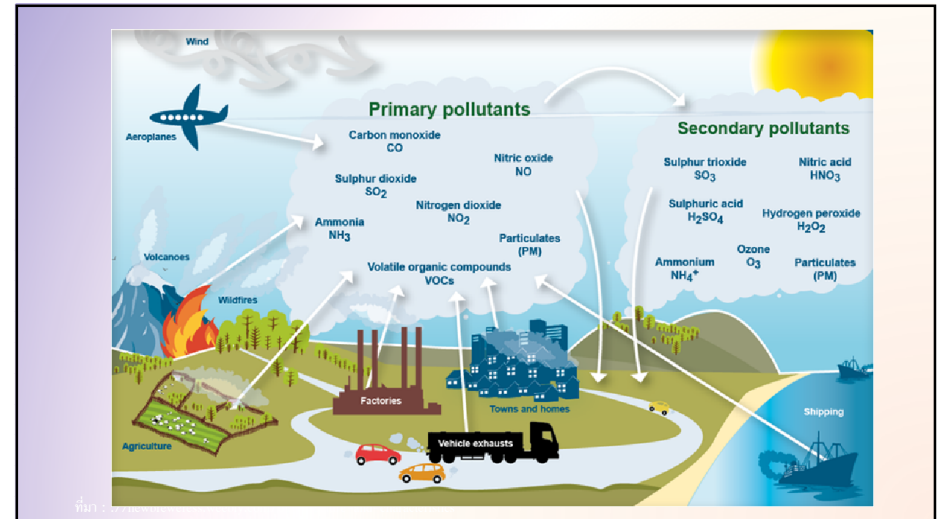


การควบคุมมลพิษ และการจัดการแหล่งมลพิษ (Pollution Control and Management)

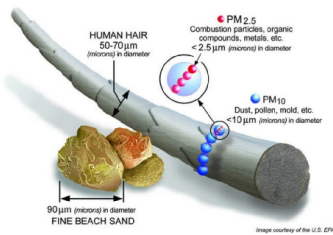
บทที่ 3 มลพิษทางอากาศ
เรื่อง ผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ

อาจารย์รุ่งเรือง งามหอม
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์



ปัญหาฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และสีต่างมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา



ฝุ่นละอองแบ่งเป็น 3 ช่วงขนาด ได้แก่ ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate : TSP) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง < 100 ไมครอน ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) มีขนาดเล็กกว่าเส้นผม ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) มีขนาดเท่าเชื้อโรคไปจนถึงระดับโมเลกุล



ที่มา : www.cmi.nfe.go.th/lib/Lib_Doisket

ไทยติดท็อป 30 วิกฤต PM2.5 โลก

12 เมือง PM2.5 มากสุดในไทย

เมือง	2561	2560
กรุงเทพฯ (กทม.)	37.6	36.0
นครราชสีมา (นครราชสีมา)	37.3	-
เชียงใหม่ (เชียงใหม่)	32.6	38.0
ขอนแก่น (ขอนแก่น)	32.3	33.2
ราชบุรี (ราชบุรี)	32.2	22.4
แม่ฮ่องสอน (แม่ฮ่องสอน)	32.2	23.2
ศรีสะเกษ (ศรีสะเกษ)	30.9	30.4
อุบลราชธานี (อุบลราชธานี)	29.4	-
ชลบุรี (ชลบุรี)	27.3	22
อุดรธานี (อุดรธานี)	26.1	-
กรุงเทพมหานคร (กทม.)	25.2	27.6

ที่มา : เว็บไซต์ แอร์วีกส์ และองค์การอนามัยโลก

ที่มา : www.posttoday.com/social/general/582361m

- ปี 2561 ประเทศที่มีปริมาณ PM2.5 มากที่สุดในโลก ได้แก่ บังกลาเทศ ส่วนอินเดีย นั้นแม้จะอยู่อันดับ 3 แต่กลับมีเมืองที่เต็มไปด้วยมลพิษทางอากาศสูงสุดถึง 22 จากทั้งหมด 30 เมืองแรกของโลก
- ไทยมีปริมาณ PM2.5 มากที่สุดเป็นอันดับ 3 ในอาเซียน ตามหลังอินโดนีเซียซึ่งอยู่อันดับ 11 ของโลก โดยมีปริมาณ 42 มก./ลบ.ม. และเวียดนามในอันดับ 17 ที่ 32.9 มก./ลบ.ม.
- ไทยติดอันดับมากถึง 10 แห่ง ได้แก่ จ.สมุทรสาคร นครราชสีมา และ อ.ท่าบ่อ จ.หนองคาย ซึ่งอยู่ในระดับสีส้ม
- กรุงเทพฯ ถูกจัดให้เป็น "เมืองหลวง" ที่มี PM2.5 มากที่สุดเป็นอันดับ 24 ของโลก

ฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

ฝุ่นละอองขนาดนี้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งเมื่อหายใจเข้าไปจะสะสมในและบนทางเดินหายใจส่วนล่าง และสะสมในบริเวณปอดจะก่อให้เกิดโรคปอดได้

ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน

มีขนาดประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ หากสูดดมเข้าไปจะเข้าไปในกระแสเลือดได้ ซึ่งสามารถแพร่กระจายเข้าสู่หัวใจและไต กระดูกสันหลัง และแทรกซึมสู่ระบบประสาทส่วนกลางของตัวเราๆได้

หมอกพิษ (Smog)

- ☐ Smog เป็นกลุ่มหมอกควันที่เป็นมลภาวะทางอากาศอย่างหนึ่ง ซึ่งมลพิษถูกกักเก็บไว้ในอากาศเนื่องจากปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งมลพิษเหล่านี้เกิดจาก (1) การเผาไหม้เชื้อเพลิง ถ่านหิน น้ำมัน และ (2) จากการทำปฏิกิริยาของแสงกับออกไซด์ของไนโตรเจนและสารประกอบอินทรีย์ชนิดระเหยได้ลักษณะ
- ☐ หมอกพิษแบ่งเป็น 2 ประเภท
 - หมอกควันพิษแห่งกรุงลอนดอน (Classical smog /London Smog)
 - หมอกควันแบบโฟโตเคมีคอล (Photochemical Smog)

หมอกควันพิษแห่งกรุงลอนดอน (Classical smog /London Smog)

- ☐ Classical smog เป็นหมอกควันสีเทาที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและถ่านหิน ซึ่งก่อให้เกิดกลุ่มควันที่มีส่วนผสมของฝุ่นละออง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับไอน้ำหรือหมอกในอากาศ ทำให้เกิดเป็นกรดซัลฟิวริก
- ☐ เกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงฤดูหนาว ในสภาวะอากาศหนาวเย็นและมีความชื้นสูง เรียกว่า Thermal Inversion เป็นภาวะที่อากาศบริเวณใกล้พื้นดินมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้อากาศบริเวณใกล้พื้นดิน ไม่สามารถลอยตัวสูงขึ้นต่อไป หรือเคลื่อนที่ลดระดับลงสู่พื้นดิน เป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายต่อคน สัตว์และพืชอย่างรุนแรง
- ☐ วันที่ 5-9 ธันวาคม ค.ศ. 1952 ทั่วทุกแห่งในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ สมีอกหลุมจาดตลอดทั้งวัน สมีอกหลุมจาดเข้าไปในอาคาร ระบบขนส่งสาธารณะให้บริการได้เฉพาะรถไฟใต้ดิน ภายในแค่ 4 วันแรก มีผู้เสียชีวิตสูงถึงราว 4,000 คน เจ็บป่วยอีกราว 100,000 คน หลังจากเหตุการณ์มีผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้นอีกราว 8,000 คน เหตุการณ์ครั้งนี้มีผู้เสียชีวิตสูงถึง 12,000 คน ส่วนสัตว์นับพันเสียชีวิต

หมอกควันแบบโฟโตเคมีคอล (Photochemical Smog)

- หมอกควันแบบโฟโตเคมีคอล (Photochemical Smog) หรือ หมอกน้ำตาล (Brown-Air Smog) เกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical Reaction) ของออกไซด์ของไนโตรเจน (nitrogen oxides : NOx) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compounds : VOCs) เกิดเป็นก๊าซโอโซนภาคพื้นดิน (Ground Level Ozone : O₃) และ เปอร์ออกซีอะซิไนด์ในแคโรต (Peroxy acetyl nitrate: PAN)
- ช่วงเวลากลางวันที่มีอากาศร้อนและแสงแดดจัด ซึ่งเหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแสง ทำให้เกิดเป็นหมอกควันในบรรยากาศอบอุ่นและมีแสงแดดจ้า อากาศขุ่นมัว มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้เกิดการเสบตา หรือระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นอันตรายต่อเยื่อจมูก นัยน์ตา ทำให้ส้อคารซิด โลหะผุกร่อน
- ปี 1943 เกิดหมอกควันแบบโฟโตเคมีคอล ที่นครลอสแอนเจลิส สหรัฐอเมริกา โดยมีสาเหตุหลักมาจากการใช้รถยนต์จำนวนมาก
- ปรากฏการณ์ความร้อนเมือง (Urban heat island) อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เมืองถูกแผ่ความร้อนออกมาตอนกลางวันและถูกสะสมไว้ เมื่อดึงกลางคืนความร้อนที่ถูกสะสมจะถูกแผ่ออกมา ทำให้พื้นที่ภายในเมืองมีอุณหภูมิที่ร้อนกว่าเขตชานเมือง

The smog in Los Angeles

Chemical Equation for Photochemical Smog

$$\text{NO}_x + \text{VOC} \xrightarrow{\text{light}} \text{Ozone} + \text{PAN product}$$

แก๊สพิษ

- เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 1984 โรงงานผลิตสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของบริษัทยูนิคาร์ไบด์ (Union Carbide) ในเมืองโบลาล (Bhopal) ประเทศอินเดีย เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงเนื่องจากระบบหล่อเย็นของถังเก็บสารเคมีเกิดไม่ทำงาน ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของสารเคมีไอโซไซยาโนเอตออกจากถัง และที่แย่กว่านั้นคือ ได้เกิดปัญหากับระบบสื่อสารเพื่อแจ้งข่าวเตือนภัย สายลมในยามดึกได้นำก๊าซพิษเข้าไปในเมืองเพื่อคร่าชีวิตผู้คนทั้งที่รู้ตัวและไม่รู้ตัว
- มีผู้เสียชีวิตทันทีถึง 3,787 คน และเสียชีวิตภายในสัปดาห์แรกหลังเกิดเหตุการณ์กว่า 8 พันคน ยอดผู้เสียชีวิตรวมทั้งมากกว่า 1.5 หมื่นคน และมีอีกหลายหมื่นคนที่ต้องเป็นคนทุพพลภาพไปตลอดชีวิต และยังมีผู้ที่ได้รับผลกระทบในระยะยาวจากเหตุการณ์นี้ไม่ต่ำกว่า 5 แสนคน
- ปี 2000 ศาลอินเดียได้ตัดสินให้นายวอร์เรน แอนเดอร์สัน ประธานบริษัทยูนิคาร์ไบด์ และอดีตพนักงานอีก 7 คนที่ยังมีชีวิตอยู่ มีความผิดฐานกระทำโดยประมาทเป็นเหตุให้ผู้หนึ่งถึงแก่ความตาย โดยลงโทษจำคุกคนละ 2 ปีและปรับเงินอีกคนละ 2000 เหรียญสหรัฐ



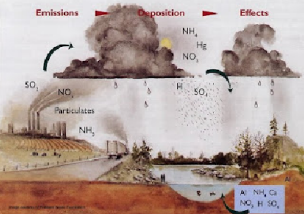
ไฟไหม้โรงงานผลิตโฟมและเม็ดพลาสติก จังหวัดสมุทรปราการไฟไหม้

- 03.00 น. ของเช้าวันที่ 5 กรกฎาคม 2564 ไฟไหม้โรงงานบริษัท มิ่งดีเคมีคอล จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานผลิตโฟม และเม็ดพลาสติก จังหวัดสมุทรปราการไฟไหม้
- เคลื่อนย้ายประชาชนออกจากพื้นที่ไปยังพื้นที่ปลอดภัย พร้อมกับสั่งสารเคมีที่เหลือด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ
- เสลาคอปเตอร์ 3 ลำ ขึ้นบินสำรวจและโปรยสารเคมีดับไฟ
- สารสไตรีนโมโนเมอร์ (Styrene Monomer) เป็นสารตั้งต้นผลิตโฟม มีคุณสมบัติติดไฟได้ง่าย ส่วนสารพอลิสไตรีน เมื่อถูกความร้อนสูง จะให้สาร 2 ชนิดคือ สไตรีน (Styrene) และเบนซีน (Benzene) อากาศของผู้ที่ได้รับเบนซีนเมื่อหายใจเข้าไปในระดับสูงและเป็นเวลานาน คือในระยะแรก ๆ จะเกิดอาการซึม วิงเวียน คลื่นไส้ หอบหืด ใจสั่น เมื่อสุดคมเป็นเวลานานจะทำให้เป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือด (Leukemia)
- ความเสียหายเบื้องต้น : บาดเจ็บมากกว่า 20 คน เจ้าหน้าที่ถูกไฟคลอก 4 คน อากาศสาหัส 3 คน เสียชีวิต 1 คน บ้านเรือนกว่า 70 คน รถยนต์อย่างน้อย 20 คัน



ฝนกรด (acid rain)

- ฝนกรด หมายถึง น้ำฝนที่มีค่า pH ต่ำกว่า 5.6
- ฝนกรดเป็นผลมาจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างไอน้ำ กับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO₂) ก่อให้เกิดกรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) กรดไนตริก (HNO₃)
- แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NO₂) ถูกปล่อยจากการเผาถ่านหินในโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม การเผาขยะ และยานพาหนะ



การเกิดฝนกรดจำแนกออกเป็น 2 ประเภท

1. ฝนกรดแบบเปียก คือ การรวมตัวกันของกรดซัลฟิวริกหรือกรดไนตริกกับเมฆบนท้องฟ้า ส่งผลให้ฝนและหิมะมีฤทธิ์เป็นกรด
2. ฝนกรดแบบแห้ง คือ ละอองกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริกในอากาศ ลอยไปตามลมแล้วตกสะสมบนพื้นดิน แหล่งน้ำ ต้นไม้ อาคาร สิ่งก่อสร้าง ผลกระทบจากฝนกรด
 - ผลกระทบต่อป่าไม้และธาตุอาหารพืช : ฝนกรดละลายและพัดพาธาตุอาหาร (N, P, K, Ca, Mg) ทำให้พืชขาดธาตุอาหาร กระทั่งต่อกรเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังไปปิดปากใบทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง ใบเหลืองและร่วงหล่น
 - ผลกระทบต่อดิน : ดินเป็นกรดมากขึ้น โลหะหนัก (Cd, Pb, Hg) ในดิน ละลายออกได้มากขึ้น ทำให้ดินเป็นพิษ กระทั่งต่อจุลินทรีย์และวัฏจักรสาร
 - ความเสียหายต่อแหล่งน้ำ : แหล่งน้ำมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ปลาบางชนิดจะหยุดขยายพันธุ์ แพลกตอนลดลงซึ่งจะต่อเนื่องไปยังสิ่งมีชีวิตลำดับถัดไปในห่วงโซ่อาหาร และทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลในท้ายที่สุด
 - ความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้าง : เป็นตัวเร่งให้เกิด การกัดกร่อนของโลหะ ชนิด รวมทั้งหินปูน หินอ่อน หินชนวน กระเบื้องหลังคาและปูนซีเมนต์
 - ผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ : สร้างความเครียดต่อผิวหนัง ดวงตา และระบบทางเดินหายใจ รวมไปถึงระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากการบริโภคน้ำดื่มที่เพิ่งตกลงมาใหม่ๆ อาจเสี่ยงต่อการดื่มน้ำที่มีสภาพเป็นกรดและมีสารพิษปนเปื้อน

ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gas) ทำให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างรุนแรง สภาวะดังกล่าวเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate Change)

- แก๊สเรือนกระจก มีคุณสมบัติในการเก็บกักรังสีความร้อนจากผิวโลกแล้วคายรังสีความร้อนนั้นกลับลงมา ทำให้อุณหภูมิบนผิวโลกร้อนขึ้นกว่าเดิม เปรียบเหมือนกระจกที่สะท้อนรังสีความร้อนไม่ให้ออกไปจากโลก
- พิธีสารเกียวโต กำหนดแก๊สเรือนกระจก 7 ชนิด : คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃)

ก๊าซ	แหล่งกำเนิด	ระยะเวลาในบรรยากาศ	ศักยภาพการทำให้โลกร้อน (เทียบกับ CO ₂)
CO ₂	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (70-75%) การเผาป่าและพืช (20-25%)	50-500 ปี	1
CH ₄	นาข้าว พุฒมีกละปะ การรั่วไหลของแก๊สธรรมชาติ	9-15 ปี	24
N ₂ O	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การผลิต การผลิตไนตรัส	120 ปี	360
FCFs	เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น มอเตอร์	11-20 ปี	1,500-7,000



ภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

- ☐ อากาศสุดขีด : ประเทศไทย ฤดูร้อนยาวนานขึ้นและอากาศจะร้อนมากขึ้น ฤดูหนาวจะสั้นลง และอุณหภูมิไม่ลดต่ำลงเหมือนในอดีต เมื่อเกิดพายุหรือฝนตกหนักก็จะตกอย่างหนักและลมพัดรุนแรงขึ้น
- ☐ คลื่นความร้อน : ทำให้คลื่นความร้อน (heat wave) มีความรุนแรงมากขึ้น จะมีผู้เสียชีวิตมากขึ้นถึง 3 เท่า แถบยุโรปและอเมริกาเหนือในช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิจะสูงถึง 50°C เขตอบอุ่นมีผู้เสียชีวิตมากขึ้น ทำให้เกิดไฟป่าอย่างกว้างขวาง
- ☐ ภัยแล้งซ้ำซาก : ทำให้เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตร ทำให้แล้งในเอเชีย ฝนตกในอเมริกาใต้) และลานีญา (ฝนตกหนักในเอเชียและแห้งแล้งในอเมริกาใต้)ที่มีความรุนแรงและถี่ขึ้น ส่งผลให้เกิดภัยแล้งบ่อยครั้งขึ้น
- ☐ หิมะถล่มเมือง : ทวีปอเมริกาเหนือและตอนเหนือของยุโรปอาจต้องเผชิญกับความหนาวสุดขีด อุณหภูมิติดลบ หิมะตกทับถมต่อเนื่องนาน
- ☐ พายุหมุนขนาดยักษ์ : ภาวะโลกร้อนทำให้น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้พายุหมุนเขตร้อน (ไต้ฝุ่น เฮอร์เคน ไซโคลน) ที่ก่อตัวขึ้นกลางมหาสมุทร เกิดถี่ขึ้นและรุนแรงขึ้น ส่งผลให้เกิดน้ำท่วม ดินถล่ม ลมพายุทำลายสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ



- ☐ น้ำท่วมโลก : วัฏจักรของน้ำจะนำหิมะให้ตกลงมาสะสมในขั้วโลกใต้และขั้วโลกเหนือ นับตั้งแต่ยุคน้ำแข็ง แต่ภาวะโลกร้อนกำลังละลายน้ำแข็งขั้วโลกลงสู่ทะเลในอัตราที่เพิ่มขึ้นหลายเท่าจากอดีต ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นหลายเมตร
- ☐ กระแสน้ำมหาสมุทรแปรปรวน : ปกติในมหาสมุทรมีการไหลเวียนของกระแสน้ำเชื่อมกันทั่วโลกเป็นวงจรใหญ่ เรียกว่า สายพานมหาสมุทรโลก ที่ระบายนความร้อนจากเขตร้อนไปยังขั้วโลกทั้งสอง เกิดเป็นกระแสอุ่นและกระแสเย็นที่มีผลต่อภูมิอากาศของทวีปต่างๆ แต่ภาวะโลกร้อนจะทำให้สายพานนี้เคลื่อนที่ช้าลงและอาจหยุดลง
- ☐ ทะเลเป็นกรด : ทะเลและมหาสมุทรเป็นแหล่งกักเก็บ CO₂ แต่เมื่อโลกร้อนขึ้น มหาสมุทรจะละลาย CO₂ มากขึ้น ทำให้สภาพน้ำทะเลมีความเป็นกรดสูงขึ้น
- ☐ พืชและสัตว์สูญพันธุ์ : น้ำทะเลร้อนขึ้นทำให้ปะการังฟอกขาว บนบกกระทบต่อการผลิตรายของพืช สัตว์อพยพย้ายถิ่น การวางไข่ หากสิ่งมีชีวิตปรับตัวไม่ทันจะสูญพันธุ์ได้ยาก
- ☐ โรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำ : อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตที่ได้รับประโยชน์จากความร้อนคือสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เช่น ยุง แมลง ไวรัส และเชื้อโรค ทำให้วงจรชีวิตสัตว์เหล่านี้สั้นลง แพร่ขยายพันธุ์เร็ว และวิวัฒนาการได้เร็วขึ้น การระบาดของโรคจากเขตร้อนจะแพร่กระจายสู่ภูมิภาคอื่น ๆ ของโลกได้ง่าย เช่น โรคมาลาเรีย ไข้เลือดออก ไข้สมองอักเสบ โรคคอตีบ และการเกิดโรคนิวดใหม่ ๆ เช่น โคโรนา-19

