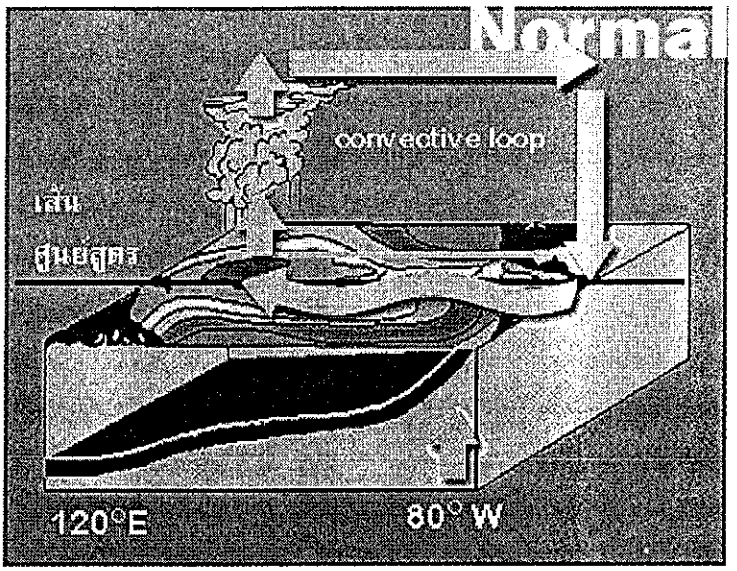
บทที่ 2
หลักการ ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ เอนโซ่ และลานีญา

ศึกษาปรากฏการณ์ เอนโซ่ (ENSO) เอลนีโญ (El Nino) และลานีญา (La Nina) ในอดีตที่ผ่านมาพบว่ามีผลต่อสภาพภูมิอากาศในบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ ในโลก โดยเฉพาะการแปรเปลี่ยนของปริมาณฝน ดังนั้นการศึกษาถึงผลกระทบของปรากฏการณ์นี้ จึงเป็นประโยชน์โดยตรงที่จะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฝนหรือค่าทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญได้

2.1.1 ความหมายของเอลนีโญ เอนโซ่ และลานีญา

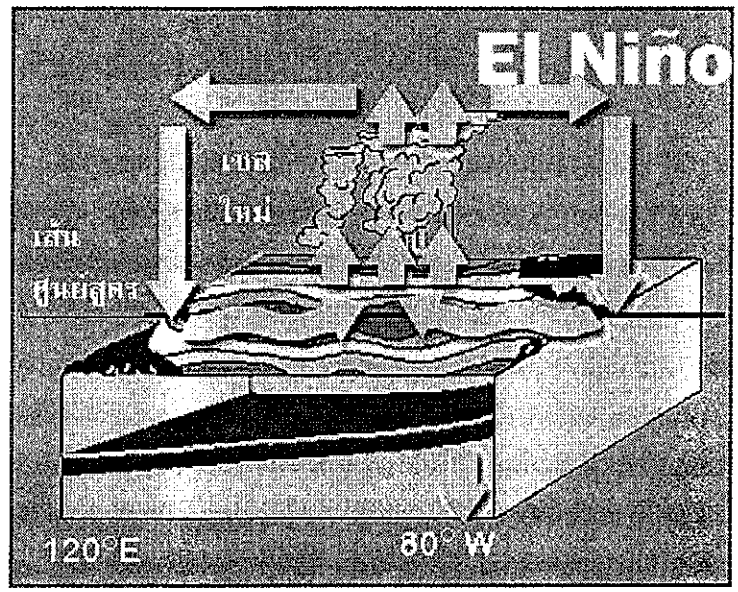
เอลนีโญ (El Nino-EN) เป็นคำที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ทางสมุทรศาสตร์ที่หมายถึง การที่ผิวน้ำทะเลทางด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนอุ่นขึ้นอันเนื่องมาจากพื้นโลกรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากัน บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะรับความร้อนมากกว่าที่โลกด้านเหนือและใต้อย่างมากมาย น้ำทะเล และอากาศจะเป็นตัวพาความร้อนออกจากเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกทั้งสอง ดังจะเห็นได้จากรูปวงจรการถ่ายเทความร้อนหรือเรียกว่า Convection Cell



ภาพที่ 2.1 **CONVECTION CELL** ในภาวะปกติ

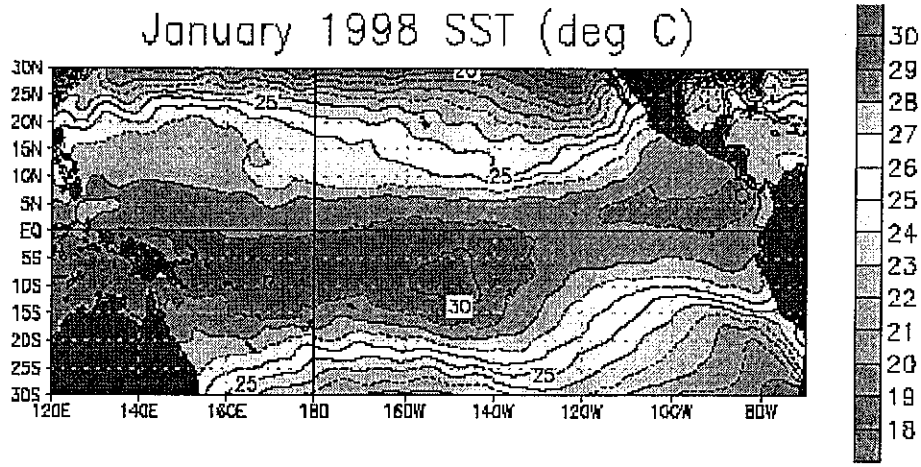
ความร้อนเป็นพลังงานที่ทำให้เกิด Convection Cell โดยน้ำทะเลที่ผิวมหาสมุทรจะร้อนขึ้นจนระเหยกลายเป็นไอขึ้นไป ส่วนน้ำอุ่นจากข้างล่างผิวน้ำ และใกล้เคียงจะเข้ามากลายเป็นไอได้อีกเป็นเหตุให้มีการไหลทดแทนของน้ำและอากาศจากที่เย็นกว่าไปสู่ที่อุ่นกว่า เกิดเป็นวงจรระบายความร้อนและความชื้นออกไปจากโซนร้อนอย่างต่อเนื่องโดยภาวะปกติโซนร้อนที่กล่าวถึงนี้คือบริเวณแนวเส้นศูนย์สูตรทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก

ได้แก่ หมู่เกาะอินโดนีเซีย และออสเตรเลีย ลักษณะเช่นนี้ทำให้มีลมพัดจากทางตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิกมาหาแนวเส้นศูนย์สูตรทางแปซิฟิกตะวันตก กระแสลมนี้จะพัดเอาน้ำให้ไหลมาด้วย เมื่อมีน้ำอุ่นที่ถูกลมพัดพามาสะสมไว้จนเป็นแอ่งใหญ่จึงมีเมฆมาก ฝนตกชุก อากาศบริเวณนี้จึงร้อนชื้น ที่บอกว่าน้ำทะเลร้อนและเย็นนั้น ตามปกติก็จะร้อนและเย็นประมาณ 30 และ 22 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



ภาพที่ 2.2 CONVECTION CELL ในภาวะเอลนีโญ

เมื่อเกิดเอลนีโญ ลมสินค้าก็จะมีกำลังอ่อนลงทำให้ไม่สามารถพยุงน้ำทะเลทางแปซิฟิกตะวันตกให้อยู่ในระดับสูงกว่าอย่างเดิมได้ น้ำอุ่นจึงไหลย้อนมาทางตะวันออก ทำให้น้ำทางด้านแปซิฟิกตะวันออกอุ่นขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ถ้าน้ำทะเลยิ่งร้อน ลมสินค้าก็ยิ่งอ่อน แต่ถ้าลมสินค้ายิ่งอ่อนน้ำทะเลก็จะยิ่งร้อน สิ่งนี้เองที่เป็นปัจจัยแต่ละครั้งที่เกิดเอลนีโญ แอ่งน้ำอุ่นจะขยายใหญ่ขึ้นและจะใหญ่ขึ้นทุกครั้งไป

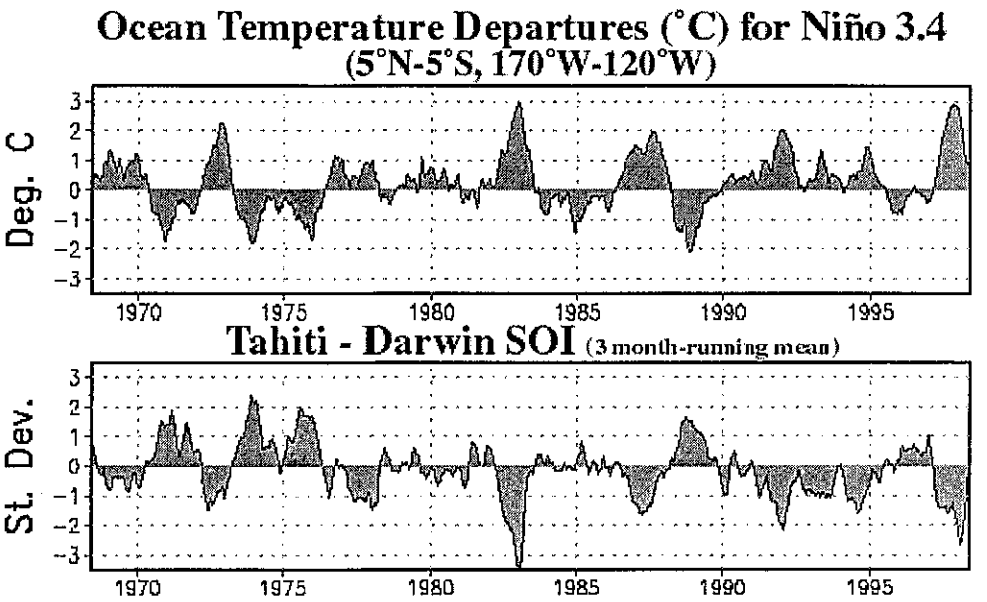


<u>ภาพที่ 2.3</u> อุณหภูมิน้ำทะเลที่ผิวหน้า เส้นแบ่งแต่ละชั้นมีอุณหภูมิต่างกัน 1 องศาเซลเซียส เดือนมกราคม 2541

ในทางกลับกันถ้าผิวน้ำทะเลบริเวณที่เกิด เอลนีโญ (El Nino) เย็นลงจะเรียกว่า ลานีญา (La Nina)

ปรากฏการณ์ ลานีญา (La Nina Phenomenon) คือ ปรากฏการณ์ที่กลับกันกับเอลนีโญ กล่าวคือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตรในมหาสมุทรแปซิฟิกกลางและตะวันออกมีค่าต่ำกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่เป็นประจำในแปซิฟิกเขตร้อนทางซีกโลกใต้ (ละติจูด 0-30°ใต้) มีกำลังแรงกว่าปกติ จึงพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออก (บริเวณชายฝั่งเอควาดอร์ เปรูและชิลีตอนเหนือ)ไปสะสมอยู่ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตก (บริเวณชายฝั่งอินโดนีเซียและออสเตรเลีย) มากยิ่งขึ้นจึงทำให้ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกซึ่งแต่เดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกอยู่แล้วกลับยิ่งมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกมากขึ้นไปอีกมีผลทำให้ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกมีปริมาณฝนตกมากขึ้น ขณะที่ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกจะมีความแห้งแล้งมากขึ้นเช่นกัน ลานีญา จะเกิดโดยเฉลี่ย 5-6 ปีต่อครั้ง และเกิดแต่ละครั้งกินเวลานานประมาณ 1 ปี

ปรากฏการณ์ที่น้ำทะเลร้อนขึ้นผิดปกติเกิดขึ้นพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศระดับผิวน้ำทะเลที่ด้านตะวันออกกับด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก เซอร์กิลเบอร์ต วอล์คเกอร์ (Sir Gilbert Walker) พบว่าค่าของความดันบรรยากาศที่ระดับผิวน้ำทะเล ณ เมืองดาร์วิน ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลียจะสลับสูงต่ำกับค่าความดันที่ตาฮิติ เมื่อความดันที่ตาฮิติสูง ความดันที่ดาร์วินก็จะต่ำ และถ้าความดันที่ตาฮิติต่ำความดันที่ดาร์วินจะสูงกลับกันแบบนี้ ซึ่งกล่าวได้ว่าปรากฏการณ์เอลนีโญจะเชื่อมโยงกับความกดอากาศที่เรียกว่า ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation-SO)



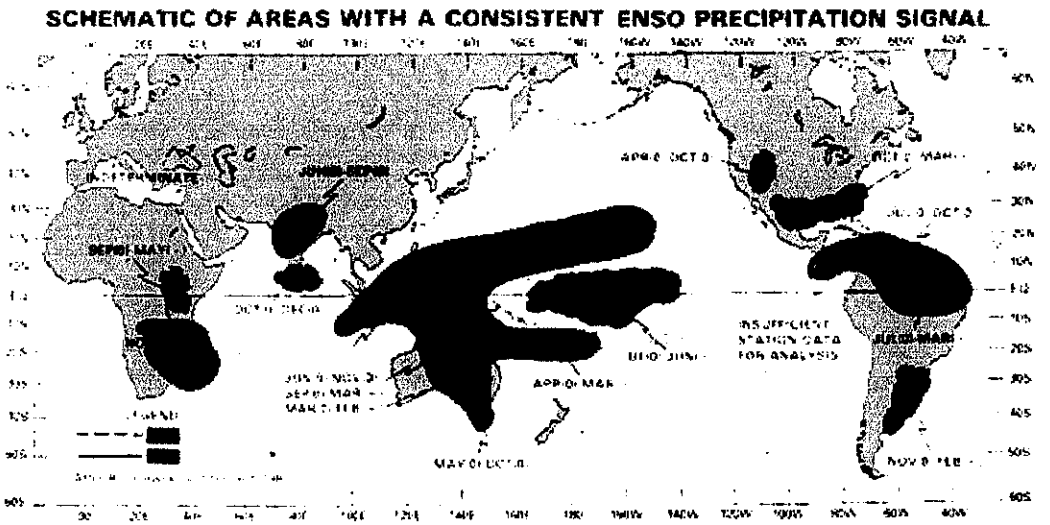
ภาพที่ 2.4 แสดงค่าความแตกต่างของความดันบรรยากาศที่ระดับผิวน้ำทะเล ณ เมืองดาร์วินกับค่าความดันที่ตาฮิติ

จากความผันแปรของระบบอากาศผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้และเอลนีโญมีความเชื่อมโยงกันและกันอย่างใกล้ชิดจนเรียกรวมกันว่า "เอลนีโญ ความผันแปรของระบบอากาศซีกโลกใต้" หรือ "เอนโซ (ENSO)" ระบบอากาศนี้จะแปรผันอยู่ระหว่างสภาวะที่ร้อน (เอลนีโญ) กับสภาวะปกติ (หรือเย็น) โดยมีช่วงการเกิดเอลนีโญตามธรรมชาติประมาณ 3-4 ปีต่อครั้ง

2.2 ผลกระทบจาก ENSO ทั่วโลก

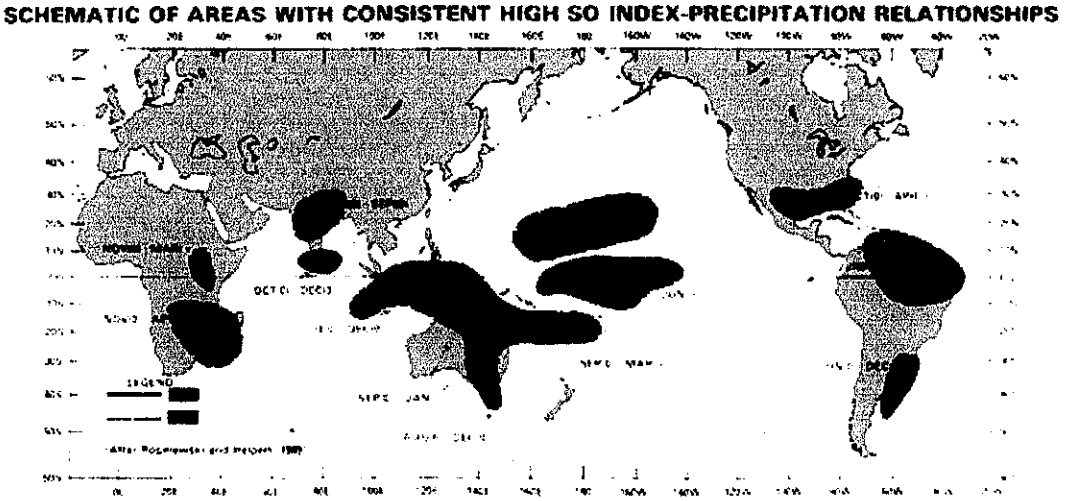
ผลกระทบที่เด่นชัดจากปรากฏการณ์เอลนีโญ คือความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและความยาวนานเริ่มตั้งแต่บางส่วนของทวีปแอฟริกา เอเชีย ออสเตรเลีย ไปจนถึงฮาวาย และความชุ่มชื้นอย่างผิดปกติ เช่น มีพายุเฮอริเคนพัดเข้าสู่ชายฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือตอนใต้

ผลกระทบที่เกิดขึ้นถูกแบ่งได้ดังนี้



สีแดง=แห้งแล้ง สีเขียว=ชุ่มชื้น

ภาพที่ 2.5 รูปผลกระทบต่อฝนจากปรากฏการณ์เอลนีโญ



สีแดง=แห้งแล้ง สีเขียว=ชุ่มชื้น

ภาพที่ 2.6 ผลกระทบต่อฝนจากปรากฏการณ์ลานีญา

2.2.1 ภูมิภาคที่ได้รับความแห้งแล้ง

ตอนเหนือและตะวันออกของออสเตรเลียในช่วงเดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2540 บริเวณตอนเหนือ และตะวันออกของทวีปมีฝนตกต่ำกว่าค่าปกติทำให้เกิดความแห้งแล้งทั่วบริเวณประกอบกับช่วงเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม ทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ จึงก่อให้เกิดไฟป่าขึ้นในบริเวณรัฐวิคตอเรียและนิวเซาต์เวลล์เป็นเวลาหลายสัปดาห์

เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณที่ได้รับความแห้งแล้งมากโดยเฉพาะช่วงเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม ได้แก่ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย สิงคโปร์ บรูไน และปาปัวกินี และได้เกิดไฟป่าในอินโดนีเซีย และรัฐซาราวัคของมาเลเซีย ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงปลายปี 2540 บริเวณอื่น ๆ ที่ได้รับความแห้งแล้งคือ ประเทศไทย บางส่วนของพม่า ลาว เขมร และเวียดนาม

ตอนใต้ของแอฟริกาตะวันตก ได้รับฝนต่ำกว่าค่าปกติตั้งแต่เดือนกรกฎาคมพร้อมกับฤดูฝนได้เริ่มช้ากว่าปกติ

สหรัฐอเมริกาตะวันออก ได้รับความแห้งแล้งช่วงเดือน เมษายน-ตุลาคม ต่อจากนั้นเป็นฤดูหนาวที่หนาวน้อย อเมริกากลางมีสภาพอากาศแล้งปกคลุมช่วงเดือน มิถุนายน-ตุลาคม ตอนเหนือของอเมริกาใต้ มีอากาศร้อนและแห้งแล้งในช่วงครึ่งหลังของปี

2.2.2 ภูมิภาคที่ได้รับฝนตกหรือน้ำท่วม

คาบสมุทรอินเดียมีฝนตกชุกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมต่อเนื่องเกือบตลอดจนถึงสิ้นปี บริเวณนี้ได้แก่ ประเทศอินเดีย บังคลาเทศ เนปาล และศรีลังกา

แอฟริกาตะวันออก ได้รับฝนชุกมากในช่วง ตุลาคม-ธันวาคม ทำให้เกิดน้ำท่วมหนักโดยเฉพาะบริเวณประเทศ เคนยา อูกานดา ระวันดาและตอนเหนือของแทนซาเนีย

อเมริกาใต้มีฝนสูงกว่าค่าปกติมาก ช่วงเดือน มิถุนายนจนถึงสิ้นปี

อเมริกาเหนือมีฝนมากชุกและเกิดน้ำท่วมเป็นบางบริเวณจากทางรัฐแคลิฟอร์เนียพาดไปทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา บริเวณรัฐฟลอริดาในระยะครึ่งหลังของปี 2540

2.2.3 ผลกระทบที่มีต่อการเกิดพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อน คือ พายุที่ก่อตัวเหนือมหาสมุทรในเขตร้อน มีความรุนแรง 3 ระดับคือ พายดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน และพายุเฮอริเคน (เกิดในมหาสมุทรแอตแลนติคเหนือ) หรือ พายุไต้ฝุ่น (เกิดทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือและในทะเลจีนใต้)

มหาสมุทรแอตแลนติค เอลนีโญทำให้พายุมีความรุนแรงระดับพายุโซนร้อน และ พายุเฮอริเคนที่เกิดทางตอนเหนือของมหาสมุทรแอตแลนติค มีจำนวนลดลงค่อนข้างชัดเจน

ด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ เอลนีโญช่วยเอื้อต่อการก่อตัวพร้อมกับขยายพื้นที่ของการก่อตัวของพายุหมุน

ด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ พายุหมุนเขตร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้ในปี 2540 มีรูปแบบและลักษณะที่ผิดปกติมาก กล่าวคือ พายุมักจะมีเส้นทางเดินขึ้น ไปทางทิศเหนือมากกว่าที่จะเคลื่อนตัวมาทางทิศตะวันตก

2.3 ผลกระทบของปรากฏการณ์ ENSO ที่มีต่อประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน จะมีผลกระทบทำให้ปริมาณฝนรวมของประเทศไทยในแต่ละฤดูกาลมีค่าต่ำกว่าปกติ (ค่าเฉลี่ยช่วง 30 ปี พ.ศ.2504-2533) ในขณะที่อุณหภูมิจะสูงกว่าปกติในทั่วทุกภาค โดยเฉพาะหากเกิดเอลนีโญที่มีขนาดรุนแรง ผลกระทบจะมีความชัดเจนกว่าขนาดปานกลางและอ่อน ในทางกลับกันผลกระทบจากปรากฏการณ์ลานีญา จะทำให้ฝนรวมของทั้งประเทศในแต่ละฤดูกาลส่วนใหญ่จะสูงกว่าค่าปกติ ในขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่าค่าปกติ และความรุนแรงของผลกระทบจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของลานีญา อาจสรุปได้ว่าหากเกิดเอลนีโญขนาดรุนแรงขึ้นปริมาณฝนของประเทศไทยจะต่ำกว่าในฤดูฝนขณะที่จะมีอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าปกติ ในฤดูหนาวและร้อนพร้อมกับปริมาณฝนลดลงในทั้งสองฤดู หากเกิดลานีญาขึ้น ปริมาณของฝนก็จะมากกว่าปกติ ทำให้เกิดน้ำท่วม

เอลนีโญ และลานีญาช่วง พ.ศ. 2540 – 2544

ในช่วง พ.ศ. 2540-กลางปี 2541 ได้เกิดปรากฏการณ์ เอลนีโญขนาดรุนแรงขึ้นในแปซิฟิกเขตร้อน ส่งผลให้ปริมาณฝนทั้งปีของประเทศไทยมีค่าต่ำกว่าค่าปกติ โดยในปี 2540 ฝนรวมของทั้งประเทศต่ำกว่าค่าปกติ –9% ในปี 2541 ฝนรวมของทั้งประเทศต่ำกว่าค่าปกติ –6 %

ในช่วงกลางปี 2541- ต้นปี2544 ได้เกิดปรากฏการณ์ลานีญาขนาดปานกลางขึ้นต่อเนื่องจากเอลนีโญ ส่งผลให้ส่งผลให้ปริมาณฝนรวมรายปีของประเทศไทย มีค่าสูงกว่าค่าปกติติดต่อกัน 3 ปี คือ

ปี 2542 ฝนรวมของทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ +15 %

ปี 2543 ฝนรวมของทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ +13 %

ปี 2544 ฝนรวมของทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ + 6 %

จะเห็นได้ว่าหากเกิดปรากฏการณ์ของ ENSO ที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งมักจะส่งผลกระทบต่อสภาวะอากาศในแต่ละพื้นที่คล้าย ๆ เดิม คือ พื้นที่ที่ได้รับความแห้งแล้งจากผลกระทบของ ENSO ก็มักจะแห้งแล้งทุก ๆ ครั้งที่เกิด ENSO แต่ก็มีบางบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบไม่เหมือนเดิม เช่น ฝนอาจตกมากกว่าปกติ

2.4 ภูมิอากาศของประเทศไทย

2.4.1 ขนาดและที่ตั้ง

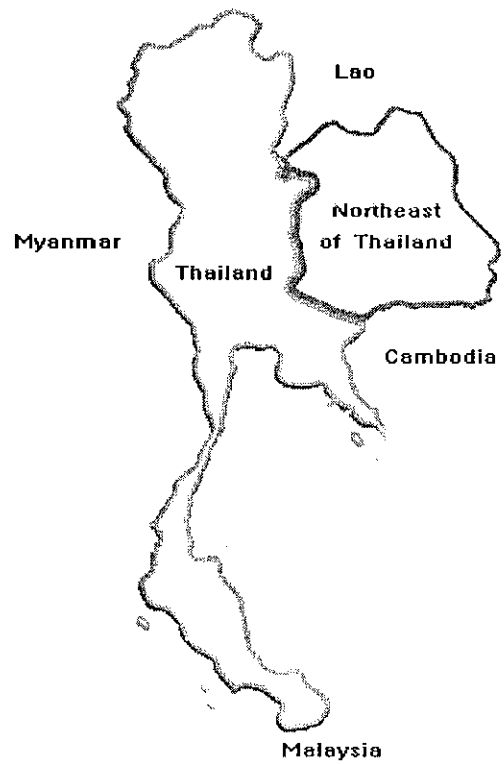
ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ระหว่างละติจูด 5 ' 37˚ เหนือ กับ 20 ' 27˚ เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97 ' 22˚ ตะวันออก กับ 105 ' 37˚ ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ ติดประเทศพม่าและลาว

ทิศทิศตะวันตก ติดประเทศพม่าและทะเลอันดามัน

ตะวันออก ติดประเทศลาว กัมพูชา และอ่าวไทย

ทิศใต้ ติดประเทศมาเลเซีย



<u>ภาพที่ 2.7</u> แผนที่ประเทศไทย

2.4.2 ภูมิประเทศและการแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยา

ประเทศไทยเป็นประเทศเล็ก ลักษณะภูมิประเทศและลมฟ้าอากาศส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน มีแตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย การแบ่งภาคของประเทศไทยในทางอุตุนิยมวิทยาจึงพิจารณารูปแบบภูมิอากาศและแบ่งประเทศไทยออกได้เป็น 5 ภาค ดังนี้

1. ภาคเหนือ ประกอบด้วย 15 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก กำแพงเพชร พิษณุโลก พิจิตร และเพชรบูรณ์ ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขามีภูเขาติดกันเป็นพืดในแนวเหนือ-ใต้ สลับกับหุบเขาทั้งแคบและกว้างมากมาย ทิวเขาที่สำคัญได้แก่ ทิวเขาแดนลาว ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือกั้นเขตแดนระหว่างไทยกับพม่า และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำปิง ทางตะวันตกมีทิวเขาถนนธงชัยและทิวเขาตะนาวศรีบางส่วน ตอนกลางของภาคมีทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำวังและแม่น้ำยม ด้านตะวันออกมีทิวเขาหลวงพระบางซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำน่าน และมีทิวเขาเพชรบูรณ์บางส่วนเป็นแนวกั้นระหว่างภาคนี้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทยคือดอยอินทนนท์อยู่ในเทือกเขาจอมทอง เขตจังหวัดเชียงใหม่ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 2,565 เมตร

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงและลาดต่ำไปทางทิศตะวันออก

เฉียงใต้ ทางตะวันตกมีทิวเขาเพชรบูรณ์และทิวเขาดงพญาเย็นเป็นแนวกั้นระหว่างภาคนี้กับภาคเหนือและภาคกลาง ส่วนทางใต้มีทิวเขาสันกำแพงกั้นระหว่างภาคนี้กับภาคตะวันออก และทิวเขาพนมดงรักกั้นพรมแดนภาคนี้กับประเทศกัมพูชาทิวเขาเพชรบูรณ์และทิวเขาดงพญาเย็นซึ่งสูงประมาณ 800 ถึง 1,300 เมตร และทิวเขาพนมดงรัก ซึ่งสูงประมาณ 400 เมตร เป็นแนวกั้นกระแสลมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้บริเวณด้านหลังเขาซึ่งได้แก่พื้นที่ทางด้านตะวันตกของภาคมีฝนน้อยกว่าทางตะวันออก

3. ภาคกลาง ประกอบด้วย 18 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สระบุรี สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ระดับพื้นที่ลาดลงมาทางใต้ตามลำดับจนถึงอ่าวไทย ในภาคนี้มีภูเขาบ้างแต่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาที่ไม่สูงมาก เว้นแต่ทางด้านตะวันตกใกล้ชายแดนประเทศพม่ามีเทือกเขาตะนาวศรีวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ต่อเนื่องมาจากภาคเหนือเป็นแนวกั้นพรมแดนกับประเทศพม่า และมีความสูงเกินกว่า 1,600 เมตร ทางตะวันออกมีทิวเขาดงพญาเย็นเป็นแนวแบ่งเขตภาคนี้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4. ภาคตะวันออก ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาและที่ราบ ทางตะวันออกเฉียงใต้ของภาคมีทิวเขาบรรทัดเป็นแนวกั้นพรมแดนกับประเทศกัมพูชา ถัดเข้ามามีทิวเขาจันทบุรีทางเหนือมีทิวเขาสันกำแพง และพนมดงรักวางตัวในแนวตะวันตก-ตะวันออกเป็นแนวแบ่งเขตภาคนี้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทางตะวันตกและทางใต้เป็นฝั่งทะเลติดกับ อ่าวไทย มีเกาะใหญ่น้อยมากมาย

5. ภาคใต้ เป็นคาบสมุทรขนาบด้วยทะเลสองด้าน ด้านตะวันตกคือทะเลอันดามัน ด้านตะวันออก คืออ่าวไทยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทะเลจีนใต้ ทางตอนบนของภาคมีทิวเขาตะนาวศรีซึ่งวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ต่อเนื่องมาจากภาคเหนือและภาคกลางเป็นแนวกั้นพรมแดนกับประเทศพม่า ทางตอนล่างของภาคมีทิวเขาภูเก็ตและทิวเขานครศรีธรรมราชวางตัวในแนวเหนือ-ใต้แบ่งภาคนี้ออกเป็นสองส่วน คือที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกติดกับอ่าวไทยซึ่งมีอาณาเขตกว้างขวาง และที่ราบด้านตะวันตกขนานกับชายฝั่งทะเลอันดามัน และช่องแคบมะละกาซึ่งเป็นบริเวณแคบกว่าที่ราบด้านตะวันออก ทางทิศใต้ของภาคมีทิวเขาสันกาลาคีรีเป็นแนวกั้นพรมแดนกับประเทศมาเลเซีย ภาคนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้แก่บริเวณตอนบนของภาคต่อเนื่องถึงที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ประกอบด้วย 10 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส

ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล

2.4.3 ลมมรสุมกับภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมสองชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

1. มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร มรสุมนี้จะนำมวลอากาศชื้นจาก

มหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเลและเทือกเขาด้านรับลมจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น

2. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

หลังจากหมดอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แล้วประมาณกลางเดือนตุลาคมจะมีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยทำให้ท้องฟ้าโปร่งอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะมีฝนชุกโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม การเริ่มต้นและสิ้นสุดมรสุมทั้งสองชนิดอาจผันแปรไปจากปกติได้ในแต่ละปี

2.4.4 ฤดูกาล

ประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

1. ฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

2. ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม

3. ฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะเดือนเมษายนบริเวณประเทศไทยมีดวงอาทิตย์อยู่เกือบตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ สภาวะอากาศจึงร้อนอบอ้าวทั่วไป ในฤดูนี้แม้ว่าโดยทั่วไปจะมีอากาศร้อนและแห้งแล้ง แต่บางครั้งอาจมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมถึงประเทศไทยตอนบน ทำให้เกิดการปะทะกันของมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทยซึ่งก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรง หรืออาจมีลูกเห็บตกก่อให้เกิดความเสียหายได้ พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูนี้มักเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพายุฤดูร้อน ลักษณะอากาศในฤดูร้อนพิจารณาจากอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

อากาศร้อน อุณหภูมิระหว่าง 35.0 °ซ. - 39.9 °ซ.

อากาศร้อนจัด อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 °ซ. ขึ้นไป

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยและร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทยทำให้มีฝนชุกทั่วไป ร่องความกดอากาศต่ำนี้ปกติจะพาดผ่านภาคใต้ในเดือนพฤษภาคม แล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางเหนือตามลำดับจนถึงช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายนจะพาดผ่านอยู่บริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนในประเทศไทยลดลงระยะหนึ่งและเรียกว่าเป็นช่วงฝนทิ้ง ซึ่งอาจนานประมาณ 1 - 2 สัปดาห์หรือบางปีอาจเกิดขึ้นรุนแรงและมีฝนน้อยนานนับเดือน ในเดือนกรกฎาคมปกติร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้พาดผ่านบริเวณประเทศไทยอีกครั้งทำให้มีฝนชุกต่อเนื่อง จนกระทั่งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประมาณกลางเดือนตุลาคมประเทศไทยตอนบนจะเริ่มมีอากาศเย็นและฝนลดลง โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เว้นแต่ภาคใต้ยังคงมีฝนชุกต่อไปจนถึงเดือนธันวาคมและมักมีฝนหนักถึงหนักมากจนก่อให้เกิดอุทกภัย โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งจะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นฤดูฝนอาจจะช้าหรือเร็วกว่ากำหนด ได้ประมาณ

1-2 สัปดาห์ เกณฑ์การพิจารณาปริมาณฝนในระยะเวลา 24 ชั่วโมงของแต่ละวันตั้งแต่เวลา 07.00 น. ของวันหนึ่งถึงเวลา 07.00 น.ของวันรุ่งขึ้น ตามลักษณะของฝนที่ตกในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนย่านมรสุมมีดังนี้

ฝนวัดจำนวนไม่ได้ ปริมาณฝนน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร

ฝนเล็กน้อย ปริมาณฝน ระหว่าง 0.1 - 10.0 มิลลิเมตร

ฝนปานกลาง ปริมาณฝน ระหว่าง 10.1 - 35.0 มิลลิเมตร

ฝนหนัก ปริมาณฝน ระหว่าง 35.1 - 90.0 มิลลิเมตร

ฝนหนักมาก ปริมาณฝนตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ในช่วงกลางเดือนตุลาคมนานราว 1-2 สัปดาห์ เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาวอากาศแปรปรวนไม่แน่นอน อาจเริ่มมีอากาศเย็นหรืออาจยังมีฝนฟ้าคะนอง โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออกลงไปซึ่งจะหมดฝนและเริ่มมีอากาศเย็นช้ากว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะอากาศในฤดูหนาวพิจารณาจากอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

อากาศหนาวจัด อุณหภูมิต่ำกว่า 8.0 °ซ.

อากาศหนาว อุณหภูมิระหว่าง 8.0 °ซ. - 15.9 °ซ.

อากาศเย็น อุณหภูมิระหว่าง 16.0 °ซ. - 22.9 °ซ.

2.4.5 อุณหภูมิ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนสภาวะอากาศโดยทั่วไปจึงร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทยมีค่าประมาณ 27°ซ. อย่างไรก็ตามอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล พื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินบริเวณตั้งแต่ภาคกลางและภาคตะวันออกตอนบนขึ้นไปจนถึงภาคเหนือจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวและระหว่างกลางวันกับกลางคืน โดยในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิสูงสุดในตอนบ่ายปกติจะสูงถึงเกือบ 40°ซ. หรือมากกว่านั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม โดยเฉพาะเดือนเมษายนจะเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนจัดที่สุดในรอบปี ส่วนฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำสุดในตอนเช้ามืดจะลดลงอยู่ในเกณฑ์หนาวถึงหนาวจัดโดยเฉพาะเดือนธันวาคมถึงมกราคมเป็นช่วงที่มีอากาศหนาวมากที่สุดในรอบปี ซึ่งในช่วงดังกล่าวอุณหภูมิอาจลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณพื้นที่ซึ่งเป็นเทือกเขาหรือบนยอดเขาสูง สำหรับพื้นที่ซึ่งอยู่ติดทะเลได้แก่ภาคตะวันออกตอนล่างและภาคใต้ความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงวันและฤดูกาลจะน้อยกว่า โดยฤดูร้อนอากาศไม่ร้อนจัดและฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัดเท่าพื้นที่ซึ่งอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน

2.4.6 ปริมาณฝน

โดยทั่วไปประเทศไทยมีฝนอยู่ในเกณฑ์ดี พื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณฝน 1,200-1,600 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณฝนรวมตลอดปีเฉลี่ยทั่วประเทศมีค่าประมาณ 1,580 มิลลิเมตร ปริมาณฝนในแต่ละพื้นที่ผันแปรไปตามลักษณะภูมิประเทศนอกเหนือจากการผันแปรตามฤดูกาล บริเวณประเทศไทยตอนบนปกติจะแห้งแล้งและมีฝนน้อยในฤดูหนาว เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นบ้างพร้อมทั้งมีพายุฟ้าคะนองและเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นมาก โดยจะมีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนสิงหาคมหรือกันยายน พื้นที่ที่มีปริมาณฝนมากส่วนใหญ่จะอยู่ด้านหน้าทิวเขาหรือด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ พื้นที่ทางด้านตะวันตกของประเทศและบริเวณ

ภาคตะวันออก โดยเฉพาะที่อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด มีปริมาณฝนรวมตลอดปีมากกว่า 4,000 มิลลิเมตร ส่วนพื้นที่ที่มีฝนน้อยส่วนใหญ่อยู่ด้านหลังเขาได้แก่พื้นที่บริเวณตอนกลางของภาคเหนือและภาคกลาง และบริเวณด้านตะวันตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับภาคใต้มีฝนชุกเกือบตลอดปียกเว้นช่วงฤดูร้อน พื้นที่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออกในช่วงฤดูฝน โดยมีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนกันยายน ส่วนช่วงฤดูหนาวบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก โดยมีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน พื้นที่ที่มีปริมาณฝนมากที่สุดของภาคใต้อยู่บริเวณจังหวัดระนองซึ่งมีปริมาณฝนรวมตลอดปีมากกว่า 4,000 มิลลิเมตร ส่วนพื้นที่ที่มีฝนน้อยได้แก่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบนด้านหลังทิวเขาตะนาวศรี บริเวณจังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์

2.4.7 ความชื้นสัมพัทธ์

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรจึงมีอากาศร้อนชื้นปกคลุมเกือบตลอดปี เว้นแต่บริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงชัดเจนในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยเฉพาะฤดูร้อนจะเป็นช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในรอบปี ในบริเวณดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72-74 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงเหลือ 62-69 เปอร์เซ็นต์ในช่วงฤดูร้อน และเคยมีความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำที่สุดเพียง 9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2515 ที่จังหวัดสุพรรณบุรี และเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2503 ที่จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนบริเวณที่อยู่ติดฝั่งทะเลได้แก่ภาคตะวันออกและภาคใต้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า โดยเฉพาะภาคใต้มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 79-80 เปอร์เซ็นต์

2.4.8 จำนวนเมฆในท้องฟ้า

ในช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องถึงต้นฤดูร้อน (พฤศจิกายนถึงมีนาคม) ปกติประเทศไทยจะมีท้องฟ้าโปร่งและมีเมฆปกคลุมน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ของปี เมฆที่ปกคลุมในช่วงดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นเมฆชั้นสูง และมีเมฆก่อตัวในทางตั้งเช่นเมฆคิวมูลัสหรือเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ก่อให้เกิดฝนฟ้าคะนองได้บ้าง โดยเฉพาะช่วงตั้งแต่เดือนมีนาคมเป็นต้นไปถึงพฤษภาคม เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนส่วนใหญ่ท้องฟ้าจะมีเมฆมาก หรือมีเมฆเต็มท้องฟ้า เว้นแต่ในช่วงฝนทิ้งประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมอาจมีโอกาสที่จะมีท้องฟ้าโปร่งได้

2.4.9 พายุฟ้าคะนอง

ประเทศไทยตอนบนมีโอกาสเกิดพายุฟ้าคะนองมากในช่วงเดือนเมษายนถึงตุลาคม โดยเฉพาะเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมเป็นช่วงที่มีโอกาสเกิดพายุฟ้าคะนองได้มากเนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว จึงมีการยกตัวขึ้นของมวลอากาศ และอาจมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาในขณะที่มวลอากาศร้อนปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทยทำให้เกิดการปะทะกันของมวลอากาศร้อนและเย็น ซึ่งในกรณีที่มีพายุฟ้าคะนองรุนแรงอาจมีฝนตกหนักถึงหนักมาก มีลมกระโชกแรงและอาจมีลูกเห็บตกก่อให้เกิดความเสียหายได้ ส่วนภาคใต้เกิดขึ้นได้มากในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤศจิกายน

2.4.10 ลมผิวพื้น

ลมผิวพื้นที่พัดปกคลุมประเทศไทยผันแปรไปตามฤดูกาล ในฤดูหนาวหรือฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่เป็นลมฝ่ายเหนือและลมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้ลมที่พัดปกคลุมส่วนใหญ่เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือและลมตะวันออก ในช่วงฤดูฝนหรือฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นลมตะวันตก ลมตะวันตกเฉียงใต้และลมใต้ สำหรับช่วงฤดูร้อนเป็นช่วงที่ลมแปรปรวน แต่พื้นที่ส่วนใหญ่โดยเฉพาะประเทศไทยตอนบนมักมีลมฝ่ายใต้พัดปกคลุม

2.4.11 พายุหมุนเขตร้อน

ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างบริเวณแหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนทั้งสองด้าน ด้านตะวันออกคือมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ ส่วนด้านตะวันตกคืออ่าวเบงกอลและทะเลอันดามัน โดยพายุมีโอกาสเคลื่อนจากมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้เข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันออกมากกว่าทางตะวันตก ปกติประเทศไทยจะมีพายุเคลื่อนผ่านเข้ามาได้โดยเฉลี่ยประมาณ 3-4 ลูกต่อปี บริเวณที่พายุมีโอกาสเคลื่อนผ่านเข้ามามากที่สุดคือภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะทางตอนบนของภาค ในระยะต้นปีระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคมเป็นช่วงที่ประเทศไทยปลอดจากอิทธิพลของพายุ ต่อมาเดือนเมษายนเป็นเดือนแรกของปีที่พายุเริ่มเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคใต้ แต่มีโอกาสน้อยและเคยเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวในรอบ 47 ปี (พ.ศ.2494-2540) พายุเริ่มมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยมากขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมโดยส่วนใหญ่ยังคงเป็นพายุที่เคลื่อนมาจากด้านตะวันตกเข้าสู่ประเทศไทยตอนบน และตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไปพายุส่วนใหญ่จะเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันออก โดยช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคมพายุยังคงเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบน ซึ่งบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่พายุมีโอกาสเคลื่อนผ่านเข้ามามากที่สุด และเดือนกันยายนถึงตุลาคมพายุมีโอกาสเคลื่อนเข้ามาได้ในทุกพื้นที่ โดยเริ่มเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ตั้งแต่เดือนกันยายน ในสองเดือนนี้เป็นระยะที่พายุมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยได้มาก โดยเฉพาะเดือนตุลาคมมีสถิติเคลื่อนเข้ามามากที่สุดในรอบปี สำหรับช่วงปลายปีตั้งแต่เดือนเดือนพฤศจิกายนพายุจะเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนได้น้อยลงและมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้มากขึ้น เมื่อถึงเดือนธันวาคมพายุมีแนวโน้มเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้เท่านั้น โดยไม่มีพายุเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนอีก

พายุหมุนเขตร้อนมีชื่อเรียกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น พายุที่เกิดในอ่าวเบงกอลและมหาสมุทรอินเดียเรียกว่า "ไซโคลน" (CYCLONE) เกิดในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ ทะเลแคริบเบียน อ่าวเม็กซิโก และทางด้านตะวันตกของเม็กซิโกเรียกว่า "เฮอร์ริเคน" (HURRICANE) เกิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตกมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ และทะเลจีนใต้เรียกว่า "ไต้ฝุ่น" (TYPHUN) เกิดแถบทวีปออสเตรเลียเรียก "วิลลี-วิลลี" (WILLY-WILLY) พายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตกและทะเลจีนใต้ ซึ่งมีการแบ่งเกณฑ์ความรุนแรงของพายุตามข้อตกลงระหว่างประเทศโดยใช้ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางพายุดังนี้

พายุดีเปรสชั่น ความเร็วลมไม่เกิน 33 นอต (61 กม./ชม.)

พายุโซนร้อน ความเร็วลม 34 - 63 นอต (62 - 117 กม./ชม.)

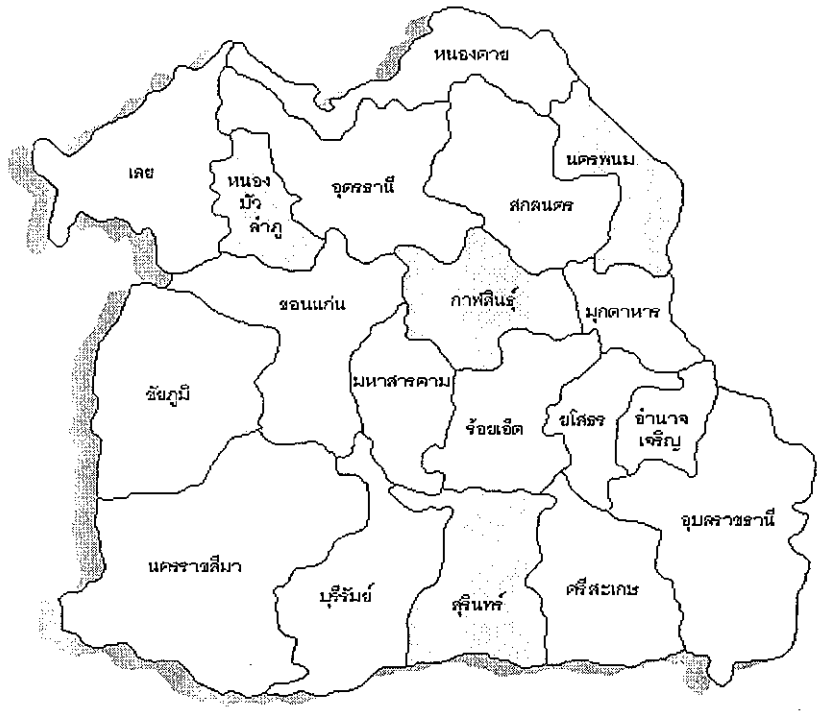
ไต้ฝุ่น ความเร็วลม 64 นอตขึ้นไป (118 กม./ชม.ขึ้นไป)

พายุที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่เป็นพายุดีเปรสชั่น เพราะพื้นดินและเทือกเขาของประเทศพม่า เวียดนาม ลาว และกัมพูชาที่ล้อมรอบประเทศไทยตอนบนเป็นปัจจัยที่ช่วยลดความรุนแรงของพายุ

ก่อนที่จะเคลื่อนมาถึงประเทศไทย ดังนั้นความเสียหายที่เกิดจากลมแรงจึงน้อยกว่าภาคใต้ซึ่งมีภูมิประเทศเป็นพื้นที่เปิดสู่ทะเล พายุที่เคลื่อนเข้าสู่อ่าวไทยและขึ้นฝั่งภาคใต้ขณะมีกำลังแรงขนาดพายุโซนร้อนหรือไต้ฝุ่นจะมีผลกระทบเป็นอย่างมากจากคลื่นพายุซัดฝั่ง ลมที่พัดแรงจัด และฝนที่ตกหนักถึงหนักมากจนเกิดอุทกภัย รวมทั้งคลื่นลมแรงในอ่าวไทย ดังเช่นที่เคยเกิดขึ้น 3 ครั้งในอดีต ได้แก่พายุโซนร้อน "แฮเรียต" ที่เคลื่อนเข้าสู่แหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 25-26 ตุลาคม พ.ศ. 2505 พายุไต้ฝุ่น "เกย์" ที่เคลื่อนเข้าสู่จังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2532 และพายุไต้ฝุ่น "ลินดา" ที่เคลื่อนเข้าสู่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ขณะมีกำลังแรงเป็นพายุโซนร้อนเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540

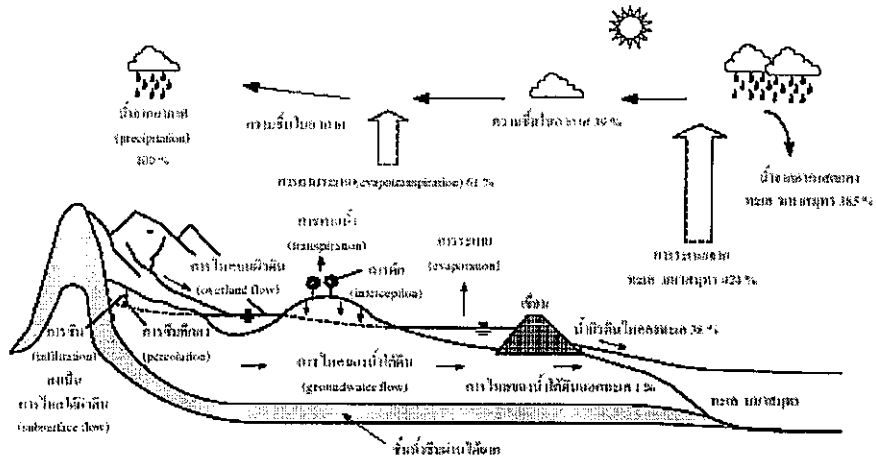
2.5 ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ 168,854 ตารางกิโลเมตร หรือ 105.53 ล้านไร่ คิดเป็นพื้นที่ 1 ใน 3 ของพื้นที่ประเทศ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 กับ 19 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101 กับ 106 องศาตะวันออก โดยประมาณ ทิศเหนือและทิศตะวันออกติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวโดยมีแม่น้ำโขงเป็นเส้นแบ่งอาณาเขตทิศใต้ติดกับประเทศกัมพูชา โดยมีเทือกเขาสันกำแพงและพนมดงรักเป็นแนวแบ่งอาณาเขต ทิศตะวันตกมีเทือกเขาดงพญาเย็นและเพชรบูรณ์กั้นเขตระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคกลางและภาคเหนือ ลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 130-250 เมตร บริเวณตอนกลางของภาคมีเทือกเขาภูพานพาดยาว ตั้งแต่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงทิศตะวันออกเฉียงใต้ของภาค ทำให้พื้นที่บริเวณด้านเหนือและด้านตะวันออกเฉียงเหนือของภาค ลาดเอียงสู่แม่น้ำโขง เรียกบริเวณนี้ว่า แอ่งสกลนคร มีลำน้ำสายสั้น ๆ เช่น ลำน้ำเลย ลำน้ำสงคราม ห้วยหลวง ลำน้ำก่ำ ลำน้ำอูน และลำน้ำพุง ไหลลงแม่น้ำโขง ส่วนด้านทิศใต้ของเทือกเขาภูพาน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ เรียกว่า แอ่งโคราช มีแม่น้ำสายสำคัญ คือ แม่น้ำมูลและแม่น้ำชี มีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบแห้งแล้ง อุณหภูมิเฉลี่ยของภาคประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาวบริเวณยอดเขามักจะมีอากาศหนาวจัด และมีอุณหภูมิต่ำมาก



ภาพที่ 2.8 แผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.6 วัฏจักรน้ำ



ภาพที่ 2.9 วงจรอุทกวิทยา (Hydrologic cycle)

การหมุนเวียนของน้ำเป็นวงจร (Cycle) อาจเริ่มนับได้ จากมหาสมุทร เมื่อน้ำระเหยจากมหาสมุทรไปสู่บรรยากาศเป็นไอน้ำแล้วความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศจะทำให้เกิดฝนตกลงสู่ผิวโลก ในทะเลบ้าง บนผิวดินบ้าง น้ำฝนที่ตกบนดินก็จะเกิดการสูญเสียดูดซึมลงดินเสียเป็นส่วนใหญ่และด้วยเหตุอื่นบ้างเล็กน้อย เช่น ระเหยขังในที่ลุ่ม พืชดูดไปใช้ ส่วนที่เหลือก็จะไหลเป็นน้ำท่าลงแม่น้ำลำธารออกทะเล ส่วนที่ซึมลงดินนั้นก็จะค่อย ๆ ซึมออกสู่แม่น้ำลำธาร และไหลออกทะเลไปเช่นกัน แต่อาจช้ากว่ามากซึ่งจะเห็นได้ว่าสุดท้ายน้ำจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศหมุนเวียนอยู่เช่นนี้ไม่รู้จบ

2.6.1 น้ำจากอากาศ (Precipitation)

น้ำจากอากาศหรือหยาดน้ำฟ้า เกิดจากการที่ไอน้ำที่ล่องลอยในบรรยากาศได้รับความเย็น และกลั่นตัวแล้วมีการรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกระทั่งมีน้ำหนักมากกว่าแรงลอยตัว และแรงต้านทานของอากาศ จึงตกลงมาเป็นเม็ดเล็ก ๆ สู่พื้นผิวโลก โดยอาจจะตกลงมาเป็นของเหลว เช่น ฝน หรือตกมาเป็นของแข็ง เช่น ลูกเห็บ (hail) หรืออาจจะตกลงมาในลักษณะรูปผลึกน้ำแข็งเป็นหิมะ (snow) ก็ได้

เมื่อมวลอากาศชื้นมีการลอยตัวขึ้นสู่ท้องฟ้าก็จะเย็นตัวลงแล้วจึงกลั่นตัวกลายเป็นเมฆโดยจะต้องอาศัยอนุภาคเล็ก (Condensation nuclei) เช่นไอเกลือหรือไอทะเลที่ได้จากการระเหยจากผิวทะเล สารประกอบซัลเฟอร์ (sulphur) และสารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นต้น ซึ่งไอน้ำในอากาศจะเกาะบนอนุภาคเล็ก ๆ เหล่านี้ทำให้เห็นเป็นเมฆ เมฆจะกลายเป็นน้ำจากอากาศได้ก็ต่อเมื่อมีการรวมตัวเป็นอนุภาคของเม็ดน้ำขนาดใหญ่ขึ้นหรืออาจกลายเป็นอนุภาคผลึกน้ำแข็ง (freezing nuclei) ซึ่งการที่ไอน้ำในอากาศจะมีการรวมตัว (coalescence) ได้จะต้องเกิดขบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งก่อน ดังต่อไปนี้คือ

1. ขบวนการชนและเกิดการรวมตัว (collision-coalescence process) หรือขบวนการจับตัว (capture process) หรือขบวนการเกิดฝนในเขตร้อน (warm rain process) ซึ่งการเรียกชื่ออาจจะดูแตกต่างกัน แต่หลักการจะเหมือนกันกล่าวคือ อนุภาคของละอองน้ำที่กระจัดกระจายอยู่ในอากาศ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.001 mm. ถึง 0.1 mm. และเมื่อมวลอากาศชื้นที่ลอยตัวขึ้นมีความแปรปรวน ก็จะส่งผลให้ละอองน้ำเล็ก ๆ เคลื่อนเข้าชนกันแล้วเกิดการยึดเกาะรวมตัวกันเป็นเม็ดใหญ่ขึ้น และถ้าหากว่ามีขนาดเม็ดใหญ่มากก็อาจจะแตกแยกออกหรือตกลงมากลายเป็นฝนในเขตร้อน ถ้ากลุ่มเมฆมีอุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาเซลเซียส

2. ขบวนการผลึกน้ำแข็ง (ice crystal process) ส่วนมากจะเกิดขึ้นในเขตหนาวโดยขบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อในกลุ่มเมฆมีไอน้ำผลึกน้ำแข็งและน้ำปะปนกันอยู่ โดยที่เมฆจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นน้ำเย็นยิ่งยวด (supercooled water) ซึ่งไอน้ำจะลอยเข้ามาเกาะติดผลึกน้ำแข็ง ดังนั้นจึงทำให้ไอน้ำที่เกาะติดนี้กลั่นตัวบนผลึกน้ำแข็งแล้วจึงมีขนาดโตขึ้น ซึ่งจะตกลงมาเป็นหิมะในเขตหนาว หรือในกรณีที่ตกลงมาผ่านบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูง หิมะก็อาจจะละลายแล้วจึงตกลงมาเป็นฝนในเขตร้อนได้

3. ขบวนการฟ้าแลบ (lightening process) จะทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบในละอองน้ำที่ลอยอยู่ในบรรยากาศ ทำให้เกิดแรงดึงดูดของอนุภาคของละอองน้ำให้เกิดการรวมตัวกันมีขนาดโตขึ้นแล้วตกลงมากลายเป็นฝนได้ นอกจากนี้ในขณะที่เกิดฟ้าแลบจะมีผลทำให้ก๊าซออกซิเจน (oxygen) และก๊าซไนโตเจน (nitrogen) ในอากาศผสมรวมตัวกันเป็นไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) และไนโตรเจนออกไซด์ (nitrogen oxide) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีความสามารถในการดูดไอน้ำ ในบรรยากาศในให้มารวมตัวกันแล้วตกลงมาเป็นฝน

(1) หยาดน้ำฟ้าที่ไม่ได้ตกถึงพื้นดิน

บางส่วนของหยาดน้ำฟ้าจะระเหยไปในระหว่างที่ตกลงมา บางส่วนก็ถูกดูดยึดไว้โดยต้นพืช และจะระเหยขึ้นสู่บรรยากาศในภายหลัง กระบวนการดังกล่าวนี้เรียกว่า กระบวนการน้ำพืชถูกยึด (Interception) ซึ่งในส่วนนี้อาจจะเป็นปริมาณหยาดน้ำฟ้าทั้งหมดก็ได้

(2) หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงถึงพื้น (Net Precipitation)

ส่วนของน้ำที่ตกลงถึงพื้นจะมีบางส่วนไหลซึมลงสู่พื้นดิน ส่วนหนึ่งไหลไปบนพื้นดิน และบางส่วนระเหยไปหรือถูกพืชคายกลับคืนสู่บรรยากาศ

(3) การซึมลงดิน (Infiltration)

ฝนหรือหิมะที่ละลายในตอนแรกมีแนวโน้มที่จะเติมความชื้นให้กับผิวดินก่อน จากนั้นก็จะเคลื่อนเข้าสู่ช่องว่างที่มีอยู่ในเนื้อดิน กระบวนการนี้เรียกว่าการซึมน้ำผ่านผิวดิน (Infitration) สัดส่วนต่าง ๆ ของน้ำก็จะถูกจัดการต่างกันไป ตามลักษณะช่องเปิดของผิวดิน อุณหภูมิ รวมถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินก่อนหน้านั้นแล้ว ถ้าหากผิวดินจับตัวแข็งหรืออิ่มน้ำอยู่ก่อนแล้ว มันก็จะรับน้ำใหม่เข้าไปเพิ่มได้เพียงเล็กน้อย น้ำทั้งหมดก็จะถูกดูดซึมบางส่วนจะไหลซึมลงไปเป็นส่วนของน้ำใต้ดิน บางส่วนถูกพืชดูดไปใช้ประโยชน์แล้วคายระเหยคืนสู่บรรยากาศ บางส่วนถูกบังคับให้ระเหยไปด้วยแรงยึดเหนี่ยว (Capillary) ของช่องว่างในดิน ในภูมิประเทศที่มีความลาดเท และชั้นผิวดินบางน้ำที่ถูกดูดซึมอาจไหลย้อนสู่ผิวดินได้ โดยการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เรียกว่าน้ำไหลใต้ผิวดิน (Sub-surface runoff)

(4) การไหลของน้ำบนผิวดิน (Surface Runoff)

เมื่อน้ำฝนที่ตกลงมามีมากเกินกว่าจะไหลซึมลงในดินได้หมด ก็จะกลายเป็นน้ำบ่าหน้าดินหรือน้ำท่า เมื่อมันไหลไปเติมพื้นผิวที่เป็นแอ่งลุ่มต่ำจนเต็มแล้วมันก็จะไหลไปบนผิวดินต่อไป จนไปบรรจบกับระบบร่องน้ำในที่สุดแล้วก็ไหลตามเส้นทางของลำน้ำ จนกระทั่งลงสู่มหาสมุทรหรือแหล่งน้ำในแผ่นดินบางแห่งในระหว่างทางนี้มันก็จะสูญเสียไปด้วยการระเหยสู่บรรยากาศและการไหลซึมลงตามของตลิ่งและท้องน้ำ ซึ่งในส่วนนี้อาจจะเป็นไปได้ ตั้งแต่ 0 ไปจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนทั้งหมด

(5) การระเหยบนผิวดิน (Ground Evaporation)

บางส่วนของน้ำฝนจะถูกเก็บกักไว้บนผิวดินในลักษณะของความชื้นในดิน หรือแอ่งน้ำขังตามที่ลุ่มน้ำ ความชื้นนี้มักจะระเหยตามหลังการตกของฝน ส่วนน้ำที่ขังตามแอ่งส่วนหนึ่งอาจระเหย ส่วนหนึ่งซึมลงดิน

(6) การระเหย (Evaporation)

น้ำในสถานะของเหลว เมื่อถูกความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์หรือแหล่งอื่นจะเปลี่ยนไปสู่สถานะก๊าซ หรือเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "การระเหย"

(7) การระเหยจากน้ำและจากผิวดิน

จากจำนวนหยาดน้ำฟ้าทั้งหมดที่ตกลงมา ส่วนใหญ่จะตกลงโดยตรงสู่พื้นมหาสมุทร ทะเลสาบขนาดใหญ่ในแผ่นดิน แหล่งน้ำบนดินอื่น ๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ส่วนที่ตกลงในมหาสมุทรเมื่อรวมกับน้ำท่าที่ไหลกลับคืนมา จะทำให้เกิดความสมดุลของน้ำที่มั่นคงและแสดงหลักฐานโดยระดับน้ำทะเลคงที่น้ำหลายส่วนก็ระเหยจากผิวน้ำกลับสู่บรรยากาศและกลายเป็นส่วนหนึ่งของความชื้นในบรรยากาศ ในทะเลและพื้นที่ตอนเหนือของเขตอบอุ่น การระเหยจากน้ำและจากผิวดินมีความถี่น้อยกว่าหยาดน้ำฟ้า แต่ว่าส่วนเกินของมันก็จะไหลกลับคืนสู่มหาสมุทร ที่มันระเหยออกมาเช่นเดิม ในเขตอื่น ๆ นั้นการระเหยจากผิวน้ำมักจะเท่ากับหรือมากกว่าน้ำฟ้าที่ตกลงบนแหล่งน้ำนั้น

(8) การคายน้ำของพืช (Transpiration)

หน้าที่พื้นฐานอย่างหนึ่งในกระบวนการดำเนินชีวิตของพืช ก็คือการนำเอาน้ำจากในดินผ่านเข้ามาทางระบบราก ใช้ประโยชน์ในการสร้างความเจริญเติบโตและการดำรงชีพ น้ำจะถูกปล่อยคืนสู่บรรยากาศทางรูพรุนที่ปากใบในรูปของไอน้ำ กระบวนการคืนความชื้นของดินให้แก่บรรยากาศนี้เรียกว่า การคายน้ำ (transpiration) ปริมาณของหยดน้ำฟ้าที่กลับคืนสู่บรรยากาศนี้จะมากน้อยต่างกันไปตามลักษณะของพืช และความชื้นที่มีอยู่บริเวณระบบรากของมัน

(9) น้ำใต้ดิน (Ground water)

ส่วนของหยาดน้ำฟ้าที่ไหลซึมผ่านผิวดินลงไป ถ้าไม่ถูกดูดซับเอาไว้ทดแทนความชื้นที่ขาดไปของชั้นดิน หรือโดยชั้นหินที่มีรูพรุน น้ำจำนวนนี้ก็จะซึมลึกลงไปจนถึงระดับอิ่มตัวอย่างสมบูรณ์เรียกว่า ระดับน้ำใต้ดิน (ground water table) ความลาดเอียงและโครงสร้างที่จำกัดขอบเขตของน้ำใต้ดิน อาจช่วยป้องกันไม่ให้มันถูกปล่อยออกมาอย่างทันทีทันใดหรือบางครั้งแหล่งน้ำใต้ดินอาจมีส่วนที่เชื่อมต่อกับท้องแม่น้ำ ทำให้มีบางส่วนของน้ำไหลคืนสู่แหล่งน้ำบนดินอีกครั้งน้ำใต้ดินอาจจะไหลผ่านไปในชั้นหินที่มีรูพรุน และลงไปถึงระดับที่ถูกบีบล้อมด้วยดินที่แน่นกว่ากลายเป็นถูกอัดด้วยแรงดัน ถ้าบ่อเจาะลงไปถึงระดับนี้ก็อาจเป็นบ่อน้ำบาดาลเช่นกัน ในชั้นทีมีความกดดันเดียวกันนี้อาจมีส่วนติดต่อกับบริเวณท้องมหาสมุทรและปล่อยน้ำออกสู่ทะเล

2.7 เมฆ

เมื่อเรามองขึ้นไปบนท้องฟ้าในแต่ละวัน จะพบเมฆซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป บุคคลทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานทางด้านอุตุนิยมวิทยาเมื่อมองเห็นเมฆในท้องฟ้า บางครั้งอาจจะมองเห็นเป็นรูปร่างต่างๆตามจินตนาการของแต่ละคน สำหรับในทางอุตุนิยมวิทยาแล้ว จะมีหลักเกณฑ์ในการแบ่งชนิดของเมฆ โดยแบ่งตามความสูงที่เมฆเหล่านั้นเกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ สามารถจำแนกเมฆออกได้ 4 ชนิดด้วยกัน

2.7.1 เมฆชั้นสูง (High Clouds)

ในบริเวณแถบโซนร้อนจะอยู่ที่ความสูง 6,000 - 18,000 เมตร (20,000 - 60,000 ฟุต) ขึ้นไป เป็นเมฆซึ่งไม่ทำให้เกิดฝนเลย มีอยู่ 3 ชนิด

(1) เมฆเซอรัส (Cirrus Cloud) มีสีขาวเจิดจ้าดวงอาทิตย์สามารถส่องผ่านได้อย่างดีมีหลาย ๆ รูปทรง เช่น เป็นฝอย คล้ายขนนกบางๆ หรือเป็นทางยาว

(2) เมฆเซอโรสคิวมูลัส (Cirrocumulus Cloud) มีลักษณะเป็นปอยบางๆ สีขาว หรือคล้ายขนแกะ

(3) เมฆเซอโรสเตรตัส (Cirrostratus Cloud) มีลักษณะคล้ายกับเมฆเซอรัส แต่จะแผ่ออกไปเป็นแผ่นเยื่อบางๆ ต่อเนื่องเป็นแผ่นตามทิศทางของลมในระดับสูง

2.7.2 เมฆชั้นกลาง (Middle Clouds)

ในบริเวณแถบโซนร้อนจะอยู่ที่ความสูงระหว่าง 2,000 - 8,000 เมตร (6,500 - 26,000 ฟุต) มีอยู่ 2 ชนิด

(1) เมฆอัลโตคิวมูลัส (Altocumulus Cloud) มีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนเล็ก ๆ คล้ายฝูงแกะที่อยู่รวมกัน บางครั้งอาจก่อตัวต่ำลงมาดูคล้าย ๆ กับเมฆสเตรโตคิวมูลัส หรือเกิดเป็นก้อนซ้อนๆ กันคล้ายกับยอดปราสาท

(2) เมฆอัลโตสเตรตัส (Altostratus Cloud) มีลักษณะเป็นแผ่นปกคลุมบริเวณกว้าง บริเวณฐานเมฆจะเป็นสีเทาหรือสีฟ้า สามารถบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ ทำให้เห็นเป็นฝ้าๆ อาจทำให้เกิดฝนละอองบางๆ ได้

2.7.3 เมฆชั้นต่ำ (Low Clouds)

ในบริเวณแถบโซนร้อนจะอยู่ที่ความสูงไม่เกิน 2,000 เมตร (ผิวพื้น - 6,500 ฟุต) มีอยู่ 3 ชนิด

(1) เมฆสเตรตรัส (Stratus Cloud) มีลักษณะเป็นแผ่นสีเทา ไม่รวมตัวกันอยู่เป็นบริเวณกว้างมากนัก บางครั้งอาจเกิดในระดับต่ำมากคล้ายหมอก จะเคลื่อนที่ตามลมได้เร็ว และอาจทำให้เกิดฝนละอองได้

(2) เมฆสเตรโตรคิวมูลัส (Stratocumulus Cloud) มีลักษณะเป็นก้อนกลมคล้ายเมฆคิวมูลัส แต่เรียงติดกันเป็นแถวๆ รวมกันคล้ายคลื่นบางครั้งอาจจะแยกตัวออกเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยก้อนเล็ก ๆ จำนวนมาก

(3) เมฆนิมโบสเตรตรัส (Nimbostratus Cloud) มีลักษณะเป็นแผ่นสีเทาเข้ม คล้ายพื้นดินที่เปียกน้ำ ปกคลุมเป็นบริเวณกว้างมาก ทำให้เกิดฝนหรือหิมะตกในปริมาณเล็กน้อยถึงปานกลางต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ ได้

2.7.4 เมฆก่อตัวในทางตั้ง (Clouds with Vertical Development)

มีความสูงของฐานเมฆประมาณ 500 เมตร (1,600 ฟุต) ส่วนยอดเมฆมีความสูงไม่แน่นอน บางครั้งสูงถึงระดับเมฆชั้นสูง มีอยู่ 2 ชนิด

(1) เมฆคิวมูลัส (Cumulus Cloud) มีลักษณะเป็นก้อนหนา ฐานเมฆมักแบนราบ อาจเกิดเป็นก้อนเดี่ยวๆ หรือรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ ทำให้มองเห็นคล้ายดอกกระหล่ำ

(2) เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus Cloud) มีลักษณะเป็นเมฆหนาก้อนใหญ่ก่อตัวสูงมาก บางครั้งยอดเมฆจะแผ่ออกเป็นรูปทั่งทำให้เกิดฝนตกหนัก ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง บางครั้งมีลูกเห็บตก จึงมักถูกเรียกว่า เมฆฝนฟ้าคะนอง

2.8 ชนิดของฝน

ชนิดของฝน สามารถแบ่งตามสาเหตุการเกิดได้ 4 ชนิดคือ

2.8.1 ฝนที่เกิดจากการพาความร้อน (Convective rain) คือฝนที่เกิดขึ้นเนื่องจากที่มวลอากาศบริเวณใกล้พื้นผิวโลก ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ทำให้มวลอากาศบริเวณที่ได้ความร้อนมากกว่ามวลอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวมีการขยายตัว น้ำหนักเบา และอุณภูมิสูงกว่าเกิดการลอยตัวขึ้นสู่ท้องฟ้าเบื้องบนซึ่งอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงตามอัตราการลดของอุณหภูมิในแนวดิ่งจนกระทั่งถึงอุณหภูมจุดน้ำค้าง มวลอากาศก็จะเกิดจากการกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ และตกลงมาเป็นฝน

ฝนที่เกิดจากการพาความร้อนมีลักษณะเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง (thunder srorm) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ

(1) ระยะก่อตัว (developing stage) เป็นระยะที่มวลอากาศลอยตัวขึ้น เกิดการควบแน่น เกิดเมฆคิวมูลัสที่ภายในประกอบด้วยหยดน้ำ (water drops) และผลึกน้ำแข็ง (ice crystals) โดยการลอยตัวขึ้นมีความเร็วประมาณ10m/s. และในบางครั้งอาจจะมีความเร็วมากถึง 30 m/s. ในระยะนี้ยังไม่มีฝนตกลงมา

(2) ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (mature stage) เป็นระยะที่เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส มองเห็นเป็นกลุ่มเมฆขนาดใหญ่ในแนวดิ่งภายในกลุ่มเมฆประกอบด้วยหยดน้ำเม็ดน้ำแข็ง (ice particles) และเกล็ดหิมะ (snow flakes)

เกิดการควบแน่นมาก และมีฝนตกหนักในบริเวณไม่กว้างมาก โดยเฉพาะจะตกในช่วงเวลาสั้น ๆ มักจะมีฟ้าร้องฟ้าแลบเป็นช่วง ๆ ส่วนมากจะตกในตอนบ่ายถึงค่ำ

(3) ระยะสลายตัว (dissipating stage) เป็นระยะที่น้ำจากอากาศในก้อนเมฆลดน้อยลงทำให้เกิดฝนตกเบา ๆ จนหมดไป

สำหรับประเทศไทย มักจะมีฝนที่เกิดจากพาความร้อนโดยทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศมีความชื้นมากเพราะอยู่ในฤดูฝน สำหรับในภาคใต้ซึ่งมีทะเลอยู่ล้อมรอบทั้ง 2 ฝั่ง จะเกิดฝนชนิดนี้ได้เกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะบริเวณแนวชายฝั่งที่รับลมทะเล

2.8.2 ฝนภูเขา (orographic rain) คือฝนที่เกิดขึ้นได้เนื่องจากการที่มวลอากาศชื้นที่สะสมบริเวณเหนือพื้นผิวดินหรือเหนือพื้นผิวน้ำ มีแนวทิศทางลมพัดเรียบเข้าปะทะแนวภูเขาบริเวณด้านรับลม (windward side) แล้วเกิดการลอยตัวจากเชิงเขาขึ้นสู่เบื้องบน ซึ่งมีอุณหภูมิลดลงตามอัตราการลดลงของอุณหภูมิ ในแนวดิ่งจนกระทั่งถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ไอน้ำจะเกิดการกลั่นตัวเป็นละอองน้ำแล้วสะสมรวมตัวกันกลายเป็นฝนตกลงมาบริเวณด้านรับลมของภูเขา โดยอาจจะมีฝนบางส่วนที่พัดผ่านเลยไปตกในบริเวณด้านหลังเขาหรือด้านปลายลม (leeward side) แต่ก็มีปริมาณไม่มากนักเมื่อเทียบกับด้านรับลม จึงเรียกบริเวณด้านปลายลมนี้ว่าบริเวณอับฝน (rain-shadow) ดังเช่น เทือกเขาตะนาวศรีซึ่งตั้งขวางแนวลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะทำให้จังหวัดที่อยู่ทางซีกเขาด้านรับลมมีฝนตกมาก เช่น จังหวัดระนอง จันทบุรี และตราด ส่วนจังหวัดที่อยู่ทางซีกเขาด้านปลายลมจะมีฝนตกน้อย เช่น จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก เป็นต้น

2.8.3 ฝนที่เกิดจากแนวปะทะ (frontal precipitation) คือฝนที่เกิดขึ้นตามแนวพื้นที่รอยต่อระหว่างมวลอากาศ 2 ประเภทที่มีลักษณะทางภูมิอากาศที่แตกต่างกัน เช่น มีอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ทิศทางลม ชนิดของเมฆ และน้ำจากอากาศที่แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งมวลอากาศอุ่น (warm air) จะมีความหนาแน่น (density) น้อยกว่ามวลอากาศเย็น (cold air) แต่มวลอากาศอุ่นจะมีความชื้นมากกว่ามวลอากาศเย็นดังนั้น ในบริเวณปะทะมักจะพบเห็นมวลอากาศอุ่นลอยตัวขึ้นไปเหนือมวลอากาศเย็นเสมอ โดยที่แนวปะทะมีความกว้างตั้งแต่ 15 กิโลเมตร ถึง 200 กิโลเมตร สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือแนวปะทะอากาศอุ่น (warm fronts) แนวปะทะอากาศเย็น (cold fronts) แนวปะทะอากาศรวม (occluded fronts) แนวปะทะอากาศคงที่ (stationary fronts)

(1) แนวปะทะอากาศอุ่น (warm fronts) คือแนวปะทะที่เกิดจากการมวลอากาศอุ่นเคลื่อนที่ลอยแทรกขึ้นไปเหนือมวลอากาศเย็นอย่างช้า ๆ มีความลาดเอียงไม่มากคือประมาณ 1:80 ถึง 1:200 เป็นแนวปะทะอากาศที่ทำให้เกิดฝนตกปานกลางที่ไม่รุนแรงมากนัก แต่จะตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ กระจายเป็นบริเวณกว้าง โดยจะเกิดเมฆนิมโบสเตรตัส (Nimbostratus) เมฆแอลโตสเตรตัส (Altostratus) เมฆซีร์โรแตรตัส (Cirrostatus) และเมฆซีร์รัส (Cirus) เป็นแนวขึ้นไปตามความลาดเอียง ซึ่งในบริเวณที่เกิดเป็นช่องมวลอากาศเย็น (wedge of cold air) อาจจะมีระยะทางมากกว่า 100 กิโลเมตร และที่ปลายแนวปะทะอากาศอุ่นมักจะเกิดเมฆซีร์รัสอยู่นาน 12 ชั่วโมง

(2) แนวปะทะอากาศเย็น (Cold front) คือแนวปะทะที่เกิดจากมวลอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้าปะทะมวลอากาศอุ่น โดยมวลอากาศเย็นที่เหนือกว่าจะอยู่ข้างล่าง ทำให้มวลอากาศอุ่นถูกปะทะอย่างรุนแรงและลอยตัวขึ้น แนวปะทะอากาศเย็นจะมีความลาดเอียงมากกว่าแนวปะทะอากาศอุ่น โดยมีความลาดประมาณ 1:40 ถึง 1:80 ลักษณะการปะทะที่รุนแรงนี้จะทำให้เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส (cumulonimbus) เป็นก้อนขนาดใหญ่ก่อให้เกิดพายุ

ฝนฟ้าคะนอง มีฝนตกหนักเป็นบริเวณไม่กว้างและตกในเวลาสั้น ๆ โดยแนวที่เกิดฝนตกหนักนี้เรียกว่า แนวพายุฝน (squall line)

(3) แนวปะทะอากาศรวม (occluded fronts) คือแนวปะทะระหว่างมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศที่เย็นกว่า สามารถแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

แนวปะทะอากาศรวมแบบเย็น (cold-type occluded front) เป็นแนวปะทะที่เกิดจากมวลอากาศที่เย็นกว่าเคลื่อนเข้าหามวลอากาศเย็น

แนวปะทะอากาศรวมแบบอุ่น (warm-type occluded front) เป็นแนวปะทะที่เกิดจากมวลอากาศเย็นเคลื่อนตัวเข้าหามวลอากาศที่เย็นกว่า

แนวปะทะอากาศคงที่ (stationary fronts) คือแนวปะทะของมวลอากาศเย็นและมวลอากาศอุ่นที่มาสัมผัสกันโดยมีแรงดันเท่ากันไม่มีการเคลื่นที่แทรกเข้าหากัน ซึ่งเป็นสภาพทีเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น

ฝนที่เกิดจากแนวปะทะในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ฝนจากลมประจำฤดูและพายุหมุนจากลมจรดังนี้

(1) ฝนจากลมประจำฤดู สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือฝนที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฝนที่เกิดจากลมสรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฝนที่เกิดจากลมฝ่ายใต้

- **ฝนที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้** เกิดขึ้นในฤดูฝนประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ถึงประมาณกลางเดือนตุลาคม เป็นฝนที่พัดพาความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาตกในประเทศไทย โดยในช่วงระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม มักจะมีช่วงที่มีฝนตกน้อย เพราะแนวร่องมรสุมได้เคลื่อนตัวอยู่ทางตอนบนของประเทศไทย และจะมีฝนตกชุกอีกระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน เพราะแนวร่องมรสุมได้เลื่อนกลับลงมาพาดผ่านประเทศไทยอีกด้วย โดยในเดือนกันยายนจะเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดเดือนหนึ่งของประเทศไทย

- **ฝนที่เกิดจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ** เกิดขึ้นในฤดูหนาวประมาณกลางเดือนตุลาคม ถึงประมาณกลางเดือนมกราคมเป็นฝนที่เกิดขึ้นมากในบริเวณภาคใต้ของไทย เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นลมหนาวที่มีความแห้งแล้งและมีความเย็นได้พัดผ่านอ่าวไทย จึงได้หอบเอาไอน้ำจากอ่าวไทยมาตกตามแนวภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปถึงจังหวัดนราธิวาส มักจะทำให้เกิดน้ำท่วมเสมอ

- **ฝนที่เกิดจากลมฝ่ายใต้หรือลมว่าว** เกิดขึ้นในฤดูแล้งประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน เป็นลมร้อนและมีความชุ่มชื้นเมื่อปะทะกับลมหนาวที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยเป็นระยะ ๆ ทำให้บริเวณแนวปะทะมีฝนตกเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม

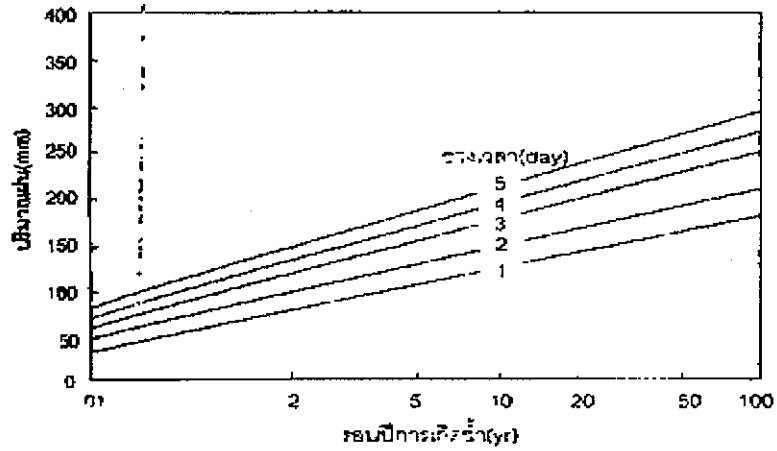
พายุหมุน (cyclonic rain หรือ cyclonic storm) หรือบางครั้งเรียกว่า "ฝนตกลมจร" มีแหล่งกำเนิด 3 แหล่ง คือบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ทะเลจีนใต้ และบริเวณอ่าวเบงกอล พายุหมุนมีชื่อเรียกตามขนาดความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางพายุ 3 ระดับ

ในประเทศไทยมีโอกาสจะเกิดฝนพายุหมุนที่เคลื่อนตัวผ่านเข้ามาทางตอนบนของประเทศไทย ในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ส่วนทางภาคใต้และอ่าวไทยจะเกิดพายุหมุนเวียนในปะประมาณเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ซึ่งเฉลี่ยแล้วจะพัดผ่านประเทศไทยประมาณปีละ 3-4 ลูก โดยส่วนใหญ่จะเป็นพายุดีเปรสชั่น ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในประเทศไทย

2.9 การวิเคราะห์ฝนทางสถิติ

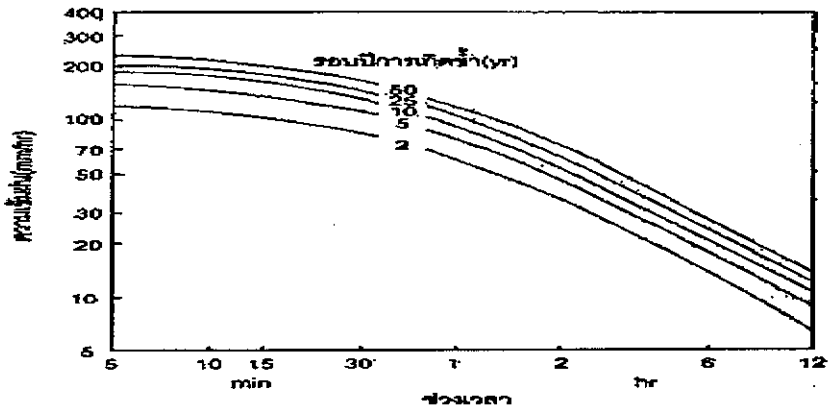
การวิเคราะห์ฝนในทางสถิติมักจะแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนหรือความเข้มฝนกับตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ช่วงเวลาที่ฝนตก (Rainfall duration) รอบปีการเกิดซ้ำ (return period) ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นกราฟ 3 ลักษณะ คือ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ (rainfall depth-duration-return period relationship) โดยรอบปีการเกิดซ้ำ หมายถึง ระยะเวลาที่เป็นปีของปริมาณฝนหรือความเข้มฝนที่มีขนาดปริมาณฝน หรือความเข้มฝนที่กำหนดจะมีโอกาสเกิดขึ้น 1 ครั้ง ในรอบปีการเกิดซ้ำที่พิจารณา ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดก็ได้ เพราะในความหมายเป็นค่างทางสถิติที่ช่วยในการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในงานศึกษาหรืองานออกแบบโครงการ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ

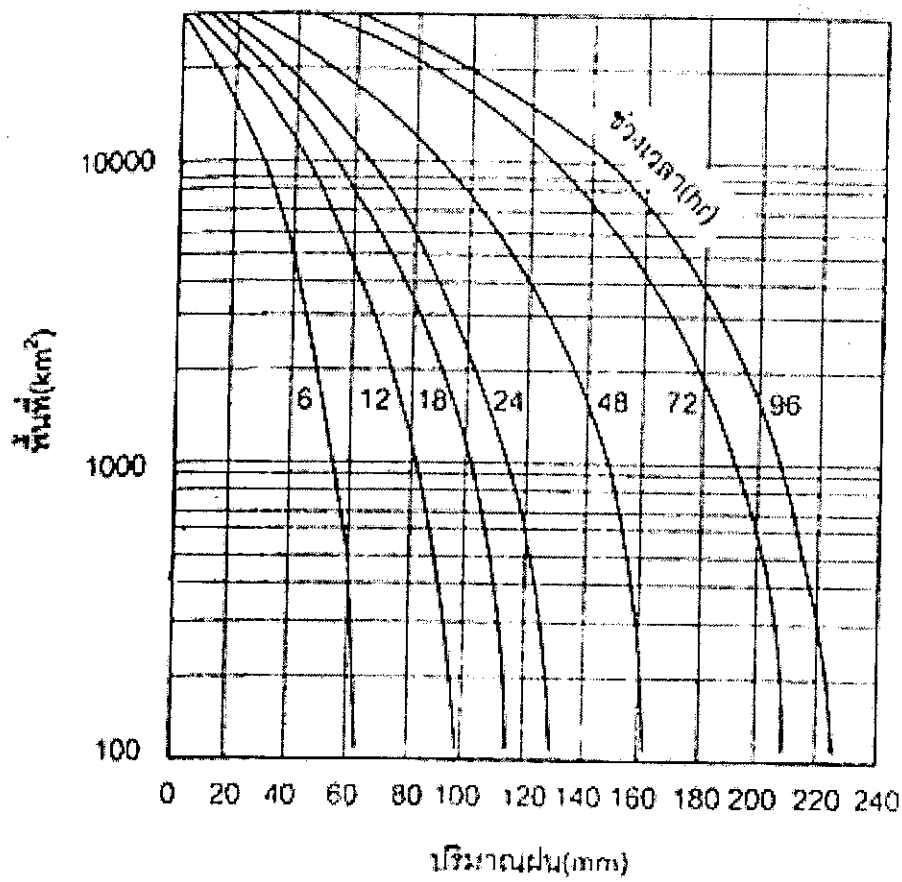
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ (intensity-duration-return period or frequency relationship) มีประโยชน์ในการออกแบบท่อระบายน้ำ ท่อลอดถนน และโครงสร้างทางชลศาสตร์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ

สำนักหอสมุด
- 2 ก.ค. 2545
4540135
ป
TD
418
ม๓๒๓
๒๕๔๔

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน-พื้นที่-ช่วงเวลา (rainfall depth-area-duration relationship) เป็นกราฟที่เหมาะสำหรับหาค่าปริมาณฝนสูงสุดที่ตกในพื้นที่และในช่วงเวลาที่ฝนตก ดังเช่นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน-พื้นที่-ช่วงเวลา ที่ฝนตกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังภาพที่ 2.12

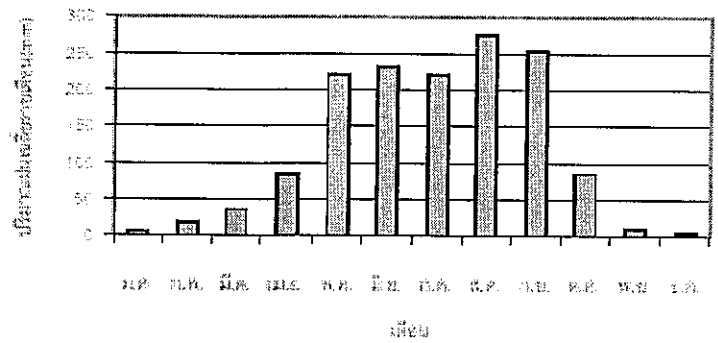


<u>ภาพที่ 2.12</u> ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝน-พื้นที่-ช่วงเวลา

จากภาพที่ 2.12 จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลาที่ฝนตกเดียวกัน ปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลงตามขนาดพื้นที่ที่มากขึ้น เพราะปริมาณฝนดังกล่าวเป็นปริมาณฝนเฉลี่ยตามพื้นที่ ดังนั้นเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มากขึ้น ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนย่อมต้องลดลง และเมื่อพิจารณาที่ขนาดพื้นที่ที่เท่ากัน จะพบว่าปริมาณฝนมากขึ้นตามช่วงเวลาที่ฝนตกที่มากขึ้น

2.9.1 การแสดงข้อมูลน้ำฝน (presentation of rainfall data)

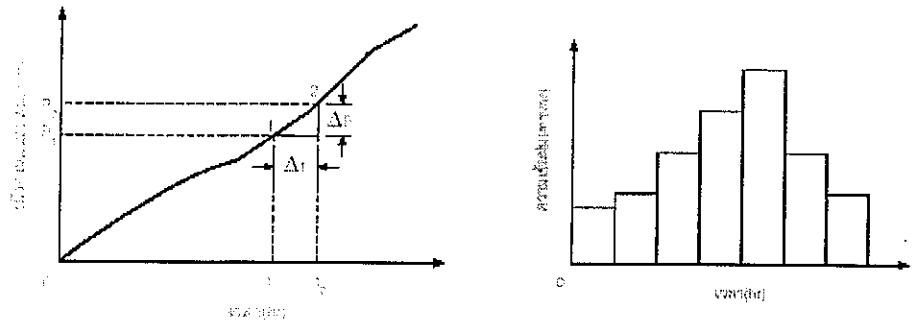
(1) ปริมาณฝนที่วัดเป็นความลึกน้ำ (depth) mm.



ภาพที่ 2.13 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนที่จังหวัดอุดรธานี

(2) ระยะเวลาที่ฝนตก (duration of storm) min. hr. และ day

(3) ความเข้มฝน (rainfall intensity) mm./hr.



Hyetograph

$$\text{ความเข้มฝน } I = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad \text{mm/hr}$$

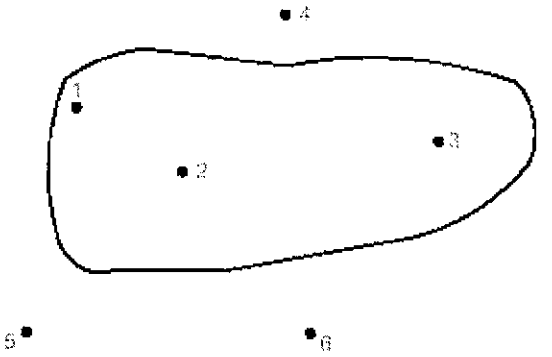
ภาพที่2.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับเวลาและ
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับเวลา (Hyetograph)

(4) การกระจายของฝน (rainfall distribution) ตามเวลา (temporal) และตามพื้นที่ (areal)

(5) โอกาสที่จะเกิด(probability) บอกถึงโอกาสที่จะเกิดฝนเป็นปริมาณฝนหรือความเข้มฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ (return period) ต่างๆ

2.9.2 การหาปริมาณฝนเฉลี่ยบนพื้นที่

(1) วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ (arithmetric-mean method)



<u>ภาพที่ 2.15</u> ตัวอย่างพื้นที่ลุ่มน้ำและสถานีวัดน้ำฝนปริมาณฝนเฉลี่ย

$$\overline{P} = \frac{1}{3}(P_1 + P_2 + P_3)$$

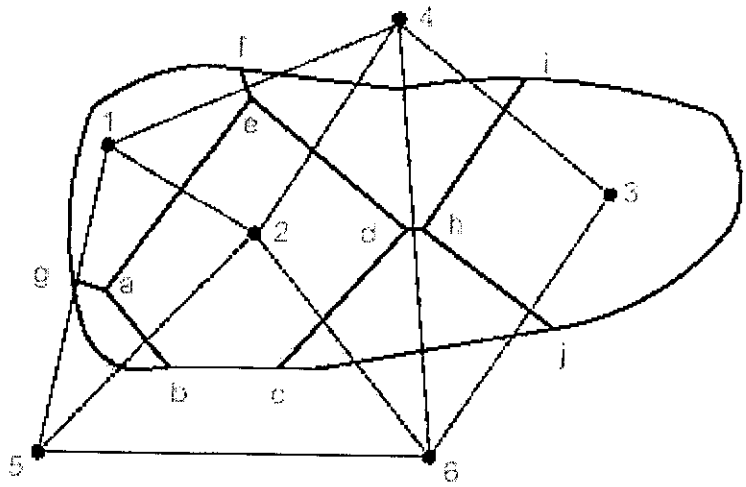
ดังนั้น เมื่อมีสถานีวัดน้ำฝนภายในลุ่มน้ำจำนวน n สถานี สามารถหาปริมาณฝนเฉลี่ยได้ดังสมการปริมาณฝนเฉลี่ย

$$\overline{P} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i$$

การคำนวณค่าเฉลี่ยด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์มีข้อจำกัดดังนี้

- ลุ่มน้ำหรือบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลต้องเป็นที่ราบ
- สถานีวัดน้ำฝนกระจายอย่างสม่ำเสมอ
- ปริมาณฝนของแต่ละสถานีมีค่าที่ไม่แตกต่างจากปริมาณฝนเฉลี่ยมากนัก (ต่างกันไม่เกิน 10 %)

(2) วิธีของทิสเสน (Thiessen method)



ภาพที่ 2.16 วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยตามวิธีของทิสเสน

(ในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำฝน n สถานี)

การใช้วิธีของทิสเสน จะกระทำภายใต้หลักเกณฑ์ดังนี้

(a) วิธีของทิสเสน ลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอ

(b) วิธีของทิสเสน เมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลปริมาณฝนผิดพลาดจะมีผลทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ ควรจะเป็นมาก

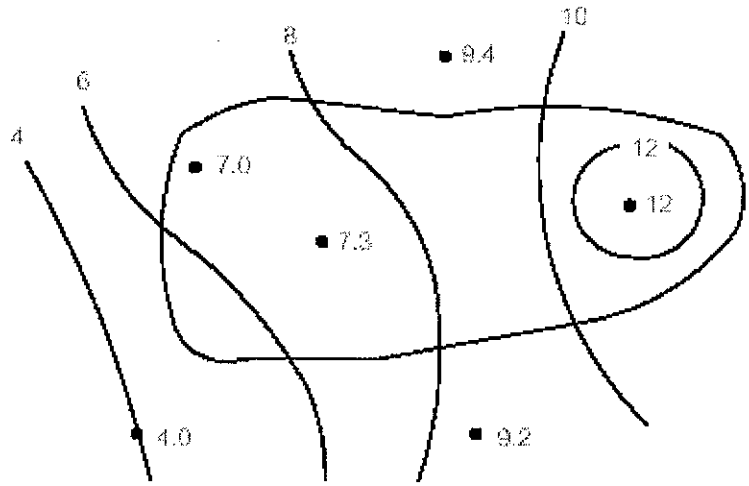
(c) การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยมไม่ได้คำนึงถึงสภาพทางภูมิประเทศ เช่น อาจจะมีแนวภูเขาขวางกั้น หรือเป็นลักษณะที่ลุ่มๆ ดอนๆ ก็จะทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้

(d) ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสถานีวัดน้ำฝน จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมใหม่ทุกครั้งนั่นคือ ไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย} \quad \overline{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \ldots + P_6A_6}{(A_1 + A_2 + \ldots + A_6)}$$

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย} \quad \overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_iA_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} P_iA_i$$

3.วิธีเส้นชั้นน้ำฝน (isohyetal method)



$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \overline{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \ldots + P_nA_n}{(A_1 + A_2 + \ldots + A_n)}$$

$$\text{หรือ } \overline{P} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} P_iA_i$$

<u>ภาพที่ 2.17</u> ตัวอย่างการลากเส้นชั้นน้ำฝน

ถ้าผลคำนวณทั้ง 3 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าลักษณะการตกของฝนมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่

2.10 ตัวแปรทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

(1) ค่าเฉลี่ย (Mean) คือค่าที่ใช้เป็นตัวแทนของข้อมูล หาได้โดยการนำข้อมูลทุกค่ามารวมกัน แล้วหารด้วยข้อมูลทั้งหมด

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

โดย $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย
X_i = ข้อมูลค่าใดๆ
N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

(2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คือค่าที่วัดการกระจายของข้อมูล โดยการยกกำลังสองผลต่างของข้อมูลแต่ละตัวที่แตกต่างไปจากค่าเฉลี่ย (Mean) แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของผลต่างกำลังสอง จะได้ค่าความแปรปรวน (Variance)

ค่าความแปรปรวน = (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)^2 = STD^2

$$STD = \sqrt{\frac{\sum (X-\overline{X})^2}{N}}$$

โดย STD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย
X_i = ข้อมูลค่าใดๆ
N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด