

## บทที่ 1

### หลักที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศระยะสั้น

#### 1. หลักภูมิอากาศ

ภูมิอากาศ (Climate) เป็นสภาพของอากาศที่เกิดขึ้นเป็นประจำติดต่อกันเป็นเวลานานจนกระทั่งกล่าวรวมๆ ถึงลักษณะอากาศของเขตนั้นได้ ภูมิอากาศจึงเป็นค่าปานกลาง (Mean) ของลักษณะลมฟ้าอากาศในระยะเวลานาน โดยการเฉลี่ยองค์ประกอบต่างๆ คือ อุณหภูมิ, ความชื้น, ฝน, เมฆ, หมอก, ลม และทัศนวิสัยเป็นค่าเฉลี่ยประจำวัน, ค่าเฉลี่ยประจำเดือน และค่าเฉลี่ยประจำปีภูมิอากาศย่อมแตกต่างกันตามที่ตั้งต่างๆ ตัวอย่างเช่น ภูมิอากาศของประเทศไทย, ภูมิอากาศของภาคกลาง เป็นต้น

ภูมิอากาศของประเทศไทย ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของระบบลมสำคัญซึ่งพัดตามฤดูกาล คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมเป็นลมที่เกิดเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศที่มีอยู่ในทวีปกับที่มีอยู่เหนือมหาสมุทรจึงทำให้เกิดมีลมพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำเปลี่ยนตามฤดู ดังนี้

1.1 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือ ฤดูหนาว (Northeast monsoon) โดยปกติจะเริ่มประมาณกลางเดือน ต.ค. ไปจนถึงกลางเดือน ก.พ. แต่บางปีอาจจะเลยไปถึงกลางเดือน มี.ค. ในช่วงระยะนี้ทางตอนใต้ของทวีปเอเชียแถบประเทศจีนกลายเป็นบริเวณความกดอากาศสูงจึงเกิดมีลมหนาวเย็น และค่อนข้างแห้งพัดเข้าสู่ประเทศไทย ซึ่งเป็นเขตความกดอากาศต่ำกว่า มีผลทำให้อุณหภูมิตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปลดลงเกือบทั่วไปจัดเป็นช่วงฤดูหนาวที่มีอากาศแห้งแล้งในประเทศไทย ยกเว้นทางภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อระลอกมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรง ก็จะมีพายุพัดผ่านอ่าวไทยมาก่อน ทำให้ท้องฟ้ามีเมฆมาก และมีฝนตกชุกตามชายฝั่งทะเลด้านนี้

1.2 ลมตะวันออกเฉียงใต้ หรือ ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือน ก.พ. ไปจนถึงประมาณกลางเดือน พ.ค. รวมเวลาประมาณ 3 เดือน เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือน ก.พ. กระแสลมจากทะเลจีนใต้ก็เริ่มพัดเข้าสู่ประเทศไทยทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ หรือทิศใต้ และยังเป็นระยะที่ดวงอาทิตย์กำลังเคลื่อนผ่านเส้นศูนย์สูตรขึ้นไปทางซีกโลกเหนือ จึงเป็นระยะที่อากาศร้อนอบอ้าว โดยจะร้อนมากระหว่างปลายเดือน เม.ย. และต้นเดือน พ.ค. และอาจจะมีพายุฤดูร้อนกับลูกเห็บปรากฏขึ้นได้บ้างทางประเทศไทยตอนบน

1.3 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ หรือ ฤดูฝน โดยปกติจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือน พ.ค. ไปจนถึงปลายเดือน ก.ย. ส่วนทางภาคใต้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มก่อน คือประมาณต้นเดือน พ.ค. และไปสิ้นสุดราวกลางเดือน ต.ค. ลมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ในมหาสมุทรอินเดีย และทวีปออสเตรเลีย เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรก็จะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้นกำลังแรงของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จึงมีความสัมพันธ์กับความแรงของความกดอากาศสูงจากซีกโลกใต้ ในบริเวณดังกล่าวแล้วลมนี้มีคุณสมบัติชุ่มชื้น เมื่อพัดเข้าสู่ประเทศไทยจะทำให้มีฝนและเมฆมาก จัดเป็นช่วงฤดูฝนของประเทศไทย บริเวณที่มีฝนตกมากจะเป็นบริเวณชายฝั่งทะเลและตามเทือกเขาด้านรับลม

#### 2. หลักความต่อเนื่องที่น่าจะเป็นไปได้ (Persistence Probability)

ในการวิเคราะห์แผนที่ลมฟ้าอากาศนั้น จำเป็นจะต้องรักษาความต่อเนื่องตำแหน่งของตัวการต่างๆ จะต้องรักษาให้ต่อเนื่องกับแผนที่แผนที่แล้วมา โดยวิธี Extrapolation (ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป) จะช่วยให้สามารถหาตำแหน่งของตัวการต่างๆ ในแผนที่แผนที่ที่กำลังวิเคราะห์ได้โดยประมาณ นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยพิจารณาบริเวณที่ได้รับข้อมูลผิดพลาด หรือบริเวณที่ข้อมูลขาดหายไปเป็นบางเวลา ถ้าเราไม่รักษาความต่อเนื่องตำแหน่งตัวการต่างๆ จะกระโดดไปกระโดดมา เดินหน้าบ้างถอยหลังบ้าง หรือเกิด ๆ หาย ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์แผนที่แผนที่ใหม่ในเวลาต่อไป จำเป็นจะต้องเขียนตำแหน่งของตัวการต่างๆ ในแผนที่แผนที่แล้วลงไว้ด้วย

ดังนั้นความต่อเนื่องถือได้ว่าเป็นเครื่องมือช่วยในการพยากรณ์อย่างหนึ่ง ในความหมายที่ว่าความรุนแรงหรือตำแหน่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากการตรวจ (no change from observer position or intensity) Do not save that two positions or intensity.

Circulation Regions have movement and intensity.

Intensity : very weak weak  
moderate strong very strong

Circulation (Convergence, Divergence)

Streamline speed convergence cyclonic curvature  
wind direction wind shear

**ตัวอย่าง** Monsoon Cyclone

การเคลื่อนที่ - ไปตามร่องมรสุม (ITCZ) - ไปทางทิศตะวันตก

Intensity Cyclone

มาจากความโค้ง (curvature) ของสายกระแส และกำลังลมต่างกันที่หมุนรอบๆ cyclone

Streamline Convergence , Divergence

มาจากลมพัดตัดกัน (shear) เพราะกำลังลมเปลี่ยน

ดูจากแผนที่ลมชั้นบนจากแผ่นใดแผ่นหนึ่งในเวลาใดเวลาหนึ่ง แผนที่ 2 เวลา จะบอกตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง (ที่ผ่านมา) อย่างน้อย 2 ตำแหน่ง

### 3. หลักการคำนวณแบบ Extrapolation และ Interpolation

3.1 Extrapolation เป็นเครื่องมือการพยากรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการพยากรณ์หาตำแหน่งในเวลาข้างหน้าของตัวการต่างๆ ซึ่งได้แก่ หย่อมความกดอากาศต่ำ บริเวณความกดอากาศสูง ลิ่มความกดอากาศสูง ร่องความกดอากาศต่ำ แนวปะทะอากาศ และพายุหมุนเขตร้อน หรืออาจจะใช้หาการเคลื่อนที่และความรุนแรงของระบบการหมุนเวียนก็ได้ โดยใช้ข้อมูลเก่าที่ทราบแล้วซึ่งได้จากการตรวจหาตำแหน่งของเมฆ และฝน (จากการตรวจอากาศ, ภาพถ่ายเมฆจากดาวเทียม, ข้าวเรดาร์ หรือจากเรดาร์ที่ตรวจได้)

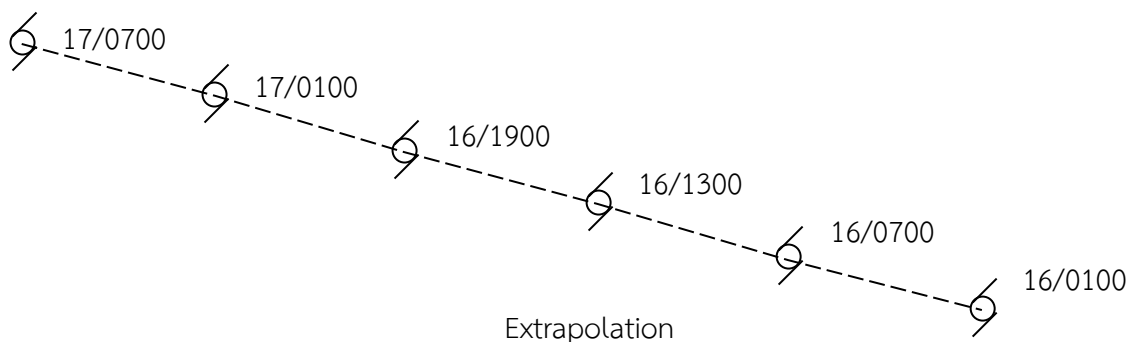
**ตัวอย่าง** ต้องการทราบตำแหน่งของพายุเขตร้อนเวลา 07.00 น. วันพรุ่งนี้ว่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใด

ให้นำตำแหน่งสุดท้ายที่ทราบโดยสมมติเวลา 07.00 น. วันนี้ และตำแหน่งก่อนสุดท้ายที่ทราบโดยสมมติเวลา 01.00 น. วันนี้ กำหนดไว้บนแผนที่อากาศ

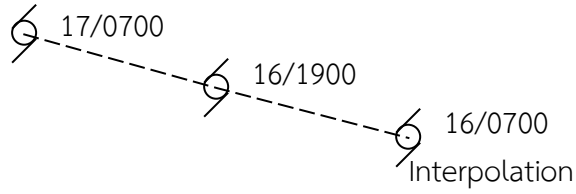
พายุเคลื่อนตัวด้วยความเร็ว 5 ไมล์/ชม.

ระยะเวลาที่พายุเคลื่อนตัวจากเวลา 01.00 น. ถึง 07.00 น. รวม 6 ชม. จะได้ระยะทาง 30 ไมล์

ฉะนั้นจากเวลา 07.00 น. วันนี้ ถึง 07.00 น. วันพรุ่งนี้ พายุจะเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 120 ไมล์ ทำให้เราสามารถกำหนดตำแหน่งของพายุที่ต้องการทราบได้



3.2 Interpolation เป็นเครื่องมือพยากรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการคาดคะเนตำแหน่งตรงกลางที่ไม่ทราบระหว่างตำแหน่งที่ทราบค่าแล้ว 2 ตำแหน่ง เช่น การหาตำแหน่งของพายุหมุนเขตร้อน เราทราบว่าตำแหน่งเมื่อเวลา 0700 วันนี้ กับเวลา 0700 เมื่อวานนี้ ห่างกันเท่ากับ 120 ไมล์ ถ้าเราต้องการทราบตำแหน่งเมื่อเวลา 1900 เมื่อคืนนี้ว่าอยู่บริเวณใด เราก็หาได้ว่าเป็นระยะทางครึ่งหนึ่ง คือห่างจากตำแหน่งแรก 60 ไมล์ จึงสามารถกำหนดตำแหน่งเวลา 1900 ได้



\*\*\*\*\*

## บทที่ 2 การพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศ คือ การคาดหมายสภาวะของลมฟ้าอากาศรวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้า ตัวอย่าง เช่น การคาดหมายลมฟ้าอากาศใน 24 ชม. ข้างหน้าว่าจะมีลักษณะอย่างไร อาทิ จะมีฝนหรือฝนฟ้าคะนองหรือไม่ จะมีหมอกเกิดขึ้นหนามากน้อยเพียงใด ลมจะพัดทิศอะไร ความเร็วขนาดไหน การคาดหมายปรากฏการณ์ของธรรมชาติเหล่านี้เรียกว่า "การพยากรณ์อากาศ"

การพยากรณ์อากาศแบ่งได้ออกเป็น 3 ระยะ โดยถือช่วงเวลาที่พยากรณ์เป็นหลักดังต่อไปนี้ คือ

1. การพยากรณ์อากาศระยะสั้น (Short-range forecast) ซึ่งเป็นการพยากรณ์อากาศในช่วงเวลาไม่เกิน 72 ชม. ซึ่งในช่วงเวลานี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ระยะเวลากการพยากรณ์ กล่าวคือ

1.1 การพยากรณ์อากาศปัจจุบัน (Now cast) พยากรณ์ในช่วง 0-2 ชม. และลักษณะอากาศปัจจุบัน

1.2 การพยากรณ์อากาศระยะสั้นมาก (Very-short-range forecast) ในช่วง 0-12 ชม.

2. การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (Medium-range forecast) พยากรณ์ในช่วงระยะเวลา มากกว่า 72 ชม. จนถึง 10 วัน

3. การพยากรณ์อากาศระยะยาว (Long-range forecast) พยากรณ์อากาศมากกว่า 10 วันขึ้นไป

ศูนย์บริการข่าวอากาศ มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการพยากรณ์อากาศระยะสั้น โดยทำการพยากรณ์อากาศประจำวันในช่วง 24 ชม. คือ

- เส้นทางบิน                      - บริเวณสนามบิน                      - บริเวณพื้นที่การฝึก

- TAF                                      - FOTH

- พยากรณ์อากาศสำหรับประเทศไทยช่วงเวลา 0500-0500 และ 1800-1800 การพยากรณ์

อากาศแบบนี้มีวิธีการปฏิบัติเป็นขั้นๆ ดังนี้

1. การเขียนแผนที่ เจ้าหน้าที่ข่าวอากาศจะเขียนข้อมูลการตรวจอากาศลงบนแผนที่อากาศตามแบบที่องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกกำหนดขึ้น โดยการเขียนเป็นตัวเลขและสัญลักษณ์ตามตำแหน่งต่างๆ ที่กำหนดไว้ ตัวเลขและสัญลักษณ์เหล่านี้จะเขียนบนแผนที่อากาศตรงสถานีบริเวณที่มีการตรวจอากาศแสดงสภาวะของลมฟ้าอากาศในสถานีตรวจอากาศตั้งอยู่ แผนที่อากาศเหล่านี้มีทั้งแผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่อากาศชั้นบน และแผนที่ประกอบอื่นๆ

2. การวิเคราะห์ แผนที่อากาศต่างๆ ซึ่งเขียนด้วยตัวเลขและสัญลักษณ์เสร็จแล้ว จะถูกส่งให้นายทหารพยากรณ์อากาศทำการวิเคราะห์ตามหลักวิชา และวิธีการของแผนที่อากาศประเภทนั้นๆ เมื่อวิเคราะห์เสร็จแล้วก็จะทราบระบบอากาศต่างๆ เช่น บริเวณความกดอากาศสูง ความกดอากาศต่ำ แนวปะทะอากาศต่างๆ เป็นต้น

3. วิธีการพยากรณ์อากาศ แผนที่อากาศระดับต่างๆ ซึ่งวิเคราะห์แล้วเป็นเครื่องมือสำหรับผู้พยากรณ์อากาศใช้พิจารณาว่าระบบอากาศปัจจุบันจะวิวัฒนาการอย่างไร ในช่วงเวลาที่จะพยากรณ์ต่อไปข้างหน้า เช่น จะทำการพยากรณ์อากาศในระยะ 24 ชม. ข้างหน้า ก็จะต้องคาดหมายว่าระบบอากาศจะมีการเคลื่อนตัวไปทางไหน เคลื่อนที่ช้าหรือเร็วเท่าใด นอกจากนี้จะต้องพิจารณาด้วยว่าระบบอากาศดังกล่าวจะมีกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างไร เช่น จะมีกำลังเท่าเดิมหรือทวีกำลังแรงขึ้น หรืออ่อนลง จากการพิจารณาเหล่านี้ผู้พยากรณ์อากาศจะพิจารณาจากแผนที่อากาศในระดับต่างๆ สำหรับเวลาที่ต้องพยากรณ์ว่ามีระบบอากาศอย่างไร แล้วจัดทำเป็นพยากรณ์อากาศตามความต้องการต่อไป นอกจากนี้ผู้พยากรณ์ยังใช้ข้อมูลจากการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ ภาพถ่ายเมฆจากดาวเทียม และข้อมูลการพยากรณ์โดยใช้หลักคณิตศาสตร์ จากศูนย์พยากรณ์อากาศที่สำคัญของโลก เช่น ศูนย์อุตุนิยมวิทยาประเทศอังกฤษ (EGRR) และศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางของยุโรป (European Center for Medium-Range Weather Forecast : ECMF) เป็นต้น

\*\*\*\*\*

### บทที่ 3

## การพยากรณ์กระแสอากาศปั่นป่วน

กระแสอากาศปั่นป่วน (Turbulence) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างมากของการไหลของกระแสอากาศอย่างทันทีทันใด อากาศปั่นป่วนที่ไม่รุนแรงทำให้เครื่องบินสั่นสะเทือนเกิดอาการกระเทือนขึ้นและลงส่วนอากาศปั่นป่วนที่รุนแรงการสั่นสะเทือนอาจทำความเสียหายให้แก่เครื่องบิน หรือผู้โดยสารได้รับบาดเจ็บได้ และบางครั้งเป็นอันตรายต่อการบินในเที่ยวบินนั้นๆ

ความรุนแรงของการสั่นสะเทือนเมื่อเครื่องบินบินผ่านกระแสอากาศปั่นป่วน ขึ้นอยู่กับความเร็วลม, ความเร็วของเครื่องบิน, ขนาดของปีกและลำตัว, รวมไปถึงทั้งระดับบินของเครื่องบินในขณะนั้นด้วย ดังนั้นเมื่อนักบินประสบกับกระแสอากาศปั่นป่วน สิ่งแรกที่ต้องกระทำคือลดความเร็วของเครื่องบินลงเพื่อลดอาการสั่นสะเทือน

ชนิดของกระแสอากาศปั่นป่วน กระแสอากาศปั่นป่วนแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. กระแสอากาศปั่นป่วนเกิดจากความร้อน (Thermal Turbulence) อากาศเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Convective Current) เป็นสาเหตุใหญ่ของการเกิดกระแสอากาศปั่นป่วน โดยเฉพาะการปั่นป่วนในระดับต่ำ ปกติแล้วกระแสอากาศเคลื่อนที่ขึ้นจะมีความรุนแรงมากกว่ากระแสอากาศเคลื่อนที่ลง เริ่มจากเมื่อผิวพื้นได้รับความร้อนทำให้อากาศบริเวณนั้นร้อนขึ้น เกิดขึ้นของบรรยากาศไม่ทรงตัวและทำให้เกิดกระแสอากาศเคลื่อนที่ขึ้น โดยมีความแรงของการเคลื่อนที่แปรไปตามปริมาณความร้อนที่อากาศนั้นได้รับ จากความแตกต่างกันของอุณหภูมิผิวพื้นดังกล่าว ทำให้ความรุนแรงของกระแสอากาศเคลื่อนที่ขึ้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากแม้ในระยะทางสั้นๆ โดยเฉพาะจะมีความรุนแรงมากที่สุดในช่วงบ่ายซึ่งมีอากาศร้อน

2. กระแสอากาศปั่นป่วนเกิดจากลักษณะภูมิประเทศ (Mechanical Turbulence) อาคาร สิ่งก่อสร้าง ต้นไม้ ภูมิประเทศที่สูงๆ ต่ำๆ ภูเขา เป็นสิ่งกีดขวางทางลม (Obstructions to Wind Flow) ทำให้ลมที่เคยพัดราบเรียบ กลายเป็นลมหมุน (Eddy) และเกิดกระแสอากาศปั่นป่วนขึ้น ความรุนแรงขึ้นอยู่กับ ความเร็วลม ความขรุขระของสิ่งกีดขวาง และความทรงตัวของอากาศอากาศที่ไม่ทรงตัวการหมุนที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่และสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว ในอากาศทรงตัวการหมุนมีขนาดเล็กและสลายตัวลงอย่างช้าๆ เมฆสามารถก่อตัวเนื่องจากกระแสอากาศปั่นป่วนได้ เมฆที่เกิดขึ้นมักจะเป็นเมฆแผ่นโดยมีลักษณะเป็นแถวและเป็นแนวแถบ

3. กระแสอากาศปั่นป่วนเนื่องจากแนวปะทะอากาศ (Frontal Turbulence) กระแสอากาศปั่นป่วนแบบนี้เกิดจากการยกตัวของอากาศที่อุ่นกว่า ตรงส่วนหน้าของแนวปะทะอากาศ เนื่องจากการปะปนหรือความแตกต่างของทิศทางลมในมวลอากาศอุ่นและเย็น จึงเกิดกระแสอากาศปั่นป่วนขึ้น การไหลของอากาศจะมีมากเมื่ออากาศอุ่นนั้นมีการทรงตัวไม่ดี และมีความชันมาก กระแสอากาศปั่นป่วนแบบนี้จะรุนแรงที่สุดโดยสังเกตได้จากเมื่อมีแนวปะทะอากาศเย็นที่เคลื่อนที่เร็ว (Fast-Moving Cold Front)

4. กระแสอากาศปั่นป่วนเกิดจากลมพัดตัดกัน (Wind Shear Turbulence) ลมพัดตัดกันเกิดจากกระแสลมสองกระแสซึ่งแตกต่างกันใน ทิศทาง, ความเร็วหรือทั้งสองอย่างทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของทิศทางและความเร็วลมในระดับต่างๆ ในที่หนึ่งๆ ลมพัดตัดกันมักจะสัมพันธ์กับความชันความเร็วลมที่ระดับใดๆ ในบรรยากาศ นอกจากนี้ยังมีสภาวะอากาศซึ่งสัมพันธ์กับลมพัดตัดกันที่ควรจะสนใจดังนี้ คือ

4.1 ลมพัดตัดกัน กับ การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศตามระยะสูง (Inversion) ในบรรยากาศ ระดับต่ำ Inversion มักจะเกิดที่ระดับใกล้ผิวพื้นดินในคืนที่อากาศแจ่มใส และลมสงบ ลมในระดับเหนือจาก Inversion จะมีความแรงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลมในระดับล่าง ทำให้เกิดชั้นของลมพัดตัดกันเหนือระดับ Inversion นั้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อการขึ้น-ลงของเครื่องบิน เพราะเมื่อประสบกับลมหมุนวนอาจทำให้เครื่องบินเสียความเร็วและร่วงหล่น

4.2 ลมพัดตัดกัน กับ แนวปะทะอากาศ บริเวณแนวปะทะอากาศมีลักษณะลมฟ้าอากาศหลายรูปแบบซึ่งเป็นอันตรายต่อการทำการบิน ในบางครั้งแนวปะทะอากาศอาจเกิดจากมวลอากาศซึ่งแห้งและทรงตัวสองมวล ดังนั้นเมฆและหยาดน้ำฟ้าจึงไม่ปรากฏ โดยทั่วไปในแนวปะทะอากาศลมจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทิศทางและความเร็ว ทำให้เกิดลมพัดตัดกันและกระแสอากาศปั่นป่วน ความรุนแรงของกระแสอากาศปั่นป่วนเป็นไปตามความรุนแรงของลมพัดตัดกันเมื่อเครื่องบินบินผ่านแนวปะทะอากาศก็จะประสบกับกระแสอากาศปั่นป่วนได้

4.3 กระแสอากาศปั่นป่วนในอากาศแจ่มใส กับ กระแสลมกรด (Clear air Turbulence and Jet Stream) กระแสอากาศปั่นป่วนในอากาศแจ่มใส ทำให้เครื่องบินเสียการทรงตัวในขณะที่ทำการบินในอากาศที่แจ่มใสไม่มีเมฆหรือมีเมฆเล็กน้อย ซึ่งเป็นอันตรายต่อเครื่องบินและผู้โดยสารมาก เพราะที่ไม่มีสิ่งบอกเหตุที่จะแจ้งเตือนให้ทราบล่วงหน้า สารประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดกระแสอากาศปั่นป่วนในอากาศแจ่มใสก็คือ ลมพัดตัดกันทั้งทางตั้งและทางระดับ โดยจะเกิดร่วมกับกระแสลมกรด และในกระแสลมกรดนั้นประกอบด้วยลมพัดตัดกันอย่างแรง จึงเป็นอันตรายต่อการทำการบินมาก Wake Turbulence

ในขณะที่เครื่องบินยกตัวขึ้น จะมีแรงกระทำลมมวลอากาศให้ลงสู่เบื้องล่าง อากาศที่ถูกดันลงด้านล่างได้ปีกจะม้วนตัวออกทางปลายปีก อากาศม้วนตัวคล้ายกันหอยออกไปเป็นระลอกๆ ทั้งในแนวด้านล่างและแนวด้านข้าง เรียกลักษณะนี้ว่า "Wake Turbulence"

#### การพยากรณ์กระแสอากาศปั่นป่วน

กระแสอากาศปั่นป่วนโดยปกติแล้วจะมีเครื่องมือตรวจวัดซึ่งแบ่งชั้นความรุนแรงออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

##### 1. กระแสอากาศปั่นป่วนชั้นเบา (Light Turbulence)

- เกิดในเมฆ Cu ก้อนเล็กๆ ในระดับต่ำๆ เหนือพื้นที่ที่ขรุขระ
- ความเร็วลมน้อยกว่า 25 นอต
- บางครั้งพบในระดับต่ำๆ เหนือพื้นที่ที่ได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ

##### 2. กระแสอากาศปั่นป่วนในชั้นปานกลาง (Moderate Turbulence)

- เกิดในบริเวณคลื่นภูเขา ความเร็วลมประมาณ 20 - 50 นอต หรือสูงกว่า ลมพัดในทิศทางตั้งฉากกับเทือกเขาอาจเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ ผิวพื้น - 10,000 ฟุต เหนือ Tropopause
- ในพายุฟ้าคะนองจะเกิดอยู่ในหรือรอบๆ ส่วนบนของพายุฟ้าคะนองในขั้นสลายตัว (Dissipating stage)
- ในเมฆก้อน (Cumuliform Cloud) พบในเมฆ Cu ที่หนา และเมฆ Cu ขนาดใหญ่ (Towering Cumulus)
- ในเวลาที่ลมผิวพื้นแรงมักจะเกิดใกล้ๆ กับพื้นดินเมื่อมีความเร็วเกิน 25 นอตขึ้นไป
- ในกระแสลมกรด พบระหว่างแกนกลางของกระแสลมกรด (Jet Core) ต่ำลงมา 5,000 ฟุต
- ในร่องความกดอากาศต่ำชั้นบน (Upper Trough) ความกดอากาศต่ำที่มีศูนย์กลางเย็น (Cold low)

บริเวณลมพัดตัดกัน (Wind Shear) ในทางตั้งมากกว่า 6 นอต





##### 3. กระแสอากาศปั่นป่วนชั้นรุนแรง (Severe Turbulence)

- เกิดในคลื่นภูเขาเมื่อมีความเร็วลมตั้งแต่ 50 นอตขึ้นไป พัดในทิศทางเกือบตั้งฉากกับเทือกเขาเกิดขึ้นตั้งแต่ผิวพื้นถึง Tropopause
- เกิดภายในหรือรอบๆ พายุฟ้าคะนองขั้นเจริญเติบโตเต็มที่ (Mature Stage)
- ในกระแสลมกรด (พบไม่บ่อยนัก) ในระหว่างแกนกลางของ กระแสลมกรด และต่ำลงมา 5,000 ฟุต
- ในเมฆชนิดก้อน (Cumuliform Cloud) โดยเฉพาะในเมฆ Cu ขนาดใหญ่

4. กระแสอากาศปั่นป่วนขั้นรุนแรงมาก (Extreme Turbulence)

- เกิดในคลื่นภูเขาเมื่อมีความเร็วลมตั้งแต่ 50 นอตขึ้นไป พัดในทิศทางเกือบตั้งฉากกับเทือกเขา จะเกิดในระดับต่ำ ๆ ด้านหลังลมหรือใกล้ ๆ กับเมฆม้วน (Roll Cloud)
- ในพายุฟ้าคะนองในขณะที่เมฆกำลังเจริญเติบโต สังเกตได้จากว่ามีลูกเห็บ ฝนตกหนัก เห็นภาพเมฆได้ชัดเจนจากจอร์เดตาร์ เกิดฟ้าแลบติดต่อกันตลอด
- มีกระแสอากาศไหลขึ้นเนื่องจากความร้อน (Convective) อย่างรุนแรง ลมพัดตัดกัน (Wind Shear) อย่างรุนแรง คลื่นอากาศที่ไม่เคลื่อนที่ (Standing Wave) อย่างรุนแรง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนที่พยากรณ์

คำย่อและสัญลักษณ์	ความหมาย
LITE TURB 	= กระแสอากาศปั่นป่วนขั้นเบา (Light Turbulence)
MOD TURB 	= กระแสอากาศปั่นป่วนขั้นปานกลาง (Moderate Turbulence)
SEV TURB 	= กระแสอากาศปั่นป่วนขั้นรุนแรง (Severe Turbulence)
EXTRM TURB 	= กระแสอากาศปั่นป่วนขั้นรุนแรงมาก (Extreme Turbulence)

\*\*\*\*\*

## บทที่ 4 การพยากรณ์ลมพัดตัดกัน

คำจำกัดความ ลมพัดตัดกัน (Wind Shear) เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าของ Vector ลมต่อหนึ่งหน่วยระยะทางในทิศทางที่กำหนด ลมพัดตัดกันเกิดขึ้นได้จากผลการเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัดของอัตราเร็วลม และ/หรือ ทิศทางการไหลของอากาศ เรากำหนดคำว่า "ลมพัดตัดกัน" ในความหมายของอัตราเร็วลมเปลี่ยน (Wind Shear) มากกว่าที่จะหมายถึง Vector ลมเปลี่ยน (Direction and Speed) เรายังกำหนดต่อไปอีกว่าในการวัดอาการของลมพัดตัดกันนั้น วัดจากอัตราเร็วลมเปลี่ยนตามทิศทางการไหลของอากาศ (Longitudinal Shear) ตามแกน S และอัตราเร็วลมเปลี่ยนตามแกนที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหลของอากาศ (Transverse Shear) ตามแกน N

### ลักษณะของลมพัดตัดกันแบบต่าง ๆ

1. ลมพัดตัดกันในแนวระดับ (Horizontal Wind Shear) จากการเรียนในวิชา KINEMATIC ในเขตร้อนมาแล้วว่าทำไมอัตราเร็วลมจึงเปลี่ยนแปลงในกระแสลม ซึ่งเป็นสิ่งชี้ให้เห็นถึงแรงทางไดนามิกส์ที่ทำให้เกิดแรงงาน กระสวนลักษณะอากาศที่แน่นอนและลักษณะอากาศที่เปลี่ยนแปลงสามารถวิเคราะห์ได้จากบริเวณอัตราลมกระจัดกระจาย และอีกนัยหนึ่งบริเวณที่กระแสลมไหลเป็นแนวเส้นตรงหรือเส้นโค้งเล็กน้อย

ลมพัดตัดกันที่เกิดจากอัตราเร็วลมเปลี่ยนสามารถกำหนดรูปร่างได้ โดยพิจารณาจากแผนที่ลมชั้นบน (Wind Aloft Chart) ในกระสวนเส้นลายกระแส (Stream Line) กับเส้นความเร็วลมเท่า (Isotach) ดังนี้

1.1 ถ้าเส้นความเร็วลมเท่าตัดกับเส้นลายกระแสโดยทำมุมกว้าง เรียกว่า "ลมพัดตัดกันในแนวลองจิจูด" (Longitudinal Shear) แสดงถึง อัตราเร็วลมเปลี่ยนไปตามกระแสลม

1.2 ถ้าเส้นความเร็วลมเท่าเรียงชิดติดกัน และขนานไปกับเส้นลายกระแส เรียกว่า "ลมพัดตัดกันตามแนวขวาง" (Transverse shear) แสดงถึง อัตราเร็วลมเปลี่ยนไปตามแนวขวางที่ตัดกับกระแสลม

ลมพัดตัดกันตามแนวลองจิจูด (Longitudinal Shear) ลมพัดตัดกันในลักษณะนี้แสดงให้เห็นโดยการยืดหรือขยายตัวออกของอากาศ (Stretching or Dilatation) และ การหดหรืออัดตัวเข้าของอากาศ (Shrinking or Contraction) ตามแกนที่ขนานกับกระแสลม

ลมพัดตัดกันที่เกิดจากการยืดตัวออกของอากาศซึ่งจะมีค่าเป็นบวก เกิดจากอัตราเร็วลมเพิ่มขึ้นไปตามทิศทางลม อาการเช่นนี้เรียกว่า การขยายตัวออก

ลมพัดตัดกันที่เกิดจากการหดตัวของอากาศ (Shrinking) หรือค่าลบของการยืดตัว (Negative Stretching) เกิดจากอัตราเร็วลมลดลงไปตามทิศทางลม อาการเช่นนี้เรียกว่า อากาศอัดตัว หรือ การขยายตัวที่มีค่าเป็นลบ (Negative Dilatation)

ลมพัดตัดกันตามแนวขวางกระแสลม (Transverse Shear) ลมพัดตัดกันที่เกิดตามแนวตัดกับทิศทางของกระแสลมอาจเกิดในลักษณะ "ไซโคลนิกส์" (Cyclonic) หรือ "แอนตี้ไซโคลนิกส์" (Anticyclonic)

ลมพัดตัดกันตามแนวขวางกระแสลมในลักษณะไซโคลนิกส์ (Cyclonic Transverse Shear) บางทีเรียกว่า "ไซโคลนิกส์เซีย" (Cyclonic Shear) เกิดจากอัตราเร็วลมลดลงไปทางด้านซ้ายของกระแสลม (ลดลงตามแกน N ซึ่งมีค่าเป็นบวก) ดังนั้นคำว่า "ไซโคลนิกส์" จึงมีความหมายเป็นค่าบวก ไซโคลนิกส์เซียจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เซียบวก (Positive Shear)

ลมพัดตัดกันตามแนวขวางของกระแสลมในลักษณะแอนตี้ไซโคลนิกส์ (Anticyclonic-Transverse Shear) หรือเรียกว่า "แอนตี้ไซโคลนิกส์เซีย" (Anticyclonic Shear) เกิดจากอัตราเร็วลมเพิ่มขึ้นไปทางซ้ายมือของกระแสลม (เพิ่มขึ้นไปทางแกน N ซึ่งมีค่าเป็นบวก)



2. ลมพัดตัดกันในแนวตั้ง (Vertical Wind Shear) คือการเปลี่ยนแปลงความเร็วลม หรือ Vector ของลมในแนวตั้ง จะพบมากในกระแสลมกรด และในกระแสลมกรดนี้มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมในทางตั้งเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นลมพัดตัดกันในทางตั้งจึงเป็นแต่เพียงอัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วลมเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วจะคิดเป็นนอตต่อ 1,000 ฟุต ลมพัดตัดกันในทางตั้งคิดเป็นค่าบวก เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามระยะสูงที่เพิ่มขึ้น และเป็นค่าลบเมื่อความเร็วลมลดลงตามระยะสูงที่เพิ่มขึ้น

#### วิธียพยากรณ์ลมพัดตัดกัน

การพยากรณ์ลมพัดตัดกัน ก็อาศัยการวิเคราะห์แผนที่อากาศต่างๆ โดยพิจารณา ดังนี้

##### จากแผนที่อากาศผิวพื้น

- บริเวณความกดอากาศสูงที่แผ่ลงมาปกคลุมว่ามีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด

##### แผนที่ความกดอากาศเปลี่ยนแปลง

- ดูว่าความกดอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลง
- มีบริเวณความกดอากาศสูงมาเสริมอีกหรือไม่

##### แผนที่ลมชั้นบน

- ดูตำแหน่งไซโคลน และแอนติไซโคลน
- ความเร็วลม
- กระแสลมกรด

\*\*\*\*\*

## บทที่ 5 การพยากรณ์พายุฟ้าคะนอง

พายุฟ้าคะนอง (Thunderstorm) บางครั้งเรียกว่า พายุไฟฟ้า (Electrical Storm) เป็นลมพายุที่พบบริเวณละติจูดต่ำและละติจูดกลาง เกิดจากเมฆที่ก่อตัวในทางตั้งอย่างรุนแรง โดยทั่วไปเป็นพายุที่เกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่ง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ไม่กว้างขวางนัก และเกิดในระยะเวลาสั้นจะมีฟ้าแลบ (Lightning) ฟ้าร้อง (Thunder) รวมอยู่ด้วย นอกจากนั้นมักจะมีลมกระโชกแรง (Strong Gust) ฝนตกหนัก (Heavy Rain) เกิดขึ้น และในบางครั้งยังมีลูกเห็บ (Hail) ตกลงมาด้วย ส่วนมากจะเกิดในฤดูร้อน จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "พายุฤดูร้อน" ในทางอุตุนิยมวิทยามีชื่อเรียกคล้ายๆ กันอีกอย่างหนึ่งว่า "ฝนฟ้าคะนอง" (Thundershowers) ซึ่งเป็นฝนตกชุก และมีเสียงฟ้าร้องหรือฟ้าคะนองด้วยเท่านั้น

พายุฟ้าคะนองเป็นผลเนื่องมาจากในเขตร้อนอากาศมีความชื้นมาก และมีอุณหภูมิสูง ทำให้อากาศไม่เสถียรภาพ (Instability) หรือบรรยากาศมีอากาศไม่ทรงตัวเกิดการผสมคลุกเคล้าจากระดับล่างขึ้นสู่ระดับบน และจากระดับบนลงสู่ระดับล่าง ในชั้นแรกอากาศหรือบรรยากาศเกิดการไหลขึ้นอย่างรุนแรง (Strong Convection Updraft) การไหลขึ้นนี้เกิดขึ้นตั้งแต่พื้นดินถึงระดับประมาณ 25,000 ถึง 30,000 ฟุต ขึ้นต่อมาจะมีกระแสอากาศไหลลง (Downdraft) ด้วย พร้อมกับมีน้ำฟ้าตกและลมกระโชก จนถึงขั้นสุดท้ายซึ่งเป็นขั้นสลายตัว (Dissipating Stage) จะมีกระแสอากาศไหลลงอย่างรุนแรง (Strong Downdraft) ภายในคอลัมน์ (ช่วง) ของฝนพายุฟ้าคะนองนี้บ่อยครั้งก่อตัวได้สูงถึง 40,000 - 50,000 ฟุต ในบริเวณละติจูดกลาง (Mid - Latitude) และสูงมากกว่ในเขตร้อน บรรยากาศตอนล่างของชั้นสตราโทสเฟียร์ที่มีเสถียรภาพดีมาก (Great Stability) เท่านั้นที่สามารถยับยั้งการก่อตัวของเมฆ-พายุฟ้าคะนองได้

### สภาวะที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนอง

1. อากาศจะต้องมีการทรงตัวไม่ดี (Unstable air) พายุฟ้าคะนองเป็นตัวอย่างที่ดีซึ่งแสดงถึงลักษณะอากาศที่มีการทรงตัวไม่ดี คือ เมื่ออากาศจำนวนหนึ่งลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบนด้วยแรงอันหนึ่ง เมื่อถึงจุดๆ หนึ่ง อากาศจะอุ่นกว่าอากาศที่อยู่โดยรอบ แล้วก็ลอยตัวขึ้นไปด้วยตัวเอง จนทำให้เกิดเมฆและพายุฟ้าคะนอง
2. มีความชื้นมาก (High moisture) อากาศที่มีการทรงตัวไม่ดีจะต้องมีความชื้นมากจึงจะทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองได้
3. ต้องมีแรงที่ทำให้อากาศลอยตัวสูงขึ้น (Lifting action) คือแรงที่ทำให้อากาศลอยตัวสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่งที่อากาศสามารถลอยตัวอยู่ได้โดยอิสระ

ตามปกติอากาศจะมีความชื้นอยู่ และสามารถให้น้ำค้างอยู่ได้มากหรือน้อยแล้วแต่ละอุณหภูมิและแหล่งกำเนิดของไอน้ำจนกว่าจะถึงจุดไอน้ำอิ่มตัว ไอน้ำที่เกิน จะกลั่นตัวออกมาเป็นละอองน้ำเล็กๆ กลายเป็นเมฆเกิดการชน เกาะกัน ทำให้เม็ดโตขึ้นเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝน ไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นละอองน้ำหรือเป็นน้ำแข็งเลยจะคายความร้อนแฝงออกมาด้วย ทำให้อากาศชื้นที่ลอยขึ้นลดอุณหภูมิลงตามความสูงน้อยกว่าอากาศแห้ง ถ้าเราสมมติให้อากาศที่ลอยขึ้นนี้ ไม่มีการถ่ายเทหรือผสมกับอากาศภายนอกเลยเราเรียกกระบวนการนี้ว่า Pseudo Adiabatic Process นั่นคือเป็นกระบวนการที่สมมติขึ้นเพื่ออธิบายในทางทฤษฎีเท่านั้น เพราะว่าจริงๆ แล้วในบรรยากาศ เมฆที่เริ่มก่อตัวใหญ่ขึ้นๆ จะต้องผสมหรือแลกเปลี่ยนความร้อนและความชื้นกับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลาเราจึงต้องนำเอามาคำนึงถึงด้วย อีกประการหนึ่งในกระบวนการนี้จะสมมติว่าถ้ามีแรงกระตุ้นให้อากาศลอยขึ้นแล้วอากาศตัวอย่างนั้นจะร้อนกว่าลอยขึ้นเย็นกว่าจมตัวลงหรืออยู่นิ่งๆ เมื่อหมดแรงกระตุ้นแรงแล้ว ดังนั้นนักพยากรณ์อากาศจะต้องคิดต่อไปว่าแรงที่จะมากระตุ้นนั้นมาจากไหน มากน้อยแค่ไหนมีอะไรเป็นสาเหตุชั่วคราวหรือต่อเนื่อง ซึ่งถ้าปราศจากแรงกระตุ้นแล้วก็จะไม่มีการสมมติอีกต่อไป แต่ว่าในธรรมชาติมีแรงที่ทำให้อากาศถูกยกตัวขึ้นในลักษณะดังกล่าวนี้มากมาย เช่น

3.1 การแตกต่างกันของผิวพื้นโลกเนื่องจากคุณสมบัติแตกต่างกันทำให้การได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ และการคายความร้อนไม่เท่ากัน จะทำให้เกิดกระแสลมในทางระดับและกระแสลมในทางตั้งด้วย

3.2 ความร้อนของภูเขาและชายฝั่ง

3.3 แนวปะทะเขตร้อน (Inter tropical Convergence Zone : ITCZ)

3.4 แนวปะทะอากาศอุ่น และแนวปะทะอากาศเย็น

3.5 พายุหมุนเขตร้อน

3.6 คลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันตก

3.7 คลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันออก

การแบ่งพายุฟ้าคะนอง โดยทั่วไปแล้วพายุฟ้าคะนองจะมีลักษณะคล้ายกันมาก ซึ่งเกี่ยวกับสถานที่เกิดและระยะเวลา แต่อย่างไรก็ดีความรุนแรงและความยากง่ายในการเกิดจะแตกต่างกัน พายุฟ้าคะนองจึงแบ่งได้ตามลักษณะการเริ่มต้นของแรงที่ทำให้อากาศลอยตัวขึ้น (Lifting Action) ดังนี้

1. พายุฟ้าคะนองในแนวปะทะอากาศ (Frontal Thunderstorm) ซึ่งแบ่งย่อยได้ดังนี้

1.1 พายุฟ้าคะนองในแนวปะทะอากาศอุ่น (Warm Front Thunderstorm) พายุฟ้าคะนองแบบนี้มีความรุนแรงน้อยเพราะมีความชันน้อย สภาพอากาศที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในมวลอากาศอุ่น ส่วนมากมองเห็นไม่ค่อยชัดเจนเพราะมีเมฆชั้นต่ำมาก และเคลื่อนตัวช้า

1.2 พายุฟ้าคะนองในแนวปะทะอากาศเย็น (Cold front Thunderstorm) พายุฟ้าคะนองในแนวปะทะอากาศเย็นนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของมวลอากาศนั้นๆ ถ้าอากาศมีการทรงตัวไม่ดีมากก็จะเกิดสภาพอากาศรุนแรงมาก ความชันของแนวปะทะอากาศเย็นจะชันมากกว่าแนวปะทะอากาศอุ่น สภาพอากาศจะเกิดบริเวณมวลอากาศอุ่นหน้าแนวปะทะอากาศเย็นเป็นแนวยาว 200 - 300 ไมล์ มีความรุนแรงมากหากเคลื่อนตัวเร็ว

1.3 พายุฟ้าคะนองหน้าแนวปะทะอากาศ (Prefrontal or Squall Line Thunderstorm) สภาพอากาศจะเกิดหน้าแนวปะทะอากาศเย็นห่าง 50-300 ไมล์ ขนานกับแนวปะทะอากาศ ฐานเมฆต่ำกว่าพายุฟ้าคะนองในแนวปะทะอากาศเย็น เป็นพายุฟ้าคะนองที่มีสภาพอากาศเลวที่สุด

1.4 พายุฟ้าคะนองในแนวปะทะอากาศปิด (Occluded Front Thunderstorm) สภาพอากาศเหมือนกับพายุฟ้าคะนองที่เกิดในแนวปะทะอากาศอุ่น และแนวปะทะอากาศเย็น แล้วแต่ว่าจะเป็นแนวปะทะอากาศปิดชนิดอุ่นหรือชนิดเย็น สภาพอากาศไม่ค่อยรุนแรงนัก

2. พายุฟ้าคะนองในมวลอากาศ (Air Mass Thunderstorm) เป็นพายุฟ้าคะนองที่เกิดในมวลอากาศเดียวกัน แบ่งย่อยออกได้ ดังนี้

2.1 พายุฟ้าคะนองเนื่องจากความร้อน (Convective Thunderstorm) เกิดขึ้นเนื่องจาก ผิวพื้นได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณข้างเคียง ทำให้อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น ถ้ามีความชันเพียงพอและการทรงตัวไม่ดีก็จะเกิดเป็นพายุฟ้าคะนอง หรือเกิดจากลมทะเลพัดเข้าสู่ฝั่งในตอนเช้าและจะรุนแรงในตอนบ่าย ๆ บนพื้นดิน ส่วนในเวลากลางคืนจะเกิดในทะเล และยอดไม่ค่อยสูงเหมือนบนพื้นดิน

2.2 พายุฟ้าคะนองเนื่องจากแนวลมสอบ (Convergence Thunderstorm) เกิดจากการยกตัวของมวลอากาศตามแนวลมสอบหรือจากคลื่น (Wave) เกิดเป็นแนวกว้างและมักจะเกิดหลายๆ เซลล์รวมกันเป็นกลุ่มได้ไม่เหมือนกับ Convective Thunderstorm ซึ่งเกิดเป็นเซลล์เดี่ยวๆ

2.3 พายุฟ้าคะนองเนื่องจากภูมิประเทศ (Orographic Thunderstorm) เกิดขึ้นเนื่องจากกระแสอากาศไหลไปปะทะภูเขา ส่วนมากฐานเมฆจะติดกับยอดเขา และมีเมฆแผ่นปกคลุมอยู่เสมอ นักบินไม่ควรบินผ่านพายุฟ้าคะนองแบบนี้จะเกิดด้านรับลม โดยทั่วไปลมที่พัดต้องมีความเร็วตั้งแต่ 20 นอตขึ้นไปจากผิวพื้นถึงยอดเขา ถ้าน้อยกว่านี้มักจะไม่มีเกิด และจะต้องดูค่าต่างๆ จากแผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ ประกอบด้วย ถ้าวัดค่าต่างๆ แสดงชัดเจน ลมความเร็วต่ำกว่า 20 นอต ก็อาจจะเกิดขึ้นได้

3. พายุฟ้าคะนองในเวลากลางคืน (Nocturnal Thunderstorm or High Level Thunderstorm) แบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

3.1 พายุฟ้าคะนองแบบที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืนเนื่องจากสาเหตุอะไรก็ได้ (Any night time thunderstorms, no matter how they form) เช่น เกิดจากเมฆที่หลงเหลือมาจากเวลากลางวัน ส่วนมากจะเกิดในเวลาค่ำ และยอดเมฆไม่เกิน 18,000 ฟุต

3.2 พายุฟ้าคะนองที่เกิดเฉพาะในเวลากลางคืน (Any thunderstorm that form at night in a certain way in which they can not form during the day) ช่วงเวลาที่เกิด 0000 - 0400 LST. เกิดเนื่องจากเมื่อมีอากาศเย็นไหลทับอากาศอุ่นที่อยู่เบื้องล่าง ถ้าอากาศอุ่นมีความชื้นพอก็จะยกตัวเป็นพายุ ฟ้าคะนอง และมักจะเกิดร่วมกับ Radiation เบื้องบนด้วย โดยดูจากแผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ ว่ามวลอากาศเย็นจะเคลื่อนเข้ามาทับอากาศอุ่นเมื่อใด โดยพิจารณาจากต้นลม ถ้าต้นลมที่ระดับสูงเป็นมวลอากาศเย็นจริง ก็ต้องคิดต่อไปว่าจะเคลื่อนเข้ามาทับเมื่อใด เวลาไหน ในข้อนี้จะต้องอาศัยการติดตาม และประสบการณ์

อีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากการเย็นตัวของพื้นดินไม่พร้อมกันทำให้อีกแห่งหนึ่งเย็นกว่าอีกแห่งหนึ่งมวลอากาศที่เย็นกว่า ก็จะดึงมวลอากาศที่อุ่นกว่าให้เย็นไปด้วย ทำให้เกิด Convergence

ลักษณะของคลื่นความกดอากาศ (Pressure Wave) ในเวลากลางคืนก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองในเวลากลางคืนได้

ลักษณะทางผิวพื้นของพายุฟ้าคะนองในเวลากลางคืนก็เหมือนกับพายุฟ้าคะนองทั่วไป แต่มีที่ไม่เหมือนกันอยู่ 2 อย่างคือ

ก. อุณหภูมิที่ผิวพื้น จะมี Inversion อากาศที่ลมพัดมาจึงผสมกันและไม่มีลักษณะ Cold Dome หรือไม่ก็เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ข. ลม เมื่อมี Cold Dome น้อย ลมกระโชกก็จะไม่เกิดหรือถ้าเกิดขึ้นก็เป็นบริเวณแคบ และไม่รุนแรง

4. พายุฟ้าคะนองในอากาศแห้ง (Dry thunderstorm) เป็นพายุฟ้าคะนองที่เกิดในบริเวณแห้งแล้งมากๆ เช่นทะเลทรายบริเวณทุ่งหญ้าที่แห้งแล้ง ลักษณะการเกิดเหมือนกับพายุฟ้าคะนองทั่วไป แต่ไม่มีจำพวกน้ำฟ้าหรือถ้าตกลงมาก็มักจะไม่ค่อยถึงพื้นดินเพราะอากาศข้างล่างร้อนจึงมักจะระเหยไปก่อน จัดอยู่ในประเภท Air Mass Thunderstorm แนวหน้าของพายุฟ้าคะนองที่ไม่มีฝนจึงเป็นตัวทำให้เกิดพายุทรายซึ่งเกิดจาก Cold Dome มีฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ทำให้เกิดไฟไหม้ป่า หรือทุ่งหญ้าได้

### การพยากรณ์พายุฟ้าคะนอง

เราทราบแล้วว่าสภาวะที่จะทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองได้นั้นต้องประกอบไปด้วย อากาศมีการทรงตัวไม่ดี มีความชื้นมาก และต้องมีแรงกระทำให้อากาศลอยตัว สิ่งต่างๆ เหล่านี้นักพยากรณ์อากาศจะทราบได้เมื่อทำการวิเคราะห์ แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบน และแผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ ตลอดจนข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งอื่นๆ มาประกอบด้วย เช่น

#### แผนที่อากาศผิวพื้น

- เพื่อตรวจสอบและติดตามการเคลื่อนตัวของมวลอากาศเย็นว่าจะเคลื่อนตัวเข้ามาปกคลุมเมื่อใด

#### แผนที่ลมชั้นบน

- เพื่อติดตามการเคลื่อนตัวของคลื่นอากาศ และแนวของกระแสลมว่ามาจากทางใด

#### แผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์

- เพื่อทราบอุณหภูมิ และความชื้นในระดับต่างๆ ว่ามีการจัดลำดับ หรือเรียงตัวอย่างใด

### ภาพถ่ายเมฆจากดาวเทียม

- เพื่อติดตามการเคลื่อนตัวของกลุ่มเมฆ ตลอดจนจำนวนที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงเล็กน้อยเพียงใด

จากการที่ทราบแล้วว่าอากาศที่ยังไม่อิ่มตัวเรียกว่า อากาศแห้ง และเมื่อถึงจุดอิ่มตัวแล้วเรียกว่าอากาศชื้น ตามอัตรา Pseudo adiabatic Process เมื่ออากาศแห้งถูกยกตัวให้ลอยสูงขึ้นเนื่องจากการลดความดัน ทำให้อุณหภูมิลดลงในอัตรา  $3^{\circ}\text{C}/1000$  ฟุต จนกว่าจะถึงจุดอิ่มตัว (Level of Condensation Layer : LCL) แล้วถูกยกให้สูงขึ้นอีกก็จะลดลงด้วยอัตรา  $1.5^{\circ}\text{C}/1000$  ฟุต เนื่องจากได้รับความร้อนแฝงจากการกลั่นตัวของไอน้ำจึงมีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้อยลง และเมื่อสมมติให้อากาศตัวอย่างนี้ลอยขึ้นไปเรื่อยๆ ถ้าเย็นกว่าก็จะจมลงหรือถ้าเท่ากันก็จะหยุดอยู่กับที่ ณ จุดนั้นเมื่อเริ่มร้อนกว่ามันจะลอยตัวขึ้นโดยตัวของมันเอง เรียกระดับนี้ว่าระดับยกอิสระ (Level of free Convective : LFC) ถ้าระดับนี้อยู่ต่ำพายุฟ้าคะนองก็จะเกิดได้ง่าย แต่ถ้าอยู่สูงก็จะเกิดได้ยาก ในทางปฏิบัติจะระบายสีความแตกต่างนี้ด้วยและนำไปหาค่าผลต่างที่ระดับ 500 hPa เรียกว่า Stability Index ถ้าค่าตัวเลขตั้งแต่  $+2^{\circ}\text{C}$ . จนถึง  $-3^{\circ}\text{C}$ . มีโอกาสที่จะเกิดพายุฟ้าคะนองได้ ยิ่งถ้ามีค่าลบมากเท่าใดโอกาสที่จะเกิดพายุฟ้าคะนองก็จะมีมากเท่านั้น หนึ่งอย่าลืมว่าการหยั่งอากาศชั้นบนนั้นทำการหยั่งในเวลาทีล่วงมาแล้ว ดังนั้นคุณสมบัติของอากาศขณะที่ทำการตรวจสอบนั้นอาจจะเปลี่ยนแปลงไปแล้ว เช่นเนื่องจากความร้อนที่ระดับต่างๆ ใกล้เคียงพื้น หรือเมื่อมีตัวการที่จะทำให้ลมฟ้าอากาศเปลี่ยน หรือภายหลังจากที่เกิดพายุฟ้าคะนองแล้ว จะคลุกเคล้าให้ลมฟ้าอากาศ มีคุณสมบัติเปลี่ยนไปอย่างเดียวกันทั้งอุณหภูมิและความชื้น

### การพยากรณ์พายุฤดูร้อน

พายุฟ้าคะนองในฤดูร้อนจะเกิดเมื่ออากาศร้อน และมีความชื้นสูง ถูกบังคับให้ลอยสูงขึ้นแล้วเกิดการควบแน่นเป็นไอน้ำกลายเป็นเมฆแล้วยังลอยสูงขึ้นไปอีกกลายเป็นเมฆก่อตัวในทางตั้ง (Convective Clouds) อุณหภูมิจะลดลงเรื่อยๆ ด้วยอัตรา  $6^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . จนกระทั่งถึงจุดเยือกแข็ง ( $0^{\circ}\text{C}$ .) ก็จะกลายเป็นน้ำแข็ง ภายในก้อนเมฆจะมีกระแสอากาศไหลขึ้นไหลลงอย่างสับสน ทำให้เม็ดน้ำชนกันกลายเป็นเม็ดน้ำที่ใหญ่ขึ้นมีหลายขนาด และเมื่อถูกพัดพาให้สูงขึ้นไปอีกก็จะเกิดการควบแน่นเป็นน้ำแข็ง และเมื่อกระแสอากาศอุ้มไว้ไม่ไหวก็จะร่วงหล่นสวนทางกับเม็ดน้ำทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือเม็ดน้ำที่พัดสวนทางกับลูกเห็บที่ถูกพุงให้อยู่กับที่ ลูกเห็บก็มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ในระยะเวลาอันสั้น ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของกระแสอากาศ จนกระทั่งลูกเห็บมีขนาดใหญ่กระแสอากาศพุงไว้ไม่ไหวจึงร่วงหล่นลงมา ขณะที่ลูกเห็บหรือก้อนน้ำแข็งในก้อนเมฆวิ่งสวนไปมาตามกระแสลม ทำให้เกิดความต่างศักย์กันของไฟฟ้าสถิตระหว่างขั้วบวกกับขั้วลบ จึงมีฟ้าคะนองหรือฟ้าผ่าเกิดขึ้นร่วมด้วยเสมอ ส่วนลมกระโชกแรงชั้นพายุนั้นเกิดจากกลุ่มลูกเห็บขนาดใหญ่ ร่วงหล่นมาเป็นจำนวนมาก และก้อนใหญ่ทำให้เกิดกระแสลมสู่พื้นดิน (Downdraft) แล้วพัดพาไปในทางราบกลายเป็นลมกระโชก หรือม้วนกลับไปข้างบนอีกในบริเวณใกล้เคียงก้อนเมฆ ส่วนมากลูกเห็บที่มีขนาดใหญ่จะต้องเป็นเมฆก่อตัวในทางตั้ง และมียอดเมฆสูงมาก ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ได้ อุณหภูมิของอากาศในระดับสูงๆ จะต้องต่ำกว่าปกติ เช่นเมื่อมีคลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันตกพัดผ่านเข้ามามวลอากาศระดับสูงนี้มาจากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือผ่านเทือกเขาหิมาลัย และมีกระแสลมกรด (Jet Stream) ร่วมอยู่ด้วยเสมอ อุณหภูมิในระดับสูง ๆ จึงต่ำอากาศร้อนขึ้นภายในก้อนเมฆจึงลอยขึ้นอย่างรวดเร็ว และคลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันตกนี้ จะเคลื่อนเข้ามาในระหว่างเดือน เม.ย. และต้นเดือน พ.ค. ต่อเมื่อเริ่มฤดูฝนแล้วคลื่นอากาศนี้จะเลื่อนขึ้นไปทางเหนือพายุฟ้าคะนองที่เกิดในประเทศไทยก็จะเริ่มถดถอย ทั้งนี้เพราะกระแสลมฝ่ายตะวันออกในระดับสูงจากมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งมีอุณหภูมิก่อนข้างสูง พัดเข้ามาแทนที่กระแสลมฝ่ายตะวันตกที่ปกคลุมอยู่ก่อนหน้านั้นนั่นเอง นอกจากคลื่นอากาศจะทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองรุนแรงแล้วความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลมเข้ามาปกคลุมประเทศไทยก็สามารถทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองได้ ถ้าในระดับสูงๆ เป็นกระแสลมฝ่ายตะวันตกหรือมีอุณหภูมียิ่งกว่าปกติ ดังนั้นการพยากรณ์พายุฟ้าคะนองจึงต้องทำการวิเคราะห์แผนที่อากาศทุกชนิด และติดตามตัวการและตัวแปรต่างๆ อย่างใกล้ชิด

## บทที่ 6 การพยากรณ์น้ำฟ้า

น้ำฟ้าหรือหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) หมายถึง น้ำในลักษณะของเหลว หรือของแข็งรูปผลึก หรือของแข็งอสัณฐาน (Amorphous) ซึ่งเกิดจากเมฆบนท้องฟ้า แล้วตกลงมายังพื้นโลก เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ ฯลฯ หรือน้ำที่ตกลงจากฟ้าลงสู่ดินไม่ว่าจะมีสถานะเป็นน้ำหรือน้ำแข็ง เช่น ฝนละออง ฝนธรรมดา หิมะ และลูกเห็บ ลักษณะของหยาดน้ำฟ้าดังกล่าวแตกต่างกันออกไปจาก เมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง และไอน้ำหรือน้ำแข็งในรูปอื่นๆ ตรงที่หยาดน้ำฟ้าจะต้องตกจากบรรยากาศถึงพื้นดิน

เมฆ (Cloud) คือไอน้ำที่กลั่นตัว (Condensation) รวมกันเข้าเป็นกลุ่มก้อน จากมีสภาพเป็นอนุภาคเล็กๆ ของน้ำหรือน้ำแข็ง หรือทั้งสองอย่างปนกันลอยอยู่ในอากาศ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าในกลุ่มของผสมนี้อาจมีอนุภาคใหญ่ๆ ของน้ำแข็งปนอยู่ด้วย หรืออาจมีอนุภาคที่ไม่มีน้ำ หรืออนุภาคที่เป็นของแข็งตัวอย่าง เช่น ก๊าซ ผงฝุ่น หรือควัน ฯลฯ ปนอยู่ด้วย

การพยากรณ์น้ำฟ้าในบทนี้จะกล่าวเฉพาะการพยากรณ์ฝน และการพยากรณ์ลูกเห็บเท่านั้น ทั้งสองอย่างนี้จะเกิดมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า และชนิดของเมฆ เพราะเมฆ แต่ละชนิดจะทำให้เกิดน้ำฟ้าในลักษณะที่แตกต่างกันเช่น เมฆ ST (สเตรตัส) ทำให้เกิดฝนละออง (Drizzle) เมฆ CB (คิวมูโลนิมบัส) ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง (Thunder rain) หรือฝนชุกฟ้าคะนอง (Thunder Shower) เป็นต้น

ก่อนที่จะเข้าสู่หลักการพยากรณ์อากาศของกองช่างอากาศ คปอ. ผู้พยากรณ์อากาศจำเป็นต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับความหมาย และกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศต่างๆ ซึ่งผู้เรียบเรียงได้พยายามรวบรวมจากเอกสารต่างๆ ของกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และของกองช่างอากาศ คปอ. เอง ตลอดจนความหมายที่ใช้อยู่ทางด้านนการทหารของกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้พยากรณ์อากาศได้เรียนรู้ในหลายสิ่งหลายอย่างของแต่ละหน่วยงาน ตรงตามวัตถุประสงค์ต่อการใช้งาน นอกจากนี้แล้วยังมีเกณฑ์การพยากรณ์อากาศต่างๆ อีกมากมายซึ่งมีทั้งที่ใช้เป็นส่วนรวมโดยทั่วไป และที่แยกใช้ของแต่ละสถานีตรวจอากาศ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามความเหมาะสมของแต่ละท้องถิ่น สำหรับเกณฑ์การพยากรณ์อากาศนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา ทั้งนี้เพื่อความเหมาะสมต่อการใช้ของผู้รับบริการช่างอากาศ ซึ่งความหมายต่างๆ และเกณฑ์การพยากรณ์อากาศพื้นฐานเบื้องต้นจะได้กล่าวต่อไปนี้เป็น

### กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ความหมายของคำที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศท้องฟ้าและเมฆ

#### ท้องฟ้าและเมฆ

ท้องฟ้าแจ่มใส (Fine)	ไม่มีเมฆหรือมีเมฆแต่น้อยกว่า 1 ส่วน
ท้องฟ้าโปร่ง (Fair)	ตั้งแต่ 1 ส่วน ถึง 3 ส่วน
เมฆบางส่วน (Partly cloudy sky)	เกินกว่า 3 ส่วน ถึง 5 ส่วน
เมฆเป็นส่วนใหญ่ (Cloudy sky)	เกินกว่า 5 ส่วน ถึง 8 ส่วน
เมฆมาก (Very cloudy sky)	เกินกว่า 8 ส่วน ถึง 9 ส่วน
เมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast sky)	เกินกว่า 9 ส่วน ถึง 10 ส่วน

หมายเหตุ คำว่า "ส่วน" หมายถึง 1/10 ของท้องฟ้า

การพยากรณ์บริเวณที่จะมีฝนตก

บางแห่ง (Isolated)	มีฝนตกไม่เกิน 20 % ของพื้นที่
กระจายเป็นแห่ง ๆ (widely scattered)	มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่
กระจาย (Scattered)	มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่
เกือบทั่วไป (Almost widespread)	มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่
ทั่วไป (Widespread)	มากกว่า 80 % ของพื้นที่
เป็นบริเวณกว้าง (Widespread)	อยู่ในขอบเขตของพายุ

จำนวนฝน

การรายงานจำนวนน้ำฝนที่ตกรวมระยะเวลา 24 ชั่วโมง พิจารณาของฝนที่ตกในประเทศที่อยู่ในเขตร้อน ในย่านมรสุมมีดังนี้

ฝนวัดจำนวนไม่ได้ (Trace)	คือฝนตกมีปริมาณน้อยกว่า 0.1 มม. (ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถวัดปริมาณแน่นอนได้)
ฝนเล็กน้อย (Light rain)	คือฝนตกที่มีปริมาณตั้งแต่ 0.1 มม. ถึง 10.0 มม.
ฝนปานกลาง (Moderate rain)	คือฝนตกที่มีปริมาณตั้งแต่ 10.1 มม. ถึง 35.0 มม.
ฝนหนัก (Heavy rain)	คือฝนตกที่มีปริมาณตั้งแต่ 35.1 มม. ถึง 90.0 มม.
ฝนหนักมาก (Very heavy rain)	คือฝนตกที่มีปริมาณตั้งแต่ 90.1 มม. ขึ้นไป

เกณฑ์อุณหภูมิของอากาศ

อากาศร้อน	ตั้งแต่ 35 <sup>o</sup> ซ. แต่ไม่เกิน 40 <sup>o</sup> ซ.	คือเกณฑ์อุณหภูมิสูงสุดประจำวันในฤดูร้อน
อากาศร้อนจัด	ตั้งแต่ 40 <sup>o</sup> ซ. ขึ้นไป	(ใช้เฉพาะฤดูร้อน)
อากาศเย็น	น้อยกว่า 23 <sup>o</sup> ซ. ลงไปถึง 16 <sup>o</sup> ซ.	คือเกณฑ์อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันในฤดูหนาว
อากาศหนาว	น้อยกว่า 16 <sup>o</sup> ซ. ลงไปถึง 8 <sup>o</sup> ซ.	(ใช้เฉพาะฤดูหนาว)
อากาศหนาวจัด	น้อยกว่า 8 <sup>o</sup> ซ. ลงไป	

ลักษณะทะเล

ทะเลเรียบ	คลื่นสูงไม่เกิน 0.5 เมตร
ทะเลมีคลื่นเล็กน้อย	คลื่นสูงเกินกว่า 0.5 เมตร ถึง 1.25 เมตร
ทะเลมีคลื่นปานกลาง	คลื่นสูงเกินกว่า 1.25 เมตร ถึง 2.5 เมตร
ทะเลมีคลื่นจัด	คลื่นสูงเกินกว่า 2.5 เมตร ถึง 4 เมตร
ทะเลมีคลื่นจัดมาก	คลื่นสูงเกินกว่า 4 เมตร ถึง 6 เมตร
ทะเลมีคลื่นใหญ่	คลื่นสูงเกินกว่า 6 เมตร ถึง 9 เมตร
ทะเลมีคลื่นใหญ่มาก	คลื่นสูงเกินกว่า 9 เมตร ถึง 14 เมตร
ทะเลเป็นบ้า	คลื่นสูงเกินกว่า 14 เมตรขึ้นไป

เขตการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

1. ภาคเหนือ ประกอบด้วย 15 จังหวัด คือ เชียงราย พะเยา เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน น่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก สุโขทัย ตาก พิจิตร กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ และแพร่
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 17 จังหวัด คือ หนองคาย เลย อุดรธานี นครพนม มุกดาหาร สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ชัยภูมิ ยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ นครราชสีมา และสุรินทร์
3. ภาคกลาง ประกอบด้วย 19 จังหวัด คือ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สระบุรี สุพรรณบุรี อยุธยา นครนายก ปทุมธานี กาญจนบุรี นนทบุรี นครปฐม กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และราชบุรี
4. ภาคตะวันออก ประกอบด้วย 6 จังหวัด คือ ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด
5. ภาคใต้ แบ่งออกเป็น 2 ภาคย่อย คือ
  - 5.1 ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ประกอบด้วย 10 จังหวัด คือ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส
  - 5.2 ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ประกอบด้วย 6 จังหวัด คือ ระนอง พังงา ภูเก็ต ตรัง และสตูล

ความหมายของคำที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศของ กขอ.คปอ.

ท้องฟ้าและเมฆ

ท้องฟ้าโปร่ง (Fine)	ไม่มีเมฆหรือมีเมฆแต่น้อยกว่า 1 ส่วน
อากาศดี (Fair)	ตั้งแต่ 1 ส่วน ถึง 2 ส่วน
เมฆบางส่วน (Partly cloudy sky)	เกินกว่า 2 ส่วน ถึง 4 ส่วน
เมฆเป็นส่วนมาก (Cloudy sky)	เกินกว่า 4 ส่วน ถึง 6 ส่วน
เมฆมาก (Very cloudy sky)	เกินกว่า 6 ส่วน ถึง 7 ส่วน
เมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast sky)	เกินกว่า 7 ส่วน ถึง 8 ส่วน

หมายเหตุ คำว่า "ส่วน" หมายถึง 1/8 ของท้องฟ้า (OCTA)

การพยากรณ์บริเวณที่จะมีฝนตก

บางแห่ง (Isolated)	น้อยกว่า 20 % ของพื้นที่
แห่งๆ (Few)	เกินกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่
กระจาย (Scattered)	เกินกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่
เกือบทั่วไป (Almost widespread)	เกินกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่
ทั่วไป (Numerous)	เกินกว่า 80 % ของพื้นที่

เกณฑ์อุณหภูมิของอากาศ

องศาเซลเซียส	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
0 - 7	หนาวจัด	Very cold
8 - 15	หนาว	Cold
16 - 17	ค่อนข้างหนาว	Rather cold
18 - 23	เย็น	Cool
35 - 39	ร้อน	Hot
40 ขึ้นไป	ร้อนจัด	Very hot



### เขตการพยากรณ์อากาศของ กขอ.คปอ.

แบ่งออกตามความเหมาะสมทางด้านยุทธการในการป้องกันประเทศ ส่วนใหญ่จะยึดเอาที่ตั้งของทอ. เป็นหลัก ในการกำหนดเขตแต่ละเขต จะแตกต่างกับออกไปกรมอุตุนิยมวิทยาบ้างเล็กน้อย ดังนี้

ภาคเหนือ เริ่มจากจังหวัด พิชณุโลก ขึ้นไป

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มจากจังหวัด นครราชสีมา ขึ้นไป

ภาคกลาง เริ่มจาก สถานีรายงานเขาเขี้ยว (สร.เขาเขี้ยว) ลงไปจนถึง จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์

ภาคใต้ เริ่มตั้งแต่จังหวัด ชุมพร ลงไป

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการแบ่งเขตการพยากรณ์อากาศ อาจจะไม่แตกต่างกันออกไปบ้าง ตามความเหมาะสม ของการใช้งานแต่ละประเภท ทั้งของฝ่ายพลเรือน และฝ่ายทหารว่าจะเห็นจุดใดเป็นสิ่งสำคัญ

### การพยากรณ์ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์	จำนวนเมฆที่ปกคลุม
65 % หรือน้อยกว่า	0/8 ส่วน
70 %	1 - 2/8 ส่วน
75 %	3/8 ส่วน
80 %	4 - 5/8 ส่วน
85 %	6 - 7/8 ส่วน
90 % ขึ้นไป	8/8 ส่วน

### ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศ กับ อุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศ

ค่าความแตกต่าง	สภาพอากาศ
0 - 2 ซ.	เมฆเต็มท้องฟ้า อาจจะมีสภาพอากาศเกิดขึ้น (Overcast possible precipitation)
2 - 4 ซ.	มีเมฆบางส่วนถึงเมฆเป็นส่วนมาก (Scatter or broken cloud)
4 ซ.	มีเมฆเล็กน้อยถึงท้องฟ้าแจ่มใส (Widely scatter to clear sky)

### ค่าแตกต่างระหว่าง T กับ Td สัมพันธ์กับ ความชื้นสัมพัทธ์

ค่าความแตกต่าง	ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย
0 - 2°ซ.	100 - 88 %
2 - 4°ซ.	87 - 75 %
4 - 6°ซ.	74 - 63 %
6 - 8°ซ.	62 - 50 %
8°ซ. ขึ้นไป	50 %

### ความรุนแรงของแนวลมสอบ และแนวลมแยก (Intensity from convergence and divergence inside circulation regime)

very weak	( อ่อนมาก )	05 - 10 นอต
weak	( อ่อน )	10 - 15 นอต
strong	( แรง )	15 - 20 นอต
very strong	( แรงมาก )	มากกว่า 25 นอต

### องค์ประกอบที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ

องค์ประกอบที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ ทางอุตุนิยมวิทยา มีดังนี้

- Surface chart
- Upper wind chart (Wind aloft chart)
- Thermodynamic diagram (Skew T. log P)
- Pressure change
- Radar report
- Weather satellite
- Statistic data

### ข้อพิจารณาในการพยากรณ์อากาศ

1. พิจารณาลักษณะตัวการสำคัญบนแผนที่อากาศผิวพื้น (Surface chart)
  - บริเวณพื้นที่การพยากรณ์อากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของตัวการใด
  - การเคลื่อนที่ของตัวการนั้นๆ ว่าไปในทิศทางใด
  - ระยะเวลาที่คาดว่าตัวการนั้นๆ ยังจะมีอิทธิพลอยู่
  - แนวโน้มความรุนแรงจะเพิ่มมากขึ้นหรือลดน้อยลง
2. พิจารณาลักษณะตัวการจากแผนที่ลมชั้นบน (Wind aloft chart)
  - บริเวณพื้นที่การพยากรณ์อากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของตัวการใด
  - พิจารณาแหล่งที่มาของมวลอากาศ และคุณสมบัติของมวลอากาศ
  - พิจารณาความเร็วลมว่าแรงขนาดไหน
  - ลมแต่ละระดับสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด
  - ระยะเวลาที่คาดว่าระบบลมจะคงอยู่นานเท่าใด
  - เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแล้วระบบลมจะเป็นอย่างไร
3. พิจารณาค่าต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์แผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ (Skew T. log P.)
 

- Freezing level	- Inversion
- Tropopause	- L.C.L.
- C.C.L.	- L.F.C.
- Significant wind	- Stability index
- Contrails	- Temperature
- Veering and Backing	- K – value
- ความชื้น	- พื้นที่บวกรวม และพื้นที่ลบ
- ค่าทุกตัวที่วิเคราะห์ได้บนแผนภูมิ ฯ	
4. พิจารณาการเปลี่ยนแปลงระบบความกดอากาศ (Pressure change)
  - ความกดอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลง
  - มีทิศทางเคลื่อนที่ไปทางใด
  - ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เท่าใด
  - แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจะเป็นอย่างไร

5. พิจารณาสภาพอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (Present weather) ก่อนที่จะพยากรณ์อากาศนั้น นักพยากรณ์อากาศ ควรจะตรวจสอบสภาพอากาศปัจจุบัน เพื่อความแน่นอนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อการตกลงใจในการพยากรณ์อากาศซึ่งข่าวอากาศปัจจุบันสามารถตรวจสอบได้จาก

- ข่าวอากาศประจำชั่วโมง
- ภาพถ่ายเมฆจากดาวเทียมตรวจอากาศ
- ผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ

6. พิจารณาตรวจสอบข้อมูลทางสถิติอุตุนิยมวิทยา โดยการตรวจสอบข้อมูลทางสถิติว่าสภาพอากาศในช่วงฤดูกาลนี้ เดือนนี้ หรือสัปดาห์นี้เป็นอย่างไร เพราะการพยากรณ์อากาศนั้น จะต้องอยู่ภายใต้ข้อมูลทางสถิติของภูมิอากาศที่ระบุไว้

### การพยากรณ์อากาศ

เมื่อนักพยากรณ์อากาศได้พิจารณาตัวการสำคัญต่างๆ บนแผนที่อากาศผิวพื้น ลมชั้นบน ฯลฯ ตลอดจนตรวจสอบข้อมูลทางสถิติภูมิอากาศ และสภาพอากาศในปัจจุบันแล้ว ก็ให้ทำการพยากรณ์อากาศตามสารประกอบด้านการพยากรณ์คือ

- ลักษณะอากาศที่จะเกิด (ฝน, หมอก, พายุฟ้าคะนอง ฯลฯ)
- ทิศทางและความเร็วลม
- อุณหภูมิของอากาศ
- ความกดดันของอากาศ
- ความชื้น
- จำนวน ชนิด และความสูงของฐานเมฆ
- ทิศนวิสัย

### การพยากรณ์ฝน

ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่งที่ตกจากเมฆลงสู่พื้นดินในลักษณะของเหลว ฝนเป็นหยาดน้ำที่พบมากที่สุดในการบรรดาหยาดน้ำฟ้าชนิดต่าง ๆ เกิดจากละอองน้ำขนาดเล็ก ๆ รวมตัวกันเป็นหยดน้ำขนาดใหญ่จนมีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านของอากาศที่พัดขึ้นไปจึงตกลงมาเป็นฝน เม็ดฝนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 0.5 มิลลิเมตร (0.02 นิ้ว) ขึ้นไป บางทีเม็ดน้ำฝนอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ถึง 7 มิลลิเมตร (0.25 นิ้ว) บางทีมวลอากาศลดอุณหภูมิต่ำลงถึงจุดน้ำค้างอย่างช้าๆ จึงทำให้เม็ดฝนมีขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ .02 นิ้ว หรือน้อยกว่า) เมื่อตกลงเบื้องล่างจึงดูคล้ายละอองฝน ฝนชนิดนี้จึงมีชื่อเรียกว่าฝนละออง (Drizzle) ประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมาก ระหว่างเส้นละติจูดประมาณ 5 - 20 องศาเหนือ จัดได้ว่าอยู่ในแถบร้อนของโลกอากาศค่อนข้างร้อน ซึ่งรับไอน้ำได้มากกว่าปกติ เมื่ออากาศอุ่นและชื้นลอยขึ้นจะขยายตัวและเย็นตัวลง ควบแน่นกลายเป็นฝน สาเหตุที่ทำให้อากาศลอยสูงขึ้นนั้นมีดังนี้ คือ

- การพาความร้อนของอากาศ (Convection) ทำให้เกิดฝนพาความร้อน (Convective rain)
- อากาศลอยขึ้นไปตามลาดเขา (Orographic) ทำให้เกิดฝนภูเขา (Orographic rain)
- การลอยขึ้นของอากาศในพายุหมุน (Cyclonic) ทำให้เกิดฝนพายุหมุน (Cyclonic rain)
- อากาศร้อนไหลขึ้นไปบนอากาศเย็น (Frontal) ทำให้เกิดฝนแนวปะทะ (Frontal rain)
- การสอเข้าหากันของลม (Convergence)

Streamline convergence (Convergence from wind direction)

Speed convergence (Convergence from wind speed)

Convergence from cyclone and wind shear

- การเคลื่อนเข้ามาของคลื่นอากาศ Easterly wave , Westerly trough
- การพัดสอบของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE Monsoon) กับ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW Monsoon)

ฝนพาความร้อน (Convective Rain) เกิดจากในเวลากลางวันพื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ อากาศก็จะร้อนขึ้นด้วย และจะลอยตัวสูงขึ้นเย็นตัวลงตามลำดับ เมื่อเย็นลงจะถึงจุดที่อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นเมฆ CU และอาจรุนแรงเป็นเมฆ CB ตกลงมาเป็นฝนพายุฟ้าคะนอง

ฝนชนิดนี้อาจตกเป็นแห่งๆ ได้ทุกวันในระยะตั้งแต่เดือน พ.ค. ถึงเดือน ต.ค. ซึ่งเป็นระยะที่อากาศในประเทศไทยเรามีความชื้นมาก เนื่องจากได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากมหาสมุทรอินเดียสำหรับภาคใต้ เนื่องจากมีทะเลล้อมรอบ จึงอาจมีฝนชนิดนี้ตกเป็นแห่งๆ ได้ตลอดปี

ฝนภูเขา (Orographic Rain) เกิดจากอากาศชั้นพัดปะทะกับภูเขา ลมจะพัดขึ้นไปตามลาดเขาและเย็นลง ในขณะที่สูงขึ้นไป เนื่องจากการลอยตัวสูงขึ้นทำให้อุณหภูมิลดลง เมื่อถึงจุดที่อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นเมฆ และตกเป็นฝนทางด้านเขาด้านลม ส่วนซีกด้านหลังก็อาจมีฝนได้บ้างแต่มีเป็นจำนวนน้อย เพราะเมื่อลมพัดข้ามเลยยอดเขาไป จะจมตัวลงตามลาดเขาด้านหลังอากาศจะอุ่นขึ้นตาม Adiabatic process อากาศอุ่นสามารถรับไอน้ำได้มาก ฉะนั้นเมฆจะสลายตัวไป เมืองที่อยู่ทางซีกเขาด้านปลายลมจึงมีฝนน้อย เช่นที่จังหวัดตาก ซึ่งมีภูเขาตะนาวศรีกั้นขวางทางลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่ ส่วนจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางด้านหน้าภูเขา เช่น ระยอง จันทบุรี และตราด จะมีฝนตกมาก

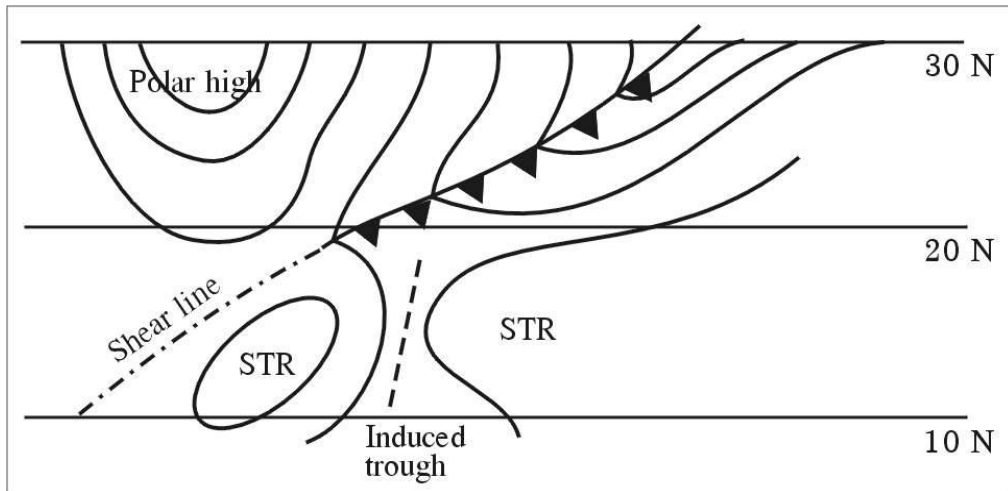
ฝนพายุหมุน (Cyclonic Rain) พายุหมุนที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยเรา ได้แก่ ดีเปรสชัน พายุเขตร้อน และ ใต้ฝุ่น อาณาบริเวณหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนกว้างมากกว่า 100 กม. แต่โดยเฉลี่ยจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 650 กม. ลมที่พัดเข้าหาศูนย์กลางเป็นรูปก้นหอยในทางทวนเข็มนาฬิกา พายุหมุนในประเทศไทยโดยมากเป็นดีเปรสชัน ซึ่งมีเมฆ CB ทำให้เกิดฝนตกหนัก ตกทั่วไปเป็นบริเวณกว้าง และมีระยะเวลาหลายวัน

พายุหมุนที่ผ่านเข้ามาในประเทศไทยนั้น มักก่อตัวในทะเลจีนใต้หรือมหาสมุทรแปซิฟิก โดยอาจแรงถึงขั้นเป็นใต้ฝุ่น แต่เมื่อจะเข้าถึงประเทศไทยจะต้องผ่านประเทศเวียดนาม ลาว หรือกัมพูชาเสียก่อน จึงทำให้อ่อนกำลังลง เพราะต้องปะทะกับภูเขา ต้นไม้ อาคารบ้านเรือน ฯลฯ เมื่อถึงประเทศไทยจึงมักลดกำลังลงเป็นเพียงดีเปรสชันเท่านั้น พายุหมุนจะผ่านเข้ามาหรือผ่านใกล้ประเทศไทยมากในเดือน มิ.ย. ถึง ต.ค. แต่ในภาคใต้และอ่าวไทยมีมากในเดือน พ.ย. และ ธ.ค. ฝนพายุหมุนทำให้เกิดน้ำท่วมได้มากที่สุด

ฝนแนวปะทะอากาศ (Frontal Rain) เกิดเมื่อมวลอากาศเย็นจากทางเหนือกับมวลอากาศร้อนจากทางใต้ เคลื่อนมาพบกับอากาศเย็นซึ่งหนักกว่า และจะซัดให้อากาศร้อนลอยสูงขึ้นเบื้องบนทำให้อากาศร้อนเย็นตัวลงตามลำดับ ฝนแนวปะทะมักจะมีพายุฟ้าคะนองรุนแรง ระยะเวลาที่ตกไม่นาน สำหรับประเทศไทยไม่ค่อยมีฝนชนิดนี้ที่พอจะมีบ้างก็คือ Stationary Front (ฝนแนวปะทะอากาศคงที่) หรือ Shear Line เกิดในเดือน ต.ค. ถึง พ.ย. และเดือน ก.พ. ถึง เม.ย. อันเป็นระยะที่มวลอากาศเย็นในไซบีเรีย หรือตอนเหนือของประเทศจีนได้เคลื่อนลงมาถึงประเทศไทยเป็นครั้งคราว ฝนชนิดนี้เกิดขึ้นบ่อยในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

ฝนที่เกิดจากแนวลมพัดตัดกัน (Shear Lines) คือ แนวลมพัดตัดกัน หรือเรียกง่าย ๆ ว่า "Shear Line" ปกติจะพบในเขตร้อนซึ่งเป็นส่วนปลายสุดของแนวปะทะอากาศเย็นจากขั้วโลกที่มีกำลังแรงเคลื่อนต่ำลงมาในละติจูดต่ำ เป็นเหตุให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของมวลอากาศตามแนวปะทะอากาศ ทำให้ลมเปลี่ยนทิศทางและความเร็วกับแนวปะทะอากาศ แนวลมสงบและเมฆที่ก่อตัวในทางตั้งจะเกิดตลอดแนวลมพัดตัดกัน

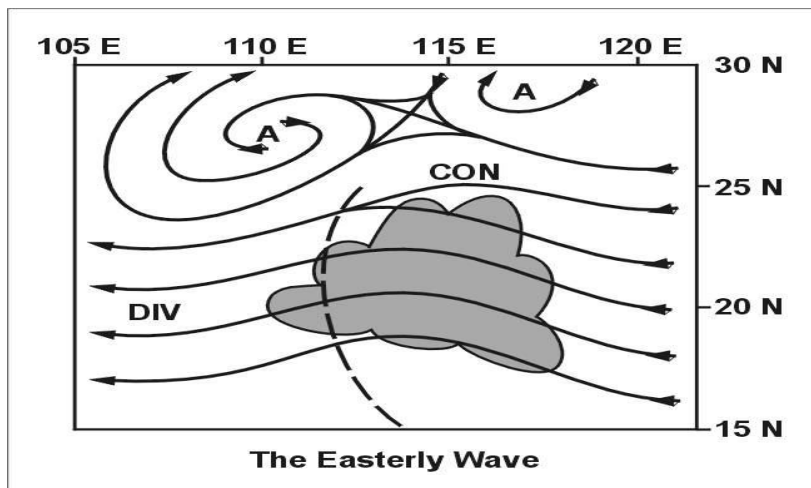
การเคลื่อนตัวของแนวปะทะจากขั้วโลกมายังเขตร้อน บางครั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนคุณสมบัติเป็นความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน (STR หรือ STH) และแยกออกเป็นสองตัว ทำให้เกิดเป็นร่องความกดอากาศต่ำที่เกิดขึ้นจากการชักนำระหว่างความกดอากาศสูงสองตัวนั้นบนแผนที่อากาศผิวพื้น ดังรูป



ฝนที่เกิดจากการสอบเข้าหากันของลม (Convergence Rain) การสอบของทิศทาง ความเร็วลม และการหมุนสอบเข้าหากันของลม ตลอดจนการเชียร์ (Shear) เป็นส่วนที่ทำให้อากาศลอยตัวสูงขึ้นทำให้เกิดเป็นเมฆและฝนตามมาตามลำดับ

#### ฝนที่เกิดจากการเคลื่อนที่เข้ามาของคลื่นอากาศ

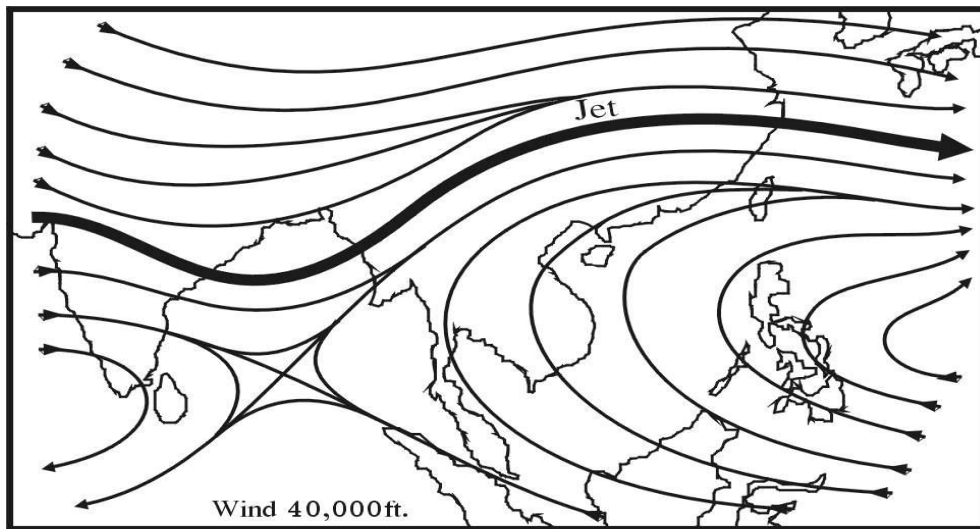
คลื่นอากาศในกระแสลมตะวันออก (Easterly Wave) เป็นปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาชนิดหนึ่ง โดยลมฝ่ายตะวันออกจากมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ พัดเข้าสู่อาเซียน ในกระแสลมตะวันออกนี้บางครั้งทำให้เกิดลักษณะอากาศแปรปรวน โดยเคลื่อนที่จากตะวันออกไปทางตะวันตก ภายในกระแสคลื่นของลมตะวันออกนี้มีเมฆมาก และมีฝนในร่องของคลื่นด้านหลังเพราะลมจะพุ่งสอบเข้าหากัน (Convergence) ส่วนทางด้านหน้าอากาศจะดี เมื่อคลื่นผ่านถึงที่ใดก็ทำให้ฝนตกบริเวณนั้น ซึ่งเป็นฝนนอกฤดู มักจะเกิดในเดือน ม.ค. หรือ ก.พ. ซึ่งเราเรียกว่าฝนชะช่อมะม่วง (Mango Shower) เป็นฝนขนาดเบาและมีปริมาณไม่มากนัก



คลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันตก (Westerly trough) คลื่นนี้เกิดในกระแสลมที่พัดจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออกในระดับสูง ตามปกติเราจะพิจารณาที่ระดับ 500 hPa ขึ้นไป แต่ถ้าคลื่นนี้มีความรุนแรงมาก อาจพบได้ที่ระดับ 700 hPa

คลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันตก เกิดจากการปรับตัวของบรรยากาศในทางตั้ง เมื่อมวลอากาศเย็นจากขั้วโลกแผ่ลงมาทางเขตอบอุ่น ทำให้เกิดแนวปะทะอากาศที่ระดับผิวพื้น ส่วนในระดับสูงขึ้นไปจะเกิดกระแสลมกรดพัดอยู่ โดยเคลื่อนตัวจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จะเห็นได้ชัดตั้งแต่ระดับ

500 hPa ขึ้นไป เมื่อคลื่นนี้เคลื่อนตัวผ่านอ่าวเบงกอลจะรวมตัวกับคลื่นอากาศฝ่ายตะวันออกเกิดเป็นแนวลมสอบเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันออก จนผ่านภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากในระดับต่ำเป็นอากาศร้อนระดับบนเป็นอากาศเย็น จะทำให้เกิดการยกตัวของมวลอากาศ เกิดเป็นพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรง ลมแรงอาจมีพายุลูกเห็บตก ซึ่งจะพบมากในเดือน เม.ย. เมื่อคลื่นนี้เคลื่อนตัวผ่านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ก็ยังทำให้เกิดสภาพอากาศต่อไปอีก จนเมื่อเคลื่อนผ่านทะเลจีนใต้ จึงอ่อนกำลังลงรวมตัวกับมวลอากาศอุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิก แล้วสลายตัวไปในที่สุด



การพยากรณ์อากาศโดยอาศัยความชำนาญ (Rules of Thumb)

เดือน ก.พ. - เม.ย. ก่อนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเข้าสู่ระบบ (On Set) สมบูรณ์แบบ ช่วงระยะที่พายุ ฟ้าคะนองรุนแรงที่เกิดขึ้นในเดือน ก.พ. จะอยู่ในช่วงเวลา 1400 - 1600 ในเดือน มี.ค. จะอยู่ในช่วงเวลา 1600 - 1800 และ ในเดือน เม.ย. จะกลับมาอยู่ในช่วงเวลา 1300 - 1500 อีก

เดือน พ.ค. - ก.ย. พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดในประเทศไทย จะเคลื่อนที่ตามทิศทางลมเฉลี่ยระดับ 500 hPa กับ 400 hPa ตลอดช่วงนี้

ตลอดฤดูกาลพายุฝนฟ้าคะนองจะไม่ค่อยเกิดขึ้นที่เดือนเมษายน นอกเสียจากว่า ลมเหนือสถานีดอนเมือง ตั้งแต่ผิวพื้น ถึงระดับ 15,000 ฟุต พัดอยู่ระหว่างทิศ 100 - 270 องศา ติดต่อกันอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะมีพายุฝนฟ้าคะนอง

เดือน ต.ค. - พ.ย. สำหรับในช่วงนี้ ประเทศไทยจะมีพายุหมุนเขตร้อน หรือไต้ฝุ่นเคลื่อนเข้ามามากที่สุด โดยทั่วไปเมื่อมีพายุหมุนเขตร้อนเกิดเข้าในทะเลจีนใต้แล้ว กระแสอากาศที่พัดเข้าสู่ระบบไซโคลนจะเป็นอากาศเย็นและแห้งจากไหล่ของทวีปเอเชีย ซึ่งจะทำให้พายุหมุนในเขตร้อนอ่อนกำลังก่อนที่จะเคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทย (ต้องพิจารณาดูแนวโน้มความรุนแรงของพายุประกอบด้วย)

สภาพอากาศในช่วงระยะเวลาการเปลี่ยนฤดูกาล ลักษณะอากาศสำหรับประเทศไทย จะเป็นดังนี้

0000 - 0300 UTC 00000 4800 - 8000 10BR 1ST010 4SC, CU020/050

3AS, AC 080/120 3CI, CS300/380

0300 - 0900 UTC 9999 3-5SC, CU020/090 3AS, AC150/200 4CI, CS300/380

CB VCNTY

0900 - 1800 UTC 9999 3-5SC, CU030/100 3AS, AC140/200 4CI, CS300/400

CB/TS/RASH VCNTY

1800 - 0100 UTC 8000 10BR/80RASH 3-5SC, CU015/050 3AS, AC100/150  
4CI, CS300/380

ฤดูหนาวตั้งแต่เดือน พ.ย. - ก.พ.

1. ถ้าท้องฟ้าถูกปกคลุมด้วยเมฆชั้นกลางมากตอนดวงอาทิตย์ขึ้น ตระหนักว่าในตอนบ่ายอาจจะมีฝนชุก (Shower) หรือพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้น พายุฝนฟ้าคะนองจะเกิดขึ้นเมื่อความกดอากาศสูง เคลื่อนที่มาจาก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้าสู่ประเทศไทย

2. ถ้าหากว่าลมผิวพื้นที่ยังคงพัดอยู่ในช่วงเหนือของเส้นวงกลม (Northern Quadrant) เป็นเวลา มากกว่า 6 ชั่วโมงติดต่อกัน คาดได้ว่า มวลอากาศเย็นจะเคลื่อนที่มาถึงตอนเมือง ในเวลาประมาณ 24 - 36 ชั่วโมง ถัดมา ซึ่งมวลอากาศเย็นนี้อาจจะทำให้เกิดสภาพอากาศแลว โดยจะมีเมฆมาก หรืออาจจะมีฝนชุก (Shower) และ พายุฟ้าคะนองอย่างรุนแรงติดตามมา

3. เมื่อความกดอากาศที่ยังคงสูงถึง 1020 hPa หรือมากกว่า ให้เฝ้าดูลักษณะอากาศที่ตอนเมือง อาจจะมีฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นตามมาภายหลัง ประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง

4. เมื่อความร้อนที่ผิวพื้นในทางระดับที่สถานีตอนเมือง มีเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย อุณหภูมิจุดน้ำค้างเวลา 1400 ของตอนบ่ายวันก่อน ใช้เป็นอุณหภูมิสำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิต่ำสุดในเวลาตอนเช้าได้ผลใกล้เคียงมาก

5. ในช่วงระยะเวลา (พ.ย. - ก.พ.) ลักษณะที่ปรากฏที่ตอนเมืองเป็นดังนี้

0000 - 0300 UTC 00000 4800 10BR 2SC015 2AC120 3CI300

0300 - 0000 UTC 050/05-10 9999 2SC030 1AC120

**ตัวอย่าง** สาเหตุการเกิดลักษณะอากาศสำหรับประเทศไทย และสถานีตอนเมืองในเดือน มี.ค. (Typical Weather Causes for Thailand and Don Muang in March)

1. มวลอากาศที่ไม่ทรงตัว (Air mass instability) เกิดขึ้นเนื่องจาก

- มีความร้อนที่ผิวพื้นสูง
- ความชื้นที่ระดับต่างๆ เพิ่มมากขึ้น
- มวลอากาศแห้งในระดับกลาง

การพยากรณ์การไม่ทรงตัวของอากาศ โดยใช้

- Lifting index
- K - value index

ข้อสังเกต พายุฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นที่ตอนเมือง ในเดือน มี.ค. ที่มีความรุนแรง (ความเร็วลมสูงสุดตามที่รายงาน เคยสูงถึง 62 นอต)

การพยากรณ์ความรุนแรงของพายุฝนฟ้าคะนอง โดยใช้

- Wind gust index
- Delta T index

ซึ่งค่า Index เหล่านี้จะหาได้จากหนังสือคู่มือ AIR WEATHER SERVICE TECHNICAL REPORT TR 24

PAGE 11 - 24

2. แนวลมสอบ (Convergence)

2.1 จะพบได้ทางด้านใต้ของลิ้มความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน (Subtropical ridge) ซึ่งอาจจะพบได้ในรูปของ Streamline convergence หรือ Speed convergence คลื่นตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2 จะพบได้ทางด้านตะวันตกของลิ้มความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน ซึ่งเป็นลมระหว่าง SWLY และ SSWLY-SELY

## การพยากรณ์แนวลมสอบ

โดยการสังเกตดูการเคลื่อนที่และความรุนแรง (ความเร็วลม) ของตัวแปรต่อไปนี้

- ลิมความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน (Subtropical ridge)
- บริเวณความกดอากาศสูงจากไซบีเรีย (Siberian high)
- ร่องความกดอากาศต่ำในแนวปะทะอากาศ (Frontal trough)
- ร่องความกดอากาศต่ำในลมฝ่ายตะวันตกระดับสูง (Trough in upper westerly)

การพยากรณ์อากาศเนื่องจากแนวลมสอบนั้น แต่ละกรณีอาจจะมีตัวแปรที่สำคัญๆ แสดงให้เห็นได้ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้หลายกรณีโดยไม่ซ้ำกัน ที่หยิบยกมานี้เป็นเพียงกรณีหนึ่งเท่านั้น ขอให้นักพยากรณ์คอยสังเกตกรณีอื่นๆ ด้วย

## ลูกเห็บ (Hail)

ลูกเห็บ คือ น้ำฟ้าในรูปของก้อนน้ำแข็งขนาดเล็ก มีรูปร่างกลม หรือรูปร่างอย่างอื่นก็มี โดยทั่วไปแล้วเป็นของแข็งมีลักษณะใสจนมองเห็นทะลุได้ และตกลงมาพร้อมด้วยฝน เกิดขึ้นพร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนองอย่างแรง บางทีเรียกว่าพายุลูกเห็บ นั่นคือลูกเห็บต้องตกลงมาจากเมฆ Cumulonimbus เท่านั้น โดยข้อตกลงขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ขนาดของลูกเห็บต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไปก้อนน้ำแข็งที่มีขนาดเล็กกว่านี้ เรียกว่า Ice Pellets ลูกเห็บขนาดใหญ่ จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 50 มิลลิเมตร ลูกเห็บที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยพบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตรหนัก 680 กรัม พบเมื่อวันที่ 6 ก.ค.2471 ที่เมือง Potter มลรัฐ Nebraska ในสหรัฐอเมริกา

สภาวะที่เอื้ออำนวยให้เกิดลูกเห็บ ลูกเห็บเกิดขึ้นในเมฆที่มีการก่อตัวในทางตั้ง (Convective Cloud) ทั่วๆ ไป โดยเฉพาะในเมฆ CB ลูกเห็บขนาดใหญ่พบได้ในบริเวณที่มีพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นอย่างรุนแรง ซึ่งยอดเมฆอาจแผ่ขยายขึ้นไปสูงถึง 50,000 ฟุต หรือมากกว่า อย่างไรก็ตามเมฆ CB หรือเซลล์ของพายุฟ้าคะนอง จะไม่ทำให้เกิดสภาวะลูกเห็บ (ลูกเห็บตกถึงพื้นดิน) ได้ทุกก้อนไปนอกจากจะเกิดในส่วนของเมฆที่มีลักษณะเป็นพิเศษแล้ว สภาวะลูกเห็บยังพบบ่อยครั้งในบริเวณที่มีการกระจายของภูมิประเทศที่ผิดปกติ เช่น ในบริเวณที่ราบสูง และบริเวณพื้นที่ที่อยู่ติดกับภูเขาสูง

เซลล์พายุฟ้าคะนองก้อนเดียวที่มีความกว้าง 8 - 12 กม.จะมีพื้นที่แคบ ๆ ซึ่งมีลูกเห็บตกลงพื้นดินอยู่ในช่วง 2 - 5 กม. ถึงแม้ว่าลูกเห็บจะก่อตัวได้ที่ระดับสูงเหนือระดับเยือกแข็ง (Freezing Level) เท่านั้นก็ตาม แต่นักบินก็อาจจะพบกับลูกเห็บได้ตั้งแต่ผิวพื้นขึ้นไป จนถึงความสูงมากๆ โดยเฉพาะเมื่อบินผ่านเข้าไปในบริเวณเซลล์พายุฟ้าคะนอง

เนื่องจากเซลล์พายุฟ้าคะนองที่จะทำให้เกิดสภาวะลูกเห็บได้นั้นจะต้องมีลักษณะพิเศษซึ่ง Fawbush และ Miller ได้สรุปว่าบรรยากาศที่มีเงื่อนไขต่อไปนี้เอื้ออำนวยให้เกิดพายุลูกเห็บได้ดี คือ

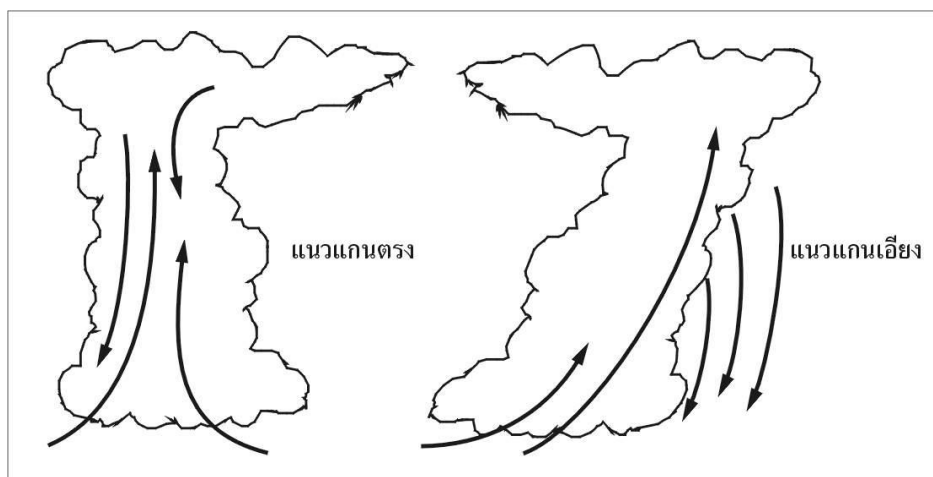
1. อุณหภูมิตุ่มเปียกที่ 0 องศาต่ำ (Low wet bulb temperature zero) ระดับเยือกแข็งของ Wet bulb temperature ต้องอยู่ที่ระดับ 5,000 - 12,000 ฟุต (F/L ของ Tw) สภาวะนี้จะทำให้ลูกเห็บเมื่อตกลงสู่ใต้ระดับเยือกแข็งแล้วละลายออกไม่มากนักสามารถตกลงพื้นดินได้
2. ต้องมีกระแสอากาศไหลขึ้นอย่างรุนแรง (Strong updraft above F/L) ต้องมี updraft อย่างรุนแรงเหนือระดับเยือกแข็ง เพื่อทำให้ก้อนน้ำแข็งสามารถพอกตัวเองให้ใหญ่เสียก่อนจึงตกลงมา
3. มีความชื้นสะสมกันเป็นจำนวนมากในระดับต่ำ (Strong moisture concentration in the low level) ชั้นของความชื้นในระดับต่ำนี้เมื่อถูกยกขึ้น จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและคายความร้อนแฝงออกมาเป็นจำนวนมากก็จะทำให้อากาศลอยตัวขึ้นได้ดีและรวดเร็ว ทำให้เกิด updraft ที่รุนแรงด้วย
4. ต้องมีชั้นของอากาศแห้งซ้อนทับอยู่เหนือชั้นของความชื้น (Dry air above moist layer) บรรยากาศที่มีการกระจายของความชื้นในลักษณะนี้ เราทราบกันแล้วว่า จะมีการทรงตัวไม่ดี เมื่อบรรยากาศถูกยกตัวให้ลอย



ขึ้นทั้งชั้น ซึ่งเรียกว่า Convective instability หรือ potential instability นอกจากนั้นชั้นอากาศแห้งยังเป็นตัวทำให้น้ำฟ้าที่ตกผ่านระเหยออกทำให้อากาศบริเวณนั้นเย็นลง แรงแลอยตัวของอากาศจึงเพิ่มขึ้นและ updraft ก็แรงขึ้นด้วยซึ่งจะเห็นได้ว่า lapse rate ภายในเมฆมีความชันมากขึ้นกว่าเดิม นอกจากนั้นยังไปเพิ่มความชื้นให้กับบรรยากาศที่ยังไม่แห้งต่อไปอีกด้วย

5. มีพื้นที่บวกกว้าง (Large positive area) การที่มีพื้นที่บวกกว้าง แสดงถึงมี latent instability ใหญ่ตามไปด้วย ทำให้ Updraft มีความรุนแรงด้วย

6. มีลมพัดตัดกันในทางตั้ง (Vertical wind shear) จากการศึกษาในเร็วๆ นี้พบว่า พายุลูกเห็บจะเกิดในบริเวณที่มี Wind shear อย่างรุนแรงกว่าธรรมดา โดยปกติแล้ว Vertical wind shear จะเป็นตัวการขัดขวางการก่อตัวของเมฆ CB ก้อนใหญ่ๆ ไม่ให้ก่อตัวใหญ่ขึ้น โดยมากมักจะพบว่าเมฆ CB ก้อนเล็กๆ เดี่ยวๆ ถูกฉีกขาดไม่สามารถก่อตัวสูงขึ้นไปได้ เมื่อพบกับบริเวณที่มี Wind shear อย่างแรง แต่ถ้าอากาศมีการทรงตัวไม่เต็มที่มากพอที่จะทำให้เมฆพายุฟ้าคะนองก่อตัวขึ้นบริเวณที่มี Wind shear อย่างแรงแล้ว เมฆพายุฟ้าคะนองจะมีความรุนแรงมากกว่าธรรมดาและ Wind shear นั้นจะทำให้ updraft และแกนของเมฆเอียงออกจากแนวตั้ง ทำให้การตกของน้ำฟ้าใน downdraft ผ่านเพียงบางส่วนของ updraft เท่านั้น จึงทำให้ updraft มีความรุนแรงสม่ำเสมอ หรือแรงขึ้นไม่ถูกทำให้อ่อนลงโดย downdraft และยังทำให้น้ำฟ้าที่ตกลงมากับ downdraft สามารถตกลงสู่พื้นดินได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย จากผลของ vertical wind shear นี้ K.A. Browning และ F.H. Ludlam ได้เสนอแบบของลูกเห็บที่มีแนวแกนเอียงโดยแสดงถึงการไหลเวียนของอากาศภายในพายุลูกเห็บไว้ด้วย ดังรูป



### การพยากรณ์ลูกเห็บ Hail Forecast

เนื่องจากพายุลูกเห็บจะก่อตัวได้ดีเมื่อมีบรรยากาศลักษณะดังที่กล่าวแล้ว ดังนั้นการพยากรณ์ลูกเห็บเราจึงต้องทราบข้อมูลต่างๆ จากการหยั่งอากาศชั้นบน โดยนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ในแผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ ประกอบด้วยลักษณะของแผนที่อากาศผิวพื้น และแผนที่ลมชั้นบนสนับสนุน เราก็จะสามารถพยากรณ์อากาศได้

สภาวะลูกเห็บในเขตร้อน ลูกเห็บเป็นปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ในบริเวณละติจูดสูงๆ แต่ลูกเห็บก็พบได้หลายแห่งตลอดย่านเขตร้อน แม้แต่บริเวณที่อยู่ใกล้ระดับน้ำทะเล แต่พบได้ไม่บ่อยนักเท่านั้น ดังนั้นนักอุตุนิยมวิทยาต้องพิจารณาถึงโอกาสที่อย่างน้อยจะต้องมีลูกเห็บขนาดเล็กในพายุฝนฟ้าคะนองทุกเซลล์

สาเหตุใหญ่ที่ลูกเห็บถูกตรวจพบไม่บ่อยนักที่ผิวพื้นในบริเวณเขตร้อน คือเมื่อเทียบกันแล้วบริเวณเขตร้อน freezing level อยู่สูง โดยสูงขึ้นไปเรื่อยๆ ตั้งแต่ละติจูดที่ 20 องศาขึ้นไป จนถึง equator การที่พบลูกเห็บที่

ผิวพื้น ในบริเวณละติจูดต่ำๆ เป็นบางครั้งนั้นชี้ให้เห็นว่าอาจจะมีลูกเห็บขนาดใหญ่ถูกพบในระดับสูงในพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงที่สุด

การค้นคว้าที่สมบูรณ์ที่สุดเรื่องลูกเห็บในเขตร้อนถูกทำขึ้นโดย Frisby และ Samson โดยเขาได้เขียนโดยอะแกรมการกระจายความถี่ของลูกเห็บประจำปีของสถานีในเขตร้อน กับความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลพบว่าส่วนใหญ่ของสถานีที่มีความสูงน้อยกว่า 1,200 เมตร (4,000 ฟุต) จากระดับน้ำทะเลจะมีจำนวนที่ลูกเห็บตกน้อยกว่า 2 วันต่อปี แต่สถานีที่อยู่สูงกว่า 1,200 เมตร มีวันที่ลูกเห็บตกโดยเฉลี่ย 2 – 8 วันต่อปี แต่อย่างไรก็ตามยังมีสิ่งประกอบอื่นๆ อีกนอกจากความสูงของสถานีที่มีความสำคัญในการกำหนดความถี่ของลูกเห็บในที่ต่างๆ กัน เช่น ปริมาณความร้อนที่พื้นที่นั้นได้รับ เป็นต้น

Frisby ยังได้กำหนดการกระจายของฤดูกาลที่ลูกเห็บ โดยการเขียนกราฟแสดงการกระจายของลูกเห็บในรอบเดือนของแต่ละสถานี จากการศึกษากราฟนี้เขาได้แบ่งเขตของลูกเห็บออกเป็น 3 เขตใหญ่ๆ คือ

- เขตที่ 1 ตั้งแต่ละติจูด 23 1/2 องศาเหนือ ถึง 10 องศาเหนือ
- เขตที่ 2 ตั้งแต่ละติจูด 10 องศาเหนือ ถึง 10 องศาใต้
- เขตที่ 3 ตั้งแต่ละติจูด 10 องศาใต้ ถึง 23 1/2 องศาใต้

เขากล่าวว่า ในเขตที่ 1 และ 3 ลูกเห็บจะเป็นลักษณะใหญ่ของเดือนในช่วงเปลี่ยนฤดู (หรือฤดูSpring) ก่อนที่จะถึงการมีฝนในฤดูร้อน ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่อากาศมีการทรงตัวไม่ดี (Instability) มากที่สุด เนื่องจากพื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น รวมทั้งการแผ่ล้าเข้ามาของมวลอากาศเย็นและแห้งในระดับบนๆ พร้อมกับการปรากฏของ westerly trough ในระดับสูงๆ ด้วย สำหรับในซีกโลกเหนือ (เขตที่ 1) เดือนที่เกิดบ่อยที่สุดคือเดือน ก.พ. - พ.ค. ส่วนในซีกโลกใต้ (เขตที่ 3) จะเกิดในเดือน ก.ย. - ธ.ค.

สำหรับบริเวณใกล้ๆ เส้นศูนย์สูตร (เขตที่ 2) ลูกเห็บปรากฏอย่างน้อย 2 ฤดู และในบางแห่งเกิดเป็นช่วงๆ ตลอดทั้งปี ดังนั้นลูกเห็บจึงไม่เป็นลักษณะที่เกิดซ้ำในเดือนใดเดือนหนึ่งโดยเฉพาะ

สภาวะลูกเห็บในประเทศไทย ในประเทศไทยมีสภาวะลูกเห็บเกิดขึ้นได้มากเช่นเดียวกัน จากสถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 25 ปี (พ.ศ.2493 - 2518) พบว่า สภาวะลูกเห็บเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณประเทศไทยตอนบนเท่านั้น คือเกิดขึ้นในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ส่วนในภาคใต้พบว่ามีลูกเห็บตกเพียง 2 แห่ง คือที่จังหวัดระนอง และจังหวัดตรัง โดยตกเฉลี่ยเพียง 0.1 วันต่อปี เท่านั้น

เดือนที่เกิดสภาวะลูกเห็บบ่อยที่สุดคือ เดือน เม.ย. รองลงมาคือเดือน มี.ค. บริเวณที่เกิดมากที่สุดที่บันทึกไว้คือจังหวัดเชียงราย มีลูกเห็บตกเฉลี่ย 1.8 วันต่อปี รองลงไปคือที่ชัยภูมิมีลูกเห็บตกเฉลี่ย 1.5 วันต่อปี แต่ในปัจจุบันลูกเห็บมีการตกกระจายมากขึ้น และมีจำนวนวันที่ตกเพิ่มมากขึ้นด้วย

เนื่องจากลูกเห็บมักเกิดขึ้นได้ในบริเวณที่มี updraft รุนแรง ซึ่งเกิดในเมฆพายุฟ้าคะนองขนาดใหญ่ สำหรับในบริเวณประเทศไทย บริเวณที่มี updraft แรง มักพบได้บริเวณที่มีภูเขาสูง และบริเวณใกล้เขาที่มีความร้อนสูง (heating) มากๆ หรือบริเวณที่ราบสูง ซึ่งบริเวณเหล่านี้ พบได้มากบริเวณภาคเหนือ ด้านตะวันตกของภาคกลาง และที่ราบสูงโคราช เป็นต้น ดังนั้นจึงพบลูกเห็บได้มากในบริเวณเหล่านี้ แต่ลูกเห็บในบ้านเรามีขนาดไม่ใหญ่นัก ทั้งนี้เพราะลูกเห็บ ตกผ่านอากาศที่มีอุณหภูมิสูงทำให้มีบางส่วนละลาย และมีขนาดเล็กลง เป็นลักษณะของ Soft hail หรือ Graupel

\*\*\*\*\*

## บทที่ 7

### การพยากรณ์หมอกและหมอกแดด

หมอก (Fog) เป็นน้ำในอากาศ (Hydrometeor) ชนิดหนึ่ง ประกอบไปด้วยกลุ่มละอองน้ำขนาดเล็กมาก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ลอยอยู่ในอากาศใกล้พื้นดิน โดยปกติจะทำให้ทัศนวิสัยในทางระดับที่ผิวพื้นโลก ลดลงเหลือน้อยกว่า 1 กม. (0.62 ไมล์)

หมอก สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการเกิดได้ดังนี้

#### 1. หมอกที่เกิดจากการระเหยของน้ำ (Evaporation fog)

1.1 หมอกในแนวปะทะอากาศ (Frontal fog) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "หมอกฝน" (Rain fog) จะเกิดขึ้นเมื่อมวลอากาศอุ่นเคลื่อนไปแทนที่อากาศเย็น ก็จะเกิดเป็นแนวปะทะอากาศอุ่นขึ้น (Warm front) การระเหยจากฝนที่อุ่นเมื่อตกผ่านอากาศที่แห้งกว่าและเย็นเบื้องล่าง อาจจะทำให้เกิดการอึดตัวและควบแน่นเป็นหมอกขึ้น

1.2 หมอกไอน้ำ (Stream fog) เกิดขึ้นเมื่อมีการระเหยอย่างมากและเกิดขึ้นในอากาศที่หนาวเย็น มวลอากาศเย็นได้รับไอน้ำเพิ่มขึ้นมาก จึงทำให้เกิดการอึดตัวและกลั่นตัวกลายเป็นหมอกขึ้น ส่วนมากพบหมอกชนิดนี้บ่อย ๆ ปกคลุมอยู่เหนือพื้นน้ำแถบละติจูดกลาง และ ละติจูดสูง ในเขตอาร์กติกหมอกชนิดนี้ก่อตัวสูงถึง 1,000 - 1,500 เมตร แต่ในบางที่เกิดบนพื้นน้ำเล็กๆ หรือพื้นดินที่อุ่น และชื้นหลังจากฝนตก สำหรับในเขตร้อน หลังจากที่มีพายุฟ้าคะนอง (Thunder shower) อากาศจะเย็นตัวลงชั่วคราว ดังนั้นการระเหยจากดินและพืชผัก จะทำให้เกิดการอึดตัว เกิดเป็นหมอกขึ้น เรียกว่าหมอกไอน้ำ (Stream fog)

#### 2. หมอกที่เกิดจากการเย็นตัวของอากาศ (Cooling fog)

2.1 หมอกที่เกิดจากการแผ่รังสี (Radiation fog) เป็นหมอกที่เกิดขึ้นอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ความร้อนที่ส่องมาในเวลากลางวันทำให้เกิดการระเหยและชุ่มชื้น ในเวลากลางคืนโลกและอากาศจะเย็นลง ความร้อนของอากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลกจะสูญเสียให้กับอากาศเบื้องบน จนกระทั่งอากาศที่อยู่ใกล้พื้นดินอุณหภูมิลดลงจนถึงจุดน้ำค้างก็จะทำให้เกิดหมอกพื้นดิน (Ground fog) ขึ้น หมอกชนิดนี้มักจะเกิดขึ้นในเวลากลางคืนหรือเช้ามืด ก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นพื้นดินจะเริ่มร้อน หมอกก็จะค่อยๆ สลายหายไป ใน 1 - 2 ชั่วโมง

2.2 หมอกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวระดับ (Advection fog) เป็นหมอกที่เกิดจากมวลอากาศถ่ายเทในแนวระดับ (Advection) โดยมีมวลจำนวนมากของอากาศที่อุ่นขึ้นเคลื่อนที่เหนือพื้นดินที่เย็นกว่า บางครั้งเมื่ออากาศอุ่นจากแผ่นดินเคลื่อนที่เหนือพื้นผิวมหาสมุทรที่เย็นกว่าก็จะทำให้เกิดหมอกชนิดนี้

2.3 หมอกที่เกิดจากอากาศไหลขึ้นตามลาดเขา (Upslope or Orographic fog) หรือหมอกภูเขา การที่อากาศค่อยๆ ไหลไปตามลาดของภูเขา อากาศจะขยายตัวเพราะความกดอากาศลดลงอากาศก็จะเย็นตัวลงอย่างอะเดียเบติก (Adiabatic cooling) และทำให้เกิดเป็นหมอกขึ้น

2.4 หมอกผสม (Mixing fog) เมื่อมวลอากาศร้อนขึ้นสัมผัสกับมวลอากาศเย็นขึ้น บริเวณที่มีการผสมกันจะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงพอเหมาะแก่การกลั่นตัว หมอกที่เกิด เรียกว่าหมอกผสม บริเวณที่พบมากที่สุดคือ บริเวณแนวปะทะอากาศระหว่างมวลอากาศที่มีแหล่งกำเนิดจากทะเล

หมอกแดด (HAZE) คือ ฟ้าห้ว ไม้ใช่หมอก แต่เกิดจากอนุภาคของฝุ่นละอองหรือเกลือต่างๆ แขนวนตัวลอยอยู่ในอากาศเป็นจำนวนมาก เกลือเหล่านี้มีอนุภาคเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

หมอกควัน (SMOG) คือหมอกที่เกิดจากการรวมตัวของควัน (Smoke) และหมอกในอากาศซึ่งเป็นปัญหาทำให้เกิดอากาศเสียตามเมืองอุตสาหกรรมใหญ่ๆ

### การพยากรณ์หมอก

ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะหมอกที่เกิดขึ้นในบ้านเราทุกๆ ไปเท่านั้นคือ หมอกที่เกิดจากการแผ่รังสี (Radiation fog) หมอกชนิดนี้จะเกิดขึ้นร่วมกับ Radiation inversion หรือ Ground inversion และ Inversion ชนิดนี้ เกิดขึ้นเนื่องจากการระบายความร้อนออกจากผิวพื้น ซึ่งจะตรวจพบได้ในเวลากลางคืน หรือตอนเช้าตรู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสถานีตรวจอากาศที่อยู่บนพื้นดินและบริเวณแถบที่ลมสงบ

สาเหตุการเกิด Radiation inversion นั้น ก็เนื่องมาจากการเย็นตัวของผิวพื้นโลก เนื่องจากการแผ่รังสี (Radiation) ของพื้นดินในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิจากผิวพื้นจนกระทั่งถึงระดับประมาณ 2,000 - 3,000 ฟุต ยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ช่วงจากผิวพื้นถึงระดับประมาณ 3,000 ฟุต อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตามส่วนสูง ลักษณะของ Ground หรือ Radiation inversion เราหาได้จากแผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ (Skew T. Log P.) และมักจะเกิดขึ้นในระยะต่างๆ คือตั้งแต่ผิวพื้นถึงระดับสูงประมาณ 3,000 ฟุต เราวิเคราะห์ Skew T. Log P. ได้ดังกล่าแล้ว ทำให้เราพอทราบได้ว่าบริเวณสถานีตรวจอากาศนั้น หรือบริเวณใกล้เคียง จะต้องหมอก หรือเมฆ ST เกิดขึ้น

สำหรับสภาวะที่ทำให้เกิดหมอกชนิดนี้คือ

1. ท้องฟ้าโปร่ง (Clear sky)
2. อากาศมีความชื้นสูง (High humidity)
3. พื้นดินเย็นลงด้วยการแผ่รังสี (Cooling from land)
4. มีความเร็วลมอ่อน (Light wind) เพื่อให้มีการคลุกเคล้ากันเล็กน้อย และทำให้อากาศแผ่ขึ้นไปแต่ไม่สูงมากนัก (ลมประมาณ 1-5 นอต นับว่าเหมาะสมที่สุด)

นอกจากสภาวะดังกล่าวแล้วจะต้องพิจารณาจาก Skew T. Log P. และดูสถิติทางภูมิอากาศประกอบด้วย

### การพยากรณ์หมอกแดด

เราทราบแล้วว่าหมอกแดดเกิดจาก ผงฝุ่นละออง ผงเกลือที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ เราต้องพิจารณาว่าสิ่งเหล่านี้มีอยู่มากน้อยเพียงใด ลมที่พัดปกคลุมประเทศไทย ถ้าเป็นลมทิศตะวันออกเฉียงใต้ จะมีผงเกลือมากก็เป็นสิ่งหนึ่งที่เอื้ออำนวยให้เกิดหมอกแดดได้มาก นอกจากนั้นต้องพิจารณาถึงฤดูกาลข้อมูลทางสถิติทางภูมิอากาศทั้งหมด แผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ ความกดอากาศที่ผิวพื้นและลักษณะของ Inversion ประกอบด้วย หมอกแดดจะเกิดร่วมกับ Subsidence inversion และ Inversion ชนิดนี้เกิดขึ้นจากการจมตัวของสภาพอากาศ มักจะเป็นไปในรูปอากาศดี หรืออยู่ในภาวะทรงตัวเกิดร่วมกับ Anticyclone เสมอ จะไม่พบบริเวณที่เกิด Cyclone เพราะบริเวณ Cyclone เป็นบริเวณ Convergence ส่วนมากพบในมวลอากาศที่มาจากละติจูดสูงๆ และเกิดในระดับสูง ไม่เคยปรากฏว่าเกิดขึ้นในระดับใกล้ๆ ผิวพื้นเลยที่เกิดต่ำกว่าระดับ 1,200 ฟุต เหนือพื้นดินหาได้ยากหรืออาจกล่าวได้ว่าไม่เคยปรากฏเลย

\*\*\*\*\*

## บทที่ 8

### รวบรวมคำสั่งเกี่ยวกับเทคนิคการพยากรณ์อากาศ

1. การใช้คำพูดการพยากรณ์อากาศในลักษณะทั่วไป
  - 1.1 ถ้ามีหย่อมความกดอากาศต่ำให้ใช้คำว่า "หย่อมความกดอากาศต่ำ ปกคลุมอยู่ (ไม่มีบริเวณ) ทาง...(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย...)"
  - 1.2 ถ้ามีหย่อมความกดอากาศต่ำตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้เขียนตัวใกล้ประเทศไทยก่อน แล้วเรียงลำดับออกไป การใช้คำพยากรณ์ให้ใช้คำว่า "หย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมอยู่ทาง...(ภาคเหนือ) (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) (และภาคกลางของประเทศไทย)..."
  - 1.3 ถ้ามีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมอยู่ ประเทศพม่า,ลาว,เวียดนาม หรือ ไทย แล้วมี TROUGH เป็นแนวลงมา ให้ใช้ "ร่องความกดอากาศต่ำจากหย่อมความกดอากาศต่ำที่ปกคลุมอยู่...เป็นแนวไปทางทิศ...ผ่าน..."
  - 1.4 ถ้ามีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมอยู่นอกเหนือบริเวณที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.3 แล้วมี TROUGH เป็นแนวลงมา ให้ใช้ "ร่องความกดอากาศต่ำพาดจาก(ชื่อสถานที่ ที่เริ่มต้น)...ไปทางทิศ...ผ่าน..."
  - 1.5 ร่องมรสุมพาดจาก...เป็นแนวไปทางทิศ...ผ่าน...สู่...(ให้ออกจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก)
  - 1.6 มีแนวลมสงบจากทิศ...ไปทิศ...เป็นแนวผ่าน...
  - 1.7 มีไซโคลน หรือ แอนตี้ไซโคลน ปกคลุมบริเวณ...
  - 1.8 เมื่อมีไซโคลน หรือ แอนตี้ไซโคลน ในภาคใด ให้บอกว่าลมภาคนั้นแปรปรวน
  - 1.9 ถ้ามีลิ้มความกดอากาศสูง ให้ใช้ "ลิ้มความกดอากาศสูงจากสาธารณรัฐประชาชนจีน แผ่ลงมาปกคลุมถึง..."(ตามด้วยชื่อบริเวณที่ปกคลุมถึง)
  - 1.10 คำว่า "ตอนเหนือของประเทศไทย" ให้หมายถึงว่าอยู่ในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยแล้ว แต่ยังไม่ปกคลุมทั้งภาค
  - 1.11 คำว่า "ทางตอนเหนือของประเทศไทย" ให้หมายถึงว่ายังไม่อยู่ในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย
  - 1.12 การออกพยากรณ์เกี่ยวกับพายุหมุนในเขตร้อน ให้กล่าวถึง พายุไต้ฝุ่น พายุเขตร้อน และพายุดีเปรสชัน ตามลำดับ
  - 1.13 ในกรณีที่มีดีเปรสชันตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้ใช้ "พายุดีเปรสชันมีศูนย์กลางอยู่...อีกลูกหนึ่ง...และอีกลูกหนึ่ง..."
  - 1.14 ในกรณีที่มีพายุไต้ฝุ่น หรือพายุเขตร้อน ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้ใช้คำว่า "พายุไต้ฝุ่นมีศูนย์กลางอยู่...(พายุเขตร้อน)...ไต้ฝุ่น...(พายุเขตร้อน)..."
  - 1.15 การพยากรณ์เมฆ ให้ใช้คำว่า "มีเมฆบางส่วน,เมฆเป็นส่วนมาก,เมฆมาก และเมฆเต็มท้องฟ้า"
  - 1.16 การใช้คำว่า "ลมส่วนใหญ่" หมายถึงต้องมีลมส่วนน้อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ส่วนใหญ่เป็นลมทิศตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็ว 10 - 15 นอต แต่ภาคใต้ ลมฝ่ายตะวันตก ความเร็ว 05 - 10 นอต ถ้าทั้งหมดเป็นลมทิศเดียวกันให้ใช้ "ลมฝ่าย...หรือลมทิศ..."
2. การวิเคราะห์แผนที่อากาศ
  - 2.1 การเขียนแผนที่อากาศ
    - 2.1.1 การเขียนลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนในเขตร้อน ไม่ต้องเขียน หางลูกศร
    - 2.1.2 การเขียนเส้น STREAM LINE ควรเขียนให้ SMOOTH ไม่ควรเขียนเป็นมุมหัก
  - 2.2 การเขียนร่องมรสุม ให้พิจารณาจาก
    - 2.2.1 แผนที่แผนที่ที่แล้ว
    - 2.2.2 ลมที่ระดับ 5,000 ฟุต หรือ 850 มิลลิบาร์

2.2.3 สภาพอากาศ

2.2.4 ถ้าหากขาดข้อ 2.2.2 เพียงข้อเดียว ไม่ต้องเขียนร่องมรสุม

### 2.3 การเขียนแผนที่อากาศเพื่อส่ง FAX

2.3.1 ให้ลอกให้เหมือนแผนที่อากาศตัวจริงทุกประการ

2.3.2 ลงเส้นให้หนัก

2.3.3 ผู้ที่เซ็นต์ชื่อในแผนที่อากาศส่ง FAX จะต้องรับผิดชอบ

2.3.4 เขียนเส้น ISOTACH ในแผนที่อากาศส่ง FAX ให้เขียนเส้นประโดยมีระยะห่าง และความยาวของเส้น ประมาณ 1/2 ซม.

### 3. การออกคำเตือน WARNING ตามแบบฟอร์ม กขอ.8 ก,ข,ค และ

3.1 ตามแบบฟอร์ม กขอ.8 ก. "ประกาศพายุหมุนในเขตร้อน" ใช้เมื่อ ได้รับข่าวจากเรดาร์หรือเครื่องบิน กับเมื่อมีพายุหมุนในเขตร้อนมีทิศทางเคลื่อนเข้ามาใกล้ประเทศไทยซึ่งคาดว่าจะมีสภาพอากาศรุนแรง มีผลกระทบต่อประเทศไทยภายใน 48 ชม.ให้ปฏิบัติออกทุก 6 ชม.

3.2 ตามแบบฟอร์ม กขอ.8 ข. "การแจ้งเตือนสภาพอากาศ" ใช้ตามเกณฑ์กำหนด ที่กำหนดไว้ในแบบฟอร์มนี้ ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศของสนามบินนั้นๆ

3.3 ตามแบบฟอร์ม กขอ.8 ค. "การแจ้งเตือนพายุหมุนในเขตร้อน" ใช้เมื่อพายุหมุนในเขตร้อนมีศูนย์กลาง อยู่ในพื้นที่สี่เหลี่ยมระหว่างละติจูด 0.0 องศา ถึง ละติจูด 25.0 องศาเหนือกับลองจิจูด 90.0 องศาตะวันออก ถึง ลองจิจูด 120.0 องศาตะวันออก และไม่ต้องบอก "ลักษณะเช่นนี้ทำให้มีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศไทย โดยทำให้ภาคเหนือ...ให้บอกแต่เพียงว่า "ขอให้ติดตามพายุลูกนี้ ซึ่ง ศขอ.กขอ.คปอ. จะรายงานให้ทราบเป็นระยะๆ ต่อไป" แต่ถ้าทำให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แรง มีผลกระทบต่อภาคใต้ ก็ให้เขียนว่า "ลักษณะเช่นนี้ยังไม่มีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศไทยโดยตรง แต่จะทำให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรงขึ้นยังผลให้ภาคใต้มี...ขอให้ติดตามพายุลูกนี้ ซึ่ง ศขอ.กขอ.คปอ. จะรายงานให้ทราบเป็นระยะๆ ต่อไป"

3.4 ตามแบบฟอร์ม กขอ.8 ง. "ประกาศแจ้งเตือนสภาพอากาศรุนแรง ให้เมื่อวิเคราะห์แล้วว่า มีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศไทย เช่น หย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรง, ลมความกดอากาศสูงกำลังแรง ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง ร่องมรสุมกำลังแรง หรือสภาพอากาศรุนแรงอื่นๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศไทย

3.5 รีบออกคำเตือนทันทีเมื่อได้รับ WARNING จาก กวม, ญี่ปุ่น, ฟิลิปปินส์, ฮองกง หรือที่ใดที่หนึ่ง แต่ช่วงของการพยากรณ์ให้ปฏิบัติเหมือนเดิม

3.6 การออก WARNING ในแบบฟอร์ม กขอ.8 ก. และ กขอ.8 ค. ให้ใช้คำพูดว่า

"เมื่อเวลา...." แทนคำพูดว่า "จากแผนที่ลมฟ้าอากาศ..." เช่นให้เขียนว่า

"เมื่อเวลา 0700 น. วันที่.....ดีเปรสชัน....."

3.7 การออกพยากรณ์ตำแหน่งของพายุหมุนในเขตร้อนให้ออกในช่วงเวลา 12,12,และ 24 ชม. ด้วยตาม WARNING ที่ได้รับมาหรือถ้าไม่มีก็ให้คำนวณจากการเคลื่อนตัวของพายุ ๓ นั้น

3.8 ถ้าคาดว่าสภาพอากาศรุนแรง หรือพายุหมุน ๓ จะสลายตัว หรือไม่กระทบกระเทือนต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศไทย และจะออกคำเตือนฉบับใดเป็นฉบับสุดท้าย ก็ให้แจ้งไว้ในคำเตือนฉบับสุดท้ายนั้นด้วย

3.9 เมื่อมีพายุหมุนในเขตร้อน เคลื่อนตัวเข้ามาในกรอบสี่เหลี่ยมสีแดง และคาดว่าจะมีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศประเทศไทยให้ปฏิบัติเพิ่มเติมดังนี้

3.9.1 ให้ออก WARNING นำเรียน ผบ.ทอ.ทราบ ตามตัวอย่างที่มีให้ไว้ข้างล่างนี้

3.9.2 ให้พิมพ์ WARNING อันนี้ขึ้นใหม่แล้วแนบไปกับข่าวที่นำเรียน ผบ.ทอ.

3.9.3 ให้ใช้ DATA ที่ใหม่ที่สุดเป็นแนวในการออก

**ตัวอย่าง** การแจ้งเตือนพายุหมุนในเขตร้อน

เมื่อเวลา (0700) วันที่ (27 ก.ย.34) พายุดีเปรสชัน(พายุเขตร้อน...หรือ ไต้ฝุ่น...) มีศูนย์กลางอยู่ห่างจากเมือง...ประเทศ...ไปทางทิศ...ประมาณ...ไมล์ หรือที่ละติจูด...ลองจิจูด...องศาตะวันออก ความเร็วลมใกล้จุดศูนย์กลาง...นอต กำลังเคลื่อนตัวไปทางทิศ...ด้วยความเร็ว...นอต

คาดว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อสภาพลมฟ้าอากาศของประเทศไทยในภาค...โดยจะมีฝน...ตั้งแต่วันที่... เป็นต้นไป

4. การออก TAF

4.1 แต่ละชุดออก TAF แล้ว ให้ตรวจสอบของตัวเองด้วย

4.2 การออก TAF เพื่อจะให้มีการผิดพลาดน้อยที่สุด ให้ดูที่สมุดปกดำ CONDITIONAL PROBABILITY FORECAST


FORECAST

4.3 ก่อนออก TAF ทุกครั้ง ให้ถามสภาพอากาศจากเจ้าหน้าที่ตรวจอากาศเสียก่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออก TAF ต่อไป


ความหมายของพายุหมุนในเขตร้อนและพายุเขตร้อน

1. พายุหมุนในเขตร้อน (TROPICAL CYCLONE) หมายถึง

1.1 ดีเปรสชัน -----> **D**

1.2 พายุเขตร้อน -----> 

1.3 ไต้ฝุ่น -----> 

2. พายุเขตร้อน (TROPICAL STORM) หมายถึงพายุเขตร้อน ----->  อย่างเดียว

Classes of Storms and Wind

Tropical Cyclone	Classifying Organization		International Agreement
	India Meteorological Department	U.S.W.B.	
1. Tropical Disturbance	-	Light Variable (One Closed Isobar or None)	-
2. Tropical Depression (a)	< 34 Knots	= or < 27 Knots (one or More Closed Isobars)	< 34 Knots
3. Tropical Storm	-	28 – 65 Knots (b)	35 – 64
4. Tropical Cyclone	34 – 47 Knots	-	Knots
5. Severe Tropical Cyclone	48 – 64 Knots	-	-
6. Hurricane (c)	= or > 65 Knots	= or > 66 Knots	= or > 65 Knots

a : ALSO REFERED TO AS "MONSOON DEPRESSION"

b : STORM WARNING .- A WARNING FOR MARINE INTERESTS BEFORE 1958 COMES IN THIS RANGE.

c : TYPHOON,CYCLONE,OR WILLY-WILLY

การใช้ K-VALUE INDEX ในการพยากรณ์พายุฝนฟ้าคะนอง

1. การหาค่า K INDEX

$$K = T850 - T500 + Td850 - ( T700 - Td700 )$$

2. การใช้ค่า K INDEX ร่วมกับ STREAMLINES ANAL ในการพยากรณ์พายุฝนฟ้าคะนอง

Streamlines Anal	K Value Index				
	0 – 20	21 – 24	25 – 29	30 – 34	35 or More
Strong Convergence	Few	Sctd	Wdspr	Wdspr	Wdspr
Strong Divergence	No	No	No	Isold	Few
No Convergence and No Divergence	No	Isold	Few	Sctd	Wdspr
500 hPa Wind 120-170	Isold	Few	Sctd	Wdspr	Wdspr
500 hPa Wind 090-360	No	No	No	No	No

หมายเหตุ

T850, T500, T700 คืออุณหภูมิที่ระดับ 850, 500 และ 700 hPa ตามลำดับ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส  
 Td850, Td700 คืออุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ระดับ 850 และ 700 hPa ตามลำดับ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส  
 ISOLD = เป็นบางแห่ง, FEW = เป็นแห่งๆ, SCTD = กระจาย,  
 WDSPR = เกือบทั่วไป, NMRS = ทั่วไป

- หนังสืออ้างอิง
1. A note from MSgt Hassl,1974
  2. AWS TR 240 Page 11 - 23,1971

	Isold	Few	Sctd	Wdspr
For Route Fcsts % of Area with Tstms of One Time of Maximum Activity	0 – 1 %	2 – 5 %	6 – 14 %	15 % or More
For Area Fcsts % of Area with Tstms During Fcst Period	1 – 2 %	3 – 15 %	16 – 45 %	More Than 45 %
For Taf % Probability % Chance for a Tstms at a Station During Fcst Period	Less Than 30 %	30 – 49 %	50 – 80 %	More Than 80 %

Reference : A note from MSgt Hassl,1974

ลักษณะคำพูดที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศประเทศไทย และบริเวณท่าอากาศยานทหาร ดอนเมือง

	จำนวนเมฆ	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
เมฆ	(ชั้นกลาง,ชั้นต่ำ)		
	0 – 1/8 ส่วน	ท้องฟ้าแจ่มใส	Clear (Sky)
	> 1 – 2/8 ส่วน	ท้องฟ้าโปร่ง	Fair (Sky)
	> 2 – 4/8 ส่วน	มีเมฆบางส่วน	Partly Cloudy (Sky)
	> 4 – 6/8 ส่วน	มีเมฆเป็นส่วนมาก	Cloudy (Sky)
	> 6 – 7/8 ส่วน	มีเมฆมาก	Very Cloudy (Sky)
	> 7 – 8/8 ส่วน	มีเมฆเต็มท้องฟ้า	Sky Overcast



	ทัศนวิสัยทางระดับ	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
หมอก	0 – 1 ไมล์	มีหมอกหนา	Thick Fog
	> 1 – 3 ไมล์	มีหมอก	Fog
	> 3 ไมล์ ขึ้นไป	มีหมอกบาง	Light Fog
หมอกแดด	-	มีหมอกแดด, ฟ้าหัลว	Haze
	สัญลักษณ์	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
	☉	ลักษณะฟ้าคะนอง	Thunder Storm
	☔	ฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนอง	Rain or Thunder Rain
	☂	ฝนละออง	Drizzle
	☁	ฝนตกเป็นครั้งคราว	Occasional Rain
	☂	ฝน	Rain
	☔	ฝนหนัก	Heavy Rain Shower
	☔	ฝนผ่าน	Rain Shower
	☂	ฝนเบา	Light Rain
	☂	ฝนเล็กน้อย	Very Light Rain

### สภาพอากาศบริเวณร่องมรสุม

#### ตอนเหนือ

- เมฆ TCU, CB
- สภาพของอากาศ ดี, มีเมฆบางส่วน
- เมฆ CB จะเกิดขึ้นโดยสภาพของภูมิประเทศ (ไม่เกิดจากการยกตัวของมวลอากาศ)
- อากาศจมตัวเป็นบริเวณกว้าง
- อากาศมีความไม่ทรงตัวมาก
- ยอดเมฆ CB สูง 45,000 - 60,000 ฟุต
- อากาศไม่มีความทรงตัว เกิดขึ้นโดยความร้อนหรือภูมิประเทศ
- มีลมกระโชกรุนแรงร่วมกับพายุฝนฟ้าคะนอง
- ลมพัดตัดกันในทางตั้งมีกำลังอ่อน ที่ระดับต่ำกว่า 30,000 ฟุต

#### ตอนใต้

- เมฆ CU, CB และ TCU
- สภาพของอากาศเลว, ต่อเนื่อง
- ในระดับของเมฆ AS, CS, CI จะมีเมฆ TCU และ CB ฝังตัวอยู่เป็นจำนวนมากเกือบทั่วไป
- ในบริเวณท้องถื่นมีฝนตกหนัก พายุฟ้าคะนองและฟ้าแลบหรือฟ้าร้องมีไม่บ่อยนักแต่มีลมกระโชก
- อากาศยกตัวขึ้นเป็นบริเวณกว้าง
- อากาศที่มีความไม่ทรงตัวอ่อน
- ยอดเมฆ CB สูง 30,000 - 40,000 ฟุต
- เมฆ CB จะเคลื่อนตัวจาก W ไป E
- ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง

### เกณฑ์กำหนดความรุนแรงของ SW MONSOON

กำลังอ่อน ความเร็วลม ไม่เกิน 10.8 นอต (20 กม./ชม.)

กำลังปานกลาง ความเร็วลม ตั้งแต่ 10.8 - 21.6 นอต (20 - 40 กม./ชม.)

กำลังแรง ความเร็วลม มากกว่า 21.6 นอต (มากกว่า 40 กม./ชม.)

บริเวณความกดอากาศสูงมีกำลังแรง พิจารณาจาก

ก. ลักษณะแผนที่ผิวพื้น มีศูนย์กลางของบริเวณความกดอากาศสูงปกคลุมตอนเหนือและตอนกลางของสาธารณรัฐประชาชนจีน แผ่ลงมาทางใต้ปกคลุมประเทศพม่า ไทย และอินโดจีน เส้นความกดอากาศเท่าจะเรียงเป็นระเบียบมีแนวหน้าของความกดอากาศสูงเลยไปถึงประเทศมาเลเซีย

ข. ลักษณะความกดอากาศ ให้เอา SEA LEVEL PRESSURE (ISOBAR) บริเวณละติจูด 30 องศาเหนือ และลองจิจูด 115 องศาตะวันออก (บริเวณด้านตะวันออกของสาธารณรัฐประชาชนจีนให้ถือเป็นบริเวณศูนย์กลาง X) หักออกด้วย SEA LEVEL PRESSURE (ISOBAR) ที่ฮ่องกง (ถือเป็นบริเวณ Y) หากได้ความแตกต่างตั้งแต่ 10 hPa แสดงว่าบริเวณความกดอากาศสูงมีกำลังแรง

**ตัวอย่าง** ความกดอากาศบริเวณ X ถึง ความกดอากาศบริเวณ Y ผลลัพธ์ตั้งแต่ 10 hPa แสดงว่าบริเวณความกดอากาศสูงมีกำลังแรง

ค. ลักษณะของแผนที่ลมชั้นบน

1. ให้พิจารณาลมตั้งแต่ระดับผิวพื้นจนถึงระดับ 5,000 ฟุต ลมส่วนใหญ่เป็นลมฝ่ายเหนือ ถึงทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ให้พิจารณาลมชั้นบนตั้งแต่ระดับ 5,000 - 10,000 ฟุต ถ้าเป็นลมทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงลมฝ่ายเหนือ ซึ่งมาจากประเทศอินเดีย อากาศจะแห้งและหนาว

บริเวณความกดอากาศสูงมีกำลังอ่อน พิจารณาจาก

ก. แผนที่ผิวพื้น บริเวณความกดอากาศสูงในสาธารณรัฐประชาชนจีนเคลื่อนตัวไปทางตะวันออกหรืออ่อนกำลังลงกับมีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมตอนกลางหรือด้านตะวันออกของประเทศพม่า

ข. แผนที่ลมชั้นบน ลมที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยในระดับต่ำ(ในตอนกลางวัน)เป็นลมทิศตะวันออกเฉียงใต้ถึงลมฝ่ายใต้จะทำให้ตอนเช้ามีหมอกหนาในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางตอนบน และถ้าหากว่าลม SE - S นี้มีความสูงถึง 10,000 ฟุต ก็จะทำให้มีเมฆมากในชั้นกลางได้

### เกณฑ์การพิจารณาบริเวณความกดอากาศสูงของ ร.อ.สุกิจ เย็นทรง ร.น.

โดยพิจารณาจากความแตกต่างของความกดอากาศระหว่าง X และ Y ดังนี้

กำลังอ่อน 2 - 3 hPa

กำลังปานกลาง >3 - <10 hPa

กำลังค่อนข้างแรง >10 - <20 hPa

กำลังแรง >20 hPa

สภาวะเอื้ออำนวยต่อการเกิดลูกเห็บ

1. จุดเยือกแข็งของอุณหภูมิตุ้มเปียก (Wet bulb temperature) อยู่ระหว่าง 5,000-12,000 ฟุต
2. Strong updraft อยู่เหนือระดับจุดเยือกแข็ง
3. มีความชื้นสะสมกันเป็นจำนวนมากในระดับต่ำ
4. มีอากาศแห้งซ้อนทับอยู่เหนือชั้นของความชื้น
5. มีพื้นที่บวกกว้าง (Latent instability) ทำให้มี Updraft อย่างรุนแรง

6. Vertical wind shear - ถ้ามีความทรงตัวไม่ดีมาก (Unstable) เมฆ CB สามารถจะเกิดใน Wind shear ได้ จะมีผลทำให้เกิด Thunderstorm แรงกว่าธรรมดา

7. LFC (Level of free convection) มีระดับต่ำกว่า 3,000 ฟุต

#### แผนภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ (SKEW T, LOG P)

- มีความชันมากในระดับต่ำ
- มีความชันน้อย (แห้ง) ในระดับกลาง
- มีความชันมากในระดับสูง

#### การหาค่า SHOWALTER STABILITY INDEX

ที่ระดับ 850 hPa

- จาก Dew point ลากขนานขึ้นไปกับ Mixing ratio
- จากอุณหภูมิคุ้มแห้ง ลากขนานกับ Dry adiabat ขึ้นไปตัดกับเส้นที่ลากจาก Dew point จะได้ค่า LCL
- ณ จุดนี้ลากขนานกับ Moist adiabat ขึ้นไปที่ระดับ 500 hPa (T')

#### สูตรการหา

$$SSI = T - T'$$

T = อุณหภูมิที่ตรวจได้

T' = อุณหภูมิที่สร้างขึ้นใหม่

#### การใช้ค่า

- |                    |  |
|--------------------|--|
| +1 ถึง +3          | - มีโอกาสเกิดฝนและพายุฝนฟ้าคะนองได้    |
| -3 ถึง น้อยกว่า +1 | - มีโอกาสเกิดพายุฝนฟ้าคะนองชั้นปานกลาง |
| -6 ถึง น้อยกว่า -3 | - มีโอกาสเกิดพายุฝนฟ้าคะนองชั้นรุนแรง  |
| น้อยกว่า -6        | - มีโอกาสเกิดทอร์นาโดได้               |

#### วิธีการหาระดับจุดเยือกแข็งของ WET BULB TEMP.

แต่ละระดับ กรรมวิธีเหมือนกันกับวิธีการหาระดับ LCL

- ลากเส้นต่อกันขึ้นไประหว่างจุด LCL แต่ละระดับ จนไปตัดกับเส้น Temp ที่ศูนย์องศา

\*\*\*\*\*