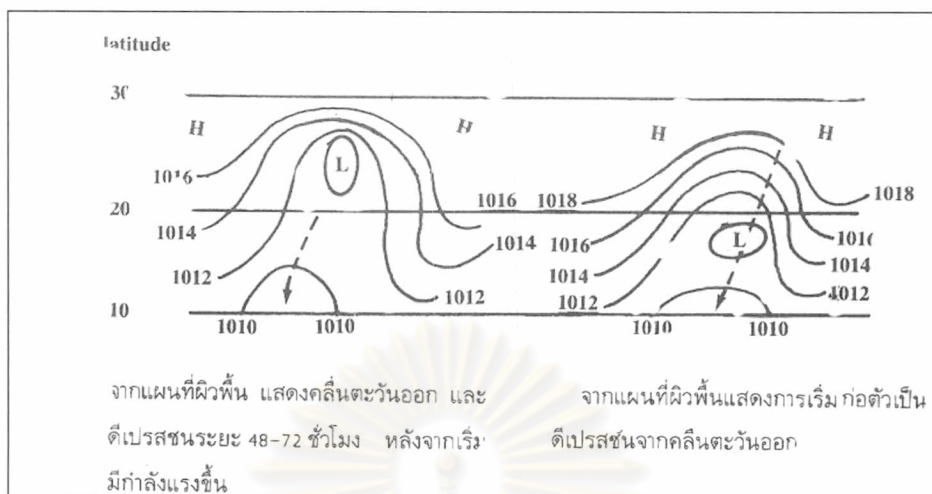
ปัจจัยที่สนับสนุนของการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน ซึ่ง Gray (1979) ได้สรุปไว้ดังนี้.-

1. มีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูง ตั้งแต่ 26.5 องศาเซลเซียสขึ้นไป
2. บรรยากาศเป็นตัวอย่างรวดเร็วตามความสูง จนอากาศอยู่ในภาวะไม่เสถียรภาพ (Unstable Condition) ทำให้มีการพาความร้อนในแนวตั้งก่อตัวเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง
3. เกิดในตำแหน่งที่สูงกว่าเส้นศูนย์สูตรมากกว่าละติจูด 4 องศาเหนือและใต้ โดยการเจริญเติบโตของพายุหมุนเขตร้อนที่เกิดขึ้นต้องอาศัย Coriolis Force จากการหมุนของโลก และ Kate (1970) ได้อธิบายเหตุผลสนับสนุนตาม Gray (1979) ว่าบริเวณที่ต่ำกว่าละติจูด 5 องศาเหนือหรือใต้ การเกิดพายุหมุนเขตร้อนมักเกิดได้ยาก เนื่องจากบริเวณนี้ Coriolis Force ต่ำมาก
4. มีหย่อมความกดอากาศต่ำเกิดก่อน ส่วนระบบลมหมุนอย่างเพียงพอเหมาะสมและมีลมพัดรวมเข้าหากัน (Convergence) ในระดับต่ำๆ
5. มีการเคลื่อนที่ของการแปรปรวนเป็นไปอย่างช้าๆ
6. มีการเปลี่ยนแปลงของทิศและความเร็วลม (Shear) ในแนวตั้งมีกำลังอ่อนมาก
7. มีความชื้นสัมพัทธ์สูงในบรรยากาศหลายระดับ จนถึงความสูงประมาณ 10 กิโลเมตร

### 2.1.4 การเกิดของพายุหมุนเขตร้อน

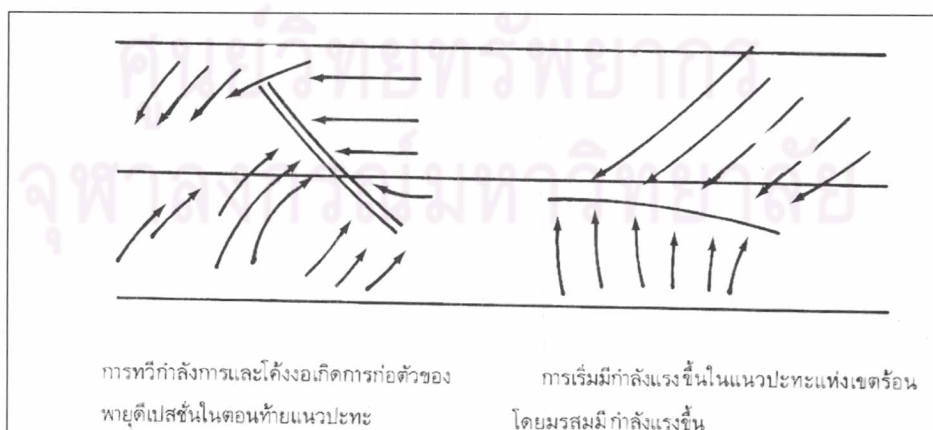
ส่วนการเกิดพายุหมุนเขตร้อนแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามที่ สุวพันธ์ นิลาณ (2543) ได้สรุปไว้ดังนี้.-

1. เกิดจากคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออก (Easterly waves) เมื่อคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออกแรงขึ้นทำให้เกิดศูนย์กลางของความกดอากาศต่ำ เป็นต้นเหตุของการเกิดพายุหมุนเขตร้อนขึ้น ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเกิดพายุหมุนเขตร้อนจากคลื่นลมฝ่ายตะวันออก  
(ที่มา : สุวพันธ์ นิลายน, 2543)

- เกิดจากร่องมรสุม เนื่องจากร่องความกดอากาศต่ำ (Intertropical Convergence Zone - ITCZ ) เมื่อมรสุมมีกำลังแรงขึ้น คลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออกพัดเข้าสู่แนวปะทะอากาศเขตร้อน เมื่อแนวนี้ถูกตัดขาด ทำให้การหมุนเวียนของลมพัดตามทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ โดยเกิดขึ้นในชั้นอากาศระดับบนก่อนจึงลดต่ำลงมายังผิวพื้น เมื่อทวีกำลังแรงขึ้นก็พัฒนาเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำและพายุหมุนเขตร้อนต่อไป ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเกิดพายุหมุนเขตร้อนจากร่องมรสุม (ที่มา : สุวพันธ์ นิลายน, 2543)

และ วิชา รุ่งดิลกโรจน์ (2537) ได้สรุปการก่อตัวและพัฒนาของหย่อมความกดอากาศต่ำ เป็นพายุหมุนเขตร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือ ตำแหน่งการก่อตัวมักเริ่มในร่อง ความกดอากาศต่ำหรือร่องมรสุม ร้อยละ 80 และจากคลื่นลมฝ่ายตะวันออก ร้อยละ 10

### 2.1.5 วงชีวิตของพายุหมุนเขตร้อน

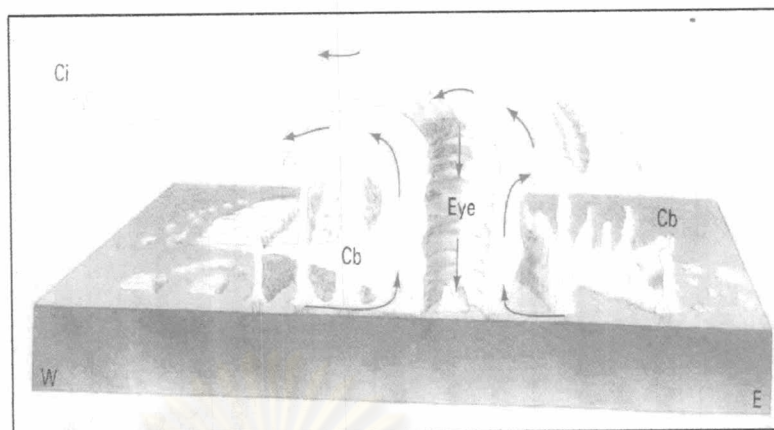
โดยทั่วไปพายุหมุนเขตร้อนมีวงชีวิตไม่เท่ากัน พายุบางลูกสามารถอยู่ได้ยาวนาน บางลูกอยู่ ได้เพียง 2-3 ชั่วโมงก็สลายตัว ส่วนถ้าพายุหมุนเขตร้อนพัฒนาแรงเป็นระดับไต้ฝุ่น สามารถแบ่งได้ 4 ขั้นตอน ตาม สุวพันธ์ นิลายน (2543) สรุปได้ดังนี้.-

#### 1.ขั้นเริ่มก่อตัว

พายุหมุนเขตร้อนเริ่มก่อตัวขึ้นจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงบริเวณเหนือ่านน้ำ มหาสมุทรโดยมีปัจจัยสนับสนุนการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน ใช้เวลานานจนระดับผิวพื้นมี กระแสลมเวียนเข้าหาศูนย์กลางในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือเรียกว่า Cyclonic Vortex โดยมีกลุ่มเมฆพาความร้อนปรากฏ มีลมแรงขึ้น และฝนตกมากขึ้น ความกดอากาศค่อยๆ ลดลง

#### 2.ขั้นก่อนเจริญเติบโตเต็มที่

ความกดอากาศบริเวณพายุหมุนเขตร้อนลดลงเรื่อยๆ จนสามารถพิกำลังแรงระดับไต้ฝุ่น สามารถมองเห็นตาของพายุจากภาพถ่ายทางอากาศได้อย่างชัดเจน ลักษณะบริเวณรอบขอบตา พายุ ลมแรงที่สุดและมีเมฆก่อตัวแนวตั้งประเภทคิวมูลัส (Cu-Cumulus Cloud) หรือเมฆฝน ฟ้าคะนอง (Cb-Cumulonimbus Cloud) ที่มีฝนอยู่ด้วย ส่วนบริเวณตาพายุซึ่งเป็นศูนย์กลางของ พายุหมุนเขตร้อนมีลมสงบ อากาศแจ่มใส และเพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนมากขึ้นจากการอธิบายได้ ดังรูปที่ 2.3 ตามที่ Alan and Arthur (2002) โดย eye คือตาพายุ , Ci คือ เมฆเซอร์รัส (เมฆชั้นสูง พวกเมฆขนนก), Cb คือ เมฆฝนฟ้าคะนอง, W คือ ทิศตะวันตก, E คือ ทิศตะวันออก และลูกศรคือ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลม จากรูปอธิบายได้ว่าลักษณะเมฆที่เกิดเป็นเมฆฝนฟ้าคะนองอยู่ ล้อมรอบใกล้ศูนย์กลางพายุหมุนเขตร้อน โดยเมฆเซอร์รัส บริเวณยอดของพายุเป็นตัวบ่งบอกทิศ ทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน



รูปที่ 2.3 ชนิดเมฆที่เกิดใกล้ศูนย์กลางพายุหมุนเขตร้อน  
(ที่มา : Alan and Arthur, 2002 )

### 3.ชั้นเจริญเติบโตเต็มที่

ลักษณะทั่วไปแบบขั้นก่อนเจริญเติบโต แต่การพัฒนาถึงจุดอิ่มตัวเต็มที่แล้ว ความกดอากาศและความเร็วลมสูงสุดบริเวณพายุหมุนเขตร้อนจะไม่ลดลงต่ำกว่านี้แล้ว กับมีความรุนแรงคงที่

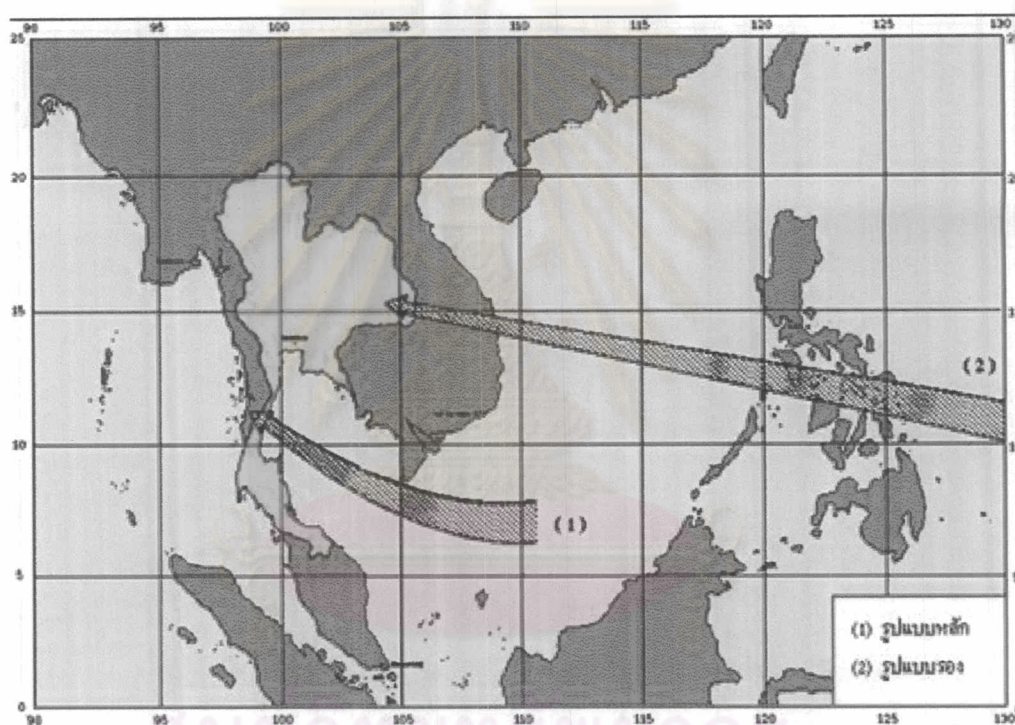
### 4.ชั้นสลายตัว

พายุเริ่มอ่อนกำลังลงเนื่องจากอากาศเย็นเข้ามาปกคลุมหรือเคลื่อนผ่านเข่าน่านน้ำที่เย็นจัดหรือเคลื่อนขึ้นฝั่งปะทะกับสิ่งกีดขวางบนแผ่นดิน ทำให้พายุลดความรุนแรงลง ไม่มีพลังงานหล่อเลี้ยงให้มีชีวิตอยู่ได้ ความกดอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ถ้าพายุเคลื่อนตัวเข้าสู่ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการพัฒนาทำให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้หรือพัฒนาแรงขึ้นใหม่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.1.6 ฤดูกาลเกิดและการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน

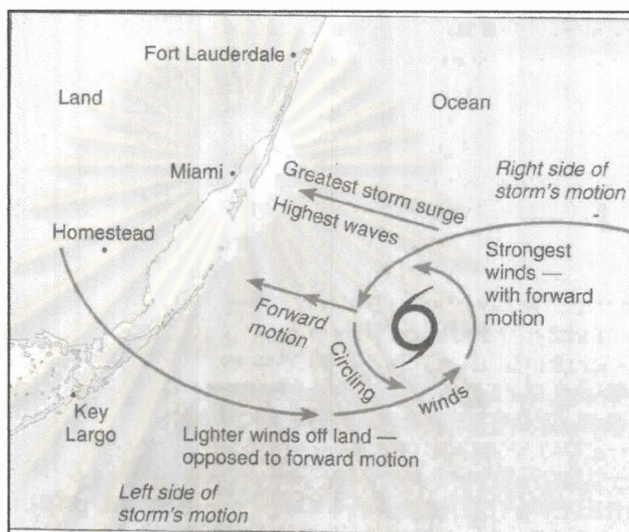
จากรูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงครึ่งแรกของเดือนพฤศจิกายน ตามรูปที่ 2.4 รูปแบบหลักพายุที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ก่อตัวบริเวณทะเลจีนใต้ตอนล่าง และเคลื่อนตัวเข้าสู่อ่าวไทยแล้วเข้าประเทศไทยบริเวณภาคใต้ตอนบน ส่วนรูปแบบรอง พายุที่เกิดขึ้นก่อตัวบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือทางด้านทิศตะวันออกของประเทศฟิลิปปินส์ เคลื่อนตัวผ่านประเทศฟิลิปปินส์ ทะเลจีนใต้ตอนกลาง ประเทศเวียดนาม ลาว และสลายตัวบริเวณบริเวณประเทศไทย



รูปที่ 2.4 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงครึ่งแรกของเดือนพฤศจิกายน (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา, 2543)

## 2.1.7 ผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อน

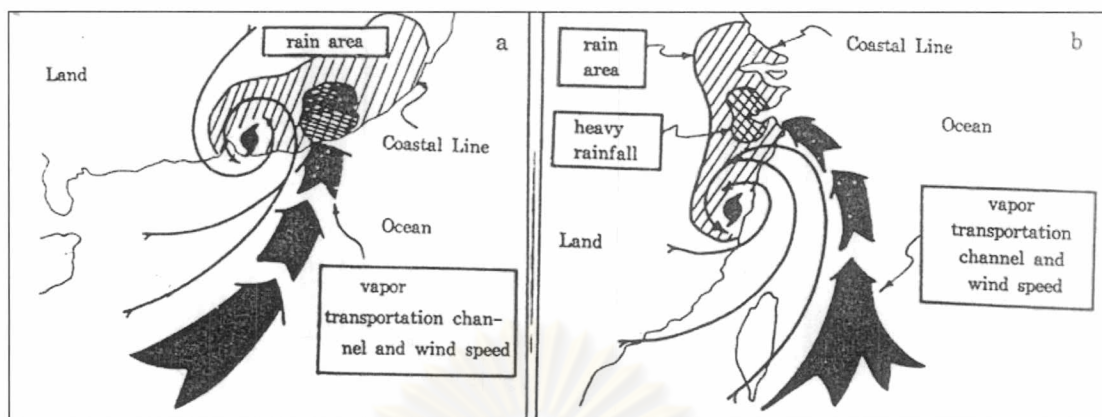
การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนส่งผลกระทบต่อส่วนใหญ่อันรุนแรงมากในเรื่องคลื่นลมแรง โดย Danielson, Levin and Abrams (2003) ได้สรุปว่าลมจะแรงมากที่สุดทางด้านขวาของการเคลื่อนที่ของพายุ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 อิทธิพลความรุนแรงของคลื่นและลมต่อการเคลื่อนที่พายุหมุนเขตร้อน  
(ที่มา : Danielson, Levin and Abrams, 2003 )

และเมื่อพายุเคลื่อนขึ้นฝั่ง Chen and Ding (1979) ได้สรุปลักษณะพายุที่เคลื่อนตัวเข้ามาใกล้หรือบนภาคพื้นทวีปทำให้เกิดฝนตกหนักมากกว่าปกติบริเวณที่ลมพัดสอบเข้าหากัน ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากได้ ดังรูปที่ 2.6

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.6 ลักษณะบริเวณที่มีฝนตกหนักตามลักษณะชายฝั่งต่อพายุหมุนเขตร้อนเมื่อขึ้นสู่ฝั่ง (ที่มา : Chen and Ding ,1979 )

### 2.1.8 การพยากรณ์การเกิดของพายุหมุนเขตร้อน

การพยากรณ์การเกิดพายุหมุนเขตร้อนจากการวิเคราะห์ข้อมูลและแผนที่ต่างๆ โดยสมชาย ยิ้มศรีเจริญกิจ (2545) ได้สรุปวิเคราะห์ข้อมูลและแผนที่ต่างๆเพื่อพยากรณ์การเกิดของพายุหมุนเขตร้อนไว้ดังนี้.-

1. วิเคราะห์อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ต้องมีอุณหภูมิสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส
2. วิเคราะห์ระบบลมผิวน้ำทะเล จากดาวเทียม QuikSCAT โดยลักษณะลมสามารถเห็นได้ก่อน เนื่องจากเมฆพาความร้อนที่เกิดขึ้นมีการไหลเวียนของลมขึ้นไปในระดับสูง
3. วิเคราะห์แผนที่อากาศผิวพื้น เพื่อพิจารณาในสเกลที่กว้าง และวิเคราะห์ความกดอากาศผิวพื้นจะลดลงมากกว่า 5 hPa ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงและความเร็วลมผิวพื้นในบริเวณที่เกิดพายุหมุนเขตร้อนต้องมากกว่า 20 นอต
4. วิเคราะห์ลมชั้นบน ใช้ลมระดับ 850, 500 และ 200 hPa มาวิเคราะห์การไหลเวียนของพายุหมุนเขตร้อนในระดับ 850 hPa (ระดับล่าง) ในซีกโลกเหนือถ้ากระแสลมเวียนเข้าหาศูนย์กลางในทิศทวนเข็มนาฬิกา เรียกว่า Cyclonic Vortex และระดับ 200 hPa (ระดับบน) กระแสลมเวียนออกจากศูนย์กลางในทิศตามเข็มนาฬิกา เรียกว่า Anticyclonic Vortex แสดงว่าพายุมีกำลังแรง ในทางกลับกันถ้าไม่เป็นไปตามนี้แสดงว่าพายุอ่อนกำลัง ถ้าตำแหน่งของศูนย์กลางของพายุวิเคราะห์ได้อยู่ในแนวเดียวกันทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับ 850, 500 และ 200 hPa แสดงว่ามีกำลังแรง



5. วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา จากกลุ่มเมฆที่หนาขึ้น แนวริ้วเมฆที่มีการม้วนตัว ลักษณะของเมฆที่ผิดไป

## 2.1.9 การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน

การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน โดยณรงค์ ปิยะพันธุ์ (2534) ได้สรุปไว้ดังนี้ .-

### 1. Synoptic Method

#### 1.1. โดยทั่วไป

วิเคราะห์จากแผนที่ลมฟ้าอากาศโดยอาศัยจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เช่น ความกดอากาศจากมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific High หรือ Sub-tropical Anticyclone) ที่อยู่เหนือพายุหมุนเขตร้อนถ้ามีกำลังแรงขึ้น ทำให้พายุเคลื่อนไปทางทิศตะวันตกมากขึ้น แต่ถ้ามีกำลังอ่อนลงทำให้พายุเคลื่อนไปทางทิศเหนือ

#### 1.2. Steering Method

วิเคราะห์จากแผนที่ลมชั้นบน Steering Wind เป็นทิศทางลมที่บังคับการเคลื่อนที่ของพายุ ความเร็วลมระดับนี้เรียกว่า Steering Current ซึ่งความแรงของ Steering Current ขึ้นอยู่กับ Pacific High ถ้า Steering Current อ่อนมาก พายุจะเคลื่อนตัวอย่างช้าๆหรือเกือบอยู่กับที่

1.3. วิเคราะห์จากแผนที่ค่าความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลเปลี่ยนแปลง (Pressure Change Map) หรือแผนที่ค่าความสูงของความกดอากาศที่ระดับ 700 hPa เปลี่ยนแปลง (Height Change Map) โดยพายุจะเคลื่อนไปตามความกดอากาศหรือความสูงที่ลดลง ถ้าวิเคราะห์เป็นเส้นเท่าได้เป็นวงรีให้หาจุดศูนย์กลาง พายุจะเคลื่อนไปตามจุดศูนย์กลางของวงรี

### 2. วิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม

สังเกตเมฆเซอร์สบนยอดเมฆฝนฟ้าคะนองที่เกิดรอบศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อน ถ้าเกิดทิศทางใดของพายุ แสดงว่าพายุเคลื่อนไปทางทิศและถ้ามีเมฆฝนฟ้าคะนองมากขึ้น แสดงว่าพายุมีกำลังแรงขึ้น

### 3. Analogue Method

วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยของพายุหมุนเขตร้อนที่เกิดในอดีต ในด้านการเกิด การเคลื่อนที่ และความแรงของพายุ แล้วพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุ

#### 4. Persistence Method (Simple Extrapolation)

โดยตั้งสมมติฐานว่าพายุหมุนเขตร้อนมีทิศทางและความเร็วอัตราคงที่ในเวลา 6, 12 หรือ 24 ชั่วโมงที่แล้วมา การพยากรณ์การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าให้ใช้ในสเกลเท่ากัน

#### 5. Extrapolation with Acceleration

โดยตั้งสมมติฐานว่าพายุหมุนเขตร้อนมีทิศทางและความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในเวลา 6, 12 หรือ 24 ชั่วโมงที่แล้วมา การพยากรณ์การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าให้ใช้ในสเกลที่เพิ่มขึ้น

#### 6. Extrapolation with Deceleration

โดยตั้งสมมติฐานว่าพายุหมุนเขตร้อนมีทิศทางและความเร็วลดลงเรื่อยๆในเวลา 6, 12 หรือ 24 ชั่วโมงที่แล้วมา การพยากรณ์การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าให้ใช้ในสเกลที่ลดลง

#### 7. Statistical Method (Climatology)

การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนโดยการรวบรวมตำแหน่งและทิศทาง การเคลื่อนที่ของพายุ แล้วนำมาหาค่าสถิติทุกๆระยะ 2.5 องศาละติจูดและลองจิจูดแล้วแบ่งการเคลื่อนที่เป็นองศา

#### 8. Persistence and Climatology Method

การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนโดยใช้ทั้งวิธี Persistence Method (Simple Extrapolation) กับวิธี Statistical Method (Climatology) ผสมกัน

#### 9. Dynamical Method

การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model)

## 2.2 หลักการเบื้องต้นของดาวเทียม

หลักการเบื้องต้นของดาวเทียม ทางสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้สรุปไว้ดังนี้.-

### 2.2.1 หลักของการสำรวจจากระยะไกลหรือรีโมตเซนซิง (Remote Sensing)

การสำรวจระยะไกลเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่จำแนกหรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุต่างๆ โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่รังสีออกมาจากวัตถุนั้นๆมักเป็นต้นกำเนิดของข้อมูลที่สำรวจระยะไกล ส่วนตัวกลางอื่นๆ เช่น ความโน้มถ่วงหรือสนามแม่เหล็กอาจนำมาใช้ใน

การสำรวจระยะไกลได้ โดยใช้ยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่า ยานสำรวจ (Platform) ได้แก่ เครื่องบินหรือดาวเทียม ริโมตเซนซิงเป็นศัพท์เทคนิคใช้เป็นที่แรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2503 ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลมีการวิเคราะห์โดยอัตโนมัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์หรือแปลด้วยสายตา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆหลายด้าน

## 2.2.2 ย่านความยาวคลื่นของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า

ย่านพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการสำรวจจากระยะไกลได้แก่ ช่วงคลื่นเหนือม่วง (Ultraviolet) มีความยาวคลื่น 0.3-0.4 ไมโครเมตร ช่วงคลื่นตามองเห็น 0.4-0.7 ไมโครเมตร ช่วงคลื่นรังสีได้แดง (Infrared) อินฟราเรดใกล้ อินฟราเรดไกล และอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) มีความยาวคลื่น 0.7-14 ไมโครเมตร และช่วงคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) มีความยาวคลื่น 1 มิลลิเมตร -1 เมตร ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การแบ่งแยกความยาวคลื่นตามพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า  
(ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

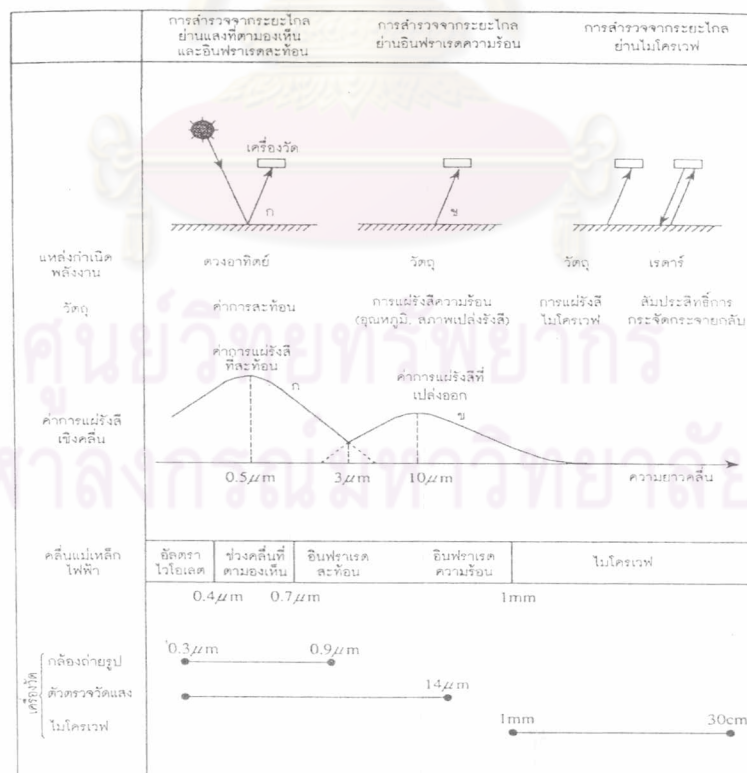
ประเภท		ความยาวคลื่น	ความถี่
อัลตราไวโอเล็ต		100Å - 0.4 μm	750 - 3,000 THz
แสงที่ตามองเห็น		0.4 - 0.7 μm	430 - 750 THz
อินฟราเรด	อินฟราเรดใกล้	0.7 - 1.3 μm	230 - 430 THz
	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.3 - 3 μm	100 - 230 THz
	อินฟราเรดคลื่นกลาง	3 - 8 μm	38 - 100 THz
	อินฟราเรดความร้อน	8 - 14 μm	22 - 38 THz
	อินฟราเรดไกล	14 μm - 1 mm	0.3 - 22 THz
ไมโครเวฟ	มิลลิเมตรย่อย	0.1 - 1 mm	0.3 - 3 THz
	มิลลิเมตร (EHF)	1 - 10 mm	30 - 300 GHz
	เซนติเมตร (SHF)	1 - 10 cm	3 - 30 GHz
	เดซิเมตร (UHF)	0.1 - 1 m	0.3 - 3 GHz

คลื่นวิทยุ	คลื่นสั้นมาก (VHF)	1 - 10 m	30 - 300 MHz
	คลื่นสั้น (HF)	10 - 100 m	3 - 30 MHz
	คลื่นกลาง (MF)	0.1 - 1 km	0.3 - 3 MHz
	คลื่นยาว (LF)	1 - 10 km	30 - 300 KHz
	คลื่นยาวมาก (VLF)	10 - 100 km	3 - 30 KHz

### 2.2.3 การแยกประเภทของการสำรวจจากระยะไกลตามย่านความยาวคลื่น

การสำรวจจากระยะไกลแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามย่านความยาวคลื่นของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้ดังนี้-

1. การสำรวจระยะไกลย่านแสงที่ตามองเห็นและอินฟราเรดสะท้อน (Visible and Reflection Infrared Remote Sensing)
2. การสำรวจระยะไกลย่านอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared Remote Sensing)
3. การสำรวจระยะไกลย่านไมโครเวฟ (Microwave Remote Sensing)



รูปที่ 2.7 ประเภทของการสำรวจจากระยะไกลที่สัมพันธ์กับย่านความยาวคลื่นรวม (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ,2540)

## 2.2.4 การสำรวจระยะไกลย่านไมโครเวฟ (Microwave Remote Sensing)

การแบ่งเครื่องวัดในย่านไมโครเวฟ ทางสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แอกทีฟ (Active) ตัวเครื่องวัดจะรับคลื่นพลังงานจากการกระเจิงกลับจากวัตถุบนพื้นดิน โดยวัตถุบนพื้นดินจะได้รับคลื่นไมโครเวฟ เช่น ไมโครเวฟ สแคตเทอโรมิเตอร์ (Microwave Scatterometer) และไมโครเวฟอัลติมิเตอร์
2. พาสซีฟ (Passive) ตัวเครื่องวัดจะรับคลื่นไมโครเวฟที่เปล่งออกมาโดยตรงจากวัตถุบนพื้นดิน เช่น เครื่องวัดคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) หรือไมโครเวฟเรดิโอ (Microwave Radio)

ตารางที่ 2.2 ความถี่ของเครื่องวัดในย่านไมโครเวฟชนิดแอกทีฟในการตรวจเป้าหมายหลัก (ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,2540)

ความถี่(GHz)	เป้าหมายที่เฝ้าตรวจ
ประมาณ 1	คลื่นในมหาสมุทร
ประมาณ 3	ธรณีวิทยา
ประมาณ 5	ปริมาณความชื้นในดิน
ประมาณ 10	ฝนตก
ประมาณ 14	ลม, น้ำแข็ง และจืดออก
ประมาณ 17	พืชพรรณ
ประมาณ 35	หิมะ
ประมาณ 75	เมฆ

ตารางที่ 2.3 เครื่องวัดจากระยะไกลในย่านไมโครเวฟ  
(ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

เครื่องวัด		เป้าหมาย
เครื่องวัดชนิดพาสซีฟ	ไมโครเวฟ เรดิโอมิเตอร์	ลมใกล้ผิวหน้าทะเล อุณหภูมิผิวหน้าทะเล สภาวะของทะเล ความเค็ม, น้ำแข็งทะเล ไอน้ำ ปริมาณน้ำในเมฆ ความเข้มของหยาดน้ำฟ้า อุณหภูมิอากาศ, ลม โอโซน, ละอองลอย, NO <sub>x</sub> ส่วนประกอบของบรรยากาศอื่น ๆ
เครื่องวัดชนิดแอกทีฟ	ไมโครเวฟ สแคตเทอโรมิเตอร์	ปริมาณความชื้นในดิน ความขรุขระของพื้นดิน การกระจายตัวของน้ำแข็งในทะเลสาบ การกระจายตัวของน้ำแข็งในทะเล การกระจายตัวของหิมะ มวลชีวภาพ อุณหภูมิผิวหน้าทะเล สภาวะของทะเล ไอน้ำ ความเข้มของหยาดน้ำฟ้า คลื่นในมหาสมุทร ลมใกล้ผิวหน้าทะเล ทิศทางและความเร็วลม
	ไมโครเวฟ อัลติมิเตอร์	ความสูงต่ำของผิวหน้าทะเล, จีอออยด์ ความสูงของคลื่นในมหาสมุทร การเปลี่ยนแปลงของกระแสในมหาสมุทร การไหลวนขนาดปานกลาง, น้ำขึ้น น้ำลง ความเร็วลม

	เรดาร์ถ่ายภาพ	ภาพของผิวน้ำ คลื่นมหาสมุทร ลมใกล้ผิวน้ำทะเล, ลม ภูมิภาค และธรณีวิทยา ภูมิภาคได้น้ำ การเฝ้าตรวจน้ำแข็งทะเล
--	---------------	--

## 2.2.5 ดาวเทียมสำรวจจากระยะไกล

รายละเอียดของดาวเทียมที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยทางสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้สรุปไว้ดังนี้

### 1. ดาวเทียม GSM-5 (Geostationary Meteorological Satellite-5)

ดาวเทียม GSM-5 ของประเทศญี่ปุ่น เป็นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาวงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Meteorological Satellite) รุ่นที่ 5 ถูกส่งขึ้นไปโคจรภายใต้โครงการเฝ้าตรวจอากาศโลกขององค์การอุตุนิยมวิทยา อยู่สูงจากพื้นโลก 36,000 กิโลเมตร ได้ภาพทุกๆ 1 ชั่วโมง ซึ่งได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิตและสัญญาณรบกวนจากบรรยากาศแล้ว ภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น (Visible) มีความละเอียดสูงถึง 1.25 กิโลเมตร จะได้ภาพเฉพาะช่วงเวลากลางวันเท่านั้น ส่วนภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่นอินฟราเรด (Infrared) มีความละเอียดสูงถึง 5 กิโลเมตร ได้ภาพทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน และเมื่ออุณหภูมิบริเวณเมฆที่มีความแตกต่างกันน้อยมาก ทำให้ยุ่งยากต่อการแยกโทนสีที่วิเคราะห์ในการแปลภาพ จึงต้องแก้ปัญหาโดยการทำเป็นภาพ Enhanced Infrared (EIR) หรือเป็นภาพที่ได้รับการเปลี่ยนโทนสีภาพ เพื่อหาอุณหภูมิยอดเมฆได้

### 2. ดาวเทียม QuikSCAT/SeaWinds

ดาวเทียมที่มีเรดาร์แบบ Active Microwave โดยมีการนำเครื่องมือวัดชนิดแอกทีฟ คือ ไมโครเวฟ สแคตเทอโรมิเตอร์ ได้ภาพ 2 ภาพต่อวัน คือ ภาพช่วงเช้า (Morning Passes) และช่วงเย็น (Evening Passes) เป็นลักษณะแนวโค้ง ซึ่งได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิตและสัญญาณรบกวนจากบรรยากาศแล้ว การแปลภาพถ่ายดาวเทียมได้เป็นเวกเตอร์ความเร็วของลมทะเลเชิงสองมิติ ทำให้เราได้ข้อมูลทิศทางลม ความเร็วลมอย่างละเอียดมากพอ มีความละเอียดสูงถึง 25 กิโลเมตร สามารถตรวจได้ทุกสภาพอากาศรวมทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

ระยะความสูง 803 กิโลเมตร มีข้อจำกัดในเรื่องความเร็วลมต้องน้อยกว่า 60 นอต ฝนมากหรือเมฆหนาที่บและทิศทางลมที่ไม่แน่ชัด ได้ภาพกว้างประมาณ 1,800 กิโลเมตร สามารถประมาณค่าความเร็วลมตั้งแต่ 3-30 เมตรต่อวินาที ( $5.144444 \times 10^{-1}$  เมตรต่อวินาที เท่ากับ 1 นอต) ผิดพลาดเพียงร้อยละ 2-10

### 3. ดาวเทียม DMSP (Defense Meteorology Satellite Program)

ดาวเทียม DMSP (Defense Meteorology Satellite Program) เป็นดาวเทียมทหารของประเทศสหรัฐอเมริกา แบบ Active Microwave ได้ภาพ SSM/I (The Special Sensor Microwave Imager) ได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิตและสัญญาณรบกวนจากบรรยากาศ ได้ภาพ 2 ภาพต่อวัน คือ ภาพช่วงเช้า (Morning Passes) และช่วงเย็น (Evening Passes) เป็นลักษณะแนวโค้ง สามารถแปลค่าออกมาเป็นความเร็วลมที่ผิวหน้าน้ำทะเล มีความละเอียดสูงถึง 15-50 กิโลเมตร ได้ภาพกว้างประมาณ 1,400 กิโลเมตร

### 4. ดาวเทียม TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission)

ดาวเทียม TRMM (Tropical Rain Measuring Mission) ซึ่งมีเครื่องวัดชนิดพาสซีฟ คือ ไมโครเวฟเรดิโอมิเตอร์ เป็นโครงการความร่วมมือขององค์การ NASA (National Aeronautics and Space Administration) ของประเทศสหรัฐอเมริกา กับองค์การ NASDA (National Space Development Agency of Japan) และ CRL (Communications Research Laboratory) ของประเทศญี่ปุ่น อยู่สูงจากพื้นโลก 350 กิโลเมตร ดาวเทียม TRMM เป็นดาวเทียมที่ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิผิวหน้าน้ำทะเลและปริมาณฝนในเขตร้อน ได้ภาพ TMI (TRMM Microwave Imager) ซึ่งได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิตและสัญญาณรบกวนจากบรรยากาศแล้ว ให้ภาพ 2 ภาพต่อวัน คือ ภาพจากใต้ไปเหนือ (Descending Passes) และภาพจากเหนือไปใต้ (Ascending Passes) เป็นลักษณะแนวโค้ง ได้ภาพกว้าง 630 กิโลเมตร มีความละเอียดสูงถึง 6-50 กิโลเมตร

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสัมพันธ์ของภาวะทางสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยาต่อการพัฒนาของพายุหมุนเขตร้อน การหาตำแหน่งศูนย์กลางและความแรงของพายุหมุนเขตร้อนรวมทั้งการหาผลกระทบจากพายุในปัจจุบันนั้นมีมากขึ้น เนื่องจากมีเทคโนโลยีทันสมัย การวิเคราะห์มีระบบมากขึ้นและมีการใช้ดาวเทียมไมโครเวฟมากขึ้น โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้



จากการวิเคราะห์หาศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียมและหาความแรงของพายุหมุนเขตร้อนโดยเทคนิคของ Dvorak โดย เฉลิมชัย เอกก้านตรง (2544) ได้วิเคราะห์หาความแรงของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือและทะเลจีนใต้ จำนวน 3 ลูก คือ พายุไต้ฝุ่นบิลิส ช้างสารและหูกง สามารถวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมธี มหายศนันท์ (2542) ได้วิเคราะห์หาความแรงของพายุหมุนโซนร้อนลินดา โดยเทคนิคของ Dvorak เหมือนกันซึ่งได้ผลดีเช่นกัน แต่เมื่อพายุขึ้นสู่ฝั่งมักหาตำแหน่งศูนย์กลางและความแรงยุ่งยาก เหมือนตามที่ Powell and Houston (1996) ได้ศึกษาพายุหมุนเขตร้อนเมื่อขึ้นสู่ฝั่ง สิ่งกีดขวางบนแผ่นดินจะเป็นตัวกีดกัน พบว่าลมที่สลับสนุนจะลดลง แต่จะมีลมกระโชกเพิ่มขึ้น บริเวณผิวพื้น ทำให้ระบบเมฆแตกออก ทำให้หาตำแหน่งศูนย์กลางและความแรงยุ่งยากมากขึ้น ความแรงและทิศทางการเคลื่อนตัวของพายุหมุนเขตร้อนนั้น Longshore (1998) ได้ศึกษาแล้วโดย ขึ้นอยู่กับระยะทางและตำแหน่งของกระแสลมที่ไหลเวียนออกระดับสูง (High-Level Anticyclone)

การใช้ดาวเทียมไมโครเวฟมาประยุกต์ในงานด้านนี้ โดย Huntrakul (1992) ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม GMS หาความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนโดย เทคนิคของ Dvorak และยังใช้ภาพถ่ายดาวเทียม DMSP-SSM/I ตรวจวัดบริเวณที่มีฝนตก และ Liu and Xie (2000) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับคลื่นกระแอากาศที่ไม่เสถียรภาพในเขตร้อนจากข้อมูลลมผิวน้ำน้ำทะเลจากดาวเทียม QuikSCAT กับข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำน้ำทะเลจากดาวเทียม TRMM มีผลต่อการยกตัวของมวลอากาศทำให้มีสถานะไม่เสถียรภาพ ส่วน Wentz, Smith and Mears (2001) ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลลมผิวน้ำน้ำทะเลจากดาวเทียม QuikSCAT กับทุ่นสำรวจทางสมุทรศาสตร์มากกว่า 5,000 ตัวอย่าง พบว่ามีความเร็วลมแตกต่างกัน 0.7 เมตรต่อวินาที และทิศทางต่างกัน 13 องศา ซึ่งเห็นว่าสามารถนำข้อมูลมาใช้ได้เนื่องจากไม่แตกต่างกันมาก ส่วน Zheng (1997) ใช้ Scatterometer จากดาวเทียม ERS-1 ทำการศึกษาในเขตมหาสมุทรแปซิฟิกได้ และเหนือเขตศูนย์สูตรในมหาสมุทรแปซิฟิก พบว่า แนวพัดสอบของลมจะขนานกันกับร่องความกดอากาศต่ำ และ Yueh, Stiles and Liu (2001) ทำการศึกษาพายุหมุนเขตร้อนจากข้อมูลดาวเทียม QuikSCAT พบว่าสามารถตรวจวัดความเร็วลมได้ถึง 50 เมตรต่อวินาที แม้ว่ามีฝนตกมาก นอกจากนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อน โดย Chang and Anthes (1978) ได้ทำการทดลองจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ศึกษาเมื่อพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านกับการตอบสนองของมหาสมุทร พบว่าความรุนแรงของลมมีมากที่สุดทางด้านหน้าข้างขวาของพายุตาม

ทิศทางการเคลื่อนที่และพฤติกรรมของอนุภาคมีวอร์นน้ำทะเลจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตั้งแต่ทางด้านขวา  
ของพายุตามทิศทางการเคลื่อนที่



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย