

3. ผลกระทบจากการใช้พลังงาน

การใช้พลังงาน ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบและระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้พลังงานที่ได้จากการสะสมความร้อนจากดวงอาทิตย์มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การใช้ฟืนและถ่านมีผลกระทบต่อสภาพป่าโดยตรง ในขณะที่การนำถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมาใช้ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในทุกขั้นตอนการผลิตและการใช้ ซึ่งได้แก่ ขั้นตอนการสำรวจ ขุดเจาะ แต่งแร่ ขนส่ง แปรรูป จัดส่ง และใช้ประโยชน์ โดยอาจทำให้มีการปนเปื้อนในทะเล การสูญเสียสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ การสูญเสียพื้นที่ป่า และทำให้เกิดก๊าซพิษนานาชนิด เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และอื่น ๆ การลำเลียงขนส่งสินแร่และวัสดุพลังงานออกจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ รวมทั้งการจัดส่งไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปตามสายส่งแรงสูงเข้าไปในป่า ทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่า เกิดการเสียดุลของระบบนิเวศทั้งทางบกและทางน้ำ และในที่สุดมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและสังคมของมนุษย์ ผลกระทบจากการนำทรัพยากรพลังงานชนิดต่างๆ มาใช้ มีดังนี้

3.1 ผลกระทบในขั้นตอนการสำรวจ ขุดเจาะนำทรัพยากรพลังงานขึ้นมาใช้

3.1.1 การทำเหมืองถ่านหิน

การทำเหมืองถ่านหินมีผลกระทบ ดังต่อไปนี้

- ผลกระทบต่อป่าไม้ เนื่องจากการทำเหมืองถ่านหินโดยเฉพาะเหมืองเปิด มีการเปิดหน้าดินเพื่อนำถ่านหินออกมา ดังนั้นถ้ามีการทำเหมืองในพื้นที่ป่า ก็จะมีการทำลายป่าไม้ด้วย
- ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ทั้งแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดิน โดยอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำและทำให้น้ำปนเปื้อนสารกำมะถัน สารโลหะหนักหรือสารชนิดอื่นๆ จากกิจกรรมการทำเหมือง
- ผลกระทบต่อหน้าดิน พื้นที่เปิดจะมีการพังทลายของผิวดินได้ง่าย ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำ
- ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ จากปริมาณฝุ่นที่เกิดจากการเปิดหน้าดินและขนส่งถ่านหิน
- ผลกระทบต่อทัศนียภาพ กองดินที่เกิดจากเปิดหน้าดินและหลุมที่เกิดขึ้นจากการทำเหมือง หากไม่มีการฟื้นฟูสภาพ จะทำให้สภาพพื้นที่เสื่อมโทรมและเป็นการทำลายทัศนียภาพ
- ผลกระทบทางด้านสังคม การทำเหมืองอาจต้องมีการย้ายชาวบ้านออกจากพื้นที่ และบางครั้งมีการทำลายพื้นที่ทำกินดั้งเดิมของชุมชน
- ผลกระทบต่อสุขภาพ ในขั้นตอนการเปิดหน้าดินและขนย้ายถ่านหินจะมีฝุ่นเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการป้องกันอย่างถูกต้องเหมาะสม ฝุ่นเหล่านี้จะฟุ้งกระจาย สร้างความเดือดร้อนรำคาญ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับตัวเหมือง นอกจากนี้ การขนส่งถ่านหินโดยใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ยังทำให้ชุมชนมีอัตราเสียงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากรถบรรทุกถ่านหิน

3.1.2 การสำรวจขุดเจาะและขนส่งน้ำมันปิโตรเลียม

ส่วนใหญ่จะมีผลกระทบในพื้นที่ที่มีการขุดเจาะโดยเฉพาะในทะเล พบว่า การขุดเจาะน้ำมัน นอกจากจะทำให้เกิดการปนเปื้อนในทะเลแล้ว อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งน้ำมันทางทะเล ยังทำให้น้ำมันนับแสนตันในเรือบรรทุกถูกปล่อยลงสู่ทะเล เกิดการปนเปื้อนของน้ำทะเลกับน้ำมันซึ่งจะสามารถเห็นได้จากการที่มีชั้นน้ำมันหรือฝ้าน้ำมันลอยบนผิวน้ำเป็นจำนวนมาก การที่น้ำทะเลมีชั้นน้ำมันลอยอยู่ทำให้เกิดการปิดกั้นการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของน้ำทะเลและสิ่งมีชีวิตกับอากาศ และเกิดอันตรายต่อสัตว์และพืชทะเลเป็นอย่างมาก

3.2 ผลกระทบที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการใช้เชื้อเพลิงพลังงาน

3.2.1 การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำจำเป็นต้องสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ เพื่อยกระดับน้ำให้สูงเพียงพอที่จะผลักดันกังหันน้ำในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำนี้ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มากน้อยแตกต่างกันตามขนาดของเขื่อน และสภาพของพื้นที่ก่อนก่อสร้างและก่อนกักเก็บน้ำ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- เกิดการทำลายพื้นที่ป่า การสร้างเขื่อนจะต้องมีการตัดและนำต้นไม้ออกจากพื้นที่หัวเขื่อน พื้นที่โดยรอบ และพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ทำให้ต้องสูญเสียพื้นที่ป่า โดยเฉพาะป่าที่มีคุณค่าทางระบบนิเวศ นอกจากนี้ การสร้างถนนโดยรอบเขื่อน เป็นตัวกระตุ้นให้มีการทำลายพื้นที่ป่า บริเวณรอบๆ อ่างน้ำและพื้นที่ใกล้เคียงเพิ่มมากขึ้น
- การสูญเสียพื้นที่ป่าทำให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์ป่า ทั้งในแง่ของแหล่งอาหาร พื้นที่อาศัยและหลบภัย
- ทำให้วงจรการเติบโตและผสมพันธุ์ของสัตว์น้ำบางชนิดถูกตัดขาด เนื่องจากการปิดขวางเส้นทางสัญจรทางน้ำ
- เป็นตัวกักเก็บตะกอน ทำให้พื้นที่เกษตรกรรมท้ายเขื่อนมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติลดลง
- เป็นการทำลายถิ่นฐานที่อยู่อาศัยและทำลายขนบธรรมเนียมประเพณีวัฒนธรรมของชุมชนท้องถิ่น บางครั้งมีการทำลายแหล่งโบราณสถานและโบราณวัตถุอีกด้วย
- มีการระบาดของโรคมาเลเรีย และโรคที่มีหอยเป็นพาหะเช่น โรคพยาธิใบไม้ในเลือด (Schistosomiasis)

3.2.2 การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลมีการปล่อยก๊าซชนิดต่างๆ สู่ชั้นบรรยากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ซีโอซ่า ฝุ่นละออง ตะกั่วและสารโลหะหนักอื่นๆ ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังนี้

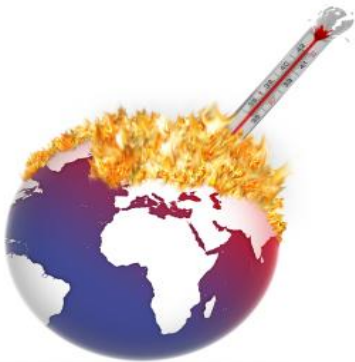
- เร่งการสะสมของก๊าซเรือนกระจก ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
- ทำให้เกิดภาวะฝนกรด

- ทำให้เกิดมลภาวะอากาศอื่นๆ เช่น ภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะในเขต กทม. และบริเวณจราจรคับคั่งในเขตเมือง การเกิดวันดำวันขาวจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ การเกิดสารมลพิษจากปฏิกิริยา photochemical

3.3 เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ภาวะโลกร้อน เป็นภาวะที่โลกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจากการดูดซับความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนของชั้นบรรยากาศโลกที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ทำให้ทุกวันนี้เราทุกคนต่างรู้สึกได้ว่า โลกร้อนขึ้น ภาวะที่โลกร้อนขึ้นนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ ก็จะค่อยๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด สำหรับผลกระทบต่อมนุษย์นั้น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนักเนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมหายไปอย่างถาวร ดังนั้น ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกันป้องกัน และเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

โลกร้อนขึ้นมากแค่ไหน



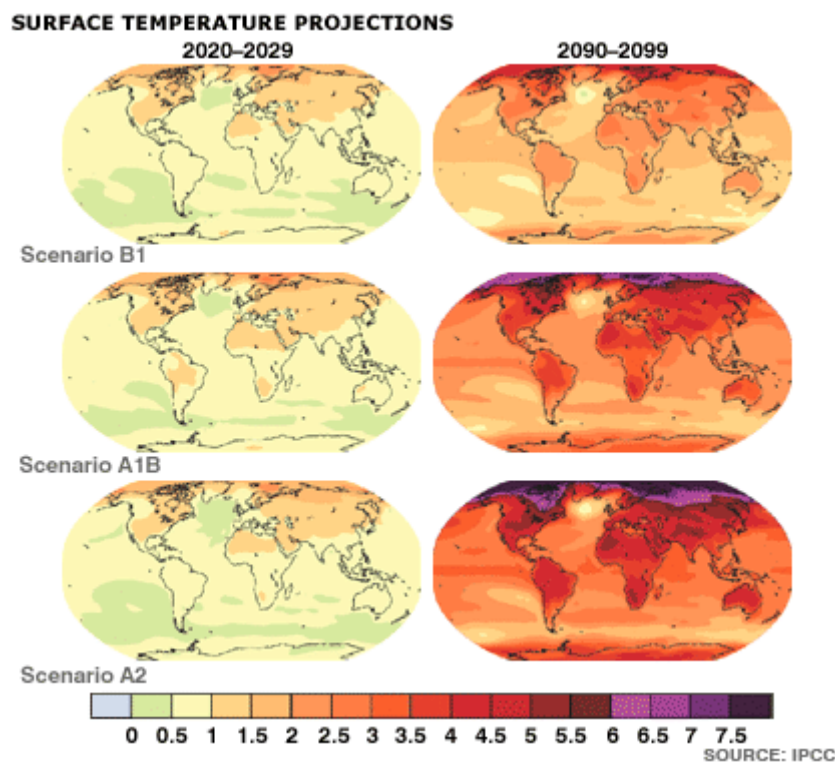
เราทราบว่าโลกร้อนขึ้นจากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในระยะ 100 ปีที่ผ่านมา ซึ่งพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยนับตั้งแต่ปี ค.ศ.1906-2005 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมบนผิวโลกตลอดทั้งปี ได้เพิ่มขึ้น 0.74 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในช่วง 50 ปีหลัง อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยอัตราที่เร็วกว่าการเพิ่มในอดีต (การเพิ่มใน 100 ปีที่ผ่านมา) ถึง 2 เท่า หรือเพิ่มขึ้น 0.13 องศาเซลเซียส ในทุกๆ 10 ปี หลายคนอาจคิดว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 0.74 องศาเซลเซียสนี้ ทำให้โลกร้อนขึ้นแค่เล็กน้อยเท่านั้น ไม่น่ามีผลกระทบมากมายเท่าไร แต่ในความเป็นจริง พื้นผิวโลกทั้งใบประกอบด้วยพื้นดินเพียง 1 ส่วนและพื้นน้ำ 3 ส่วน ซึ่งแผ่นดินมักจะร้อนกว่าพื้นน้ำ กล่าวคือ ในขณะที่แผ่นดิน ซึ่งมีพื้นที่เพียงประมาณ 20% ของพื้นผิวโลกร้อนขึ้น 3-4 องศาเซลเซียส ทะเล ซึ่งมีพื้นผิวมากกว่าแผ่นดินถึง 4 เท่า อาจจะร้อนขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่การที่โลกทั้งโลกร้อนเพิ่มขึ้นเกือบ 1 องศาได้นั้น หมายความว่า แผ่นดินจะต้องร้อนเพิ่มมากกว่าทะเลถึง 4 เท่า และยิ่งหมายถึงว่า อุณหภูมิระหว่างแผ่นดินกับพื้นน้ำที่แตกต่างกันมากขึ้นนั้น จะทำให้ลมที่พัดจากทะเลเข้าหาฝั่งอย่างลมมรสุมหรือลมประจำถิ่นอื่นๆ พัดรุนแรงยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงแค่ 2 องศาเซลเซียส จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอย่างไม่มีทางย้อนกลับได้ อุณหภูมิที่สูงขึ้นสามารถบรรเทาหลงได้โดยระบบการจัดการของโลกใน

ระยะเวลาว่าล้านปี แต่การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอย่างรวดเร็วในปัจจุบันไม่อาจเฝ้าระวังได้ในระยะเวลาอันสั้น เนื่องจากระบบนิเวศไม่สามารถปรับตัวได้ทัน

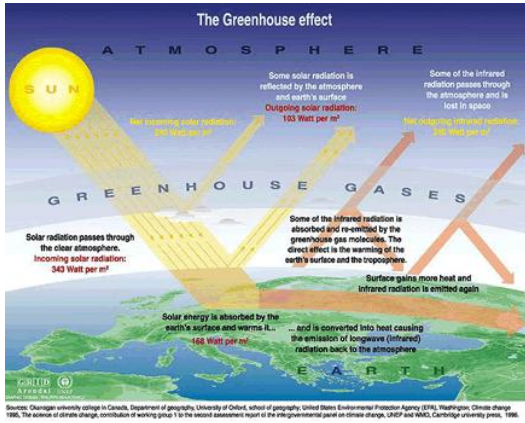
กว่าร้อยละ 98 ของนักวิทยาศาสตร์เห็นตรงกันว่า โลกของเราร้อนขึ้น แต่ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศในรายละเอียดของมัน แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ของโลก ดังนั้น แม้ว่าโลกจะร้อนขึ้นโดยภาพรวม แต่ในบางพื้นที่อาจเกิดปรากฏการณ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น เย็นจัดผิดปกติ ในขณะที่บางพื้นที่ร้อนจัดโดยทั่วไปแล้ว การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ พบได้ในทุกส่วนของโลก ไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิบนผืนดิน ท้องน้ำ ชั้นบรรยากาศ และมหาสมุทร โดยเป็นอุณหภูมิที่วัดได้ทั้งในกลางวันและกลางคืน นอกจากนี้ ยังพบว่า บริเวณขั้วโลกเหนือและใต้ มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าบริเวณเส้นศูนย์สูตร

รายงานฉบับที่ 4 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือไอพีซีซี (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ซึ่งเป็นรายงานที่ใช้เวลาในการรวบรวมงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ 2,500 คน จากกว่า 30 ประเทศ ได้ระบุว่า ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิที่วัดบนพื้นดิน มีอัตราเพิ่มสูงถึง 0.27 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ ในขณะที่ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในมหาสมุทรที่วัดในช่วงเวลาเดียวกัน มีเพียงประมาณ 0.13 องศาเซลเซียสเท่านั้น



กราฟแสดงอุณหภูมิของผิวโลกและอุณหภูมิบริเวณอื่นๆ

จากแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกที่สัมพันธ์กับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยโดยกิจกรรมของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์จึงคาดการณ์อุณหภูมิของโลกที่จะเพิ่มขึ้นในอีก 100 ปีข้างหน้าหรือ ค.ศ. 2100 หากมนุษย์เรายังไม่ดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใดๆ เลย หรืออัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็นเช่นนี้อยู่ อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกอาจจะเพิ่มขึ้นถึง 6 องศาเซลเซียส หรือเพิ่มในอัตราเร็วขึ้นถึง 10 เท่าจากปัจจุบัน



สมดุลพลังงานโลกกับการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

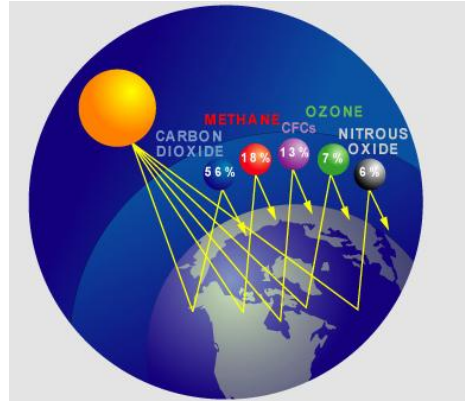
แหล่งพลังงานเกือบทั้งหมดของระบบภูมิอากาศของโลกมาจากรังสีจากดวงอาทิตย์ หรือ Solar Radiation ซึ่งส่วนมากอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 0.2–4.0 ไมครอน เรียกว่า “รังสีคลื่นสั้น” รังสีจากดวงอาทิตย์จะถูกดูดกลืนโดยองค์ประกอบต่างๆ ในบรรยากาศ ได้แก่ ก๊าซต่างๆ ละอองลอย และเมฆรวมทั้งถูกดูดกลืนไว้ที่พื้นผิวโลก โดยพื้นดิน พื้นน้ำ น้ำแข็งที่ปกคลุมพื้นโลก และสิ่งมีชีวิต

ความสามารถในการดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์โดยพื้นผิวโลกนั้น เป็นสัดส่วนกับความเข้มและมุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ รวมทั้งคุณสมบัติของสิ่งที่รังสีตกกระทบ ได้แก่ สภาพสะท้อน (Reflectivity) หรืออัตราส่วนสะท้อน (Albedo) โดยสิ่งที่มีอัตราส่วนสะท้อนสูงหรือมีความสว่างมาก จะดูดกลืนรังสีน้อยกว่าสิ่งที่อัตราส่วนสะท้อนต่ำ หรือมีความสว่างน้อย ตัวอย่างเช่น วัตถุสีขาวจะดูดกลืนรังสีได้น้อยกว่าวัตถุสีทึบ เป็นต้นซึ่งพื้นโลกของเรามีอัตราส่วนสะท้อนตั้งแต่ร้อยละ 5 ได้แก่ ป่าทึบและมหาสมุทร (เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ทำมุมฉากกับพื้นมหาสมุทร) จนถึงร้อยละ 90 ได้แก่ หิมะที่ตกใหม่ เมฆที่หนา (ซึ่งอาจมีอัตราส่วนการสะท้อนได้สูงเกือบเท่าหิมะตกใหม่)

รังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้น (0.2-4.0 ไมครอน) จะถูกสิ่งต่างๆ บนพื้นผิวโลกดูดกลืนไว้ และจะถูกปลดปล่อยจากพื้นผิวโลกให้สะท้อนกลับขึ้นไปในบรรยากาศอีกครั้ง เรียกว่า การแผ่รังสีของโลก (Terrestrial Radiation) ซึ่งรังสีที่สะท้อนออกจากพื้นผิวโลกเหล่านี้ จะกลายเป็น “รังสีคลื่นยาวหรือรังสีความร้อน” (Infrared) โดยมีความยาวคลื่นประมาณ 4-60 ไมครอน และส่วนหนึ่งจะเล็ดลอดออกสู่อวกาศ ในขณะที่รังสีส่วนที่เหลือจะถูกดูดกลืนโดยสิ่งต่างๆ ในระบบภูมิอากาศ เช่น ก๊าซ ไอน้ำ เมฆ โดยกลุ่มก๊าซที่สามารถดูดกลืนและเปล่งรังสีความร้อนที่แผ่จากพื้นโลกได้ดี ได้แก่ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนน้อยในบรรยากาศ เราจึงเรียกก๊าซเหล่านี้ว่า “ก๊าซเรือนกระจก” หรือ Greenhouse Gases

เมื่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกถูกปลดปล่อยจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ออกสู่อากาศเพิ่มมากขึ้นย่อมส่งผลให้สมดุลพลังงานเสียไป และเป็นผลทำให้โลกร้อนขึ้น

ตามที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อข้างต้นว่า โลกของเรามีความสมดุลของพลังงานโดยการได้รับและการแผ่รังสี (Radiative Energy Balance) ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และบรรยากาศ โดยดวงอาทิตย์จะแผ่รังสีคลื่นสั้นมายังโลก รังสีดังกล่าวจะถูกดูดกลืนโดยสิ่งต่างๆ บนพื้นผิวโลก ทำให้พลังงานลดลงกลายเป็นรังสีคลื่นยาวหรือรังสีความร้อน สะท้อนกลับขึ้นสู่บรรยากาศ ซึ่งบางส่วนของรังสีความร้อนนี้จะหลุดลอดชั้นบรรยากาศออกสู่นอกโลกได้ บางส่วนถูกดักจับโดยเมฆและกลุ่มก๊าซเรือนกระจกใน



บรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ ซึ่งสามารถแผ่รังสีนี้กลับคืนให้ความอบอุ่นแก่โลก เราเรียกปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นกว่าในกรณีที่โลกไม่มีชั้นบรรยากาศนี้ว่า การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อโลกของเรา ในการทำให้อุณหภูมิของโลกเหมาะสมแก่การดำรงชีวิต โดยทำให้เกิดอุณหภูมิบนพื้นโลกโดยเฉลี่ยประมาณ 15 องศาเซลเซียส แต่หากปราศจากกลุ่มก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติเหล่านี้แล้ว โลกของเราจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือเพียง -18 องศาเซลเซียสซึ่งไม่อบอุ่นเพียงพอในการอาศัยอยู่สำหรับมนุษย์และสิ่งมีชีวิต

ดังนั้น ปรากฏการณ์เรือนกระจกในธรรมชาติ เป็นภาวะที่เกิดความสมดุลของพลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์และพลังงานที่โลกเสียไป แต่หากมีปัจจัยใดๆ ก็ตามที่ทำให้สมดุลพลังงานดังกล่าวเสียไป หรือทำให้การเคลื่อนย้ายถ่ายเทพลังงานในบรรยากาศ และระหว่างบรรยากาศกับพื้นดินและมหาสมุทรเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศโดยหากพลังงานที่โลกได้รับมากกว่าพลังงานที่เสียไป จะทำอุณหภูมิของโลกสูงขึ้น แต่ถ้าพลังงานที่ได้รับน้อยกว่าพลังงานที่เสียไป อุณหภูมิของโลกจะลดลง

ภาวะโลกร้อนกับการละลายของน้ำแข็งโลก



ประเภทน้ำแข็ง

1. **แผ่นน้ำแข็ง (Ice Sheet)** มีลักษณะเป็นแผ่นปกคลุมพื้นที่กว้าง เกิดจากการสะสมของหิมะที่ตกลงมาทับถมบนแผ่นน้ำแข็งที่อยู่บนพื้นทวีป เช่น ที่ขั้วโลกใต้ ทวีปแอนตาร์กติกา และบนผืนน้ำ เช่น ที่ขั้วโลกเหนือหรือ North Pole มหาสมุทรอาร์กติก
2. **ธารน้ำแข็ง (Glacier)** หรือเรียกน้ำแข็งบนยอดเขา เกิดจากน้ำที่เย็นจนกลายเป็นน้ำแข็งและการทับถมของหิมะ มีลักษณะและพฤติกรรมคล้ายธารน้ำ คือไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำไปตามร่องหรือช่องเขาคล้ายแม่น้ำลำธาร มีความสามารถในการกัดเซาะพื้นที่ตามรอยทางที่ไหลผ่านไป
3. **น้ำแข็งในทะเล (Sea Ice)** เกิดจากน้ำทะเลที่เย็นจนกลายเป็นน้ำแข็ง มีลักษณะแบนราบ มีความหนาไม่มากนัก เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงฤดูหนาวและมักจะละลายจนหมดไปในช่วงฤดูร้อน แต่มีบางส่วนที่ยังหลงเหลืออยู่แม้ในช่วงฤดูร้อน และคงอยู่หลังจากผ่านพ้นฤดูร้อนไปแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี และยื่นออกไปลอยเหนือผิวน้ำทะเลที่เรียกว่า Ice Shelf อย่างเช่นน้ำแข็งแผ่ขยายที่ต่อเนื่องไปจากแผ่นน้ำแข็งที่ปกคลุมแผ่นดินที่ขั้วโลกใต้ หรือธารน้ำแข็งบนเกาะกรีนแลนด์
4. **เกล็ดน้ำแข็ง** เป็นน้ำแข็งในรูปของเกล็ดที่แทรกตัวอยู่ในดิน เกิดจากการที่ความชื้นในดินมีความเย็นจนกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็งหรือที่เรียกว่า Permafrost ซึ่งอาจมีหรือไม่มีน้ำแข็งปกคลุมอยู่บนผิวดินก็ได้ เช่น เขตทุนดราของรัสเซีย

ปริมาณน้ำแข็ง

ข้อมูลดาวเทียมที่ติดตามศึกษาความเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งบนโลกสามารถประมาณได้ว่า มีน้ำแข็งปกคลุมผืนแผ่นดินอยู่ที่ทวีปแอนตาร์กติกา ธารน้ำแข็งที่กรีนแลนด์และธารน้ำแข็งตามยอดเขาสูงรวมเป็นพื้นที่กว่า 17 ล้านตารางกิโลเมตร คิดเป็น 10 % ของพื้นที่โลกทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแผ่นน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้กว่า 15 ล้าน



ตารางกิโลเมตร และเป็นธารน้ำแข็งที่เกาะกรีนแลนด์ ประมาณ 1.8 ล้านตารางกิโลเมตร โดยปริมาณแผ่นน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้และบนเกาะกรีนแลนด์ รวมกันแล้วอยู่ที่ 28 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร นอกนั้นเป็นน้ำแข็งที่ปกคลุมยอดเขาอีกไม่มากนัก ในขณะที่ 10% ของพื้นแผ่นดินมีเพอร์มาฟรอสต์แทรกตัวอยู่ในชั้นดิน

ส่วนน้ำแข็งที่ปกคลุมโลกในส่วนที่เป็นทะเลและมหาสมุทรจะมีอยู่ใน 2 พื้นที่หลักๆ คือ บริเวณชายขอบของทวีปแอนตาร์กติกาในซีกโลกใต้ เป็นแผ่นน้ำแข็งที่ยื่นต่อเนื่องมาจากแผ่นน้ำแข็งบนพื้นทวีปลงไปลอยตัวอยู่ในทะเลหรือที่เรียกว่า Ice Shelf ซึ่งในฤดูหนาว Ice Shelf รอบๆ ทวีปแอนตาร์กติกา จะมีพื้นที่ 17-20 ล้านตารางกิโลเมตร และลดลงเหลือ 3-4 ล้านตารางกิโลเมตรในฤดูร้อน และน้ำแข็งในทะเลที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ แผ่นน้ำแข็งที่ปกคลุมมหาสมุทรอาร์กติกที่ขั้วโลกเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ในฤดูหนาวประมาณ 14-16 ล้านตารางกิโลเมตร และจะเหลือเป็นน้ำแข็งถาวรราว 7-9 ล้านตารางกิโลเมตรเมื่อผ่านพ้นฤดูร้อนไป

หน้าที่ของน้ำแข็งของโลก

1. ดูดซับและรับพลังงานตามวัฏจักรน้ำ

น้ำแข็งเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรน้ำและวัฏจักรพลังงานของโลก กล่าวคือ การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็ระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นไปในอากาศ และได้รับความเย็นในอากาศก็จะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็กๆ เมื่อรวมตัวกันมากขึ้นก็กลายเป็นเมฆ จนกระทั่งกระทบความเย็นอีกครั้งก็กลั่นตัวเป็นหยดน้ำจนกระทั่งกระทบความเย็นอีกครั้งก็กลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ ลูกเห็บ และหิมะตกลงสู่พื้น การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำเหล่านี้ดำเนินไปโดยมีพลังงานเป็นตัวกระทำ ซึ่งเป็นกลไกของโลกที่จะมีการปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลกับปริมาณพลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์และความสามารถของโลกที่จะกักเก็บพลังงานเหล่านั้นเอาไว้

2. แทนป่าไม้ในเมืองหนาว

ในเขตร้อน ป่าไม้ทำหน้าที่เสมือนฟองน้ำดูดซับน้ำไว้ในฤดูฝนและค่อยๆปลดปล่อยออกมาหล่อเลี้ยงสรรพชีวิตในฤดูแล้ง น้ำแข็งก็ไม่ต่างกัน เพราะในเขตหนาวหรือยอดเขาสูงๆ จะมีป่าไม้ที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำน้อยมาก ดังนั้นน้ำแข็งจึงทำหน้าที่เสมือนเป็นฟองน้ำที่โอบอุ้มน้ำเอาไว้ชะลอการไหลบ่าของกระแสน้ำด้วยความเย็นที่ทำให้น้ำเป็นน้ำแข็ง และค่อยๆละลายเป็นน้ำออกมาหล่อเลี้ยงแม่น้ำสายต่างๆในฤดูร้อน น้ำแข็งทั่วโลกจึงเป็นแหล่งกักเก็บน้ำจืดที่มีปริมาณมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำจืดทั้งหมดในโลก

3. รักษาระดับอุณหภูมิโลก

ชั้นบรรยากาศและแผ่นดินเป็นส่วนที่รับพลังงานรังสีมาจากดวงอาทิตย์และเปลี่ยนให้เป็นพลังงานความร้อน น้ำและวัฏจักรของน้ำทำหน้าที่เก็บสะสมความร้อนส่วนเกินในช่วงฤดูร้อน และปล่อยออกมาในช่วงฤดูหนาว โดยในฤดูร้อนพลังงานส่วนเกินในน้ำทะเลและบรรยากาศจะถูกใช้ไปในการละลายน้ำแข็ง ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำทะเลและอากาศในฤดูร้อนจึงไม่ร้อนมากนัก ในขณะที่ในฤดูหนาวน้ำทะเลและน้ำในบรรยากาศจะกลายเป็นน้ำแข็ง ซึ่งก็จะมีการคายความร้อนออกมา ทำให้โลกในฤดูหนาวไม่หนาวมากนัก ดังนั้นน้ำแข็งจึงเป็นส่วนหนึ่งในการรักษาระดับอุณหภูมิโดยรวมให้แก่โลก

นอกจากนี้ น้ำแข็งที่ปกคลุมพื้นที่ต่างๆ ของโลก รวมทั้งเพอร์มาฟรอสยังทำหน้าที่สะท้อนรังสีและความร้อนจากดวงอาทิตย์กลับออกสู่อวกาศได้ถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ เพราะมีสีขาว โดยเฉพาะน้ำแข็งที่ปกคลุมพื้นที่ทะเล ยังทำหน้าที่เป็นฉนวนรักษาอุณหภูมิของทั้งน้ำทะเลและบรรยากาศในบริเวณนั้นไม่ให้ความแตกต่างกันมากเกินไป และช่วยทำให้ทะเลซึ่งมีสีคล้ำไม่สามารถดูดซับความร้อนได้ น้ำทะเลจึงยังคงมีอุณหภูมิเย็นเป็นปกติ และทำให้น้ำแข็งมีการสะสมตัวได้ดีขึ้น

ผลกระทบจากการที่น้ำแข็งที่ขั้วโลกละลาย

ยิ่งละลาย โลกยิ่งร้อน

พื้นผิวของน้ำแข็งขั้วโลก ทำหน้าที่สะท้อนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์กลับสู่อวกาศได้ถึง 90% ในขณะที่น้ำทะเลก็สามารถดูดความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ถึง 90% เช่นกัน ซึ่งหมายความว่า ยิ่งโลกมีพื้นผิวน้ำแข็งน้อยลงเท่าใด โลกก็ยิ่งร้อนมากขึ้นเท่านั้น น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกกำลังได้รับผลกระทบจากภาวะโลก



ร้อนมากที่สุด ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2543 เรือดำน้ำนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกาเปิดเผยว่า แผ่นน้ำแข็งที่ปกคลุมขั้วโลกเหนือมีความหนาลดลงจากความหนาโดยเฉลี่ย 3 เมตรในปี พ.ศ. 2503 ละลายลงเหลือ 2 เมตรภายในเวลา 30 ปี และในรอบ 10 ปีนี้ อุณหภูมิบริเวณขั้วโลกเหนือที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และอาจเป็นไปได้ตามแบบจำลองทางภูมิอากาศที่ทำนายว่า ภายใน 25 ปีข้างหน้า เราอาจได้เห็นขั้วโลกเหนือในหน้าร้อนที่ไม่มีแผ่นน้ำแข็งปกคลุมเลย

การเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล

นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะพยากรณ์ระดับน้ำทะเลในอนาคต โดยให้ความสำคัญที่การละลายของน้ำแข็งที่ทวีปแอนตาร์กติกาและที่กรีนแลนด์เป็นหลัก เพราะเป็นน้ำแข็งที่เกิดจากการตกและทับถมของหิมะซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระดับน้ำทะเลและมีปริมาณมหาศาล ถ้าน้ำแข็งทั้ง 2 แหล่งนี้ละลายหมด จะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นถึง 67 เมตร อย่างไรก็ตาม รายงานฉบับที่ 4 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือไอพีซีซี (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้คาดการณ์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในระยะสั้นที่ปีละประมาณ 1-2 มิลลิเมตร หรือ 1-2 เซนติเมตรใน 10 ปี โดยคาดการณ์ว่า ในศตวรรษหน้าหรือราวปี 2100 ระดับน้ำทะเลน่าจะสูงขึ้นราว 90 เซนติเมตร อันเป็นผลมาจากทั้งน้ำแข็งละลายและน้ำทะเลอุ่นขึ้นจนมีการขยายตัว

สัญญาณจากภูเขา

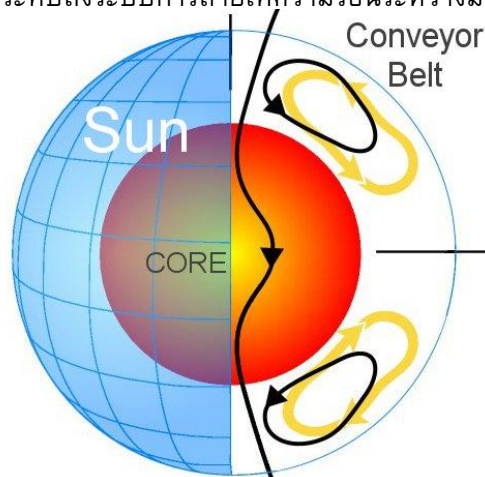
บนยอดเขาที่มีปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง มักจะมีทะเลสาบ (Glacier Lake) ขนาดมหึมา ซึ่งมีขอบอ่างเป็นน้ำแข็ง ดังนั้น ถ้าหากมีการละลายและบางลง ก็อาจทำให้เกิดการแตกของอ่างอย่างฉับพลัน ทำให้น้ำในอ่างทะลักลงสู่ที่ราบเชิงเขาซึ่งเป็นที่อยู่อาศัย



การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำในมหาสมุทร

กระแสน้ำไหลเวียนของน้ำในมหาสมุทร (Great Ocean Conveyor Belt) เกิดจากการขับเคลื่อนโดยอุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเล จึงได้ชื่อว่าเป็น Thermohaline Circulation โดยจะไหลหมุนเวียนตามเส้นทางที่ผ่านพื้นมหาสมุทรหลักๆ คือในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือและใต้ น้ำทะเลถูกทำให้เย็นและจมลงสู่ก้นมหาสมุทร จากนั้นก็จะไหลลงทางใต้ เลี้ยวไปทางตะวันออกเข้าสู่มหาสมุทรอินเดีย และไปสู่มหาสมุทรแปซิฟิก ตามลำดับ กระแสน้ำในที่ลึกเหล่านี้ เมื่อไหลไปนานๆ ก็จะอุ่นขึ้นและค่อยๆ ทอยผุดขึ้นมาตามทางที่เคลื่อนที่ไปกลายเป็นน้ำอุ่นที่ผิวหน้ามหาสมุทร ซึ่งจะไหลย้อนกลับไปยังมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือและใต้ เข้าสู่กระบวนการจมตัวอีกครั้งหนึ่ง เป็นวัฏจักรไม่สิ้นสุด และเป็นกระบวนการควบคุมอุณหภูมิที่สำคัญที่สุดของโลก

เมื่อน้ำแข็งละลาย จะมีน้ำจืดเติมลงไปมหาสมุทรแอตแลนติกเพิ่มขึ้น กลายเป็นชั้นน้ำจืดที่ลอยขวางแนวทางการไหลของกระแสน้ำ กระทั่งระบบการถ่ายเทความร้อนระหว่างมหาสมุทรต่างๆ อย่างรุนแรง



ผลกระทบจากการที่โลกร้อนขึ้น

1. ผลกระทบต่อระดับน้ำทะเลและพื้นที่ชายฝั่ง

พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลในแต่ละประเทศทั่วโลกมีลักษณะแตกต่างกันทั้งแบบที่เป็นพื้นดิน หิน หรือทราย และลักษณะที่เป็นที่ราบแอ่งกระทะ หรือที่ราบหน้าผา เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นย่อมแตกต่างกัน คือ

- ❖ น้ำทะเลเข้าท่วมพื้นที่ชายฝั่ง น้ำทะเลจะหนุนสูงขึ้นและไหลเข้าท่วมพื้นที่ที่มีระดับต่ำเป็นที่ราบลุ่มชายหาดที่เป็นพื้นดินหรือทราย รวมทั้งหมู่เกาะต่างๆ โดยรอบ ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ที่มีพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีประชากรอาศัยอยู่ต้องอพยพย้ายถิ่นฐานไปอยู่ที่อื่น



- ❖ น้ำทะเลกัดเซาะชายฝั่ง เมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับมีการทรุดตัวของแผ่นดินและความรุนแรงของคลื่นลมที่พัดเข้าชายฝั่งที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งที่ทวีความรุนแรงขึ้น และสร้างความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายฝั่งเพิ่มมากขึ้น

2. สภาพอากาศที่แปรปรวนและความรุนแรง

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มที่ไม่เท่ากันของอุณหภูมิพื้นผิวโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตรและบริเวณขั้วโลก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิอากาศโลกที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำ ลม อากาศ ฯลฯ ที่แสดงให้เห็นหรือสัมผัสได้ในรูปของลมฟ้าอากาศ พายุมรสุมประจำปี ปริมาณฝน ความแห้งแล้ง ฯลฯ แล้วในขณะนี้ อย่างไรก็ตาม จากความซับซ้อน (Complexity) และการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Dynamics) ของระบบภูมิอากาศ โดยเฉพาะการทำงานหรือปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบ รวมทั้งความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศในแต่ละภูมิภาค ความแตกต่างของความร้อนในบรรยากาศและการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของน้ำในมหาสมุทร ทำให้การศึกษาเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงในระดับภูมิภาคหรือพื้นที่ต่างๆ ของโลกทั้งในเชิงปริมาณ ความถี่ ความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลง ด้วยการใชแบบจำลองสภาพภูมิอากาศแบบต่างๆ ยังไม่สามารถคาดการณ์ได้อย่างแน่นอนและชัดเจน อย่างไรก็ตาม การศึกษาเหล่านี้มักมีข้อสรุปที่ตรงกันว่า ระบบภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงแน่นอน และภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์มีส่วนอย่างมากในการเร่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ดังนี้



คลื่นความร้อน

คลื่นความร้อน (Heat Wave) คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่สภาวะอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้เกิดอากาศร้อนจัดสะสมอยู่ในพื้นที่ๆ หนึ่ง โดยคลื่นความร้อนอาจเป็นอากาศร้อนที่พัดพามากับกระแสลมแรงจากทะเลทรายก็ได้ มักเกิดในฤดูร้อน ใกล้เคียงกับวันที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุดในรอบปี ซึ่งอาจมีความชื้นสูงร่วมด้วย โดยข้อบ่งชี้ว่าเป็นคลื่นความร้อน คือ มีอุณหภูมิสูงมาก ตั้งแต่ 40-49.5 องศาเซลเซียส (เขตร้อน) หรือ 30-34 องศาเซลเซียส (เขตหนาว) คลื่นความร้อน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ



- แบบสะสมความร้อน เกิดในพื้นที่ซึ่งสะสมความร้อนเป็นเวลานาน อากาศแห้ง ลมนิ่ง เป็นระยะเวลาหนึ่ง ทำให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ไม่เคลื่อนที่ เมื่ออุณหภูมิร้อนสะสมหลายวันจะเกิดคลื่นความร้อนมากขึ้น เช่น หากพื้นที่ไหนมีอุณหภูมิ 38-41 องศาเซลเซียส แล้วไม่มีลมพัดต่อเนื่อง 3-6 วัน ใ้อร้อนจะสะสมจนกลายเป็นคลื่นความร้อน ซึ่งคลื่นความร้อนแบบนี้มักจะเกิดในบริเวณที่อยู่ในเขตร้อน อยู่ห่างจากทะเลและมีพื้นที่กว้างพอสมควร (หากเป็นพื้นที่ที่ติดทะเล การเกิดคลื่นความร้อนจะไม่รุนแรง ประมาณ 41-44 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน การเกิดคลื่นความร้อนอาจมีอุณหภูมิสูงถึง 49.1-49.7 องศาเซลเซียสได้) ภูมิภาคที่มักเกิดคลื่นความร้อนชนิดนี้ ได้แก่ อินเดีย แอฟริกา ออสเตรเลีย อเมริกาเหนือ แคลิฟอร์เนีย
- แบบพัดพาความร้อน เป็นคลื่นความร้อนที่เกิดจากลมแรงหอบความร้อนจากทะเลทราย หรือเส้นศูนย์สูตรปริมาณมากๆ ขึ้นไปในเขตหนาวและสามารถคงอุณหภูมิไว้ จนทำให้บริเวณที่ลมร้อนพัดผ่านอุณหภูมิสูงขึ้นอยู่ระยะหนึ่งจนกว่าลมร้อนจะพัดผ่านหรือสลายตัวไป มักเกิดขึ้นในเขตหนาวซึ่งมีอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนอยู่ที่ประมาณ 18-25 องศาเซลเซียส เมื่อมีคลื่นความร้อนถูกพัดมา อุณหภูมิอาจจะสูงถึง 35 องศาเซลเซียสได้ คลื่นความร้อนประเภทนี้ มักเกิดขึ้นที่ยุโรปบริเวณเขตเมดิเตอร์เรเนียน แคนาดาตอนใต้ แคลิฟอร์เนีย โดยคลื่นความร้อนประเภทนี้ มักทำให้ไฟป่าที่เกิดขึ้นรุนแรงขึ้นด้วย

การเกิดคลื่นความร้อนนี้อาจจะกินระยะเวลาเพียงไม่กี่วัน หรือคงอยู่นานหลายอาทิตย์ แต่ก็ภัยธรรมชาติชนิดหนึ่งที่นอกจากจะคร่าชีวิตประชากรเป็นจำนวนมาก ยังส่งผลต่อการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ที่เกิดคลื่นความร้อน ดังตัวอย่างกรณีที่มีคลื่นความร้อนที่ยุโรป ทำให้เกิดความเสียหายของการเพาะปลูกธัญพืช และก่อให้เกิดไฟป่า หรือกรณีที่เกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลันเนื่องจากการละลายตัวของธารน้ำแข็ง (พ.ศ. 2546) ที่ประเทศสวิสเซอร์แลนด์



ถึงแม้ว่าจะพิสูจน์ไม่ได้ว่าคลื่นความร้อนเกิดขึ้นโดยตรงจากปรากฏการณ์โลกร้อนหรือไม่ แต่แน่ชัดว่าเมื่อโลกร้อนขึ้น อาจส่งผลให้ภัยจากสภาพอากาศเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ และทวีความรุนแรงขึ้น นอกจากนี้พบว่า การเกิดปรากฏการณ์คลื่นความร้อน (Heat Waves) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั่วโลก ตัวอย่างเมื่อฤดูร้อนปี ค.ศ.2003 คลื่นความร้อนรุนแรงแผ่กระจายไปโดยเฉพาะในยุโรป ทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 35,000 คน

ฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลง

ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา สภาพฝนตกหนักได้เกิดบ่อยขึ้นในเกือบทุกภูมิภาคของโลก ในอนาคตแนวโน้มฝนตกหนักจะเพิ่มขึ้นจนเป็นเรื่องปกติ และภัยพิบัติที่ตามมาด้วยคือ น้ำป่าไหลหลาก ดินถล่ม น้ำท่วมใหญ่ ก็อาจเกิดบ่อยขึ้นและสร้างความเสียหายร้ายแรงหากไม่มีการเตรียมรับมือหรือป้องกัน ในทางตรงข้ามในช่วง 30 ปี ที่ผ่านมา ฤดูแล้งในหลายพื้นที่ได้ยาวนานขึ้น ความแห้งแล้งขยายพื้นที่กว้างขวางออกไป โดยเฉพาะในภูมิภาคเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของโลก ส่งผลให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำและทะเลสาบหลายแห่งลดลงในช่วงฤดูแล้ง

การใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางระบบภูมิอากาศ พบว่าเมื่อโลกร้อนขึ้น การอุ่นตัวเหนือพื้นดินจะมีมากกว่าเหนือมหาสมุทร และบริเวณที่จะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากที่สุด จะอยู่ในแถบขั้วโลก บริเวณที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้อยที่สุด อยู่ที่บริเวณเหนือมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือและบริเวณมหาสมุทรโดยรอบทวีปแอนตาร์กติกา นอกจากนี้ ผลจากการศึกษาด้วยแบบจำลองยังสรุปด้วยว่า การตกของฝนทั่วโลกจะเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 2 ต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของผิวโลกทุกๆ 1 องศาเซลเซียส ในขณะที่ ในแง่ของพื้นที่ บริเวณขั้วโลกเหนือ จะมีฝนตกเพิ่มมากขึ้นในฤดูหนาว และในหลายภูมิภาคที่มีฝนตกมากในฤดูฝน ก็อาจเผชิญกับอุทกภัย หรือน้ำท่วมแบบฉับพลัน ขณะเดียวกัน ในบางภูมิภาคของโลก ช่วงระยะเวลาของการทิ้งช่วงของฝนจะยาวนานมากขึ้น นั่นหมายถึงพื้นที่ดังกล่าวจะมีฤดูแล้งที่ยาวนาน ซึ่งอาจหมายถึง ความแห้งแล้งที่อาจเกิดขึ้นตามมา

สำหรับประเทศในเขตอบอุ่น จะมีฤดูหนาวที่สั้นขึ้น อุ่นมากขึ้น พร้อมกับมีฝนตกมากขึ้นในฤดูหนาว ส่วนฤดูร้อนจะยาวนานมากขึ้น อากาศจะร้อนและแห้งแล้งมากขึ้น

ในภูมิภาคเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน อุณหภูมิจะสูงขึ้น ทำให้อากาศที่ร้อนอยู่แล้ว ยิ่งร้อนจัดและแห้งแล้งมากขึ้น

ส่วนในเขตร้อนชื้น จะมีฝนตกชุก และตกหนัก มีพายุที่รุนแรงและเกิดบ่อยครั้งขึ้น

พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclone)

จากข้อเท็จจริงที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า ปริมาณลมในมหาสมุทรเป็นสภาพการสะสมพลังงานความร้อนของน้ำที่ผิวบนของมหาสมุทร และเป็นสภาพที่จะทำให้เกิดลมพายุ และลมพายุหมุน เมื่อระดับความหนาของระดับน้ำอุ่นที่ผิวของมหาสมุทรลงไปลึกมากขึ้นเกินกว่า 200-300 เมตร พลังงานความร้อนที่สะสมไว้ก็จะมากพอที่จะทำให้เกิดพายุหมุนรุนแรงที่ผิวมหาสมุทรได้

การที่กระแสน้ำอุ่นไหลช้าลง (เนื่องจากมีความเข้มข้นของความเค็มลดลงจากการที่น้ำแข็งที่ขั้วโลกละลาย) ในขณะที่มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิของน้ำทะเลสูงขึ้นประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส โดยมีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลึกลงไปได้ทะเลถึง 3,000 เมตร หรือ 3 กิโลเมตร) อันเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน พลังงานที่สะสมที่ผิวมหาสมุทรจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นโอกาสเกิดลมฟ้าอากาศแปรปรวนผิดปกติ โดยเฉพาะการเกิดพายุ จะมีโอกาสเกิดมากขึ้นและเกิดรุนแรงขึ้น โดยลมพายุหมุนที่เกิดขึ้น ได้แก่

- พายุไซโคลนเขตร้อน เกิดอยู่ในระหว่างเส้นรุ้ง 5 องศาเหนือ และ 20 องศาใต้ของเส้นศูนย์สูตร มีความแรงของลมมากกว่า 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถทำความเสียหายให้กับพื้นที่มากถึง 16 ตารางกิโลเมตร มักจะเกิดเหนือท้องทะเลที่มีอุณหภูมิผิวน้ำเกิน 27 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ พายุหมุนหรือพายุไซโคลนเขตร้อนที่ในมหาสมุทรแอตแลนติก มีชื่อเรียกว่า พายุเฮอริเคน ในขณะที่พายุชนิดเดียวกันนี้ ถ้าเกิดในมหาสมุทรแปซิฟิก จะเรียกชื่อว่า พายุไต้ฝุ่น ขนาดความรุนแรงของพายุหมุน ไม่ว่าจะเป็เฮอริเคนหรือไต้ฝุ่นนี้ มีขนาดตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 5 ซึ่งมีความรุนแรงมากขึ้นตามเลขกำกับ โดยระดับ 1 มีความเร็วลมกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป และระดับ 5 มีความเร็วลมตั้งแต่ 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความรุนแรงของพายุจะลดลงเมื่อพายุมีการปลดปล่อยพลังงานออกไป เมื่อพายุหมุนขึ้นบกที่ใดก็สามารถสร้างความเสียหายเป็นวงกว้าง เพราะหอบเอาทั้งน้ำทะเลและฝนมา ทำให้น้ำท่วมฉับพลันและทำลายอาคารบ้านเรือนสิ่งก่อสร้าง หรือพื้นที่เพาะปลูกพืช ตามแนวทางที่ผ่าน
- พายุโซนร้อน มีความแรงของกระแสลม ตั้งแต่ 62 ถึง 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- พายุทอร์นาโด เป็นลมพายุที่มีการหมุนตัวอย่างรุนแรงมากของอากาศ มีความแรงของลมมากถึง 500 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นแล้ว สามารถทำความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือนอย่างรุนแรง ส่วนใหญ่เกิดในประเทศสหรัฐอเมริกา

ซึ่งในระยะ 30 ปีที่ผ่านมา พบว่า พายุหมุนเขตร้อน เกิดถี่ขึ้นและรุนแรงมากขึ้น ดังตัวอย่าง การเกิดพายุเฮอริเคนแคทรินา (Katrina) ที่พัดถล่มเมืองนิวออร์ลีนในประเทศสหรัฐอเมริกาอย่างย่อยยับ เมื่อเดือนสิงหาคม ค.ศ.2005 ซึ่งในอดีต พายุเฮอริเคนไม่เคยเคลื่อนตัวเข้าสู่บริเวณดังกล่าว เช่นเดียวกับโศกนาฏกรรมของไซโคลนนาทิสที่พัดถล่มประเทศพม่า ก็เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่มีใครคาดคิดว่าจะเกิดขึ้น

พายุไต้ฝุ่นที่เคยทำสถิติเข้าญี่ปุ่นปีละ 7 ลูก ปีหลังๆ มาได้พัดเข้าถึง 10 ลูก ไม่แพ้ประเทศในแถบทะเลจีนใต้ จากเดิมที่มีพายุไต้ฝุ่นเฉลี่ยปีละ 10 กลายเป็นเกือบ 20 ลูก ในช่วงปีที่ผ่านมา



3. ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ

สภาวะอากาศของโลกที่ร้อนขึ้นจะทำให้น้ำผิวดิน เช่น ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำเกิดการระเหยมากขึ้น และผลที่จะเกิดตามมาคือ ปริมาณน้ำฝนจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดอุทกภัยอย่างรุนแรงในบางพื้นที่ของโลก แต่ในบางพื้นที่ที่มีอัตราการระเหยของน้ำสูงกว่าปริมาณน้ำฝนที่ได้รับ จะทำให้บริเวณนั้นแห้งแล้ง เช่น ทะเลสาบและแม่น้ำที่แห้งเหือดลง ดินแห้งเร็วขึ้น เป็นต้น ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นจะมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อภาคเกษตรกรรม การคมนาคมทางน้ำ การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ และการอุปโภคบริโภค



ผลกระทบที่กล่าวมานี้ นอกจากจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์แล้ว สิ่งแวดล้อมก็จะถูกเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเช่นกัน เช่น แหล่งน้ำที่มีน้ำน้อยลงจะมีความเข้มข้นของมลพิษสูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน เป็นต้น

ประเด็นสำคัญในผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำอาจสรุปได้ดังนี้

- ถึงแม้ฝนจะตกมากขึ้น แต่ก็จะมีการระเหยมากขึ้นเช่นกัน โดยทั่วไปแล้ว การเร่งตัวของวงจรมีน้ำนี้จะทำให้มีน้ำฝนมากขึ้น แต่คำถามคือ น้ำฝนที่มากขึ้นนี้จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่ต้องการหรือไม่
- ปริมาณฝนจะตกมากขึ้นในบางพื้นที่และลดลงในบางพื้นที่
- ภูมิภาคใกล้ขั้วโลกเหนืออาจมีน้ำผิวดินมากขึ้นเนื่องจากฝนตกมากขึ้น
- หิมะและน้ำแข็งบนภูเขาละลายเร็วขึ้น อาจทำให้ขาดแคลนน้ำจืดในพื้นที่ที่อาศัยแหล่งน้ำจากหิมะหรือน้ำแข็งบนภูเขาสูง
- แรงกดดันของปัญหาในด้านทรัพยากรน้ำที่มีมากขึ้น จะนำไปสู่ปัญหาความขัดแย้งที่รุนแรงขึ้น เพราะสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปมีผลเชื่อมโยงไปถึงปริมาณน้ำ การจัดสรรน้ำ และความสามารถในการผลิตอาหาร ปัญหาที่รุนแรงขึ้นจะเป็นสาเหตุให้ความตึงเครียดทางเศรษฐกิจและการเมืองมีมากขึ้น โดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีทรัพยากรน้ำจำกัด



4. ผลกระทบต่อระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ คืออะไร

ระบบนิเวศ (Ecosystem) คือ โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ กับบริเวณแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ดำรงชีวิตอยู่ ระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยบริเวณที่สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่และกลุ่มประชากรที่มีชีวิตอยู่ในบริเวณดังกล่าว เช่น พืชและสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์ต่าง ๆ ต้องการบริเวณที่อยู่อาศัยที่มีขนาดอย่างน้อยที่สุดที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อว่าการมีชีวิตอยู่รอดตลอดไป



ระบบนิเวศบนบก คือ ระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในบริเวณของส่วนที่เป็นแผ่นดิน ได้แก่

- **ระบบนิเวศป่าไม้** เป็นแหล่งรวมพันธุ์ไม้และสัตว์ป่าต่าง ๆ ช่วยกำบังลมพายุ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ทำให้ฝนตกตามฤดูกาล ช่วยควบคุมอุณหภูมิบนโลก ช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวดิน และอากาศ ผลิตก๊าซออกซิเจน (O₂) และใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แหล่งสะสมปุ๋ยธรรมชาติ ลดความรุนแรงของน้ำป่าและการพังทลายของหน้าดินที่เกิดจากกระแสน้ำไหลบ่า
- **ระบบนิเวศป่าชายเลน** เป็นแหล่งอาศัยและขยายพันธุ์สัตว์น้ำ เป็นตัวกลางทำให้เกิดความสมดุลระหว่างทะเลกับบกเป็นแหล่งพันธุ์ไม้ต่าง ๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายอย่างเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ เป็นฉากกำบังลม ป้องกันการชะล้างที่รุนแรงที่เกิดจากลมมรสุมและเป็นเสมือนกำแพงป้องกันการพังทลายของดินรกรากของพันธุ์ไม้ช่วยกรองสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ในน้ำ

ระบบนิเวศในน้ำ คือ ระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นพื้นน้ำทั้งหมด

- **ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด** เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำ และพืชน้ำเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์และสัตว์ต่าง ๆ เป็นแหล่งที่ให้น้ำในการอุปโภค บริโภค และทำการเกษตร
- **ระบบนิเวศในทะเล** เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด มีอาณาเขตกว้างใหญ่ไพศาล และติดต่อกันตลอด ทำให้สิ่งมีชีวิตในแต่ละแห่งไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ระดับความเค็ม และระดับความลึก กระแสน้ำในมหาสมุทรมีการหมุนเวียนเชื่อมต่อกัน กระแสน้ำที่เคลื่อนที่จากส่วนลึกจะพาเอาแร่ธาตุที่อยู่ก้นทะเลขึ้นมาสู่ผิวน้ำ

เมื่ออุณหภูมิของโลกสูงขึ้น สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่บนโลก ล้วนได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนี้ และจำเป็นต้องมีการปรับตัวใหม่ เพื่อสนองตอบต่อปัจจัยและเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวได้ จะต้องสูญพันธุ์ไปจากโลกนี้ในที่สุด การสูญหายไปของสิ่งมีชีวิตแม้เพียงชนิดเดียว ย่อมกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ ส่งผลต่อความสมดุลและคงอยู่ของระบบนิเวศนั้น ๆ

ระบบนิเวศป่าไม้ เมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น การระเหยของน้ำก็จะเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ในบางพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนที่มากกว่าปกติ และในบางพื้นที่เกิดความแห้งแล้ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลทำให้พื้นที่ป่าไม้ในบริเวณเหล่านั้น เกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของประเภทป่าไม้ เช่น ป่าแล้งเขตร้อนจะลุกล้ำเข้าไปในป่าชื้นใกล้เขตร้อน หรือ เกิดการสูญพันธุ์ของพันธุ์ไม้และสัตว์ป่าบางชนิด เนื่องจากไม่สามารถปรับเปลี่ยนวงจรชีวิตให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ และระบบนิเวศของป่าไม้ก็จะเสียสมดุล

ระบบนิเวศป่าชายเลน เมื่อโลกร้อนขึ้น ระดับน้ำทะเลเพิ่มมากขึ้น ทำให้พืชที่อยู่ในป่าชายเลนล้มตาย ส่งผลให้พื้นที่บริเวณป่าชายเลนลดลง ในขณะที่เกิดเป็นหาดเลนเพิ่มมากขึ้นแทน ดังนั้นวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหาร ที่วางไข่ และเจริญเติบโตในเบื้องต้นก่อนออกสู่ทะเล เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลาย ทำให้ระบบนิเวศของป่าชายเลนเปลี่ยนแปลงไปจนเสียสมดุล หรืออาจจะไม่มีระบบนิเวศป่าชายเลนอีกเลย

ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด เมื่อโลกร้อนขึ้น น้ำในแหล่งต่างๆจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืด เช่น ปลาบางชนิดสูญพันธุ์ หรือจุลินทรีย์น้ำจืดบางชนิดที่ชอบหรือสามารถเจริญได้ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเกินกว่าที่ควรจะมีในแหล่งน้ำ จะส่งผลทำให้ระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้นเสียความสมดุลได้

ระบบนิเวศในทะเล เมื่อโลกร้อนขึ้น น้ำแข็งในทะเลมีปริมาณลดลง น้ำในทะเลมีปริมาณสูงขึ้น ทำให้เกิดการรวมตัวในแนวตั้งของน้ำและคลื่น และการเปลี่ยนแปลงของระบบการหมุนเวียนของน้ำทะเล ส่งผลให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในทะเลลดน้อยลง สัตว์ทะเลบางชนิดเกิดการสูญพันธุ์ และเกิดการเคลื่อนย้ายของทรัพยากรชีวภาพ เช่น ปลาน้ำลึกที่อาศัยอยู่กันทะเลที่มนุษย์ไม่สามารถลงไปได้ กลับขึ้นมาติดอวนลากปลาของชาวประมง นอกจากนี้ยังเกิดการฟอกขาวของปะการังตามแนวชายฝั่งทั่วโลกเป็นจำนวนมากด้วย



5. ผลกระทบต่อการเกษตร

ผลกระทบที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยน



พื้นที่ในละติจูดกลางและสูงขึ้นไปอาจได้รับผลดีจากการที่ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น เนื่องจากอากาศที่อบอุ่นขึ้นนี้ จะเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกในบริเวณที่แต่เดิมมีอากาศหนาวเกินไป เช่น ประเทศ แคนาดา กลุ่มสแกนดิเนเวีย รัสเซีย อาร์เจนตินา และชิลี ในขณะที่เดียวกัน ในพื้นที่เขตร้อนพืชที่ให้ผลผลิตสูงสุดอยู่แล้วในปัจจุบัน อาจมีผลผลิตลดลงเนื่องจากความร้อนและแห้งแล้งที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ผลผลิตในพื้นที่เขตร้อนอาจลดลงมากถึงร้อยละ 10-30 และผลผลิตที่หายไปนี้ไม่สามารถชดเชยด้วยผลผลิตที่เพิ่มจากการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกเนื่องจากดินมีคุณภาพด้อยกว่า

นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของสภาพฝนจะมีผลต่อความชุ่มชื้นในดิน ในพื้นที่ที่มีฝนตกมาก พื้นที่จะชุ่มชื้นมากขึ้น ในขณะที่บางภูมิภาคที่มีฝนตกน้อยลงจะแห้งแล้งมากขึ้น พื้นที่ที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งอยู่แล้ว จะได้รับผลกระทบที่ยาวนานมากขึ้น

ผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่เพิ่มมากขึ้นอาจช่วยผลผลิตต่อไร่ของพืชต่างๆ เพราะพืชใช้ก๊าซดังกล่าวเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง การเพิ่มขึ้นของก๊าซนี้จะทำให้การส่องทะลุของแสงแดดลดลง การใช้น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มพืชที่อยู่ในเขตหนาวเย็นและชุ่มชื้น เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง ซึ่งอาจให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ศัตรูพืช และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของกลุ่มพืชที่อยู่ในเขตร้อนชื้น เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ซึ่งมีความสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศกำลังพัฒนาเป็นส่วนใหญ่ กลับมีไม่มาก

6. ผลกระทบต่อการประมง

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำและอุณหภูมิของน้ำ อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแพร่พันธุ์ ความอยู่รอด และการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม พบว่า ผลผลิตประมงโลกในภาพรวมอาจไม่เปลี่ยนแปลงจากการที่โลกร้อนขึ้น แต่ผลกระทบส่วนใหญ่จะเกิดในระดับประเทศและท้องถิ่นที่อาจต้องเปลี่ยนแปลงพันธุ์หรือโยกย้ายสถานที่เลี้ยงปลา ผลกระทบระดับท้องถิ่นอาจมีแรงกดดันต่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศที่ปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ



7. สุขภาพอนามัย

ผลกระทบทางตรง

1. อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปเป็นผลต่อความกดของอุณหภูมิ และความถี่ของการเกิดคลื่นความร้อน อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างมากมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดภาวะเจ็บป่วยและการตาย ในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุ เด็กทารก และประชากรที่มีความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ และหลอดเลือดหัวใจ
2. ความถี่ของการเกิดภาวะที่อากาศเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความสัมพันธ์ต่อสถิติด้านสุขภาพ เช่น อัตราการเจ็บป่วย อัตราการตาย การบาดเจ็บ ทั้งยังทำให้เกิดภาวะเครียดจากการต้องย้ายถิ่นฐาน



ผลกระทบทางอ้อม

1. เกิดโรคติดเชื้อ เนื่องจากการสูญเสียประสิทธิภาพด้านการสุขาภิบาล ขาดแคลนน้ำสะอาด ขาดการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา เพราะรูปแบบและพื้นที่ในการระบาดเปลี่ยนแปลง โครงสร้างพื้นฐานของการบริการด้านสุขภาพในท้องถิ่น



- จำกัด คุณภาพชีวิตต่ำลงจากสภาวะน้ำท่วมอย่างรุนแรง เป็นต้น
- โรคที่เกิดจากแมลงเป็นพาหะ เช่น โรคมาลาเรีย โรคไข้เลือดออก หรือไข้เหลือง เปลี่ยนแปลงรูปแบบและการแพร่กระจาย เนื่องจากพาหะของเชื้อมีความไวต่อการผันแปรของอุณหภูมิ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเร่งวงจรชีวิตของแมลงที่เป็นพาหะนำโรค ทำให้ระยะพักตัวของเชื้อลดลง และการแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อุณหภูมิยังส่งผลต่อพฤติกรรมมนุษย์ในการสัมผัสเชื้อ ที่สำคัญคือ ประเทศไทย ยังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการระบาดของโรคสองชนิดนี้
 - ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการกระจายของน้ำผิวดิน และภาวะน้ำท่วม เพิ่มความเสี่ยงในการที่อาหารและน้ำจะปนเปื้อนเชื้อที่ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วง โรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) เป็นต้น
 - เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณ คุณภาพ และรูปแบบผลิตภัณฑ์การเกษตร ปศุสัตว์ และการประมง เช่น ผลผลิตตกต่ำ สารอาหารลดลง ส่งผลในระยะยาวต่อสุขภาพ
 - เกิดอาการเครียด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ การต้องย้ายถิ่นฐาน และการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ เช่น น้ำสะอาด ส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดปัญหาสังคม ปัญหาทางโครงสร้างประชากร และความมั่นคงทางจิตใจของประชาชน
 - เกิดโรคหอบหืด ภูมิแพ้ และโรคทางเดินหายใจจากสารพิษทางอากาศ เช่น สารคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และฝุ่นละอองที่เพิ่มมากขึ้นในเขตเมือง นอกจากนี้โรคทางเดินหายใจเหล่านี้ยังเกิดจากการก่อรูปของสารพิษทางอากาศประเภทหัตถุเคมีจำพวก photochemical oxidants ที่เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ และส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศโดยทำปฏิกิริยาทางเคมีกับชั้นบรรยากาศ

3.4 ฝนกรด

มารู้จักฝนกรดกันเถอะ

ฝนกรดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศ สุขภาพมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เมื่อฝนที่ตกลงมามีสภาพเป็นกรด ทำให้สามารถกัดกร่อนอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ รวมทั้งทำให้ต้นไม้และพืชพันธุ์ต่างๆ ล้มตายเป็นบริเวณกว้าง น้ำฝนที่ซึ่มลงสู่ดินหรือไหลบนผิวดิน ทำให้ทั้งดินและแหล่งน้ำมีสภาพเป็นกรดเกิดผลกระทบต่อพืชและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น

ฝนกรดเกิดขึ้นได้อย่างไร

สารมลพิษหลักที่ทำให้เกิดฝนกรด คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) โดยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินที่มีส่วนประกอบของกำมะถัน (ซัลเฟอร์) อยู่เป็นจำนวนมาก (เช่น ถ่านหินชนิดลิกไนต์) ของโรงงานหรือโรงไฟฟ้าที่มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงโดยไม่มีเครื่องดัก



จับซัลเฟอร์ ตลอดจนไม่มีการใช้กระบวนการทำความสะอาดถ่านหินก่อนเผาไหม้ ในขณะที่ออกไซด์ของไนโตรเจนและซัลเฟอร์ไดออกไซด์บางส่วนเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถยนต์

ทั้งซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ เมื่อลอยขึ้นไปในอากาศจะรวมตัวกับไอน้ำ กลายเป็นกรดกำมะถัน (หรือกรดซัลฟูริก) และกรดไนตริก และเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลเฟตและไนเตรต สะสมในอากาศ จนในที่สุดรวมกับน้ำฝน ตกลงสู่พื้นดินกลายเป็น “ฝนกรด” หรือถ้ารวมตัวกับหิมะหรือน้ำค้าง หิมะและน้ำค้างนั้นจะมีสภาพเป็นกรดเช่นเดียวกัน

ความเป็นกรดขนาดไหนถึงเรียกว่าฝนกรด

ฝนกรด ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓	13	โซดาไฟ	↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓
	12	ยาฟอกขาว	
	11	แอมโมเนีย	
	10.5	ยาเคลือบกระเพาะ	
	8.5	น้ำในทะเลสาบบางแห่ง	
	8.3	น้ำทะเล	
	8.2	เบกกิ้งโซดา	
	7.4	เลือดคน	
	7.0	น้ำกลั่น	
	6.6	นม ←	
	5.6	น้ำฝนธรรมชาติ	
	5.0	น้ำแครอท	
	4.2	น้ำมะเขือเทศ	
	4	น้ำในบ่อเหมือง	
	3.0	แอปเปิล	
	2.2	น้ำส้มสายชู	
2.0	น้ำมะนาว		
1.0	กรดซัลฟูริก		

ผลกระทบของฝนกรด

ผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์

แหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นกรด เมื่อถูกนำไปใช้จะสามารถกัดกร่อนภาชนะรวมทั้งท่อทางเดินส่งน้ำ ทำให้สารโลหะหลายชนิดละลายตัวออกมาปนเปื้อนกับน้ำ สารโลหะเหล่านี้ ได้แก่ ตะกั่ว (มีผลต่อสมอง โดยเฉพาะการพัฒนาการของสมองเด็ก สำหรับผู้ใหญ่ จะทำให้เกิดภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ) แคดเมียม (มีผลในการทำลายไต) แอสเบสตอส (เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งในปอดและโรคทางเดินหายใจอื่นๆ) อลูมิเนียม (มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง)

นอกจากนี้ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ยังมีผลโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะกับเด็ก คนชราและหญิงมีครรภ์ ตลอดจนผู้ที่เป็โรคหัวใจ โรคหอบหืด โรคหลอดลมอักเสบอยู่เดิม ดังกรณีที่เกิดขึ้นที่บ้านสบเตี๋ย อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เมื่อเดือนตุลาคม 2535

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ถึงแม้ฝนกรดจะไม่รุนแรงจนทำให้เสื้อผ้าขาดวินในทันทีทันใด การเกิดภาวะฝนกรดต่อเนื่องกันเป็นเวลานานก็ทำให้เกิดผลเหล่านี้ตามมา

- สัตว์และพืชบางชนิดตายลง ทำให้เกิดการขาดช่วงของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ
- คุณภาพดินแยลง ไม่สามารถปลูกพืชได้
- ต้นไม้มีความต้านทานโรคต่ำลง
- กัดกร่อนโลหะหนัก จนทำให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำ
- ทำลายอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ

3.5 มลภาวะอากาศในเมือง

การใช้ทรัพยากรพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานฟอสซิลเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้อากาศเป็นพิษ โดยก๊าซหรือเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงพลังงาน เข้าไปปนเปื้อนกับก๊าซที่มีอยู่ในอากาศ แล้วทำให้องค์ประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไป เช่น ทำให้ปริมาณของก๊าซตัวหนึ่งตัวใดหรือหลายๆ ตัว สูงเกินค่ามาตรฐาน จนเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สารที่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ที่สำคัญๆ มีดังนี้

คาร์บอนมอนนอกไซด์

เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงเช่น ถ่านหิน ปีโตรเลียม และถ่านไม้ โดยเฉพาะการเผาไหม้จากเครื่องจักรหรือเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและรส เมื่อหายใจเข้าไปจะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบเลือดและรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงกลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (carboxy-hemoglobin) การรวมตัวของคาร์บอนมอนอกไซด์กับเม็ดเลือดแดงจะเกิดได้ดีกว่าออกซิเจนถึง 200 เท่า ดังนั้น ร่างกายซึ่งเคยได้รับออกซิเจนจากฮีโมโกลบินจะเกิดการขาดออกซิเจน ทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ ง่วงเหงาหาวนอน ถ้าร่างกายได้รับคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นเวลานาน หัวใจจะต้องทำงานหนักในการสูบฉีดเลือดให้ไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างเพียงพอ และถ้าได้รับในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายแก่ชีวิตได้

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือถ่านไม้ ซึ่งมีกำมะถันปะปนอยู่ ทำให้เกิดควันของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขึ้นสู่บรรยากาศ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน มีฤทธิ์เป็นกรด ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับก๊าซชนิดนี้จะเกิดอาการระคายเคืองของอวัยวะที่ได้รับ เช่น แสบจมูก เจ็บคอ แสบตา แสบคันตามผิวหนัง และถ้าก๊าซชนิดนี้รวมตัวกับฝุ่นจะทำให้เยื่อบุทางเดินหายใจ อักเสบ และหายใจลำบาก

ออกไซด์ของไนโตรเจน

เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่อุณหภูมิสูงกว่า 550 องศาเซลเซียส และเกิดได้มากที่สุดเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 1,100 องศาเซลเซียส ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมีสภาพเป็นกรด ดังนั้นจึงมีผลกระทบต่อสุขภาพเช่นเดียวกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นอกจากนี้ ก๊าซชนิดนี้ยังสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทำให้เกิดก๊าซโอโซนและสารพิษอื่นๆ เช่นฟอร์มาลดีไฮด์ ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเช่นเดียวกัน

ไฮโดรคาร์บอน

เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงฟอสซิลหรือจากการที่น้ำมันเชื้อเพลิงที่ยังไม่ได้ถูกเผาไหม้ถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสียหรือรั่วไหลออกจากแหล่งกักเก็บในรูปของไอระเหย เช่นการรั่วไหลในขบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม หรือการรั่วไหลจากถังน้ำมันของรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ ไฮโดรคาร์บอนนี้ เมื่อโดนแสงอาทิตย์จะเกิดปฏิกิริยากับก๊าซตัวอื่นๆ กลายเป็นสารมลพิษรูปใหม่ที่มีอันตรายต่อสุขภาพ เช่น เกิดเป็นก๊าซโอโซน และก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ และเมื่อสารเหล่านี้รวมตัวกับหมอกหรือควันก็จะกลายเป็นหมอกควันพิษ

ควันดำ ควันขาว

ควันดำ ส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซลถึงร้อยละ 40 ที่เหลือมาจากแหล่งอื่นๆ เช่นเครื่องยนต์เบนซิน และบางส่วนจากโรงงาน ในควันดำประกอบด้วยอนุภาคของถ่าน และสารอื่นๆ อีกมากจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

ควันขาว คือสารไฮโดรคาร์บอนหรือน้ำมันเชื้อเพลิงที่ยังไม่ได้ถูกเผาไหม้ แล้วถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย เกิดจากการที่เครื่องยนต์ไม่ได้รับการบำรุงรักษา โดยเฉพาะในรถจักรยานยนต์เก่า เนื่องจากสารไฮโดรคาร์บอนมีโมเลกุลใหญ่ จึงเห็นได้ชัดเจน เป็นสีขาวหรือขาวปนเทา มีปัญหามากกว่าควันดำ เพราะเมื่อโดนแสงอาทิตย์จะเกิดปฏิกิริยาสร้างก๊าซโอโซนอันเป็นพิษภัยร้ายแรงขึ้น

ฝุ่นละออง

ไตแก่อนุภาคแขวนลอยที่เกิดขึ้นจากควัน เขม่า ชี้อัด ที่เหลือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ รวมทั้งอนุภาคของคาร์บอนที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ฝุ่นละอองมีขนาดต่างๆ กัน ดังนั้นนอกจากจะทำความสกปรกต่ออาคารบ้านเรือนและสิ่งแวดล้อมแล้ว ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน) ยังทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เช่นทำให้เกิดโรคมะเร็ง ฝุ่นละอองที่มีเชื้อโรคหรือสารก่อมะเร็งเกาะติดอยู่ จะทำหน้าที่เป็นตัวพาให้เชื้อโรคหรือสารก่อมะเร็งนั้นเข้าสู่ร่างกายจนถึงขั้นทำให้เกิดโรคได้