

ภาวะโลกร้อน: ภัยคุกคามร้ายแรงที่ถูกขับเคลื่อนบนโลกยุคอุตสาหกรรม

Global Warming: A Severe Threat Driven by Industrial Era

มนนภา เทพสุด¹ และ ชนิษฐา ชัยรัตนารณ²

Monnapa Thapsut and Kanidta Chairattanawan

Received April 13, 2024 Revise, June 5, 2024 Accepted June 5, 2024

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภาวะโลกร้อนทวีความรุนแรงจนสภาพภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก กระทั่งนำไปสู่เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว ที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติร้ายแรงรูปแบบต่างๆ ทั้งคลื่นความร้อน ภัยแล้งยาวนาน ไฟป่า ลูกกลม ฝนตกหนักฉับพลัน และพายุกำลังแรง ซึ่งล้วนสร้างความเสียหายทำลายธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและคุกคามความอยู่รอดของมนุษยชาติ จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าว บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอองค์ความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) สาเหตุของปัญหาภาวะโลกร้อน 2) ผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อน และ 3) แนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งผลการศึกษาข้อมูลจากบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าสาเหตุสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อนมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในยุคอุตสาหกรรมที่ผลิตและปล่อยก๊าซเรือนกระจกนานาชนิดโดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นตัวการหลักของปัญหาภาวะโลกร้อนออกสู่ชั้นบรรยากาศ จนมีปริมาณมากเกินไปจนระดับความสมดุลทางธรรมชาติทำให้ปรากฏการณ์เรือนกระจกซึ่งเป็นหนึ่งในกลไกควบคุมสมดุลพลังงานโลกดำเนินไปอย่างรุนแรง อุณหภูมิบนพื้นผิวโลกจึงเพิ่มสูงขึ้นตามอย่างผิดปกติแล้วเกิดเป็นภาวะโลกร้อน โดยผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อนพบว่า มีทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการละลายตัวอย่างรวดเร็วของน้ำแข็งขั้วโลก ที่ส่งผลเชื่อมโยงมาสู่ปัญหาต่างๆ ซึ่งเป็นภัยคุกคามต่อการดำรงอยู่ของทุกชีวิต สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ ควบคู่กับการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศและแหล่งผลิต ซึ่งจะมีผลทำให้ภาวะโลกร้อนลดขนาดความรุนแรง และสร้างสังคมที่ยั่งยืนได้สืบไป

คำสำคัญ: ภาวะโลกร้อน, ก๊าซเรือนกระจก, ปรากฏการณ์เรือนกระจก, สภาพอากาศสุดขั้ว

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สำนักวิชาศึกษาทั่วไป, มหาวิทยาลัยศรีปทุม

Assistant Professor, Institute of General Education, Sripatum University

² รองศาสตราจารย์, สำนักวิชาศึกษาทั่วไป, มหาวิทยาลัยศรีปทุม

Associate Professor, Institute of General Education, Sripatum University

Email: monnapa.th@spu.ac.th



Abstract

The current state of global warming has escalated to the point where it has significantly altered the Earth's climate, leading to extreme weather events. These events include heatwaves, prolonged droughts, rampant wildfires, sudden heavy rainfall, and intense storms, all of which pose severe threats to natural ecosystems and human survival. In light of these developments, this article aims to present knowledge about global warming in three main aspects: 1) Causes of global warming problems, 2) Effects of global warming problems, and 3) Guidelines for solving global warming problems. Research findings indicate that the primary cause of global warming stems from human activities, particularly industrial processes that emit various greenhouse gases, notably carbon dioxide. These gases act as the main drivers of the problem by disrupting the natural balance of the atmosphere, leading to an excessive greenhouse effect. Consequently, the Earth's surface temperature has risen abnormally, resulting in global warming. The impacts of global warming are evident in changes to the climate and rapid melting of polar ice, which, in turn, contribute to various crises threatening all forms of life. Mitigation strategies involve reducing carbon dioxide emissions into the atmosphere and eliminating sources of carbon dioxide emissions, which would alleviate the severity of global warming and foster sustainable societies.

Keywords: Global Warming, Greenhouse Gases, Greenhouse Effect, Extreme Weather

บทนำ

ปัจจุบันภาวะโลกร้อน (Global Warming) ได้ทวีความรุนแรง จนทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป (Climate Change) ถึงขั้นนำไปสู่เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว (Extreme Weather) ที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติขั้นรุนแรงและเพิ่มระดับอันตรายมากขึ้นในหลายพื้นที่ทั่วโลก โดยเมื่อปี พ.ศ. 2566 ที่ผ่านมา อุณหภูมิบนพื้นผิวโลกได้เพิ่มสูงสุดในรอบ 174 ปี นับตั้งแต่มีการบันทึกสถิติ (World Meteorological Organization [WMO]), 2023) ประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งหลายประเทศในแถบทวีปยุโรปและเอเชียต้องเผชิญกับคลื่นความร้อนอุณหภูมิสูงมาก (Smith-Schoenwalder, 2023) ขณะที่ผืนป่าแอมะซอนถูกภัยแล้งคุกคามอย่างหนัก จนระดับน้ำในแม่น้ำแอมะซอนลดลงสู่ระดับต่ำสุดในรอบศตวรรษ (The Guardian, 2024) ยิ่งกว่านี้แล้วน้ำแข็งขั้วโลกยังละลายตัวอย่างรวดเร็ว จนทำให้ผืนน้ำแข็งที่ปกคลุมทวีปแอนตาร์กติกา มีขนาดพื้นที่ต่ำสุดเป็นประวัติการณ์ (Mersmann, 2023)



ความเสื่อมถอยของสภาพภูมิอากาศ ที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติร้ายแรงทั้งคลื่นความร้อนอุณหภูมิสูง ภัยแล้ง ยาวนาน ไฟป่าลุกลาม ฝนตกหนักฉับพลัน และพายุกำลังแรง ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่เกิดจาก น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ได้ทำลายธรรมชาติสิ่งแวดล้อมอย่างหนักและถึขึ้นในทั่วทุกภูมิภาคของโลก จนถึงขั้นก่อภัยคุกคามความอยู่รอดของมนุษยชาติ เป็นสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากภาวะโลกร้อน อุบัติการณ์อันตรายที่ถูกกระตุ้นให้เกิดจากผลการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ ที่ผลิตและปล่อยก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ เข้าสู่ชั้นบรรยากาศ จนมีปริมาณมากเกินระดับความสมดุลทางธรรมชาติ ซึ่งหากยังคงปล่อยให้ก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตัวการหลักของปัญหาภาวะโลกร้อน สะสมตัวเพิ่มขึ้นต่อไปในชั้นบรรยากาศ ภาวะโลกร้อนจะขยายขนาดความรุนแรง ผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสูญเสียน้ำแข็งขั้วโลกจะยิ่งร้ายแรง และก่อปัญหาตามมาอย่างต่อเนื่องโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

การยับยั้งความรุนแรงของภาวะโลกร้อน บนการปรับเปลี่ยนวิถีทางการพัฒนาสู่สังคมคาร์บอนต่ำ โดยลดการพึ่งพิงพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นแหล่งปล่อยใหญ่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ควบคู่กับการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศและแหล่งผลิต ถือเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่สำคัญที่ทุกประเทศต้องดำเนินการร่วมกันอย่างจริงจัง เพื่อลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งต่อระบบเศรษฐกิจ ความเป็นอยู่ของมนุษย์ และระบบนิเวศ

สาเหตุของปัญหาภาวะโลกร้อน

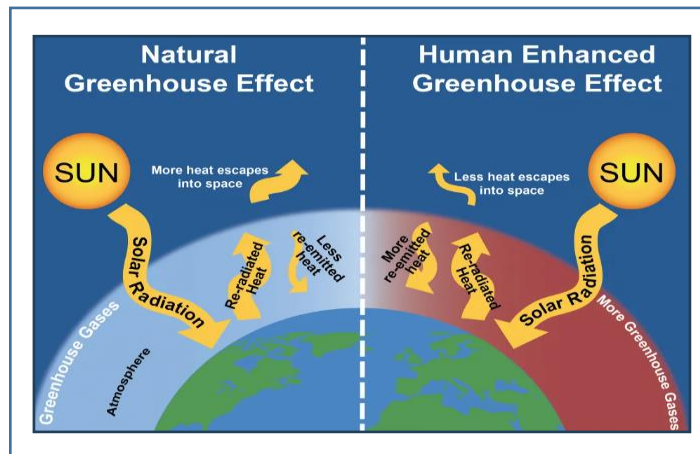
ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรง: สาเหตุสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อน

โดยธรรมชาติแล้ว ภายในชั้นบรรยากาศใกล้พื้นผิวโลกชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) ประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน และก๊าซอาร์กอน ในปริมาณร้อยละ 78.08, 20.95 และ 0.93 โดยปริมาตรอากาศแห้งตามลำดับ ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 0.04 เป็นของก๊าซชนิดอื่นๆ เช่น ฮีเลียม (He) นีออน (Ne) และไฮโดรเจน (H_2) รวมถึงก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) (Buis, 2019) ที่สำคัญได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และโอโซน (O_3) ซึ่งแม้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้จะมีอยู่น้อยมากในชั้นบรรยากาศ แต่เนื่องจากมีคุณสมบัติกักเก็บความร้อนไว้ได้ดี ทำให้มีอิทธิพลสำคัญต่อการกำหนดสภาพภูมิอากาศ เหตุเพราะมีส่วนร่วมในการควบคุมสมดุลพลังงานโลก โดยผ่านกลไกของปรากฏการณ์เรือนกระจก

กล่าวคือ เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรังสีความยาวคลื่นสั้น (Short-Wave Radiation) แผ่ลงมายังบรรยากาศชั้นล่างสุดและพื้นผิวโลก รังสีส่วนหนึ่งคิดเป็นร้อยละ 30 จะสะท้อนกลับขึ้นสู่อวกาศทันที โดยกลุ่มเมฆและอนุภาคสารต่างๆ ในบรรยากาศ (ร้อยละ 24) และโดยทราย ก้อนหิน หิมะ ผิวน้ำแข็ง และวัตถุสะท้อนอื่นๆ บนพื้นผิวโลก (ร้อยละ 6) ขณะที่รังสีส่วนที่เหลือร้อยละ 70 ส่วนหนึ่ง (ร้อยละ 23) จะถูกดูดกลืนไว้โดยกลุ่มเมฆ ฝุ่นละออง และก๊าซชนิดต่างๆ และอีกส่วน (ร้อยละ 47) จะถูกดูดกลืนไว้โดยพื้นผิวโลก



ต่อจากนั้นเมื่อพื้นผิวโลกได้รับความอบอุ่นเพียงพอแล้ว พื้นผิวโลกจะปล่อยความร้อนส่วนที่เหลือนอกมา โดยกระบวนการนำความร้อน (ร้อยละ 7) ความร้อนแฝง (ร้อยละ 24) และการแผ่รังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นรังสีคลื่นยาว (long-wave radiation) ออกสู่ชั้นบรรยากาศ (ร้อยละ 16) ซึ่งรังสีส่วนหนึ่ง (ร้อยละ 10) ที่มีช่วงความยาวคลื่น 8-12 ไมครอน จะเคลื่อนที่ออกสู่อวกาศทันที ในขณะที่รังสีอีกส่วน (ร้อยละ 6) จะถูกกลุ่มเมฆและก๊าซเรือนกระจก ชนิดต่างๆ ซึ่งแพร่กระจายอยู่ในชั้นบรรยากาศดูดกลืนไว้ แล้วปล่อยกระจายกลับสู่ชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก อย่างต่อเนื่อง รังสีความร้อนจึงถูกกักเก็บไว้บนพื้นผิวโลกและในบรรยากาศใกล้ผิวโลกเพิ่มมากขึ้น แล้วเกิดเป็น ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) (Roger Williams University, n.d.) ดังแสดงในภาพที่ 1 (ซ้าย) ซึ่งมีผลทำให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 15 องศาเซลเซียส อันเป็นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการกำเนิดและดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้หากไม่มีปรากฏการณ์เรือนกระจก อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกจะลดลงมาอยู่ที่ -18 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาวะอากาศที่หนาวเย็นเกินไป จนทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ (Ma, 1998)



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบปรากฏการณ์เรือนกระจกจากธรรมชาติ (ซ้าย) กับปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงจากมนุษย์ (ขวา)

ที่มา: (Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2023)

ต่อมาเมื่อสังคมโลกเข้าสู่ยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรม การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ได้ส่งผลเร่งให้ก๊าซเรือนกระจกนานาชนิด ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) โอโซน (O_3) รวมถึงก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสารสังเคราะห์ เช่น คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ถูกผลิตแล้วปล่อยออกมาสะสมตัวในชั้นบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง จนมีปริมาณมากเกินระดับความสมดุลทางธรรมชาติ ปรากฏการณ์เรือนกระจกจึงดำเนินไปอย่างรุนแรงเหนือธรรมชาติ ทำให้ความร้อนถูกกักเก็บสะสมไว้บนพื้นผิวโลกและในชั้นบรรยากาศมากขึ้น ดังแสดงใน

ภาพที่ 1 (ขวา) อุณหภูมิบนพื้นผิวโลกจึงเพิ่มสูงขึ้นตามมาจนก่อเหตุภาวะโลกร้อน ที่ส่งผลอันตรายทำให้สภาพภูมิอากาศต้องเปลี่ยนแปลงไป และส่งผลกระทบต่อไปทั่วโลกดังเช่นที่ปรากฏอยู่ในทุกวันนี้

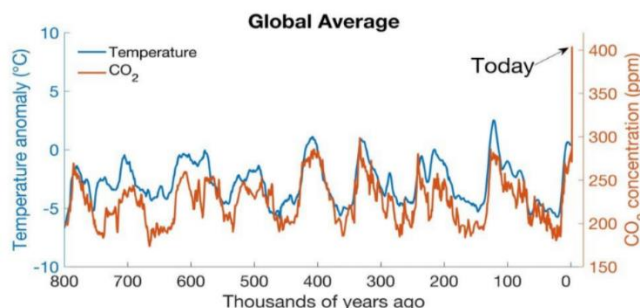
ทั้งนี้ ในรายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศครั้งที่ 6 (The Sixth Assessment Report: AR6) ซึ่งเป็นฉบับล่าสุดที่เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2564 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) ขององค์การสหประชาชาติ ได้ระบุยืนยันว่า กิจกรรมของมนุษย์เป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้ชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร และพื้นดินร้อนขึ้นอย่างแนบแน่น (Ming et al., 2021)

คาร์บอนไดออกไซด์: ก๊าซเรือนกระจกตัวการหลักของปัญหาภาวะโลกร้อน

แม้ภายในชั้นบรรยากาศจะมีก๊าซเรือนกระจกแพร่กระจายหลายชนิด แต่ก๊าซเรือนกระจกตัวการหลักของปัญหาภาวะโลกร้อนคือคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีส่วนร่วมก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 64 (WMO, 2023)

ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ภายในชั้นบรรยากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมตัวมากที่สุดเหนือก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น อีกทั้งแต่ละโมเลกุลของก๊าซยังคงตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศได้เป็นเวลานาน 50-200 ปี ถึงแม้ว่าจะเป็นก๊าซที่มีศักยภาพทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นก็ตาม (Hinkle Charitable Foundation, n.d.)

นอกจากนี้ ผลการบันทึกค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในชั้นบรรยากาศ กับค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกในรอบเวลา 800,000 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงในภาพที่ 2 ยังเป็นหนึ่งในหลักฐานสำคัญที่ยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในชั้นบรรยากาศ กับค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกว่า มีการดำเนินไปอย่างสอดคล้องกันเป็นระยะยาว



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันระหว่างค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

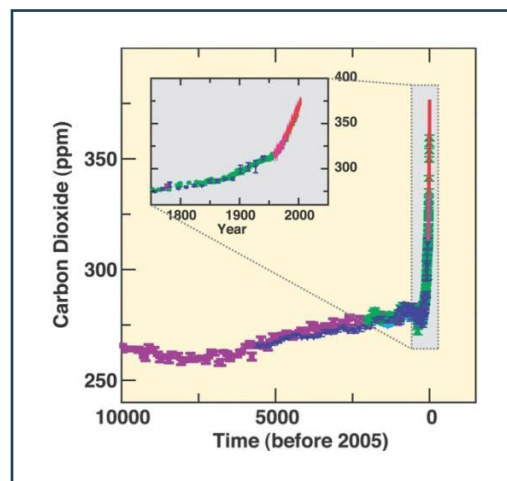
ภายในชั้นบรรยากาศกับค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกในรอบ 800,000 ปี
ที่มา: (Loria, 2018)



กล่าวคือ เมื่อภายในชั้นบรรยากาศมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกก็เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถกักเก็บความร้อนไว้ได้มากขึ้นในชั้นบรรยากาศ และเมื่อภายในชั้นบรรยากาศมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดน้อยลง อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกก็ลดต่ำลงตามไปด้วย เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถกักเก็บความร้อนไว้ได้น้อยลงในชั้นบรรยากาศ นั่นหมายความว่า คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อระดับอุณหภูมิบนพื้นผิวโลก และมีบทบาทสำคัญต่อการกำหนดสภาพภูมิอากาศของโลกด้วยอย่างแน่นอน

ปริมาณการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ

ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศในช่วงเวลา 10,000 ปีที่ผ่านมา เป็นหนึ่งในหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นว่า ตลอดช่วงเวลาดังกล่าวที่สภาพภูมิอากาศมีความมั่นคงและปลอดภัยนั้น ภายในชั้นบรรยากาศมีปริมาณการสะสมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในระดับค่อนข้างคงที่ ที่ค่าความเข้มข้นประมาณ 280 ส่วนในล้านส่วน (parts per million; ppm) (Rasmussen, 2024) ดังแสดงในภาพที่ 3 เนื่องจากกระบวนการปลดปล่อยและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพบนความสมดุลตามวิถีแห่งธรรมชาติ



ภาพที่ 3 กราฟแสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในชั้นบรรยากาศในรอบเวลา 10,000 ปี

ที่มา: (Richardson, 2008)

ต่อมาเมื่อเข้าสู่ยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมในประมาณปี พ.ศ. 2293 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ได้ทวีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วขึ้นเรื่อยๆ โดยมีค่าความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ 350.9 ppm ในปี พ.ศ. 2531 (Young, 2022) ซึ่งเกินขีดความปลอดภัยที่นักวิทยาศาสตร์เตือนไว้ที่ระดับ 350 ppm



(Sengupta and Pandey, 2019) เป็นครั้งแรก และเพิ่มขึ้นถึงระดับ 420.8 ppm ในปี พ.ศ. 2566 (Betts et al., 2024) ซึ่งนับเป็นค่าความเข้มข้นที่สูงมากสุดในรอบเวลากว่า 4 ล้านปีด้วย (Roston, 2021)

โลกยุคอุตสาหกรรมผลักดันการเกิดภาวะโลกร้อน

ในช่วงเวลากว่า 150 ปีที่ผ่านมา การพัฒนาเศรษฐกิจในโลกยุคอุตสาหกรรม ที่เติบโตอย่างรวดเร็วบนฐานพลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิล (ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) ร่วมกับการตัดเผาทำลายป่าอย่างมหาศาล เพื่อปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน คือสองเหตุปัจจัยสำคัญที่ร่วมผลักดันให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกผลิตและปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วจนมีปริมาณการสะสมตัวและสะสมความร้อนในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น แลก่อเหตุภาวะโลกร้อนที่ส่งผลกระทบไปทั่วโลก

มีข้อมูลว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 เป็นต้นมา การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งในจำนวนนี้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประกอบอยู่มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนประมาณสามในสี่ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Tiseo, 2023) โดยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2393 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกือบ 2,600 พันล้านเมตริกตัน ถูกผลิตและปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ (Tiseo, 2024) โดยมีแหล่งปล่อยสำคัญมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคการผลิตไฟฟ้าและความร้อน

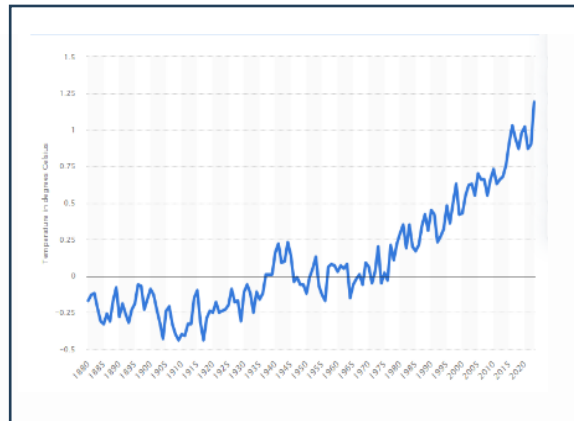
ผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อน

ช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา ภาวะโลกร้อนได้ทวีความรุนแรง จนทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลกระทบร้ายแรงทั้งต่อสภาพภูมิอากาศและผืนน้ำแข็งขั้วโลก

1) อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น

ผลการบันทึกสถิติค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลก ในช่วงปี พ.ศ. 2423–2563 (ค.ศ. 1880–2020) ได้แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 (ค.ศ. 1980) เป็นต้นมา ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยเพิ่มสูงในอัตราที่เร็วมากถึงประมาณ 0.2 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 (Lindsey and Dahlman, 2024)





ภาพที่ 4 ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกในช่วงปี ค.ศ.1880 - 2020
ที่มา: (Salas, 2024)

ทั้งนี้ มีข้อมูลจากทางองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (National Aeronautics and Space Administration - NASA) และองค์การบริหารมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศแห่งชาติ (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA) ที่ระบุยืนยันตรงกันว่า ในปี พ.ศ. 2566 อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกเพิ่มสูงถึง 1.4 องศาเซลเซียสแล้ว เมื่อเทียบกับช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมในช่วงปี พ.ศ. 2424-2453 (Climate Central, 2024) ซึ่งนับว่าร้อนที่สุดยิ่งกว่าช่วงเวลาใดๆ ในรอบ 125,000 ปีที่ผ่านมา (Nixon, 2024)

อีกทั้ง ผลการตรวจวัดความผิดปกติของอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2424 เป็นต้นมา ยังแสดงให้เห็นว่าปีที่ร้อนที่สุด 10 อันดับแรกเกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 โดยมีปี พ.ศ. 2566 เป็นปีที่ร้อนมากที่สุดอันดับหนึ่ง และมีปี พ.ศ. 2559 ซึ่งเป็นปีที่ร้อนมากสุดก่อนหน้านี้ กลายเป็นปีที่ร้อนสุดอันดับสอง (Climate Central, 2024) ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างผิดปกติมากในสองปีดังกล่าวนี้ นอกจากมีสาเหตุหลักมาจากก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์แล้ว ยังมีปรากฏการณ์ธรรมชาติของเอลนีโญเกิดขึ้นร่วมด้วย (Copernicus, 2024)

2) ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศและน้ำแข็งขั้วโลก

ภาวะโลกร้อน ส่งผลกระทบร้ายแรงให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เสื่อมลงอย่างต่อเนื่อง จนนำไปสู่สภาพอากาศสุดขั้ว ที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติต่างๆ ทั้งคลื่นความร้อน ภัยแล้ง ไฟป่า ฝนตกหนัก และพายุกำลังแรง ที่มีความถี่มากขึ้นและรุนแรงขึ้นกระจายไปทั่วภูมิภาคของโลก รวมทั้งยังมีสถานการณ์การละลายตัวอย่างรวดเร็วของน้ำแข็งขั้วโลก ที่ส่งผลกระทบให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจำแนกไว้ตามลำดับต่อไปนี้

2.1) คลื่นความร้อน



การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนพื้นผิวโลก ได้กระตุ้นให้คลื่นความร้อนรุนแรงแผ่กระจายไปทั่วโลก ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรและความหลากหลายทางชีวภาพแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ทำให้เกิดโรคลมแดด ร่างกายขาดน้ำ และเกิดภาวะหลอดเลือดสมองเฉียบพลันที่อาจทำให้เสียชีวิตได้

ทั้งนี้ ทางองค์การอนามัยโลก (World Health Organization - WHO) ได้นำเสนอข้อมูลสถิติว่าในระหว่างปี พ.ศ. 2541-2560 มีผู้เสียชีวิตจากคลื่นความร้อนมากกว่า 166,000 คน (World Economic Forum, 2022) ซึ่งถือเป็นสิ่งที่เน้นย้ำถึงความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากคลื่นความร้อนได้อย่างชัดเจน

2.2) ภัยแล้ง

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนพื้นผิวโลก ในพื้นที่ที่ฝนไม่ตกเป็นเวลานาน มีผลทำให้น้ำบนผิวโลกระเหยเร็วจนผิวดินและแหล่งน้ำเหือดแห้งแล้วเกิดเป็นภัยแล้งรุนแรง ที่ส่งผลกระทบสร้างความเสียหายทั้งต่อภาคการเกษตร การอุตสาหกรรม การคมนาคม และการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ

โดยในปี พ.ศ. 2565 ประเทศสเปนและโปรตุเกสต้องเผชิญกับสภาพอากาศแห้งแล้งมากที่สุดในรอบ 1,200 ปี (Macnamara, 2022) เหตุการณ์นี้เป็นตัวอย่างความรุนแรงของภัยแล้ง ที่ส่งผลกระทบอย่างมหาศาลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคม

2.3) ไฟป่า

สภาพอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งเพิ่มขึ้นเป็นเวลานาน ส่งผลเชื่อมโยงให้ผิวน้ำขาดความชุ่มชื้น เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าลุกลามไหม้ได้บ่อยขึ้น นานขึ้น และขยายพื้นที่เผาไหม้รุนแรงได้กว้างขึ้น สร้างความเสียหายต่อธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศถูกทำลาย และสร้างความสูญเสียต่อความหลากหลายทางชีวภาพเป็นอย่างมาก

ที่สำคัญคือ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากภาวะโลกร้อนจะทำให้ไฟป่าลุกลามไหม้ได้บ่อยขึ้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงถูกผลิตและปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น แล้วเกิดเป็นวงจรป้อนกลับให้ภาวะโลกร้อนทวีความรุนแรงได้อย่างต่อเนื่อง

โดยที่ผ่านมา เหตุการณ์ไฟป่าลุกลามในภูมิภาคไซบีเรียเมื่อปี พ.ศ. 2564 ได้ส่งผลอันตรายปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศเป็นจำนวนกว่า 800 ล้านตัน ภายในระยะเวลาประมาณ 2 เดือนเท่านั้น (Pultarova, 2021)

2.4) ฝนตกหนัก

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนพื้นผิวโลก มีผลทำให้น้ำทะเลและแหล่งน้ำอื่นๆ ระเหยมากขึ้น ความชื้นในบรรยากาศจึงเพิ่มขึ้นตามมา ทำให้เกิดการสร้างเมฆแล้วกลายเป็นฝนตกหนักเพิ่มขึ้นและรุนแรงขึ้น ส่งผลให้น้ำท่วมขังและดินทรุดตามมาได้

โดยในปี พ.ศ. 2565 ประเทศปากีสถานต้องเผชิญกับฝนตกหนักจนเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมภายในประเทศเป็นอย่างมาก และมีผู้เสียชีวิตกว่า 1,700 คน (Hafeez and Win, 2023)



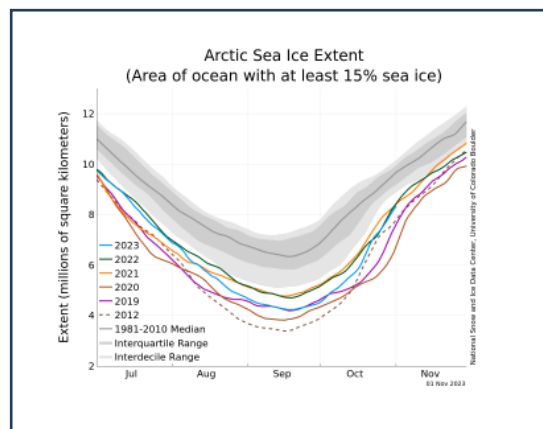
2.5) พายุกำลังแรง

เมื่ออุณหภูมิบนพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น พื้นดินจะร้อนมากกว่าน้ำทะเล อุณหภูมิระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำจึงแตกต่างกันมาก ทำให้ลมทะเลพัดเข้าสู่ชายฝั่งรุนแรงขึ้น พายุจากทะเลจึงมีขนาดใหญ่ พร้อมกับทวีความรุนแรงและเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทั้งยังสะสมพลังและสลายตัวได้ช้าลง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อชุมชนที่ตั้งอยู่ลึกเข้าไปจากชายฝั่ง ให้ต้องเผชิญกับพายุรุนแรงได้แบบเดียวกับพื้นที่ชายฝั่ง

ที่ผ่านมา เหตุการณ์พายุหมุนเขตร้อนได้เกิดกระหน่ำในหลายประเทศทั่วโลก โดยที่สร้างความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจมากที่สุดคือ พายุเฮอริเคน “แคทรินา” ที่ทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่งครั้งใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2548 (Salas, 2023)

2.6) การละลายตัวอย่างรวดเร็วของน้ำแข็งขั้วโลก

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนพื้นผิวโลก ส่งผลอันตรายเร่งให้ผืนน้ำแข็งขั้วโลกละลายตัวเร็วขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดย NASA และศูนย์ข้อมูลหิมะและน้ำแข็งแห่งชาติ (National Snow and Ice Data Center - NSIDC) พบว่าในปี พ.ศ. 2566 ผืนน้ำแข็งที่ปกคลุมมหาสมุทรอาร์กติก ซึ่งมีอุณหภูมิเพิ่มเร็วกว่าพื้นที่อื่นของโลก มีการละลายตัวมากที่สุดในช่วงฤดูร้อนของเดือนกันยายน จนมีพื้นที่เฉลี่ยเหลือเพียง 4.23 ล้านตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นขอบเขตต่ำสุดอันดับที่ 6 นับตั้งแต่มีการบันทึกสถิติ อีกทั้งยังเป็นการลดลงจากขนาดพื้นที่เฉลี่ยของเดือนเดียวกันในช่วงปี พ.ศ. 2524–2553 ที่มีขอบเขตปรากฏมากถึง 6.22 ล้านตารางกิโลเมตร (Cowing, 2023) ดังแสดงในภาพที่ 5



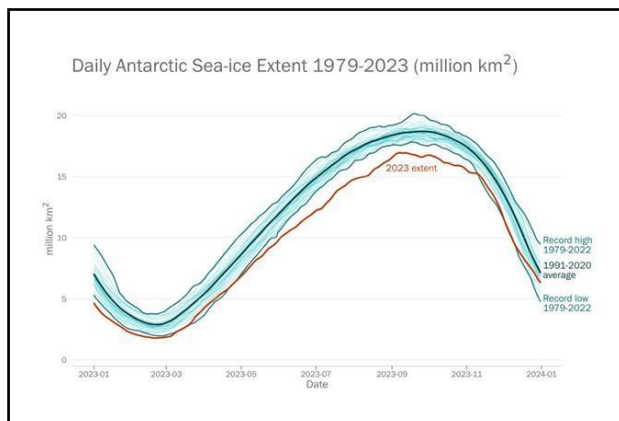
ภาพที่ 5 ขอบเขตพื้นที่โดยเฉลี่ยของผืนน้ำแข็งที่ปกคลุมมหาสมุทรอาร์กติกที่ลดลงในเดือนกันยายนของปี ค.ศ.

2019-2023 เทียบจากช่วงปี ค.ศ. 1981-2010

ที่มา: (NSIDC, 2023)

ในทางตรงข้าม ผืนน้ำแข็งที่ปกคลุมทวีปแอนตาร์กติกา ได้ก่อตัวขยายพื้นที่มากที่สุดในช่วงฤดูหนาวของเดือนกันยายน โดยมีขนาดพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุดที่ 16.96 ล้านตารางกิโลเมตร ซึ่งนับว่าต่ำสุดเป็นประวัติการณ์ อีกทั้ง

ยังเป็นการลดลงจากขนาดพื้นที่เฉลี่ยของเดือนเดียวกันในช่วงปี พ.ศ. 2524–2553 ที่มีขอบเขตปรากฏมากถึง 18.71 ล้านตารางกิโลเมตร (Mersmann, 2023) ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขอบเขตพื้นที่โดยเฉลี่ยของผืนน้ำแข็งที่ปกคลุมทวีปแอนตาร์กติกาที่เพิ่มขึ้นในเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 1979-2023

ที่มา: (WMO, 2024)

การละลายตัวอย่างรวดเร็วของน้ำแข็งขั้วโลก ส่งผลกระทบหลายประการต่อระบบสิ่งแวดล้อม โดยนอกจากส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่แล้ว ยังเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่เร่งให้โลกร้อนมากขึ้น เนื่องจากผืนน้ำแข็งสีขาว (มีความสามารถสะท้อนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มากถึงร้อยละ 90) ที่เหลืออยู่ จะสะท้อนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์กลับสู่อวกาศได้น้อยลง ขณะที่มหาสมุทรสีเข้มดูดซับความร้อนไว้ได้มากขึ้น ผืนน้ำแข็งที่เหลือจึงละลายเร็วขึ้นอย่างต่อเนื่อง และซ้ำเติมให้โลกร้อนยิ่งขึ้นได้อย่างเป็นวงจร

2.7) ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น

การละลายของธารน้ำแข็งและผืนน้ำแข็งขั้วโลก และการขยายตัวของน้ำในมหาสมุทรที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากภาวะโลกร้อน เป็นสองปัจจัยสำคัญที่ส่งผลร่วมกันทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกเพิ่มสูงขึ้น

โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกเพิ่มขึ้นกว่าสองเท่าจาก 2.14 มิลลิเมตรต่อปีในช่วงปี พ.ศ. 2536 - 2545 เป็น 4.72 มิลลิเมตรต่อปีในช่วงปี พ.ศ. 2556-2565 (WMO, 2023) โดยในเดือนมกราคม พ.ศ. 2566 ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยทั่วโลกได้เพิ่มสูงขึ้น 98 มิลลิเมตรแล้ว เมื่อเทียบกับเดือนเดียวกันของปี พ.ศ. 2536 (Salas, 2024)

ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ได้ส่งผลกระทบและก่อปัญหาตามมาหลายด้าน โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ถูกน้ำท่วมบ่อยขึ้นและรุนแรงขึ้น ที่สำคัญคือเมืองใหญ่ต่างๆ ที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล เช่น

นิวยอร์ก เชียงไฮ้ โตเกียว และกรุงเทพมหานคร ล้วนมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับความเสียหายอย่างหนักจากน้ำทะเลไหลเข้าท่วมพื้นที่ หากว่ายังไม่มีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม

ผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมดดังกล่าว ล้วนสร้างความเสียหายอย่างหนักต่อธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาอย่างเป็นลูกโซ่ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนน้ำและอาหาร สุขภาพอนามัยเสื่อมโทรม และการลี้ภัยเนื่องจากสิ่งแวดล้อม

แนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน

จากรายงานประเมินสภาพภูมิอากาศครั้งที่ 6 ของ IPCC ได้ระบุถึงความสำคัญและจำเป็นในการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนว่า ต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 43 (เมื่อเทียบกับระดับในปี พ.ศ. 2562) ภายในปี พ.ศ. 2573 เพื่อควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกไม่ให้เพิ่มเกินขีดจำกัดที่ 1.5 องศาเซลเซียส (เมื่อเทียบกับก่อนยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรม) ให้ได้ตามเป้าหมายของความตกลงปารีส เพราะหากปล่อยให้เกิน 2 องศาเซลเซียส โลกจะก้าวเข้าสู่จุดพลิกผันที่ทำให้ธรรมชาติสิ่งแวดล้อมล่มสลายได้

สำหรับวิธีการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน สามารถดำเนินการได้โดยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีส่วนทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากที่สุด บน 3 แนวทางหลักดังนี้

1) การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ

- ลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เป็นแหล่งปล่อยใหญ่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งในภาคการผลิตไฟฟ้า การอุตสาหกรรม การเกษตร และการคมนาคมขนส่ง
- ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำ
- การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า ลดการบริโภคที่ไม่จำเป็น ด้วยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการผลิตและการบริโภค ตัวอย่างเช่น ลดปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์ (Reduce) การแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาผลิตใช้ใหม่ (Recycle) การนำผลิตภัณฑ์ใช้แล้วที่ยังมีประสิทธิภาพดีมาหมุนเวียนใช้ใหม่ (Reuse) และการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องใช้ที่สึกหรอให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้ (Repair)
- การออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้มีความทนทาน และมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น
- การปรับปรุงกระบวนการผลิต พัฒนาอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เช่น รถยนต์ไฟฟ้า

2) การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศ

โดยการเพิ่มพื้นที่ป่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศ ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงตามธรรมชาติ

3) การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งผลิต



- การใช้เทคโนโลยีดักจับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งผลิต (Carbon Capture and Storage, CCS) เป็นการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งผลิต เช่น โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินหรือน้ำมัน แล้วนำมาเก็บไว้ในพื้นที่ที่ไม่สามารถกลับเข้าสู่ชั้นบรรยากาศได้ เช่น ใต้พื้นดินระดับลึก ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บด้วย

- การใช้เทคโนโลยีการดักจับ และการใช้ประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Utilization (CCU) เป็นการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำอัดลม รวมถึงการใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น เมทานอล ยูเรีย และสารเคมีชนิดอื่น

- การใช้เทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) เป็นการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และนำมาใช้ประโยชน์ และกักเก็บไว้ในที่จัดเก็บ

นอกจากนี้ การปรับตัวให้อยู่ได้ภายใต้สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ยังเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องปฏิบัติอย่างควบคู่ เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ตัวอย่างเช่น

- การปรับเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกและเวลาการปลูกพืช เพื่อให้สามารถปลูกได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณน้ำที่แตกต่างจากเดิม
- การปรับปรุงและคัดเลือกสายพันธุ์พืชที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ
- การปรับปรุงพื้นที่และคัดเลือกสายพันธุ์สัตว์ ที่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
- การสร้างแนวป้องกันน้ำท่วม และวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพ
- การสร้างแนวป้องกันชายฝั่ง เพื่อป้องกันความเสียหายจากภัยธรรมชาติ เช่น พายุ
- การทำให้โครงสร้างพื้นฐาน มีความทนทานต่อสภาพอากาศรุนแรง

ทั้งนี้ การแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องดำเนินการร่วมกันในทุกแนวทาง เพื่อลดระดับความรุนแรงของผลกระทบที่จะตามมาจากภาวะโลกร้อนให้ได้อย่างยั่งยืน ซึ่งปัจจุบันประเทศต่างๆ ได้แสดงความพร้อมที่จะให้ความร่วมมือต่อการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน โดยใช้นโยบายกลไกการคาร์บอน เช่น ภาษีคาร์บอน (Carbon Tax) กลไกคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit Mechanism) และระบบซื้อขายสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emissions Trading Scheme: ETS) ซึ่งจะช่วยควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรม สำหรับตัวอย่างการดำเนินการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนจากประเทศต่างๆ มีดังนี้

- ประเทศสวีเดนส่งเสริมการใช้พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้รถยนต์ไฟฟ้า และสร้างถนนไฟฟ้าถาวรแห่งแรกของโลก ทำให้สามารถชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าได้ขณะเดินทาง (Min, 2023)



- ประเทศนอร์เวย์ผู้ส่งออกน้ำมันรายใหญ่ ลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และให้ความสำคัญกับพลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ (Climate trade, 2023)
- ประเทศไอซ์แลนด์ติดตั้งโรงงานดักจับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ขนาดใหญ่ โดยมีความสามารถดักจับได้ถึง 4,000 ตันต่อปี (Reuters, 2021)

สรุป

จากการศึกษาบทความเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนพบว่า สาเหตุของปัญหาภาวะโลกร้อน เกิดขึ้นจากการผลิตและปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซตัวการหลักของปัญหาภาวะโลกร้อน ออกสู่ชั้นบรรยากาศเป็นจำนวนมากอย่างต่อเนื่อง จนเกินระดับความสมดุลทางธรรมชาติ อันเนื่องมาจากการขับเคลื่อนเศรษฐกิจอุตสาหกรรมบนฐานพลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิล ร่วมกับการเผาทำลายป่าอย่างมหาศาล

สำหรับผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อน มีทั้งในด้านของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติร้ายแรงทั้งคลื่นความร้อน ภัยแล้ง ไฟป่า ฝนตกหนัก และพายุกำลังแรง ที่มีความถี่มากขึ้นและรุนแรงขึ้น และในด้านของน้ำแข็งขั้วโลกที่ละลายตัวอย่างรวดเร็ว แล้วส่งผลให้น้ำทะเลมีระดับเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทั้งหมดล้วนสร้างปัญหาคุกคามความอยู่รอดของมนุษย์ทั้งสิ้น

ส่วนแนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน สามารถดำเนินการได้โดยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศบน 3 แนวทางหลักดังนี้ 1) การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ โดยลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด 2) การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศ โดยการเพิ่มพื้นที่ป่า และ 3) การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งผลิต โดยใช้เทคโนโลยีการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนรวมถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยทั้งหมดนี้ต้องดำเนินการร่วมกัน เพื่อลดระดับความรุนแรงของผลกระทบที่จะตามมาจากปัญหาภาวะโลกร้อนให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างสังคมที่ยั่งยืนได้สืบไป

เอกสารอ้างอิง

Betts, R.A., Jones, C.D., Knight, J.R., Pope, J.O. and Sandford, C. (2024). *Mauna Loa carbon dioxide forecast for 2024*. Retrieved from <https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/forecasts/co2-forecast>.



- Buis, A. (2019). *The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide*. Retrieved from <https://science.nasa.gov/earth/climate-change/greenhouse-gases/the-atmosphere-getting-a-handle-on-carbon-dioxide/>
- Center for Sustainable Systems, University of Michigan. (2023). *Climate Change: Science and Impacts*. Retrieved from https://css.umich.edu/sites/default/files/2023-10/Climate%20Science_CSS05-19_0.pdf
- Climate Trade. (2023). *Top 10 countries leading the world's decarbonization*. Retrieved from <https://climatetrade.com/top-10-countries-leading-the-worlds-decarbonization/>.
- Climate Central. (2024). *2023: Earth's Hottest Year on Record*. Retrieved from <https://www.climatecentral.org/climate-matters/2023-earths-hottest-year-on-record>.
- Copernicus. (2024). *Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit*. Retrieved from <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>.
- Cowing, K. (2023). *Arctic Sea Ice 6th Lowest on Record; Antarctic Sees Record Low Growth*. Retrieved from <https://spaceref.com/earth/arctic-sea-ice-6th-lowest-on-record-antarctic-sees-record-low-growth/>
- Hafeez, S and Win, T.L. (2023). *For Pakistan flood victims, crises collide to fuel growing hunger*. Retrieved from <https://www.preventionweb.net/news/pakistan-flood-victims-crises-collide-fuel-growing-hunger>.
- Hinkle Charitable Foundation. (n.d.). *Report 3: How do Greenhouse Gases Cause Global Warming?*. Retrieved from <https://www.thehcf.org/report-3-how-do-greenhouse-gases-cause-global-warming>.
- Lindsey, R. and Dahlman, L. (2024). *Climate Change: Global Temperature*. Retrieved from <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>.
- Loria, K. (2018). *CO2 levels in atmosphere are at their highest in 800,000 years*. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2018/05/earth-just-hit-a-terrifying-milestone-for-the-first-time-in-more-than-800-000-years/>.
- Ma, Q. (1998). *Greenhouse Gases: Refining the Role of Carbon Dioxide*. Retrieved from



- https://www.giss.nasa.gov/research/briefs/archive/1998_ma_01/.
- Macnamara, K. (2022). *Spain, Portugal dryness 'unprecedented' in 1,200 years*. Retrieved from <https://phys.org/news/2022-07-spain-portugal-dryness-unprecedented-years.html>.
- Mersmann, K. (2023). *Arctic Sea Ice 6th Lowest on Record; Antarctic Sees Record Low Growth*. Retrieved from <https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/goddard/arctic-sea-ice-6th-lowest-on-record-antarctic-sees-record-low-growth/>
- Min, R. (2023). *Sweden is building the world's first permanent electrified road for EVs to charge while driving*. Retrieved from <https://www.euronews.com/next/2023/05/09/sweden-is-building-the-worlds-first-permanent-electrified-road-for-evs-to-charge-while-driving>
- Ming, A., Rowell, I., Lewin, S., Rouse, R., Aubry, T.J. & Boland, E.J.D. (2021) *Key messages from the IPCC AR6 climate science report*. Retrieved from <https://www.cambridge.org/engage/api-gateway/coe/assets/orp/resource/item/617a83eb45f1eea41b40a461/original/key-messages-from-the-ipcc-ar6-climate-science-report.pdf>
- National Snow and Ice Data Center. (2023). *The long Arctic winter sets in*. Retrieved from <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2023/11/the-long-arctic-winter-sets-in/>
- Nixon, D. (2024). *2023: a record-breaking year for global climate change*. Retrieved from <https://wildfish.org/blog/2023-a-record-breaking-year-for-global-climate-change/>
- Pultarova, T. (2021). *Siberian wildfires double greenhouse gas emission record: This is how they look from space*. Retrieved from <https://www.space.com/siberia-wildfires-greenhouse-gas-emissions-satellite-images>
- Rasmussen, C. E. (2024). *Atmospheric Carbon Dioxide Growth Rate*. Retrieved from <https://mlg.eng.cam.ac.uk/carl/words/carbon.html>.
- Reuters. (2021). *World's largest plant capturing carbon from air starts in Iceland*. Retrieved from <https://www.reuters.com/business/environment/worlds-largest-plant-capturing-carbon-air-starts-iceland-2021-09-08/>
- Richardson, A. J. (2008). *In hot water: zooplankton and climate change*. Retrieved from file:///C:/Users/com/Downloads/In_hot_water_Zooplankton_and_climate_change-1.pdf



- Roger Williams University. (n.d.). *8.1 Earth's Heat Budget – Introduction to Oceanography*. Retrieved from <http://rwu.pressbooks.pub/webboceanography/chapter/8-1-earths-heat-budget/>
- Roston, E. (2021). *CO2 reaches its highest level in more than 4 million years*. Retrieved from <https://phys.org/news/2021-06-co2-highest-million-years.html>
- Salas, E. B. (2023). *Global disaster risk index 2023, by select country*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1270469/disaster-risk-index-most-affected-countries/>.
- Salas, E. B. (2024). *Global land and ocean temperature anomalies 1880-2023*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/224893/land-and-ocean-temperature-anomalies-based-on-temperature-departure/>.
- Salas, E. B. (2024). *Global mean sea level change 1993-2023*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/603821/global-cumulative-sea-level-rise/>
- Sengupta, R and Pandey, K. (2019). *World breached safe atmospheric CO2 levels 33 years ago*. Retrieved from <https://www.downtoearth.org.in/news/environment/world-breached-safe-atmospheric-co2-levels-33-years-ago-64546>.
- Smith-Schoenwalder, C. (2023). *Extreme Heat Wave Hits U.S., Europe and Asia, Dashing Records*. Retrieved from <https://www.usnews.com/news/national-news/articles/2023-07-18/extreme-heat-wave-hits-u-s-europe-and-asia-dashing-records>
- The Guardian. (2024). *Devastating drought in Amazon result of climate crisis, study shows*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2024/jan/24/devastating-drought-in-amazon-result-of-climate-crisis-study-shows>
- Tiseo, I. (2023). *Global greenhouse gas emissions 1970-2022*. Retrieved from [https://www.statista.com/statistics/1285502/annual-global-greenhouse-gas-emissions/#:~:text=Global%20greenhouse%20gas%20\(GHG\)%20emissions,by%20more%20than%2060%20percent](https://www.statista.com/statistics/1285502/annual-global-greenhouse-gas-emissions/#:~:text=Global%20greenhouse%20gas%20(GHG)%20emissions,by%20more%20than%2060%20percent).
- Tiseo, I. (2024). *Global cumulative CO₂ emissions from fossil fuels and land use 1850-2022, by country*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1267683/cumulative-co2-emissions-fossil-fuel-land-use-forestry-worldwide-by-country/>.



World Economic Forum. (2022). *Here's how heat waves can impact economies, as well as people and wildlife*. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/heat-waves-economy-climate-crisis/>

World Meteorological Organization. (2023). *2023 shatters climate records, with major impacts*. Retrieved from <https://wmo.int/news/media-centre/2023-shatters-climate-records-major-impacts>.

World Meteorological Organization. (2023). *Greenhouse Gas concentrations hit record high. Again*. Retrieved from <https://wmo.int/news/media-centre/greenhouse-gas-concentrations-hit-record-high-again>.

World Meteorological Organization. (2024). *Climate change indicators reached record levels in 2023: WMO*. Retrieved from <https://wmo.int/news/media-centre/climate-change-indicators-reached-record-levels-2023-wmo#:~:text=The%20WMO%20report%20confirmed%20that,tен%2Dyear%20period%20on%20record>.

Young, A. (2022). *Earth's CO2 Level Rose Every Year Since Climate Change Became a National Issue*. Retrieved from <https://247wallst.com/special-report/2022/08/07/earths-co2-level-rose-every-year-since-climate-change-became-a-national-issue/>.

