บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ภูมิศาสตร์ภาคเหนือตอนล่าง

ถ้าหากแบ่งภูมิภาคต่างๆในประเทศไทยตามหลักเกณฑ์ทางด้านภูมิศาสตร์นั้น จะยึดหลักเกณฑ์ทางด้านกายภาพ ทางด้านวัฒนธรรม และเอกสารอ้างอิงทางด้านภูมิศาสตร์ จึงทำให้จังหวัดอุตรดิตถ์จะอยู่ในเขตภาคเหนือ ส่วนจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย พิจิตร เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร นครสวรรค์ และจังหวัดอุทัยธานี จะจัดอยู่ในเขตภาคกลาง ส่วนจังหวัดตากจะอยู่ในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย ภาคเหนือตอนล่างที่จะใช้เป็นเขตพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นการแบ่งภูมิภาคตามภาคพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และการแบ่งภูมิภาคตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จึงมีเขตพื้นที่ที่แตกต่างไปจากการจัดแบ่งภูมิภาคตามวัตถุประสงค์อื่น
(อ้างอิงจาก:เอกสารประกอบการสอนวิชาภูมิปริทัศน์ภาคเหนือตอนล่าง)

2.1.1 ที่ตั้ง (Location)

ที่ตั้งของภาคเหนือตอนล่างเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ตลอดจนความปลอดภัยของประเทศ ถ้าหากประเทศใดอยู่ในที่ตั้งที่มีความเหมาะสมก็ย่อมมีโอกาสในการพัฒนาประเทศให้เจริญรุ่งเรืองได้ง่าย

การบอกที่ตั้งของภาคเหนือตอนล่างสามารถบอกได้ใน 2 ลักษณะ คือ

2.1.1.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Geographical Location)

ภาคเหนือตอนล่างตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 14 องศา 58 ลิปดาเหนือ ที่จังหวัดอุทัยธานี ถึงละติจูดที่ 18 องศา 22 ลิปดา 45 ฟิลิปดาเหนือ ที่จังหวัดอุตรดิตถ์

ลองติจูดที่ 97 องศา 21 ลิปดาตะวันออก ที่จังหวัดตาก ถึงลองติจูดที่ 101 องศา 47 ลิปดา 27 ฟิลิปดาตะวันออก ที่จังหวัดเพชรบูรณ์

เมื่อพิจารณาจะเห็นได้ว่าภูมิภาคเหนือตอนล่างตามพิกัดทางภูมิศาสตร์ จะตั้งอยู่ระหว่างศูนย์สูตรหรืออิเควเตอร์ (Equator) กับทรอปิกออฟแคนเซอร์ (Tropic of Cancer) ซึ่งเป็นเขตร้อนของโลก ที่ได้รับแสงตรงตั้งฉากของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนขึ้น-ลงต่ำ ระหว่างทรอปิกออฟแคปริคอร์น (Tropic of Capricom) ที่อยู่ในซีกโลกใต้กับทรอปิกออฟแคนเซอร์ซึ่งอยู่ซีกโลกเหนือ ประเทศไทยจึงได้รับแสงตรงตั้งฉากและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ตามฤดูกาลมากกว่า

ประเทศต่างๆที่ตั้งอยู่ในเขตอบอุ่นเหนือ-ใต้ หรือในเขตหนาวของโลก อุณหภูมิเฉลี่ยของภูมิภาคนี้จึงสูงเกือบตลอดทั้งปี และมีฝนตกชุกแผ่กระจายทั่วประเทศ

2.1.1.2 ที่ตั้งสัมพันธ์ (Relation Location) หรืออาณาเขตติดต่อ

ภูมิภาคเหนือตอนล่าง มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศตะวันออก **ติดต่อกับ** จังหวัดต่างๆในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดเลย และจังหวัดชัยภูมิ อาณาเขตของจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดพิษณุโลกจะมีพรมแดนจดกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ทิศตะวันตก **ติดต่อกับ** สาธารณรัฐสังคมนิยมแห่งสหภาพพม่าหรือประเทศเมียนมาร์

ทิศเหนือ **ติดต่อกับ** จังหวัดต่างๆในเขตภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำปาง แพร่ และจังหวัดน่าน

ทิศใต้ **ติดต่อกับ** จังหวัดต่างๆในเขตภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี ชัยนาท และจังหวัดลพบุรี

2.1.2 ขนาดพื้นที่ (Size)

ขนาดพื้นที่ของภาคเหนือตอนล่างทั้งหมดมีทั้งสิ้น 83,343.031 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด คือ จังหวัดตาก เพชรบูรณ์ พิษณุโลก นครสวรรค์ กำแพงเพชร อุตรดิตถ์ อุทัยธานี สุโขทัย และจังหวัดพิจิตร

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดพื้นที่ของจังหวัดต่างๆในเขตภาคเหนือตอนล่าง

จังหวัด	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)
1.ตาก	16,045.650
2.เพชรบูรณ์	12,668.416
3.พิษณุโลก	10,815.854
4.นครสวรรค์	9,597.677
5.กำแพงเพชร	8,607.490
6.อุตรดิตถ์	7,838.592
7.อุทัยธานี	6,730.246
8.สุโขทัย	6,596.092
9.พิจิตร	4,531.014

2.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ภาคเหนือตอนล่างมีลักษณะอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (Tropical Savanna : Aw) เป็นการจำแนกลักษณะภูมิอากาศตามการจำแนกของคอปเปน (Koppen's Climate System) ซึ่งจะยึดอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเป็นเกณฑ์การแบ่งลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะเด่นของภูมิอากาศแบบนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนที่หนาวที่สุดจะไม่ต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากตอนกลางของประเทศจีน ทำให้ประเทศไทยมีความหนาวเย็นและแห้งแล้ง และช่วงที่ประเทศไทยได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแต่ละเดือนไม่ต่ำกว่า 2.4 นิ้วหรือ 60 มิลลิเมตรหรือมีความชุ่มชื้นประมาณ 6 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม

2.1.3.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของอากาศเขตภาคเหนือตอนล่างจะผันแปรหรือเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อุณหภูมิจะไม่เท่ากันในช่วงเวลา และจากสถานที่หนึ่งๆก็ไม่เหมือนกัน ปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิผันแปรแตกต่างกันได้แก่ ความแตกต่างของละติจูด ความแตกต่างของพื้นดินและน้ำ ความสูงของพื้นที่ในบรรยากาศชั้นโทรโปเฟียร์ และกิจกรรมของมนุษย์

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของเขตภาคเหนือตอนล่าง มีค่าอยู่ในช่วง 25.0-28.40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดจะอยู่ในช่วง 38.3-41.5 องศาเซลเซียส โดยที่เดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด โดยเฉพาะที่จังหวัดอุตรดิตถ์เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2503 สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 44.5 องศาเซลเซียส หรือที่จังหวัดตากเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2550 วัดอุณหภูมิได้ 44.0 องศาเซลเซียส ช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดลงมาจากทางเหนือ โดยเฉพาะเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ในช่วง 8.9-15.2 องศาเซลเซียส เดือนธันวาคมเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำสุด โดยเฉพาะจังหวัดเพชรบูรณ์ในปี พ.ศ.2542 มีอุณหภูมิต่ำสุดวัดได้ 5.5 องศาเซลเซียส และที่จังหวัดตากวัดได้ 0.8 องศาเซลเซียสเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2542 อาจเป็นเพราะลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินเขาสูงประกอบกับป่าไม้ส่วนใหญ่ถูกทำลาย ทำให้พิสัยของอุณหภูมิช่วงกลางวันกับกลางคืนต่างกัน

2.1.3.2 ฝน

ฝนที่ตกในเขตภูมิภาคเหนือตอนล่างอาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

ฝนที่เกิดจากการลอยตัวหรือการพาความร้อนของอากาศ (Convectional Rain) เป็นฝนที่เกิดในเขตร้อนหรือช่วงฤดูร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิของมวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นลดต่ำลง จนทำให้ไอน้ำที่ลอยตัวขึ้นไปกลั่นตัวเป็นเมฆคิวมูลัส แล้วจึงค่อยรวมตัวกันมากขึ้นเป็นเมฆคิวมูโลนิบัสและทำให้เกิดฝนตกในที่สุด ขณะที่มีฝนตกจะมีพายุและฟ้าคะนองเกิดขึ้นด้วยซึ่งเรียกว่าพายุฝนฟ้าคะนอง โดยเฉพาะช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม

ฝนปะทะภูเขาหรือฝนภูเขา(Orographic or Relief Rain) เป็นฝนที่เกิดเนื่องจากกระแสอากาศไหลมาปะทะเขาสูงโดยเฉพาะเขาที่มีป่าไม้ปกคลุมมากที่ขวางกั้นทิศทางลมแล้วยกตัวสูงขึ้นจนกลายเป็นฝนตกลงมา ฝนจะตกมากทางด้านต้นลม(windward) หรือด้านหน้าเขา เช่น จังหวัดอุตรดิตถ์จะอยู่ด้านรับลมจึงทำให้มีฝนมาก ส่วนบริเวณจังหวัดตาก กำแพงเพชร และจังหวัดอุทัยธานีตั้งอยู่ด้านปลายลม(leeward)หรืออับลม หรือเขตเงาฝน(rain shadow) จึงมีปริมาณฝนตกน้อยกว่าด้านรับลม

ฝนที่เกิดจากพายุหมุน(Depression or Cyclonic Rain) เป็นฝนที่เกิดจากพายุหมุนด้วยการไหลวนของกระแสอากาศขึ้นสู่เบื้องบนเป็นบริเวณกว้าง บริเวณความกดอากาศต่ำทีมีกระแสอากาศหมุนเวียนเข้าหาศูนย์กลางความกดอากาศต่ำ ไซโคลนที่เกิดขึ้นในละติจูดกลางหรือละติจูดสูง มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางไม่เกิน 61 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมักเรียกว่า ดีเปรสชั่น (depression) ในเขตภาคเหนือตอนล่างจะได้รับฝนจากพายุหมุนดีเปรสชั่นมากกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำให้เกิดฝนตกหนักในพื้นที่ทั่วไป โดยเฉพาะหมู่บ้านน้ำก้อใหญ่และหมู่บ้านน้ำชุมใหญ่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับความเสียหายจากน้ำป่าไหลหลากอย่างรวดเร็วและเกิดดินถล่ม

ฝนที่เกิดจากการปะทะมวลอากาศ(Frontal Rain) หรือฝนปะทะมรสุมของทั้งสองฤดู โดยเฉพาะในระยะเวลาที่มวลอากาศที่เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เคลื่อนตัวจากน่านน้ำมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่แผ่นดิน จะนำความชุ่มชื้นและนำฝนมาตก ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมมีปริมาณน้ำฝนประมาณ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ปริมาณน้ำฝนรวมในเขตภาคเหนือตอนล่างมีทั้งสิ้น 1,235.2 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดพิจิตรปี พ.ศ.2542 วัดได้ถึง 1,960.40 มิลลิเมตร รองลงมาจังหวัดสุโขทัยวัดได้ถึง 1,753.40 มิลลิเมตร อุตรดิตถ์วัดได้ 1,727 มิลลิเมตร ส่วนจังหวัดอุทัยธานีตั้งอยู่ในเขตเงาฝน (Rain shadow) จะมีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่นๆในภูมิภาคเดียวกัน คือ 1,170.30 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณน้ำฝนเขตภาคเหนือตอนล่าง ช่วงปี พ.ศ.2545-2549

สถานี	ปริมาณน้ำฝนในช่วงระหว่าง ปี พ.ศ.2545-2549				
	2545	2546	2547	2548	2549
ตาก	1214.0	867.6	1042.4	925.6	1284.9
เพชรบูรณ์	1523.8	1106.8	1011.3	958.5	1675.4
พิษณุโลก	1431.6	1043.9	1291.7	1280.5	1509.3
นครสวรรค์	1417.5	1134.4	789.2	1181.8	1155.9
กำแพงเพชร	-	-	-	-	-
อุตรดิตถ์	1241.1	1286.1	1434.1	1355.4	2046.5
อุทัยธานี	-	-	-	-	-
สุโขทัย	-	-	-	-	-
พิจิตร	-	-	-	-	-

2.1.4 ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือตอนล่าง (Landform of Lower Northern Region)

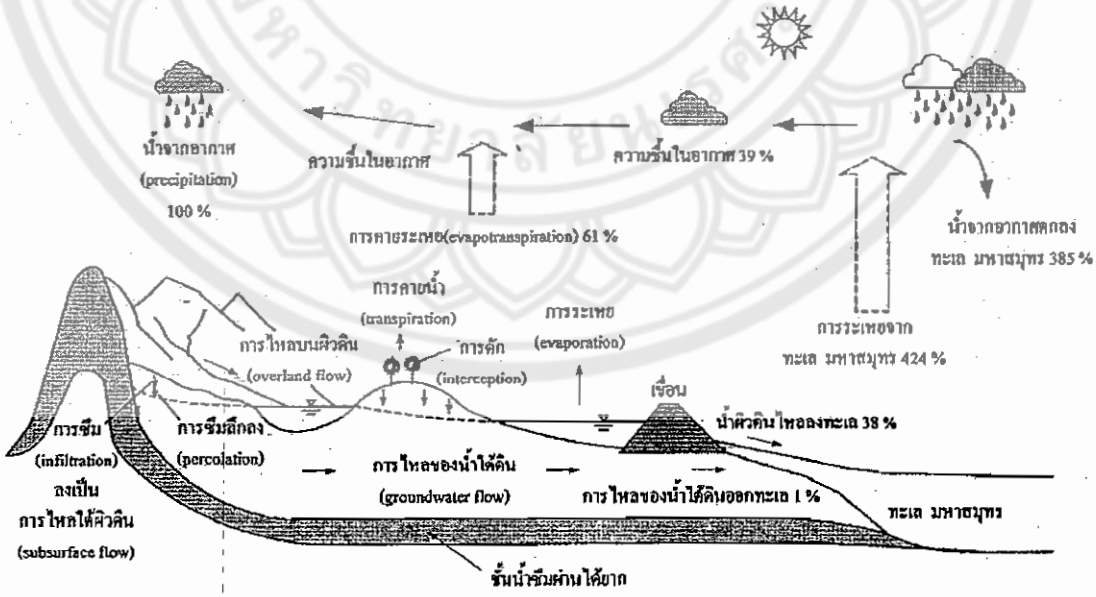
ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือตอนล่างถูกแบ่งออกตามลักษณะเด่นทางกายภาพ โดยเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน ได้แก่ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง ยม น่าน และลุ่มน้ำสะแกรัง ที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย และจังหวัดอุตรดิตถ์ บางทีเรียกกันว่าเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน ซึ่งมีลักษณะลาดชันกว่าที่ราบตอนล่างทำให้แม่น้ำไหลแรงกว่าแม่น้ำในที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง มีการกัดเซาะพื้นดินที่น้ำไหลผ่าน พากรวดหินทรายมาทับถมทำให้เกิดที่ราบลูกฟูก (Rolling plain) มีลักษณะเป็นที่ราบสูงๆต่ำๆ มีเนินเตี้ยๆและหินที่ทับถมกันโผล่ให้เห็นเป็นระยะๆนอกจากนั้นการกระทำของแม่น้ำยังทำให้เกิดลานตะพักน้ำ บริเวณโดยรอบแอ่งจะเป็นเทือกเขาทั้ง 3 ด้าน พื้นที่ที่ติดต่อกันระหว่างเทือกเขาสูงกับแอ่งที่ราบลุ่มแม่น้ำนี้เป็นลักษณะของลานตะพักน้ำ (river terrace) กั้นกลาง และชั้นสูงมีลักษณะลอนลาด ที่เป็นการทับถมของตะกอนในยุคควอเตอร์นารี (Quaternary) บางแห่งปรากฏเป็นเนินตะกอนรูปพัด (alluvial fan) พื้นที่ที่กว้างใหญ่ที่สุดของที่ราบลุ่มน้ำจะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง (flood plain) ของน้ำทั้งหลายซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (mean sea level) ประมาณ 40-60 เมตร

2.2 วงจรอุทกวิทยา

วงจรอุทกวิทยาเป็นขบวนการที่ต่อเนื่องกันตลอดเวลา โดยที่น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆรวมทั้งบนผิวดินและจากการคายน้ำของพืชจะระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นสู่บรรยากาศเกาะกลุ่มกันกลายเป็นเมฆ ภายใต้สภาวะของธรรมชาติ เมฆส่วนหนึ่งจะกลายเป็นฝนหรือลูกเห็บตกลงมา บางส่วนจะระเหยกลายเป็นไอก่อนที่จะตกถึงพื้น บางส่วนจะตกลงมาค้างอยู่ตามใบไม้ กิ่งไม้ อาคารและระเหยกลับสู่บรรยากาศ น้ำฝนส่วนหนึ่งจะซึมลงดินซึ่งมีผลทำให้ความชื้นของดินสูงขึ้นถ้ามีมากน้ำส่วนนี้ก็จะซึมไปหาน้ำใต้ดินในกรณีที่ปริมาณน้ำฝนมีมาก อัตราการซึมน้อยกว่าอัตราการตกของฝนก็จะทำให้เกิดการไหลตามผิว (Surface runoff) ไปสู่แม่น้ำลำธารแล้วไหลออกสู่ทะเลในที่สุด (อ้างอิงจาก;เอกสารประกอบการสอนวิชาอุทกวิทยา:สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

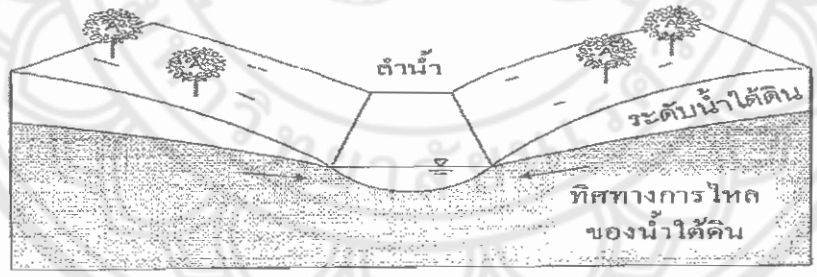
ปริมาณน้ำที่ซึมลงไปใต้ดินนั้น ส่วนหนึ่งจะไหลออกสู่แม่น้ำ ลำธารทันทีเรียกว่า “น้ำซึม (Interflow)” อีกส่วนหนึ่งจะซึมลงลึกสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งจะไหลออกมาในระยะเวลานานพอสมควรเรียกว่า “น้ำซับ (Ground Water Runoff)” ดังนั้นน้ำในแม่น้ำลำธารจะประกอบด้วยน้ำผิวดิน น้ำซึม และน้ำซับ ซึ่งจะรวมกันไหลออกสู่ทะเลในที่สุด

โดยสรุป น้ำฝนที่ตกลงมาก็จะมีการระเหยกลับไปในทันที และมีการระเหยอย่างต่อเนื่องเมื่อตกลงมาถึงพื้นดินแล้วจากแหล่งน้ำต่างๆ และจะกลายเป็นเมฆเมื่อสภาพในบรรยากาศเหมาะสมก็ตกลงมาเป็นฝนอีก วนเวียนอยู่เช่นนี้ไม่สิ้นสุด ดังรูปที่ 2.1

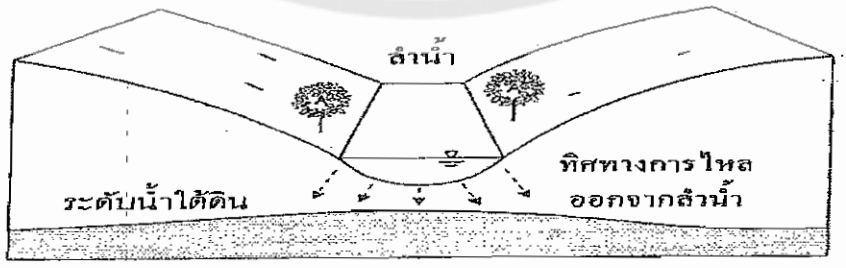


รูปที่ 2.1 วงจรอุทกวิทยา(ที่มา:เอกสารประกอบการสอนวิชาอุทกวิทยา; สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

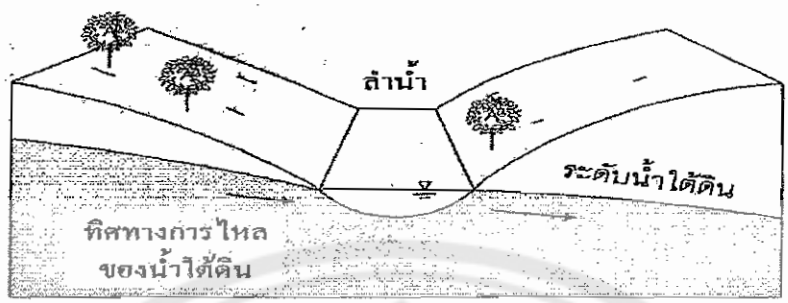
เมื่อพิจารณารูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าน้ำจะมีการระเหย (evaporation) จากทะเลมหาสมุทรและที่สะสมอยู่บนแผ่นดิน เช่น อ่างเก็บน้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง หรือจากน้ำใต้ดินบางส่วนขึ้นสู่บรรยากาศเป็นไอน้ำ (water vapor) ซึ่งมีการลอยตัวขึ้นไปสะสมจนกระทั่งเกิดกระบวนการควบแน่นและกลั่นตัวกลายเป็นน้ำจากอากาศ (precipitation) ตกลงมาสู่ทะเลมหาสมุทรหรือบนแผ่นดินอีก โดยจะมีน้ำบางส่วนถูกดัก (interception) จากพืชและมีน้ำบางส่วนตกลงมาบนผิวดินแล้วเกิดการสะสมจนเกิดการไหลบนผิวดิน (overland flow) แต่ก็มีบางส่วนระเหยและบางส่วนเกิดการคายน้ำ (transpiration) กลับสู่บรรยากาศ ขณะเดียวกันจะมีน้ำบางส่วนเกิดการซึม (infiltration) ลงเป็นการไหลใต้ผิวดิน (subsurface flow) ซึ่งจะมีแนวทางไหลซึมสู่แม่น้ำลำคลองเช่นเดียวกับน้ำเท่าผิวดิน (surface runoff) และมีน้ำบางส่วนมีการซึมลึกลงไป (percolation) ระหว่างช่องว่างของเม็ดดินหรือรอยหินแตกลงไปในน้ำใต้ดิน (groundwater) ซึ่งถ้าน้ำมีการให้น้ำแก่น้ำใต้ดินจะเรียกว่า ลำน้ำให้น้ำรับ (effluent steam) ดังรูปที่ 2.2 (ก) ถ้าลำน้ำมีการให้น้ำแก่น้ำใต้ดินจะเรียกว่า “ลำน้ำให้” (influent stream) ดังรูปที่ 2.2 (ข) นอกจากนี้ยังมีลำน้ำบางแห่งที่เป็นลำน้ำรับและลำน้ำให้ดังรูปที่ 2.2 (ค) ซึ่งท้ายที่สุดแล้วน้ำใต้ดินมักจะมีแนวการไหลซึมออกสู่แหล่งน้ำหรือทะเลมหาสมุทร แล้วเกิดการระเหยกลับสู่บรรยากาศหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องเป็นวงจรอุทกวิทยา



(ก) ลำน้ำรับ (effluent stream)



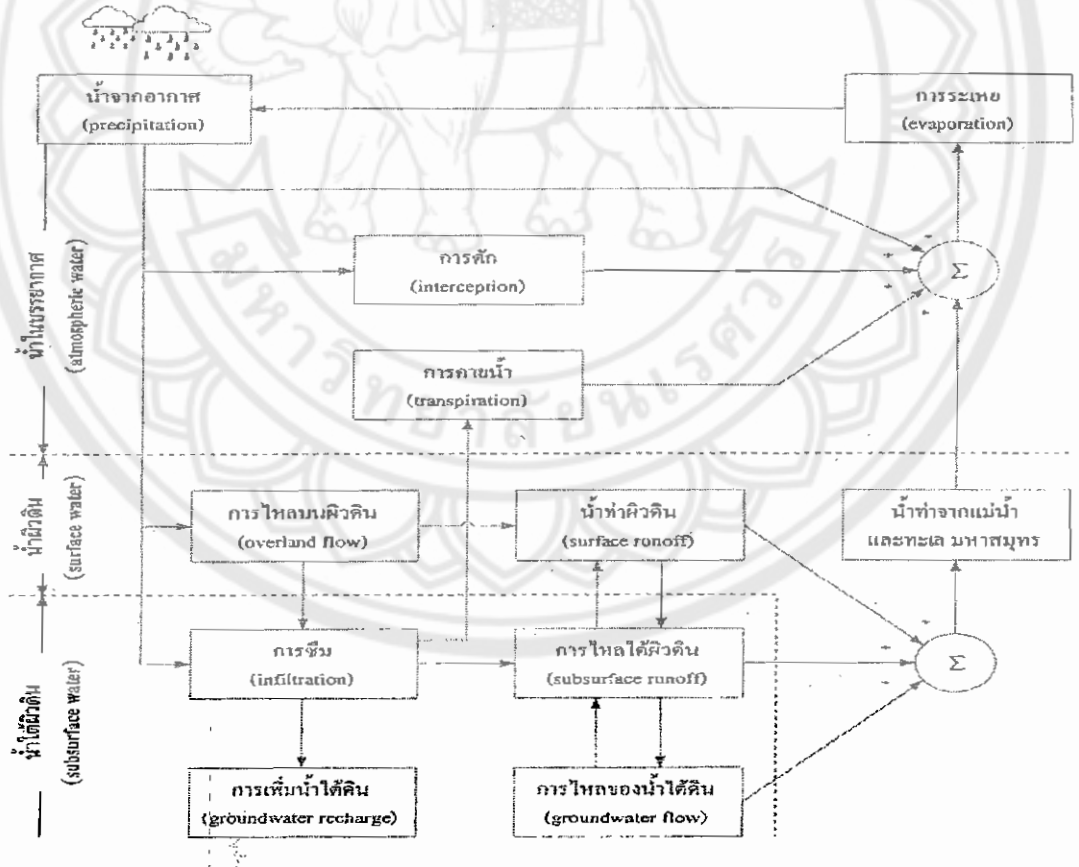
(ข) ลำน้ำให้ (influent streams)



(ค) ลำน้ำที่เป็นทั้งลำน้ำรับและลำน้ำให้

รูปที่ 2.2 ลำน้ำรับและลำน้ำให้

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าระบบวงจรอุทกวิทยา สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระบบย่อย คือ



รูปที่ 2.3 แผนผังวงจรอุทกวิทยา(ที่มา:เอกสารประกอบการสอนวิชาอุทกวิทยา; สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

2.3 น้ำจากอากาศ (Precipitation)

น้ำจากอากาศ หมายถึง การที่ไอน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศได้รับความเย็น และกลั่นตัวรวมกันมีขนาดโตขึ้น และน้ำหนักมากขึ้นจนไม่สามารถลอยอยู่ได้ในบรรยากาศ จึงตกลงมาสู่พื้นดิน น้ำ จากอากาศที่ตกลงมาสู่พื้นดินในลักษณะต่างๆ ทั้งของเหลว เช่น น้ำฝน (rainfall) ของแข็ง เช่น ลูกเห็บ และผลึก เช่น หิมะ เป็นต้น

2.3.1 การรวมตัวของน้ำจากอากาศ (Formation of Precipitation)

การที่ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวและรวมตัวกันมีขนาดโตขึ้นเรียกว่า coalescence สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการรวมตัวดังกล่าวมีอยู่ 3 ประการ คือ

(ก) การชนกันของก้อนเมฆ (collision of cloud droplets) ละอองน้ำซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศมีขนาดต่างกัน เมื่อในอากาศเกิดการแปรปรวน ละอองน้ำเล็กๆจะวิ่งชนกันแล้วรวมตัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ละอองน้ำขนาดเล็กและขนาดใหญ่เคลื่อนไหวด้วยอัตราเร็วต่างกันจึงวิ่งชนกันมากขึ้น เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เม็ดละอองน้ำโตขึ้น แล้วกลายเป็นฝนตกลงมา

(ข) ฟ้าแลบ (lightening) ฟ้าแลบจะทำให้เกิดประจุไฟฟ้าทั้งบวกและลบขึ้นในละอองน้ำ ซึ่งจะดูดซึ่งกันและกันแล้วรวมตัวกันเป็นเม็ดโตขึ้น นอกจากนี้แล้วฟ้าแลบยังทำให้ออกซิเจนและไนโตรเจนในอากาศรวมตัวกันเป็นไนตรัสออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารที่ดูดน้ำได้ จึงเป็นตัวนิวเคลียสให้ไอน้ำเกาะเป็นละอองน้ำและรวมกันเป็นหยดน้ำได้ง่ายขึ้น

(ค) ผลึกน้ำแข็ง (ice crystal) โดยปกติที่ระดับสูงๆ ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียสมักจะเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กๆปนอยู่กับละอองน้ำเสมอ ผลึกน้ำแข็งนี้สามารถดูดไอน้ำและละอองน้ำมารวมกันได้รวดเร็วจนกลายเป็นขนาดใหญ่ตกลงมาในรูปของหิมะ แต่เมื่อมาถึงระดับต่ำๆ หากได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นจะกลายเป็นน้ำตกลงในรูปของฝนแทนก็ได้

2.3.2 รูปแบบของน้ำจากอากาศ (Form of Precipitation)

น้ำจากอากาศอาจจะเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆกันขึ้นอยู่กับสภาวะของสภาพลมฟ้าอากาศ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 รูปแบบของน้ำจากอากาศ

ชนิด	ขนาด	สถานะ	คำอธิบาย
Dizzle(ฝนปรอย)	0.1-0.5 มม.	ของเหลว	มีขนาดเล็กมาก ความเร็วของการตกช้ามาก โดยทั่วไปปริมาณที่ตกลงมาจะน้อยกว่า 1 มม./ชม.
Rain (น้ำฝน)	>0.5 มม.	ของเหลว	มีขนาดเม็ดฝนโตขึ้น มีขนาดต่างกันขึ้นอยู่กัยพายุ
Glaze	1-20 มม.	ของแข็ง	น้ำฝนที่ตกลงมาแต่ทว่าผิวของมันเป็นน้ำแข็งใสและเรียบ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.8-0.9
Sleet	0.5-5.0 มม.	ของแข็ง	จะตกลงมาเป็นน้ำแข็งเล็กๆโปร่งแสง
Snow	1-20 มม.	ของแข็ง	จะตกลงมาเป็นผลึกน้ำแข็งมีลักษณะคล้ายผลึกหกเหลี่ยมสีขาว
Hail	0.2-0.5 นิ้ว	ของแข็ง	จะตกลงมาในรูปของน้ำแข็งมีเม็ดกลม

2.3.3 ชนิดของน้ำจากอากาศ (Types of Precipitation)

การที่น้ำจากอากาศตกลงมาจะต้องมีการกลั่นตัวของไอน้ำ และการที่ไอน้ำจะกลั่นตัวได้อุณหภูมิของมวลอากาศก้อนที่อุ้มไอน้ำไว้จะต้องลดต่ำลงจนถึงจุดน้ำค้าง ดังนั้นชนิดของน้ำจากอากาศอาจจะแบ่งออกตามลักษณะการลอยตัวซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิลดลงและเกิดน้ำจากอากาศตกลงมา

(ก) Cyclonic precipitation คือ น้ำจากอากาศที่เกิดจากการลอยตัวของอากาศเมื่อมวลอากาศเหล่านั้นเคลื่อนตัวมารวมกันในบริเวณความกดอากาศต่ำหรือไซโคลน โดยปกติแล้วพายุที่เกิดในที่ราบจะเป็นชนิดนี้

(ข) Convective precipitation สาเหตุเกิดจากการลอยตัวของมวลอากาศอุ่นที่เบากว่ามวลอากาศเย็นรอบๆ ความแตกต่างของอุณหภูมิอาจจะเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การที่พื้นโลกได้รับความร้อนไม่เท่ากัน การเย็นลงไม่เท่ากันของชั้นอากาศที่อยู่ตอนบน น้ำจากอากาศชนิดนี้จะเกิดเป็นหย่อมๆ และมีความเข้มของฝนแบบปรอยๆ (light shower) จนถึงแบบพายุฝน (cloudbursts) ก่อนฝนตกมักจะมีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง เกิดขึ้นเสมอ

(ค) Orograghic precipitation เมื่อมวลอากาศที่อุ้มไอน้ำพัดไปปะทะภูเขาหรือพื้นโลกที่มีลาดสูงชัน ก็จะยกตัวขึ้นไปตามไหล่เขา ทำให้เกิดเมฆเป็นชั้นๆทางด้านหน้าเขาที่รับลม และเมื่ออุณหภูมิของมวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นไปเย็นลงถึงจุดน้ำค้าง ไอน้ำก็จะกลั่นตัวตกลงมาเป็นฝน

ในทางธรรมชาตินั้นการเย็นตัวของอุณหภูมิของมวลอากาศจากการลอยตัวด้วยสาเหตุต่างๆนั้น จะมีความสัมพันธ์กันหรือผสมกันจนทำให้เกิดน้ำจากอากาศตกลงมาซึ่งยากแก่การวิเคราะห์ว่าเป็นชนิดใด

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลฝน

น้ำจากอากาศที่ตกลงมาจะเป็นข้อมูลติบ (input data) ของระบบอุทกวิทยา การวิเคราะห์ระบบอุทกวิทยาใดๆก็ตาม จำเป็นที่จะต้องมีการเตรียมและเรียบเรียงข้อมูลให้อยู่ในสภาพที่จะเป็นข้อมูลดิบของระบบนั้นได้ ข้อมูลน้ำจากอากาศอาจจะมีทั้งแบบการบันทึกที่เป็นระยะเวลานานและข้อมูลเฉพาะพายุใดพายุหนึ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนในช่วงพายุฝน อาจจำแนกการศึกษาและวิเคราะห์ได้ 3 แบบด้วยกัน คือ

2.4.1. การวิเคราะห์เฉพาะจุดหรือสถานี (Point of Station Analysis) ข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทยส่วนใหญ่จะพิมพ์เป็นตารางข้อมูลรายวัน หน่วยงานที่ทำการเก็บข้อมูลน้ำฝนหลายๆสถานีทั่วประเทศก็คือ กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักพลังงานแห่งชาติ กรมชลประทาน เป็นต้น สถานีวัดน้ำฝนจำนวนมากไม่สามารถเก็บข้อมูลติดต่อกันได้เป็นเวลานานๆ จะมีช่วงระยะเวลาหนึ่งที่ข้อมูลขาดหายไป ซึ่งอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น เครื่องมือชำรุด ลืมเก็บข้อมูล หรือล้มเลิกไปชั่วคราวหรือถาวร ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นจะต้องประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายไปนั้น การประมาณหาค่าของข้อมูลที่หายไปนั้นสามารถกระทำได้ 3 วิธีคือ

1. หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากสถานีใกล้เคียงอย่างน้อย 3 สถานี
2. หาค่าจากเส้นชั้นความลึกของน้ำฝน (Isohyetal)
3. หาค่าโดยวิธีสัดส่วนปกติ (Normal Ratio Method)

วิธีสัดส่วนปกตินี้จะใช้ในกรณีที่ข้อมูลน้ำฝนแตกต่างกันมากในแต่ละสถานี ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนตลอดปี (Normal annual rainfall) เป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบ ถ้าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนตลอดปีของสถานีใกล้เคียงกัน 3 สถานี สถานีที่จะนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยของสถานีที่ขาดหายไปนั้นแตกต่างเกิน 10% ของสถานีที่ข้อมูลหายไป ก็คำนวณหาข้อมูลที่หายไปด้วยการเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์จาก 3 สถานีใกล้เคียงกัน แต่ถ้าหากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนตลอดปีของสถานีทั้ง 3 ต่างกันเกินกว่า 10% จะใช้วิธีสัดส่วนปกติ ซึ่งข้อมูลน้ำฝนของสถานีใกล้เคียงที่เลือกมาใช้จะเฉลี่ยโดยใช้อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ข้อมูลขาดหายไปกับสถานีใกล้เคียง

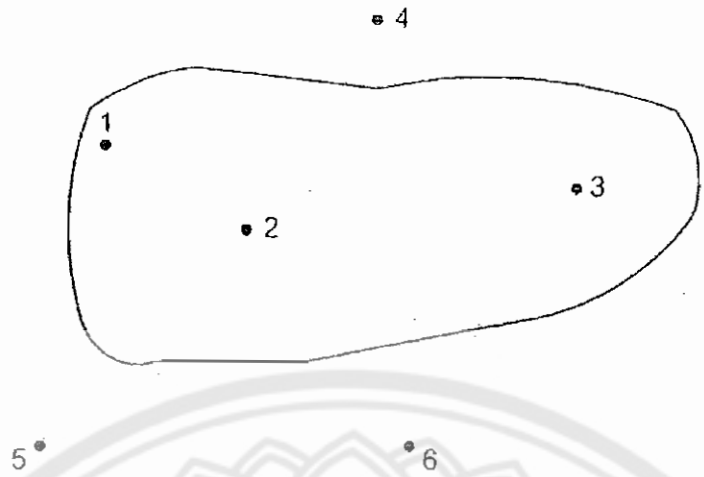
2.4.2 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลตามกาลเวลา (Time distribution analysis) การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลตามกาลเวลามีขีดจำกัด เนื่องจากจะทำเฉพาะข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติเท่านั้น การวิเคราะห์ทำได้โดยการคัดลอกข้อมูลรายชั่วโมงมาและคำนวณหาค่าสะสมของข้อมูลรายชั่วโมงนี้จนตลอดช่วงเวลาที่ฝนตก กราฟที่เกิดจากการพล็อตข้อมูลสะสมรายชั่วโมงกับเวลาเรียกว่า mass curve ของน้ำฝน ซึ่งสามารถทำให้ทราบช่วงเวลาของพายุฝนที่มีความเข้มมากๆได้ การเปรียบเทียบ mass curve หลายๆสถานีของพายุฝนลูกเดียวกัน จะทำให้ทราบทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุฝนได้

ในบางกรณี mass curve ของน้ำฝนจะนำไปประมาณหาลักษณะของพายุฝนใดพายุฝนหนึ่ง เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับของสถานีอื่นๆ หรือของพายุลูกอื่นๆ การเปรียบเทียบจะทำได้และมีความหมายจำเป็นต้องทำ mass curve ให้อยู่ในสภาพไร้มิติ(ไม่มีหน่วย)เสียก่อน ซึ่งจะทำได้โดยเปลี่ยนหน่วยของน้ำฝนเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนทั้งหมด และเปลี่ยนหน่วยของเวลาเป็นเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของพายุฝน (storm duration)

2.4.3 การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลตามพื้นที่ (Areal distribution analysis) ในการวิเคราะห์ประเภทนี้ ปริมาณน้ำฝนที่วัดทุกสถานีในพื้นที่ใดๆ จะนำมาวิเคราะห์รวมกันเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของฝนที่ตกลงในพื้นที่นั้น เนื่องจากคำว่า "เฉลี่ย" คือ average หรือ mean ได้ใช้บ่อยครั้งในอุทกวิทยา ในกรณีความลึกเฉลี่ยของน้ำฝน จึงนิยมใช้คำว่า equivalent uniform depth หรือชื่อย่อว่า EUD และจะเรียกเป็นภาษาไทยว่า "ความลึกสม่ำเสมอเทียบเท่า" คำจำกัดความของความลึกสม่ำเสมอเทียบเท่าของน้ำฝนก็คือ ความลึกของน้ำซึ่งเกิดจากน้ำฝนหรือน้ำจากอากาศที่สมมติให้ตกสม่ำเสมอเทียบเท่าทั่วพื้นที่ที่ฝนตก คำว่า EUD นี้ Johnstone และ Cross ได้แนะนำให้ใช้นานกว่า 20 ปีแล้ว ความลึกสม่ำเสมอเทียบเท่านี้จะนำไปใช้คำนวณหาปริมาตรของน้ำฝนจากพื้นที่รับน้ำฝนซึ่งเป็นข้อมูลดิบในระบบพื้นที่ลุ่มน้ำในการเปรียบเทียบกับปริมาตรของน้ำท่าจากลุ่มน้ำ

การคำนวณความลึกสม่ำเสมอเทียบเท่าของน้ำฝนนั้น กระทำได้ 3 วิธีด้วยกันคือ

2.4.3.1 วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ (arithmetric-men method) เป็นวิธีการปริมาณฝนเฉลี่ยที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด โดยหาได้จากการนำค่าปริมาณแผ่นจากสถานีน้ำฝนภายในลุ่มน้ำทุกสถานีมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสถานีน้ำฝน จะได้ปริมาณฝนเฉลี่ยภายในลุ่มน้ำตามต้องการ



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างพื้นที่ลุ่มน้ำและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน

จากรูปที่ 2.4 จะเห็นได้ว่ามีสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 6 สถานี ซึ่งเป็นสถานวัดน้ำฝนที่อยู่ภายในลุ่มน้ำ 3 สถานี และสถานีวัดน้ำที่อยู่รอบๆ ลุ่มน้ำคือ 3 สถานี สามารถหาปริมาณฝนเฉลี่ยได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนที่อยู่ภายในลุ่มน้ำ 3 สถานี คือ

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \bar{P} = \frac{1}{3}\left(P_1 + P_2 + P_3\right) \qquad \text{.....(2.3.1)}$$

ดังนั้น เมื่อมีสถานีวัดน้ำฝนภายในกลุ่มน้ำจำนวน n สถานี สามารถหาปริมาณฝนเฉลี่ยได้ดังสมการ

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \bar{P} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i \qquad \text{..... (2.3.2)}$$

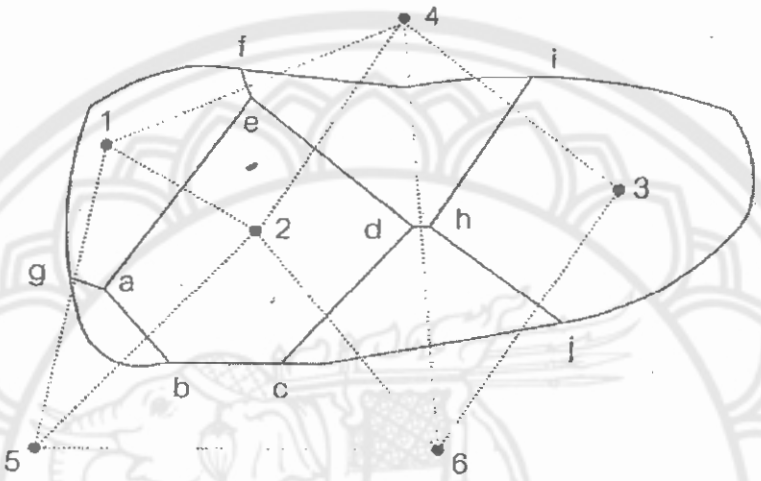
เมื่อ n คือจำนวนสถานีวัดน้ำฝนภายในลุ่มน้ำที่พิจารณา

และ P_i คือปริมาณฝนที่สถานีวัดน้ำฝนที่ I (i=1, 2 …., n)

วิธีเฉลี่ยทางเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์จะให้ปริมาณฝนเฉลี่ยที่นำมาเป็นตัวแทนได้ก็ต่อเมื่อ

1. ลุ่มน้ำหรือบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลต้องเป็นที่ราบกล่าวคือ ไม่มีอิทธิพลของแนวเขตภูเขาที่จะมีผลทำให้ฝนตกไม่สม่ำเสมอตลอดทั่วพื้นที่
2. สถานีวัดน้ำฝนจะต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ
3. ปริมาณฝนของแต่ละสถานี จะต้องมีค่าที่ไม่แตกต่างจากปริมาณฝนเฉลี่ยมากนัก

2.4.3.2 วิธีของทิสเสน (Thiessen method) จะพิจารณาว่า ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง จะมีอาณาบริเวณครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนที่อยู่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนจะกำหนดได้จากการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสน (Thiessen polygon) เช่น เมื่อมีสถานีวัดน้ำฝน6 แห่ง จากรูปที่ 2.4 สามารถเขียนพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมทิสเสนได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยตามวิธีของทิสเสน

พิจารณารูปที่ 2.5 มีขั้นตอนในการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนดังนี้

1. กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนทั้งในพื้นที่และที่อยู่รอบๆ พื้นที่ที่ต้องการหาปริมาณฝนเฉลี่ย

2. ลากเส้นตรง (เส้นประ) เชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝน 2 แห่ง ที่อยู่ใกล้กัน โดยที่เส้นตรงเหล่านี้จะต้องไม่ตัดกัน จะได้รูปโครงข่ายสามเหลี่ยม (network of triangles)

3. ลากเส้นตรง (เส้นทึบ) แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม จะได้รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง ดังเช่นสถานีวัดน้ำฝนที่ 1ล้อมรอบด้วย aefg และสถานีวัดน้ำฝนที่ 2 ล้อมรอบด้วยด้าน abced เป็นต้น

4. วัดขนาดพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ครอบคลุมสถานีวัดน้ำฝนแต่ละรูป โดยอาจจะใช้วิธีนับจุดในกระดาษกราฟใสที่วางทับบนพื้นที่ หรือใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ที่เรียกว่า พลานิมิเตอร์ (planimeter) จะได้พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมทิสเสนเป็น A1, A2 ...,A6 จากนั้น นำพื้นที่รูปหลายเฉลี่ยที่ได้นี้ไปคำนวณหาปริมาณฝนเฉลี่ยต่อไป

เมื่อกำหนดให้ $P_1, P_2, ..., P_3$ คือปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานที่ 1, 2 ....., 6 ตามลำดับดังนี้

ปริมาณฝนเฉลี่ย $$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + ... + P_6A_6}{(A_1 + A_2 + ... + A_6)} \quad .....(2.3.3)$$

ในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำฝน n สถานี สามารถเขียนสมการทั่วไปได้ดังนี้

ปริมาณฝนเฉลี่ย $$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_1A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

$$P = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} p_1A_1 \quad .....(2.3.4)$$

โดยที่ P คือ ปริมาณฝนเฉลี่ย

Pi คือ ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่ (i=1,2,.....,n)

A_i คือ พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนที่ i

และ A คือ พื้นที่รับน้ำฝนรวมมีค่าเท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} P_1A_1$

การเลือกใช้วิธีของทิสเสน มีสิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบการตัดสินใจดังนี้

1. วิธีของทิสเสน มีหลักการที่ดีกว่าวิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ เพราะสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอ

2. วิธีของทิสเสนเมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลปริมาณฝนผิดพลาดจะมีผลทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็นมาก

3. การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ได้คำนึงถึงสภาพทางภูมิประเทศเช่น อาจจะมีแนวภูเขาขวางกั้น หรือเป็นลักษณะที่ลุ่มๆ ดอนๆ ก็จะทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้

4. ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสถานีวัดน้ำฝน จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมใหม่ทุกครั้ง นั่นคือไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

2.4.3.3 วิธีเส้นชั้นน้ำฝน (isohyetal method) วิธีนี้เป็นการลากเส้นชั้นน้ำฝน ซึ่งหมายถึงเส้นที่ลากผ่านบริเวณที่มีความลึก หรือปริมาณฝนเท่ากัน โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนเป็นหลัก และพิจารณาจากแผนที่ภูมิประเทศ โดยดูจากสภาพภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศและทิศทางพายุฝน เป็นต้น การหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยโดยวิธีเส้นชั้นน้ำฝน มีหลักการดังต่อไปนี้

- กำหนดสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนลงบนแผนที่ทั้งในบริเวณที่รับฝน และบริเวณล้อมรอบขอบเขตของพื้นที่รับน้ำฝน
- ตรวจดูแนวโน้มของเส้นชั้นน้ำฝน และกะประมาณด้วยสายตา จากนั้นจึงลากเส้นชั้นน้ำฝนโดยพยายามให้เส้นโค้งราบเรียบ
- หาพื้นที่ระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้นที่อยู่ใกล้เคียงกัน และอยู่ภายในขอบเขตของพื้นที่รับน้ำ
- คำนวณหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

ถ้าผลคำนวณปริมาณฝนเฉลี่ยทั้ง 3 วิธีนี้ใกล้เคียงกัน แสดงว่าลักษณะการตกของฝนมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่พิจารณา

ความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝน (consistency of rainfall records) ในการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยาจะต้องอาศัยข้อมูลปริมาณฝนที่มีการเก็บข้อมูลมาเป็นเวลานานพอสมควร ซึ่งข้อมูลที่ตรวจวัดและรวบรวมมานั้น อาจจะมีความไม่แน่นอน ดังนั้นจึงมีการทดสอบความแน่นอนของข้อมูลน้ำฝน ซึ่งสามารถทดสอบโดยความแน่นอนได้โดยวิธีเส้นโค้งทวี (double mass curve method)

ถ้าผลคำนวณปริมาณแผ่นเฉลี่ยทั้ง 3 วิธีดังกล่าวนี้มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าลักษณะการตกของฝนมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่พิจารณา

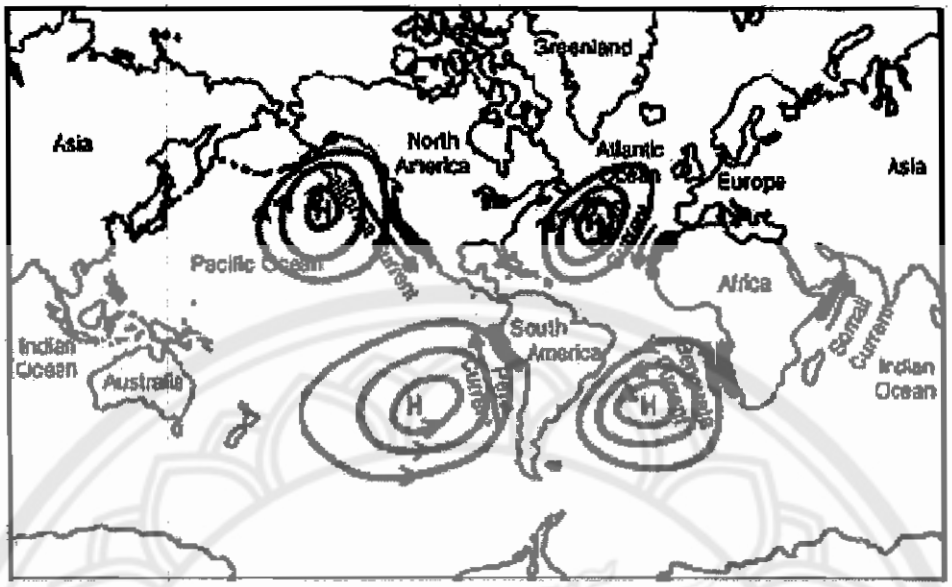
2.5 ปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา

เอลนีโญ (El Nino) เป็นคำที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ทางสมุทรศาสตร์ที่หมายถึง การที่ผิวน้ำทะเลทางตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนอุ่นขึ้น และแผ่ขยายกว้างออกไปเป็นเวลานานถึง 3 ฤดูกาลหรือมากกว่า ในทางกลับกันถ้าผิวน้ำทะเลบริเวณนี้เย็นลง จะเรียกว่า "ลานีญา" ปรากฏการณ์เอลนีโญจะเชื่อมโยงกับระบบความกดอากาศที่เรียกว่า ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation-SO) ลักษณะความผันแปรนี้เห็นได้จากความกดอากาศระหว่างบริเวณตะวันตกกับตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิก บริเวณแรกศูนย์กลางอยู่ใกล้กับประเทศอินโดนีเซีย และอีกบริเวณศูนย์กลางอยู่ทางตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิก ดัชนีที่ใช้วัดขนาดความรุนแรงของความผันแปรนี้เรียกว่า ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index-SOI) ค่านี้คำนวณได้จากความแตกต่างของความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลระหว่างที่เกาะตาฮิติ(กลางมหาสมุทรแปซิฟิก)กับเมืองดาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย เนื่องจากความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ และเอลนีโญมีความเชื่อมโยงกันและกันอย่างใกล้ชิด จึงเรียกรวมกันว่า "เอลนีโญ-ความผันแปรของระบบความกดอากาศในซีกโลกใต้" หรือ "เอนโซ่(ENSO)" ระบบอากาศนี้จะแปรผันอยู่ระหว่างสภาวะที่ร้อนกับสภาวะปกติ

2.5.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ (EI Nino) (อ้างอิงจาก:www.tmd.go.th)

มีหลักฐานแสดงว่าเอลนีโญได้เกิดขึ้นมานับพันปีแล้ว แต่เริ่มมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในช่วงศตวรรษนี้ เป็นผลให้ปรากฏการณ์นี้เป็นต้นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อภูมิอากาศของโลกอย่างรุนแรง ปรากฏการณ์นี้จะเกิดยืดเยื้อต่อไปอีกประมาณ 2-3 เดือน หรือช่วงฤดูร้อนของซีกโลกใต้ (ดวงอาทิตย์ส่องตั้งฉากกับผิวโลกที่ละติจูดที่ 23.5 องศาใต้) เพราะช่วงนี้ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ในซีกโลกใต้บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกมักจะมีกำลังอ่อน

ตามปกติ บริเวณชายฝั่งประเทศเปรูซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ หรือทางด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ใกล้เส้นศูนย์สูตร จะมีน้ำเย็นใต้มหาสมุทรพัดขึ้นมายังผิวน้ำ กระบวนการนี้คือการพัดขึ้นมาแทนที่ของกระแสน้ำเย็นจากใต้มหาสมุทรขึ้นมาตามบริเวณชายฝั่ง อันเป็นผลให้เกิดจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรงพัดขนานฝั่งบวกกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ขณะที่ลมบวกกับการหมุนของโลกผลักดันให้ผิวน้ำเบื้องบนที่อุ่นพัดห่างจากฝั่งไป

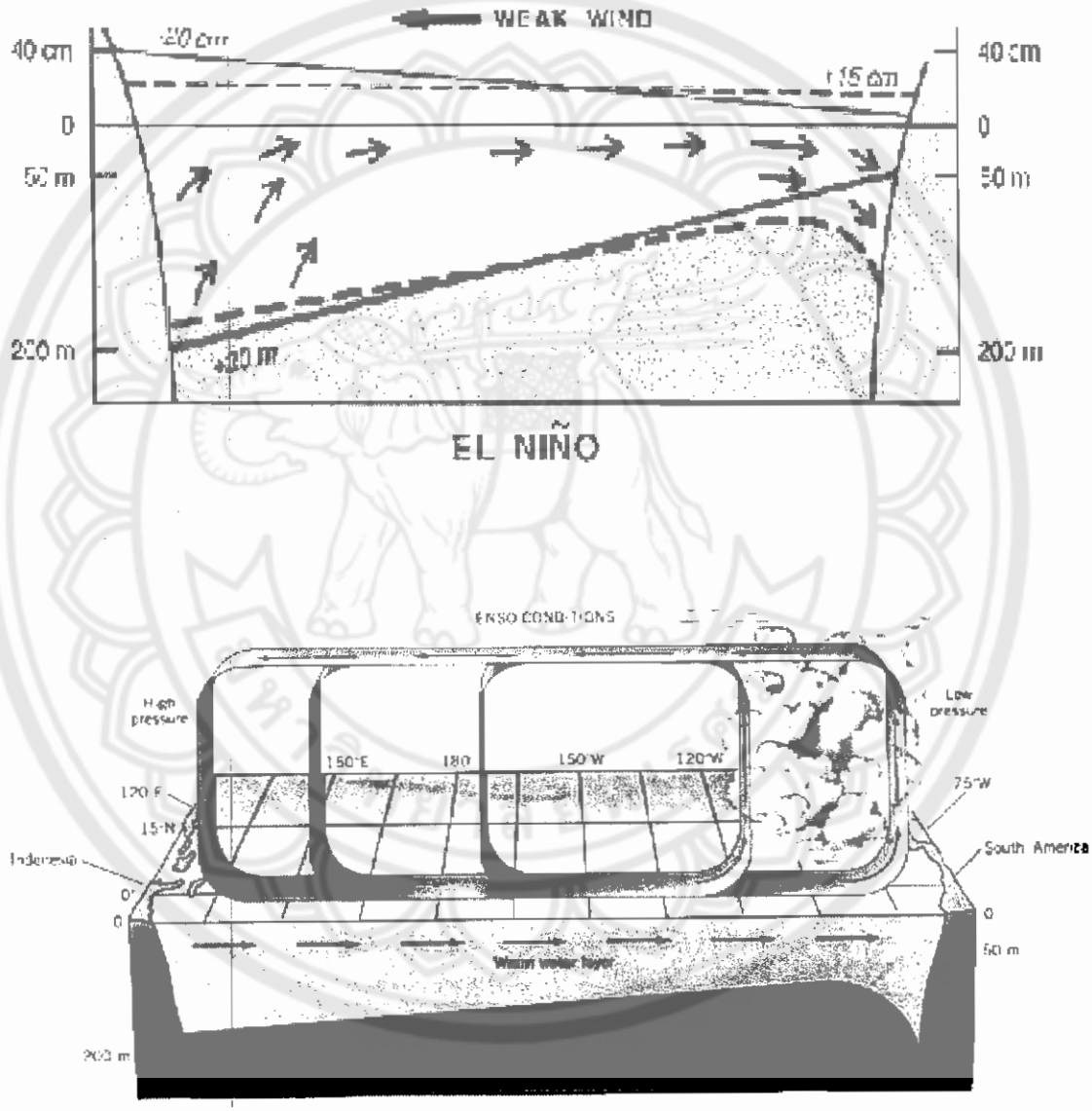


รูปที่ 2.6 บริเวณกระแสน้ำเย็นที่พัดตามบริเวณชายฝั่งต่าง ๆ ของโลกและระบบความกดอากาศระดับน้ำทะเล ซึ่งมีอิทธิพลต่อกระแสน้ำเย็นเหล่านี้ (ที่มา:www.tmd.go.th)

ปกติลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้จะพัดอยู่เป็นประจำบริเวณเขตร้อนในซีกโลกใต้ (ระหว่างเส้นศูนย์สูตรและละติจูดที่ 30 องศาใต้) การไหลของกระแสน้ำโดยปกติจะเคลื่อนที่ตามทิศทางลมเป็นผลให้กระแสน้ำหรือคลื่นเคลื่อนที่จากชายฝั่งเปรู ไปยังแปซิฟิกตะวันตกหรือฝั่งออสเตรเลียอินโดนีเซีย คลื่นที่เคลื่อนที่ไปใกล้ชายฝั่งประเทศอินโดนีเซียจะชะลอความเร็วลง เนื่องจากมีแรงต้านจากฝั่ง แต่คลื่นที่อยู่กลางมหาสมุทรยังคงมีความเร็วมากกว่าจึงเคลื่อนที่ขึ้นมาหนุนหน้าคลื่นเดิม ทำให้ระดับน้ำทะเลบริเวณแปซิฟิกตะวันตกมีระดับสูงกว่าฝั่งแปซิฟิกตะวันออก ซึ่งเป็นผลจากการเคลื่อนที่ของคลื่นดังกล่าวทำให้สภาพอากาศบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกมีความชุ่มชื้น มีฝนตกชุก

จากที่กล่าวมาแล้วปรากฏการณ์เอลนีโญ เป็นปรากฏการณ์ที่มักจะเริ่มเกิดในเดือนธันวาคมหรือช่วงฤดูร้อนของซีกโลกใต้ ในพื้นที่ซีกโลกใต้ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากกว่าปกติ ทำให้มีการระเหยของน้ำในปริมาณมาก อากาศจากพื้นที่ใกล้ๆที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่เพื่อรักษาสมดุลของอากาศ ทำให้ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่บริเวณตะวันตกและตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้จะอ่อนกำลังลงหรือพัดกลับทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งจะมีผลก่อให้เกิดคลื่นมหาสมุทรพัดพาไปในทิศตะวันออกสวนกับทิศลมเดิม เมื่อคลื่นนี้พัดพาไปถึงชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ ผิวน้ำทะเลที่อุ่นที่ถูกพัดมาด้วยคลื่นก็จะแทนที่

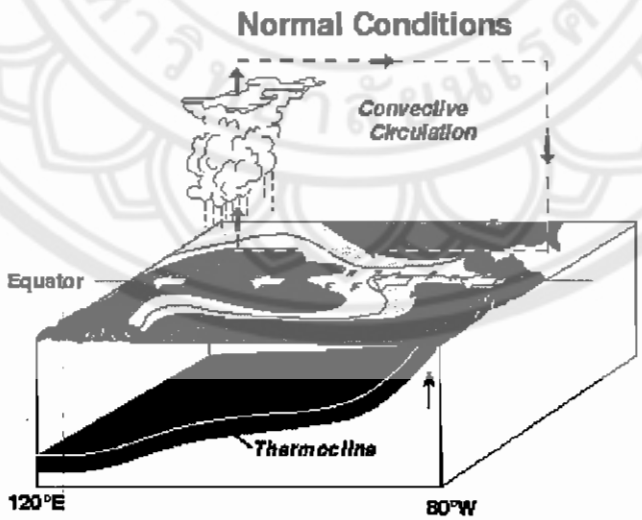
กระแสน้ำเย็นที่พัดขึ้นมาจากใต้มหาสมุทรซึ่งมีอยู่เดิมในบริเวณนี้ กระบวนการที่ผิวน้ำทะเลที่อุ่นพัดมาแทนที่กระแสน้ำเย็น เรียกว่าเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ



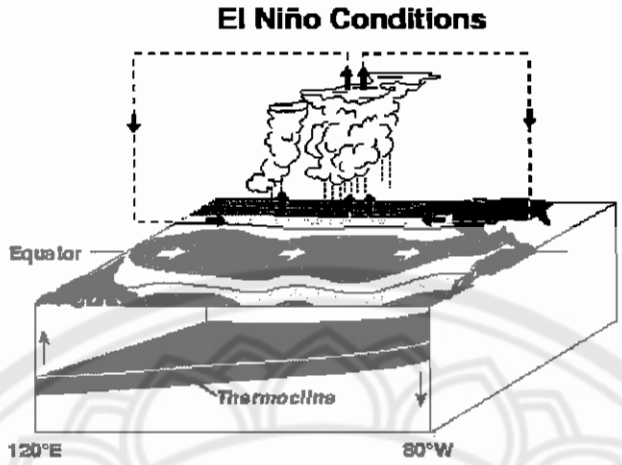
รูปที่ 2.7 ปรากฏการณ์เอลนีโญทำให้ระดับน้ำทะเลและสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ (ที่มา:www.tmd.go.th)

2.5.1.1 การเกิดเอลนีโญ

ตามปกติเหนือน่านน้ำมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนหรือมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรจะมีลมค้าตะวันออกพัดปกคลุมเป็นประจำ ลมนี้จะพัดพาผิวหน้าน้ำทะเลที่อุ่นจากทางตะวันออก (บริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์ เปรู และชิลีตอนเหนือ) ไปสะสมอยู่ทางตะวันตก (ชายฝั่งอินโดนีเซีย และออสเตรเลีย) ทำให้บรรยากาศเหนือบริเวณแปซิฟิกตะวันตกมีความชื้นเนื่องจากขบวนการระเหย และมีการก่อตัวของเมฆและฝนบริเวณตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย รวมทั้งประเทศต่าง ๆ ที่เป็นเกาะอยู่ในแปซิฟิกตะวันตก (รูปที่ 1) ขณะที่ทางตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรมีการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างขึ้นไปยังผิวน้ำและทำให้เกิดความแห้งแล้งบริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้ แต่เมื่อลมค้าตะวันออกมีกำลังอ่อนกว่าปกติ ลมที่พัดปกคลุมบริเวณด้านตะวันออกของปาปัวนิวกินี (ปาปัวนิวกินี คือ เกาะที่ตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรทางแปซิฟิกตะวันตกเหนือทวีปออสเตรเลีย) จะเปลี่ยนทิศทางจากตะวันออกเป็นตะวันตก ทำให้เกิดคลื่นใต้ผิวน้ำพัดพาเอามวลน้ำอุ่นที่สะสมอยู่บริเวณแปซิฟิกตะวันตกไปแทนที่น้ำเย็นทางแปซิฟิกตะวันออก เมื่อมวลน้ำอุ่นได้ถูกพัดพาไปถึงแปซิฟิกตะวันออก (บริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์) ก็จะรวมเข้ากับผิวน้ำทำให้ผิวหน้าน้ำทะเลบริเวณนี้อุ่นขึ้นกว่าปกติ และน้ำอุ่นนี้จะค่อย ๆ แผ่ขยายพื้นที่ไปทางตะวันตกถึงตอนกลางของมหาสมุทร ส่งผลให้บริเวณที่มีการก่อตัวของเมฆและฝนซึ่งปกติจะอยู่ทางตะวันตกของมหาสมุทรเปลี่ยนแปลงไปอยู่ที่บริเวณตอนกลางและตะวันออก (รูปที่ 2) บริเวณดังกล่าวจึงมีฝนตกมากกว่าปกติ ในขณะที่แปซิฟิกตะวันตกซึ่งเคยมีฝนมากจะมีฝนน้อยและเกิดความแห้งแล้ง



รูปที่ 2.8 สภาวะปกติ (ที่มา : PMEL/NOAA)



รูปที่ 2.9 สภาวะเอลนีโญ (ที่มา : PMEL/NOAA)

การเกิดเอลนีโญส่วนมากน้ำที่อุ่นผิดปกติจะปรากฏครั้งแรกบริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์และเปรูในเดือนกุมภาพันธ์หรือมีนาคม แต่เอลนีโญที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งอาจจะแตกต่างไปจากรูปแบบปกติดังกล่าวนี้ได้ ไม่จำเป็นว่าจะต้องเกิดเช่นนี้เสมอไป ดังตัวอย่างเช่น เอลนีโญปี พ.ศ. 2525 – 2526 อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้เริ่มอุ่นขึ้นช้ากว่ารูปแบบปกติหลายเดือน

2.5.1.2 การตรวจจับเอลนีโญ

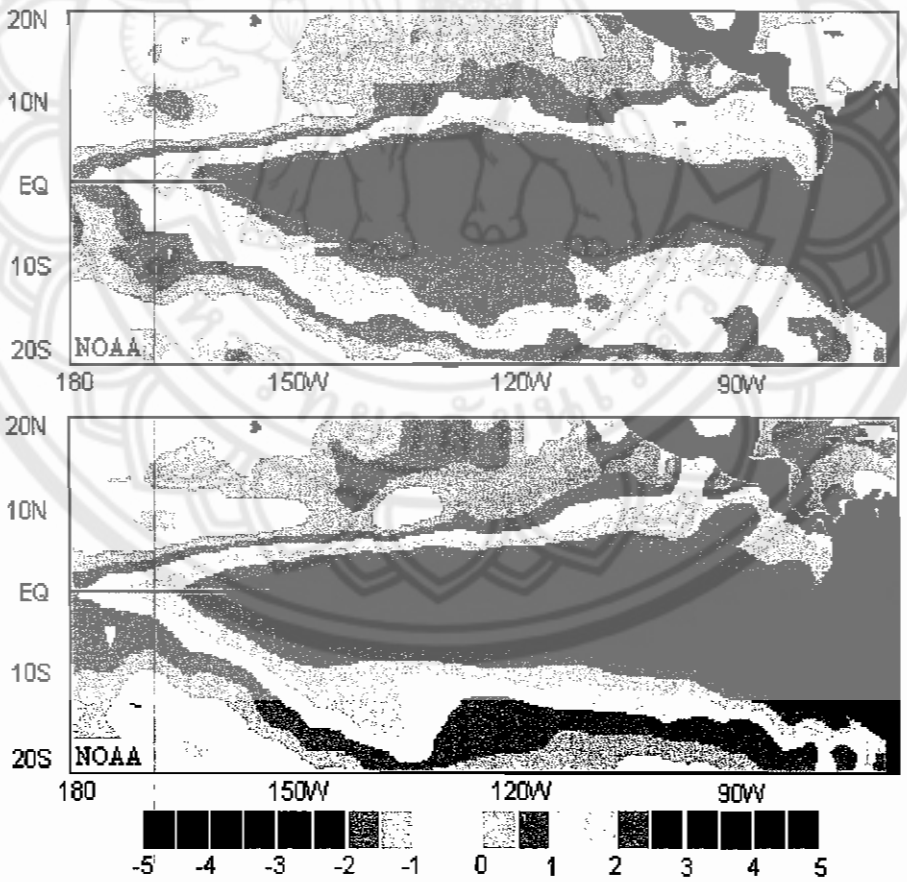
จากเอลนีโญขนาดรุนแรงในปี 2525 – 2526 ทำให้เกิดแผนความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อติดตาม ตรวจวัดและวิจัยปรากฏการณ์เอลนีโญขึ้น คือแผนงานมหาสมุทรเขตร้อนและบรรยากาศโลก (Tropical Ocean and Global Atmosphere – TOGA) ซึ่งได้ดำเนินการระหว่างปี 2528 - 2537 ภายใต้แผนงานการวิจัยภูมิอากาศโลก จากการศึกษาและวิจัยของ TOGA พบว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนตรวจจับได้จากหลายวิธี รวมถึงจากดาวเทียม ทุ่นลอยที่อยู่กับที่ ทุ่นลอยที่เคลื่อนที่ การวิเคราะห์ระดับน้ำทะเล เป็นต้น ระบบการตรวจวัดเพื่อการวิจัยนี้ปัจจุบันได้เข้าสู่ระบบการตรวจวัดภูมิอากาศทางภาคปฏิบัติแล้ว โดยข้อมูลจากระบบการตรวจวัดภูมิอากาศนี้ได้ใช้ป้อนเข้าไปในแบบจำลองระหว่างบรรยากาศและมหาสมุทรของโลกเพื่อทำการคาดหมายเอลนีโญ ส่วนแบบจำลองอื่น ๆ ได้ใช้ในการวิจัยเพื่อให้เข้าใจถึงเอลนีโญได้ดีและมากยิ่งขึ้น สำหรับการคาดหมายนั้นมักจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งปัจจุบันมีหลาย

หน่วยงานที่ทำการคาดหมายการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ เช่น ศูนย์พยากรณ์ภูมิอากาศ ประเทศสหรัฐอเมริกา และหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

1436618
ม.
ก522
2552

2.5.1.3 ขนาดของเอลนีโญ

ดัชนีชี้วัดขนาดของเอลนีโญที่สำคัญและชัดเจนที่สุดตัวหนึ่ง คือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นไม่ว่าจะทางตะวันออกหรือตอนกลางของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร อุณหภูมิยิ่งสูงกว่าปกติมากเท่าไร ปรากฏการณ์ยิ่งรุนแรงมากเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 3 ซึ่งแสดงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากปกติในช่วงเอลนีโญที่รุนแรงมาก 2 ครั้ง คือ เมื่อ พ.ศ. 2525 – 2526 และ พ.ศ. 2540 – 2541



รูปที่ 2.10 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากปกติ (ที่มา : CDC/NOAA)

นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งขนาดของเอลนีโญออกเป็น อ่อนมาก อ่อน ปานกลาง รุนแรง หรือรุนแรงมาก จากการศึกษาของ Quinn et al. (1987, p.14453) กล่าวไว้ว่า "ปรากฏการณ์ยิ่งมีความรุนแรงมากเท่าไร ปริมาณความเสียหาย การถูกทำลาย และมูลค่าความเสียหายยิ่งสูงมากเท่านั้น" พวกเขาได้อธิบายถึงความรุนแรงโดยผนวกเอาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของมหาสมุทรกับผลกระทบที่เกิดขึ้นบนพื้นทวีปเข้าด้วยกันดังนี้

ขนาดรุนแรงมาก ปริมาณฝนสูงมากที่สุด มีน้ำท่วม และเกิดความเสียหายในประเทศเปรู มีบางเดือนในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงของซีกโลกใต้ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งสูงกว่าปกติมากกว่า 7 องศาเซลเซียส

ขนาดรุนแรง ปริมาณฝนสูงมาก มีน้ำท่วมตามบริเวณชายฝั่ง มีรายงานความเสียหายในประเทศเปรู มีหลายเดือนในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงของซีกโลกใต้ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งสูงกว่าปกติ 3 – 5 องศาเซลเซียส

ขนาดปานกลาง ปริมาณฝนสูงกว่าปกติ มีน้ำท่วมตามบริเวณชายฝั่ง ความเสียหายที่เกิดขึ้นในประเทศเปรูอยู่ในระดับต่ำ โดยทั่ว ๆ ไปอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงในซีกโลกใต้จะสูงกว่าปกติ 2 – 3 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่นำมาใช้กำหนดขนาดของเอลนีโญ ซึ่งรวมถึงตำแหน่งของแอ่งน้ำอุ่น (warm pool) ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร บริเวณพื้นผิวมหาสมุทรซึ่งปกคลุมด้วยแอ่งน้ำอุ่นที่ผิดปกติ หรือความลึก (ปริมาตร) ของแอ่งน้ำอุ่นนั้น ยิ่งแอ่งน้ำอุ่นมีอาณาบริเวณกว้างและมีปริมาตรมากปรากฏการณ์จะยิ่งมีความรุนแรงเพราะจะมีความร้อนมหาศาลซึ่งจะมีผลต่อบรรยากาศเหนือบริเวณนั้น ในกรณีที่เอลนีโญมีกำลังอ่อนบริเวณน้ำอุ่นมักจะจำกัดวงแคบอยู่เพียงแค่ชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาใต้ แต่กรณีเอลนีโญขนาดรุนแรงบริเวณที่มีน้ำอุ่นผิดปกติจะแผ่กว้างปกคลุมทั่วทั้งตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร

สถิติการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ

ในระยะ 50 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ พ.ศ. 2494 – 2543) มีปรากฏการณ์เอลนีโญเกิดขึ้น 15 ครั้ง ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนีโญในปีต่าง ๆ

พ.ศ.	ความรุนแรงของเอลนีโญ	พ.ศ.	ความรุนแรงของเอลนีโญ
2494	อ่อน	2520 – 2521	อ่อน
2496	อ่อน	2522 – 2523	อ่อน
2500 – 2502	รุนแรง	2525 – 2526	รุนแรง
2506	อ่อน	2529 – 2531	ปานกลาง
2508 – 2509	ปานกลาง	2533 – 2536	รุนแรง
2511 – 2513	ปานกลาง	2537 – 2538	ปานกลาง
2515 – 2516	รุนแรง	2540 – 2541	รุนแรง
2519	อ่อน		

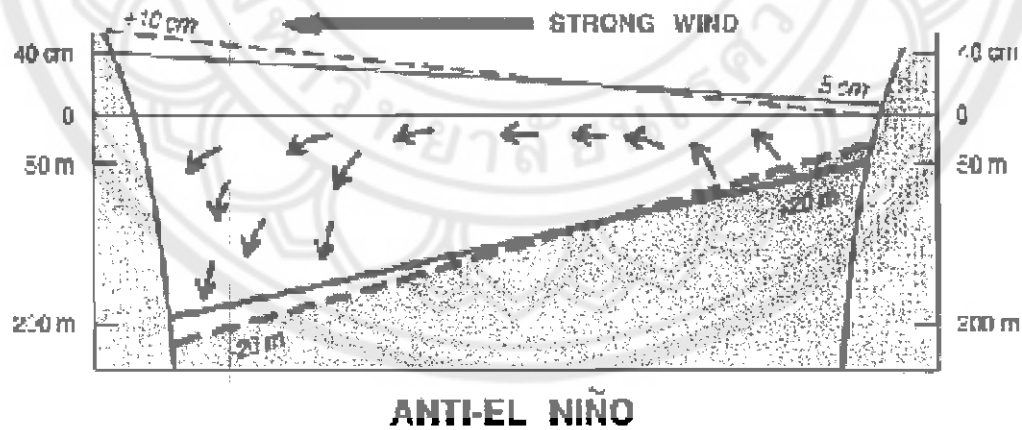
2.5.1.4 ผลกระทบของเอลนีโญต่อปริมาณฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย

จากการศึกษาสภาวะฝนและอุณหภูมิของประเทศไทยในปีเอลนีโญ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่า composite percentile ของปริมาณฝน และ composite standardized ของอุณหภูมิในปีเอลนีโญ จากข้อมูลปริมาณฝนและอุณหภูมิรายเดือน ในช่วงเวลา 50 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2494 - 2543 พบว่าในปีเอลนีโญปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ (rainfall Index น้อยกว่า 50) โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน และพบว่าเอลนีโญขนาดปานกลางถึงรุนแรงมีผลกระทบทำให้ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติมากขึ้น สำหรับอุณหภูมิปรากฏว่าสูงกว่าปกติทุกฤดูในปีเอลนีโญ โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน และสูงกว่าปกติมากขึ้นในกรณีที่เอลนีโญมีขนาดปานกลางถึงรุนแรง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าในช่วงกลางและปลายฤดูฝน ไม่สามารถหาข้อสรุปเกี่ยวกับสภาวะฝนในปีเอลนีโญได้ชัดเจน นั่นคือ ปริมาณฝนของประเทศไทยมีโอกาสเป็นไปได้ทั้งสูงกว่าปกติและต่ำกว่าปกติหรืออาจกล่าวได้ว่าช่วงกลางและปลายฤดูฝน เป็นระยะที่เอลนีโญมีผลกระทบต่อปริมาณฝนของประเทศไทยไม่ชัดเจน

จากผลการศึกษาพอสรุปได้กว้างๆว่า หากเกิดเอลนีโญปริมาณฝนของประเทศไทยมีแนวโน้มว่าจะต่ำกว่าปกติ โดยเฉพาะฤดูร้อนและต้นฤดูฝน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าปกติ เฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เอลนีโญมีขนาดรุนแรง ผลกระทบดังกล่าวจะชัดเจนมากขึ้น

2.5.2 ปรากฏการณ์ลานีญา (La Nina) (อ้างอิงจาก:www.tmd.go.th)

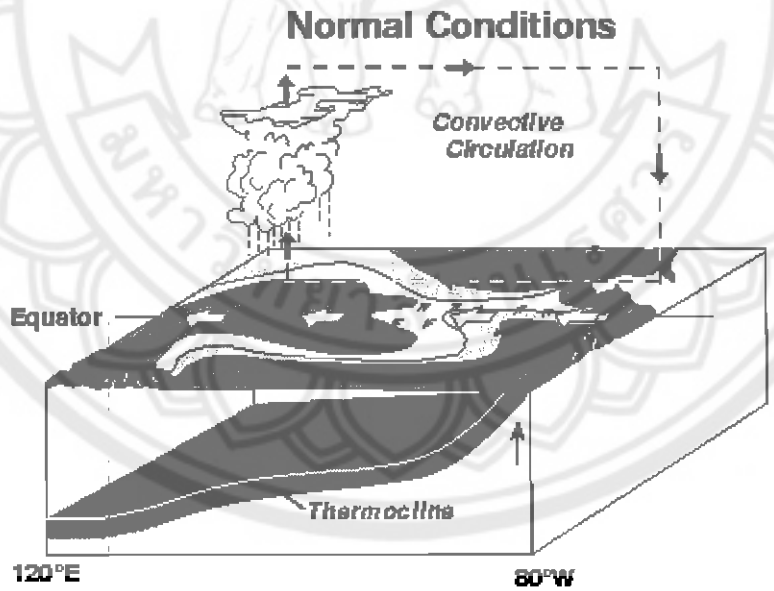
ปรากฏการณ์ลานีญา เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตรในมหาสมุทรแปซิฟิกกลางและตะวันออกมีค่าต่ำกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่เป็นประจำในแปซิฟิกเขตร้อนทางซีกโลกใต้ (ละติจูดที่ 0-30 องศาใต้) มีกำลังแรงกว่าปกติ จึงพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกไปสะสมอยู่ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกมากยิ่งขึ้น ทำให้ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกซึ่งแต่เดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกอยู่แล้ว กลับยิ่งมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกมากขึ้นไปอีก มีผลทำให้ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกมีปริมาณฝนตกมากขึ้น ขณะที่ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกมีความแห้งแล้งมากขึ้นเช่นกัน ลานีญาจะเกิดโดยเฉลี่ย 5-6 ปีต่อครั้ง และเกิดแต่ละครั้งกินเวลานานประมาณ 1 ปี



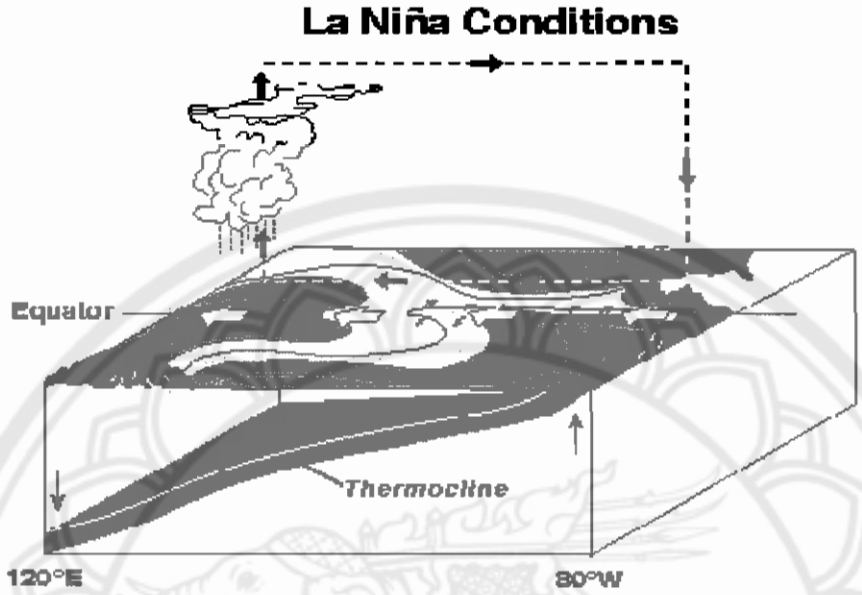
รูปที่ 2.11 ระดับน้ำทะเลในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา บริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ด้านซ้าย) และฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ด้านขวา) (เส้นทึบ เป็นระดับน้ำในสภาพปกติ, เส้นประ เป็นระดับน้ำในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา)

2.5.2.1 การเกิดลานีญา

ปกติลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนหรือแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรจะพัดพาน้ำอุ่นจากทางตะวันออกของมหาสมุทรไปสะสมอยู่ทางตะวันตก ซึ่งทำให้มีการก่อตัวของเมฆและฝนบริเวณด้านตะวันตกของแปซิฟิกเขตร้อน ส่วนแปซิฟิกตะวันออกหรือบริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์และเปรูมีการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างขึ้นไปยังผิวน้ำซึ่งทำให้บริเวณดังกล่าวแห้งแล้ง สถานการณ์เช่นนี้เป็นลักษณะปกติเราจึงเรียกว่าสภาวะปกติหรือสภาวะที่ไม่ใช่เอลนีโญ (รูปที่ 2.12) แต่มีบ่อยครั้งที่สถานการณ์เช่นนี้ถูกมองว่าเป็นได้ทั้งสภาวะปกติและลานีญา อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารูปแบบของสภาวะลานีญา (รูปที่ 2.13) จะเห็นได้ว่าปรากฏการณ์ลานีญามีความแตกต่างจากสภาวะปกติ

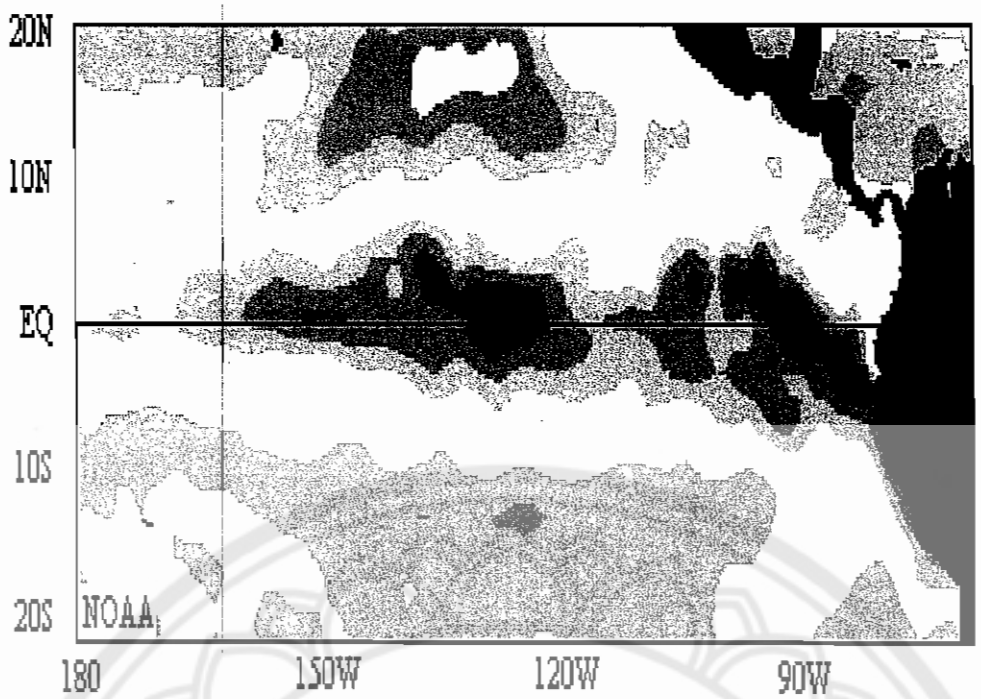


รูปที่ 2.12 สภาวะปกติก่อนการเกิดปรากฏการณ์ลานีญา (ที่มา : PMEL/NOAA)



รูปที่ 2.13 สภาวะปกติเกิดปรากฏการณ์ลานีญา (ที่มา : PMEL/NOAA)

นั่นคือ ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกเขต ร้อนมีกำลังแรงมากกว่าปกติและพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากตะวันออกไปสะสมอยู่ทางตะวันตกมากยิ่งขึ้น ทำให้บริเวณแปซิฟิกตะวันตก รวมทั้งบริเวณตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย ซึ่งเดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าทางตะวันออกอยู่แล้วยิ่งมีอุณหภูมิน้ำทะเลสูงขึ้นไปอีก อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้นส่งผลให้อากาศเหนือบริเวณดังกล่าวมีการลอยตัวขึ้นและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝน ส่วนแปซิฟิกตะวันออกนอกฝั่งประเทศเปรูและเอกวาดอร์นั้นขบวนการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างไปสู่ผิวน้ำ (upwelling) จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องและรุนแรง อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลจึงลดลงต่ำกว่าปกติ เช่น ลานีญาที่เกิดขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2531 – 2532 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณดังกล่าวต่ำกว่าปกติประมาณ 4 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2.14)



รูปที่ 2.14 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากค่าปกติ (ที่มา : CDC/NOAA)

สถิติการเกิดปรากฏการณ์ลานีญา

ในระยะ 50 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ พ.ศ. 2494 – 2543) มีปรากฏการณ์ลานีญาเกิดขึ้น 9 ครั้ง ดังนี้

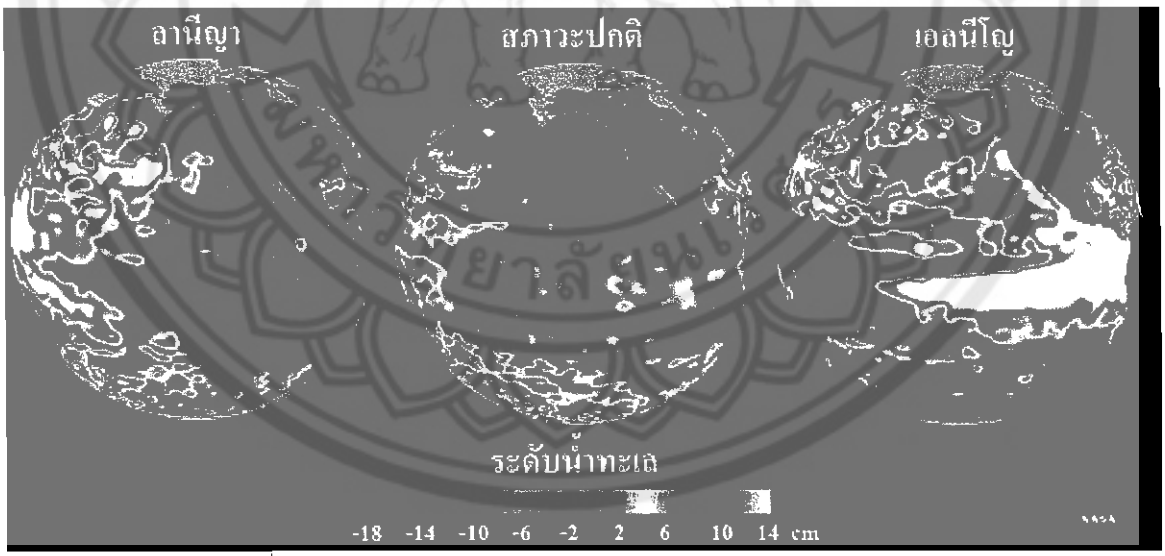
ตารางที่ 2.5 ความรุนแรงของการเกิดปรากฏการณ์ลานีญา

พ.ศ.	ความรุนแรงของลานีญา	พ.ศ.	ความรุนแรงของลานีญา
2497 - 2499	รุนแรง	2531 – 2532	รุนแรง
2507 – 2508	ปานกลาง	2538 – 2539	อ่อน
2513 – 2514	ปานกลาง	2541 – 2544	รุนแรงในฤดูหนาว พ.ศ. 2541 – 2543
2516 – 2519	รุนแรง		ปานกลางในช่วง พ.ศ. 2543 - 2544
2526 – 2527	อ่อน		
2527 – 2528	อ่อน		

2.5.2.2 ผลกระทบของลานีญาต่อปริมาณฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย

(อ้างอิง:www.tmd.go.th)

จากการศึกษาสภาวะฝนและอุณหภูมิของประเทศไทยในปีเอลนีโญ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่า composite percentile ของปริมาณฝน และ composite standardized ของอุณหภูมิในปีเอลนีโญ จากข้อมูลปริมาณฝนและอุณหภูมิรายเดือน ในช่วงเวลา 50 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2494 ถึง 2543 พบว่าในปีลานีญาปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน เป็นระยะที่ลานีญามีผลกระทบต่อสภาวะฝนของประเทศไทยชัดเจนกว่าช่วงอื่น และพบว่าในช่วงกลางและปลายฤดูฝนลานีญามีผลกระทบต่อสภาวะฝนของประเทศไทยไม่ชัดเจน สำหรับอุณหภูมิปรากฏว่าลานีญามีผลกระทบต่ออุณหภูมิในประเทศไทยชัดเจนกว่าฝน โดยทุกภาคของประเทศไทยมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติทุกฤดู และพบว่าลานีญาที่มีขนาดปานกลางถึงรุนแรงส่งผลให้ปริมาณฝนของประเทศไทยสูงกว่าปกติมากขึ้น ขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติมากขึ้น



รูปที่ 2.15 ภาพเปรียบเทียบโลกที่อยู่ในสภาวะต่างๆ

2.6 สภาวการณ์โลกร้อน (Global Worming)(อ้างอิงจาก: www.tmd.go.th)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) เป็นปรากฏการณ์สืบเนื่องจากการที่โลก ไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างที่เคยเป็น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาอุณหภูมิดังกล่าวสูงขึ้นเพียงไม่กี่องศา แต่ก็ทำให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างรุนแรง สภาวะดังกล่าวเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate Change) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการถกเถียงกันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เนื่องจากโลกได้มีการเปลี่ยนสภาพอากาศมาแล้วนับไม่ถ้วน ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาหลายแสนปี แต่ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์แทบทั้งหมดเชื่อว่า มนุษย์มีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวขึ้นและเป็นที่แน่ชัดว่ากิจกรรมของมนุษย์มีส่วนเร่งให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวให้มีความรุนแรงกว่าที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ สังเกตได้จากอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุหลักของปัญหานี้ มาจาก ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก มีความสำคัญกับโลกเพราะก๊าซจำพวกคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีเทน จะกักเก็บความร้อนบางส่วนไว้ในในโลก ไม่ให้สะท้อนกลับสู่บรรยากาศทั้งหมดมิฉะนั้น โลกจะกลายเป็นแบบดวงจันทร์ ที่ตอนกลางคืนหนาวจัด (และตอนกลางวันร้อนจัดเพราะไม่มีบรรยากาศกรองพลังงานจากดวงอาทิตย์) ซึ่งการทำให้โลกอุ่นขึ้นเช่นนี้คล้ายกับหลักการของเรือนกระจก (ที่ใช้ปลูกพืช) จึงเรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect)

แต่การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของ CO_2 ที่ออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ หรือการกระทำใดๆที่เผาเชื้อเพลิงฟอสซิล (เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอน) ส่งผลให้ระดับปริมาณ CO_2 ในปัจจุบันสูงเกิน 300 ppm (300 ส่วน ใน ล้านส่วน) เป็นครั้งแรกในรอบกว่า 6 แสนปี ซึ่ง คาร์บอนไดออกไซด์ที่มากขึ้นนี้ได้เพิ่มการกักเก็บความร้อนไว้ในโลกของเรามากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็น ภาวะโลกร้อน ดังเช่นปัจจุบัน

ภาวะโลกร้อนภายในช่วง 10 ปีนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 มานี้ ได้มีการบันทึกถึงปีที่มีอากาศร้อนที่สุดถึง 3 ปีคือ ปี พ.ศ. 2533, พ.ศ.2538 และปี พ.ศ. 2540 แม้ว่าพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังมีความไม่แน่นอนหลายประการ แต่การถกเถียงวิพากษ์วิจารณ์ได้เปลี่ยนหัวข้อจากคำถามที่ว่า "โลกกำลังร้อนขึ้นจริงหรือ" เป็น "ผลกระทบจากการที่โลกร้อนขึ้นจะส่งผลร้ายแรงและต่อเนื่องต่อสิ่งที่มีชีวิตในโลกอย่างไร" ดังนั้น ยิ่งเราประวิงเวลาลงมือกระทำการแก้ไขออกไปเพียงใด ผลกระทบที่เกิดขึ้นก็จะยิ่งร้ายแรงมากขึ้นเท่านั้น และบุคคลที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุดก็คือ ลูกหลานของพวกเราเอง

2.6.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพิ่งจะได้รับความสนใจอย่างจริงจังเมื่อไม่นานมานี้เองซึ่งส่วนใหญ่แล้ว จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอดีต เช่น สาเหตุที่ทำให้เกิดยุคน้ำแข็ง ซึ่งปัจจุบัน ยังหาข้อสรุปถึงสาเหตุที่แน่นอนไม่ได้ อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ต่างเห็นพ้องกันว่าการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเป็นเรื่องในอดีต ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ยาวนานมากตามจุดทางธรณีวิทยา และระยะเวลา 10 - 20 ปี ที่ผ่านมานี้ พบว่า ค่าของธาตุประกอบภูมิอากาศที่ตรวจวัดได้แตกต่างไปจากค่าปกติทางสถิติ สรุปได้ว่าตามธรรมชาติแล้ว ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาที่ผ่านไป นั่นคือ ไม่สามารถที่จะกล่าวได้อีกแล้วว่า ภูมิอากาศคงที่แต่กล่าวได้ว่า ภูมิอากาศมิได้อยู่นิ่ง ยิ่งกว่านั้น ไม่เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสนใจ และรับทราบถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกเช่นเดียวกัน สาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ และเมื่อภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปแล้ว จะมีผลกระทบต่อไปในอนาคตอย่างไร เหตุผลที่ทำให้มนุษย์ให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ สรุปได้ดังนี้

- จากรายละเอียดการเกิดภูมิอากาศในอดีต ชี้ให้เห็นว่าภูมิอากาศผันแปรอยู่ตลอดเวลาและเชื่อว่าภูมิอากาศในอนาคตจะแตกต่างจากปัจจุบัน
- จากการวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมของมนุษย์ และอิทธิพลของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมชี้ให้เห็นว่ามนุษย์มีส่วนทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่ได้ตั้งใจ
- จากหลักฐานที่ตรวจวัดได้ พบว่า อย่างน้อยที่สุดมีบางลักษณะที่บ่งบอกว่า ภูมิอากาศของโลกผันแปรมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในฤดูหนาวของปีหนึ่งสูงกว่าในฤดูหนาวที่ผ่านมาหรือพบว่า ในฤดูร้อนของปีหนึ่งเกิดความแห้งแล้งมากที่สุด เท่าที่เคยเป็นมาในอดีต สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ไม่ใช่ข้อพิสูจน์ว่าภูมิอากาศกำลังเปลี่ยนแปลง จากหลักฐานการบันทึกสภาพอากาศที่ผิดปกติในอดีตที่ผ่านมา ไม่สามารถนำมาเป็นตัวกำหนดสภาพภูมิอากาศของโลกในอนาคตได้ ข้อมูลหลาย ๆ ปี ที่ผ่านมาเป็นเพียงเครื่องชี้ถึงแนวโน้มภูมิอากาศเท่านั้น ซึ่งยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ในระหว่างนักวิทยาศาสตร์บรรยากาศเนื่องจาก ค่าธาตุประกอบภูมิอากาศที่ตรวจอากาศที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือ ย้อนหลังขึ้นไปได้อย่างมากที่สุดเพียง 200 ปี เท่านั้น นั่นคือ นักวิทยาศาสตร์ทราบถึงลักษณะภูมิอากาศ หรือการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศก่อนหน้านี้ได้

แม้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิของโลกจะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อเป็นทอด ๆ และจะมีผลกระทบกับโลกในที่สุด ขณะนี้ผลกระทบดังกล่าวเริ่มปรากฏให้เห็นแล้วทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ การละลายของน้ำแข็งทั่วโลก ทั้งที่เป็นธารน้ำแข็ง (glaciers)แหล่งน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก และในกรีนแลนด์ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งน้ำแข็งที่ใหญ่ที่สุดในโลกน้ำแข็งที่ละลายนี้จะไปเพิ่มปริมาณน้ำในมหาสมุทรเมื่อประกอบกับอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงขึ้นน้ำก็จะมีการขยายตัวร่วมด้วยทำให้ปริมาณน้ำในมหาสมุทรทั่วโลกเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นมากส่งผลให้เมืองสำคัญๆที่อยู่ริมมหาสมุทรตกอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลทันที

ผลกระทบที่เริ่มเห็นได้อีกประการหนึ่งคือ การเกิดพายุหมุนที่มีความถี่มากขึ้น และมีความรุนแรงมากขึ้นด้วย สาเหตุอาจอธิบายได้ในแง่พลังงานกล่าวคือ เมื่อมหาสมุทรมีอุณหภูมิสูงขึ้นพลังงานที่พายุได้รับก็มากขึ้นไปด้วย ส่งผลให้พายุมีความรุนแรงกว่าที่เคย

นอกจากนั้น สภาวะโลกร้อนยังส่งผลให้บางบริเวณในโลกประสบกับสภาวะแห้งแล้งอย่างอย่างไม่เคยมีมาก่อน เช่น ขณะนี้ได้เกิดสภาวะโลกร้อนรุนแรงขึ้นอีกเนื่องจากต้นไม้ในป่าที่เคยทำหน้าที่ดูดกลืนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ล้มตายลงเนื่องจากขาดน้ำ นอกจากจะไม่ดูดกลืนแก๊สต่อไปแล้ว ยังปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากกระบวนการย่อยสลายด้วย และยังมีสัญญาณเตือนจากภัยธรรมชาติอื่น ๆ อีกมา ซึ่งหากเราสังเกตดี ๆ จะพบว่าเป็นผลจากสภาวะนี้ไม่น้อย

2.6.2 ตัวอย่างของผลกระทบทางตรง (direct effect)

เมื่อโลกร้อนขึ้นก็จะทำให้หลายส่วนของโลกเกิดภาวะแห้งแล้ง เกิดไฟป่าขึ้น รวมถึงมนุษย์บุกรุกทำลายป่าเพื่อแสวงหาที่ทำกินเพิ่มขึ้นทดแทนพื้นที่ที่แห้งแล้งหรือขาดความอุดมสมบูรณ์ ทำให้ป่าไม้ที่เคยเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเพิ่มออกซิเจนให้กับโลกหรือเป็นปอดของโลกลดลงอย่างรวดเร็ว ไฟป่าที่เพิ่มขึ้นก็จะเผาผลาญป่าไม้ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นในชั้นบรรยากาศของโลก เป็นวงจรที่ไม่สิ้นสุด และยังทำให้พื้นดินบริเวณดังกล่าวแห้งแล้งและอาจเปลี่ยนเป็นทะเลทรายได้อีกด้วย

เมื่อโลกร้อนขึ้นจะทำให้น้ำแข็งละลายในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อยๆ และมีน้ำแข็งเหลืออยู่ในฤดูหนาวน้อยลงก็จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูหนาวสูงขึ้น เกิดเป็นน้ำแข็งใหม่น้อยลง ทำให้เป็นไปได้ว่าในฤดูร้อนของปี ค.ศ. 2030 บริเวณขั้วโลกเหนือจะไม่มีจะน้ำแข็งเหลืออยู่เลย ซึ่งจะมีผลต่อการเกิดน้ำแข็งในฤดูหนาวอย่างแน่นอน

ปกติแล้วน้ำแข็งบนพื้นดินและในมหาสมุทรจะสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์กลับสู่อวกาศได้ถึง 90% แต่เมื่อโลกร้อนขึ้น น้ำแข็งก็จะละลายมากขึ้น และน้ำแข็งที่เหลืออยู่ก็จะสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ได้น้อยลง เมื่อเป็นเช่นนี้อุณหภูมิของโลกก็จะสูงขึ้นไปอีก เกิดเป็นวัฏจักรที่น้ำแข็งละลายเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.6.3 ตัวอย่างของผลกระทบทาง อ้อม (indirect effect)

เมื่อน้ำแข็งในบริเวณมหาสมุทรอาร์กติกและเกาะกรีนแลนด์ละลายมากขึ้นเนื่องจากภาวะโลกร้อน ทำให้ความเค็มของน้ำทะเลลดลง ความเข้มข้นของน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลง น้ำทะเลเบาขึ้นและลอยนิ่งอยู่ที่ผิวน้ำ ทำให้วัฏจักรของกระแสน้ำอุ่นแอตแลนติกที่ให้ความอบอุ่นกับซีกโลกเหนืออาจจะหยุดไหลได้และถ้าเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นจริงซีกโลกเหนือก็จะกลับสู่ยุคน้ำแข็งอีกครั้ง

เมื่อโลกร้อนขึ้น อัตราการระเหยของน้ำบนดินและในมหาสมุทรเพิ่มขึ้น ไอน้ำในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งไอน้ำนี้เองก็มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับก๊าซเรือนกระจกก็ยิ่งทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้นอีก ทั้งหมดนี้มีผลต่อความกดอากาศของโลกทำให้ในบางพื้นที่ที่แห้งแล้งก็เกิดฝนดก บางพื้นที่ที่เคยฝนตกก็เกิดภาวะแห้งแล้ง แม่น้ำ ลำน้ำแห้งผาก เปลี่ยนทิศทางเกิดฤดูกาลที่ผิดปกติไปทั่วโลก

2.7 การใช้ประโยชน์จากข้อมูลน้ำฝน

ข้อมูลน้ำฝนที่บันทึกได้ตามสถานีวัดน้ำฝนต่างๆ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม การใช้ประโยชน์ในทางตรงได้แก่ การนำข้อมูลน้ำฝนมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติของฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติสำคัญ 4 ประการ คือ ปริมาณฝน ระยะเวลาหรืออัตราการดก การกระจายของฝน และโอกาสที่จะเกิด ส่วนการใช้ประโยชน์ทางอ้อมคือ การใช้ข้อมูลนำฝนในการวิเคราะห์หาปริมาณและอัตราการไหลของน้ำท่า

ข้อมูลน้ำฝนที่วัดได้ ณ จุดที่ตั้งของสถานีน้ำฝนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาคุณสมบัติของฝนในลักษณะต่างๆ เช่น การวิเคราะห์หาโอกาสที่จะเกิดของฝน (frequency analysis) อัตราและระยะเวลาการตกของฝนที่โอกาสจะเกิดต่างๆ (intensity-duration-frequency curves) ปริมาณและระยะเวลาการตกของฝนบนพื้นที่ขนาดต่างๆ (depth-area-duration curves) นอกจากนี้คุณสมบัติของฝนในที่ต่างๆที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนยังสามารถนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจและการใช้ประโยชน์