

สภาพภูมิอากาศ

จํานง . แก้วพะญา
กองภูมิอากาศ
กรมอุตุนิยมวิทยา
กรกฎาคม 2543

CHAMNONG KAECHADA
CLIMATOLOGY DIVISION
METEOROLOGICAL DEPARTMENT
JULY 2000

8. สภาพภูมิอากาศ

โดย

ชำนาญ แก้วชะญา
กองภูมิอากาศ
กรมอุตุนิยมวิทยา



พิมพ์และจัดพิมพ์โดยกรมอุตุนิยมวิทยา

สารบัญ

	หน้า
8.1 บทนำ	1
8.2 ภาวะโลกร้อน	2
8.2.1 ภาวะเรือนกระจกและก๊าซเรือนกระจก	2
8.2.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ	3
8.2.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน	4
8.2.4 อนุสัญญาแห่งสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	7
8.2.5 การสร้างแบบจำลองของสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก โดยใช้ General Circulation Models (GCMs)	9
8.3 ปรากฏการณ์ เอล นีโญ (เอล นีโญ/ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้)	10
8.3.1 ปรากฏการณ์ เอล นีโญ	10
8.3.2 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ 2540	13
8.3.3 ปรากฏการณ์ ลา นีญา	19
8.4 การลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์	22
8.4.1 การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ระดับพื้นดิน	22
8.4.2 ผลกระทบที่มีต่อสุขภาพโดยตรงจากการเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ต	24
8.4.3 การบรรเทาการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์	25
8.5 การวางแผนและการปฏิบัติที่กลมกลืนกับลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ	25
8.5.1 ชีวอุณหภูมิตามวิทยาและชีวภูมิอากาศวิทยา	26
8.5.2 การออกแบบอาคารและการวางผังเมือง	27
8.5.3 การลดภัยพิบัติ	28
8.5.4 ระบบการเผื่อเส้นทางอนามัยเนื่องจากความร้อน	29
8.5.5 ความมั่นคงด้านอาหาร สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน	30
8.6 บทสรุป	31

8. สภาพภูมิอากาศ

8.1 บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีมานานแล้วว่า ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความอยู่ดีกินดีของมนุษย์ เนื่องจากภูมิอากาศเป็นทรัพยากรที่จำเป็นอย่างหนึ่งสำหรับสิ่งมีชีวิต ตลอดช่วงอายุของมนุษย์ได้มีการปรับตัวให้เข้ากับทรัพยากรชนิดนี้ตลอดเวลา เช่น การสร้างที่กำบัง การผลิตอาหาร การใช้พลังงานตลอดจนวิธีการดำเนินชีวิต เพื่อให้กลมกลืนกับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมทั่วไป ทำให้ความต้องการและผลผลิตของมนุษย์มีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนผิวพื้นโลกรวมทั้งมนุษย์ต่างมีการปรับตัวทางชีววิทยาให้เข้ากับภูมิอากาศในท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ แต่มนุษย์มีความสามารถพิเศษเหนือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ คือ สามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยเจตนาได้ ดังนั้น พฤติกรรม สังคมมนุษย์ และสิ่งก่อสร้าง ต่างก็ปรับตัวให้เข้ากับภูมิอากาศท้องถิ่นทั้งสิ้น เมื่อไม่นานมานี้เอง เกิดความผันแปรทางภูมิอากาศที่เห็นได้ชัดว่า กระทบกระเทือนต่อลมฟ้าอากาศโลก เช่น ปรากฏการณ์ เอล นินโญ ปี 2540/41 ที่มีผลกระทบอย่างมากต่อลมฟ้าอากาศทั่วโลก นำมาซึ่ง ความแห้งแล้ง ฝนตกหนักและภาวะน้ำท่วม และการเกิดโรคระบาด ปัจจุบันพบว่า มนุษย์มีอิทธิพลต่อภูมิอากาศที่สามารถมองเห็นได้ จึงได้มีการคาดหมายถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่สำคัญที่จะเกิดขึ้นในอีก 100 ปีข้างหน้า ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้ที่สุดในทางภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงเช่นว่่นี้ ได้ให้ความสนใจถึงผลของลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศที่จะเกิดตามมาที่จะมีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ซึ่งยังมีความไม่แน่นอนอยู่มากว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอย่างไร

โดยทั่วไป ลมฟ้าอากาศ หมายถึง อากาศที่เป็นอยู่วันต่อวัน ส่วนภูมิอากาศ หมายถึง ลมฟ้าอากาศเฉลี่ยและความผันแปรของลมฟ้าอากาศในระยะยาว มนุษย์รับรู้สภาพลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ จากความร้อนหรือหนาวเย็น ชื้นหรือแห้งแล้ง สภาพลมฟ้าอากาศที่รุนแรงมากๆ จะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดผลกระทบทางลบที่รุนแรงมากต่อสุขภาพอนามัยและความผาสุกของมนุษย์ เช่น การเกิดพายุไซโคลนและภาวะน้ำท่วมที่ทำให้มีผู้เสียชีวิตนับพันคนทุกปี ลักษณะลมฟ้าอากาศที่ไม่รุนแรงมากก็มีผลกระทบที่สำคัญต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์เช่นกัน เช่น สภาพลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อระดับภาวะมลพิษทางอากาศภายในเมือง ปริมาณฝนที่ตกมากขึ้นอาจทำให้ยูงที่เป็นตัวนำโรคไข้มาเลเรียในท้องถิ่นนั้นเพิ่มจำนวนขึ้นได้

ความสัมพันธ์ระหว่างลมฟ้าอากาศกับโรค เห็นได้จากโรคจำนวนมากเกิดขึ้นตามฤดูกาล เมื่อต้นศตวรรษนี้เอง พบว่า โรคท้องร่วงในฤดูร้อนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เด็กในทวีปยุโรปเสียชีวิตจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันการเสียชีวิตเนื่องจากแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคท้องร่วงในแต่ละปีส่วนใหญ่จำกัดอยู่เฉพาะในประเทศที่ยากจนเท่านั้น สำหรับในประเทศเขตร้อนที่ประชากรยังคงอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลสำหรับทำการ

เกณฑ์นั้น จะทำให้แหล่งอาหารและสถานภาพทางโภชนาการเป็นไปตามฤดูกาลเช่นกัน ฤดูที่ฝนตกชุก จัดได้ว่า เป็นฤดูที่เกิดความหิวโหย เนื่องจากการเก็บเกี่ยวพืชผลสิ้นสุดลง นอกจากนี้ ฤดูฝนยังได้รับการพิจารณาว่าเป็น ฤดูที่มีผู้ล้มป่วยมากขึ้น เพราะภาวะการขาดอาหาร ทำให้มีความอ่อนไหวต่อการเกิดโรคติดต่อมากขึ้น

โดยทั่วไป นักระบาดวิทยามองอิทธิพลของลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ว่า เป็นฉากหลังทางธรรมชาติอย่างหนึ่งของชีวิต ซึ่งไม่เพียงแต่ความผันแปรตามธรรมชาติเท่านั้นที่ไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์หรือตามการควบคุมของมนุษย์ แต่ความสัมพันธ์กับสุขภาพอนามัยตามปกติก็ศึกษาได้เฉพาะในระดับสังคมหรือประชากรโดยรวมทั้งหมดเท่านั้น ขณะที่การวิจัยสมัยใหม่เกี่ยวกับโรคระบาดได้ให้ความสนใจในการศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคในระดับบุคคล (เช่น การสูบบุหรี่ การดื่มเหล้า อาหาร ชนิดของงาน) ด้วยเหตุนี้จึงมีสิ่งกระตุ้นให้นักระบาดวิทยาศึกษาถึงอิทธิพลของลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตาม เมื่อไม่นานมานี้เอง การคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้นำไปสู่ความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ในด้านนี้เพิ่มมากขึ้น

8.2 ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อนหรือภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงได้ คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น มีหลักฐานว่า มนุษย์ทำให้สิ่งแวดล้อมโดยรวมเป็นบริเวณกว้างเปลี่ยนแปลงไปหลายพันปีมาแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการใช้ไฟหรือการปล่อยให้สัตว์กินหญ้ามากเกินไป ต่างก็มีผลทางลบต่อปริมาณและการกระจายของพืช ทำให้สิ่งปกคลุมดินเปลี่ยนแปลงไป เป็นเหตุให้ปัจจัยทางภูมิอากาศที่สำคัญ เช่น พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ที่ผิวพื้นโลกได้รับ อัตราการระเหยน้ำ และลมผิวพื้นเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จะเห็นได้ว่าไม่เพียงแต่มนุษย์สมัยใหม่เท่านั้นที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง แต่อาจกล่าวได้ว่า มนุษย์มีส่วนทำให้ภูมิอากาศกระทบกระเทือนอย่างต่อเนื่องตลอดมาตั้งแต่มนุษย์ค้นพบการใช้ไฟ

8.2.1 ภาวะเรือนกระจกและก๊าซเรือนกระจก

ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) หมายถึง การที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมายังผิวพื้นโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกคายออกไปไม่ให้หลุดออกนอกบรรยากาศ จากนั้นตัวบรรยากาศเองจะแผ่รังสีความร้อนออกมาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งรังสีความร้อนเหล่านี้ส่วนหนึ่งจะหลุดหายไปสู่อวกาศแต่อีกส่วนหนึ่งจะกลับลงสู่บรรยากาศชั้นล่างและผิวพื้นโลก ทำให้ผิวพื้นโลกยังคงร้อนแม้ว่าจะเป็นช่วงเวลากลางคืนก็ตาม เป็นการควบคุมอุณหภูมิของโลกให้คงที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต (ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ, 2541) บรรยากาศจึงเปรียบเสมือนผ้าห่ม

ผืนใหญ่ที่คลุมโลกไว้ ถ้าหากปราศจากผ้าห่มธรรมชาติผืนนี้แล้ว พื้นผิวโลกจะเย็นกว่าปกติประมาณ 30°C ก๊าซสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศและยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านทะลุได้แต่ดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกคายออกไปได้ดี คือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ก๊าซต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติและผสมอยู่ในบรรยากาศไม่ถึงร้อยละ 0.1 (ไม่รวมไอน้ำ) นอกจากนี้ยังมีก๊าซที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นและมีคุณสมบัติเหมือนก๊าซต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว คือ ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ สาร CFCs เรียกก๊าซต่างๆ ที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกเหล่านี้รวมกันว่า “ก๊าซเรือนกระจก” (Greenhouse Gasses)

ในชั้นบรรยากาศของโลกที่ประกอบด้วยก๊าซต่างๆ หลายชนิด ก๊าซแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นและลดลง ตามคุณสมบัติทางเคมีของก๊าซแต่ละชนิด ก๊าซบางชนิดสามารถสะสมอยู่ในบรรยากาศได้นานหลายร้อยปี บางชนิดสะสมอยู่ได้ในเวลาเพียงไม่กี่ปีก็สลายไป ก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจะเป็นก๊าซที่สะสมอยู่ในบรรยากาศได้นานหลายปี

8.2.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ

จากการศึกษาของ McMichael et al. (1996) พบว่า พร้อมๆ กับการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทางด้านอุตสาหกรรม ตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา ได้มีการใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ (Fossil Fuels) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นจำนวนมากตามไปด้วย ซึ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านี้ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มสูงมากขึ้น นอกจากนี้ การตัดไม้ทำลายป่า ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มนุษย์ มีส่วนทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มสูงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่าในเขตร้อนที่มีมากที่สุด ไม่ว่าเพื่อใช้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ เพื่อทำการเกษตร หรือเพื่อความสะดวกในการชักลากซุงเพื่อการค้าก็ตาม แม้ว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากที่มนุษย์ปล่อยสู่บรรยากาศ บางส่วนจะถูกพืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และบางส่วนจะถูกฝนชะกลับลงไปแล้วละลายอยู่ในมหาสมุทร แต่เชื่อกันว่าจะยังคงเหลือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตกค้างอยู่ในบรรยากาศอีกจำนวนมาก จากการศึกษา พบว่า ตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 19 จนถึงปี ค.ศ. 1990 มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นประมาณ ร้อยละ 25

ถ้าหากการใช้เชื้อเพลิงต่างๆ เหล่านี้ ยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอัตราที่คาดหมายไว้แล้ว การประเมินในปัจจุบัน ระบุว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในบรรยากาศขณะนี้ 350 ppm (ส่วนในล้านส่วน) จะเพิ่มขึ้นถึง 400 ppm ในประมาณปี ค.ศ. 2000 และจะสูงถึง 600 ppm ในครึ่งหลังของศตวรรษหน้า การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในลักษณะนี้ จะทำให้ภาวะเรือนกระจกรุนแรงมากขึ้น และสามารถตรวจวัดได้ดีกว่าในอดีตที่ผ่านมา ถ้ากำหนดให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศสูงถึงระดับที่คาดหมายไว้แล้ว แบบจำลองที่คาดว่าต่อไปได้มากที่สุดพยากรณ์ว่า อุณหภูมิผิวพื้นโลกจะสูงขึ้น $1.5-4.5^{\circ}\text{C}$

การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิมากขนาดนี้ซึ่งตามประวัติศาสตร์ของมนุษย์ไม่เคยมีมาก่อน เรียกการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลักษณะนี้ว่า “ภาวะโลกร้อน” (Global Warming)

นอกจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้อุณหภูมิของโลกในอนาคตสูงขึ้นแล้ว เมื่อไม่นานมานี้ นักวิทยาศาสตร์ทางบรรยากาศ ยังพบว่า กิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวกับการอุตสาหกรรมและการเกษตร ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำให้ภูมิอากาศของโลกร้อนขึ้นด้วย เช่นเดียวกัน ก๊าซที่สำคัญ คือ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน

8.2.3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน

นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เชื่อว่า ภูมิอากาศโลกจะมีการเปลี่ยนแปลง แต่จะมากน้อยอย่างไรนั้น ยังไม่เป็นที่แน่ชัด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อนจะมีผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ ดังนี้

(1) ผลกระทบที่มีต่อลักษณะทางอุทกวิทยาและแหล่งน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและผลผลิต ซึ่งปัจจุบันพบว่า ยังมีประชากรประมาณ 1.3 พันล้านคนที่มีน้ำสะอาดไม่เพียงพอ และอีก 2 พันล้านคนยังไม่มีการสุขาภิบาล ประชากรเหล่านี้กระจายอยู่ทั่วโลก บางห้องที่ก็ประสบกับภาวะความแห้งแล้งที่รุนแรงอยู่แล้วในปัจจุบัน โดยเฉพาะในทวีปแอฟริกา การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน อาจทำให้ฤดูกาลของฝนเปลี่ยนแปลงไป คาดว่ากระบวนการระเหยและการกลั่นตัวของน้ำจะเร็วขึ้น ซึ่งหมายถึงว่า ฝนอาจตกบ่อยขึ้น แต่น้ำฝนจะระเหยเร็วขึ้นด้วย ทำให้ดินแห้งเร็วกว่าปกติในช่วงฤดูกาลเพาะปลูก ในบางประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศยากจน อาจประสบภาวะแห้งแล้งอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน หรือมีฉะนั้นปัญหาความแห้งแล้งจะรุนแรงกว่าเดิม ซึ่งอาจทำให้ปริมาณน้ำสะอาดลดลงจนถึงขั้นเป็นวิกฤตในสังคมได้ นักวิทยาศาสตร์ยังไม่มั่นใจมากพอถึงขนาดที่จะระบุว่า ภูมิอากาศของโลกจะมีความชุ่มชื้นมากขึ้นหรือแห้งแล้งมากขึ้น อย่างไรก็ตาม จากข้อเท็จจริงที่ว่าโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำอยู่แล้วเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจอันตรายนี่จะตามมาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อนจะชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(2) ผลกระทบที่มีต่อการผลิตอาหาร

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก ทำให้ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นตามไปด้วย คาดว่าประมาณ 30-40 ปีข้างหน้า ความต้องการอาหารของประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แม้ว่าตัวเลขนี้จะยังไม่แน่ชัด (อาจต้องการน้อยกว่านี้ เนื่องจากประชากรโลกเพิ่มขึ้นไม่มากอย่างที่คาดไว้) แต่ปัจจุบันก็มีหลักฐานต่างๆ ที่ชี้ชัดว่ากำลังมีการเพิ่มการผลิตอาหาร เช่น การขยายพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งนอกจากเพิ่มผลผลิตได้แล้ว ยังเป็นตัวอย่างที่สำคัญที่ทำให้ระบบนิเวศทางธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปได้ด้วย

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จะทำให้พื้นที่ทำการเกษตรและภูมิอากาศใหม่อาจจะเคลื่อนย้ายไปทางขั้วโลกเหนือและใต้ นอกจากนี้ ในบริเวณศูนย์สูตรคาดว่าภูมิอากาศใหม่จะเคลื่อนย้ายไปประมาณ 200-300 กิโลเมตรสำหรับทุกๆ 1°C ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น คาดว่าความแห้งแล้งที่เพิ่มขึ้นในหน้าร้อนบริเวณเส้น

ศูนย์สูตร จะทำให้ผลผลิตต่อไร่ลดลง ร้อยละ 10-30 และเป็นไปได้ที่แหล่งผลิตธัญพืชที่สำคัญ (เช่น ภาคตะวันตกตอนกลางของสหรัฐอเมริกา) จะประสบกับความแห้งแล้งและคลื่นความร้อนมากขึ้น แต่เขตการเกษตรที่อยู่นอกเขตร้อนก่อนไปทางขั้วโลก เช่น ทางเหนือประเทศแคนาดา ประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย รัสเซีย ญี่ปุ่น และทางใต้ของประเทศชิลีและอาร์เจนตินา อาจจะได้รับผลดีจากการที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร มาก-น้อย อย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับ ระบบการเกษตร (อาศัยธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียวหรือมีระบบการชลประทาน) ผลกระทบทางตรงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ หยาดน้ำฟ้า ช่วงระยะเวลาฤดูการเพาะปลูก ผลกระทบทางอ้อม เช่น การระบาดของโรคพืชต่างๆ ศัตรูพืชและวัชพืช ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตลดลง และในบางพื้นที่ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนจะเสี่ยงต่อความหิวโหยมากขึ้น แต่ถ้าหากมีการจัดการที่เหมาะสมแล้ว สามารถที่จะทำให้ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศลดความรุนแรงลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสามารถคาดหมายถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างแม่นยำ การจัดการที่เหมาะสมนั้นจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับ งบประมาณ ความสามารถของทั้งภาครัฐบาลและเอกชน เช่น การเปลี่ยนชนิดพืช ศึกษาค้นหาพันธุ์พืชใหม่ เปลี่ยนแปลงตารางการเพาะปลูก ปรับปรุงระบบการจัดการน้ำและการชลประทาน เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีการจะต้องใช้เงินทุนสูง

ผลกระทบที่มีต่อการผลิตอาหารอีกอย่างหนึ่ง คือ การประมง ถึงแม้ว่าผลผลิตจากการประมงน้ำเค็มโดยรวมทั้งโลกจะไม่เปลี่ยนแปลงก็ตาม แต่ศูนย์กลางการจับปลาจะเปลี่ยนไป ทั้งนี้ ปลาจะอพยพไปเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ น้ำทะเล และเส้นทางการอพยพของปลาจะเปลี่ยนไปด้วย การประมงในแถบละติจูดสูงๆ จะเพิ่มมากขึ้น ข้อดีของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อการประมง คือ ฤดูกาลที่ปลาจะมีชีวิตอยู่ได้ยาวนานขึ้น อัตราการตายของปลาตามธรรมชาติในฤดูหนาวน้อยลง และอัตราการเจริญเติบโตของปลาในแถบละติจูดสูงๆ เร็วมากขึ้น

(3) ผลกระทบที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

โดยภาพรวมของประชากรโลก พบว่า ประชากรโลกเพิ่มขึ้น การเสียชีวิตของเด็กและทารกในประเทศที่กำลังพัฒนาลดลง ถึงแม้ว่าการเสียชีวิตของเด็กและทารกจะลดลง แต่ปรากฏว่าได้มีโรคใหม่ๆ หรือการกลับมาเกิดใหม่ของตัวนำโรคติดต่อเพิ่มมากขึ้นและแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้าง เช่น ไข้สำ มาเลเรีย อหิวาตกโรค นอกจากนี้ ยังพบว่า แนวโน้มประชากรของประเทศกำลังพัฒนาจะอพยพเข้าไปอาศัยในเมืองมากขึ้น จากร้อยละ 25 ในปี ค.ศ. 1960 เป็นร้อยละ 50 ในปี ค.ศ. 2020 ซึ่งบางภูมิภาคอาจมากกว่านี้ การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่เพียงแต่จะทำให้ต้องเพิ่มการบริการ เช่น การสุขภาพและการจัดหาแหล่งน้ำให้เพียงพอแก่ประชาชนเท่านั้น แต่ยังจะนำไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในเมืองที่รุนแรงอีกด้วย เช่น ปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศ (ฝุ่นละออง สารตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์) การสุขภาพที่ไม่ดีและปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น มนุษย์จะเสียชีวิตเนื่องจากความร้อนเพิ่มมากขึ้น ตัวนำเชื้อโรคในเขตร้อนเพิ่มมากขึ้น ปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศภายในเมืองจะรุนแรงมากขึ้น ภูมิภาคที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ คือประเทศกำลังพัฒนาในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน ผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้มีศักยภาพที่จะเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียชีวิตได้ มีผลร้ายต่อชุมชน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพสูงขึ้นและทำให้วันทำงานได้ลดน้อยลง

จากแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลพื้นฐานอย่างง่าย ๆ คาดหมายว่า บริเวณที่มีโรคไข้มาเลเรียจะขยายกว้างขึ้นตามอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่จะเพิ่มขึ้น และจากการที่ IPCC คาดหมายว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้น 3-5°ซ (ระดับสูง) ในประมาณปี ค.ศ. 2100 นั้น ประชากรโลกที่จะอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีโรคมาเลเรียเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 45 เป็นร้อยละ 60 ในครึ่งหลังของศตวรรษหน้า และบริเวณที่ปัจจุบันนี้มีโรคมาเลเรียอยู่แล้วจะทวีความรุนแรงขึ้น นอกจากนี้ โรคระบาดบางอย่างที่ไม่ต้องอาศัยตัวนำโรคจะรุนแรงขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน เนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้นหรือน้ำท่วมมากขึ้น เช่น อหิวาตกโรค อย่างไรก็ตาม ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นนั้นยากที่จะประเมินได้ เพราะว่า ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยนั้น ขึ้นกับปัจจัยอย่างอื่นด้วย เช่น การอพยพย้ายถิ่น การจัดการสิ่งแวดล้อมภายในเมืองให้สะอาด การปรับปรุงการโภชนาการ การเพิ่มปริมาณน้ำดื่ม การปรับปรุงการสุขภาพบาล มาตรการการควบคุมโรคติดต่อ การเปลี่ยนแปลงความต้านทานของตัวนำโรคที่มีต่อยาฆ่าแมลง และการกระจายของสถานีอนามัย สุขภาพอนามัยของมนุษย์อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อาศัยอยู่ในเมือง เนื่องจากภายในเมืองมีที่ว่างจำกัด และเป็นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวนำโรค

(4) ผลกระทบที่มีต่อระดับน้ำทะเล

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน จะทำให้ภูเขาน้ำแข็งละลายและน้ำทะเลจะขยายตัวเนื่องจากความร้อน ซึ่งจะเป็นเหตุให้ปริมาณน้ำทะเลมากขึ้น ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นตามไปด้วย นักวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยโคโลราโด ได้ประกาศว่า ธารน้ำแข็งทั่วโลกกำลังลดน้อยลงเรื่อยๆ ในรอบ 100 ปีที่ผ่านมา เช่น ธารน้ำแข็งที่ Mount Kenya ลดลงถึงร้อยละ 92 ธารน้ำแข็งที่เทือกเขา Caucasus ลดลงครึ่งหนึ่ง และเมื่อปี ค.ศ. 1980 พบว่า มีธารน้ำแข็งในประเทศสเปนมากถึง 27 แห่ง แต่ในปี ค.ศ. 1994 พบว่า เหลือเพียง 13 แห่งเท่านั้น นักสิ่งแวดล้อมต่างเชื่อกันว่า การละลายของธารน้ำแข็งเหล่านี้ เป็นดัชนีที่สำคัญมากอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ IPCC ประมาณว่า ในระยะเวลา 100 ปีที่ผ่านมา ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น 10-20 เซนติเมตร โดยมีอัตราเฉลี่ย 1-2 มิลลิเมตรต่อปี การสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลยังผลให้เกิดอันตรายแก่พื้นที่ชายฝั่งและเกาะเล็กๆ การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิโลกในอนาคต อาจจะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นอีก 18 เซนติเมตร ภายในปี ค.ศ. 2030 และถ้าหากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังคงดำเนินไปในลักษณะนี้ ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มสูงกว่าระดับปัจจุบันนี้ถึง 65 เซนติเมตร ภายในปี ค.ศ. 2100 พื้นที่ที่ล่อแหลมมากที่สุด ได้แก่

พื้นที่ที่ประชากรอาศัยอย่างหนาแน่นบริเวณชายฝั่งในประเทศที่ยากจนอย่างประเทศบังกลาเทศซึ่งได้รับอันตรายจากภาวะน้ำท่วมเป็นเนืองนิจอยู่แล้ว หรือประเทศมัลดีฟอาจจะจมหายไปทั้งเกาะ

จะเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือภาวะโลกร้อน จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อแหล่งน้ำ ผลผลิตทางการเกษตร และพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ซึ่งทั้งหมดเหล่านี้จะส่งผลกระทบทางอ้อมต่อไปยังการผลิตอาหารและสุขภาพอนามัยของมนุษย์

8.2.4 อนุสัญญาแห่งสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

(United Nations Framework Convention on Climate Change)

ในปี ค.ศ. 1988 องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization - WMO) และแผนสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environmental Programme - UNEP) ได้ร่วมกันจัดตั้งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลที่ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Inter-governmental Panel on Climate Change - IPCC) ขึ้น เพื่อทำหน้าที่ในการศึกษา ค้นคว้า ถึงความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงด้านบรรยากาศและมหาสมุทร ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

และในปี ค.ศ. 1992 หลายประเทศทั่วโลก ต่างเห็นพ้องต้องกันว่า โลกเรากำลังเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ จึงได้ร่วมกันแสดงเจตจำนงที่จะเผชิญหน้ากับปัญหานี้ จึงได้มีอนุสัญญาแห่งสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศขึ้น

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ได้จัดทำคู่มือความเข้าใจอนุสัญญาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ซึ่งมีสาระสำคัญ สรุปได้ ดังนี้

(1) อนุสัญญาฯ ได้กำหนดให้มีกรอบและกระบวนการที่จะตกลงปฏิบัติการร่วมกันอย่างชัดเจน ในอนาคต นักการทูตทั้งหลายที่ร่วมกันร่างกรอบของอนุสัญญาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ตั้งใจที่จะให้กรอบของอนุสัญญานี้เป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิบัติที่จะมีตามมาในอนาคต ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะให้รัฐบาลของทุกประเทศในโลกเห็นชอบในรายละเอียดที่จะแก้ปัญหาลักษณะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก แต่จะเป็นจุดเริ่มต้นของการกำหนดกรอบของหลักการและสถาบันที่สำคัญ ข้อดีของวิธีนี้ ก็ ประเทศทั้งหลายสามารถหารือกันโดยไม่ต้องเห็นพ้องเกี่ยวกับประเด็นในรายละเอียด แม้ประเทศที่เชื่อกว่าไม่เชื่อกว่า ก็สามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการหารือได้ วิธีการเช่นนี้จะทำให้ประเด็นมีน้ำหนักมากขึ้นและสร้างแรงกดดันระหว่างประเทศให้ทุกฝ่ายได้ใคร่ครวญเรื่องนี้อย่างจริงจัง

อนุสัญญานี้ ยังกำหนดให้ประเทศทั้งหลายสามารถปรับข้อตกลงให้สอดคล้องกับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น อาจเห็นพ้องกันว่า จะต้องมีการเฉพาะ (เช่น ต้องลดก๊าซเรือนกระจกลง ในปริมาณที่ชัดเจน) โดยการขบถ่างเป็น “ญาติ”

อนุสัญญาฯ สนับสนุนให้มีการดำเนินการ ตามหลักการ “ป้องกันไว้ก่อน” (Precautionary Principle) แม้จะยังไม่ทราบแน่นอนในผลที่จะตามมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก หลักการนี้เป็นของ

ใหม่ที่กำหนดขึ้นภายใต้กฎหมายและการทูตระหว่างประเทศในยุคหลัง ภายใต้กฎหมายระหว่างประเทศเดิม จะกระทำการใดๆ ไม่ได้ จนกว่าจะมีการนำมาพิสูจน์ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปัญหา แต่สำหรับปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การทำความเสียหายให้กับชั้นโอโซน การสร้างภาวะมลพิษให้เกิดขึ้นกับท้องทะเล เป็นการยากที่จะพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลก่อนมีการจัดการใดๆ จากจุดอ่อนนี้เอง ประชาคมโลกจึงได้ค่อยๆ หันมายอมรับหลักการ การป้องกันไว้ก่อน กล่าวคือ ให้มีการควบคุม หรือห้ามทำกิจกรรมบางอย่างที่อาจจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงหรือแก้ไขไม่ได้ในภายหลัง

(2) อนุสัญญาฯ ช่วยให้ได้รับเริ่มดำเนินการที่เห็นว่าเหมาะสมในสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศสมาชิกของอนุสัญญาฯ เห็นชอบว่า ในการดำเนินการต่างๆ จะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเกษตร การใช้พลังงาน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและกิจกรรมทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับชายฝั่งทะเล ประเทศสมาชิกต่างเห็นพ้องที่จะจัดทำแผนงานของประเทศเพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก อนุสัญญาฯ ยังได้กระตุ้นให้ประเทศสมาชิกแบ่งปันเทคโนโลยีและร่วมมือกันเพื่อลดการปล่อยออกก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มาจากด้านพลังงาน การขนส่ง การอุตสาหกรรม การเกษตร การป่าไม้และการจัดการน้ำเสีย ซึ่งกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้เป็นกิจกรรมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งสิ้น

(3) อนุสัญญาฯ กระตุ้นให้มีการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ให้มีการสังเกตและวิจัย อีกทั้งได้จัดตั้งองค์การพิเศษขึ้นเพื่อให้คำปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อช่วยให้รัฐบาลตัดสินใจได้ว่าควรจะทำอะไรต่อไปในอนาคต ประเทศสมาชิกแต่ละประเทศจะต้องจัดให้มีการตรวจวัด (Inventory) แหล่งปล่อยออกก๊าซเรือนกระจก เช่น โรงงาน การขนส่ง และแหล่งดูดซับ (Sink) เช่น ป่าไม้และระบบนิเวศทางธรรมชาติอื่นๆ ที่ดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากชั้นบรรยากาศได้ บัญชีการตรวจวัดนี้จะต้องมีการปรับปรุงให้ทันสมัยและต้องเผยแพร่สู่สาธารณะชน ข้อมูลที่บอกว่า สาขาใดปล่อยออกก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดเท่าไร มีความสำคัญที่จะช่วยในการตัดสินใจ กำกับ ควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่จะมีขึ้นในอนาคต และตรวจสอบผลการใช้มาตรการที่ควบคุมการปล่อยออกก๊าซเรือนกระจก

(4) เป้าหมายสูงสุดของอนุสัญญาฯ คือ ไม่ให้มีการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศอีกต่อไป เพื่อหลีกเลี่ยงและป้องกันอันตรายที่จะมีผลกับมนุษยชาติ การคงระดับปริมาณก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวจะต้องทำให้สำเร็จภายในกรอบของระยะเวลาที่กำหนด เพื่อให้ระบบนิเวศมีเวลาเพียงพอในการปรับตัว และให้เกิดความแน่ใจว่าการผลิตอาหารตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจจะ ไม่ได้รับผลกระทบกระเทือน

ประเทศไทยได้ลงนามในอนุสัญญาฯ นี้เมื่อวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2535 และได้ให้สัตยาบันเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537 ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2538 ดังนั้น ประเทศไทย จึงมีข้อผูกพันที่จำเป็นต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขต่างๆ ในอนุสัญญาฯ ดังกล่าวบางประการ เช่น การประเมินการปล่อยออกและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2540)

8.2.5 การสร้างแบบจำลองของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกโดยใช้ General Circulation Models (GCMs)

Thailand Environment Institute (1997) ได้ศึกษาถึงการสร้างแบบจำลองของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก จากการที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งทำโดยเลือกแบบจำลองจาก General Circulation Model (GCM) 3 แบบ ทั้งนี้ เพราะ GCM ที่จำลองสภาพภูมิอากาศโลกยังมีความผันแปรอยู่บ้าง

แบบจำลองดังกล่าวเลือกจาก The United Kingdom Meteorological Office ชนิดที่มีความละเอียดสูง ซึ่งเรียกว่า UK89 จาก The Goddard Institute of Space Studies ซึ่งเรียกว่า GISS และจาก The United Kingdom Meteorological Office ชนิดที่มีความละเอียดต่ำ ซึ่งเรียกว่า UKMO การที่เลือกแบบจำลองทั้ง 3 นี้ เพราะมีภูมิอากาศของกรณีฐาน ($1 \times \text{CO}_2$) ใกล้เคียงกับข้อมูลภูมิอากาศที่ตรวจวัดภายในประเทศมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง UK89 มีอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย 30 ปี ที่บันทึกโดยกรมอุตุนิยมวิทยามากที่สุด

จากการจำลองแบบภูมิอากาศโดย GCM ทั้ง 3 ชนิด พบว่า ในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนสูงขึ้นตลอดทั้งปี โดยสูงขึ้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง $2.5-4.0^{\circ}\text{C}$ โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทั้งปีมีค่าประมาณ 3.3 4.0 และ 3.7°C เมื่อจำลองโดย UK89 GISS และ UKMO ตามลำดับ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออก มีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าภาคใต้ โดยที่อุณหภูมิในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาจเพิ่มสูงถึง 4°C ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยในภาคใต้ อาจเพิ่มสูงขึ้น 2.5°C

แบบจำลอง UK89 และ UKMO ประเมินว่าค่าเฉลี่ยของฝนรายปีมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น แต่แบบจำลอง GISS ประเมินว่ามีแนวโน้มที่ลดลงกว่าปกติเล็กน้อย ปริมาณน้ำฝนที่อาจเพิ่มขึ้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละภาค คือ มีตั้งแต่ไม่เพิ่มขึ้นจนถึงเพิ่มขึ้น 40% ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณน้ำฝนไม่เพิ่มขึ้นถึงเพิ่มขึ้นประมาณ 20% ของปริมาณปกติ แต่ภาคใต้ อาจมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นสูงถึง 40% ส่วนฤดูกาลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย คือ ฤดูแล้งและฤดูฝนยังอยู่ในช่วงปกติ เพียงแต่เดือนที่มีฝนตกสูงสุดเปลี่ยนจากสิงหาคมและกันยายนตามในกรณีฐานเป็นพฤษภาคมและกันยายน จากการจำลองของ UK89 ส่วนแบบจำลอง UKMO และ GISS ประเมินว่า ปริมาณน้ำฝนสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคม

เมื่อนำผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นมาวิเคราะห์ร่วมกันแล้วจึงสามารถประเมินสภาพความชื้นของพื้นที่ได้ ถ้าปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นไม่มากพอที่จะชดเชยการสูญเสียน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความร้อนแล้ว ก็จะทำให้พื้นที่นั้นแห้งแล้งขึ้น อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาในขั้นตอนนี้ สรุปได้ว่า เมื่อภูมิอากาศโลกเปลี่ยนแปลง ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาจจะแห้งแล้งขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมาก แต่

ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นน้อย ส่วนภาคใต้อาจชุ่มชื้นมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อยแต่ปริมาณฝนเพิ่มขึ้นมาก

8.3 ปรากฏการณ์เอลนีโญ (เอล นีโญ/ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้)

8.3.1 ปรากฏการณ์เอล นีโญ

จากการศึกษาของฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ (2541) พบว่า ตามปกติบริเวณชายฝั่งประเทศเปรูซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ หรือทางด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ใกล้เส้นศูนย์สูตร จะมีน้ำเย็นใต้มหาสมุทรพัดขึ้นมายังผิวน้ำ กระบวนการนี้ คือ การพัดขึ้นมาแทนที่ของกระแสน้ำเย็นจากใต้มหาสมุทรขึ้นมาตามบริเวณชายฝั่งอันเป็นผลเกิดจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรงพัดขนานฝั่งบวกกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ขณะที่ลมบวกกับการหมุนของโลกผลักดันให้ผิวน้ำเบี่ยงเบนที่อุ่นพัดห่างจากฝั่งไป น้ำเย็นข้างล่างที่อุดมด้วยแร่ธาตุอาหารปลาจะพัดขึ้นมาแทนที่ผิวน้ำอุ่นที่ถูกพัดพาไป บริเวณชายฝั่งที่มีกระแสน้ำเย็นพัดขึ้นมาแทนที่จะเป็นบริเวณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญพันธุ์ของปลาทะเล ทั่วโลกจะมีบริเวณเช่นนี้อยู่ 5 บริเวณใหญ่ๆ คือ บริเวณชายฝั่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (ชายฝั่งด้านตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา) ชายฝั่งประเทศเปรู (ชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้) ชายฝั่งประเทศนามิเบีย (ชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปแอฟริกา) ชายฝั่งประเทศโมริตาเนีย (ชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปแอฟริกา) และชายฝั่งประเทศโซมาเลีย (ชายฝั่งด้านตะวันออกของทวีปแอฟริกา) สำหรับชายฝั่งประเทศเปรูเป็นบริเวณที่มีผลผลิตปลามากที่สุดแห่งหนึ่ง

ปกติลมค้าตะวันออกเฉียงใต้จะพัดอยู่เป็นประจำบริเวณเขตร้อนในซีกโลกใต้ (ระหว่างเส้นศูนย์สูตรและเส้นละติจูด 30° ใต้)และบางครั้งลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่บริเวณตะวันตกและตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ อ่อนกำลังลงหรือพัดกลับทิศตรงกันข้าม ซึ่งจะมีผลก่อให้เกิดคลื่นมหาสมุทรพัดพาไปในทิศตะวันออกสวนกับทิศลมเดิม เมื่อคลื่นนี้พัดพาไปถึงชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ (บริเวณประเทศเปรูใกล้กับเส้นศูนย์สูตร) ผิวน้ำทะเลที่อุ่นที่ถูกพัดพามาด้วยคลื่นก็จะเข้าแทนที่กระแสน้ำเย็นที่พัดขึ้นมาจากใต้มหาสมุทรซึ่งมีอยู่เดิมในบริเวณนี้ กระบวนการที่ผิวน้ำทะเลที่อุ่นพัดมาแทนที่กระแสน้ำเย็นในบริเวณนี้ปกติจะเรียกกันว่า “เอล นีโญ (El Nino)” ซึ่งหมายถึง “บุตรของพระคริสต์” เพราะมักจะเริ่มเกิดในเดือนธันวาคม หลังเทศกาลคริสต์มาสเล็กน้อย และยืดเยื้อต่อไปอีกประมาณ 2-3 เดือน หรือคือช่วงฤดูร้อนของซีกโลกใต้ เนื่องจากช่วงนี้ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในซีกโลกใต้บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกมักจะมีกำลังอ่อน แม้คำว่า “เอล นีโญ” เดิม จะใช้เรียกปรากฏการณ์ดังกล่าว ที่เกิดในบริเวณชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้เท่านั้น แต่ต่อมากำเนิดนี้ได้ถูกใช้อย่างกว้างขวางเพื่อหมายถึงการที่ผิวน้ำบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ใกล้เส้นศูนย์สูตร มีอุณหภูมิสูงขึ้นผิดปกติโดยทั่วไป ดังนั้น กล่าวโดยสรุปได้ว่า

เอล นีโญ (El Nino - EN) คือ การไหลย้อนกลับของผิวน้ำทะเลที่อุ่นในช่วงเวลาหนึ่งๆ จากบริเวณเส้นศูนย์สูตรทางมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก ไปแทนที่กระแสน้ำเย็นที่พัดอยู่เดิมตามบริเวณเส้นศูนย์สูตรทางมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก และบริเวณชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ (ประเทศเอกวาดอร์ เปรู และชิลีตอนเหนือ)

เมื่อการอุ่นขึ้นของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลได้แผ่ขยายกว้างออกไปทั้งในด้านเวลา(ตัวอย่างเช่นระหว่างฤดูหนาว 2 ฤดูในซีกโลกใต้) ด้านพื้นที่ (ได้แผ่กว้างออกไปในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน) และด้านขนาด (จะอุ่นขึ้นกว่าปีที่ไม่ใช่ปี เอล นีโญ $3-7^{\circ}\text{C}$) ผลกระทบของปรากฏการณ์ เอล นีโญ ที่มีต่อการหมุนเวียนของบรรยากาศและที่สอดคล้องสังคม ก็จะแผ่ขยายกว้างไกลออกไปนอกเหนือจากบริเวณน่านน้ำมหาสมุทรแปซิฟิกใต้

เมื่อกล่าวถึงปรากฏการณ์ เอล นีโญ ก็จำเป็นต้องกล่าวถึงความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) เนื่องจากในปลายทศวรรษที่ 2500 ได้มีการค้นพบว่า ปรากฏการณ์ เอล นีโญ มีความเชื่อมโยงกับความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้อย่างใกล้ชิด

ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation - SO) หมายถึง การที่บริเวณความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ มีความสัมพันธ์เป็นส่วนกลับกับบริเวณความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย กล่าวคือ เมื่อความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกใต้มีค่าสูง ความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดียจากแอฟริกาถึงออสเตรเลียมักจะมีค่าต่ำ และในทางกลับกันก็เช่นเดียวกัน ความผันแปรนี้เกิดจาก การแลกเปลี่ยนอากาศระหว่าง ความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนในแปซิฟิกใต้ (South Pacific Subtropical High) และความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตรบริเวณประเทศอินโดนีเซีย (Indonesian Equatorial Low) กล่าวโดยสรุป จะเกิดการหมุนเวียนของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ ระหว่างมหาสมุทรทั้งสอง

อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้นผิดปกติ (การเกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ) จะเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ครั้ง ในทุกๆ 10 ปี แม้ว่าช่วงห่างระหว่างการเกิดแต่ละครั้งจะไม่สม่ำเสมอก็ตาม การอุ่นขึ้นของน้ำทะเลบริเวณแปซิฟิกตะวันออก กับน้ำทะเลที่เย็นลงบริเวณใกล้ทวีปออสเตรเลีย จะกินเวลาประมาณ 12 เดือน โดยมักจะเริ่มประมาณช่วงต้นของปีและสิ้นสุดประมาณต้นปีถัดไป ปีก่อนและหลังการเกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ มักจะเป็นปีที่ผิวน้ำทะเลในแปซิฟิกตะวันออกบริเวณเส้นศูนย์สูตร มีอุณหภูมิที่เย็น

เอนโซ (ENSO) เป็นคำรวมของ เอล นีโญ และความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (El Nino/Southern Oscillation - ENSO) โดยที่ปรากฏการณ์ทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้น มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิด โดยจะเป็นตัวเชื่อมระหว่างปรากฏการณ์ในมหาสมุทรและบรรยากาศเข้าด้วยกัน กล่าวคือ เอล นีโญ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในส่วนของมหาสมุทร และความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของบรรยากาศ และได้เชื่อมโยงเป็นปรากฏการณ์เดียวกัน ดังนั้น จึงรวมกันเรียกว่า เอน

โซ่ ซึ่งปัจจุบันนักอุตุนิยมวิทยามักจะใช้คำว่า เอนโซ่ แทนคำว่า เอล นิโญ เนื่องจากให้ความหมายที่ถูกต้องสมบูรณ์มากกว่า แต่คำว่า เอล นิโญ ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากชื่อนี้เป็นที่คุ้นเคยมาตั้งแต่เดิม

นักอุตุนิยมวิทยาทั่วโลก ได้มีการตกลงกันว่า ให้มีการใช้ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลที่เกาะตาสิตี ($17^{\circ} 33' \text{ ใต้ } 149^{\circ} 20' \text{ ตะวันตก}$) ในหมู่เกาะโซโซเอเททิ (Society) เป็นตัวแทนของระบบความกดอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ และความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลที่เมืองดาร์วิน ($12^{\circ} 26' \text{ ใต้ } 130^{\circ} 52' \text{ ตะวันออก}$) ในประเทศออสเตรเลีย เป็นตัวแทนระบบความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดียและออสเตรเลีย และค่าของความแตกต่างระหว่างค่าที่สูงหรือต่ำจากค่าปกติ (Pressure Anomalies) ของความกดอากาศของเมืองทั้ง 2 ก็คือที่ตาสิตีหักลบกับที่ดาร์วิน จะใช้ให้เป็นดัชนีบอกถึงการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index - SOI) ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นสัญญาณบอกถึงการเกิดปรากฏการณ์เอนโซ่ได้ตัวหนึ่ง โดยที่ถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าเป็นลบ ก็ให้เฝ้าติดตามว่าอาจจะเกิดปรากฏการณ์เอนโซ่ขึ้นได้ต่อไป

ปรากฏการณ์เอนโซ่ ถูกระบุว่าเป็นตัวอย่างที่เด่นชัดที่สุดของการแปรปรวนทางภูมิอากาศปีต่อปี เนื่องจากปรากฏการณ์เอนโซ่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนของบรรยากาศและน้ำในน่านน้ำมหาสมุทรแปซิฟิก ตัวอย่างเช่น ถ้าอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณอินโดนีเซีย-ออสเตรเลียลดลง จะมีผลทำให้ความกดอากาศในบริเวณนี้สูงขึ้น และในทางกลับกัน อุณหภูมิพื้นผิวบริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้ก็ใกล้เส้นศูนย์สูตรสูงขึ้นทำให้ความกดอากาศในบริเวณนี้ลดลง อิทธิพลโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะทำให้ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่เป็นประจำบริเวณเขตร้อนในแปซิฟิกใต้ มีแนวโน้มอ่อนกำลังลง ทำให้เป็นการคัดแหล่งความชื้นหลักของมรสุมเขตร้อนออกไป และยังลดฝนบริเวณออสเตรเลียตะวันออกและบางส่วนของเขตร้อนทางซีกโลกเหนือ การลดลงของฝนมักจะ ไม่สม่ำเสมอ แต่จะแปรผันไปตามฤดูกาล ปรากฏการณ์เอนโซ่ที่รุนแรง เช่น ที่เกิดในปี พ.ศ. 2525-26 ทำให้ไม่มีฝนตกในบริเวณที่เคยมีฝนตกในแถบเขตร้อน มีผลทำให้เกิดความแห้งแล้งอย่างกว้างขวาง แต่กลับเกิดฝนตกหนักในบริเวณที่เคยแห้งแล้งอยู่แต่เดิม ความผิดปกติของการหมุนเวียนของบรรยากาศได้แผ่กว้างไกลออกไปถึงบริเวณนอกเขตร้อนซึ่งทำให้เกิดสภาวะฤดูหนาวที่ผิดปกติในบริเวณต่างๆ ทั่วไป เพราะว่าปรากฏการณ์เอนโซ่เป็นปรากฏการณ์ระดับโลก การเกิดที่รุนแรงจึงนำไปสู่ความผิดปกติทางภูมิอากาศอย่างมาก ซึ่งจะเกิดในเวลาไล่เลี่ยกันในบริเวณต่างๆ ทั่วโลก เช่นเดียวกับได้ทำลายระบบนิเวศทางทะเลตามชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาใต้และบางครั้งอเมริกาเหนือด้วย

สาเหตุที่ปรากฏการณ์เอนโซ่ทำให้เกิดความแห้งแล้งในบริเวณที่เคยมีฝนตก และเกิดฝนตกหนักในบริเวณที่เคยแห้งแล้งอยู่แต่เดิม อธิบายได้จากการหมุนเวียนของอากาศแบบวอล์กเกอร์ (Walker Circulation) ซึ่งคือการหมุนเวียนของอากาศในแนวตั้ง โดยหมุนเวียนไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตกในบริเวณเขตร้อน กล่าวคือ ในยามภาวะปกติ ระหว่างเดือนธันวาคม มกราคมและกุมภาพันธ์ บริเวณที่อากาศยกตัวขึ้นที่เป็นตัวการก่อให้เกิดฝนตกชุก มี 3 บริเวณ คือ บริเวณประเทศอินโดนีเซีย ทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้

และบริเวณที่อากาศจมตัวลงที่เป็นตัวการก่อให้เกิดความแห้งแล้ง มี 2 บริเวณ คือ บริเวณเหนือมหาสมุทรแอตแลนติกและแปซิฟิก เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ บริเวณที่อากาศยกตัวขึ้นและจมตัวลงเหล่านี้จะขยับเลื่อนไป คือ บริเวณที่อากาศยกตัวขึ้นขยับจากบริเวณอินโดนีเซีย-ออสเตรเลียไปสู่มหาสมุทรแปซิฟิกกลางและตะวันออก โดยมีอากาศจมตัวหรือแห้งแล้งเหนือบริเวณทวีปแอฟริกา มหาสมุทรอินเดีย รวมทั้งเอเชียและออสเตรเลีย ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเมื่อมีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ดังที่ได้อธิบายมาตั้งแต่ต้น ซึ่งเป็นเหตุผลที่ว่าเหตุใดปรากฏการณ์เอลนีโญจึงทำให้เกิดความผิดปกติของภูมิอากาศโลกโดยทั่วไป

ตัวอย่างของภูมิอากาศที่ผิดปกติที่เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์เอลนีโญ คือ ความแห้งแล้งในออสเตรเลีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ตอนใต้ของแอฟริกา อเมริกากลาง และทะเลคาริบเบียน ขณะที่น้ำท่วมหรือฝนตกหนักบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกกลาง ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอเมริกาใต้ แอฟริกาตะวันออก และตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา กับมีฤดูหนาวที่หนาวน้อยในบริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกาเหนือ พร้อมกับลดจำนวนการก่อตัวของพายุเฮอริเคนในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ เป็นต้น

สำหรับประเทศไทย กล่าวอย่างกว้างๆ ได้ว่า หากเกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ ขนาดรุนแรงขึ้นเมื่อใด ปริมาณฝนของประเทศไทยจะมีแนวโน้มต่ำกว่าปกติในฤดูฝน ขณะที่จะมีอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าปกติในฤดูหนาวและฤดูร้อน พร้อมกับปริมาณฝนที่ลดลงในทั้ง 2 ฤดู หรืออีกนัยหนึ่ง กล่าวได้ว่า จะมีฝนน้อยลงขณะที่อากาศร้อนขึ้น

8.3.2 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ 2540

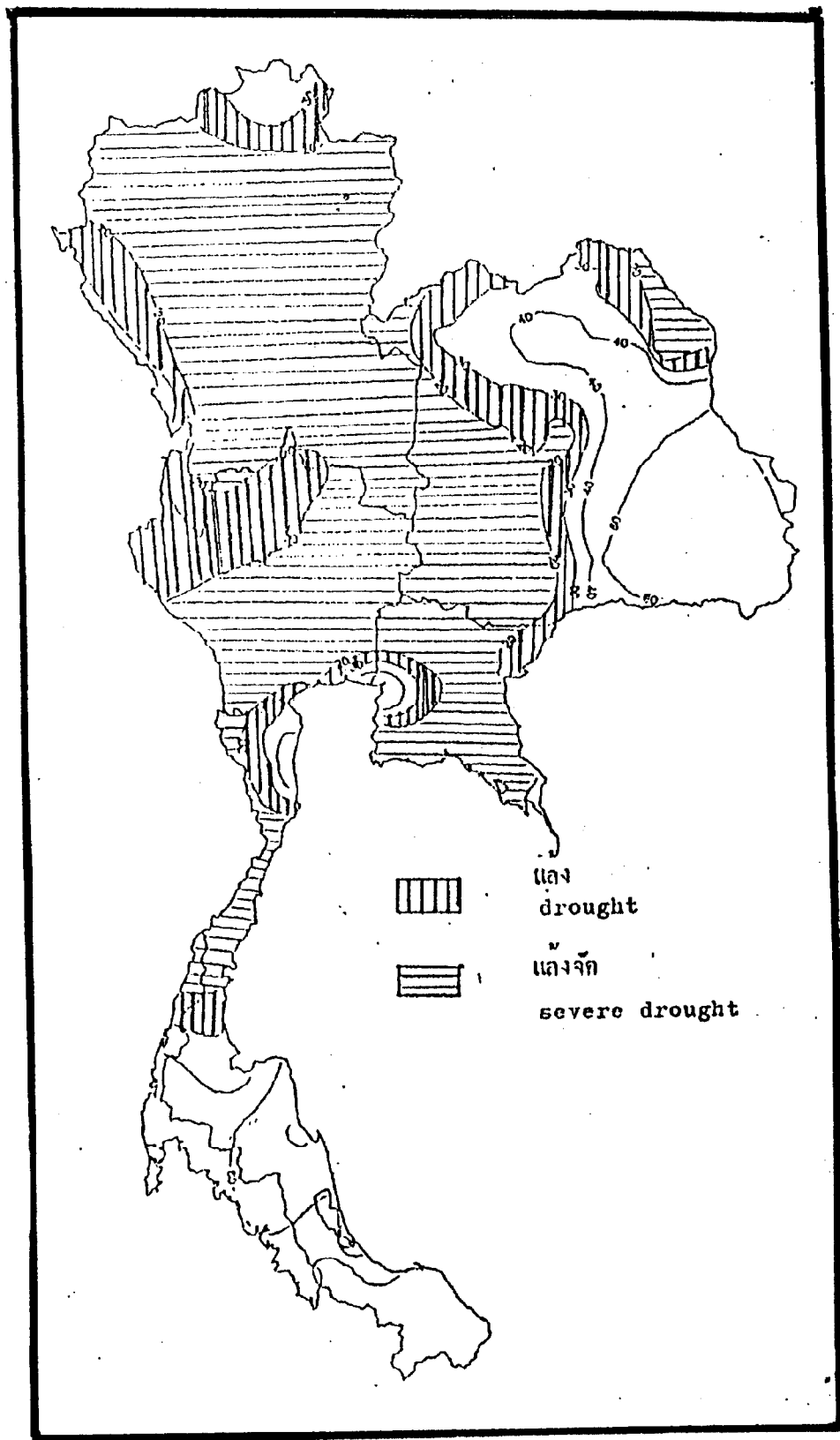
จากการรวบรวมรายงานข่าวภูมิอากาศ ของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาญี่ปุ่น ออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกา สรุปได้ว่า ปรากฏการณ์ เอล นีโญ ปี 2540 ได้เริ่มเกิดประมาณเดือนพฤษภาคม 2540 และมีขนาดอยู่ในเกณฑ์ที่รุนแรงเทียบได้กับปรากฏการณ์ เอล นีโญ ที่เกิดในปี 2525/2526 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ 2540 ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ (2540) ได้สรุปไว้ ดังนี้

(1) เกิดความแห้งแล้งเกือบทั่วประเทศในช่วงต้นฤดูฝน

ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2540 ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝนปรากฏว่า ในทุกภาคของประเทศไทยมีปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าปกติ จึงมีผลกระทบทำให้เกิดสภาวะความแห้งแล้งเกือบทั่วประเทศ ดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงถึงสภาวะความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน จะเห็นว่าได้เกิดความแห้งแล้งถึงแห้งแล้งจัดเป็นบริเวณกว้าง ขกเว้นด้านตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ตอนล่างเท่านั้น ที่ไม่ได้รับผลกระทบ

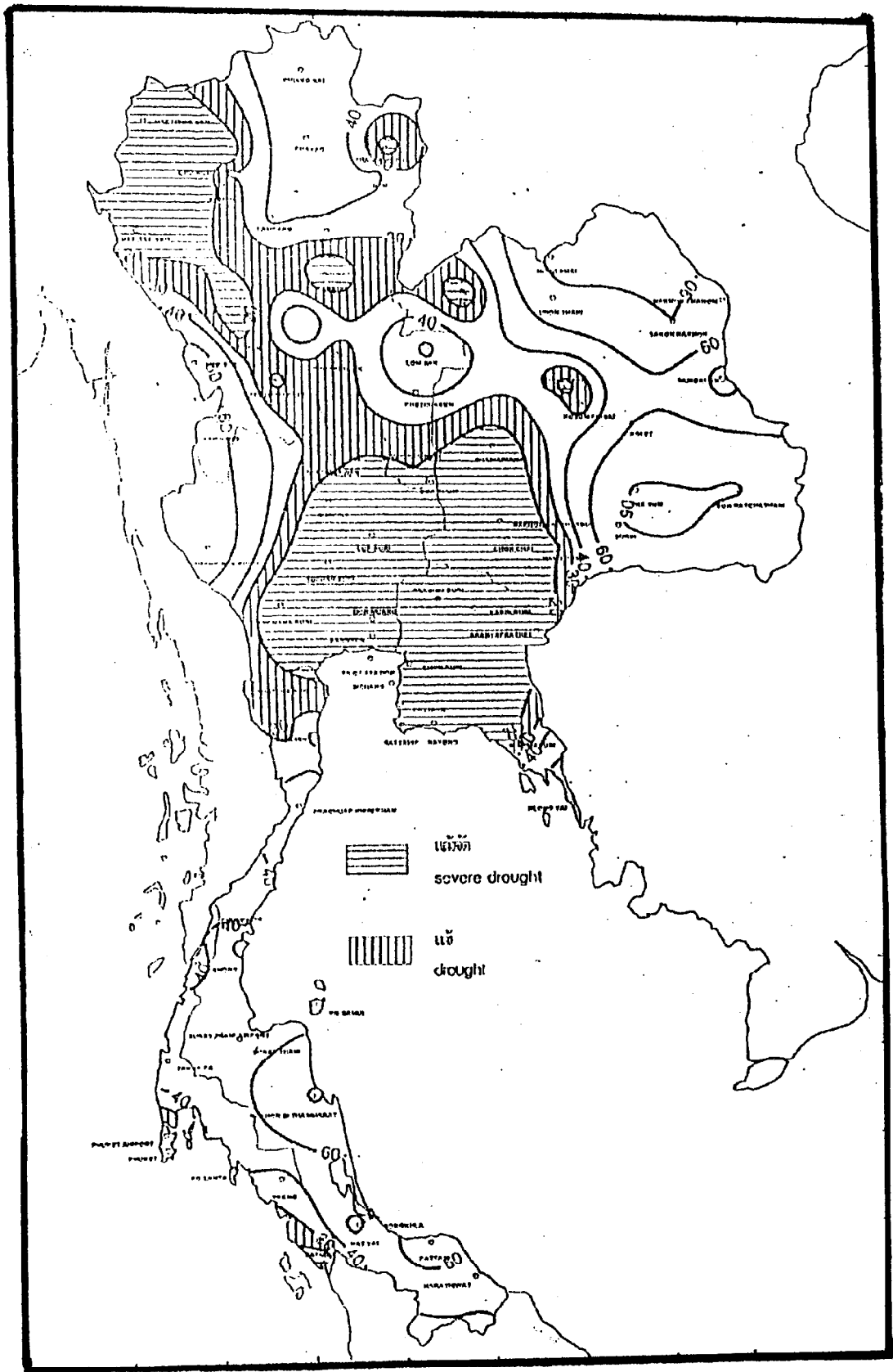
(2) พื้นที่ความแห้งแล้งได้ลดน้อยลงตามลำดับในช่วงกลางและปลายฤดูฝน

ในช่วงกลางและปลายฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) ปรากฏว่า การกระจายและปริมาณฝนที่ตกในภาคต่างๆ ของประเทศไทย ได้เพิ่มขึ้นจากช่วงต้นฤดูฝน ทำให้สภาวะความแห้งแล้งที่เกิดในประเทศไทย



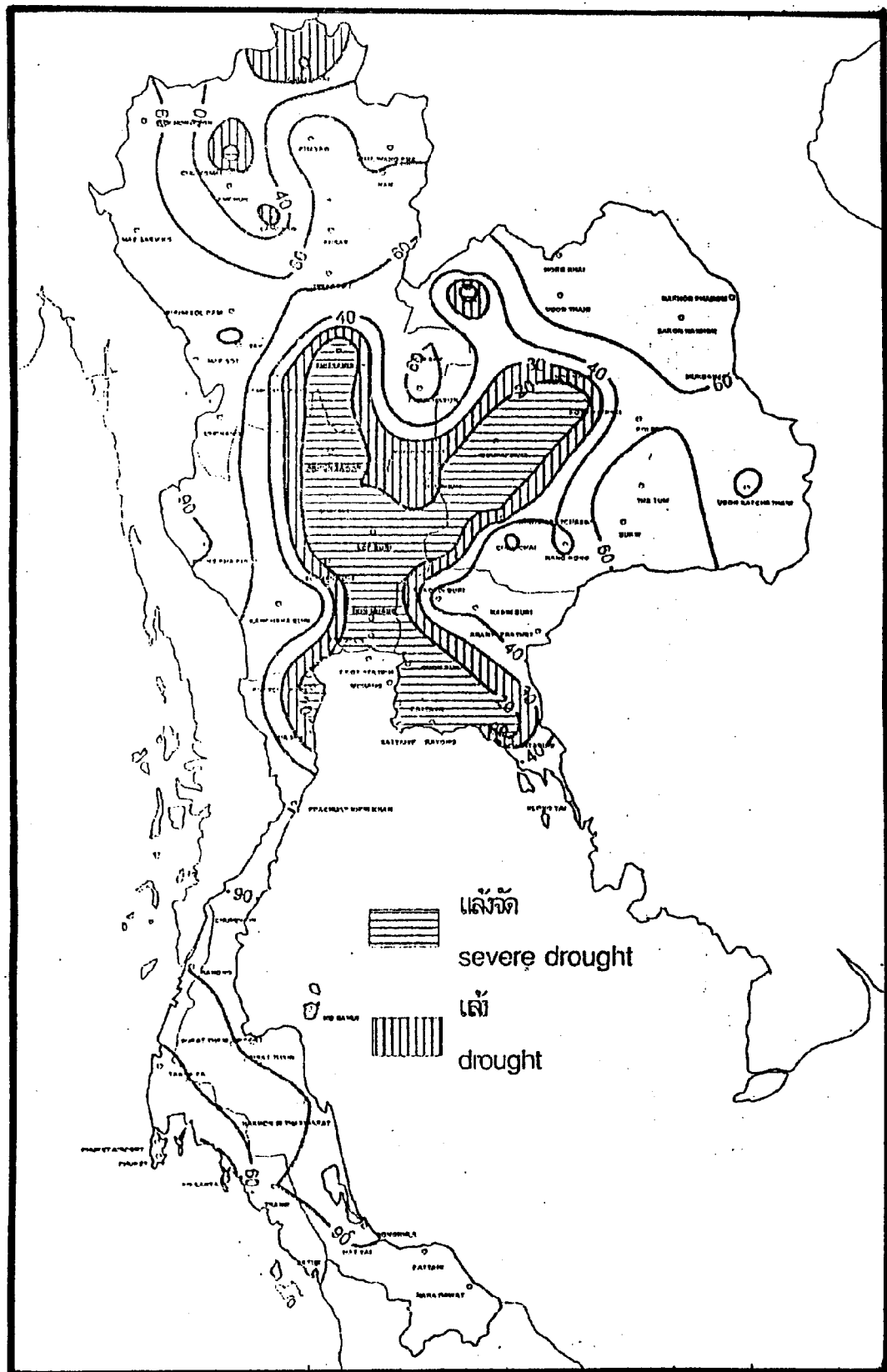
รูปที่ 1 พื้นที่ความแห้งแล้งของประเทศไทย เดือนมิถุนายน 2540

ที่มา : ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2540.



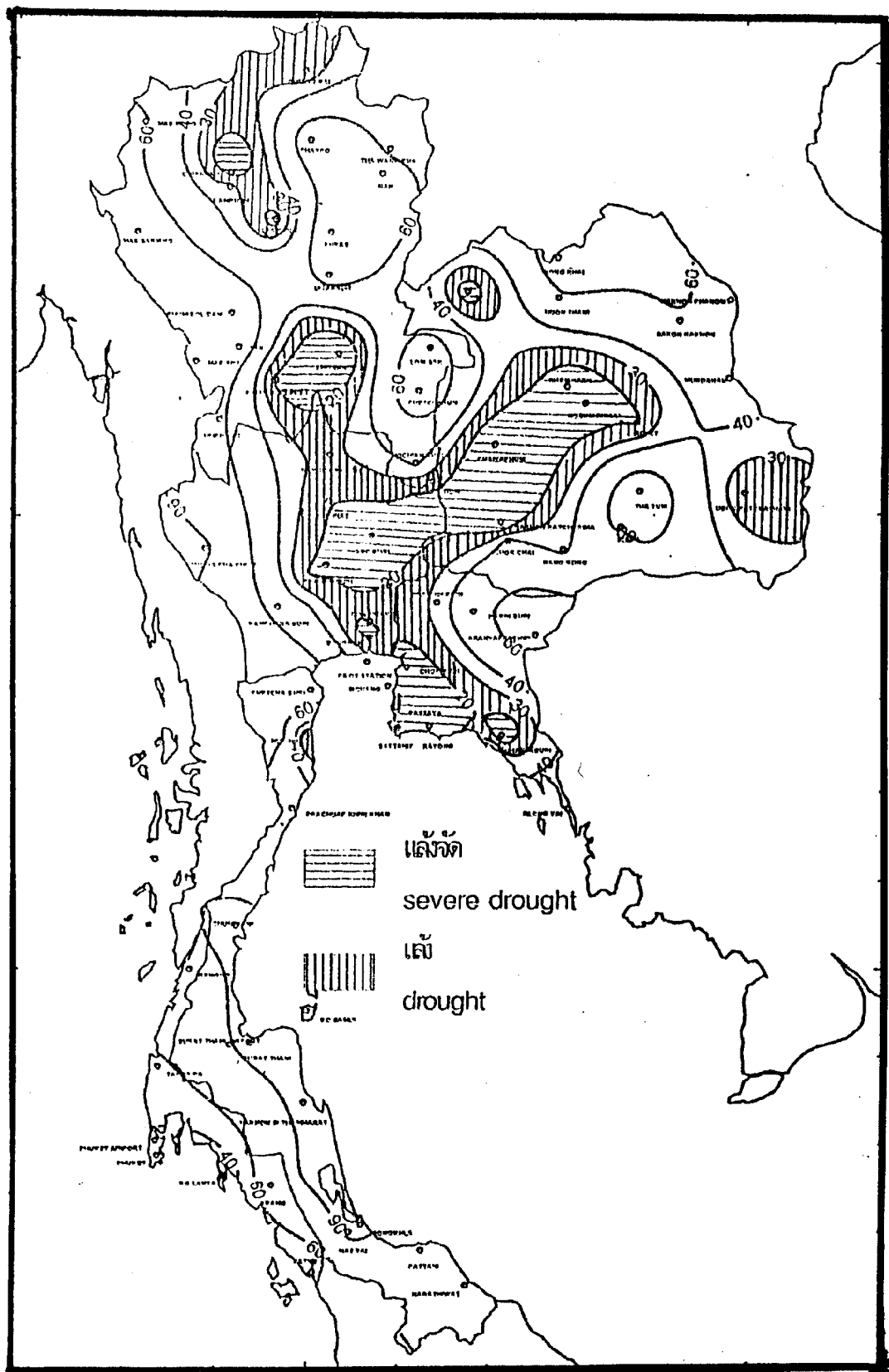
รูปที่ ๒ พื้นที่ความแห้งแล้งของประเทศไทย เดือนกรกฎาคม 2540

ที่มา : ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2540.



รูปที่ 3. พื้นที่ความแห้งแล้งของประเทศไทย เดือนสิงหาคม 2540

ที่มา : ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2540.



รูปที่ 4 พื้นที่ความแห้งแล้งของประเทศไทย เดือนกันยายน 2540

ที่มา : ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2540.

ได้เคลื่อนย้ายลงไป โดยยังคงเหลือพื้นที่ที่ประสบกับภัยแล้งอยู่ในบริเวณตอนกลางของประเทศเป็นจำนวนมาก ดังแสดงในรูปที่ 2 3 และ 4 ซึ่งแสดงถึงพื้นที่ความแห้งแล้งได้ลดลงในเดือนกรกฎาคม สิงหาคมและกันยายน ตามลำดับ

(3) เกิดน้ำท่วมหนักบริเวณภาคใต้

ในช่วงกลางเดือนสิงหาคม ได้มีพายุหมุนเขตร้อนก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้และพัฒนารุนแรงขึ้น เป็นพายุไต้ฝุ่น คือ พายุไต้ฝุ่น “ซีตา” ซึ่งพายุลูกนี้แม้จะไม่ได้เคลื่อนผ่านประเทศไทย แต่ก็มีอิทธิพลทำให้เกิด กระแสลมแรง พัดพาเอาความชื้นมาจากอ่าวเบงกอลและทะเลอันดามันผ่านบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยเข้าสู่ตัวพายุในทะเลจีนใต้ ทำให้เกิดฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันจนเกิดน้ำท่วมหนักในบริเวณดังกล่าว

(4) พายุหมุนเขตร้อนทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือเคลื่อนที่ขึ้นไปทางเหนือเกือบทั้งหมด

ช่วงตั้งแต่การเกิดปรากฏการณ์ เอล นินโญ คือ เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปรากฏว่า พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ (ด้านตะวันออกของประเทศฟิลิปปินส์) เกือบทุกลูก จะมีแนวการเคลื่อนตัวขึ้นไปทางเหนือ ไปยังประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น มากกว่าที่จะมาทางทิศตะวันตกผ่านประเทศฟิลิปปินส์และลงสู่ทะเลจีนใต้อย่างเช่นปีปกติทั่วไป จึงทำให้ปิดโอกาสที่พายุเหล่านี้ อาจจะสามารถเคลื่อนมาทางทิศตะวันตกและผ่านเข้ามาถึงประเทศไทยได้

(5) พายุหมุนเขตร้อนในทะเลจีนใต้ ช่วยบรรเทาความแห้งแล้งในประเทศไทยตอนบน

ช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม 2540 ได้มีพายุหมุนเขตร้อนก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้จำนวน 5 ลูก โดยได้ก่อตัวในช่วงต้น กลางและปลายเดือนสิงหาคม จำนวน 3 ลูก คือ พายุโซนร้อน “วิกเตอร์” พายุไต้ฝุ่น “ซีตา” และพายุโซนร้อน “กาล” ตามลำดับ พายุทั้ง 3 ลูกนี้ แม้จะไม่ได้เคลื่อนผ่านประเทศไทย แต่ก็ช่วยเพิ่ม ฝนในบริเวณประเทศไทยตอนบน ทำให้สามารถบรรเทาความแห้งแล้งที่กำลังประสบอยู่ในบริเวณดังกล่าวลงไปได้บ้าง แต่ขณะเดียวกันพายุไต้ฝุ่น “ซีตา” ก็ได้ก่อให้เกิดน้ำท่วมหนักในบริเวณภาคใต้ ส่วนพายุอีกลูกได้ก่อตัวขึ้นในช่วงประมาณปลายเดือนกันยายน และมีความรุนแรงเป็นพายุโซนร้อน คือ พายุโซนร้อน “ฟริทซ์” และพายุลูกนี้ได้เคลื่อนผ่านประเทศไทยบริเวณจังหวัดอุบลราชธานี และได้สลายตัวในเวลาต่อมาที่ จังหวัด สุรินทร์ ซึ่งนับได้ว่าเป็นพายุลูกแรกที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในปีนี้ ในต้นเดือนตุลาคม ได้มีพายุโซนร้อน “แฮงค์” ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้อีกลูก และเคลื่อนผ่านประเทศเวียดนามตอนกลางและสลายตัวในประเทศลาว พายุทั้ง 2 ลูกนี้ ได้เพิ่มฝนในบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะภาคกลาง ภาคตะวันออก และตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากผลการตรวจสอบสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยช่วงที่เกิด ปรากฏการณ์ เอล นินโญ 2540 สรุปได้ว่า ช่วงต้นฤดูฝนประเทศไทยประสบกับสภาวะความแห้งแล้งเกือบทั่วประเทศ เนื่องจากฝนตกน้อย แต่สภาวะความแห้งแล้งได้ลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงกลางและปลายฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยได้รับฝนเพิ่มขึ้นซึ่งส่วนมากได้จากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ สำหรับพายุที่ก่อตัวทางด้าน

ตะวันออกของประเทศฟิลิปปินส์ จะเคลื่อนตัวขึ้นไปทางเหนือเกือบทั้งหมด ทำให้ไม่มีอิทธิพลในการเพิ่มฝนให้กับประเทศไทยแต่อย่างใด

จึงอาจกล่าวได้ว่า หากประเทศไทยไม่ได้รับฝนเพิ่มขึ้นในช่วงกลางและปลายฤดูฝนเนื่องจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้แล้ว ประเทศไทยก็มีแนวโน้มที่จะประสบกับสภาวะความแห้งแล้งตลอดช่วงฤดูฝน

8.3.3 ปรางค์การณ ลา นิญา

ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ (2541) ได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ ลา นิญา และผลกระทบ สรุปได้ว่าปรากฏการณ์ ลา นิญา เป็นปรากฏการณ์ที่ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตรในมหาสมุทรแปซิฟิกตอนกลางและตะวันออกมีค่าต่ำกว่าปกติ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ตรงกันข้ามกับ ปรากฏการณ์ เอล นินโญ สาเหตุเกิดจากลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ ที่พัดอยู่เป็นประจำแถบบริเวณเขตร้อนในซีกโลกใต้ (ระหว่างเส้นศูนย์สูตรและเส้นละติจูด 30° ใต้) จะผลักดันให้ผิวน้ำทะเลเบื้องบนซึ่งอุ่นบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก (บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้) ไปยังมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกบริเวณประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลีย ขณะเดียวกันน้ำเย็นใต้มหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกจะพัดขึ้นมาแทนที่ผิวน้ำอุ่นที่พัดห่างจากฝั่งไป ความรุนแรงของปรากฏการณ์ ลา นิญา ขึ้นอยู่กับกำลังแรงของลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ คือ ถ้าลมค้านี้มีกำลังแรงมากกว่าปกติ ผลกระทบของ ปรากฏการณ์ ลา นิญา ก็จะมีมาก โดยเฉลี่ย ปรากฏการณ์ ลา นิญา จะเกิดขึ้น 5-6 ปีต่อครั้ง และเกิดแต่ละครั้งกินเวลานานประมาณ 1 ปี

ผลกระทบของปรากฏการณ์ ลา นิญา ที่มีต่อพื้นที่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกและตะวันออก คือ

1. บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก จะเกิดสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจากค่าปกติ ดังนี้

- อุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าค่าปกติ
- ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลต่ำกว่าค่าปกติ
- มีพายุฟ้าคะนองหรือพายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นมากกว่าปกติ
- ปริมาณฝนตกมากกว่าปกติ (อาจเกิดน้ำท่วม)

2. บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก มีความผิดปกติ ดังนี้

- อุณหภูมิผิวน้ำทะเลต่ำกว่าค่าปกติ (อากาศหนาวเย็นกว่าปกติ)
- ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลสูงกว่าค่าปกติ
- มีพายุฝนฟ้าคะนองน้อยกว่าปกติ
- ปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติ (อาจเกิดฝนแล้ง)

ตัวแปรที่ระบุการเกิดปรากฏการณ์ ลา นิญา มีดังนี้

1. ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกมีค่าต่ำกว่าค่าปกติมาก
2. ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกมีค่าสูงกว่าค่าปกติมาก

3. ค่าดัชนีของการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index - SOI) ซึ่งเป็นผลต่างของความกดอากาศผิวพื้นที่ต่างจากค่าปกติ ระหว่างเกาะตาฮีตี กับที่เมืองคาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย ถ้า SOI มีค่าเป็นบวก แสดงว่าจะเกิดปรากฏการณ์ ลา นีญา และถ้า SOI มีค่าลบมาก ความรุนแรงของปรากฏการณ์ ลา นีญา จะมากขึ้น

4. วัดค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก ถ้ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าปกติ แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเกิด ปรากฏการณ์ ลา นีญา

8.3.2.1 ผลกระทบของปรากฏการณ์ ลา นีญา ที่มีต่อฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย

จากการศึกษาของ มันทนา พฤกษ์วัน และ สุดาพร นิ่มมา (2542) พบว่า ผลกระทบของปรากฏการณ์ ลา นีญา ที่มีต่อฝนในประเทศไทยสรุปได้ว่า หากเกิดปรากฏการณ์ ลา นีญา เมื่อใด ปริมาณฝนที่เกิดขึ้นปีหลังเกิดปรากฏการณ์ ลา นีญา จะสูงกว่าปกติ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลกระทบของปรากฏการณ์ ลา นีญา ที่มีต่อฝนในประเทศไทย เทียบกับค่าปกติ

ภาค	ฤดูฝน (ปีที่เกิด) (ม.ย.-ต.ค.)	ฤดูหนาว (ปลายปีที่เกิด-ต้นปีหลังเกิด) (พ.ย.-ก.พ.)	ฤดูร้อน (ปีหลังเกิด) (มี.ค.- พ.ค.)
เหนือ	ส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ	ส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ	สูงกว่าปกติ
ตะวันออกเฉียงเหนือ	ส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ	ส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ	สูงกว่าปกติ
กลาง	ส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ	ส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ	สูงกว่าปกติ
ตะวันออก	สูงกว่าปกติ	ใกล้เคียงกับค่าปกติ	สูงกว่าปกติ
ใต้ฝั่งตะวันออก	ส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ	พ.ย.-ธ.ค. สูงกว่าปกติ ม.ค.-ก.พ. ต่ำกว่าปกติ	สูงกว่าปกติ
ใต้ฝั่งตะวันตก	ส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ	พ.ย.-ธ.ค. สูงกว่าปกติ ม.ค.-ก.พ. ส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติ	ส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ

ที่มา : มันทนา พฤกษ์วัน และ สุดาพร นิ่มมา (2542)

สำหรับผลกระทบของปรากฏการณ์ ลา นีญา ที่มีต่ออุณหภูมิในประเทศไทยนั้น สรุปได้ว่า ตลอดช่วงระยะเวลาที่เกิดปรากฏการณ์ ลา นีญา อุณหภูมิจะต่ำกว่าค่าปกติ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลกระทบของปรากฏการณ์ ลา นีญา ที่มีต่ออุณหภูมิในประเทศไทย เทียบกับค่าปกติ

ภาค	ฤดูหนาว (ปลายปีที่เกิด-ต้นปีหลังเกิด) (พ.ย.-ก.พ.)	ฤดูร้อน (ปีหลังเกิด) (มี.ค.-พ.ค.)
เหนือ	ต่ำกว่าปกติ	ต่ำกว่าปกติ
ตะวันออกเฉียงเหนือ	ต่ำกว่าปกติ	ต่ำกว่าปกติ
กลาง	ต่ำกว่าปกติ	ต่ำกว่าปกติ
ตะวันออก	ต่ำกว่าปกติ	ต่ำกว่าปกติ
ใต้ฝั่งตะวันออก	ต่ำกว่าปกติ	ต่ำกว่าปกติ
ใต้ฝั่งตะวันตก	ต่ำกว่าปกติ	ต่ำกว่าปกติ

ที่มา : มันทนา พฤษะวัน และ สุดาพร นิ่มมา (2542)

8.3.2.2 ปรากฏการณ์ ลา นีญา ปี 2541-2542

ปรากฏการณ์ ลา นีญา ปี 2541-2542 ได้เริ่มเกิดประมาณเดือนมิถุนายน 2541 ขณะเดียวกับที่ปรากฏการณ์ เอล นีโญ ขนาดรุนแรง ปี 2540-2541 กำลังสลายตัวไป ช่วงเริ่มต้นการเกิดปรากฏการณ์ ลา นีญา ครั้งนี้ ลา นีญา มีกำลังอ่อนจนถึงเดือนตุลาคม 2541 จึงมีกำลังแรงขึ้นโดยอยู่ในเกณฑ์ขนาดปานกลางต่อเนื่องมาจนถึง เดือนเมษายน 2542

ผลกระทบต่อฝนและอุณหภูมิในฤดูกาลต่างๆ ของประเทศไทยช่วงมิถุนายน 2541 - เมษายน 2542

ฤดูฝน 2541 (มิถุนายน-ตุลาคม 2541) ปรากฏว่า ปริมาณฝนในภาคกลาง ตะวันออก ใต้ฝั่งตะวันออกและใต้ฝั่งตะวันตก ในฤดูนี้ได้เพิ่มสูงขึ้นกว่าค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ เว้นแต่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปกติตลอดช่วง

ฤดูหนาว 2541 (พฤศจิกายน 2541-กุมภาพันธ์ 2542) ปรากฏว่า อุณหภูมิของทั้งประเทศในฤดูหนาวนี้ มีบ่อยครั้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าค่าปกติ คือหนาวเย็นกว่าปกติ โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับปีที่เกิด ปรากฏการณ์ เอล นีโญ 2540-2541 ซึ่งไม่มีความหนาวเย็นเลย แต่อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิโดยรวมของทั้งฤดูส่วนใหญ่ก็ยังสูงกว่าปกติ เพียงแต่สูงกว่าปกติน้อยกว่าฤดูหนาวช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ เอล นีโญ 2540-2541 สำหรับฝนในฤดูหนาวนี้ ปรากฏว่า มีฝนสูงกว่าปกติเกือบทุกภาค ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ที่มีฝนต่ำกว่าปกติ

ฤดูร้อน 2542 (มีนาคม-เมษายน 2542) ปรากฏว่า เฉพาะเดือนมีนาคม-เมษายน 2542 อุณหภูมิทั่วทั้งประเทศไม่ร้อนมาก กล่าวคือ อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าปกติ สำหรับปริมาณฝน ปรากฏว่า สูงกว่าปกติอย่างชัดเจนทั่วทั้งประเทศในทั้ง 2 เดือน

8.4 การลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์

McMichael et.al. (1996) ได้กล่าวถึงการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ และผลกระทบว่า ภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นล่าง ที่เรียกว่า โทรโพเฟียร์ ดังนั้น การลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ ซึ่งเป็นบรรยากาศชั้นกลาง จึงไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศ แต่โดยเหตุที่การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ทางกายภาพและทางเคมีที่เกิดขึ้นอย่างมากในบรรยากาศ จึงนับเป็นเหตุผลที่เพียงพอสำหรับการพิจารณาการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ ในการกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม จะต้องระลึกถึงความแตกต่าง ของผลที่เกิดจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกกับการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ไว้เสมอว่า การสะสมของก๊าซเรือนกระจกมีผลทำให้บรรยากาศมีกำลังในการแผ่รังสีได้มากขึ้น ส่วนการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์เนื่องจากคลอรีนนั้น มีผลทำให้รังสีอัลตราไวโอเลต ตกลงมาถึงระดับพื้นดินได้มากขึ้น ทั้ง 2 กรณีนี้ ต่างมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโลก

8.4.1 การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเลต ที่ระดับพื้นดิน

ก๊าซโอโซนในบรรยากาศทั้งหมดประมาณ 90% จะสะสมอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ และส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับความสูง จากระดับน้ำทะเล 15-25 กิโลเมตร ซึ่งก๊าซโอโซนที่สะสมอยู่ในบริเวณนี้มีปริมาณต่ำกว่า 10 ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร (ppmv) และเป็นตัวการสำคัญในการดูดกลืนพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรังสีอัลตราไวโอเลต ด้วยเหตุนี้จึงสามารถป้องกันพื้นผิวโลกจากรังสีอัลตราไวโอเลต (UVR) ได้ พลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกลงมาถึงผิวพื้นโลก ประกอบด้วย รังสีอัลตราไวโอเลตประมาณ 5% รังสีอินฟราเรดประมาณ 55% และรังสีที่มองเห็นได้ประมาณ 40% คลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตมีความยาวช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 200-400 nm (nano metre) แบ่งได้ 3 ชนิด คือ UV-A (315-400 nm) UV-B (280-315 nm) และ UV-C (200-280 nm) โอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์จะดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด(UV-C) ได้มากที่สุด ดูดกลืนช่วงคลื่นที่สูงขึ้นมา (UV-B) ได้ประมาณ 3/4 และ ดูดกลืน UV-A ได้เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ รังสีอัลตราไวโอเลตยังถูกดูดกลืนในบรรยากาศชั้นโทร

พอลิเมอร์ โดย เมฆ ผงฝุ่น ก๊าซต่างๆ และอนุภาคของสารที่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศได้อีก สัดส่วนของรังสีอุลตราไวโอเลตที่ถูกดูดกลืนในบรรยากาศขึ้นอยู่กับช่วงเวลาเวลาที่พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ส่องลงมาถึงผิวพื้นโลก ดังนั้น ความเข้มของรังสีอุลตราไวโอเลตที่ระดับผิวพื้นโลกจะผันแปรไปตามมุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำกับผิวพื้นโลก นั่นคือ จะผันแปรไปตามช่วงเวลาของวัน ฤดูกาลและเส้นละติจูด วันที่ท้องฟ้าโปร่ง รังสีอุลตราไวโอเลตลงมาถึงผิวพื้นโลกมากที่สุด โดยเฉพาะในแถบละติจูดต่ำๆ ในทางกลับกันระดับความเข้มของรังสีอุลตราไวโอเลตจะต่ำที่สุดในบริเวณขั้วโลกเหนือและใต้

การลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ พบครั้งแรกในทศวรรษที่ 1970 และประมาณกลางทศวรรษที่ 1980 ถึงต้นทศวรรษที่ 1990 พบว่า ในแถบละติจูดกลางของซีกโลกเหนือ (ประเทศสหรัฐอเมริกา ตอนเหนือของทวีปแอฟริกา ทวีปยุโรปเกือบทั้งหมด และรัสเซีย) ก๊าซโอโซนลดลงในอัตราประมาณ 4% ต่อปี และในรอบ 10 ปี พบว่า การลดลงของก๊าซโอโซนในระหว่างฤดูหนาวและใบไม้ผลิประมาณ 6% ระหว่างฤดูร้อนและใบไม้ร่วงประมาณ 3% ในซีกโลกใต้ ก๊าซโอโซนลดลงประมาณ 5% ต่อทศวรรษตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 และเกิดมากที่สุดบริเวณจากขั้วโลกใต้ขยายขึ้นมาถึงเส้นละติจูด 30° ได้ การลดลงของก๊าซโอโซนได้เพิ่มมากขึ้นในปี ค.ศ. 1990 และปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นอีกในทั้ง 2 ซีกโลก

มนุษย์เป็นผู้ทำให้โอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ลดลง ซึ่งในแถบละติจูดสูงๆ ลดลงได้มากกว่า นั่นคือ รังสี อุลตราไวโอเลตที่ระดับพื้นดินจะเพิ่มสูงขึ้น และพบว่า เพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด คือ ทางใต้ของทวีปแอฟริกา ออสเตรเลียและอเมริกาใต้ และบริเวณแถบละติจูดกลาง (30-60°เหนือ) ของทวีปยุโรป เอเชียและอเมริกาเหนือ จากการประมาณค่าก๊าซโอโซนจากภาพถ่ายดาวเทียม ระหว่างปี ค.ศ. 1979-1992 พบว่า รังสีอุลตราไวโอเลตที่ลงมาถึงบรรยากาศชั้นล่างเพิ่มขึ้นประมาณ 3% ต่อทศวรรษ ที่เส้นละติจูด 30°เหนือ (เช่น นิว ออสเตรเลีย นิวเคลียร์และเซี่ยงไฮ้) และที่เส้นละติจูด 30°ใต้ (เช่น ชิลี บัวโนสไอเรสและเคอร์บัน)

ตัวการสำคัญที่ทำให้ก๊าซโอโซนในบรรยากาศลดลงและส่งผลให้รังสีอุลตราไวโอเลตตกลงมาถึงผิวพื้นโลกมากขึ้น คือ สารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน หรือ สาร CFCs เป็นสารประกอบที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาเมื่อปี ค.ศ. 1930 มีความพิเศษในตัว คือ ติดไฟยากและมีพิษต่อมนุษย์น้อยมาก เป็นสารที่ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาแห้งเร็วเมื่อผสมสาร CFCs เข้ากับวัสดุใด ใช้กันมากในอุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมน้ำหอม อุตสาหกรรมเครื่องเย็น สำหรับในส่วนของภาคบุคคลที่ใช้สาร CFCs เช่น วัสดุต่างๆ ที่ทำด้วยโฟม ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกระป๋องหรือขวดสเปรย์ ทินเนอร์ เป็นต้น

การที่สาร CFCs ไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ทำให้คงลอยสะสมอยู่ในบรรยากาศได้โดยไม่เสื่อมสลาย เมื่อมีปริมาณมากขึ้นจากเวลาที่ผ่านมากกว่า 60 ปี สาร CFCs สามารถลอยขึ้นสู่บรรยากาศเบื้องบนเข้าสู่บรรยากาศชั้นที่มีก๊าซโอโซนอยู่มาก เมื่อได้รับรังสีอุลตราไวโอเลตจะถูกทำลายเปลี่ยนสภาพกลายเป็นสารคลอรีน และสารคลอรีนนี้เองที่ทำปฏิกิริยากับโอโซน จนทำให้ก๊าซโอโซนค่อยๆ ลดน้อยลงมาเป็นเวลานาน

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ รังสีอัลตราไวโอเลตที่ระดับพื้นดินไม่สม่ำเสมอ ทำให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองในการประมาณค่าได้ แต่เชื่อว่าเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเลตที่ลงมาถึงบรรยากาศชั้นล่างในปัจจุบันผันแปรในลักษณะของการยกกำลัง มากกว่าที่จะผันแปรในลักษณะของสมการเส้นตรงตามเปอร์เซ็นต์การลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ ดังนั้น จำนวนเปอร์เซ็นต์ของรังสีอัลตราไวโอเลตที่เพิ่มขึ้นจะมากกว่าที่คาดหมายได้จากสมการเส้นตรง ซึ่งความตรงข้ามกันนี้เพิ่มมากขึ้นตามการลดลงของก๊าซโอโซนที่รุนแรงมากขึ้น

8.4.2 ผลกระทบที่มีต่อสุขภาพโดยตรงจากการเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเลต

อิทธิพลของการได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตโดยตรงของมนุษย์ มีทั้งประโยชน์และโทษ ตัวอย่างเช่น มนุษย์ต้องการรังสีอัลตราไวโอเลตในปริมาณน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง UV-B ในการสร้างวิตามินดี ซึ่งวิตามินดีจำเป็นสำหรับการรักษาระดับแคลเซียมในเลือดให้คงที่ เพื่อเสริมสร้างความสมบูรณ์และการเจริญเติบโตของกระดูก อย่างไรก็ตามโดยทั่วไป รังสีอัลตราไวโอเลต เป็นอันตรายทั้งต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จำนวนมาก เช่น การได้รับรังสี UV-B และ UV-C เป็นเวลานานๆ จะทำลายไข่มุกของหอยสังข์และสัตว์บก พืช และ Phytoplankton ในทะเล

ทั้งรังสี UV-B และ UV-C จะถูก DNA ดูดกลืนได้อย่างมาก จากการทดลองพบว่า รังสี UV-B เป็นตัวการเหนี่ยวนำให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อ DNA ตามสัดส่วนปริมาณที่ได้รับในครั้งหนึ่งๆ ยิ่งกว่านั้น รังสี UV-A ที่มีความยาวคลื่นมากกว่า สามารถทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่ไปทำลายโมเลกุลขนาดใหญ่อย่าง DNA และทำให้โปรตีนในเลนส์ตาจับตัวเป็นก้อนได้ DNA ที่ถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระอาจเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้ด้วย แม้ว่าจะมีศักยภาพน้อยกว่ารังสี UV-B และ UV-C มากก็ตาม จากหลักฐานทางชีวโมเลกุลและหลักฐานทางระบาดวิทยา เชื่อว่า รังสีอัลตราไวโอเลตมีส่วนในการทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังและแผลฟกช้ำที่ตา

แม้ว่าการทดลองทางห้องปฏิบัติการ จะพบว่า รังสี UV-B มีศักยภาพในการทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังในสัตว์ทดลองได้มากกว่า UV-A หลายพันเท่าก็ตาม แต่รังสี UV-A ซึ่งมีความยาวคลื่นมากกว่าสามารถทะลุลงไปบนผิวหนังมนุษย์ได้ลึกกว่าจนถึงเนื้อเยื่อใต้หนังกำพร้า ดังนั้น รังสี UV-A จึงสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดมากกว่ากับอันตรายที่เกิดกับผิวหนังมนุษย์ อย่างไรก็ตาม แม้ว่ารังสี UV-B จะมีอันตรายต่อผิวหนังน้อยกว่ารังสี UV-A แต่มีอิทธิพลต่อตาและต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ถึงแม้ขอบเขตอิทธิพลที่มีต่อระบบภูมิคุ้มกันและกลไกทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องจะยังสร้างไม่ได้ แต่เชื่อว่า เมื่อก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ลดลงมากยิ่งขึ้น จะยิ่งทำให้อัตราส่วนของรังสีอัลตราไวโอเลต ที่จะลงมาถึงพื้นดินเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลที่เกิดขึ้น คือ อิทธิพลทางชีววิทยาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับรังสีอัลตราไวโอเลตจะเกิดขึ้นมากที่สุด

8.4.3 การบรรเทาการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์

ตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1980 เป็นต้นมา กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ ปรากฏชัดมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ นานาชาติได้ตระหนักถึงปัญหาที่จะตามมา หากสถานการณ์นี้ยังคงดำเนินต่อไป จึงได้มีการตกลงร่วมมือกันเพื่อปกป้องก๊าซโอโซน โดยในปี ค.ศ. 1987 ได้มีการลงนามในพิธีสารมอนทรีออลที่ว่าด้วยสารที่ทำให้ชั้นโอโซนลดลง ซึ่งนับเป็นขั้นตอนแรกที่น่ามาใช้ในการควบคุม ลดการผลิตและการใช้สาร CFCs ที่เป็นตัวการสำคัญในการทำลายก๊าซโอโซน พิธีสารนี้ มีสาระสำคัญ คือ ขกเลิกการใช้สาร CFCs ภายในปี ค.ศ. 1991 และ Halons ภายในปี ค.ศ. 1995 ในที่สุดประเทศสมาชิกพิธีสารนี้ตกลงกันว่าจะเลิกใช้สารที่ทำให้ก๊าซโอโซนลดลงมากที่สุดภายใน วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1996

เมื่อพิธีสารมอนทรีออลได้รับการยอมรับอย่างเต็มที่แล้ว ปริมาณคลอรีนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ที่เป็นตัวทำลายก๊าซโอโซนจะมีมากที่สุดเพียงแค่ว่าภายในทศวรรษหน้า การสูญเสียก๊าซโอโซนจำนวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ ระดับก๊าซโอโซนในปลายทศวรรษ 1960 น่าจะลดลง 12-13% ในบริเวณทางด้านเหนือของแถบละติจูดกลางในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ และประมาณ 6-7% ในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง ส่วนทางด้านใต้ของแถบละติจูดกลางน่าจะลดลงประมาณ 11% การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ ประมาณว่า จะตรงกับ การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเลตที่ระดับพื้นดิน 15% 8% และ 13% ตามลำดับ ถ้าปัจจัยอื่นๆ เช่น เมฆ คงที่ ระดับสูงสุดนี้คาดว่าจะยืดเยื้อต่อไป และจะลดลงภายหลังจากนั้นอีกหลายทศวรรษ เนื่องจากคลอรีน สามารถล่องลอยอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ได้นาน ปริมาณก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์จะกลับคืนให้เท่ากับปริมาณในระดับปี ค.ศ. 1990 ในประมาณกลางศตวรรษหน้า

ประเทศไทย ได้เข้าเป็นภาคีของพิธีสารนี้เมื่อปี พ.ศ. 2532 ซึ่งหมายความว่าประเทศไทยจะต้องเลิกการใช้สารเคมีที่มีผลทำลายก๊าซโอโซนโดยสิ้นเชิงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะรักษาสันโอโซนในบรรยากาศของโลกเอาไว้

8.5 การวางแผนและการปฏิบัติที่กลมกลืนกับลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ

WMO (1999) ได้กล่าวถึงการวางแผนและการปฏิบัติที่กลมกลืนกับลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยของมนุษย์ว่า วิทยาศาสตร์ของการพยากรณ์ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว การปรับปรุงการพยากรณ์ลมฟ้าอากาศประสบผลสำเร็จเมื่อทศวรรษที่ผ่านมาซึ่งสามารถช่วยเหลือชีวิตได้นับล้านคน โดยผ่านทาง การเตือนภัยเกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อน ภาวะน้ำท่วมและปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่รุนแรงอื่นๆ การพยากรณ์ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ และการใช้ข้อมูลภูมิอากาศที่ผ่านมาเพื่อการวางแผน มีส่วนส่งเสริมอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการผลิตอาหาร สถาน

การณีนี้นั้นเห็นได้จากการศึกษาที่ผ่านมาไม่นาน ที่พบว่า ขณะที่เกิดภาวะแห้งแล้งที่ยาวนานจากปรากฏการณ์ เอล นินโญ และปัจจัยอื่นๆ ในประเทศไทยและอินโดนีเซีย ส่งผลกระทบทางลบต่อผลผลิตผลไม้ ผักและข้าว แต่ทำให้ผลผลิตจากพืชไร่ ป่าไม้และการประมง เพิ่มขึ้น ประมาณ 2.5-6.7%

ความก้าวหน้าที่น่าพึงพอใจในการพยากรณ์ระยะยาว น่าจะเป็นไปได้ในอีก 2-3 ปีข้างหน้า เนื่องจากผลจากการดำเนินงานภายใต้แผน WMO เช่น แผนภูมิอากาศโลก (World Climate Programme) การบริการใหม่บนพื้นฐานการพยากรณ์ระยะปานกลางหรือรายฤดูน่าจะเป็นไปได้ระหว่างทศวรรษหน้า(ทศวรรษที่ 2010) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสามารถในการพยากรณ์ปรากฏการณ์ เอนโซ และสภาพภูมิอากาศผิดปกติที่เกี่ยวข้องซึ่งจะช่วยให้เกิดผลกระทบที่จะเกิดกับสุขภาพจำนวนมากลงได้ ปรากฏการณ์ เอล นินโญ ปี 1997/98 เป็นปรากฏการณ์แรกที่มีประสิทธิผลสำเร็จในการพยากรณ์รายฤดูในหลายภูมิภาคของโลกโดย NMHSs ซึ่งได้รับความเชื่อถือจากสาธารณชนและผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ

ปรากฏชัดว่า การพยากรณ์อากาศรายฤดูสามารถลดผลกระทบที่เกิดจากภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับลมฟ้าอากาศลงได้ การรู้ล่วงหน้า 2-3 เดือน ถึงรูปแบบลมฟ้าอากาศทั่วๆ ไป สามารถนำมาใช้ในการจัดการกับภัยพิบัติได้ทุกขั้นตอน คือ การรับทราบ การเตรียมการป้องกัน และการคาดการณ์ความเสียหายที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ ในอนาคตอาจสามารถพยากรณ์การเกิดโรคที่ต้องมีตัวนำที่เกี่ยวข้องกับลมฟ้าอากาศได้ ดังนั้น การพยากรณ์ภูมิอากาศสามารถนำมาใช้ในการเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกทางอนามัย การสะสมวัคซีนและเป็นเครื่องมือควบคุมการใช้ยาฆ่าแมลงและอื่นๆ

8.5.1 ชีวอุตุนิยมวิทยาและชีวภูมิอากาศวิทยา

การพยากรณ์ทางอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสุขภาพอนามัยและเพื่อปรับปรุงการบริการด้านอนามัยยังไม่เป็นที่พอใจอย่างเต็มที่ การบริการด้านอุตุนิยมวิทยาที่เป็นอยู่ในหลายประเทศ คือ การจัดให้มีการพยากรณ์อากาศปกติ ร่วมมือกับองค์กรสาธารณสุขตรวจวัดปริมาณละอองเรณู เกสรและผงฝุ่น คำนวณดัชนีความสบาย จัดทำแผนที่ชีวภูมิอากาศ การพยากรณ์รังสีอัลตราไวโอเลตและภาวะผิวไหม้เกรียมเนื่องจากถูกแดด และการเตือนภาวะมลพิษ การเตือนภาวะมลพิษออกให้ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศแห่งชาติซึ่งได้มาจากการศึกษาทางระบาดวิทยาที่กำหนดปริมาณที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

การพยากรณ์ละอองเรณูเกสรประจำวันสามารถนำมาใช้เตือนสภาพที่อาจเกิดไข้จาม (Hay Fever) ได้ เพื่อว่าบุคคลที่แพ้โรคนี้นี้จะได้หามาตรการป้องกัน บุคคลที่เป็นโรค Hay Fever อาจเกิดจากการแพ้ละอองเรณูเกสรชนิดเดียวหรือหลายชนิดก็ได้ การตรวจวัดละอองเรณูเกสรอาจตรวจวัดจำนวนเมล็ดละอองเรณูเกสรต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศตัวอย่างเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง ปริมาณละอองเรณูเกสรแสดงให้เห็นเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูกาลต่างๆ และปริมาณละอองเรณูเกสรในอากาศจะผันแปรไปวันต่อวัน การเริ่มฤดู

ละอองเกสรหญ้าในประเทศอังกฤษอาจล่อช้าออกไปประมาณ 32 วัน ตามสภาพของลมฟ้าอากาศในฤดูใบไม้ผลิและต้นฤดูร้อน

ได้มีการนำบริการด้านอุตุนิยมวิทยาไปใช้สำหรับการวางแผนและออกแบบการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อหลีกเลี่ยงภาวะมลพิษทางอากาศและอันตรายที่จะมีต่อประชากรท้องถิ่น การนำความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยามาใช้ประโยชน์มีความจำเป็นมาก เพราะว่า ถ้าออกแบบก่อสร้างให้ปล่อยไฟสูง จะทำให้การปล่อยออกจากอุตสาหกรรมนั้น แพร่กระจายไปในระดับสูงมากกว่าที่จะสะสมในระดับต่ำที่จะมีผลทางลบต่อประชาชน สัตว์และพืชระดับพื้นดิน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปล่อยไฟสูงจะสามารถแก้ปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศในท้องถิ่นได้ แต่จะทำให้สารพิษเหล่านั้นลอยลอยในอากาศได้ยาวนาน ลักษณะเช่นนี้เป็นปัญหาสำคัญในทวีปยุโรป ซึ่งกล่าวได้ว่า ฝนกรด ที่เกิดจาก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จากประเทศยุโรปตะวันตก ทำให้ความเสียหายให้กับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลในสแกนดิเนเวีย เช่นเดียวกับ การปล่อยออกทางเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ความเสียหายให้กับป่าทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศแคนาดา

ชีวภูมิอากาศวิทยา เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของภูมิอากาศที่มีต่อระบบสิ่งมีชีวิต การทำแผนที่ข้อมูลด้านชีวภูมิอากาศ เป็นจุดเด่นที่นำมาใช้ในการศึกษาความผันแปรของธาตุประกอบลมฟ้าอากาศตามพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความอยู่ดีกินดีของมนุษย์ แผนที่ชีวภูมิอากาศได้แก่

1. ชนิดภูมิอากาศตามภูมิภาคต่างๆ เช่น ภูมิอากาศหนาวเย็น/ชื้น พอเหมาะ ร้อน/แห้งแล้ง เป็นต้น

2. แผนที่แสดงบริเวณที่ร้อนหรือหนาวเย็นมาก จำลองตามอุณหภูมิในมาตราส่วนต่างๆ กันจากระดับท้องถิ่นจนถึงระดับโลก

3. แผนที่อุณหภูมิเท่า ที่แสดงขีดจำกัดการกระจายของตัวนำเชื้อโรค

ตัวอย่าง ตัวนำโรคที่ใช้ที่ระบาดเป็นครั้งคราว คือ ยุง *Aedes aegypti* ซึ่งปัจจุบันยุงชนิดนี้ถูกควบคุมโดยสภาพอากาศที่เย็นที่หลายได้ทั้งไข่และตัวแก่ ในประเทศออสเตรเลีย การกระจายถูกจำกัดอยู่ในบริเวณที่อุณหภูมิกลางฤดูหนาวเฉลี่ย สูงกว่า 10°C ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันขีดจำกัดทางเหนืออยู่ที่เส้นละติจูด 35 องศาเหนือ ตรงกับเส้นอุณหภูมิเท่า 10°C

8.5.2 การออกแบบอาคารและการวางผังเมือง

ความสามารถเฉพาะที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของมนุษยชาติ คือ ความสามารถในการดัดแปรสิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบได้ ที่เห็นได้ชัดที่สุดคือ การสวมใส่เสื้อผ้าและสถาปัตยกรรม ทำให้มนุษย์สามารถขยายช่วงความทนทานต่อสภาพอากาศได้ ไม่ว่าจะเป็นเขตทะเลทราย เขตขั้วโลก หรือแม้แต่บนดวงจันทร์ที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดทำได้

การออกแบบอาคารมีความสำคัญมากสำหรับประชาชนที่อาศัยในแถบภูมิอากาศหนาวเย็นและร้อนชื้น ในเขตภูมิอากาศหนาวเย็นที่สำคัญมาก คือ การป้องกันมิให้ไฟฟ้ารั่ว ต้องมีมาตรฐานสูงเพื่อให้ความ

สบายภายในเป็นไปด้วยความประหยัด ในแถบภูมิอากาศร้อนชื้น สิ่งจำเป็นเบื้องต้น คือ ต้องมีที่กำบังแสงแดด รวมทั้งต้องมีการระบายอากาศมากพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากลม ในเขตภูมิอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งรุนแรงมากๆ ถ้าเป็นไปได้ต้องมีต้นไม้เป็นที่กำบังแสงแดด (ถ้าไม่มี ต้องใช้วิธีการอื่นๆ) วัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างก็นับได้ว่าเป็นเครื่องป้องกันภายในอาคารให้รอดพ้นจากอากาศภายนอกที่ร้อนในระหว่างเวลากลางวันได้ ตามวิธีการเช่นนี้จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารประจำวันต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกมาก

การทำแผนที่ชีวภูมิอากาศ สามารถทำให้สถาปนิกวางแผนออกแบบอาคารที่เหมาะสมได้ นอกจากนั้นการพยากรณ์ลมฟ้าอากาศประจำวัน สามารถช่วยให้ได้รับความสบายภายในอาคารโดยใช้พลังงานน้อยที่สุดตลอดเวลา การเฝ้าตรวจและการพยากรณ์ภูมิอากาศประจำฤดูกาล สามารถช่วยในการวางแผนการกักเก็บและการกระจายแหล่งพลังงานความร้อนในเขตภูมิอากาศหนาวเย็นได้ การออกแบบอาคารอย่างรอบคอบ ทำให้การถ่ายเทพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะลดการใช้เชื้อเพลิงลงได้ และสามารถลดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตได้ด้วย

8.5.3 การลดภัยพิบัติ

ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศที่รุนแรงมากๆ และผลกระทบมักจะคิดกันว่าไม่สามารถควบคุมได้ อย่างไรก็ตาม มีเป็นจำนวนมากที่สามารถลดผลกระทบลงได้ ปรากฏการณ์ที่รุนแรงมากๆ ไม่จำเป็นว่าจะนำไปสู่ภัยพิบัติเสมอไป ภัยพิบัติเกิดขึ้นเฉพาะถ้ามาตรการฉุกเฉินที่สังคมนำมาใช้ไม่สามารถลดความเสียหายที่สำคัญได้ จนทำให้ประชากรไม่สามารถกลับเข้าสู่ภาวะปกติได้ถ้าปราศจากการช่วยเหลือจากภายนอกอย่างจริงจัง

ระบบลมฟ้าอากาศจะไม่มีอาณาเขตทางการเมืองเข้ามาเกี่ยวข้อง การแลกเปลี่ยนข่าวสารเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศที่รวดเร็วสามารถช่วยชีวิตและการประกอบอาชีพได้เป็นจำนวนมาก สมาชิกองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกได้มีการแลกเปลี่ยนผลการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาที่ปฏิบัติกันเป็นประจำ ภายใต้การเฝ้าติดตามลมฟ้าอากาศโลก (World Weather Watch - WWW) และได้ใช้ข้อมูลข่าวสารที่ร่วมกันทั่วโลกนี้ในการออกคำเตือนแห่งชาติเกี่ยวกับภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากลมฟ้าอากาศ ความสำเร็จของ WWW เห็นได้จากมีผู้เสียชีวิตจากพายุไซโคลนในประเทศบังกลาเทศ เมื่อเดือนพฤษภาคม ค.ศ.1994 เพียง 200 คนเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่เสียชีวิตจากพายุไซโคลนในลักษณะเดียวกันนี้ในปี ค.ศ. 1991 ที่สูงถึง 130,000 คน แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงระบบการเตือนภัยที่ได้ผลและการอพยพออกไปของประชาชน ระหว่าง 2-3 ปีที่ผ่านมาความแม่นยำและตรงต่อเวลาของการออกคำเตือนสภาพลมฟ้าอากาศที่รุนแรงมากได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเข้าใจดีขึ้นเกี่ยวกับว่า ลมฟ้าอากาศรุนแรงก่อตัวได้อย่างไร มีการตรวจวัดและการพยากรณ์รายละเอียดของระบบลมฟ้าอากาศได้ดีขึ้นและการออกคำเตือนสภาพลมฟ้าอากาศรุนแรงได้ การ

บริการอนามัยแห่งชาติของประเทศที่เกี่ยวข้องก็สามารถนำมาใช้ได้เพื่อเตรียมการในส่วนที่คาดว่าจะเกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยจากภัยพิบัตินั้น

กิจกรรมของมนุษย์ปรากฏชัดว่า มีส่วนในการช่วยให้เกิดปรากฏการณ์ที่รุนแรงและเพิ่มความอ่อนไหว เช่น ภาวะความแห้งแล้งและการกลายพันธุ์ทะเลทราย เกิดจากสภาพอากาศที่แห้งแล้งผิดปกติติดต่อกันยาวนาน ผสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบไม่ยั่งยืน รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่ามากเกินไปเพื่อใช้พื้นที่ผลิตพืชผลและเลี้ยงสัตว์ ผลกระทบของปรากฏการณ์ที่รุนแรงมากๆ เกิดขึ้นมากที่สุดกับชุมชนที่มีทรัพยากรทางสังคมและวิชาการน้อย ชุมชนชาติและขอบเขตที่แน่นอนของผลกระทบจากลมฟ้าอากาศที่รุนแรงมากๆ ยังขึ้นอยู่กับ การคาดหมายล่วงหน้าถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นและระดับการป้องกันที่ต้องการรวมถึงวิธีการทางการแพทย์ ข้อสมมติฐานเหล่านี้กลับไปขึ้นอยู่กับความรู้เกี่ยวกับความถี่และความรุนแรงของปรากฏการณ์ที่รุนแรงมากๆ ที่น่าจะได้รับผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

8.5.4 ระบบการเฝ้าเตือนทางอนามัยเนื่องจากความร้อน

การเตือนภูมิอากาศโลก ได้ออกคำเตือนว่า ปีที่ร้อน ฤดูหนาวที่อบอุ่นสบาย ฤดูร้อนที่ร้อนและคลื่นความร้อน จะเกิดขึ้นมากขึ้น ความตึงเครียดเนื่องจากความร้อนจะเป็นปัญหาสำคัญทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา เนื่องจากประชากรที่อาศัยในสิ่งแวดล้อมเมืองเพิ่มมากขึ้น เมื่อไม่นานมานี้เองที่คลื่นความร้อนส่งผลกระทบต่อประชากรที่อาศัยอยู่ในเมืองของประเทศสหรัฐอเมริกาและอินเดีย อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการจำนวนมากที่สามารถลดผลกระทบของสภาพอากาศร้อนที่มีต่อสุขภาพอนามัยได้

ระบบการเฝ้าเตือนทางอนามัยเนื่องจากความร้อน (Heat Health Watch Warning System) สามารถเตือนให้ประชาชนทราบถึงสภาพลมฟ้าอากาศที่มีอันตรายที่ใกล้จะมาถึง ระบบเช่นนี้ดำเนินการร่วมกันระหว่างกรมรังสีให้การศึกษาทางสาธารณสุขกับการส่งเสริมพฤติกรรม เพื่อลดความตึงเครียดเนื่องจากความร้อน องค์การสาธารณสุขใช้ระบบนี้เป็นแนวทางในการสร้างขั้นตอนการลดผลกระทบระหว่างที่เกิดสภาพอากาศที่ร้อนมากๆ ในหลายประเทศได้มีการพยากรณ์ชีวอุตุนิยมวิทยาสำหรับสภาพอากาศร้อนด้วย เช่น ในประเทศเยอรมนีมีบางครั้งได้ปรับปรุงการบริการให้เข้ากับความต้องการทางการแพทย์และสาธารณสุขทั่วไป และทางตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกา การบริการลมฟ้าอากาศแห่งชาติ (National Weather Service) ได้ออกคำเตือนความร้อนส่วนเกินบนพื้นฐานของดัชนีความร้อนในเวลากลางวัน

ได้มีการสร้าง ระบบการเฝ้าติดตาม/การออกคำเตือน สำหรับความตึงเครียดเนื่องจากความร้อนขึ้นใหม่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางภูมิอากาศเป็นพื้นฐาน คณะกรรมการทางอนามัยและการบริการลมฟ้าอากาศแห่งชาติประจำท้องถิ่น ร่วมกันออกคำเตือนและเฝ้าติดตามเพื่อสุขภาพอนามัย ระบบนี้ช่วยให้ประชาชนที่อาศัยในเมืองฟิลาเดลเฟียได้รับความปลอดภัย โดยเฉพาะในระหว่างฤดูร้อนที่ร้อนมากใน ปี ค.ศ. 1995 ระบบการเฝ้าติดตาม/ออกคำเตือน ที่มีอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับการประเมินว่าเป็นระบบที่ได้ผล และมี

แผนที่จะติดตั้งระบบเดียวกันนี้ในที่ต่างๆ ทั่วโลก เช่น กรุงโรม เม็กซิโกและเซี่ยงไฮ้ โดยได้รับการสนับสนุนจาก องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก

8.5.5 ความมั่นคงด้านอาหาร สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน

การผลิตอาหารต้องมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสิ่งแวดล้อม จึงจะทำให้การผลิตอาหารเป็นไปอย่างมั่นคง องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ได้สนับสนุนการให้บริการทางด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และการบริการที่เกี่ยวข้อง ให้กับชุมชนที่ทำฟาร์มเพื่อช่วยให้การทำฟาร์มนั้นเป็นไปอย่างยั่งยืนและประหยัด โดยผ่านทางระบบการเกษตร ขณะเดียวกันให้มีการปรับปรุงด้านการเกษตรและลดภาวะมลพิษที่เกิดจากสารเคมีทางการเกษตร หรือตัวการอื่นๆ ที่เป็นตัวการทำให้สุขภาพอนามัยเสียไปและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม การนำข้อมูลข่าวสารด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาไปใช้ประโยชน์อาจช่วยให้มีการใช้น้ำที่ขาดแคลนในบริเวณแห้งแล้งและในบริเวณที่มีแนวโน้มว่าจะแห้งแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ข่าวสารภูมิอากาศส่วนใหญ่ใช้ในการวางแผน ส่วนข้อมูลสภาพลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศปัจจุบันใช้ในการทำการเกษตรปัจจุบัน เช่น ในแถบแห้งแล้งแอฟริกา การใช้โอกาสของฝนที่คำนวณจากข้อมูลฝนรายวันในระยะยาวเชื่อมต่อกับข้อมูลศักยภาพการคายระเหยน้ำ ช่วยให้การใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในถังเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นสำหรับการชลประทานเพิ่มเติมให้กับพืชผล

ปัญหาหลักในหลายประเทศ คือ การทำให้แน่นอนถึงความมั่นคงของแหล่งอาหาร ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้คนทั่วโลกเสียชีวิตสูงถึง 11.7% (ประชากรโลกเสียชีวิตปีละ 5.8 ล้านคน) คือ การขาดอาหารและมีผู้เสียชีวิตเนื่องจาก น้ำประปา การสุขาภิบาล และการอนามัย ที่ไม่เพียงพอทั้งโลก ประมาณ 5.3% ของผู้ที่เสียชีวิตทั้งหมด ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจทำให้อาหารและน้ำประปามีความไม่แน่นอนหรือลดน้อยลงในภูมิภาคต่างๆ ประชากรที่มีความอ่อนไหวจำนวนนับร้อยล้านคน ต้องเสี่ยงต่อปัญหาทางสุขภาพเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แถบทะเลทรายสะฮาราในทวีปแอฟริกา

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก มีความพยายามอย่างต่อเนื่องที่จะทำให้แน่ใจได้ว่า แบบจำลอง NMSHs มีความสามารถในการให้คำเตือนและให้เป็นแนวทางแก่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจได้ทันเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โครงการบริการข่าวสารและการพยากรณ์ภูมิอากาศ (Climate Information and Prediction Services - CLIPS) ขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมต่อช่องว่างระหว่างการให้ข่าวสารภูมิอากาศในอดีตกับการพยากรณ์อากาศในอนาคตอันใกล้ให้เข้าด้วยกัน CLIPS จะให้การสนับสนุนความร่วมมือระหว่างประเทศ เพื่อให้ทุกประเทศสามารถพัฒนาการบริการด้านภูมิอากาศในประเทศตนเองได้ CLIPS มีพันธะที่ต้องทำให้สังคมมนุษย์มีความมั่นคงในระยะยาว ได้มีการก่อตั้ง ศูนย์กลางการตรวจจับภาวะความแห้งแล้ง (Drought Monitoring Centres) ขึ้นในกรุงไนโรบี ประเทศเคนยา และในกรุงฮาราเร ประเทศซิมบับเว ในปี ค.ศ. 1984 เพื่อออกคำเตือนให้ทันทั่วทั้งที่เกี่ยวกับการเกิดภาวะความแห้งแล้งและสภาพอากาศที่เลวร้ายอื่นๆ ให้กับประเทศทางตะวันออกและทางใต้ของทวีปแอฟริกา ได้มีการก่อตั้ง ศูนย์กลางการนำข้อมูลด้าน

อุตุนิยมวิทยามาใช้ประโยชน์สำหรับการพัฒนาแห่งทวีปแอฟริกา (The African Centre of Meteorological Applications for Development - ACMAD) ขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนจากองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ในเมือง นีอาเบ ประเทศไนเจอร์ เพื่อทำการพยากรณ์อากาศรายฤดูและภูมิอากาศ ซึ่งสามารถทำให้ NMHSs ออกคำเตือนล่วงหน้าถึงสภาพอากาศที่เลวร้ายได้

8.6 บทสรุป

ภูมิอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก การเปลี่ยนแปลงและความผันแปรทางภูมิอากาศจะมีผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์แทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบที่เกิดจากปรากฏการณ์ เอนโซ ที่อาจก่อให้เกิดภาวะความแห้งแล้งหรือฝนตกหนักในหลายพื้นที่ ซึ่งมีผลกระทบต่อสังคมมนุษย์ได้โดยการทำให้เกิดการขาดแคลนอาหาร ภาวะน้ำท่วมและดินถล่ม หรือผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน ที่อาจจะเกิดขึ้นในอีก 100 ปีข้างหน้า จะมีผลกระทบต่อสังคมมนุษย์ในด้านต่างๆ จำนวนมาก เช่น การสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล การผลิตอาหาร ทรัพยากรน้ำ เป็นต้น ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่างส่งผลกระทบต่อถึงสุขภาพอนามัยของมนุษย์แทบทั้งสิ้น

ควรจะได้มีการศึกษา วิจัย อย่างจริงจังถึงผลกระทบของความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศที่มีต่อสังคมมนุษย์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องติดตามสภาพภูมิอากาศอย่างใกล้ชิดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ หากมีแนวโน้มว่าจะเกิดปรากฏการณ์ใดๆ ที่เกี่ยวกับภูมิอากาศแล้ว จะได้ออกคำเตือนเพื่อเตรียมพร้อมรับมือถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์นั้นๆ ได้อย่างทันท่วงที ซึ่งสามารถลดภัยพิบัติที่จะเกิดกับมนุษยชาติได้ในระดับหนึ่ง เช่น การวางแผนการใช้น้ำ การวางแผนการเพาะปลูก การระมัดระวังเรื่องโรคภัยที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งการระมัดระวังเรื่องของไฟฟ้า เป็นต้น

พึงระลึกอยู่เสมอว่า การกระทำของมนุษย์เอง ก็มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือทำให้ผลกระทบที่เกิดจากความผันแปรทางภูมิอากาศรุนแรงมากขึ้น เช่น การใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมของอินทรีย์วัตถุอย่างไม่มีขีดจำกัด การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ส่งเสริมให้มีการนำข่าวสารและความรู้เกี่ยวกับภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศไปประยุกต์ใช้กับสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ซึ่งจะบรรลุผลได้ต้องได้รับความร่วมมือระหว่าง NMHSs ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพอนามัย และผู้มีอำนาจในการตัดสินใจอื่นๆ ที่รับผิดชอบสุขภาพอนามัยและความผาสุกของมนุษย์ การพยากรณ์ภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศจะไม่มีค่าเลยถ้าไม่ได้นำไปใช้ นอกจากนี้ ในระดับท้องถิ่นและชุมชน ข่าวสารต้องแสดงในรูปแบบที่เป็นความรู้ประจำท้องถิ่นที่สมบูรณ์และเข้าใจได้ง่าย

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความผันแปรภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในระบอบวาระการประชุมด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัย อย่างไรก็ตามยังมีช่องว่างของข่าว

สารอีกจำนวนมากที่จำเป็นต้องรู้ คือ การศึกษาผลกระทบที่จะมีต่อสุขภาพจากความผันแปรของลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศในระยะสั้นๆ ในท้องถิ่นนั้นๆ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ทางสุขภาพอนามัยควรประสานกับ นักภูมิอากาศ นักอุทกนิคมวิทยา และนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ เพื่อให้การวิจัยเป็นไปอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

การประชุมแห่งสหประชาชาติที่ว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา ในปี ค.ศ. 1992 (The 1992 United Nations Conference on Environment and Development - UNCED) ได้รับรองการประชุมที่กล่าวถึงความไม่แน่นอนที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่รวมอยู่ในการพยากรณ์ถึงความเป็นไปได้ของผลกระทบที่รุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโลก ต้องไม่นำมาใช้ในการตัดสินใจอยู่เนืองๆ เพื่อรอและเฝ้าดู ถ้าจะกล่าวให้ถูกในสถานะการณ์เช่นว่านี่มีสิ่งที่จะต้องกระทำมากเพื่อความรอบคอบ คือ การกระทำที่เรียกว่า “ป้องกันไว้ก่อน” ดังนั้น หลักการป้องกันไว้ก่อนจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการลดลงของก๊าซโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโตเฟียร์ เพราะว่ามีความเป็นไปได้ที่ระบบสิ่งแวดล้อมโลกและระบบภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิงจนกลับคืนสภาพเดิมไม่ได้ และเพราะว่าจะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์อย่างร้ายแรง

ปัญหาอนามัยสิ่งแวดล้อม ทั้งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและจะเกิดขึ้นในอนาคต เกิดจากสาเหตุต่างๆ มากมาย เช่น ความยากจน ความไม่เท่าเทียมกัน ค่านิยมทางสังคม-เศรษฐกิจและวิถีการปฏิบัติ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อมในระดับโลก มีแนวโน้มว่าทำให้ปัญหาสุขภาพด้านต่างๆ ในปัจจุบันจะทวีความรุนแรงขึ้นในหลายประเทศ เช่น การขาดอาหารในท้องถิ่น การเกิดโรคติดต่อที่เกิดจากตัวนำโรค และการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่รุนแรง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอาจทำให้เกิดปัญหาใหม่และไม่คาดหมายมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ข้าราชการด้านภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศสามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนการสร้างมาตรการป้องกันและปรับปรุงความสามารถของประชากรในการปรับตัวให้เข้ากับทั้งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและความผันแปรของภูมิอากาศ และลดผลกระทบที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้

เอกสารอ้างอิง

- ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2540. การตรวจสอบสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ช่วงที่เกิดปรากฏการณ์
เอล นีโญ 2540. กองภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2541. ปรากฏการณ์เอนโซ. กองภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2541. ปรากฏการณ์ ลา นีญา. กองภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ. 2541. ภาวะเรือนกระจก. กองภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา.
- มันทนา พฤกษ์วัน และ สุคาพร นิ่มมา. 2542. ผลกระทบของ ลา นีญา ที่มีต่อฝนและอุณหภูมิของประเทศไทย. กรมอุตุนิยมวิทยา. กระทรวงคมนาคม.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2540. บทสรุปสำหรับผู้บริหาร โครงการศึกษาและจัดทำบัญชีแห่งชาติว่าด้วย
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่มีได้ถูกควบคุมโดยพิธีสารมอนทรีออล.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. คู่มือความเข้าใจ อนุสัญญาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก.
- McMichael, A.J., A. Haines, R. Slooff and S. Kovats. 1996. Climate Change and Human Health.
World Health Organization. Geneva.
- Thailand Environment Institute. 1997. Thailand Country Study on Climate Change 1990.
- WMO. 1999. Weather, Climate and Health. WMO. No. 892. World Meteorological Organization.
Geneva.
-