

เอกสารประกอบการคำสอน

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
ที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

รายวิชา GSI2304 วิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบ



อาจารย์ผู้สอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกมล ชูช่วย

บทที่ 7

กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ลมฟ้าอากาศเป็นสภาพของบรรยากาศที่เป็นอยู่และเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาสั้น ๆ สภาพของบรรยากาศนี้โดยทั่วไป ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ฝน เมฆ หมอก ลม และทัศนวิสัย ลมฟ้าอากาศเป็นสภาพของอากาศในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามวัน เวลา และสถานที่ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอากาศดังกล่าวเรียกว่า “อุตุนิยมวิทยา (Meteorology)” ส่วนคำว่า ภูมิอากาศนั้นเป็นสภาพของอากาศที่เกิดขึ้นเป็นประจำติดต่อกันเป็นเวลานาน จนกระทั่งกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะอากาศของเขตนั่น ๆ ได้ ภูมิอากาศจึงเป็นค่าปานกลางของลักษณะลมฟ้าอากาศในระยะเวลานาน โดยการเฉลี่ยค่าขององค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ฝน เมฆ หมอก ลม และทัศนวิสัย เป็นค่าเฉลี่ยประจำวัน ค่าเฉลี่ยประจำเดือน และค่าเฉลี่ยประจำปี ภูมิอากาศย่อมแตกต่างกันตามที่ต่าง ๆ

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้ลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น เมฆ ฝน ลม พายุ เป็นต้น มีรายละเอียดดังนี้

1. ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นลูกไฟดวงใหญ่ คล้ายเป็นเตาเชื้อเพลิงส่งความร้อนมายังพื้นโลกด้วยวิธีการแผ่รังสี พลังงานความร้อนสุทธิตามที่ผิวโลกได้รับจากดวงอาทิตย์ตลอดปี เฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันตามตำแหน่งของละติจูด โดยในเขตละติจูดต่าง ๆ ระหว่าง 30 องศาเหนือ - 30 องศาใต้ พื้นผิวโลกทั้งส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ ได้รับพลังงานความร้อนเฉลี่ยประมาณ 140 วัตต์ต่อตารางเมตร และลดลงเหลือประมาณต่ำกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร ในบริเวณขั้วโลก ดังนั้น บริเวณในเขตละติจูดระหว่าง 30 องศาเหนือ - 30 องศาใต้ จึงมีอากาศร้อนกว่าอากาศในบริเวณอื่น ๆ ตลอดทั้งปีโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่โลกที่ได้รับความร้อนมากกว่าเขตนี้นี้ (สมพงษ์ มนะะสุทธิ, 2537 : 57) เช่น บริเวณศูนย์สูตรอากาศร้อนเกิดการขยายตัวและลอยสูงขึ้นไป อากาศในบริเวณพื้นผิวโลกที่ได้รับความร้อนน้อยกว่า และเย็นกว่าจะเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ เป็นต้น กระบวนการนี้ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศขึ้น จึงสรุปได้ว่าความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของอากาศ

2. การหมุนของโลก

โลกมีการหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดกลางวันร้อน และเกิดกลางคืนเย็นกว่า นอกจากนี้ โลกยังโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยระยะเวลาประมาณ 365 วันต่อรอบ หรือ 1 ปี การโคจรของโลกทำให้เกิดฤดูกาล (Seasons) ต่าง ๆ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554 (2561 : online) ให้ความหมายคำว่า “ฤดู” หมายความว่า ส่วนของปีแบ่งตามลักษณะของอากาศ ส่วนคำว่า “กาล” หมายความว่า “เวลา” ดังนั้น “ฤดูกาล” จึงหมายถึง ช่วงในแต่ละปีที่แบ่งตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ฤดูกาลเกิดจากโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์โดยที่แกนของโลกเอียง 23.5 องศา คงที่ตลอดปี ในฤดูร้อนโลกเอียงซีกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้ซีกโลกเหนือกลายเป็นฤดูร้อน และซีกโลกใต้กลายเป็นฤดูหนาว หกเดือนต่อมาโลกโคจรไปอยู่อีกด้านหนึ่งของวงโคจร โลกเอียงซีกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์ ทำให้ซีกโลกใต้กลายเป็นฤดูร้อน และซีกโลกเหนือกลายเป็นฤดูหนาว ในเขตอบอุ่นและเขตหนาวจะฤดูกาลแบ่งออกเป็น 4 ฤดู ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาว มีรายละเอียดดังนี้ (สมพงษ์ มະนะสุทธิ, 2537 : 57 และศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2561 : online)

2.1 ฤดูใบไม้ผลิ

ฤดูใบไม้ผลิ หรือวสันตฤดู เริ่มตั้งแต่ 21 มีนาคม ถึง 20 มิถุนายน ดวงอาทิตย์ขึ้นตรงทิศตะวันออกและตกตรงทิศตะวันตกพอดี ซีกโลกเหนือเป็นฤดูใบไม้ผลิ เนื่องจากโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากขึ้นเมื่อเทียบกับฤดูหนาว ต้นไม้จึงเริ่มผลิใบเพื่อผลิตอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระยะเวลากลางวันและกลางคืนยาวนานเท่ากัน วันที่ 20 - 21 มีนาคม เป็นวันที่ดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับผิวโลกที่เส้นศูนย์สูตร เรียกว่า วันวสันตวิษุวัต (Vernal Equinox) ส่วนซีกโลกใต้เป็นฤดูใบไม้ร่วง

2.2 ฤดูร้อน

ฤดูร้อน หรือคิมหันตฤดู เริ่มตั้งแต่ 21 มิถุนายน ถึง 21 กันยายน โลกหันซีกโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน ตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ค่อนข้างไปทางทิศเหนือ (+23.5 องศา) ดวงอาทิตย์ขึ้นเร็วและตกช้า ระยะเวลากลางวันยาวกว่ากลางคืน วันที่ 20 - 21 มิถุนายน เป็นวันที่ดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับผิวโลกที่ละติจูด 23.5 องศาเหนือ เรียกว่า วันครีษมายัน (Summer Solstice) ในส่วนซีกโลกใต้เป็นฤดูหนาว

2.3 ฤดูใบไม้ร่วง

ฤดูใบไม้ร่วง หรือสารทฤดู เริ่มตั้งแต่ 22 กันยายน ถึง 21 ธันวาคม ดวงอาทิตย์ขึ้นตรงทิศตะวันออกและตกตรงทิศตะวันตกพอดี ซีกโลกเหนือเป็นฤดูใบไม้ร่วง ต้นไม้จึงเริ่มผลิใบทิ้ง ระยะเวลากลางวันและกลางคืนยาวนานเท่ากัน เนื่องจากโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ลดลงเมื่อเทียบกับฤดูร้อน วันที่ 22 - 23 กันยายน เรียกว่า วันสารทวิษุวัต (Autumnal Equinox) ส่วนซีกโลกใต้เป็นฤดูใบไม้ผลิ

2.4 ฤดูหนาว

ฤดูหนาว หรือเหมันตฤดู เริ่มตั้งแต่ 22 ธันวาคม ถึง 20 มีนาคม โลกหันซีกโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ค่อนข้างไปทางทิศใต้ (-23.5 องศา) ซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาว ในเขตละติจูดสูงต้นไม้ทิ้งใบหมด เนื่องจากพลังงานแสงแดดไม่พอสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง ดวงอาทิตย์ขึ้นช้าและตกเร็ว ระยะเวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน โลกจึงได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด วันที่ 20 - 21 ธันวาคม เรียกว่า วันเหมายัน (Winter Solstice) ในส่วนซีกโลกใต้เป็นฤดูร้อน

ประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้ 1) ฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม 2) ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และ 3) ฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะที่ซีกโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะเดือนเมษายนบริเวณประเทศไทย มีดวงอาทิตย์อยู่เกือบตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ สภาพอากาศจึงร้อนอบอ้าวทั่วไป ในฤดูนี้แม้ว่าโดยทั่วไปจะมีอากาศร้อนและแห้งแล้ง แต่บางครั้งอาจมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมถึงประเทศไทยตอนบน ทำให้เกิดการปะทะกันของมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรงหรืออาจมีลูกเห็บตกก่อให้เกิดความเสียหายได้ พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูนี้มักเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพายุฤดูร้อน

2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทยทำให้มีฝนชุกทั่วไป ร่องความกดอากาศต่ำนี้ปกติจะพาดผ่านภาคใต้ในเดือนพฤษภาคม แล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางเหนือตามลำดับจนถึงช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายน จะพาดผ่านอยู่บริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนในประเทศไทยลดลงระยะหนึ่ง และเรียกว่าเป็นช่วงฝนทิ้ง ซึ่งอาจนานประมาณ 1 - 2 สัปดาห์หรือบางปีอาจเกิดขึ้นรุนแรงและมีฝนน้อยนานนับเดือน ในเดือนกรกฎาคมปกติร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้พาดผ่านบริเวณประเทศไทยอีกครั้ง ทำให้มีฝนชุกต่อเนื่อง จนกระทั่งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณกลางเดือนตุลาคมประเทศไทยตอนบน จะเริ่มมีอากาศเย็นและฝนลดลง โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เว้นแต่ภาคใต้ยังคงมีฝนชุกต่อไปจนถึงเดือนธันวาคมและมักมีฝนหนักถึงหนักมากจนก่อให้เกิดอุทกภัย โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งจะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นฤดูฝนอาจจะช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์

3) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ในช่วงกลางเดือนตุลาคมนานราว 1-2 สัปดาห์ เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว อากาศแปรปรวน ไม่แน่นอน อาจเริ่มมีอากาศเย็นหรืออาจยังมีฝนฟ้าคะนอง โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งจะหมดฝน และเริ่มมีอากาศเย็นช้ากว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. น้ำ

แหล่งน้ำเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดไอน้ำ บนพื้นโลกมีน้ำอยู่มาก ความร้อนจากดวงอาทิตย์จะทำให้น้ำระเหยเป็นไอน้ำ ลอยขึ้นไปในอากาศ ทำให้ในอากาศมีไอน้ำอยู่เสมอไม่มากนักน้อยถ้าปริมาณไอน้ำในอากาศมากที่สุดจะเป็นไอน้ำอิ่มตัว ซึ่งพร้อมที่จะควบแน่นเป็นละอองน้ำรวมตัวกลายเป็นเมฆ เมื่อละอองน้ำภายในก้อนเมฆมีปริมาณมากเกินแรงพยุง จะตกลงมาจากฐานเมฆกลายเป็นฝนไหลไปสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ น้ำเป็นสาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง

4. อากาศ

อากาศหรือบรรยากาศ ซึ่งเคลื่อนที่จะหอบเอาไอน้ำไปด้วย ทำให้เกิดปรากฏการณ์ของอากาศ ลมอาจจะพัดพาฝุ่น ผงดิน และเศษวัสดุ พุ้งกระจายในอากาศ ตลอดจนหอบเอาหลังคาและทำให้ต้นไม้หรือเสาไฟฟ้าล้มได้ อากาศที่เคลื่อนที่เป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้ลมฟ้าอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง

ลม (Wind)

สุรพันธ์ นิลาชน (2543 : 67) อธิบายว่า ลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ตามแนวราบ (Horizontal motion) ส่วนอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวตั้ง เรียกว่า กระแสอากาศ (Current)

นำพลีย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์ (2558 : 118) ให้ความหมายของลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ไปบนผิวโลกตามแนวนอนในทุกทิศทาง

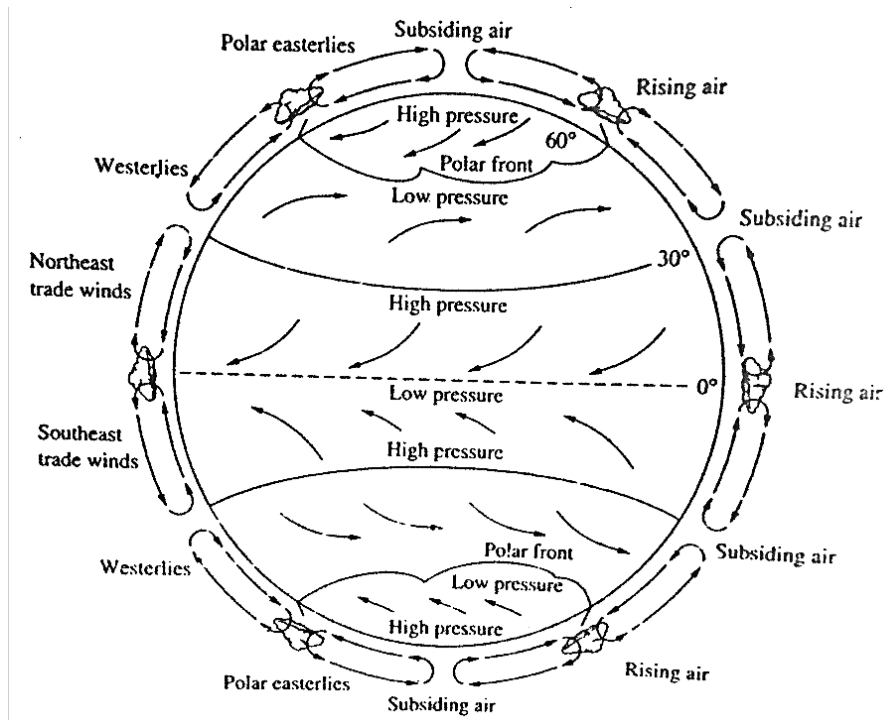
ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ (2559 : 90) ให้ความหมายของลม คือ ก้อนอากาศที่มีการเคลื่อนที่ ไม่ว่าจะการเคลื่อนที่นั้นจะเกิดจากอิทธิพลใด ๆ ก็ตาม เช่น อิทธิพลของอุณหภูมิความดัน การหมุนของโลก เป็นต้น

สรุปได้ว่า ลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ไปบนผิวโลกตามแนวราบในทุกทิศทาง การเคลื่อนที่ที่เกิดจากอิทธิพลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน การหมุนของโลก เป็นต้น ส่วนกระแสอากาศ คือ อากาศที่เคลื่อนที่ในแนวตั้ง

1. การเกิดลม

ลมเกิดจากปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ได้แก่ ความกดอากาศหรือความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure) แรงคอริโอลิส (Coriolis force) และแรงเสียดทาน (Fiction force)

ในกรณีที่โลก ไม่หมุนลมเกิดขึ้นได้เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศ ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันบรรยากาศหรือความกดอากาศในแนวระดับ ดังนั้น ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในบรรยากาศที่ขั้วโลกและเส้นศูนย์สูตร หรือระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำทำให้เกิดกระแสการเคลื่อนที่ของอากาศหรือเกิดกระแสลม การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลมจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความดันบรรยากาศสูง (High atmospheric pressure) ไปสู่บริเวณที่มีความดันบรรยากาศต่ำ (Low atmospheric pressure) แสดงดังภาพที่ 7.1 หรือจากบริเวณที่เย็นกว่าไปสู่บริเวณที่ร้อนกว่า แต่การหมุนของโลกทำให้สถานการณ์นี้เปลี่ยนไป เนื่องจากการหมุนของโลกทำให้เกิดแรงอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า “แรงคอริโอลิส” (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2559 : 90 - 92)



ภาพที่ 7.1 การหมุนเวียนโดยทั่วไปของบรรยากาศ
ที่มา : De Nevers, 2000 : 85

แรงคอริโอลิสเป็นแรงสมมติที่เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งเคลื่อนที่จากที่ที่มีความกดอากาศต่ำไปสู่ความกดอากาศสูง ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของบรรยากาศได้ แรงนี้มุ่งไปยังขั้วโลกด้านเหนือเมื่อเทียบกับผิวโลก ขึ้นอยู่กับความเร็วของมวลอากาศ ตำแหน่งที่สังเกตและความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของโลกที่จุดนั้น ซึ่งความเร็วจะเร็วที่สุดที่ขั้วโลก และเป็นศูนย์ที่เส้นศูนย์สูตร ถ้าแรงคอริโอลิสรวมกับแรงเนื่องจากความแตกต่างของความดัน จะทำให้เกิดทิศทางการเคลื่อนที่ใหม่ ซึ่งมีทิศทางทำมุมกับเส้นที่มีความดันเท่ากันหรือเส้นความดันปกติ (Isobars) ดังนั้นแรงคอริโอลิสจะขนานกับแรงเนื่องจากความแตกต่างของความดัน แต่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม โดยเข้าสู่บริเวณความดันสูงกว่า ความเร็วลมเนื่องจากความดัน กับแรงคอริโอลิสจะมีทิศทางตั้งฉากกัน ทำให้ลมพัดขนานกับเส้นไอโซบาร์ ลมแบบนี้เรียกว่า “จีโอสโตรฟิก” (geostrophic) ซึ่งจะเกิดที่ความสูงเหนือพื้นดินประมาณ 200-300 เมตร และเป็นลมที่พัดแรงมาก

ลมเกรเดียนต์ (Gradient wind) เป็นลมในแนวรัศมี ซึ่งกระทำกับเส้นความดันปกติหรือเส้นไอโซบาร์ เป็นลมที่เกิดจากการหมุนเป็นวง เกิดเป็นแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งในซีกโลกเหนือการหมุนของอากาศที่มีความดันต่ำเป็นศูนย์กลาง เป็นการหมุนพัดทวนเข็มนาฬิกา เรียกว่า “ไซโคลน (Cyclone)” ส่วนซีกโลกใต้ลมจะหมุนรอบความกดอากาศสูงเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกา เรียกว่า “แอนติไซโคลน (Anti-cyclone)” ลมในแนวรัศมีนี้มีผลอย่างมากเมื่อเทียบกับลมจีโอสโตรฟิก

2. การหมุนเวียนของลมในบรรยากาศโลก

ปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดการหมุนเวียนของลมในบรรยากาศโลก มีดังนี้ (ปานทิพย์ วัฒนวานิช, 2532 : 145 – 150)

2.1 ลำแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นโลกไม่ได้ตั้งฉากกับบริเวณศูนย์สูตรอยู่ตลอดเวลา แต่จะเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เมื่อลำแสงจากดวงอาทิตย์เคลื่อนขึ้นไปทางเหนือ ความกดอากาศต่าง ๆ จะเคลื่อนตัวไปทางเหนือด้วยเช่นเดียวกัน เมื่อลำแสงของดวงอาทิตย์เคลื่อนตัวลงได้ ความกดอากาศต่าง ๆ จะเคลื่อนตัวลงมาทางใต้ด้วย

2.2 พื้นผิวโลกไม่ได้มีความสม่ำเสมออย่างเดียวกันหมด หากแต่ประกอบด้วยพื้นดินและพื้นน้ำ ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันในด้านการดูดซับความร้อน และการคายความร้อน โดยเฉพาะในซีกโลกเหนือมีแผ่นดินมากกว่าพื้นน้ำ ความกดอากาศต่ำและสูงจึงไม่ได้เกิดขึ้นเป็นเขตหรือแถบ ซึ่งขนานไปกับเส้นศูนย์สูตร หากเกิดขึ้นเป็นหย่อม เรียกว่า หย่อมความกดอากาศต่ำ และหย่อมความกดอากาศสูง

2.3 ลักษณะภูมิประเทศ รูปร่าง และความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศมีส่วนทำให้ทิศทางและความเร็วของลมเปลี่ยนแปลงไป

3. ระบบลมบนพื้นโลก (Earth's surface wind systems)

ระบบการหมุนเวียนของลมส่วนใหญ่จะมีความเกี่ยวข้องกับระบบความกดอากาศของโลก มีบทบาทสำคัญในการถ่ายเทความร้อนจากดวงอาทิตย์ และความชื้นให้แก่บรรยากาศของโลก ระบบลมบนพื้นโลกสัมพันธ์กับแนวความกดอากาศ มีรายละเอียดดังนี้ (นำพวลัย กิจรักษ์กุล และ กัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 119 - 120)

3.1 บริเวณร่องความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตร (Equatorial trough หรือ Equatorial low pressure)

บริเวณร่องความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตรอยู่ประมาณละติจูด 5 องศาเหนือถึง 5 องศาใต้ ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้อากาศยกตัวขึ้นเบื้องบน บริเวณนี้ความกดอากาศต่างกันน้อย ทำให้อากาศไม่เคลื่อนที่ในแนวระดับ จึงเป็นเขตลมอ่อนหรือลมสงบบริเวณศูนย์สูตร เรียกว่า คอลดรีมส์

3.2 เขตลมค้า (Trade wind belts)

เขตลมค้าอยู่บริเวณประมาณละติจูด 5 องศา ถึง 30 องศาเหนือและใต้ ลมพัดมาจากบริเวณแนวความกดอากาศสูงถึงเขตร้อนมายังบริเวณแนวความกดอากาศต่ำศูนย์สูตร พัดอยู่บริเวณซีกโลกเหนือ เรียกว่า ลมค้าตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast trade) ถ้าพัดอยู่บริเวณซีกโลกใต้ เรียกว่า ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast trade) ลมนี้ปรากฏชัดบริเวณน่านน้ำแถบมหาสมุทรแปซิฟิก มหาสมุทรแอตแลนติก ส่วนบริเวณมหาสมุทรอินเดียลมค้าไม่เด่นชัด เนื่องจากมีภาคพื้นทวีปอันกว้างใหญ่ทำให้เกิดลมมรสุม

3.3 เขตกึ่งเขตร้อน (Subtropical belts)

เขตกึ่งเขตร้อนอยู่ประมาณละติจูด 30 องศา ถึง 40 องศาเหนือและใต้ เป็นบริเวณที่มีความกดอากาศสูงที่ก่อตัวของลม ลักษณะเป็นลมแห้ง บริเวณนี้ท้องฟ้าแจ่มใส ปริมาณฝนน้อย ภายในเขตนี้ลักษณะลมพัดอ่อน ๆ ทิศทางไม่แน่นอน บางครั้งลมสงบ เรียกว่า ฮอร์สละติจูด (Horse latitudes)

3.4 เขตลมตะวันตก (Prevailing westerly winds หรือ Westerlies)

เขตลมตะวันตกอยู่ประมาณละติจูด 30 องศา ถึง 60 องศาเหนือและใต้ เป็นลมที่พัฒนามาจากบริเวณแนวความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนไปยังบริเวณแนวความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก ในซีกโลกเหนือลมพัดรุนแรงมากในฤดูหนาว สำหรับซีกโลกใต้ลมพัดรุนแรงทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว ใช้ประโยชน์ในการเดินเรือจากตอนใต้ของมหาสมุทรแอตแลนติกไปทางตะวันออก ผ่านมหาสมุทรอินเดียสู่ออสเตรเลียและหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก เดินทางกลับจากมหาสมุทรแปซิฟิกอ้อมแหลมฮอร์น (Cape Horn) ปลายทวีปอเมริกาใต้ไปยังมหาสมุทรแอตแลนติก

3.5 บริเวณความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก (Subpolar low pressure หรือ Stormy latitudes)

บริเวณความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก อยู่ประมาณละติจูด 60 องศา ถึง 70 องศาเหนือและใต้ เป็นเขตที่มีลมพัดมาจากความกดอากาศสูงทั้งด้านเหนือและด้านใต้มาปะทะบริเวณนี้ มีผลทำให้ช่วงฤดูหนาวจะเกิดพายุหมุน ซึ่งเป็นพายุหมุนนอกเขตร้อน

3.6 ลมตะวันออกแถบขั้วโลก (Polar easterlies)

ลมตะวันออกแถบขั้วโลกอยู่ประมาณละติจูด 70 องศา ถึง 90 องศาเหนือและใต้ เป็นเขตที่ลมพัดมาจากขั้วโลกที่อากาศเย็นและความกดอากาศสูงมายังบริเวณความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลกที่มีอากาศอุ่นกว่า ลมที่พัดมาจะเป็นลมหนาวเย็นจัดและมีอิทธิพลในช่วงฤดูหนาว ซีกโลกเหนือลมจะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนซีกโลกใต้พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้

4. ชนิดของลม

4.1 ลมประจำปี

ลมประจำปีหรือลมประจำภูมิภาคต่าง ๆ เป็นลมที่เกิดจากความกดอากาศที่มีอยู่เดิมตลอดปี เนื่องมาจากบริเวณขั้วโลกและบริเวณเส้นศูนย์สูตรได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดลมพัดผ่านส่วนต่าง ๆ ของโลกเป็นประจำ ประกอบกับการเบี่ยงเบนเนื่องจากการหมุนของโลกเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ลมประจำปี ได้แก่ ลมสินค้า (Trade winds) ลมตะวันตก (Westerlies) และลมขั้วโลกตะวันออก (Polar easterlies) ดังนี้ (ปานทิพย์ อ้วนวานิช, 2558 : 312 - 313)

4.1.1 ลมสินค้า บริเวณซีกโลกใต้จะมีลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ลมพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเมืองร้อน ที่ละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ เข้าสู่บริเวณศูนย์สูตร ในซีกโลกเหนือมีชื่อเรียกว่า ลมสินค้าตะวันออกเฉียงเหนือ และในซีกโลกใต้มีชื่อเรียกว่าลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้

4.1.2 ลมตะวันตก เป็นลมที่พัดออกจากบริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเมืองร้อนเข้าสู่บริเวณความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก ที่ละติจูด 50° เหนือและใต้ ในซีกโลกเหนือเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนในซีกโลกใต้เป็นลมตะวันตกเฉียงเหนือ

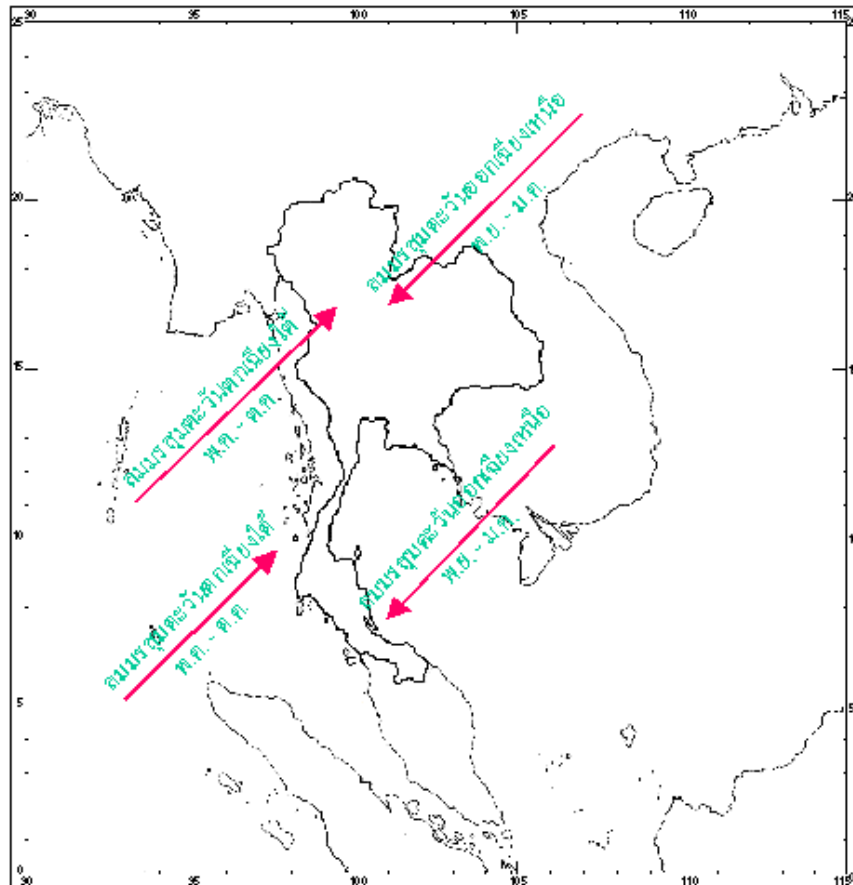
4.1.3 ลมขั้วโลกตะวันออก เป็นลมที่พัดออกจากบริเวณความกดอากาศสูงขั้วโลกทั้ง 2 ข้าง สู่บริเวณความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก ในซีกโลกเหนือมีชื่อเรียกว่า ลมขั้วโลกตะวันออกเฉียงเหนือ และในซีกโลกใต้มีชื่อเรียกว่า ลมขั้วโลกตะวันออกเฉียงใต้

4.2 ลมประจำฤดู

ลมประจำฤดู คือ ลมที่พัดประจำตามฤดูกาล ได้แก่ ลมมรสุม (Monsoon winds) ซึ่งพัดในทิศทางที่แน่นอน เป็นระยะเวลาตลอดฤดูและเกิดขึ้นเป็นประจำเช่นนั้นทุก ๆ ปี คำว่า มรสุม มาจากคำว่า “Mausim” ซึ่งเป็นภาษาอาหรับแปลว่า “ฤดูกาล” ดังนั้น ลมมรสุม จึงแปลว่า “ลมประจำฤดู” ลมมรสุม ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของภูมิภาคและความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างเหนือพื้นดินและเหนือพื้นน้ำเป็นประการสำคัญ ลมมรสุมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ลมมรสุมฤดูร้อน และลมมรสุมฤดูหนาว มีรายละเอียดดังนี้ (ปานทิพย์ อัมมวนิช, 2532 : 160 – 162 และ ปานทิพย์ อัมมวนิช, 2558 : 326 - 328)

4.2.1 ลมมรสุมฤดูร้อน เป็นลมที่พัดจากทะเลและมหาสมุทรเข้าสู่ภาคพื้นทวีป โดยในฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศบนภาคพื้นทวีปจะสูงมาก ส่งผลให้ความกดอากาศในบริเวณดังกล่าวต่ำกว่าความกดอากาศเหนือทะเลและมหาสมุทร จึงเกิดเป็นลมมรสุมฤดูร้อนพัดจากทะเลและมหาสมุทรเข้าหาแผ่นดินบนพื้นทวีป เนื่องจากลมมรสุมฤดูร้อนพัดผ่านความชื้นชื้นของพื้นน้ำมาแล้วจะนำฝนมาสู่แผ่นดินที่พัดผ่านด้วย ลมมรสุมฤดูร้อนในประเทศไทยมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยพัดจากมหาสมุทรอินเดียผ่านอ่าวไทย เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม และสิ้นสุดในกลางเดือนตุลาคม ขณะพัดผ่านประเทศไทยได้หอบไอน้ำจากมหาสมุทรมาด้วยเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีฝนตกชุกในช่วงเวลาดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 8.2

4.2.2 ลมมรสุมฤดูหนาว เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการที่อุณหภูมิของอากาศบนพื้นทวีปลดต่ำลงมากกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นผิวน้ำทะเลและมหาสมุทร ส่งผลให้พื้นทวีปมีความกดอากาศสูงกว่าความกดอากาศเหนือผิวน้ำทะเลและมหาสมุทร ทำให้เกิดลมพัดจากใจกลางทวีปไปสู่ที่ที่มีความกดอากาศต่ำกว่า คือ บริเวณทะเลและมหาสมุทร ซึ่งจะนำความหนาวเย็นและแห้งแล้งมาสู่ดินแดนต่าง ๆ ที่ลมพัดผ่าน ลมมรสุมฤดูหนาวในประเทศไทยมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพัดจากประเทศจีนและไซบีเรียผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยลงมาจนถึงบริเวณอ่าวไทยตอนใต้ ทำให้อากาศมีความหนาวเย็น ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ แสดงดังภาพที่ 7.2

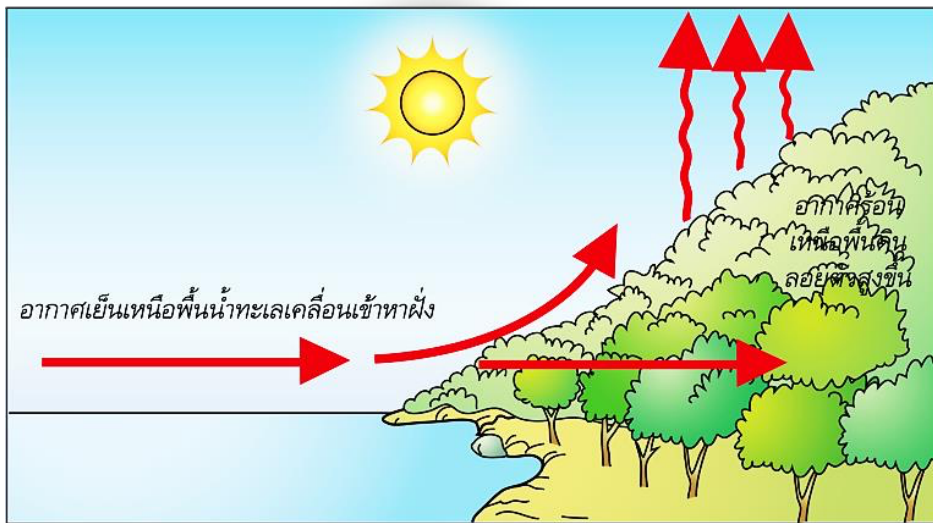


ภาพที่ 7.2 ทิศทางลมมรสุม
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561 : online

4.3 ลมประจำถิ่น

ลมประจำถิ่นเป็นลมที่พัดอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งโดยเฉพาะ เกิดขึ้นในบริเวณแคบ ๆ สาเหตุการเกิดลมประจำถิ่น เนื่องมาจากความแตกต่างของความกดอากาศในบริเวณใกล้เคียงของภูมิประเทศในท้องถิ่นนั้น เช่น ภูเขา หุบเขา ทะเล เป็นต้น ลมประจำถิ่นมีอิทธิพลอย่างมากต่อการทำให้เกิดลักษณะอากาศ ณ บริเวณนั้น ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ ยังมีอิทธิพลต่อพืชและสัตว์ในบริเวณนั้น ๆ ด้วย ลมประจำถิ่นมีหลายชนิด เช่น ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา ลมหุบเขา ลมร้อนและลมหนาว เป็นต้น ตัวอย่างลมประจำถิ่นมีรายละเอียดดังนี้ (ปานทิพย์ อัมมวนิช, 2532 : 153 - 160; สมพงษ์ มนะสุทธิ์, 2537 : 278 - 280 และปานทิพย์ อัมมวนิช, 2558 : 319 - 320)

4.3.1 ลมบกและลมทะเล เกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นดินและพื้นน้ำจากการดูดซับความร้อนและคายความร้อนในช่วงเวลา 1 วัน พบแถวชายฝั่งทะเล ซึ่งในเวลากลางวันพื้นดินดูดซับความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำ จึงทำให้อากาศที่อยู่เหนือพื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่อยู่เหนือพื้นน้ำใกล้เคียง อากาศเหนือพื้นดินจึงลอยตัวสูงขึ้น ทำให้เกิดความกดอากาศต่ำเหนือพื้นดิน ส่วนอากาศเย็นที่อยู่เหนือพื้นน้ำจะเกิดเป็นเขตความกดอากาศสูง จึงทำให้เกิดลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง เรียกว่า “ลมทะเล (Sea breeze)” ตามปกติลมทะเลจะเริ่มพัดราวเวลา 11.00 หรือ 12.00 นาฬิกา จนถึงเวลาประมาณ 16.00 นาฬิกา ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ผู้คนชอบไปพักผ่อนแถวชายทะเลในตอนช่วงฤดูร้อน เนื่องจากลมทะเลช่วยบรรเทาความร้อนให้แก่บริเวณที่อยู่ใกล้ชายฝั่งได้ แสดงดังภาพที่ 7.3



ภาพที่ 7.3 การเกิดลมทะเลในเวลากลางวัน

ที่มา : ทรูปลูกปัญญา, 2561 : online

ในเวลากลางคืนพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นดินจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นน้ำที่อยู่ใกล้เคียง ความกดอากาศสูงจึงเกิดขึ้นบริเวณเหนือพื้นดิน ทำให้เกิดลมพัดจากฝั่งออกสู่ทะเล เรียกว่า “ลมบก (Land breeze)” เป็นเวลานานหลายพันปีมาแล้วที่ชาวประมงอาศัยลมบกพัดเรือออกจากชายฝั่งในตอนเช้ามืด และอาศัยลมทะเลพัดเรือเข้าสู่ฝั่งในตอนบ่าย แสดงดังภาพที่ 7.4



ภาพที่ 7.4 การเกิดลมบกในเวลากลางคืน

ที่มา : ทรูปลูกปัญญา, 2561 : online

4.3.2 ลมภูเขาและลมหุบเขา มีลักษณะคล้าย ๆ กับลมบกลมทะเล ลมหุบเขา (Valley breeze) เกิดขึ้นในตอนกลางวัน บริเวณยอดเขาจะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดการลอยตัวสูงขึ้น อากาศจากหุบเขาเบื้องล่างซึ่งมีความกดอากาศสูงจึงเคลื่อนที่ขึ้นไปตามลาดเขา เรียกว่า ลมหุบเขา แสดงดังภาพที่ 7.5



ภาพที่ 7.5 การเกิดลมหุบเขาในเวลากลางวัน
ที่มา : Lenergyguru, 2561 : online

ลมภูเขา (Mountain breeze) เกิดขึ้นในตอนกลางคืน เมื่ออากาศใกล้พื้นดินเย็นลงด้วยการคายความร้อนออกมา อากาศเย็นจะเคลื่อนตัวลงมาเบื้องล่าง ทำให้มีลมพัดจากยอดเขาลงสู่หุบเขา เรียกว่า ลมภูเขา ส่วนมากมักเป็นลมหนาวเย็น และบางครั้งอาจมีหมอกหนาที่ไปด้วย แสดงดังภาพที่ 7.6



ภาพที่ 7.6 การเกิดลมภูเขาในเวลากลางคืน
ที่มา : Lenergyguru, 2561 : online

5. การวัดลม

ลมเป็นอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวนอน ถ้าเป็นการเคลื่อนไหวของอากาศในแนวตั้งเรียกว่า กระแสอากาศ ลมมีความสำคัญในการทำให้เกิดลมฟ้าอากาศ การวัดลมมี 2 อย่าง คือ วัดทิศทางของลม (Wind direction) และวัดความเร็วของลม (Wind velocity) (สมพงษ์ มະนะสุทธิ์, 535 : 87 - 88; สมพงษ์ มະนะสุทธิ์, 2537 : 241 - 245 และปานทิพย์ อัมมวนิช, 2558 : 305 - 308)

5.1 ทิศทางลม

เครื่องวัดทิศทางลม (Wind vane) ใช้วัดทิศทางของลม ซึ่งทำได้ง่ายและได้ผลแน่นอน ที่ใช้กันมากเป็นแบบศรลม ซึ่งมีลักษณะคล้ายลูกศร มีหางเป็นแผ่นตั้งใช้บังคับให้หัวศรหันไปตามทิศที่ลมพัดเข้าหาเสมอ นั่นคือ ลมพัดมาจากทิศใดหัวของศรจะหันชี้ไปทางทิศนั้น เช่น ลมที่พัดจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก เรียกว่า ลมฝ่ายตะวันออก (East wind) ลมที่พัดจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ เรียกว่า ลมฝ่ายเหนือ (North wind) เป็นต้น

5.2 ความเร็วลม

อัตราความเร็วของลมวัดได้โดยใช้มาตรวัดลม (Anemometer) ซึ่งมีหลายแบบด้วยกัน สำหรับแบบที่ใช้ที่สถานีตรวจอากาศทั่วไปเป็นเครื่องวัดลมแบบลูกถ้วย (Cup anemometer) มีลักษณะเป็นลูกถ้วยกลมผ่าซีก 3 ใบ หรือ 4 ใบ ต่อแขนเข้ากับแกนกลางของเครื่อง เมื่อมีลมพัดมากระทบ ลูกถ้วยจะหมุนไปรอบ ๆ แกน ลมพัดแรงลูกถ้วยก็หมุนเร็ว ลมอ่อนลูกถ้วยก็หมุนช้า จำนวนรอบที่ลูกถ้วยหมุนไปในหนึ่งหน่วยเวลาจะแสดงความเร็วลม ความเร็วลมเป็นอัตราส่วนของระยะทางที่ลมเคลื่อนที่ไปบนพื้นโลกต่อหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยความเร็วลม เช่น กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไมล์ต่อชั่วโมง นอต (Knot) เป็นต้น ซึ่ง 1 นอต = 1.85 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือเท่ากับ 1 ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง

การวัดความเร็วลมมีมาตรวัดความเร็วลม ซึ่งกำหนดขึ้นโดยพลเรือเอก เซอร์ ฟรานซิส โบฟอร์ต (Admiral sir Francis Beaufort) ชาวอังกฤษเป็นผู้คิดขึ้นใช้เมื่อ พ.ศ. 2348 เรียกว่า “มาตราโบฟอร์ต (Beaufort scale)” เป็นการวัดลมโดยวิธีการกะประมาณโดยเทียบจากผลที่เกิดขึ้นแสดงดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 มาตรส่วนแสดงกำลังลมของโบฟอร์ต (Be fort)

มาตราส่วนโบฟอร์ต	ชื่อลม	สิ่งที่สังเกตเห็น	อัตราความเร็วในระดับสูงจากพื้นดินขึ้นไป 20 ฟุต	
			ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
0	ลมสงบ	ควันไฟลอยตรง	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 1.6
1	ลมอ่อน	ควันลอยตามลม ลูกลมไม่เคลื่อนไหว	1 - 3	1.6 - 4.8
2	ลมเบา	รู้สึกมีลมปะทะหน้า กิ่งไม้แกว่ง ลูกลมเคลื่อนไหว	4 - 7	6.4 - 11.3
3	ลมโชย	ใบไม้แกว่งสม่ำเสมอ ธงโบกสะบัด	8 - 12	12.0 - 19.3
4	ลมปานกลาง	ฝุ่นฟุ้ง กระดาษปลิว กิ่งไม้เล็ก ๆ แกว่ง	13 - 18	20.9 - 29.0

ตารางที่ 7.1 มาตรฐานแสดงกำลังลมของโบฟอร์ต (Be fort) (ต่อ)

มาตราส่วน โบฟอร์ต	ชื่อลม	สิ่งที่สังเกตเห็น	อัตราความเร็วในระดับสูงจากพื้นดิน ขึ้นไป 20 ฟุต	
			ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
5	ลมกระโชก	ต้นไม้เล็ก ๆ เริ่มเคลื่อนไหว น้ำในสระมีคลื่น	19 - 24	30.6 – 38.6
6	ลมแรง	กิ่งไม้ใหญ่เคลื่อนไหว กางร่มยาก	25 – 31	40.2 – 49.9
7	พายุปานกลาง	ต้นไม้ทั้งต้นแกว่งไกว เดินทวนลมลำบาก	32 – 38	51.5 – 61.1
8	พายุกระโชก	กิ่งไม้เล็ก ๆ หัก	39 – 45	62.6 – 74.0
9	พายุแรง	บ้านเรือนเริ่มเสียหาย	47 – 54	75.6 – 106.9
10	พายุจัด	ต้นไม้หักโค่น สิ่งก่อสร้าง เสียหาย	55 – 63	100.5 – 101.4
11	พายุร้าย	นาน ๆ เกิดขึ้นครั้งหนึ่ง มีความเสียหายมาก	64 – 75	103.0 – 120.7
12	เฮอริเคน	เสียหายรุนแรงมาก	มากกว่า 75	มากกว่า 120.7

หมายเหตุ 1 นอต = 1 ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง

1 ไมล์ทะเล = 1,052 เมตร

ที่มา : ปานทิพย์ อ้วนวานิช, 2558 : 307 - 308

น้ำค้าง เมฆ หมอก

1. น้ำค้าง (Dew)

ในเวลากลางคืน ชั้นบรรยากาศเหนือพื้นผิวโลกจะเย็นลงในทันทีทันใด เมื่อความเย็นลดจนถึงจุดน้ำค้าง ไอน้ำบางส่วนจะควบแน่นบนใบหญ้าหรือวัตถุที่อยู่ใกล้พื้นดินเกิดเป็นน้ำค้างขึ้น โดยปกติน้ำค้างจะเกิดขึ้นในวันที่ไม่ค่อยมีเมฆ ลมสงบและค่อนข้างเย็น ถ้าอากาศชื้นมากน้ำค้างอาจจะเกิดขึ้นเร็วในตอนเช้าตรู่และมีจำนวนมาก การที่ลมพัดหมุนวนนั้น จะทำให้อุณหภูมิลดลงไม่ถึงจุดน้ำค้าง ดังนั้น ลมจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ป้องกันการเกิดน้ำค้าง การเกิดน้ำค้างในตอนเช้าแสดงว่าอากาศในวันนั้นคงที่และอากาศจะแจ่มใส (สมพงษ์ มະนะสุทธิ, 2535 : 61 - 62 และสมพงษ์ มະนะสุทธิ, 2537 : 176)

1.1 จุดน้ำค้าง (Dew point)

ค่าความชื้นทุก ๆ ค่าที่มีอยู่ในบรรยากาศจะต้องมีอุณหภูมิอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งไอน้ำในอากาศจะอิ่มตัว ณ อุณหภูมินี้ เรียกว่า อุณหภูมิของจุดน้ำค้าง (Dew point temperature) และเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่อากาศสามารถเย็นลงได้ ณ ที่ความดันคงที่ ก่อนที่จะเริ่มต้นมีการควบแน่นที่อุณหภูมิน้ำความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่า 100% ถ้าเย็นลงมากกว่านี้จะทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำบางส่วน

จุดน้ำค้างนั้นเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในมวลอันหนึ่งของอากาศ โดยการเปรียบเทียบระหว่างความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิน้ำค้างกับความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิของอากาศอิสระ

1.2 น้ำค้างแข็ง (Frost)

ถ้าอุณหภูมิของจุดน้ำค้างต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะเกิดน้ำค้างแข็งบนวัตถุเหนือผิว โลก น้ำค้างแข็งไม่ใช่ น้ำค้างที่แข็งตัว เมื่อความชื้นในอากาศควบแน่นจะเปลี่ยนจากสภาพไอกลายเป็นสภาพของแข็งโดยตรง ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดขาวของเกล็ดน้ำแข็ง มักเกิดในบริเวณพื้นที่ต่ำและอากาศแจ่มใส เนื่องจากอากาศที่เย็นและหนักจะสะสมอยู่และไม่ค่อยได้เคลื่อนไหว

2. เมฆ (cloud)

เมฆ คือ ไอน้ำหรือละอองน้ำเล็ก ๆ ที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนลอยอยู่ในอากาศ อาจมีสภาพเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ หรือเป็นเม็ดน้ำแข็งเล็ก ๆ (Ice particle) ละอองน้ำเล็ก ๆ นี้มีขนาดโตเฉลี่ย 1 ใน 1,000 นิ้ว (นำพวลย์ กิจรัชกุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 123) เมฆมีลักษณะแตกต่างกัน การจำแนกชนิดของเมฆมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การจำแนกชนิดของเมฆตามลักษณะรูปร่าง

ลักษณะและชนิดของเมฆมีมากมายหลายชนิดแตกต่างกัน ถ้าพิจารณาถึงลักษณะรูปร่างสามารถแบ่งเมฆออกเป็น 2 ประเภท คือ เมฆแผ่น (Stratiform) และเมฆก้อน (Cumuliform) (ปานทิพย์ อ้วนวานิช, 2558 : 334 - 335)

2.1.1 เมฆแผ่น มาจากภาษาละตินว่า “สเตรตัส (Stratus)” ซึ่งมีความหมายว่าแผ่ออกเป็นชั้น เป็นแผ่น นั่นคือ เมฆที่แผ่ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้างมีลักษณะแผ่ออกเป็นแผ่นตามแนวนอนคล้าย ๆ ผ้าห่ม เมฆแผ่นเกิดจากการที่ชั้นอากาศถูกบังคับให้ลอยตัวสูงขึ้นอย่างช้า ๆ โดยอยู่เหนือชั้นอากาศที่มีสภาวะคงที่และมีความหนาแน่นมากกว่า ในขณะที่ชั้นอากาศลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิของชั้นอากาศจะลดต่ำลง จนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำก่อตัวเป็นเมฆ การกลั่นตัวจะเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง เมฆแผ่นจะทำให้เกิดฝนตกหรือหิมะตกเป็นบริเวณกว้าง

2.1.2 เมฆก้อน คำว่า “คิวมูลัส (Cumulus)” หมายความว่า “พอกพูน สะสมกัน” เมฆก้อนเป็นเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง มีลักษณะเป็นก้อน เมฆก้อนเกิดจากมวลอากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมวลอากาศร้อนมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศโดยรอบ มวลอากาศร้อนที่ลอยขึ้นไปจะลดอุณหภูมิต่ำลงจนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำก่อตัวเป็นก้อนเมฆ ฝนที่เกิดจากเมฆก้อนจะตกอยู่ภายในบริเวณแคบ ๆ

2.2 การจำแนกชนิดของเมฆตามลักษณะรูปร่างและความสูง

ถ้าพิจารณาทั้งลักษณะรูปร่างและความสูงประกอบกัน จะสามารถแบ่งเมฆออกได้เป็น 4 ประเภท คือ เมฆชั้นสูง (High clouds) เมฆชั้นกลาง (Middle clouds) เมฆชั้นต่ำ (Low cloud) และเมฆต่ำก่อตัวในแนวตั้ง (Clouds with Vertical Development) ดังนี้ (สมพงษ์ มະนะสุทธิ์, 2537 : 179 – 186 และปานทิพย์ อ้วนวานิช, 2558 : 346 - 348)

2.2.1 เมฆชั้นสูง เป็นเมฆที่อยู่ในระดับความสูงจากพื้นโลกตั้งแต่ 20,000-40,000 ฟุต หรือ 6-12 กิโลเมตร เมฆชั้นสูงเป็นเมฆฝอย ที่ประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งเล็กละเอียด เมฆสูงจะมีคำว่า เซอร์ริส (Cirro) นำหน้า แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

2.2.1.1 เมฆเซอร์ริส (Cirrus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Ci คำว่า “เซอร์ริส” แปลว่า “ม้วน (Curl)” เมฆเซอร์ริสเป็นเมฆสีขาว มีลักษณะเป็นเส้น ๆ ต่อเนื่องกัน ค่อนข้างโปร่งแสง

เกิดขึ้นเป็นหย่อม ๆ หรือเป็นแถบ บางครั้งแลดูคล้ายขนนกหรือเส้นผ่า ถ้ามีเมฆชนิดนี้อยู่กระจายกระจายจากกันแสดงว่า อากาศจะแจ่มใส แต่ถ้าก่อตัวหนามากขึ้น ในไม่ช้าจะเกิดพายุ เป็นเมฆที่อยู่สูงที่สุดของเมฆทั้งหมด

2.2.1.2 เมฆเซอรัสเตรตัส (Cirrostratus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Cs เมฆนี้มีลักษณะเป็นเมฆแผ่นสีขาวบางมาก เหมือนกับเป็นผ้าบาง ๆ ราบเรียบสม่ำเสมอ ในบางครั้งอาจแผ่ปกคลุมเต็มท้องฟ้า และมักจะทำให้เกิดปรากฏการณ์วงแสง (Halo) รอบดวงอาทิตย์ หรือดวงจันทร์ได้

2.2.1.3 เมฆเซอโรคิวมูลัส (Cirrocumulus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Cc เมฆนี้มีลักษณะเป็นเมฆก้อนกลมเล็ก ๆ คล้ายระลอกคลื่นเล็ก ๆ เรียงติดต่อกันเป็นพืดหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

2.2.2 เมฆชั้นกลาง เป็นเมฆที่เกิดในระดับสูงประมาณ 6,500-20,000 ฟุต หรือ 2-6 กิโลเมตร เมฆชั้นกลางจะมีคำว่า อัลโต (Alto) นำหน้า แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.2.2.1 เมฆอัลโตสเตรตัส (Altostratus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ As เป็นเมฆแผ่นที่หนาที่มากกว่าเมฆเซอโรสเตรตัส มักจะแผ่ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง มีสีเทาหรือสีน้ำเงินอ่อน เมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงผ่านเมฆชนิดนี้ จะมีลักษณะคล้ายกับดวงไฟที่ส่องผ่านผ้าขาวออกมา เมื่อมีเมฆชนิดนี้ปรากฏ แสดงว่า อากาศจะไม่ดี อากาศครึ้มฟ้าครึ้มฝน

2.2.2.2 เมฆอัลโตคิวมูลัส (Alto cumulus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Ac เป็นเมฆก้อนมีลักษณะเป็นคลื่นหรือเป็นลอนเรียงใกล้ชิดกัน เป็นก้อนใหญ่กว่าเมฆเซอโรคิวมูลัส มีสีขาวหรือสีเทาหรือทั้งสีขาวและสีเทาปนกัน เมื่อเกิดเมฆอัลโตคิวมูลัส แสดงว่า สภาพอากาศจะดีขึ้น

2.2.3 เมฆชั้นต่ำ เป็นเมฆที่เกิดในระดับสูงจากพื้นดินประมาณ 6,500 ฟุต หรือ 2 กิโลเมตร เมฆชั้นต่ำจะมีคำว่า สเตรโต (Strato) นำหน้า แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

2.2.3.1 เมฆสเตรตัส (Stratus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ St มีลักษณะเป็นแผ่นหนาที่บสีเทาลอยอยู่ในระดับต่ำเป็นพืดต่อเนื่องกันในท้องฟ้า คล้ายกับหมอก บางครั้งเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ทำให้ท้องฟ้ามีลักษณะเป็นฝ้า เมฆนี้มักเป็นหมอกที่ลอยสูงขึ้นมาจากพื้นดิน ถ้ามีเมฆสเตรตัสทำให้เกิดฝนละออง (Drizzle)

2.2.3.2 เมฆนิมโบสเตรตัส (Nimbostratus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Ns คำว่า “นิมโบ (Nimbo)” มาจากภาษาละตินว่า “นิมบัส (Nimbus)” มีความหมายว่า “พายุฝน” เมฆชนิดนี้มีลักษณะเป็นแผ่นหนาที่แผ่ไปทั่วท้องฟ้า ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้ม มีสีเทาแต่ส่วนมากมักค่อนข้างเป็นสีดำ ในท้องฟ้าที่มีเมฆชนิดนี้เกิดขึ้นมักจะมีฝนหรือหิมะตกต่อเนื่องกัน

2.2.3.3 สเตรโตคิวมูลัส (Stratocumulus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Sc เป็นเมฆชั้นต่ำอีกชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นก้อนกลมเล็ก ๆ หรือเป็นลอนที่เชื่อมติดต่อกันเป็นแนวยาว มีสีเทาหรือบางส่วนเป็นสีดำ โดยมากมักเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง โดยปกติเมฆชนิดนี้เกิดขึ้นในขณะที่ท้องฟ้าแจ่มใส แต่บางครั้งอาจจะทำให้มีฝนหรือหิมะเกิดขึ้นได้

2.2.4 เมฆต่ำก่อตัวในแนวตั้ง เกิดโดยอากาศไหลขึ้นในแนวตั้ง ทำให้มีลักษณะเป็นเมฆก้อนรูปร่างคล้ายโดม หอคอยหรือภูเขา สูงจากพื้นดินประมาณตั้งแต่ 1,500 ฟุต - 40,000 ฟุต หรือ 460 เมตร - 12,200 เมตร จะมีคำว่า “คิวมูลัส (Cumulus)” ผสมอยู่ด้วย แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.2.4.1 เมฆคิวมูลัส (Cumulus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Cu เป็นเมฆก้อนสีขาวคล้ายปุยฝ้ายฐานเรียบแต่ยอดของเมฆมีลักษณะเป็นรูปร่างโดม หรือดอกกะหล่ำ เกิดขึ้นเป็นหย่อม ๆ

การจัดกระจายไม่ต่อเนื่องกัน ด้านที่แสงอาทิตย์ผ่านทะลุได้จะมีสีขาวสดใส ส่วนด้านที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ หรือฐานเมฆจะมีสีเทาหรือสีดำ ถ้าเป็นเมฆคิวมูโลสก้อนเล็ก ๆ อยู่เป็นหย่อม ๆ การจัดกระจายไม่ต่อเนื่องกัน เมฆคิวมูโลสจะแสดงถึง ภาวะอากาศดี ท้องฟ้าแจ่มใส ถ้าก้อนมีขนาดใหญ่ขึ้นอาจมีฝนตกได้

2.2.4.2 เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ใช้อักษรตัวย่อ คือ Cb เป็นเมฆคิวมูโลสที่ก่อตัวขึ้นมีขนาดใหญ่และหนาทึบ มีรูปร่างคล้ายภูเขาหรือเป็นทรงหอคอยขนาดใหญ่ เป็นเมฆที่แสดงถึงสภาวะอากาศไม่ดี เป็นเมฆที่ก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm) ฝนจะตกหนัก มีปรากฏการณ์ของฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และลมกระโชกพัดแรงเป็นพัก ๆ ฐานของเมฆสูงจากพื้นดินประมาณ 1,600 ฟุต หรือ 500 เมตร ขึ้นไปจนถึงระดับความสูงประมาณ 30,000-40,000 ฟุต หรือ 9-12 กิโลเมตร เมื่อก่อตัวเต็มที่ ยอดเมฆจะแผ่ตัวแบนออกจนมีลักษณะคล้ายรูปทั่ง เมื่อดูระยะไกลยอดของเมฆจะมีสีขาว ฐานของเมฆจะมีสีดำทึบ ท้องฟ้าจะมีดครึ้มคล้ายกับเวลากลางคืน

3. หมอก (Fog)

หมอก หมายถึง ละอองน้ำเล็ก ๆ เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำที่ลอยอยู่ในอากาศใกล้พื้นดินหรือติดกับพื้นดิน (นำพลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 120) หมอกเกิดขึ้นเมื่ออากาศชั้นใกล้ดินมีอุณหภูมิต่ำลงถึงจุดน้ำแข็ง ไอน้ำในอากาศจึงเกิดการกลั่นตัวเป็นหมอก หมอกแตกต่างจากเมฆเพียงประการเดียว คือ หมอกเกิดขึ้นที่พื้นดิน หรือใกล้พื้นดิน ส่วนเมฆนั้นเกิดขึ้นในระดับสูงจากพื้นดินขึ้นไป หมอกสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการเกิดได้ดังนี้ (นำพลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 120 - 121 และปานทิพย์ อัมมวนิช, 2558 : 349 - 350)

3.1 หมอกพื้นดิน (Radiation fog หรือ Ground fog)

หมอกพื้นดินเป็นหมอกที่เกิดขึ้นจากการแผ่รังสีความร้อน มักเกิดเหนือพื้นดินในเขตอากาศอบอุ่น ในเวลากลางคืนที่อากาศแจ่มใส พื้นดินคายความร้อนทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณใกล้พื้นดินเย็นลงกว่าอากาศที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป อากาศเหนือดินมีความชื้นและลมสงบไอน้ำในอากาศเกิดการกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ เป็นหมอกที่อยู่สูงจากพื้นดิน 2-3 ฟุต และค่อย ๆ สูงขึ้น หรือเกิดตอนเช้าก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น

3.2 หมอกแอตเวกชัน (Advection fog)

หมอกแอตเวกชันเป็นหมอกที่เกิดขึ้นจากมวลอากาศอุ่นและชื้นเคลื่อนตัวทางแนวนอนระดับไปบนผิวพื้นที่เย็นจัด มวลอากาศอุ่นและชื้นนั้นเย็นลงเท่ากับอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหมอก มักพบเห็นเสมอ ๆ ในทะเล เรียกว่า หมอกทะเล (Sea fog) ถ้าเป็นหมอกบาง ๆ เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ตอนเช้าจะหายไปอย่างรวดเร็ว และบางที่อาจเกิดขึ้นใหม่ในเวลากลางวันตอนหัวค่ำก็ได้ และบางที่หมอกนี้อาจจะปกคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งตลอดทั้งวันก็มี

3.3 หมอกบริเวณลาดเขา (Upslope fog)

หมอกบริเวณลาดเขาเป็นหมอกที่เกิดขึ้นจากมวลอากาศเคลื่อนตัวขึ้นตามลาดเขาและอุณหภูมิของมวลอากาศจะลดลงเท่ากับอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง ไอน้ำในมวลอากาศจะเกิดการกลั่นตัวเป็นหมอกบริเวณลาดเขา

3.4 หมอกที่เกิดจากการระเหย (Evaporation fog)

หมอกที่เกิดจากการระเหยเป็นหมอกที่เกิดจากอากาศที่อุ่นและชื้น เกิดการกลายเป็นไอเพิ่มความชื้นให้กับอากาศ ทำให้อากาศมีไอน้ำมากและไอน้ำอิ่มตัวจนเกิดการกลั่นเป็นละอองน้ำและเป็นหมอก ได้แก่ หมอกฝน (Rain fog) หมอกแนวปะทะอากาศ (Frontal fog) หมอกไอ (Steam fog) ซึ่งถ้าเกิดเหนือพื้นน้ำที่อุ่นบริเวณมหาสมุทรอาร์กติก เรียกว่า ควันทะเล (Sea smoke) หมอกชนิดนี้อาจยกตัวขึ้นระดับสูงถึง 5,000 ฟุต

นอกจากนี้ หมอกตามปกติแล้วยังพบหมอกปนควัน (Smog) ซึ่งมาจากคำ 2 คำ รวมกัน คือ “Smoke” และ “Fog” เป็นปรากฏการณ์ของการเกิดหมอกโดยมีควันเจือปนอยู่จำนวนมาก มักเกิดในบริเวณเมืองอุตสาหกรรมที่มีประชากรอยู่หนาแน่น เมื่อหายใจเข้าไปจะรู้สึกอึดอัดไม่สบาย และเป็นอันตรายแก่ร่างกาย

หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)

หยาดน้ำฟ้าเป็นชื่อเรียกรวมของหยดน้ำและน้ำแข็ง ที่เกิดการควบแน่นของไอน้ำแล้วตกลงมาสู่พื้น หยาดน้ำฟ้าแตกต่างจากหยดน้ำหรือละอองน้ำในก้อนเมฆ (Cloud droplets) หยาดน้ำฟ้าเกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ ที่เกาะรวมตัวอยู่ภายในก้อนเมฆจนกระทั่งหยดน้ำเหล่านี้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก อากาศไม่สามารถอุ้มไว้ได้จึงตกลงมายังพื้นดิน ในรูปลักษณะของหยาดน้ำฟ้า ซึ่งแตกต่างกันไปตามวิธีการเกิดและอุณหภูมิในระหว่างการเกิด หยาดน้ำฟ้าที่สำคัญ เช่น ฝน ลูกเห็บ หิมะ ฝนน้ำแข็ง เป็นต้น

1. ฝน

ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่งที่ตกจากเมฆลงสู่พื้นดินในลักษณะของเหลว เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศเป็นละอองน้ำ หยดน้ำ จนวนรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ไม่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้จึงตกลงสู่พื้นผิวโลก (นำพวลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 128) เม็ดน้ำฝนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 0.5 มิลลิเมตร หรือ 0.02 นิ้วขึ้นไป บางทีเม็ดฝนอาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ถึง 7 มิลลิเมตร หรือ 0.25 นิ้ว เมื่อมวลอากาศลดอุณหภูมิต่ำลงถึงจุดน้ำค้างอย่างช้า ๆ จึงทำให้เม็ดฝนมีขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.02 นิ้ว หรือน้อยกว่า เมื่อตกลงเบื้องล่างจึงคล้ายกับเป็นละอองฝน ฝนชนิดนี้จึงมีชื่อเรียกว่า ฝนละออง (ปานทิพย์ อัมพนวนิช, 2558 : 350) ชนิดของฝนมีดังนี้ (นำพวลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 128 - 129)

1.1 ฝนปะทะภูเขาหรือฝนภูเขา (Orographic rain หรือ Relief rain)

เกิดจากมวลอากาศที่พัดมาจากบริเวณพื้นน้ำที่มีความชื้นเข้าสู่แผ่นดิน เมื่อมาปะทะภูเขาจะลอยตัวขึ้นตามลาดเขา อุณหภูมิของมวลอากาศลดลงจนไอน้ำในมวลอากาศเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ฝนบริเวณด้านหน้าภูเขา เรียกว่า ด้านต้นลม (Windward side) เมื่อมวลอากาศลอยผ่านยอดเขา จะเคลื่อนลงตามลาดเขาบริเวณด้านหลังภูเขา เรียกว่า ด้านปลายลม (Leeward side) มวลอากาศร้อนและความชื้นน้อย เรียกว่า พื้นที่อับฝนหรือเขตเงาฝน (Rain shadow)

1.2 ฝนพาความร้อน (Convective rain)

เกิดจากมวลอากาศร้อนและชื้นลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิของมวลอากาศลดลงจนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและฝน ฝนตกเป็นบริเวณไม่กว้างและตกในช่วงเวลาสั้น ๆ

1.3 ฝนแนวปะทะอากาศ (Frontal rain) มวลอากาศร้อนและมวลอากาศเย็นเคลื่อนมาปะทะกัน มวลอากาศเย็นจะดันมวลอากาศร้อนให้ลอยสูงขึ้น ไอน้ำในอากาศจะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและฝน โดยฝนจะตกสม่ำเสมอ

1.4 ฝนพายุหมุน (Cyclonic rain)

เกิดจากการยกตัวของมวลอากาศที่พัดเวียนเข้าสู่ศูนย์กลางความกดอากาศต่ำบริเวณเหนือพื้นน้ำ ทำให้เกิดเป็นฝนที่ตกหนักเป็นบริเวณกว้างอาจตกติดต่อกันเป็นเวลานาน 2-3 วันตามเส้นทางที่พายุเคลื่อนผ่าน

2. ลูกเห็บ

ลูกเห็บ เป็นหยาดน้ำฟ้าที่พบน้อยกว่าหยาดน้ำฟ้า 3 ชนิด ดังกล่าวข้างต้น ส่วนมากจะเกิดในฤดูร้อนและเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดเฉพาะเมฆคิวมูโลนิมบัส ลูกเห็บจะเป็นก้อนน้ำแข็งค่อนข้างกลมและแข็งมาก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ลูกเห็บเกิดขึ้นเนื่องจากภายในเมฆคิวมูโลนิมบัส มีกระแสอากาศร้อนและชื้น ไหลขึ้นสู่เบื้องบนอย่างรวดเร็ว เมื่อเม็ดฝนในเมฆถูกกระแสอากาศหอบขึ้นไปถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ทำให้เม็ดฝนกลายเป็นผลึกน้ำแข็งและโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีละอองน้ำในเมฆเกาะพอกผลึกน้ำแข็งให้โตขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้น เมื่อสามารถเอาชนะกระแสอากาศที่ไหลขึ้นได้จะตกลงมาในขณะที่ตกลงมาผลึกน้ำแข็งบางก้อนอาจจะถูกกระแสอากาศเบื้องล่างที่ไหลขึ้นอย่างแรงพัดกลับขึ้นไปอีกวนเวียนกันอยู่เช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งกลายเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากจนกระแสอากาศเบื้องล่างไม่อาจต้านทานไว้ได้จะตกลงมายังพื้นดิน เรียกว่า ลูกเห็บ (สมพงษ์ มະนะสุทธิ์, 2537 : 211 - 213 และ ปานทิพย์ อัมพนวนิช, 2558 : 352 - 253)

ในประเทศไทย ลูกเห็บมักจะเกิดติดตามมาพร้อมกับพายุฤดูร้อนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึง เดือนพฤษภาคม ส่วนมากมักจะเกิดมีขึ้นในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจพบที่ภาคกลางบ้างแต่ไม่ค่อยครั้งนัก เนื่องจากในฤดูร้อนพื้นแผ่นดินร้อนจัด อากาศเหนือพื้นดินจะร้อนและไหลขึ้นเบื้องบนอย่างแรง เกิดเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส และคิวมูโลนิมบัสขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นพายุหากพายุที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมาก ในขณะที่พายุเคลื่อนที่เข้ามาอาจจะมียูเอชเอชตกลงมาด้วย ลูกเห็บที่ตกในประเทศไทยส่วนมากมีขนาดย่อมประมาณเท่าเม็ดมะขามหรือลูกมะยม ต่างกับลูกเห็บที่เกิดในประเทศหนาว ซึ่งมักมีขนาดใหญ่กว่ามาก เพราะลูกเห็บที่ตกผ่านอากาศร้อนลงมาบางส่วน ของลูกเห็บจะละลายกลายเป็นไอจึงทำให้ขนาดที่เหลืออยู่เล็กลง

3. หิมะ

หิมะเป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว หิมะเกิดจากละอองน้ำเล็กละเอียดในเมฆ ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะกลายเป็นผลึกน้ำแข็งในทันทีทันใด ในขณะที่ผลึกน้ำแข็งลอยลอยไปในอากาศที่ไหลขึ้นลงภายในก้อนเมฆ ผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้น เมื่อกระแสอากาศที่ไหลขึ้นไม่อาจต้านทานน้ำหนักของผลึกน้ำแข็งได้ผลึกน้ำแข็งเหล่านี้จะตกลงจากก้อนเมฆอย่างรวดเร็วในลักษณะของหิมะ เนื่องจากหิมะตกผ่านชั้นอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งลงมา จึงทำให้หิมะตกลงมาถึงพื้นดินในลักษณะเป็นของแข็งอยู่

หิมะเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีลักษณะสวยงาม เมื่อส่องดูด้วยแว่นขยายจะเห็นผลึกน้ำแข็งเหล่านี้ ส่วนมากมีลักษณะเป็นรูป 6 เหลี่ยมแบบต่าง ๆ กัน (ปานทิพย์ อัฒนาวิช, 2558 : 351)

4. พายุ (storm)

พายุเริ่มก่อตัวและมีกำลังแรงขึ้นจากหย่อมความกดอากาศต่ำที่พัดเวียนเข้าสู่ศูนย์กลาง ความกดอากาศต่ำ ในซีกโลกเหนือลมจะพัดเข้าหาศูนย์กลางในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา ส่วนซีกโลกใต้ลมจะพัดเข้าหาศูนย์กลางในลักษณะตามเข็มนาฬิกา สำหรับบริเวณศูนย์กลางลมมีความเร็วที่สุดและพัดเกือบเป็นวงกลม เรียกว่า ตาพายุ (Eye of storm หรือ Central eye) ภายในตาพายุลมค่อนข้างสงบหรือลมอ่อนอากาศโปร่งมองเห็นท้องฟ้าได้ (นำพวลัย กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 129)

4.1 พายุฟ้าคะนอง (Thunderstorm)

พายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นเมื่อมีการก่อตัวและพัฒนาการของเมฆฝนฟ้าคะนอง หรือเมฆคิวมูโลนิมบัส ซึ่งเป็นเมฆที่เกิดจากกระบวนการที่อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นไปในบรรยากาศ พายุฝนฟ้าคะนองที่สำคัญที่สุด เกิดจากความไม่เสถียรภาพของอากาศ กล่าวคือ เมื่อพื้นดินได้รับความร้อนสูงมาก ทำให้ความไม่เสถียรภาพของอากาศเพิ่มมากขึ้น และทำให้ความสามารถในการรับความชื้นมากด้วย จึงส่งผลให้ความปั่นป่วนของอากาศมีมากตามไปด้วย

4.1.1 การเกิดพายุฟ้าคะนอง การเกิดพายุฝนฟ้าคะนองเป็นขบวนการที่ต่อเนื่องกัน และสามารถแบ่งระยะการเกิดออกได้เป็น 3 ระยะ คือ (สงกรานต์ อักษร, 2552 : 232 - 233; ดวงเดือน พินสุวรรณ, 2555 : 14-71 - 14-73 และปานทิพย์ อัฒนาวิช, 2558 : 372 - 273)

1) ระยะก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัส (Cumulus stage) ถ้าบริเวณใดบริเวณหนึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณข้างเคียง อากาศที่ปกคลุมอยู่เหนือบริเวณนั้น จะร้อนจัดและลอยตัวสูงขึ้นในแนวตั้งอย่างรวดเร็ว อัตราความเร็วของลมประมาณ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 40 ไมล์ต่อชั่วโมง เมื่ออากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นอุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำลงและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัสสูงอยู่ในระดับประมาณ 25,000-30,000 ฟุต พายุฝนฟ้าคะนองจะเริ่มเกิดขึ้นจากเมฆคิวมูลัส แต่มีชื่อว่าเมฆคิวมูลัสทั้งหมดจะทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง พายุฝนฟ้าคะนองจะเกิดจากเมฆคิวมูลัสที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิในก้อนเมฆสูงกว่าอากาศรอบด้าน และมีลมพัดขึ้นในก้อนเมฆอย่างรวดเร็ว ถ้าอากาศโดยรอบมีสภาวะไม่เสถียรภาพ เมฆชนิดนี้จะเติบโตขยายตัวในแนวตั้งสูงขึ้น หากยอดเมฆสูงถึงตอนบนของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ หรือในระดับสูงประมาณ 10-15 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก เมฆนี้จะมีขนาดใหญ่ครอบคลุมพื้นที่หลายตารางกิโลเมตร ในขั้นตอนนี้จะไม่มีฝนตกแต่อย่างใด

2) ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (Mature stage) เป็นระยะที่ ก้อนเมฆเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ก่อตัวขึ้นไปถึงระดับประมาณ 12 กิโลเมตร หรือ 40,000 ฟุต หรือถึงบรรยากาศชั้นโทรโพพอส ระยะนี้เป็นระยะที่มีพายุรุนแรงมากที่สุด ในระยะนี้มีการผันผวนของอากาศภายในก้อนเมฆมาก อากาศยกตัวสูงขึ้นติดต่อกันอย่างรวดเร็ว หยาดน้ำฟ้าที่ปรากฏในก้อนเมฆในระดับต่ำจะเป็นเม็ดฝน ระดับกลางจะเป็นฝนผสมกับหิมะ และระดับสูงจะเป็นหิมะ การตกของฝนในก้อนเมฆอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการเสียดสีกับอากาศที่ยกตัวสูงขึ้น และดึงให้มีลมพัดลงมาอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ลมสควอลล์ ดังนั้น ก่อนฝนตกจะมีลมพัดแรงมาก่อน ลมสควอลล์บางทีก็แรงมากพอที่จะโค่นต้นไม้ และก่อให้เกิดความเสียหายแก่ตึกกรามบ้านช่องได้ หลังจากนั้นฝนจะตกหนักมากและแผ่บริเวณกว้าง นอกจากนั้น จะเกิดมีฟ้าแลบและฟ้าร้องด้วย

3) ระยะสลายตัว (Dissipating stage) เป็นระยะแห่งการสลายตัวของพายุฝนฟ้าคะนอง เป็นระยะที่อากาศไหลลงทั่วทั้งก้อนเมฆ เพราะไม่มีความชื้นของอากาศที่จะหอบขึ้นไปอีก จึงไม่เกิดการกลั่นตัว ขาดความร้อนแฝง และพลังงานที่จะทำให้อากาศเคลื่อนที่ในแนวตั้ง เมฆเริ่มแผ่ขยายออกไปปกคลุมท้องฟ้าอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน เมฆจะเปลี่ยนรูปร่างจากเมฆคิวมูโลนิมบัส กลายเป็นเมฆแผ่น เช่น อัลโตสเตรตัส เซอโรสเตรตัส เป็นต้น ฝนจะตกเบา ๆ และหายไปในที่สุด

4.2 ไฟาแลบ ไฟาร้อง และฟ้าผ่า

เมฆฝนฟ้าคะนองบางครั้งมีฟ้าผ่าเกิดขึ้นด้วย ไฟาแลบเกิดจากการถ่ายประจุไฟฟ้าที่ต่างขั้วกันภายในเมฆฝนฟ้าคะนอง ฟ้าผ่าอาจเกิดขึ้นภายในเมฆก้อนใดก้อนหนึ่ง หรือจากเมฆก้อนหนึ่งไปสู่เมฆอีกก้อนหนึ่ง หรือจากเมฆไปสู่อากาศที่อยู่รอบ ๆ เมื่อการถ่ายประจุไฟฟ้าที่ต่างขั้วกันจากเมฆลงสู่พื้นโลก จะเกิดเป็นฟ้าผ่า ซึ่งส่วนใหญ่แล้วฟ้าผ่ามักเกิดขึ้นภายในเมฆก้อนใดก้อนหนึ่งมีเพียงประมาณร้อยละ 20 เป็นฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นระหว่างเมฆ หรือจากเมฆสู่พื้นโลก ฟ้าผ่าสามารถทำให้อากาศที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านมีความร้อนสูงขึ้นถึง 30,000 องศาเซลเซียส หรือร้อนสูงกว่าอุณหภูมิผิวดวงอาทิตย์ถึง 5 เท่า ความร้อนที่สูงมากนี้ทำให้อากาศขยายตัวอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นคลื่นที่แปลงสภาพเป็นคลื่นเสียง เรียกว่า ไฟาร้อง (Thunder) และจากการที่ความเร็วของแสงที่เกิดจากฟ้าผ่า และความเร็วของเสียงที่ได้ยินจากไฟาร้องมีความแตกต่างกันมาก ทำให้สามารถคำนวณระยะทางที่เกิดฟ้าผ่าได้ ในบางกรณีจะสังเกตเห็นฟ้าผ่า แต่ไม่ได้ยินไฟาร้อง ทั้งนี้เนื่องจากบรรยากาศ ซึ่งเป็นตัวกลางได้หักเหและรบกวนคุณภาพของคลื่นเสียงไป (สงกรานต์ อักษร, 2552 : 235)

4.3 พายุหมุนเขตร้อน (Tropical cyclone)

พายุหมุนเขตร้อนเป็นพายุหมุนที่เกิดบริเวณน่านน้ำเขตร้อนแถบละติจูดต่ำ (นำพลวัลย์ กิจรัชกุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 129) เส้นผ่าศูนย์กลางของพายุหมุนประมาณ 150-500 กิโลเมตร หรือ 100-300 ไมล์ กำลังความเร็วของลมตั้งแต่ 120-200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 75-125 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือสูงกว่า ลักษณะที่เด่นอย่างหนึ่งของพายุหมุนเขตร้อน คือ บริเวณตรงกลางของพายุ ซึ่งเรียกว่า ตาพายุ อาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 40 ไมล์ บริเวณตาพายุเป็นเขตลมสงบ มีลดพัดอ่อน กำลังแรงของลมไม่มากกว่า 15 ไมล์ต่อชั่วโมง บริเวณตาพายุนี้จะไม่มีการก่อตัวของเมฆ และปราศจากฝน (ปานทิพย์ อ้วนวานิช, 2558 : 383)

พายุหมุนเขตร้อน คือ พายุหมุนที่เกิดในภูมิภาคเขตร้อน องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกได้จำแนกพายุหมุนเขตร้อนออกเป็น 4 ระดับ คือ พายุดีเปรสชัน (Depression) พายุเขตร้อน (Tropical storm) พายุเขตร้อนอย่างรุนแรง (Severe tropical storm) และพายุไต้ฝุ่น (Typhoon) ดังนี้ (สงกรานต์ อักษร, 2552 : 236)

4.3.1 พายุดีเปรสชัน เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่มีความเร็วลมต่ำสุด คือ มีอัตราเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางพายุ ไม่เกิน 34 นอต หรือ 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จัดเป็นพายุกำลังอ่อน

4.3.2 พายุเขตร้อน เป็นพายุหมุนที่มีอัตราความเร็วลมใกล้จุดศูนย์กลางระหว่าง 34 - 47 นอต หรือ 63 - 87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จัดเป็นพายุกำลังปานกลาง

4.3.3 พายุเขตร้อนอย่างรุนแรง เป็นพายุหมุนที่มีความเร็วลมใกล้จุดศูนย์กลางระหว่าง 48 - 63 นอต หรือ 88 - 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จัดเป็นพายุกำลังแรง

4.3.4 พายุไต้ฝุ่น เป็นพายุที่มีความเร็วลมใกล้จุดศูนย์กลางตั้งแต่ 64 นอต หรือ 119 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป จัดเป็นพายุกำลังแรงมากที่สุด ในอ่าวเบงกอลและทะเลอาหรับ เรียกว่า

“ไซโคลน (Cyclone)” ในมหาสมุทรแอตแลนติกบริเวณทะเลแคริบเบียนและอ่าวเม็กซิโก เรียกว่า “เฮอริเคน (Hurricane)” ในทวีปออสเตรเลีย เรียกว่า “วิลลี วิลลี (Willy-willies)”

ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างบริเวณแหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนทั้งสองด้าน ด้านตะวันออก คือ มหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ ส่วนด้านตะวันตก คือ อ่าวเบงกอลและทะเลอันดามัน โดยพายุมีโอกาสเคลื่อนจากมหาสมุทรแปซิฟิก และทะเลจีนใต้เข้าสู่ประเทศไทย ทางด้านตะวันออก มากกว่าทางตะวันตก ปกติประเทศไทยจะมีพายุเคลื่อนผ่านเข้ามาได้โดยเฉลี่ย ประมาณ 3 - 4 ลูกต่อปี บริเวณที่พายุมีโอกาสเคลื่อนผ่านเข้ามามากที่สุดคือภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะทางตอนบนของภาค ในระยะต้นปีระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม เป็นช่วงที่ประเทศไทยปลอดจากอิทธิพลของพายุ ต่อมาเดือนเมษายนเป็นเดือนแรกของปีที่พายุเริ่มเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคใต้ แต่มีโอกาสน้อยและเคยเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวในรอบ 54 ปี (พ.ศ. 2494-2547) พายุเริ่มมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยมากขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคม โดยส่วนใหญ่ ยังคงเป็นพายุที่เคลื่อนมาจากด้านตะวันตกเข้าสู่ประเทศไทยตอนบน และตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไปพายุส่วนใหญ่จะเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันออก โดยช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคมพายุยังคงเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบน ซึ่งบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่พายุมีโอกาสเคลื่อนผ่านเข้ามามากที่สุด และเดือนกันยายนถึงตุลาคม พายุมีโอกาสเคลื่อนเข้ามาได้ในทุกพื้นที่ โดยเริ่มเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ตั้งแต่เดือนกันยายน ในสองเดือนนี้เป็นระยะที่พายุมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยได้มากโดยเฉพาะเดือนตุลาคม มีสถิติเคลื่อนเข้ามา มากที่สุดในรอบปีสำหรับช่วงปลายปีตั้งแต่เดือนเดือนพฤศจิกายน พายุจะเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนได้น้อยลง และมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้มากขึ้น เมื่อถึงเดือนธันวาคมพายุมีแนวโน้มเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้เท่านั้น โดยไม่มีพายุเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนอีก

4.4 พายุหมุนนอกเขตร้อน (Extratropical cyclone หรือ Extratropical storm)

พายุหมุนนอกเขตร้อน เป็นพายุที่เกิดบริเวณละติจูดกลางและเหนือขึ้นไป เนื่องจากมวลอากาศเย็นที่พัดมาจากขั้วโลกและมวลอากาศอุ่นจากเขตร้อนเคลื่อนมาปะทะกัน (นำพลีย์ กิจรัชกุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 129) การก่อตัวของพายุหมุนในบริเวณนี้มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น พายุหมุนที่เกิดจากแนวปะทะอากาศเคลื่อนที่ไป พายุหมุนที่เกิดจากมวลอากาศขั้วโลกเป็นต้น แต่พายุหมุนที่พบมากที่สุดบริเวณนี้ คือ พายุหมุนที่เกิดจากแนวปะทะอากาศเคลื่อนที่ไป พายุหมุนนอกเขตร้อนเกิดตามแนวปะทะอากาศขั้วโลก (Polar front) ซึ่งเป็นแนวที่มวลอากาศเย็นและมวลอากาศร้อนเคลื่อนที่มาพบกัน ลักษณะการไหลวนของอากาศจะโค้งงอคล้ายคลื่นและจะหมุนเวียนเข้าสู่หย่อมความกดอากาศต่ำที่ยอดคลื่น ดังนั้น ลมพายุหมุนชนิดนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลื่นพายุหมุน (Wave cyclone) พายุหมุนชนิดนี้มีกำลังแรงน้อยกว่าไต้ฝุ่น พายุหมุนจะเคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปตะวันออกตามอิทธิพลของลมตะวันตก (ปานทิพย์ อัมพนวนิช, 2558 : 376)

4.5 พายุทอร์นาโด (Tornado)

พายุทอร์นาโดเป็นพายุหมุนขนาดเล็กที่สุด แต่มีความรุนแรงมากที่สุด เป็นพายุหมุนที่เริ่มเกิดจากการหมุนเวียนของอากาศใต้เมฆที่ก่อตัวทางแนวตั้ง คือ เมฆคิวมูโลนิมบัส ที่มีฐานเมฆต่ำ ปลายของวงเมฆที่พื้นดินจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100-500 เมตร หรือ 300-1,500 ฟุต กระแสอากาศเคลื่อนขึ้นลงรุนแรงจนบิดเกลียวหรือเป็นลำพุ่งขึ้นสู่ท้องฟ้าหรือย้อยลงจากฐานเมฆ เมื่อพายุทอร์นาโดเคลื่อนที่ไปบริเวณใดจะทำความเสียหายให้แก่บริเวณนั้น ความเร็วของลมในพายุทอร์นาโดจะมีมากกว่าชนิดอื่น อัตราความเร็วของลมประมาณ 400 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 250

ไมล์ต่อชั่วโมง ในประเทศสหรัฐอเมริกากระแสะที่เกิดมากที่สุด ได้แก่ ฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ลมวง (Twister) พายุทอร์นาโดเกิดกระจายทุกภูมิภาคของโลก ถ้าเกิดเหนือพื้นน้ำเรียกว่า พายุน้ำ หรือนาคเล่นน้ำ (Waterspout) นาคเล่นน้ำจะอยู่สูงประมาณ 3 เมตร หรือ 10 ฟุต จากผิวน้ำของน้ำทะเล และจะพุ่งไปในอากาศเป็นระยะสูงขึ้น นาคเล่นน้ำมีขนาดเล็กกว่าทอร์นาโด และมีกำลังน้อยกว่าด้วย นาคเล่นน้ำพบบ่อย ๆ ในบริเวณพื้นน้ำกึ่งเขตร้อนของอ่าวเม็กซิโก และชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา (นำพวลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์, 2558 : 129 และปานทิพย์ อัมพนวนิช, 2558 : 378 - 382)

สรุปท้ายบท

ลมฟ้าอากาศเป็นสภาพของอากาศในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามวัน เวลาและสถานที่ ความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของอากาศ ทำให้น้ำระเหยเป็นไอน้ำ ลอยขึ้นไปในอากาศ ทำให้ในอากาศมีไอน้ำอยู่เสมอ โลกมีการหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดกลางวัน และกลางคืน โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ ลมเกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศ ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันบรรยากาศ ลมจะเคลื่อนจากบริเวณที่มีความดันบรรยากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความดันบรรยากาศต่ำ การวัดลมจะวัดทิศทางของลมด้วยเครื่องวัดทิศทางลมแบบศรลม และวัดความเร็วของลมด้วยมาตรวัดลม ในเวลากลางคืนพื้นผิวโลกจะเย็นลงในทันทีทันใด ไอน้ำบางส่วนจะควบแน่นบนใบหญ้าเกิดเป็นน้ำค้างขึ้น เมฆเกิดจากการรวมตัวกันของไอน้ำเป็นกลุ่มก้อนลอยอยู่ในอากาศ ลักษณะและชนิดของเมฆมีมากมายหลายชนิดแตกต่างกัน ส่วนหมอกเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำที่ลอยอยู่ในอากาศใกล้พื้นดิน หยาดน้ำฟ้าเป็นชื่อเรียกรวมของหยดน้ำและน้ำแข็ง ที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำแล้วตกลงมาสู่พื้น เช่น ฝน หิมะ ฝนน้ำแข็ง ลูกเห็บ เป็นต้น

คำถามทบทวน

1. ความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศอย่างไรบ้าง
2. ในเขตอบอุ่นและเขตหนาว มีกี่ฤดูกาล อะไรบ้าง เกิดขึ้นในช่วงเวลาใด
3. ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร การวัดลมวัดอะไรบ้าง และใช้เครื่องมืออะไรในการวัด
4. อธิบายลักษณะของเมฆต่อไปนี้ เมฆเซอร์รัส เมฆอัลโตคิวมูลัส เมฆนิมโบสเตรตัส เมฆคิวมูโลนิมบัส และเมฆคิวมูลัส
5. หมอกแตกต่างจากเมฆอย่างไร
6. เขตเงาฝน คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
7. อธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
8. ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า เกิดขึ้นได้อย่างไร
9. อธิบายความแตกต่างระหว่างพายุดีเปรสชัน พายุเขตร้อน พายุไต้ฝุ่น ไซโคลน และเฮอริเคน
10. ในสหรัฐอเมริกาเกิดพายุหมุนขนาดเล็กที่สุด แต่มีความรุนแรงมากที่สุด คือพายุอะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- ดวงเดือน พินสุวรรณ. (2555). **ประมวลสาระชุดวิชา หน่วยที่ 11 - 15 ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ สำหรับครู**. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นำพลวัลย์ กิจรักษ์กุล และกัลยา เทียนวงศ์. (2558). **ภูมิศาสตร์กายภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ปานทิพย์ อ้วนวานิช. (2532). **ภูมิอากาศวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- _____. (2558). **ภูมิศาสตร์กายภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ทรูปลูกปัญญา. (2561). **บทเรียนออนไลน์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <http://www.truelookpanya.com/learning/detail/31424/044022>. [23 กรกฎาคม 2561]
- วิรัช มณีสาร, เรือโท. **ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะอากาศตามฤดูกาลของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย**. เอกสารวิชาการเลขที่ 551.582-02-2538, ISBN : 974-7567-25-3, กันยายน 2558.
- ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2559). **มลพิษทางอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2561). **อิทธิพลของฤดูกาล**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/seasons>. [23 กรกฎาคม 2561]
- สงกรานต์ อักษร. (2552). **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 34**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://saranukromthai.or.th/Ebook/BOOK34/book34_7/Default.html. [19 กรกฎาคม 2561]
- สมพงษ์ มนะสุทธิ. (2535). **อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- _____. (2537). **อุตุนิยมวิทยาทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุวพันธ์ นิลายน. (2543). **อุตุนิยมวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุตุนิยมวิทยา. กรม. (2561). **ลมมรสุม**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52>. [19 กรกฎาคม 2561]
- ไอเอ็นเนอร์จี้กูรู. (2561). **พลังงานลม**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://ienergyguru.com/2015/07/ประเภทของลม/>. [19 กรกฎาคม 2561]
- De Nevers, N. (2000). **Air pollution engineering manual**. 12th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Peavy, H.S., Rowe, D.R. & Tchobanaglou, G. (1985). **Environmental engineering (international ed.)**. Singapore: McGraw-Hill.
- Strahler, Alan and Strahler, Arthur. (2002). **Physical Geography**. New York: John Wiley & Sons, Inc.