

เอกสารประกอบการคำสอน

เรื่อง การพยากรณ์อากาศ
และการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยหลักวิทยาศาสตร์

รายวิชา GSI2304 วิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ



อาจารย์ผู้สอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกมล ชูช่วย

บทที่ 8

การพยากรณ์อากาศ และการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ด้วยหลักวิทยาศาสตร์

สภาพภูมิอากาศของโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่อดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบัน การพยากรณ์อากาศมีความสำคัญกับการดำเนินชีวิตมนุษย์ในอาชีพต่าง ๆ เช่น เกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง การอุตสาหกรรม การบริการสำหรับประชาชน ตลอดจนการค้นคว้า และทดลองต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ส่วนมากต้องพึ่งพาอากาศและสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น จึงนับได้ว่า การพยากรณ์อากาศเป็นเรื่องสำคัญกับประชากรทั่วไป อุตุนิยมวิทยาเกี่ยวข้องกับมนุษย์ สิ่งมีชีวิต พืชและต้นไม้ มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับกิจกรรมทั้งหมดของมนุษย์ ทั้งในด้านการคมนาคมขนส่ง การเกษตร และสภาวะแวดล้อมอื่น ๆ จึงเป็นศาสตร์ที่ต้องศึกษาเรียนรู้ เพื่อประโยชน์ของตนเอง สังคม และประเทศชาติ

อุตุนิยมวิทยา

1. ความหมายของอุตุนิยมวิทยา

อุตุนิยมวิทยามาจากคำว่า “อุตุ” แปลว่า “ฤดู” คำว่า “นิยม” แปลว่า “กำหนด” และ คำว่า “วิทยา” แปลว่า “วิชาความรู้” ดังนั้น อุตุนิยมวิทยา แปลว่า วิชาการกำหนดส่วนของปีหรือ กำหนดฤดู

สมพงษ์ มนะสุทธิ์ (2535 : 1) กล่าวว่า อุตุนิยมวิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ บรรยากาศและปรากฏการณ์ (Phenomena) ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้ เรียกว่า ลมฟ้าอากาศ (Weather) สมรวัติ พิภพลงาม (2541 : 393) กล่าวว่า อุตุนิยมวิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แห่งธรรมชาติ (Science of Nature) แขนงหนึ่งที่ว่า ด้วยเรื่องราวของบรรยากาศที่ห่มห่อโลก

ครรรพพัชร ว่องอนุกุล (2548 : 1) อธิบายถึงอุตุนิยมวิทยา เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่มีทั้งเคมีและพลวัตของอากาศเป็นการรวมวิชาฟิสิกส์และวิชาภูมิศาสตร์เข้าด้วยกัน เป็นวิทยาศาสตร์ของบรรยากาศ และปรากฏการณ์ของอากาศ เรียกว่า ลมฟ้าอากาศ เช่น ฝน ลม พายุ เป็นต้น ซึ่งแปรปรวนเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาโดยมีการเปลี่ยนแปลงทั้งช้าและเร็ว

สรุปได้ว่า อุตุนิยมวิทยา เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศที่ห่มห่อโลก และปรากฏการณ์ของอากาศ เรียกว่า ลมฟ้าอากาศ เช่น ฝน ลม พายุ เป็นต้น ซึ่งแปรปรวนเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

2. ความเป็นมาของการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย

การพยากรณ์อากาศเป็นส่วนหนึ่งของวิชาอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์สภาวะอากาศ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในประเทศไทย ครรภพัชร ว่องอนุกุล (2548 : 6 - 7) ได้กล่าวถึงการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับเกรียงไกร กอวัฒนา และนายจรูญ เสถาเลิศชัย (2553 : 196 - 198) สามารถสรุปความเป็นมาของการพยากรณ์อากาศในประเทศไทยดังนี้

กองทัพเรือเป็นหน่วยงานแห่งแรกที่ริเริ่มนำการพยากรณ์อากาศมาใช้ โดยพลเรือเอกพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ พระบิดาแห่งกองทัพเรือไทย ทรงตระหนักถึงความปลอดภัยในการเดินเรือว่า จำเป็นต้องรู้เรื่องลมฟ้าอากาศ ดังนั้น จึงทรงให้แพทรวินิจ อุตุนิยมวิทยาเข้าไว้ในวิชาการเดินเรือเมื่อ พ.ศ. 2449 และทรงบรรยายวิชานี้ ด้วยพระองค์เอง

ใน พ.ศ. 2466 กิจการอุตุนิยมวิทยาได้เริ่มที่กรมทมน้ำ กระทรวงเกษตรราธิการ (ปัจจุบันคือ กรมชลประทาน) ต่อมาได้จัดตั้งเป็นแผนกอุตุนิยมวิทยาและสถิติ สังกัดกองรักษาน้ำ กรมทมน้ำ และตั้งสถานีตรวจอากาศในต่างจังหวัดหลายสถานี ทำการตรวจฝนและอุณหภูมิอากาศ เพื่อให้ทราบปริมาณของฝนที่ตกตามบริเวณลุ่มน้ำสายต่าง ๆ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาก่อสร้างประตูน้ำในการระบายน้ำและกักเก็บน้ำ ต่อมาใน พ.ศ. 2472 ได้ยกฐานะขึ้นเป็นกองอุตุนิยมวิทยาและสถิติ

ใน พ.ศ. 2479 ได้โอนงานอุตุนิยมวิทยาจากกองอุตุนิยมวิทยาและสถิติ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรราธิการ มารวมเข้ากับกองอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม หลังจากนั้น งานอุตุนิยมวิทยาได้มีการขยายปรับปรุงงานก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ ได้ตั้งสถานีตรวจอากาศกระจายตามท้องถิ่นต่าง ๆ โดยทำงานเป็นเครือข่าย และได้ขยายบริการออกไปอย่างกว้างขวาง

ใน พ.ศ. 2485 กองอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ได้ยกฐานะขึ้นเป็น "กรมอุตุนิยมวิทยา" ขึ้นตรงต่อกองทัพเรือ เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2485 ซึ่งถือเป็นวันคล้ายวันสถาปนาของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยมีสถานที่ทำการตั้งอยู่ที่ อาคารเลขที่ 612 ถนนสุขุมวิท ตำบลคลองตัน อำเภอพระโขนง กรุงเทพฯ ปัจจุบันเป็นสวนสาธารณะชื่อ "อุทยานเบญจสิริ" ที่สร้างขึ้นเพื่อน้อมเกล้าฯ ถวายสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ในรัชกาลที่ 9 ในโอกาสทรงเจริญพระชนมพรรษา 60 พรรษา เมื่อวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2535 และมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ แต่งตั้งนาวาเอก จรูญ วิทยาภย์ บุณนาค ดำรงตำแหน่งเจ้ากรมอุตุนิยมวิทยาเป็นคนแรก

ใน พ.ศ. 2492 กรมอุตุนิยมวิทยาได้สมัครเข้าเป็นสมาชิกองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) นับเป็นสมาชิกลำดับที่ 19 ซึ่งองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกมีสมาชิก 186 ประเทศ องค์การสหประชาชาติได้กำหนดให้วันที่ 23 มีนาคมของทุก ๆ ปี เป็นวันอุตุนิยมวิทยาโลก

ใน พ.ศ. 2505 กองทัพเรือได้แบ่งที่ดินบางส่วนที่บางนาให้แก่กรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อตั้งเป็นสวนราชการอุตุนิยมวิทยาบางนา ใช้สำหรับขยายกิจการในด้านการค้นคว้าให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งในสมัยที่จอมพล ศฤงค์ ธนะรัชต์ ดำรงตำแหน่งนายกรัฐมนตรี ได้เล็งเห็นว่า งานอุตุนิยมวิทยาเป็นกิจการที่สำคัญยิ่ง สมควรยกกิจการอุตุนิยมวิทยาให้เป็นการดำเนินงานในระดับชาติ จึงได้โอนกิจการอุตุนิยมวิทยาจากกองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม ไปสังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2505 โดยมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ แต่งตั้ง พลเรือโท จรูญ วิทยาภย์ บุณนาค เจ้ากรมอุตุนิยมวิทยา ดำรงตำแหน่งอธิบดีกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นคนแรก

วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2515 จอมพล ถนอม กิตติขจร ซึ่งดำรงตำแหน่งนายกรัฐมนตรี เห็นว่างานของกรมอุตุนิยมวิทยา เกี่ยวข้องกับการคมนาคมมากกว่า จึงย้ายมาสังกัดกระทรวงคมนาคม

วันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2535 กรมอุตุนิยมวิทยา ย้ายมาอยู่ที่เขตบางนา และได้เปิดอาคารที่ทำการ "ตึก 50 ปี อุตุนิยมวิทยา" เลขที่ 4353 ถนนสุขุมวิท แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ โดยได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จฯ ทรงเป็นประธานเปิดงาน

วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2545 ได้ย้ายไปสังกัดกระทรวงซึ่งจัดตั้งขึ้นใหม่ คือ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตามการปฏิรูประบบราชการ พ.ศ. 2546

วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2559 ได้มีการปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม ส่งผลให้กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต้องยุบเลิก และจัดตั้งกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ขึ้นใหม่

นอกจากการตรวจวัดอากาศและพยากรณ์อากาศแล้ว กรมอุตุนิยมวิทยายังได้ติดตั้งสถานีตรวจแผ่นดินไหวขึ้นในประเทศไทย เป็นสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวแบบมาตรฐานของโลก โดยได้จัดตั้งขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2506 ณ เขิงดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่

3. ประโยชน์ของอุตุนิยมวิทยา

ประโยชน์ของอุตุนิยมวิทยาจะเกี่ยวข้องกับการต่าง ๆ ของมนุษย์ สรุปได้ดังนี้

3.1 ด้านการเกษตร

เกษตรกรต้องการทราบช่วงเวลาที่เหมาะสม ความชื้นของอากาศ อากาศร้อน อากาศหนาว และสภาวะลมฟ้าอากาศ เพื่อใช้วางแผนเพาะปลูก เก็บผลผลิตให้เหมาะสม และวางแผนสำหรับกำจัดศัตรูพืช การเลี้ยงสัตว์ การทำนา การทำบ่อปลา ศูนย์วิจัยการยางใช้ข้อมูลความชื้นแห่งของอากาศเพื่อจะได้ป้องกันเชื้อรา แบคทีเรีย ที่จะทำใหยางมีคุณภาพต่ำ ในช่วงเวลาที่ฝนตก ชาวสวนยางจะสามารถวางแผนสำหรับกรีดยางและรีดยางเพื่อทำยางแผ่น รวมทั้งนักวิชาการยางอาศัยข้อมูลอากาศเพื่องานวิจัย

3.2 ด้านการประมง

การประกาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาเกี่ยวกับพายุเป็นประโยชน์สำหรับชาวประมงที่จะนำเรือออกจากฝั่ง สถานีประมงและสถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถใช้ข้อมูลอากาศเพื่อเตรียมการเพาะเลี้ยงกุ้ง ปลา สัตว์น้ำอื่น ๆ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลมา และใช้ข้อมูลเพื่องานวิจัยการเพาะเลี้ยงดังกล่าวด้วย

3.3 ด้านการคมนาคม

สนามบินต้องทราบลักษณะลมฟ้าอากาศของการบิน ในเขตสนามบินและเส้นทางการบิน เช่น พายุหิมะ หมอก เพื่อให้พนักงานนำเครื่องขึ้นลง หรือเมฆที่ก่อตัวแนวตั้งเป็นอุปสรรคต่อการขึ้นลงของเครื่องบินใบพัดเฮลิคอปเตอร์ที่ไม่มีการนำร่อง เป็นต้น วิศวโยธาใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในการวางแผน ออกแบบการสร้างถนนเพื่อให้เส้นทางคมนาคมเหมาะสมกับสภาวะอากาศ

3.4 ด้านอื่น ๆ

เช่น ด้านสาธารณสุข เพื่อเตรียมการป้องกันโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อโรคอื่น ๆ ด้านการทหาร เพื่อวางแผนการฝึกซ้อม การเดินเรือ การคมนาคม การสื่อสาร การเตรียมการเพื่อประกอบการต่าง ๆ การเดินทาง การเดินเรือ การตากผ้า การตากแห้ง การดำรงชีวิตประจำวัน ได้อย่างปลอดภัยหรือมีอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินน้อยที่สุด เป็นต้น

ระบบการตรวจอากาศ

การตรวจอากาศ หมายถึง การตรวจลักษณะต่าง ๆ ของลมฟ้าอากาศ เรียกว่า สารประกอบอุตุนิยมวิทยา (Meteorological elements) (ครรรพพัชร ว่องอนุกุล, 2548 : 9) การตรวจอากาศนี้เป็นรากฐานของกิจการอุตุนิยมวิทยาทุกสาขา เช่น อากาศการบิน อากาศการเกษตร อุทกวิทยา การพยากรณ์อากาศ ภูมิอากาศ เป็นต้น ซึ่งจะต้องตรวจทั้งอากาศผิวพื้นและตรวจอากาศชั้นบนของบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์

1. สารประกอบอุตุนิยมวิทยา

สารประกอบอุตุนิยมวิทยา คือ สิ่งที่จะต้องทำการตรวจ ได้แก่ การตรวจด้วยสายตา โดยอาศัยความชำนาญของผู้ตรวจที่ได้ทำการตรวจมาเป็นเวลานาน และคุ้นเคยต่อส่วนประกอบอุตุนิยมวิทยานั้น ๆ เช่น ชนิดและจำนวนเมฆ สถานะของลมฟ้าอากาศ ทิศนวิสัย เป็นต้น การตรวจด้วยเครื่องมือ เช่น ความกดอากาศ อุณหภูมิอากาศ เป็นต้น (สมรวดี พักผลงาม, 2541 : 393) ซึ่งสามารถแบ่งสารประกอบอุตุนิยมวิทยาเป็น 2 ส่วน คือ สารประกอบอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น และสารประกอบอุตุนิยมวิทยาชั้นบน โดยต้องตรวจตามเวลาที่กำหนด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น

สารประกอบอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น เมฆ ฝน ความเร็วและทิศทางลม ทิศนวิสัย ตลอดจนลักษณะลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นการตรวจในระดับความสูงไม่เกิน 1,500 เมตร (ครรรพพัชร ว่องอนุกุล, 2548 : 10)

1.2 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาชั้นบน

สารประกอบอุตุนิยมวิทยาชั้นบน ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ความเร็วลม และทิศทางลม เป็นการตรวจในระดับความสูงต่าง ๆ และมีสิ่งที่จะต้องทำการตรวจพิเศษ เช่น ตรวจหาโอโซนในบรรยากาศ เป็นต้น

1.3 เวลาที่ทำการตรวจ

เวลาที่ทำการตรวจใช้เวลามาตรฐานอันเป็นเวลาของเมืองกรีนิช ประเทศอังกฤษ ทั้งนี้เนื่องจากเส้นลองจิจูด (Longitude) 0 องศา ผ่านเมืองนี้ นับเป็นชั่วโมงเริ่มต้น โดยเริ่มที่เวลา 0000 GMT คำว่า GMT ย่อมาจาก Greenwich Mean Time หรือ UTC ซึ่งย่อมาจาก Universal Time Co-ordinate เวลามาตรฐานเป็นเวลาที่ยกกว่าเวลาของประเทศไทย 7 ชั่วโมง เนื่องจากประเทศไทยถือเอาเส้นลองจิจูด 105 องศาตะวันออก) ที่ผ่านจังหวัดอุบลราชธานี เป็นเส้นเวลามาตรฐานของประเทศไทย ดังนั้น เวลาในประเทศไทยจึงเป็นเวลา UTC+7 ชั่วโมง เช่นเวลา 0000 UTC จะเป็นเวลา 07.00 นาฬิกาในประเทศไทย เวลาในการตรวจอากาศแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา ดังนี้

- 1) เวลาที่ทำการตรวจอากาศผิวพื้น ในแต่ละวันทำการตรวจทุก ๆ 3 ชั่วโมง
- 2) เวลาที่ทำการตรวจอากาศชั้นบน ในแต่ละวันทำการตรวจทุก ๆ 6 ชั่วโมง

2. สถานีตรวจอากาศ

สถานีตรวจอากาศเป็นสถานที่ที่ทำการตรวจสอบอุปกรณ์อุตุนิยมวิทยา เป็นสถานที่ตั้งเครื่องมือไว้สำหรับตรวจสอบอุปกรณ์อุตุนิยมวิทยา การติดตั้งเครื่องมือต่าง ๆ ในสถานีตรวจอากาศเป็นแบบเดียวกัน ถ้าเป็นสถานที่ที่ตั้งเครื่องมือกลางแจ้ง เรียกว่า สนามอุตุนิยมวิทยา ชนิดของสถานีตรวจและหน้าที่ของสถานีตรวจอากาศแบ่งได้ 5 ชนิด ดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ชนิดของสถานีตรวจและหน้าที่

ชนิดของสถานีตรวจอากาศ	หน้าที่
1. สถานีตรวจอากาศเพื่อการพยากรณ์อากาศ	- ตรวจอากาศผิวพื้นและตรวจอากาศชั้นบน
2. สถานีตรวจอากาศประจำถิ่น ได้แก่ สถานีหลัก สถานีธรรมดา สถานีตรวจอากาศ และสถานีฝน	- ตรวจอากาศเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะ - ตรวจปริมาณฝน
3. สถานีตรวจอากาศเพื่อการเกษตร ได้แก่ สถานีหลัก สถานีธรรมดา หรือสถานีช่วย และสถานีตรวจอากาศ	- ตรวจอากาศผิวพื้น เน้นหลักทางอากาศเพื่อการเกษตร ซึ่งเป็นการตรวจอากาศเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะ
4. สถานีตรวจอากาศเพื่อการบิน ได้แก่ สถานีหลัก สถานีธรรมดา หรือสถานีช่วย และสถานีตรวจอากาศ	- ตรวจอากาศเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะ
5. สถานีพิเศษ ได้แก่ สถานีที่ตั้งขึ้นเป็นพิเศษและสถานีอื่น ๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ - สถานีอุตุนิยมวิทยาอุทก - สถานีตรวจอากาศชายฝั่ง 	<ul style="list-style-type: none"> - บอกปริมาณโอโซน สารเคมีอื่น ๆ ที่หน่วยงานอื่นติดต่อขอทราบข้อมูล - ตรวจกลุ่มฝน ความแรงของฝน - ตรวจกระแส น้ำ ระดับน้ำ - ตรวจคลื่น ลม

ที่มา : วรรณพัชร ว่องอนุกุล, 2548 : 12

3. การตรวจอากาศ

3.1 การตรวจอากาศบนผิวพื้น

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศผิวพื้นตามสถานีตรวจอากาศในเกือบทุกจังหวัดจะเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่าย สถานีตรวจอากาศบนพื้นดินแต่ละแห่งไม่ควรอยู่ห่างจากกันเกิน 150 กิโลเมตร กรมอุตุนิยมวิทยาได้แบ่งสถานีตรวจอากาศออกเป็น 4 ภาค รวมทั้งหมด 122 สถานี ดังนี้ (เกรียงไกร กอวัฒนา และนายจรรยา เสหาเลิศชัย, 2553 : 202) ภาคเหนือ 30 สถานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 28 สถานี ภาคกลางและภาคตะวันออก 35 สถานี และภาคใต้ 29 สถานี ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศผิวพื้น โดยอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ หลายชนิด ได้แก่ เครื่องมือที่สำคัญสำหรับสถานีตรวจอากาศโดยทั่วไป เครื่องมือที่อาจจัดหาเพิ่มเติมได้ตามความจำเป็น และเครื่องมือพิเศษใช้ตรวจสอบสภาวะอากาศอื่น ๆ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจอากาศผิวพื้น สรุปได้ดังนี้ (สมพงษ์ มະนะสุทธิ์, 2537 : 103;

สมรวัติ พิภพลงาม, 2541 : 393 – 400; ครรภพัชร ว่องอนุกุล, 2548 : 15 – 16; เกรียงไกร กอวัฒนา และจรรยา เสหาเลิศชัย, 2553 : 199 – 201 และกรมอุตุนิยมวิทยา, 2561 : online)

3.1.1 อุณหภูมิอากาศ

การวัดอุณหภูมิที่พื้นโลกอาจจะกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่ปฏิบัติกันมากที่สุด คือ การใช้เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ มีดังนี้

1) อุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด

1.1) เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด (Maximum Thermometer) เป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทใช้วัดอุณหภูมิสูงสุดประจำวัน เทอร์โมมิเตอร์มีคอติดบริเวณด้านใต้สเกลล่างสุด เมื่ออุณหภูมิลดลงปรอทจะไม่สามารถไหลย้อนกลับได้

1.2) เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด (Minimum Thermometer) เป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบบรรจุวัตถุเหลวภายใน เช่น พวกลอกเกอร์ น้ำมันใส เป็นต้น ใช้วัดอุณหภูมิต่ำที่สุดประจำวัน โดยมีดัชนี (Index) อยู่ภายในเทอร์โมมิเตอร์ เมื่ออุณหภูมิต่ำลงแอลกอฮอล์จะดูดผิวก้านดัชนีลงไปด้วย

2) อุณหภูมิต่ำสุดยอดหญ้า

เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดยอดหญ้า (Grass minimum Thermometer) หรือเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดเรดิเอชันของพื้นโลก (Terrestrial radiation Thermometer) เป็นเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา ใช้วัดอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน โดยจะวางให้เป็นแนวนอนบนพื้นหญ้าสั้นให้สัมผัสยอดหญ้าพอดี

3) อุณหภูมิใต้ดิน

เทอร์โมมิเตอร์ใต้ดิน (Soil Thermometers) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิใต้ดินที่ความลึกระดับ 5 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของรากพืชในระดับต่าง ๆ

3.1.2 ความชื้น

ความชื้น คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศ เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นของอากาศเรียกว่า ไฮโครมิเตอร์ (Psychrometer) ซึ่งประกอบด้วย เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน อันหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา เรียกว่า “เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง” อีกอันหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์ ที่มีผ้าฝ้ายสลิเปียกหุ้มอยู่ เรียกว่า “เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก” จากการอ่านผลต่างอุณหภูมิของตุ้มเปียกและตุ้มแห้ง โดยเทียบกับแผ่นตารางที่คำนวณไว้ก่อนแล้ว จะสามารถหาความชื้นของอากาศในขณะนั้นได้ เรียกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)

3.1.3 ความกดอากาศ

การวัดความกดอากาศมีความสำคัญมาก หน่วยที่นิยมใช้วัดความกดของอากาศ คือ มิลลิบาร์ (Millibar) เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความกดอากาศ เรียกว่า บารอมิเตอร์ (Barometer) มีดังนี้

1) บารอมิเตอร์ปรอท (Mercury Barometer) เป็นบารอมิเตอร์มาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ บารอมิเตอร์แบบคิ้วและบารอมิเตอร์แบบฟอร์ดิน

1.1) บารอมิเตอร์แบบคิ้ว (Kew Barometer) เป็นบารอมิเตอร์แบบที่กระเปาะปรอทติดแน่นตายตัวอยู่กับลำของหลอดแก้ว ไม่สามารถปรับแต่งระดับปรอทได้ จะแบ่งออกเป็นแบบใช้บนบก (Kew Station) และแบบที่ใช้ในทะเล (Kew Marine)

1.2) บารอมิเตอร์แบบฟอร์ตติน (Fortin Barometer) เป็นบารอมิเตอร์แบบสามารถปรับแต่งระดับปรอทให้ผิวหน้าสัมผัสกับเข็มงาช้าง (Ivory pointer) พอดี

2) บารอมิเตอร์แบบแอนีรอยด์ (Aneroid Barometer) เป็นบารอมิเตอร์แบบเคลื่อนไหวดวงและพกพาได้อย่างสบาย เนื่องจากมีลักษณะเป็นกระปุกลูกฟูก ภายในเป็นสุญญากาศ ไม่ใช่ปรอท

3) บารอกราฟ (Barograph) เป็นบารอมิเตอร์ชนิดแอนีรอยด์สำหรับใช้ในการจดบันทึกเป็นกราฟ เข็มชี้จะเปลี่ยนเป็นปลายปากกาและสามารถบันทึกลงบนกระดาษกราฟที่พันอยู่รอบทรงกระบอกที่หมุนด้วยลานนาฬิกาได้

3.1.4 ความเร็วและทิศทางของลม

การวัดทิศทางและความเร็วลม เพื่อให้ทราบถึงการเคลื่อนตัวของมวลอากาศว่าเป็นไปในทิศทางใด สำหรับการวัดทิศทางของลมนั้นจะใช้ครลม (Wind vane) ส่วนการวัดความเร็วของลมจะใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า อะนิมอมิเตอร์ (Anemometer) ซึ่งมีหลายชนิด แต่ส่วนมากใช้แบบใบพัดหรือกังหัน หรือใช้แบบถ้วยกลม 3 ใบ และมีก้าน 3 ก้าน ต่อมารวมกันที่แกนกลาง จากแกนกลางจะมีแกนต่อลงมาเบื้องล่าง เมื่อกังหันหมุนจะเกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้เข็มที่หน้าปัดชี้แสดงความเร็วของลม นอกจากนี้ ยังมีเครื่องบันทึกความเร็ว และทิศทางลมลงบนกราฟ เรียกว่า อะนิมोगราฟ (Anemograph)

3.1.5 ปริมาณน้ำฝน

หยาดน้ำฟ้า หมายถึง น้ำต่าง ๆ ในบรรยากาศที่สามารถตกลงมาสู่พื้นดินได้ เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น ปกติใช้วัดเป็นความลึก ซึ่งสูงขึ้นมาจากพื้นดิน หน่วยวัดน้ำฝน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร หรือนิ้ว ประเทศไทยวัดเฉพาะปริมาณน้ำฝนอย่างเดียว ในบางกรณีวัดความแรงของฝนด้วยเพื่อประโยชน์ในการวางผังเมืองและสนามบิน การระบายน้ำ รวมทั้งกิจการที่เกี่ยวกับการเกษตรด้วย เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมีดังนี้

1) เครื่องวัดฝนแบบจดบันทึก (Rainfall Recorders) ใช้ลักษณะของไซฟอน (Natural Siphon Gauge or Float Type) ดูดน้ำให้ไหลออกจากถังลูกลอย เมื่อฝนตกลงมาจนเต็มถัง จะทำให้อากาศดันน้ำออกมาทางท่อด้านล่าง และเมื่อน้ำไหลออกจากถัง อากาศจะไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้ไซฟอนหยุดทำงานโดยทันที

2) เครื่องวัดฝนแบบแก้วตวง เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย รูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกกลมตลอด หรือบางที่ทำให้ก้นผายออก เพื่อให้ตั้งได้มั่นคงขึ้น ตัวเครื่องทำด้วยเหล็ก หรือทองแดงที่ไม่เป็นสนิม ตอนขอบบนของเครื่องทำเป็นปากรับน้ำหนักฝนขนาดแน่นอน นิยมใช้ปากถังขนาด 8 นิ้ว ที่ขอบปากถังต้องทำให้หนาเป็นพิเศษกันบุบเบี้ยวหรือเสียรูปทรง ติดตั้งไว้บนพื้นดินเรียบ และสูงจากพื้นดินไม่เกิน 1 เมตร ห้ามติดตั้งไว้ที่ลาดชัน

3) เครื่องวัดฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Type) เป็นแบบที่ใช้น้ำหนักของถังรองรับน้ำรวมกับน้ำหนักของฝนที่ตกลงมา ไปกระทำต่อกลไกของสปริง หรือใช้ระบบสมดุลของน้ำหนัก เครื่องนี้จะไม่มีระบบระบายน้ำออกเองเมื่อน้ำฝนเต็มถัง กลไกสามารถบันทึกทั้งทางขึ้นทางลงได้ถึง 4 ครั้ง จนกว่าจะถึงขีดสูงสุดของการรายงาน เครื่องนี้ออกแบบเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำให้ลดน้อยลง

3.2 การตรวจอากาศชั้นบน

สถานีตรวจอากาศชั้นบนตั้งอยู่ห่างกันไม่เกิน 250 กิโลเมตร โดยกรมอุตุนิยมวิทยา มีสถานีตรวจอากาศชั้นบนทั่วประเทศไทย จำนวน 11 สถานี ผลการตรวจอากาศชั้นบนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับความกดอากาศ ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ เช่น 2,000 ฟุต 5,000 ฟุต 10,000 ฟุต 18,000 ฟุต จนถึง 45,000 ฟุต ด้วยการหยั่งอากาศซึ่งใช้เครื่องวิทยุหยั่งอากาศ (Radiosonde) ผูกติดกับบอลูนขนาดต่าง ๆ ได้แก่ 600 กรัม 300 กรัม 100 กรัม 30 กรัม ในช่วงเช้าเวลา 07.00 น. และช่วงเย็นเวลา 19.00 น. ปัจจุบันเครื่องบินพาณิชย์ที่ทำการบินระหว่างประเทศได้ทำหน้าที่ตรวจอากาศชั้นบน รวมทั้งได้ข้อมูลจากดาวเทียมเพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.2.1 การตรวจอากาศในระดับสูง

1) เครื่องมือตรวจอากาศชั้นบน (Radiosonde) ด้วยระบบ Vaisala เป็นเครื่องมือตรวจอากาศชั้นบนระบบอัตโนมัติ ที่สามารถตรวจวัดข้อมูลได้ตั้งแต่ระดับผิวพื้น ไปจนถึงชั้นบรรยากาศสูง ๆ อาจตรวจได้สูงถึง 30 กว่ากิโลเมตรขึ้นไป ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศชั้นบนประกอบด้วย ความกดอากาศ ความสูง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วและทิศทางลม ในระดับมาตรฐาน เช่น 850 มิลลิบาร์ 700 มิลลิบาร์ 500 มิลลิบาร์ 400 มิลลิบาร์ รวมทั้งระดับ 2000 ฟุต 3000 ฟุต เป็นต้น และระดับแทรกต่าง ๆ โดยใช้ระบบจานสัญญาณอากาศ รับสัญญาณจากเครื่องหยั่งอากาศที่ติดไปกับบอลูน ส่งข้อมูลลงมายังคอมพิวเตอร์หรือสถานีรับทางภาคพื้นดิน

2) เครื่องมือตรวจอากาศชั้นบนด้วยเรเวนดระบบ iMet-1790 เครื่องมือชนิดนี้จะประกอบด้วย วิทยุหยั่งอากาศ จานรับสัญญาณ ซอฟต์แวร์คำนวณหาความสูงและทิศทางลม และบอลูน การตรวจอากาศชั้นบนด้วยเรเวนดนี้จะได้ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ในระดับมาตรฐาน เช่น 850 มิลลิบาร์ 700 มิลลิบาร์ 500 มิลลิบาร์ 400 มิลลิบาร์ รวมทั้งระดับ 2000 ฟุต 3000 ฟุต เป็นต้น เท่านั้น

3) เครื่องตรวจอากาศชั้นบนด้วยไฟลोटบอลูน (Pilot balloon) โดยใช้กล้องธีโอดอลไลท์ (Theodolite) จะตรวจได้เฉพาะทิศทางและความเร็วลมเหมือนกับตรวจด้วยวิทยุหยั่งอากาศด้วยเรเวนด แต่ความสูงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะอากาศ ถ้าอากาศแจ่มใส สามารถตรวจได้สูงมาก ๆ ใช้เวลาในการตรวจอาจถึง 1 ชั่วโมง แต่ถ้ามีลักษณะอากาศไม่ดี เช่น มีฟ้าหลัว ขึ้นหรือแห้ง มีเมฆต่ำมาก เป็นต้น จะไม่สามารถตรวจได้ความสูงที่สูง ๆ ถ้าตรวจเวลากลางคืนจะใช้เวลาประมาณ 10 - 15 นาที ซึ่งก็แล้วแต่ลักษณะอากาศด้วยเหมือนกัน

3.2.2 การตรวจอากาศด้วยเรดาร์

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับฝนที่อธิบายถึงชนิดของฝน เช่น ฝนฟ้าคะนอง ฝนจากพายุหมุนเขตร้อน ความรุนแรงของฝน การเคลื่อนตัวของกลุ่มฝน แนวโน้มความแรงของกลุ่มฝน เป็นต้น การตรวจฝนด้วยเรดาร์สามารถทำการตรวจวัดได้ไกล ตามรัศมีทำการของเรดาร์ เช่น 100 กิโลเมตร 200 กิโลเมตร 300 กิโลเมตร 450 กิโลเมตร เป็นต้น ในปัจจุบันเรดาร์ตรวจอากาศได้พัฒนาให้ใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยแบ่งการตรวจออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ตรวจความเข้มของฝน (Intensity mode) และตรวจความเร็วการเคลื่อนตัวของกลุ่มฝน (Velocity mode) นอกจากนี้ เรดาร์ยังสามารถตรวจและแสดงตำแหน่งศูนย์กลางของพายุเขตร้อนได้ คือ ในกรณีที่ศูนย์กลางของพายุเคลื่อนเข้ามาในรัศมีหวังผลของเรดาร์ตรวจอากาศ

3.2.3 การตรวจอากาศด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลเกี่ยวกับเมฆชนิดต่าง ๆ ในบริเวณที่ห่างไกล ทุรกันดาร และไม่สามารถตั้งสถานีตรวจวัดได้ เช่น บริเวณเทือกเขาสูง ป่า ทะเลทราย มหาสมุทร เกาะต่าง ๆ เป็นต้น ดาวเทียมที่ใช้ในการตรวจอากาศใช้ช่วงคลื่นในการถ่ายภาพ 2 ช่วงคลื่น ประกอบด้วยช่วงคลื่นที่ตามองเห็น และช่วงคลื่นความร้อน

1) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชนิดวงโคจรค้างฟ้า ได้แก่ ดาวเทียมจีเอ็มเอส (GMS: Geostationary Meteorological Satellite) ของประเทศญี่ปุ่น และประเทศจีน อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,800 กิโลเมตร โคจรรอบโลกใช้เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง และดาวเทียมโคจรในทิศทางเดียวกับการหมุนของโลก ทำให้ตำแหน่งของดาวเทียมสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกในบริเวณเดิมเสมอ สามารถรับข้อมูลได้ทุก ๆ ชั่วโมงตลอด 24 ชั่วโมง

2) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชนิดวงโคจรผ่านใกล้ขั้วโลก ได้แก่ ดาวเทียมโนอา (NOAA: National Oceanographic and Atmospheric Administration) ของสหรัฐอเมริกา รับภาพได้วันละ 2 ครั้ง โดยโคจรผ่านใกล้ขั้วโลกเหนือและใต้สูงจากพื้นผิวโลกเป็นระยะทางประมาณ 850 กิโลเมตร โคจรรอบโลกหนึ่งรอบใช้เวลาประมาณ 102 นาที ในหนึ่งวันจะโคจรรอบโลกประมาณ 14 รอบ และเคลื่อนที่ผ่านศูนย์กลางในเวลาเดิม ตามเวลาท้องถิ่น 2 ครั้ง คือ โคจรจากขั้วโลกเหนือไปยังขั้วโลกใต้ 1 ครั้ง และโคจรจากขั้วโลกใต้ ไปยังขั้วโลกเหนือ อีก 1 ครั้ง ดาวเทียมชนิดนี้มีการถ่ายภาพและส่งสัญญาณข้อมูล ลงสู่ภาคพื้นดินในเวลาจริง ในขณะที่ดาวเทียมโคจรผ่านพื้นที่นั้น ๆ โดยมีความกว้าง 2,400 กิโลเมตร

แผนที่อากาศ (Synoptic weather chart)

แผนที่อากาศ คือ แผนที่ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลของอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ ในเวลาหนึ่ง ๆ บนแผนที่อากาศนั้น (สมพงษ์ มะนะสุทธิ์, 2535 : 131) นักวิเคราะห์จะลากเส้นไอโซบาร์ ซึ่งแสดงถึงการกระจายของความกดอากาศกด บริเวณที่มีฝนตกหรือเส้นที่แสดงว่ามีอุณหภูมิเท่ากัน (Isotherm) และสิ่งอื่น ๆ ที่ช่วยในการทำนายอากาศ เช่น สัญลักษณ์ของมวลอากาศ แนวปะทะอากาศ เป็นต้น เมื่อศูนย์อุตุนิยมวิทยาได้รับรหัสการตรวจอากาศจากศูนย์สื่อสารแล้ว พนักงานจะเขียนแผนที่อากาศ โดยเขียนตัวเลขและสัญลักษณ์ ตามแบบที่มาตรฐานอุตุนิยมวิทยาโลกได้กำหนดไว้ โดยใช้สัญลักษณ์อุตุนิยมวิทยา แสดงดังภาพที่ 8.1 และใช้โมเดลสารประกอบอุตุนิยมวิทยาสำหรับแผนที่อากาศผิวพื้น แสดงในภาพที่ 8.2 ความหมายของสัญลักษณ์อุตุนิยมวิทยา แสดงดังตารางที่ 8.2 - 8.6

ตารางที่ 8.3 ความหมายของสัญลักษณ์แสดงการปกคลุมของเมฆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ไม่มีจำนวนเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 1 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 2 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 3 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 4 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 5 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 6 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆจำนวน 7 ใน 8 ส่วน ของท้องฟ้า
	มีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้า
	ไม่สามารถทำการตรวจเมฆได้

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ, 2561 : online

ตารางที่ 8.4 ความหมายของสัญลักษณ์รหัสเมฆชั้นต่ำ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เมฆคิวมูลัส ก่อตัวในทางตั้งเล็กน้อย และดูคล้ายกับยอดเมฆแบนหรือคิวมูลัสที่ขาดวิน
	เมฆคิวมูลัส ที่ก่อตัวในทางตั้งขนาดปานกลาง มียอดนูนสูงขึ้นเป็นรูปโดมหรือหอคอย
	เมฆคิวโมโลนิมบัส มีรูปร่างไม่แหลม ไม่มีลักษณะเป็นเส้นชัดเจน
	เมฆสเตรโตคิวมูลัส ก่อตัวขึ้นโดยแผ่ออกมาจากเมฆคิวมูลัส อาจมีเมฆคิวมูลัสเกิดปนอยู่ด้วย
	เมฆสเตรโตคิวมูลัส ที่ไม่ได้แผ่ออกมาจากเมฆคิวมูลัส
	เมฆสเตรตัส เป็นแผ่นหรือชั้น มากหรือน้อย หรือแตกเป็นวิน หรือทั้งสองอย่าง แต่ไม่ใช่เมฆสเตรตัสที่แตกเป็นวินในเวลาที่มีลักษณะอากาศเลว
	เมฆสเตรตัส แตกเป็นวินในเวลาที่มีลักษณะอากาศเลว หรือเมฆคิวมูลัสแตกเป็นวินในเวลาที่มีลักษณะอากาศเลว
	เมฆคิวมูลัสกับเมฆสเตรโตคิวมูลัสรวมกัน
	เมฆคิวโมโลนิมบัส ส่วนบนของเมฆนี้ปรากฏเป็นเส้นชัดเจน มักมีรูปร่างคล้ายถัง

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ, 2561 : online

ตารางที่ 8.5 ความหมายของสัญลักษณ์รหัสเมฆชั้นกลาง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เมฆอัลโตสเตรตัส เมฆกึ่งโปร่งแสง เมื่อมองผ่านเมฆนี้จะเห็นดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์อย่างราง ราง คล้ายกับมองผ่านพื้นกระจก
	เมฆอัลโตสเตรตัส เมฆนี้มีความหนาแน่นพอที่จะบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์
	เมฆอัลโตคิวมูลัส เมฆกึ่งโปร่งแสง ส่วนต่าง ๆ ของเมฆเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ เท่านั้น
	เมฆอัลโตคิวมูลัส เป็นหย่อม ๆ มักมีรูปลักษณ์คล้ายเมฆคิวมูลัส ส่วนต่าง ๆ ของเมฆเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันตลอดเวลา
	เมฆอัลโตคิวมูลัส กึ่งโปร่งแสง แผ่ขยายออกคลุมท้องฟ้า มีลักษณะหนาทั้งหมด
	เมฆอัลโตคิวมูลัส เป็นผลมาจากการแผ่ขยายของเมฆคิวมูลัส
	เมฆอัลโตคิวมูลัส ตั้งแต่สองระดับหรือมากกว่า ปกคลุมกันอยู่หนาที่บและไม่แผ่ขยายคลุมท้องฟ้า
	เมฆอัลโตคิวมูลัส ที่แตกช่องออกไปคล้ายกับหอคอยเล็ก ๆ หรือกำแพงที่ไม่มีเสมา
	เมฆอัลโตคิวมูลัส ในท้องฟ้าที่สับสน โดยทั่วไปอยู่หลายระดับ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ, 2561 : online

ตารางที่ 8.5 ความหมายของสัญลักษณ์รหัสเมฆชั้นสูง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เมฆเซอร์รัสในรูปเส้นใยคล้ายเกลียวเชือกหรือรูปขอ แผ่คลุมท้องฟ้าไม่มากนัก
	เมฆเซอร์รัสหนาแน่น เป็นแผ่นหรือเป็นรูปคล้ายมดติดกัน ซึ่งปกติไม่ค่อยเพิ่มจำนวนขึ้น
	เมฆเซอร์รัสหนาแน่น เกิดขึ้นบ่อย ๆ เป็นรูปทัง อันเป็นส่วนที่เหลือของส่วนบนของเมฆคิวโมโลนิมบัส
	เมฆเซอร์รัสเป็นรูปขอ หรือเส้นใย หรือทั้งสองอย่างปนกัน โดยทั่วไปเมฆนี้จะกลายเป็นแผ่นหนาที่บตลอด
	เมฆเซอร์รัสและเมฆเซโรสเตรตัส หรือเมฆเซโรสเตรตัสโดดเดี่ยว ปกคลุมท้องฟ้ายังไม่ถึงมุม 45 องศาของขอบเขตที่มองเห็น
	เมฆเซอร์รัสและเมฆเซโรสเตรตัส หรือเมฆเซโรสเตรตัสโดดเดี่ยว ปกคลุมท้องฟ้ามากกว่า 45 องศาของขอบเขตที่มองเห็น โดยท้องฟ้าไม่ปกคลุมด้วยเมฆทั้งหมด

ตารางที่ 8.5 ความหมายของสัญลักษณ์รหัสเมฆชั้นสูง (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ม่านทึบฉากของเมฆเซโรสเตรตัสปกคลุมทั่วไปในท้องฟ้า
	เมฆเซโรสเตรตัสไม่แผ่ขยาย และไม่ปกคลุมเต็มท้องฟ้าอย่างสมบูรณ์
	เมฆเซโรคิวมูลัสโดดเดี่ยว หรือเมฆเซโรคิวมูลัสที่มีเมฆเซอรัส หรือเมฆเซโรสเตรตัสปนอยู่ หรือทั้งสองอย่าง แต่ต้องมีเมฆเซโรคิวมูลัสเป็นส่วนใหญ่

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ, 2561 : online

ตารางที่ 8.6 รหัสตัวเลขและความหมายของสัญลักษณ์ลักษณะอากาศปัจจุบัน

สัญลักษณ์	รหัสตัวเลข	ความหมาย
	04	ทัศนวิสัยเลวเนื่องจากควัน
	05	ฟ้าหลัวแห้ง
	06	มีฝุ่นคลุ้งในอากาศทั่วไป
	07	มีฝุ่นหรือทรายปลิวอยู่ในอากาศเนื่องจากลมพัดแรง
	08	ลมบ้าหมูเกิดขึ้นอย่างชัดเจนที่สถานี
	09	มีฝุ่นหรือพายุทรายเห็นจากสถานีในขณะที่ทำการตรวจ
	10	ฟ้าหลัวขึ้น
	11	หมอก หรือหมอกแข็งเกิดเป็นหย่อม ๆ ที่สถานี
	12	หมอกหรือหมอกแข็งอย่างบาง เกิดต่อเนื่องกันมากหรือน้อยที่สถานี
	13	ฟ้าแลบ
	14	มองเห็นหยาดน้ำฟ้าและตกลงมาไม่ถึงพื้นดิน
	15	มองเห็นหยาดน้ำฟ้าและตกลงมาถึงพื้นดิน แต่มีระยะห่างจากสถานีมากกว่า 5 กิโลเมตร
	16	มองเห็นหยาดน้ำฟ้าและตกลงมาถึงพื้นดิน ใกล้สถานีแต่ไม่ใช่ที่สถานี
	17	พายุฟ้าคะนอง (ได้ยินเสียงฟ้าร้อง)
	18	พายุสควอลล์ที่สถานี
	19	เมฆวงช้างที่สถานี
	20	มีฝนละอองตกในช่วงเวลาทำการตรวจ แต่ไม่มีฝนในขณะที่ทำการตรวจ
	21	มีฝนธรรมดาตกในช่วงเวลาทำการตรวจ แต่ไม่มีฝนในขณะที่ทำการตรวจ

ตารางที่ 8.6 (ต่อ)

สัญลักษณ์	รหัสตัวเลข	ความหมาย
*]	22	มีหิมะตกในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีหิมะในขณะทำการตรวจ
*]	23	มีฝนธรรมดาและหิมะตกในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีฝนและหิมะในขณะทำการตรวจ
~]	24	มีฝนละอองหรือฝนธรรมดาเย็นจัดจนเป็นเม็ดน้ำแข็งตกในชั่วโมงทำการตรวจแต่ไม่มีฝนในขณะทำการตรวจ
๕]	25	มีฝนโปรยตกในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีฝนในขณะทำการตรวจ
๕]	26	มีหิมะโปรยตกในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีหิมะในขณะทำการตรวจ
๕]	27	มีลูกเห็บโปรยตกในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีลูกเห็บในขณะทำการตรวจ
≡]	28	มีหมอกหรือหมอกแข็งในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีหมอกในขณะทำการตรวจ
⌞	29	มีพายุฟ้าคะนองในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีฟ้าร้องในขณะทำการตรวจ
๕	30	พายุฝุ่นหรือพายุทรายกำลังอ่อนหรือปานกลาง ค่อย ๆ ลดกำลังลง
๕	31	พายุฝุ่นหรือพายุทรายกำลังอ่อนหรือปานกลาง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
๕	32	พายุฝุ่นหรือพายุทรายกำลังอ่อนหรือปานกลาง ได้เริ่มหรือทวีกำลังขึ้น
๕	33	พายุฝุ่นหรือพายุทรายกำลังแรงจัด ค่อย ๆ ลดกำลังลง
๕	34	พายุฝุ่นหรือพายุทรายกำลังแรงจัด ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
๕	35	พายุฝุ่นหรือพายุทรายกำลังอ่อนหรือปานกลาง ได้เริ่มหรือทวีกำลังขึ้น
⊕	36	ลมหิมะกำลังอ่อนหรือปานกลาง โดยทั่วไปอยู่ในระดับต่ำ
⊕	37	ลมหิมะกำลังแรง โดยทั่วไปอยู่ในระดับต่ำ
⊕	38	ลมหิมะกำลังอ่อนหรือปานกลาง โดยทั่วไปอยู่ในระดับสูง
⊕	39	ลมหิมะกำลังแรง โดยทั่วไปอยู่ในระดับสูง
⊕	40	หมอกหรือหมอกแข็งระยะไกลขณะทำการตรวจ แต่ไม่ใช่ที่สถานี
≡	41	หมอกหรือหมอกแข็งเป็นหย่อม ๆ
≡	42	หมอกหรือหมอกแข็งได้บางลง มองเห็นท้องฟ้า
≡	43	หมอกหรือหมอกแข็งได้บางลง มองไม่เห็นท้องฟ้า
≡	44	หมอกหรือหมอกแข็งไม่มีการเปลี่ยนแปลง มองเห็นท้องฟ้า
≡	45	หมอกหรือหมอกแข็งไม่มีการเปลี่ยนแปลง มองไม่เห็นท้องฟ้า
≡	46	หมอกหรือหมอกแข็งได้เพิ่มหรือหนาขึ้น มองเห็นท้องฟ้า
≡	47	หมอกหรือหมอกแข็งได้เพิ่มหรือหนาขึ้น มองไม่เห็นท้องฟ้า
≡	48	หมอกและเกล็ดน้ำแข็งสะสมตัว มองเห็นท้องฟ้า

ตารางที่ 8.6 (ต่อ)

สัญลักษณ์	รหัสตัวเลข	ความหมาย
	49	หมอกและเกล็ดน้ำแข็งสะสมตัว มองไม่เห็นท้องฟ้า
	50	ฝนละออง ไม่แข็ง ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดเบา ขณะทำการตรวจ
	51	ฝนละออง ไม่แข็ง ตกต่อเนื่อง ขนาดเบา ขณะทำการตรวจ
	52	ฝนละออง ไม่แข็ง ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดปานกลาง ขณะทำการตรวจ
	53	ฝนละออง ไม่แข็ง ตกต่อเนื่อง ขนาดปานกลาง ขณะทำการตรวจ
	54	ฝนละออง ไม่แข็ง ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดหนัก ขณะทำการตรวจ
	55	ฝนละออง ไม่แข็ง ตกต่อเนื่อง ขนาดหนัก ขณะทำการตรวจ
	56	ฝนละออง แข็ง ขนาดเบา
	57	ฝนละออง แข็ง ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	58	ฝนละอองและฝนธรรมดา ขนาดเบา
	59	ฝนละอองและฝนธรรมดา ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	60	ฝนธรรมดา ไม่แข็ง ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดเบา ขณะทำการตรวจ
	61	ฝนธรรมดา ไม่แข็ง ตกต่อเนื่อง ขนาดเบา ขณะทำการตรวจ
	62	ฝนธรรมดา ไม่แข็ง ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดปานกลาง ขณะทำการตรวจ
	63	ฝนธรรมดา ไม่แข็ง ตกต่อเนื่อง ขนาดปานกลาง ขณะทำการตรวจ
	64	ฝนธรรมดา ไม่แข็ง ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดหนัก ขณะทำการตรวจ
	65	ฝนธรรมดา ไม่แข็ง ตกต่อเนื่อง ขนาดหนัก ขณะทำการตรวจ
	66	ฝนธรรมดา แข็ง ขนาดเบา
	67	ฝนธรรมดา แข็ง ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	68	ฝนธรรมดาหรือฝนละอองและหิมะ ขนาดเบา
	69	ฝนธรรมดาหรือฝนละอองและหิมะ ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	70	ปุยหิมะ ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดเบา ขณะทำการตรวจ
	71	ปุยหิมะ ตกต่อเนื่อง ขนาดเบา ขณะทำการตรวจ
	72	ปุยหิมะ ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดปานกลาง ขณะทำการตรวจ
	73	ปุยหิมะ ตกต่อเนื่อง ขนาดปานกลาง ขณะทำการตรวจ
	74	ปุยหิมะ ตกเป็นระยะ ๆ ขนาดหนัก ขณะทำการตรวจ
	75	ปุยหิมะ ตกต่อเนื่อง ขนาดหนัก ขณะทำการตรวจ
	76	ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก

ตารางที่ 8.6 (ต่อ)

สัญลักษณ์	รหัสตัวเลข	ความหมาย
	77	ก้อนหิมะ
	78	หิมะที่ตกเป็นผลึกมีลักษณะคล้ายดาว
	79	ก้อนน้ำแข็งขนาดเล็ก
	80	ฝนโปรย ขนาดเบา
	81	ฝนโปรย ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	82	ฝนโปรย ตกหนักอย่างรุนแรง
	83	ฝนปนหิมะโปรย ขนาดเบา
	84	ฝนปนหิมะโปรย ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	85	หิมะโปรย ขนาดเบา
	86	หิมะโปรย ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	87	เม็ดหิมะหรือลูกเห็บขนาดเล็กโปรย มีหรือไม่มีฝนธรรมดา หรือฝนปนหิมะ ขนาดเบา
	88	เม็ดหิมะหรือลูกเห็บขนาดเล็กโปรย มีหรือไม่มีฝนธรรมดา หรือฝนปนหิมะ ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	89	ลูกเห็บโปรย มีหรือไม่มีฝนธรรมดา หรือฝนปนหิมะ ขนาดเบา
	90	ลูกเห็บโปรย มีหรือไม่มีฝนธรรมดา หรือฝนปนหิมะ ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก
	91	ฝนธรรมดา ขนาดเบา มีพายุฟ้าคะนองในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีพายุฟ้าคะนองขณะทำการตรวจ
	92	ฝนธรรมดา ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก มีพายุฟ้าคะนองในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีพายุฟ้าคะนองขณะทำการตรวจ
	93	หิมะหรือฝนปนหิมะหรือลูกเห็บ ขนาดเบา มีพายุฟ้าคะนองในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีพายุฟ้าคะนองขณะทำการตรวจ
	94	หิมะหรือฝนปนหิมะหรือลูกเห็บ ขนาดปานกลางหรือขนาดหนัก มีพายุฟ้าคะนองในชั่วโมงทำการตรวจ แต่ไม่มีพายุฟ้าคะนองขณะทำการตรวจ
	95	พายุฟ้าคะนอง ขนาดเบาหรือขนาดปานกลาง ไม่มีลูกเห็บ แต่มีฝนขณะทำการตรวจ
	96	พายุฟ้าคะนอง ขนาดเบาหรือขนาดปานกลาง กับลูกเห็บ ขณะทำการตรวจ
	97	พายุฟ้าคะนอง ขนาดหนัก ไม่มีลูกเห็บแต่มีฝนและหรือหิมะ ขณะทำการตรวจ
	98	พายุฟ้าคะนอง กับมีพายุฝนหรือพายุทราย ขณะทำการตรวจ
	99	พายุฟ้าคะนอง ขนาดหนักกับมีลูกเห็บ ขณะทำการตรวจ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ, 2561 : online

การพยากรณ์อากาศ

ศักดา มหาอัมพรพฤษ (2538 : 279) ให้ความหมายของการพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคต โดยอาศัยปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เป็นอยู่ในขณะนั้น และหลักการทางสถิติในการที่จะพยากรณ์อากาศ

เกรียงไกร กอวัฒนา และจรูญ เสหาเลิศชัย (2553 : 198) ให้ความหมาย การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาวะอากาศ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องที่จะเกิดขึ้นในเวลาข้างหน้า เช่น วันพรุ่งนี้จะมีฝนตกหรือไม่ อากาศจะร้อนหรือหนาวเพียงใด จะมีพายุดีเปรสชันหรือพายุโซนร้อนเคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทยหรือไม่ เมื่อใด และมีกำลังแรงมากน้อยเท่าใด เป็นต้น การพยากรณ์อากาศทำได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ในแผนที่อากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศในบริเวณกว้าง ทั้งการตรวจอากาศตามระดับต่าง ๆ บนพื้นดิน และการตรวจอากาศบริเวณต่าง ๆ ของโลก

สรุปได้ว่า การพยากรณ์อากาศ หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคต และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยอาศัยปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยา และหลักการทางสถิติในการที่จะพยากรณ์อากาศ

1. วิธีการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (เกรียงไกร กอวัฒนา และจรูญ เสหาเลิศชัย, 2553 : 204 - 208)

1.1 การวิเคราะห์แผนที่อากาศผิวพื้น

การวิเคราะห์แผนที่อากาศผิวพื้นเพื่อศึกษามวลอากาศแต่ละสถานที่ โดยการลากเส้นไอโซบาร์ (Isobar) ให้แต่ละเส้นความกดอากาศห่างเท่ากับ 2 เฮกโตปาสกาล แล้วเปรียบเทียบแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้สัญลักษณ์ H หรือ L ซึ่ง H หมายถึง บริเวณที่มีความกดอากาศสูง และ L หมายถึง บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ เช่น ข้อมูลความกดอากาศ เมื่อเวลา 07.00 น. ของวันนี้ เปรียบเทียบกับข้อมูลความกดอากาศ เมื่อเวลา 07.00 น.ของวันก่อน เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอากาศ รวมทั้งการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความกดอากาศ และค่าอุณหภูมิของแต่ละวันในช่วงเวลาเดียวกัน เป็นต้น

1.2 การวิเคราะห์แผนที่ลมชั้นบน

ระบบอากาศที่อยู่สูงขึ้นไปจากพื้นดินจะมีความสัมพันธ์กับระบบอากาศผิวพื้น ถ้าระบบอากาศผิวพื้นเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำ แสดงว่า อากาศในบริเวณดังกล่าวเบาบาง และมีการยกตัวของอากาศ อากาศที่อยู่รอบ ๆ จะมีน้ำหนักมากกว่าและไหลเข้ามาแทนที่ ลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ สามารถนำมาใช้คาดการณ์ลักษณะอากาศผิวพื้นได้ว่า จะมีแนวโน้มการพัฒนาความรุนแรงเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น ในการพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อน ต้องศึกษาการไหลของอากาศที่เข้าสู่จุดศูนย์กลาง หากมีการไหลเข้าของอากาศสู่จุดศูนย์กลางสูงขึ้น แสดงว่า พายุนั้นจะมีการพัฒนาความรุนแรงเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าการไหลของอากาศเข้าสู่จุดศูนย์กลางมีระดับลดลง แสดงว่า พายุนั้นจะมีการพัฒนาความรุนแรงลดลง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถศึกษากระแสลมในลักษณะของคลื่น กระแสลมฝ่ายตะวันตก และคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออก ซึ่งมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศด้วย

1.3 การวิเคราะห์แผนที่อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction: NWP)

ปัจจุบันพัฒนาการด้านคอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้ามาก และมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการพยากรณ์อากาศ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและรวดเร็วมากขึ้น ในการรวบรวมผลการตรวจอากาศจากสถานีตรวจอากาศจำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งป้อนเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ความเร็วสูง และเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์ เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลมและทิศทางลม ชนิดและจำนวนเมฆในท้องฟ้า เป็นต้น ในรูปแบบของสมการต่าง ๆ จำนวนมาก แสดงผลลัพธ์ให้เห็นในรูปของแบบจำลองของบรรยากาศที่แสดงค่าต่าง ๆ ที่จุดพิกัด (Grid points) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่พยากรณ์ว่า จะเกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง 60 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง ในรูปแบบของแผนที่ต่าง ๆ เช่น แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบน แผนที่พยากรณ์ฝน เป็นต้น

1.4 การเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติด้านภูมิอากาศ

การเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติด้านภูมิอากาศเป็นการพยากรณ์อากาศโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศเป็นข้อมูลพื้นฐาน เช่น ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ได้รับอิทธิพลจากลมประจำฤดู 2 กระแส คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในฤดูหนาว ช่วงเดือนธันวาคม กรุงเทพฯ ซึ่งตั้งอยู่ในภาคกลาง มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยที่ 21 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยที่ 32 องศาเซลเซียส ดังนั้น การพยากรณ์อุณหภูมิของอากาศ จะอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าดังกล่าวนี้ เป็นต้น

1.5 วิธีการพยากรณ์อากาศแบบอื่น ๆ

การพยากรณ์อากาศนอกจากศึกษาจากลักษณะอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบันแล้วยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น โดยแบ่งออกเป็นวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.5.1 วิธีการคงสภาพเดิม (Persistence method) เป็นวิธีการพยากรณ์อากาศที่ง่ายที่สุด ใช้กับลักษณะอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น การคาดว่า ลักษณะอากาศในเช้าวันพรุ่งนี้จะคล้าย ๆ กับอากาศในเช้าวันนี้ เป็นต้น

1.5.2 วิธีการดูแนวโน้ม (Trend method) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ใช้กับลักษณะอากาศที่มีแนวโน้มการเคลื่อนที่ในทิศทาง ความเร็ว และความรุนแรงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น การพยากรณ์ฝนตก โดยดูจากการเคลื่อนตัวของกลุ่มฝนและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแรง ซึ่งการพยากรณ์วิธีการนี้ มักเป็นการพยากรณ์ในช่วงเวลาสั้น ๆ (Nowcasting) เช่น การพยากรณ์ฝนตก โดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศในกรุงเทพฯ และปริมณฑล แสดงกลุ่มฝนเคลื่อนตัวเข้าใกล้กรุงเทพฯ เวลา 17.20 น. และจะเคลื่อนตัวเข้ากรุงเทพฯ เวลา 18.32 น. เป็นต้น

1.5.3 วิธีการเปรียบเทียบกับลักษณะอากาศในอดีต (Analog method) รูปแบบแผนที่อากาศในปัจจุบันอาจคล้ายคลึงกับแผนที่อากาศในอดีต แต่ลักษณะอากาศที่เกิดขึ้นจะไม่เหมือนกันทุกประการ ทั้งนี้เนื่องจากมีตัวแปรอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ลักษณะอากาศซับซ้อนมากขึ้น แต่สามารถใช้เป็นแนวทางในการพยากรณ์อากาศในบางโอกาสได้ เช่น หากจะพยากรณ์อุณหภูมิต่ำสุดของอากาศบริเวณกรุงเทพฯ ในวันขึ้นปีใหม่ 1 มกราคม จากแผนที่อากาศผิวพื้นในปัจจุบัน ซึ่งคล้ายคลึงกับแผนที่อากาศผิวพื้นเมื่อ 3 ปีที่แล้ว สมมติว่า เมื่อ 3 ปีที่แล้ว ในวันที่ 1 มกราคม มีอุณหภูมิต่ำสุด 18 องศาเซลเซียส ฉะนั้น อุณหภูมิต่ำสุดในกรุงเทพฯ ที่พยากรณ์ในปัจจุบันอาจใกล้เคียงกับ 18 องศาเซลเซียส แต่อาจไม่ตรงกันมากนัก เป็นต้น

2. ขั้นตอนการพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศมีขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมายหรือเพื่อการพยากรณ์มีขั้นตอนแบ่งเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้ (ครรรพพัชร ว่องอนุกุล, 2548 : 27)

1) การบันทึกผลการตรวจอากาศที่ได้รับทั้งจากในประเทศ และต่างประเทศทั้งหมด ลงบนแผนภูมิหรือแผนที่ทางอุตุนิยมวิทยาชนิดต่าง ๆ เช่น แผนภูมิการหยั่งอากาศ แผนที่อากาศ ชั้นบน แผนที่อากาศผิวพื้น เป็นต้น โดยบันทึกด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยา

2) การวิเคราะห์ผลการตรวจอากาศที่ได้จากข้อ 1) โดยทำการลากเส้นแสดงค่าของสารประกอบทางอุตุนิยมวิทยา เช่น เส้นทิศทางและความเร็วลมในระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อแสดงลักษณะอากาศในระดับบน เส้นไอโซบาร์ที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย เพื่อแสดงตำแหน่ง และความรุนแรงของระบบลมฟ้าอากาศ เส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูง เพื่อแสดงเสถียรภาพของบรรยากาศ เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดเมฆและฝน เป็นต้น

3) การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของระบบลมฟ้าอากาศ ที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 2) โดยใช้วิธีการพยากรณ์อากาศแบบต่าง ๆ

4) การออกคำพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา และบริเวณที่ต้องการ โดยพิจารณาจากตำแหน่ง และความรุนแรงของระบบลมฟ้าอากาศที่ได้ดำเนินการไว้แล้วจากข้อ 3)

5) การส่งคำพยากรณ์อากาศไปยังสื่อมวลชน เพื่อเผยแพร่สู่ประชาชนและส่งข้อมูลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการตามความเหมาะสมต่อไป เช่น การป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ เป็นต้น

3. ระยะเวลา

ช่วงระยะเวลาในการพยากรณ์อากาศ แบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้ (ครรรพพัชร ว่องอนุกุล, 2548 : 27 - 29; เกรียงไกร กอวัฒนา และจรรุญ เสาศุณย์, 2553 : 209)

3.1 การพยากรณ์อากาศระยะสั้น (Short range forecast)

การพยากรณ์อากาศระยะสั้นเป็นการพยากรณ์อากาศในช่วงเวลาไม่เกิน 72 ชั่วโมง ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจอากาศ และแผนที่อากาศในปัจจุบัน ตามแนวทางทฤษฎีอุตุนิยมวิทยา เพื่อการพยากรณ์อากาศ สามารถแบ่งช่วงเวลากการพยากรณ์ออกได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

3.1.1 การพยากรณ์อากาศปัจจุบัน (Nowcast) หมายถึง ช่วงเวลาการรายงานสภาวะอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และการคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3.1.2 การพยากรณ์อากาศสั้นมาก (Very short range) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาการพยากรณ์ไม่เกิน 12 ชั่วโมง

3.1.3 การพยากรณ์อากาศสั้น (Short range) หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาเกินกว่า 12 ชั่วโมงขึ้นไป แต่ไม่เกิน 72 ชั่วโมง

3.2 การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (Medium range forecast)

การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง หมายถึง การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่เกินกว่า 3 วันขึ้นไป จนถึง 10 วัน ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาปัจจุบันร่วมกับข้อมูลจากสถิติภูมิอากาศในการพยากรณ์

3.3 การพยากรณ์ระยะยาว (Long range forecast)

การพยากรณ์ระยะยาว คือ การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาระหว่าง 10 วัน ถึง 30 วัน โดยปกติมักเป็นการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลานั้นว่า แตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร ใช้ข้อมูลสถิติทางอุตุนิยมวิทยาในการพยากรณ์

3.4 การพยากรณ์ระยะนาน (Very long range forecast)

การพยากรณ์ระยะนาน หมายถึง การพยากรณ์ตั้งแต่ 30 วัน จนถึง 2 ปี ซึ่งยังแบ่งย่อยออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.4.1 การคาดการณ์รายเดือน คือ การคาดการณ์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงนั้น จะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

3.4.2 การคาดการณ์รายสามเดือน คือ การคาดการณ์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงสามเดือนนั้น จะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

3.4.3 การคาดการณ์รายฤดู คือ การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยของฤดูนั้น จะแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

3.5 การพยากรณ์ภูมิอากาศ

การพยากรณ์ภูมิอากาศ คือ การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลามากกว่า 2 ปีขึ้นไป โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

3.5.1 การพยากรณ์การผันแปรของภูมิอากาศ คือ การพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผันแปรไปจากค่าปกติเป็นรายปีจนถึงหลายสิบปี

3.5.2 การพยากรณ์ภูมิอากาศ คือ การพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยพิจารณาทั้งสาเหตุจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม และเพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ (ดวงเดือน พินสุวรรณ, 2555 : 14-73) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อน และปรากฏการณ์เอลนีโญ – ลานีญา

1. ภาวะโลกร้อน (Global warming)

ภาวะโลกร้อนนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้จะค่อย ๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด

ภาวะโลกร้อน หมายถึง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร (ดวงเดือน พินสุวรรณ, 2555 : 14-74) จากการสังเกตการณ์การเพิ่มอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกที่เกิดขึ้น ตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 หรือประมาณตั้งแต่ พ.ศ. 2490 ค่อนข้างแน่ชัดว่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์มีการเพิ่มความเข้มข้น เป็นผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

1.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ทำให้บรรยากาศของโลกอบอุ่น เมื่อพื้นโลกได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน และคายพลังงานความร้อนออกมา แต่เมื่อมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การตัดไม้ทำลายป่า การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควินจากท่อไอเสียรถยนต์ รวมทั้งกระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) เป็นต้น มีผลทำให้อุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น

1.2 ผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

ผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกมีผลโดยตรงต่อภาวะโลกร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศเพิ่มสูงขึ้นเป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวโน้มของผลกระทบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีดังนี้ (นำพลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 152 - 158)

1.2.1 แนวโน้มของผลที่เกิดจากปรากฏการณ์โลกร้อนต่อสภาพอากาศ พบว่าอุณหภูมิของอากาศที่ระดับผิวโลกจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 1.4 -5.8 องศาเซลเซียส ในช่วง ค.ศ. 1993 ถึง ค.ศ.2100 ซึ่งถือเป็นอัตราการเพิ่มที่สูงที่สุดในรอบ 1 หมื่นปีที่ผ่านมา ปริมาณหยาดน้ำฟ้าโดยเฉลี่ยจะเกิดมากขึ้นและจะมีการผันแปรมากขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของปี การผันแปรของสภาพอากาศรุนแรง เช่น การเกิดฝนตกหนัก น้ำท่วมฉับพลัน ภาวะความแห้งแล้ง พายุเฮอริเคนจะมีบ่อยครั้ง เป็นต้น ชั้นของหิมะและน้ำแข็งในแถบขั้วโลกเหนือจะลดจำนวนลงมากขึ้นกว่าเดิม แต่ในเขตขั้วโลกใต้อาจเพิ่มจำนวนขึ้น ระดับความสูงของน้ำทะเลทั่วโลกจะสูงขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 0.09 ถึง 0.88 เมตร ในระหว่าง ค.ศ. 1990 ถึง ค.ศ. 2100 เนื่องมาจากการขยายตัวขึ้นของน้ำทะเลตามอุณหภูมิและการละลายของหิมะและชั้นน้ำแข็งที่อยู่ในแถบขั้วโลก

1.2.2 แนวโน้มของผลที่เกิดจากปรากฏการณ์โลกร้อนต่อสุขภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของประชากร ภาวะโลกร้อนที่ส่งผลต่อสภาวะความเสื่อมถอยของธรรมชาติและสภาพแวดล้อมของมนุษย์ พบว่า เกิดคลื่นความร้อน ซึ่งจะมีความถี่มากขึ้นเรื่อย ๆ สภาพอากาศแห้งแล้ง ไฟป่า น้ำท่วมชายฝั่ง พายุรุนแรง เพิ่มความเสียหายต่อชีวิตทรัพย์สินมากขึ้น และอันตรายจากเชื้อโรคที่มีสัตว์เป็นพาหะ การสูญเสียห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศ (Ecosystem loss) เป็นการสูญเสียระบบขับเคลื่อนทางชีววิทยาต่าง ๆ ปะการังในทะเลจะเปลี่ยนสีจนฟอกขาวด้วยผลกระทบทางเคมี พื้นที่ที่จะพบปัญหาหนัก คือ ทะเลบริเวณประเทศนิวซีแลนด์ สูญเสียระบบห่วงโซ่อาหารและแพร่ขยายไปยังบริเวณอื่น ๆ สัตว์ใต้ทะเลในระบบนิเวศที่เป็นอาหารของมนุษย์จะขาดแคลน โดยพบสารตะกั่วปนเปื้อนมากขึ้น สภาพธรรมชาติทางทะเลเสื่อมโทรมลงอย่างชัดเจนจนสูญเสียความสมบูรณ์ เกิดการยกตัวของระดับชั้นโอโซนสูงขึ้น มีผลต่อระบบการหายใจ ทำให้มีโอกาสเจ็บป่วย และเกิดเชื้อโรคชนิดใหม่ เชื้อโรคบางชนิดเกิดสายพันธุ์ใหม่

สำหรับประเทศไทยพบว่า จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นปีละ 1 องศาเซลเซียส (ปี 2562 อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 28.1 องศาเซลเซียส สูงกว่าที่เคยเกิดขึ้นในรอบ 30 ปี 1 องศาเซลเซียส) และระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นปีละ 5 มม. รวมทั้งภัยแล้งที่รุนแรงในปี 2553 และน้ำท่วมในปี 2554 และ 2560 ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ มีฝนตกหนักในบางพื้นที่ มีพายุพัดเข้าประเทศบ่อยขึ้น มีฤดูหนาวสั้นลง ปัจจุบันในชั้นบรรยากาศมี คาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 380 ส่วนในล้านส่วน หลายพื้นที่อากาศแปรปรวน มีพายุเกิดขึ้นบ่อยขึ้น ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

2. ปรากฏการณ์เอลนีโญ – ลานีญา

2.1 เอลนีโญ (El Nino)

เอลนีโญเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เมื่อกระแสน้ำเย็นแปซิฟิกบริเวณชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ มีกระแสน้ำอุ่นจากศูนย์สูตรไหลมาแทนที่ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงขึ้นประมาณ 10 องศาเซลเซียส และมีผลให้ปริมาณพายุฝนและจำนวนปลาในบริเวณนี้ลดลง ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดทุก 7-14 ปี (นำพลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 159 - 160) ซึ่งเป็นผลจากการอ่อนกำลังลงของลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน ผลของปรากฏการณ์นี้จะกระทบต่อภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งใกล้เคียง กล่าวคือ ทำให้มีฝนตกน้อยลง

2.2 ลานีญา (La Nina)

ลานีญาเป็นปรากฏการณ์ที่ตรงข้ามกับเอลนีโญ โดยลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนพัดพาน้ำอุ่น จากทางตะวันออกไปสะสมอยู่ทางตะวันตก ซึ่งอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าทางตะวันออกอยู่แล้ว มีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงขึ้นไปอีก ส่งผลให้อากาศลอยตัวและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝน บริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน บริเวณตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ส่วนด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก บริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์ เปรู มีการไหลของน้ำเย็นระดับล่างขึ้นมาสู่ผิวน้ำ จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องและรุนแรง อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลจึงลดต่ำกว่าปกติทำให้บริเวณดังกล่าวแห้งแล้ง ซึ่งเป็นสภาวะปกติ ไม่ใช่ปรากฏการณ์เอลนีโญ

2.3 เอนโซ (ENSO)

เอนโซ “ENSWO” ย่อมาจาก El Nino Southern Oscillation เป็นปรากฏการณ์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกและการผันแปรของอากาศในซีกโลกใต้ การผันแปรของอากาศดังกล่าว หมายถึง ความกดอากาศระดับน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก มีความสัมพันธ์เป็นส่วนกลับกับความกดอากาศระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย กล่าวคือ บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกกำหนดให้ใช้ความกดอากาศระดับน้ำทะเลที่เกาะตาคิตี (Tahiti) อยู่ในหมู่เกาะโซไซเอตี (Society Islands) มีค่าความกดอากาศสูง ส่วนบริเวณมหาสมุทรอินเดียนกำหนดให้ใช้ความกดอากาศระดับน้ำทะเลที่เมืองดาร์วิน (Darwin) ประเทศออสเตรเลีย มีค่าความกดอากาศต่ำ ความแตกต่างระหว่างความกดอากาศของทั้ง 2 เมือง ที่สูงหรือต่ำกว่าค่าปกติ จะใช้เป็นดัชนีบอกความผันแปรของอากาศในซีกโลกใต้ โดยวัดเป็นความแรงของลมค้า ซึ่งลมพัดจากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ ถ้าดัชนีมีค่าเป็นลบ หมายถึง ความกดอากาศที่เกาะตาคิตีต่ำกว่าเมืองดาร์วิน แสดงว่าลมค้าพัดอ่อนกว่าปกติหรืออากาศอุ่นกว่าค่าปกติ และถ้าค่าติดลบสูงเป็นเวลานานแสดงถึงสภาวะเอลนีโญ ส่วนดัชนีมีค่าเป็นบวก หมายถึง ความกดอากาศที่เกาะตาคิตีสูงกว่า

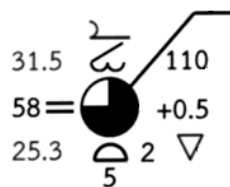
เมืองดาร์วิน แสดงว่าลมค้าพัดแรงกว่าปกติหรืออากาศเย็นกว่าปกติ และถ้าค่าเป็นบวกสูงเป็นเวลานานแสดงถึงสภาวะลานีญา

สรุปท้ายบท

อุตุนิยมวิทยาเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอากาศ การตรวจอากาศเป็นการตรวจลักษณะต่าง ๆ ของลมฟ้าอากาศ เรียกว่า สารประกอบอุตุนิยมวิทยา มี 2 ส่วน คือ สารประกอบอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น ซึ่งตรวจทุก ๆ 3 ชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ความชื้น ความเร็วและทิศทางของลม และปริมาณน้ำฝน และสารประกอบอุตุนิยมวิทยาชั้นบน ซึ่งตรวจทุก ๆ 6 ชั่วโมง ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความกดอากาศ ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ สถานีตรวจอากาศเป็นสถานที่ตั้งเครื่องมือไว้สำหรับตรวจสารประกอบอุตุนิยมวิทยา แผนที่อากาศเป็นแผนที่ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลของอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ โดยใช้สัญลักษณ์อุตุนิยมวิทยา การพยากรณ์อากาศเป็นการคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคตโดยอาศัยปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมที่เป็นอยู่ในขณะนั้น และหลักการทางสถิติในการที่จะพยากรณ์อากาศ การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนและปรากฏการณ์เอลนีโญ - ลานีญา

คำถามทบทวน

1. การพยากรณ์อากาศและอุตุนิยมวิทยา คืออะไร มีความสำคัญกับชีวิตประจำวันอย่างไร
2. จุดเริ่มต้นของการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย เริ่มขึ้นได้อย่างไร
3. ข้อมูลที่ได้จากสารประกอบอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นมี มีอะไรบ้าง และวัดอย่างไร
4. สถานีตรวจอากาศมีกี่ประเภท และทำหน้าที่อะไรบ้าง
5. เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด มีลักษณะพิเศษอย่างไร
6. เครื่องมือวัดความชื้น คืออะไร มีลักษณะเป็นอย่างไร
7. เครื่องมือที่ใช้วัดความกดอากาศ มีกี่แบบ และมีลักษณะเป็นอย่างไร
8. อธิบายวิธีการตรวจอากาศในระดับสูง
9. ให้แปลความหมายของสัญลักษณ์ทางอุตุนิยมวิทยาในภาพที่ 8.3



ภาพที่ 8.3 ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางอุตุนิยมวิทยา

10. การพยากรณ์คืออะไร มีขั้นตอนในการพยากรณ์อย่างไรบ้าง

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร กอวัฒนา และจรรยา เสาทเลิศชัย. (2553). สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 35. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://saranukromthai.or.th/Ebook/BOOK35/book35_6/Default.html. [19 กรกฎาคม 2561]
- ครรพพัชร ว่องอนุกุล. (2548). **อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น (Meteorology)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://oservice.skru.ac.th/ebook/lesson.asp?title_code=418. [19 กรกฎาคม 2561]
- ดวงเดือน พินสุวรรณ. (2555). **ประมวลสาระชุดวิชา หน่วยที่ 11 - 15 ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ สำหรับครู**. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นำพลชัย กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์. (2558). **ภูมิศาสตร์กายภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ศักดิ์ดา มหาอัมพรพฤกษ์. (2538). **อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น**. นครราชสีมา : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สมพงษ์ มนะสุทธิ. (2535). **อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- _____. (2537). **อุตุนิยมวิทยาทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สมรดี พักผลงาม. (2541). **วิทยาศาสตร์ทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อุตุนิยมวิทยา, กรม. (2561). **ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <http://www.cmmet.tmd.go.th/index1.php>. [19 กรกฎาคม 2561]
- อุทกศาสตร์ กองทัพเรือ, กรม. (2561). **คู่มือการปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่แผนที่อากาศ (เล่มที่ 1)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <http://www.rtnmet.org/km/คู่มือการปฏิบัติงานเจ้าหน้าที่แผนที่อากาศ.PDF>. [19 กรกฎาคม 2561]