

## บทที่ 3

### วิธีการศึกษา

#### 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและแผนที่ต่างๆ เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้.-

##### 3.1.1 แผนที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเล จากภาพถ่ายดาวเทียม TMI

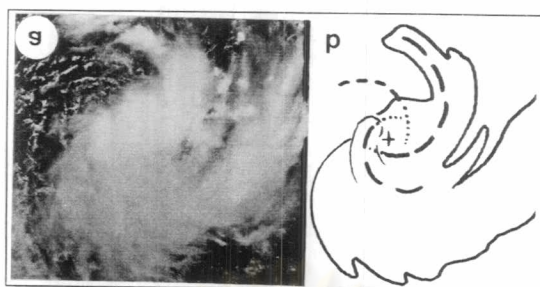
ในช่วงตั้งแต่พายุไต้ฝุ่นแหล่งแหล่งเริ่มก่อตัวจนสลายตัว ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ทุก 1 วัน ว่ามีผลต่อการพัฒนาของพายุหมุนเขตร้อนและพฤติกรรมเมื่อพายุเคลื่อนผ่านผิวน้ำทะเลนั้นเป็นเช่นไร ซึ่งการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเป็นเงื่อนไขข้อหนึ่งของปัจจัยการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน โดยอุณหภูมิน้ำทะเลต้องสูงกว่า 26.5 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทำให้ทราบถึงโอกาสที่จะพัฒนาเป็นพายุหมุนเขตร้อนได้มากน้อยเพียงไร โดยเริ่มพิจารณาตั้งแต่พายุหมุนเขตร้อนเริ่มก่อตัวขึ้นเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงและต่อมาพัฒนาแรงจนเป็นพายุไต้ฝุ่นจนสลายตัว ว่ามีผลการพัฒนาต่อการเกิด และเมื่อพัฒนาเป็นพายุหมุนเขตร้อนแล้ว พายุเคลื่อนผ่านผิวน้ำทะเลนั้นมีผลเป็นเช่นไร

##### 3.1.2 ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา GMS-5

ในช่วงตั้งแต่พายุไต้ฝุ่นแหล่งแหล่งเริ่มก่อตัวจนสลายตัว ทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งศูนย์กลางและความรุนแรงของพายุโดยเทคนิคของ Dvorak ทุก 6 ชั่วโมง ดังนี้.-

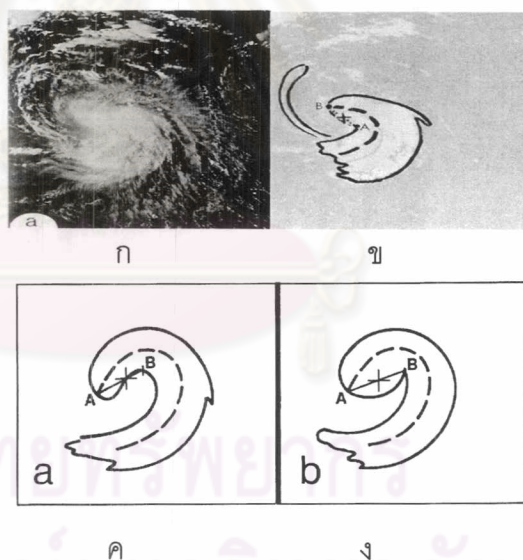
ก. การวิเคราะห์หาตำแหน่งศูนย์กลางของพายุ

- จากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น Infrared ดังภาพ g ลักษณะเป็นแถบเมฆที่โค้งตัวให้หาศูนย์กลางดังภาพ p ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างที่ 1 วิธีการหาศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น Infrared (ที่มา : Dvorak, 1984)

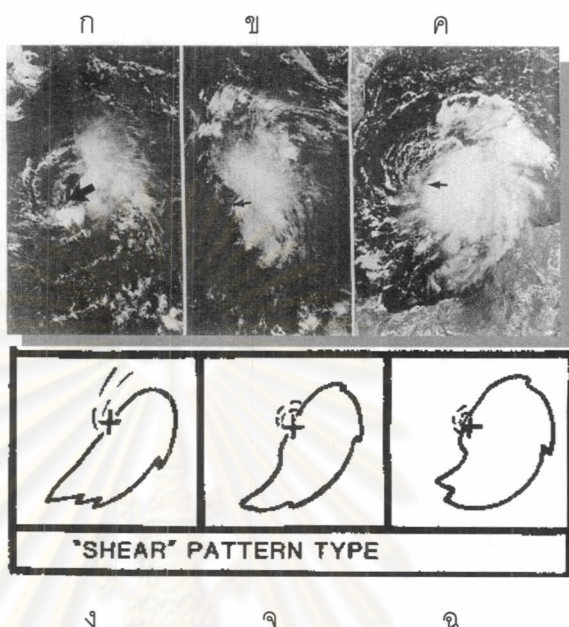
- จากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น Visible ดังภาพ ก ลักษณะเป็นแถบเมฆที่โค้งตัวให้หาศูนย์กลางดังภาพ ข และภาพ ค และ ง เป็นตัวอย่างของการหาศูนย์กลางจากเมฆที่เป็นลักษณะ Comma ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างที่ 2 วิธีการหาศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น Visible และการหาศูนย์กลางจากเมฆที่เป็นลักษณะ Comma (ที่มา : Dvorak, 1984)



- จากภาพถ่ายดาวเทียม ช่วงคลื่น Visible ดังภาพ ก - ค ลักษณะเป็นแถบเมฆเป็นลักษณะ Shear Pattern ให้หาศูนย์กลางดังภาพ ง - ฉ เรียงลำดับ



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างที่ 5 วิธีการหาศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น Infrared และภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น EIR (ที่มา : Dvorak, 1984)

#### ข. การวิเคราะห์หาความรุนแรงของพายุโดยเทคนิคของ Dvorak

การวิเคราะห์หาความรุนแรงของพายุโดยเทคนิคของ Dvorak (1984) สรุปโดยย่อได้ 10 ขั้นตอน หรือรายละเอียดดังตารางที่ 6.1 - 6.4 ในภาคผนวก ดังนี้. -

ขั้นที่ 1 หาศูนย์กลางของพายุ เมื่อพายุหมุนเขตร้อนเริ่มก่อตัวและปรากฏกลุ่มเมฆขนาดใหญ่หนาที่บนานเกิน 12 ชั่วโมง พิจารณาแนวเมฆที่โค้งเข้าหาศูนย์กลางของพายุบางครั้งอาจปรากฏไม่ชัดเจนเมื่ออยู่ในชั้นเริ่มแรกหรือใกล้แผ่นดิน

ขั้นที่ 2 เมื่อกลุ่มเมฆโค้งตัวเข้าหาศูนย์กลาง พิจารณาความโค้งของพายุ จาก 4 รูปแบบนี้

- รูปแบบ 2A "Curved Band Pattern" หาความโค้งของแนวเมฆบริเวณพายุหมุนเขตร้อนทั้งภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น Visible และ Enhanced Infrared (EIR) วัดด้วย  $10^\circ$  Logarithm Spiral Crossing Angle จากรูปที่ 3.6 ได้ค่าความแรงเป็นตัวเลข DT (Data T- number)
- รูปแบบ 2B "Shear Pattern" ระบบของลมชั้นบนกับระดับล่างมีลมแรงจัดในแนว



ตั้ง (Strong vertical Shear) ทำให้แนวเมฆระดับบนอยู่เยื้องจากระดับล่าง ระยะความห่างจะได้ค่าความแรงเป็นตัวเลข DT (Data T-number)

ค. รูปแบบ 2C “Eye Pattern” เมื่อพายุหมุนเขตร้อนมีความแรงจนสามารถเห็นตาพายุหมุนเขตร้อนได้ชัดเจน ขนาดความกว้างของตาได้ค่าความแรงเป็นตัวเลข E (E-number)

ง. รูปแบบ 2E “Embedded Center Pattern” รูปแบบนี้วิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Enhanced Infrared (EIR) เท่านั้น เมื่อพายุหมุนเขตร้อนมีความแรงถึงระดับ Data T-number ตั้งแต่ระดับ T3.5 ขึ้นไป พิจารณาบริเวณที่เมฆเย็นที่สุดได้ค่าความแรงเป็นตัวเลข CF (Central Feature-number)

ขั้นที่ 3 รูปแบบ “Central Cold Cover (CCC)” กรณีค่า Data T-number ที่ผ่านมาน้อยกว่าระดับ T3 ลงมา ถ้าไม่สามารถวิเคราะห์ความแรงได้ เนื่องจากมีเมฆเย็นปกคลุมบริเวณศูนย์กลางจนหาความแรงได้ไม่ชัดเจน ให้คงความแรงไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ส่วนกรณีค่า Data T-number ที่ผ่านมามากกว่าระดับ T3 ขึ้นไป ให้คงค่านั้นไว้และใช้ เป็นค่า T-number สุดท้าย โดยข้ามไปทำในขั้นที่ 9 เลย

ขั้นที่ 4 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อนในช่วง 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา

- พายุมีความแรงเพิ่มขึ้น (D-Developed)
- พายุมีความแรงลดลง (W-Weakened)
- พายุมีความแรงไม่เปลี่ยนแปลง (S-Steady State)

ขั้นที่ 5 หา MET (Model Expected T- number) โดยใช้ค่า Data T-number เดิมที่ผ่านมา 24 ชั่วโมง พิจารณาการเปลี่ยนแปลงจากขั้นที่ 4 ถ้าพายุหมุนเขตร้อนมีความแรงเพิ่มขึ้นให้เพิ่มค่า Data T-number เดิมอีก +0.5 ถึง +1.5 ส่วนถ้าพายุหมุนเขตร้อนมีความแรงลดลงให้ลดค่า Data T-number เดิมอีก -0.5 ถึง -1.5 และถ้าพายุหมุนเขตร้อนมีความแรงไม่เปลี่ยนแปลงให้คงค่า Data T-number เดิมไว้

ขั้นที่ 6 กรณีที่รูปแบบของพายุหมุนเขตร้อนไม่สามารถหาความแรงได้ชัดเจนจากขั้นตอนที่ 2 ให้เปรียบเทียบหาความแรงจากรูปแบบจำลองของ Dvorak ที่กำหนดไว้ได้ค่าความแรงเป็นตัวเลข PT (Pattern T-number)

ขั้นที่ 7 หาค่าความแรงเป็นตัวเลข DT (Data T-number) จากขั้นที่ 2 หรือหาค่าความแรงเป็นตัวเลข PT (Pattern T-number) จากขั้นที่ 6 ถ้าไม่สามารถหาได้ให้ใช้ค่า MET (Model Expected T- number) จากขั้นที่ 5 แทน

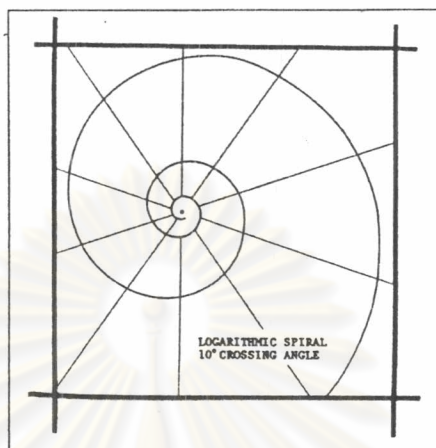
- ขั้นที่ 8 หาค่า T-number สุดท้ายเป็นตัวเลข FT (Final T-number)
- ขั้นที่ 9 จากตารางที่ 3.1 เปลี่ยนค่า T-number สุดท้ายเป็นค่า CI (Current Intensity number) แปลงเป็นค่าความกดอากาศต่ำสุดที่ศูนย์กลางของพายุและความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดใกล้ศูนย์กลางของพายุ

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์จากการทดลองระหว่างค่าความแรงของพายุที่เกิดขึ้นจริง CI (Current Intensity number) กับความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดใกล้ศูนย์กลางของพายุและความกดอากาศต่ำสุดที่ศูนย์กลางของพายุ

CI (Current Intensity number)	ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดใกล้ ศูนย์กลางของพายุ (Knots)	ความกดอากาศต่ำสุดที่ ศูนย์กลางของพายุ (hPa)
1	25	
1.5	25	
2	30	1,000
2.5	35	997
3	45	991
3.5	55	984
4	65	976
4.5	77	966
5	90	954
5.5	102	941
6	115	927
6.5	127	914
7	140	898
7.5	155	879
8	170	858

ขั้นที่ 10 เป็นการพยากรณ์ความแรงพายุใน 24 ชั่วโมงข้างหน้า โดยปกติความแรงของพายุหมุนเขตร้อนจะเปลี่ยนแปลงค่า T-number เท่ากับ 0.5 ถึง 1.5 ต่อวัน แต่บางครั้งกรณีที่พายุ

อ่อน กำลังลงอย่างรวดเร็ว เช่น พายุเคลื่อนขึ้นฝั่งหรือเข้าสู่ความกดอากาศสูงกำลังแรงอาจเปลี่ยนแปลงได้ถึง 2.0 (ใช้เฉพาะการพยากรณ์ 24 ชั่วโมงข้างหน้า)



รูปที่ 3.6 แผ่น  $10^\circ$  Logarithm Spiral Crossing Angle ที่ใช้วิเคราะห์หาความแรงของพายุหมุนเขตร้อนในรูปแบบ 2A "Curved Band Pattern" (ที่มา : Dvorak, 1984)

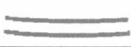






จากวิทยานิพนธ์นี้ทำถึงเพียงขั้นตอนที่ 9 เท่านั้น ซึ่งขั้นตอนที่ 10 เป็นการพยากรณ์ความแรงของพายุใน 24 ชั่วโมงข้างหน้า

### 3.1.3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากแผนที่ลมฟ้าอากาศ

ในช่วงตั้งแต่พายุได้ฝุ่นแหล่งแหล่งเริ่มก่อตัวจนสลายตัว ทุก 6 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ระบบของลักษณะอากาศที่มีผลต่อพายุได้ฝุ่นแหล่งแหล่ง รวมทั้งมีผลต่อเส้นทางเดินของพายุ โดยนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยามาวางตำแหน่งในแผนที่ลมฟ้าอากาศ แล้วทำการวิเคราะห์เส้นความกดอากาศเท่า (Isobars) เพื่อแบ่งแยกมวลอากาศต่างชนิดกัน โดยวิเคราะห์ทุก 2 hPa ผ่านสถานีตรวจอากาศบนแผนที่โดยพิจารณาลักษณะภูมิประเทศของสถานีประกอบ เช่น ที่ตั้ง ภูเขา แนวชายฝั่งหรือทะเล เป็นต้น และวิเคราะห์ระบบของลักษณะอากาศที่มีผลต่อพายุหมุนเขตร้อน โดยใช้ตำแหน่งศูนย์กลางที่หาค่าได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งความหมายสัญลักษณ์ในแผนที่ลมฟ้าอากาศจะแสดงได้ดังตารางที่ 3.2



ตารางที่ 3.2 ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่อากาศ

ความหมาย สัญลักษณ์ในแผนที่อากาศ		เส้นความกดอากาศเท่า
 ร่องความกดอากาศต่ำ	H	ความกดอากาศสูง
 แนวปะทะอากาศเย็น	L	ความกดอากาศต่ำ
 แนวปะทะอากาศร้อน	D	พายุดีเปรสชัน
 แนวปะทะอากาศไม่เคลื่อนที่		พายุโซนร้อน
 แนวปะทะอากาศปิด		พายุไต้ฝุ่น

โดยความหมายของสัญลักษณ์ที่แสดงในนิยามความหมายทางอุตุนิยมวิทยา ตามที่ สุวพันธ์ นิลายน (2543) นิยามไว้ดังนี้.-

1. บริเวณความกดอากาศสูง (High Pressure Area) เป็นบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่าบริเวณใกล้เคียง

2. บริเวณความกดอากาศต่ำ (Low Pressure Area) เป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง

3. แนวปะทะอากาศในเขตร้อน (Intertropical Convergence Zone หรือ ITCZ) เป็นแนวปะทะอากาศของมวลอากาศในซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ แนวนี้จะเคลื่อนตัวไปตามแนวการเคลื่อนตัวของดวงอาทิตย์ บริเวณนี้จะมีฝนตกชุก ลมอ่อนและแปรปรวน

4. ลิ่มความกดอากาศสูง (Ridge) เส้นความกดอากาศเท่ามีลักษณะเป็นรูปตัววี (V) ยื่นออกมาจากบริเวณความกดอากาศสูงด้านใดด้านหนึ่ง โดยมีศูนย์กลางของความกดอากาศสูงอยู่ทางด้านหัวของรูปตัววี

5. ร่องความกดอากาศต่ำ (Trough) เส้นความกดอากาศเท่ามีลักษณะเป็นรูปตัววี (V) ยื่นออกมาจากบริเวณความกดอากาศต่ำด้านใดด้านหนึ่ง โดยมีศูนย์กลางของความกดอากาศต่ำอยู่ทางด้านหัวของรูปตัววี

6. แนวปะทะอากาศ (Front) แบ่งได้เป็น 4 ชนิด ใช้หลักเกณฑ์ของชนิดของมวลอากาศที่



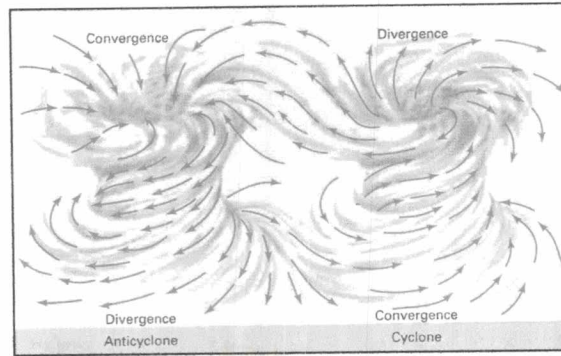
เคลื่อนที่ไปปะทะอากาศและเรียกชื่อแนวอากาศตามชนิดของมวลอากาศนั้นๆที่เคลื่อนที่ไป

- ก. แนวปะทะอากาศร้อน (Warm Front) คือ มวลอากาศร้อนเคลื่อนตัวไปแทนที่มวลอากาศเย็น ทำให้เกิดแนวอากาศร้อนขึ้น
- ข. แนวปะทะอากาศเย็น (Cold Front) คือ มวลอากาศเย็นเคลื่อนตัวเข้าแทนที่มวลอากาศร้อน มวลอากาศเย็นมีน้ำหนักมากกว่าจะเคลื่อนตัวตัดผิวดินและดันให้มวลอากาศร้อนที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ลอยตัวขึ้นตามมวลอากาศเย็น ลักษณะเช่นนี้มวลอากาศร้อนอยู่ทางด้านหน้าและมวลอากาศเย็นจะอยู่ทางด้านหลังของแนวปะทะอากาศเย็น
- ค. แนวปะทะปิด (Occluded Front) คือ แนวอากาศร้อน และ แนวอากาศเย็นเกิดการรวมตัวซ้อนทับกัน
- ง. แนวปะทะเกือบไม่เคลื่อนที่ (Stationary Front) คือ แนวอากาศที่เกิดจากมวลอากาศที่มีความหนาแน่นต่างกันสองมวลกระทำต่อกัน ทำให้ลักษณะผิวพื้นของแนวอากาศมีการเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อยหรือเกือบไม่เคลื่อนที่เลย ลักษณะคล้ายแนวปะทะอากาศร้อน แต่รุนแรงน้อยกว่า

7. พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Storm) ซึ่งอธิบายนิยามในหัวข้อ 2.1

### 3.1.4 ข้อมูลลมชั้นบนจากแผนที่ลมชั้นบน

ในช่วงตั้งแต่พายุได้ฝุ่นแหล่งแหล่งเริ่มก่อตัวจนสลายตัว ทุก 6 ชั่วโมง โดยนำข้อมูลลมชั้นบนมาวางตำแหน่งในแผนที่ลมชั้นบน แล้วทำการวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์ระบบของกระแสลมที่มีผลจากแรงเสียดทานบริเวณผิวโลกเข้ามามีอิทธิพลน้อยที่สุด ในซีกโลกเหนือถ้ากระแสลมเวียนเข้าหาศูนย์กลางในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เรียกว่า Cyclonic Vortex ส่วนกระแสลมเวียนออกจากศูนย์กลางในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เรียกว่า Anticyclonic Vortex ดังรูปที่ 3.6 โดยวิเคราะห์ทิศทางและความเร็วลม เพื่อดูแนวโน้มการพัฒนาและทิศทางของพายุหมุนเขตร้อน



รูปที่ 3.7 การไหลเวียนของลมในระดับต่ำและระดับสูงของซีกโลกเหนือ  
(ที่มา: Alan และ Arthur, 2002)

ในการวิเคราะห์นี้ใช้แผนที่ลมชั้นบนระดับต่างๆ 3 ระดับ คือที่ระดับ 850 hPa เป็นตัวแทนของลมระดับล่างที่ปราศจากสิ่งกีดขวาง ระดับ 500 hPa เป็นตัวแทนของลมระดับกลางและระดับ 200 hPa เป็นตัวแทนของลมระดับบน เพื่อหาวิเคราะห์แนวทิศทางการลม (Stream Line) หรือเส้นที่พัดขนานกับทิศทางการลม โดยพิจารณาบริเวณ Cyclonic Vortex บริเวณ Anticyclonic Vortex บริเวณลมสงบ (Neutral Point) กระแสลมลู่เข้า (Convergence) กระแสลมลู่ออก (Divergence) ร่องความกดอากาศต่ำ (Trough) ลิ่มความกดอากาศสูง (Ridge) ที่มีผลต่อพายุหมุนเขตร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.1.5 แผนที่ลมผิวน้ำน้ำทะเล จากภาพดาวเทียม QuikSCAT/SeaWinds และ SSM/I

วิเคราะห์แผนที่ลมผิวน้ำน้ำทะเล จากภาพดาวเทียม QuikSCAT/SeaWinds โดยเปรียบเทียบกับแผนที่ลมผิวน้ำน้ำทะเลจากภาพดาวเทียม SSM/I

เริ่มจากวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรุนแรงของลมผิวน้ำน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ 4 ด้าน ล้อมรอบพายุไต้ฝุ่นแห่งหนึ่ง โดยแบ่งจากจุดศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนปัจจุบันจากแผนที่ลมผิวน้ำน้ำทะเล ออกเป็น 4 ด้าน พิจารณาระยะจากจุดศูนย์กลางพายุออกไป 10 องศา ละติจูดตามทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน ดังนี้.-

1 หมายถึง ด้านหน้าข้างซ้าย

2 หมายถึง ด้านหน้าข้างขวา

3 หมายถึง ด้านหลังข้างซ้าย

4 หมายถึง ด้านหลังข้างขวา



สัญลักษณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนแทนด้วย ← หรือ ← และ -- ในตารางที่ 4.5 หมายถึง ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เนื่องจากดาวเทียมไม่เคลื่อนผ่านหรืออยู่บนพื้นดิน

ส่วนช่วงเวลา ดาวเทียมเคลื่อนผ่านเป็นดังนี้.-

ภาพดาวเทียม QuikSCAT/SeaWinds ช่วงเวลาผ่านช่วงเช้า คือเวลา 06.30 น.

ช่วงเวลาผ่านช่วงเย็น คือเวลา 18.30 น.

ภาพดาวเทียม SSM/I ช่วงเวลาผ่านช่วงเช้า คือเวลา 09.00 น.

ช่วงเวลาผ่านช่วงเย็น คือเวลา 21.00 น.



### 3.1.6 แผนที่อัตราฝนที่ปกคลุมทั่วมหาสมุทรจากภาพถ่ายดาวเทียม TMI

วิเคราะห์แผนที่อัตราฝนที่ปกคลุมทั่วมหาสมุทรจากดาวเทียม TRMM (TMI) โดยแบ่งภาคจากจุดศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนออกเป็น 4 ด้าน ตามการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน ดังนี้.-

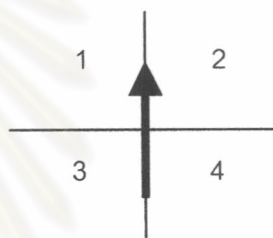
เริ่มจากวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรุนแรงของอัตราฝนตกบริเวณพื้นที่ 4 ด้านล้อมรอบพายุได้ฝุ่นแหล่งแหล่ง โดยแบ่งจากจุดศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนปัจจุบันจากภาพถ่ายดาวเทียม ออกเป็น 4 ด้าน ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน ดังนี้.-

1 หมายถึง ด้านหน้าข้างซ้าย

2 หมายถึง ด้านหน้าข้างขวา

3 หมายถึง ด้านหลังข้างซ้าย

4 หมายถึง ด้านหลังข้างขวา



สัญลักษณ์การเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อนแทนด้วย ← หรือ ←

และ -- ในตารางที่ 4.6 หมายถึง ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เนื่องจากดาวเทียมไม่เคลื่อนผ่านหรืออยู่บนพื้นดิน

ส่วนช่วงเวลาที่ดาวเทียม TRMM เคลื่อนผ่านเป็นดังนี้.-

ช่วงเวลาผ่านจากใต้ไปเหนือ (Descending Passes) คือเวลาประมาณ 19.00 น.

ช่วงเวลาผ่านจากเหนือไปได้ (Ascending Passes) คือเวลาประมาณ 07.00 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย