



การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับเศรษฐกิจ: ตอนที่ 3 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ

No. 5

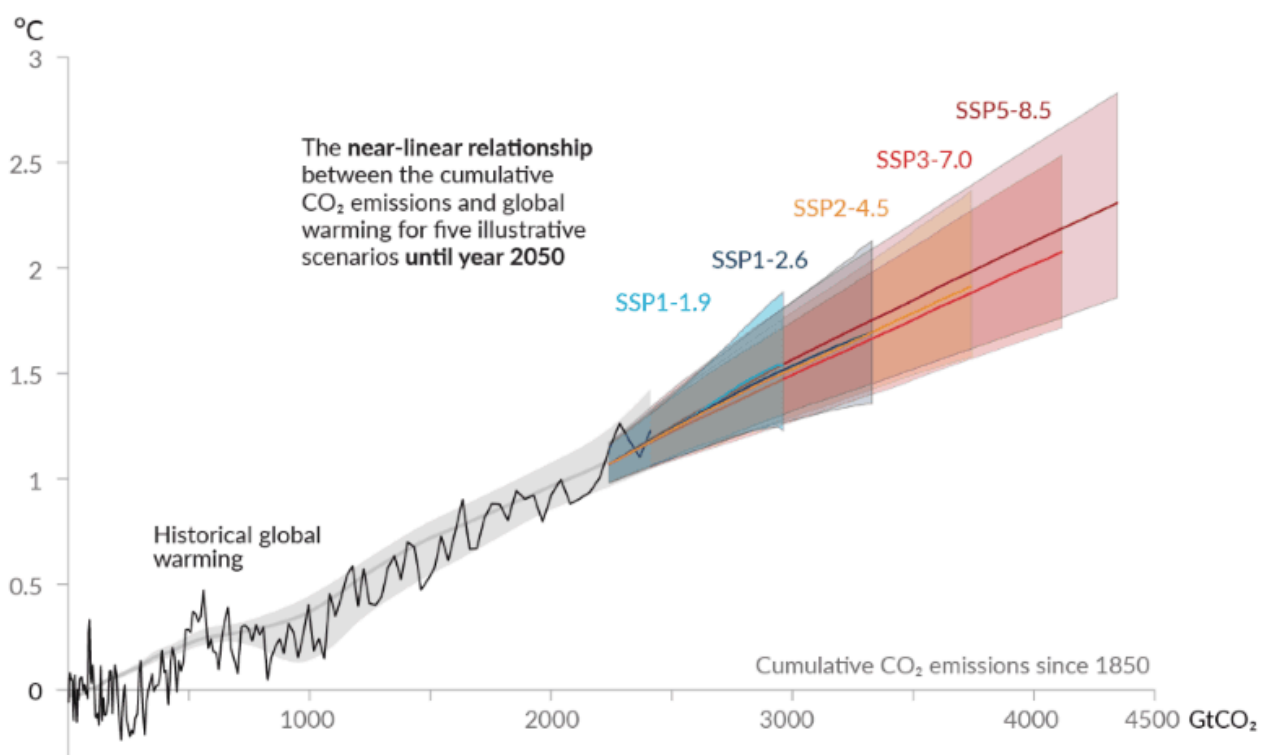
ตุลาคม 2568

กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงศ์
กฤษฎ์เลิศ สัมพันธรักษ์

บทความ PIERspectives ชุดนี้ฉายภาพกว้างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ตอน **ตอนที่ 1** นำเสนอแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและของประเทศไทย ตลอดจนผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อเศรษฐกิจในภาพรวมและภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ **ตอนที่ 2** นำเสนอความจำเป็นในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas mitigation) รวมทั้งการขับเคลื่อนสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ (low-carbon economy) ซึ่งทั้ง 2 ตอนนี้ได้เผยแพร่ออกไปแล้ว สำหรับตอนที่ 3 นี้จะครอบคลุมเนื้อหาเรื่องการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate adaptation) โดยสังเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อเศรษฐกิจและเหตุผลที่ต้องปรับตัว การดำเนินการด้านการปรับตัวที่ผ่านมา ช่องว่างในการดำเนินการ ความท้าทายและอุปสรรคต่าง ๆ ที่ทำให้หลายภาคส่วนยังไม่ปรับตัวมากเท่าที่ควร ตัวอย่างของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ดี (good practices) ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย ตลอดจนข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. แนวคิดพื้นฐานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

รูปที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสม



ที่มา: to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2021)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการปรับเปลี่ยนระบบธรรมชาติหรือระบบของมนุษย์เพื่อตอบสนองต่อสิ่งรบกวนทางภูมิอากาศที่เกิดขึ้นแล้วหรือที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต จุดประสงค์หลักของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ การเสริมสร้างความสามารถในการรับความเสี่ยงจากภูมิอากาศ (climate resilience) ให้กับภาคสังคมและเศรษฐกิจในระยะยาว (Chinawanno, 2012) และการหลีกเลี่ยงการปรับตัวที่ไม่เหมาะสม (maladaptation) (to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อบรรเทาผลกระทบเป็นสิ่งจำเป็น เพราะ (1) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันเป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสมในอดีต และ (2) แม้ว่าประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใช้เวลานานกว่าจะเห็นผลในการช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยและบรรเทาความรุนแรงของสภาพอากาศสุดขั้ว (รูปที่ 1)¹

2. ความท้าทายของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความท้าทายที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่

1. การขาดความตระหนักรู้ของผู้เกี่ยวข้องในภาคส่วนต่าง ๆ
2. ถึงแม้จะตระหนักรู้ แต่ภาคส่วนต่างๆ อาจขาดแรงจูงใจในการปรับตัว
3. ถึงแม้จะมีแรงจูงใจ แต่ภาคส่วนต่างๆ อาจต้องเผชิญกับอุปสรรคต่างๆ ในการปรับตัว

2.1 การขาดความตระหนักรู้

ความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อการตัดสินใจปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Rankoana (2016) พบว่าความตระหนักรู้และการรับรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยคุกคามต่อชุมชนเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจปรับตัวของชุมชนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อีกทั้งมีส่วนในการกำหนดรูปแบบและคุณภาพของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Abbasi & Nawaz (2020) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเชื่อมโยงเชิงลบระหว่างการตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปัญหาการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศปากีสถาน Lata & Nunn (2011) พบว่าอุปสรรคที่สำคัญในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือช่องว่างระหว่างความเสี่ยงและความเสี่ยงที่รับรู้ (perceived risk) ในประเทศฟิลิปปินส์ โดยประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงโดยเฉพาะบริเวณริมฝั่งแม่น้ำจำนวนมากมีการรับรู้และตระหนักถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะปัญหาน้ำท่วมและการกัดเซาะชายฝั่งค่อนข้างน้อย ทำให้สัดส่วนคนที่ตัดสินใจปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีน้อย Ricart & Castelletti (2023) พบว่าการเพิ่มความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งสำคัญในระยะแรกของกระบวนการปรับตัว ความตระหนักรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นและการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรับตัวที่มีประสิทธิภาพ

เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วที่มีโอกาสเกิดซ้ำสูง ส่งผลกระทบในวงกว้าง และเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมักจะนำไปสู่การปรับตัว ในทางกลับกัน เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วที่ถูกมองว่าเกิดขึ้นไม่บ่อยหรือเกิดขึ้นช้า เช่น คลื่นความร้อนสุดขั้ว มักจะได้รับความสนใจและความพยายามในการปรับตัวน้อยกว่า (Zhang, 2022) นอกจากนี้ คนมักปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศสุดขั้วที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การกล่าวถึงเหตุการณ์ดังกล่าวในสื่อสังคมออนไลน์ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ทำให้ยากต่อการกระตุ้นมาตรการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเชิงรุก การศึกษาดังกล่าวนำมาย้ำถึงความสำคัญของการรักษาความตระหนักรู้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สาเหตุหนึ่งของการขาดความตระหนักรู้ถึงความสำคัญและความจำเป็นเร่งด่วนของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดจากการมองว่าปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องไกลตัว Woods & Dougill (2017) พบว่ามีคนบางส่วนที่มองว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นภัยคุกคามซึ่งส่งผลกระทบและความเสี่ยงที่แตกต่างกันทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถูกสมมติให้มีผลต่อบุคคลและชุมชนที่ห่างไกลทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา (Azadi & Mahmoudi, 2019) ส่งผลให้คนรับรู้หรือตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาการ

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศค่อนข้างน้อย (Ricart & Castelletti, 2023) ส่วนงานศึกษาของ Tiet & Nguyen-Anh (2022) ชี้ให้เห็นว่าความตระหนักรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขึ้นอยู่กับ การแลกเปลี่ยนข้อมูล ความเชื่อ และความรู้ในท้องถิ่นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศในอดีตในพื้นที่ของตนเอง นอกจากนี้ Ojo & Baiyegunhi (2020) พบว่าเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งที่ยาวนานและเหตุการณ์น้ำท่วมมีแนวโน้มที่จะนำกลยุทธ์การปรับตัวมาใช้มากกว่า

2.2 การขาดแรงจูงใจ

ถึงแม้จะตระหนักรู้ แต่ภาคส่วนต่างๆ อาจขาดแรงจูงใจในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเกิดจากความล้มเหลวของตลาดและนโยบายภาครัฐที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนปัจจัยด้านพฤติกรรมและปัจจัยทางสังคม

2.2.1 สินค้าสาธารณะ (public goods)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบางประเภทมีลักษณะของสินค้าสาธารณะ โดยผลประโยชน์จากการปรับตัว ไม่ได้จำกัดเฉพาะผู้ที่ดำเนินการปรับตัวเท่านั้น แต่ยังสร้างประโยชน์ให้กับบุคคลอื่นที่ไม่ได้ดำเนินการปรับตัวด้วย เช่น Cimato & Mullan (2010) , Ford & Paterson (2011) และ Scott & Malone (2011) พบว่า ข้อมูลด้านภูมิอากาศมีลักษณะของสินค้าสาธารณะเนื่องจากการลงทุนในการพัฒนาข้อมูลด้านภูมิอากาศก่อให้เกิดประโยชน์เป็นวงกว้าง ประโยชน์ไม่ได้จำกัดเฉพาะผู้ที่ลงทุนในการพัฒนาข้อมูลด้านภูมิอากาศเท่านั้น ภาคเอกชนจึงมีแนวโน้มที่จะขาดแรงจูงใจในการลงทุนในการพัฒนาข้อมูลด้านภูมิอากาศตลอดจนการส่งเสริมการเข้าถึงข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นอุปสรรคสำหรับภาครัฐในการลงทุนในการพัฒนาและเผยแพร่ข้อมูลด้านภูมิอากาศและสนับสนุนให้ภาคส่วนต่างๆ สามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าว (Druckemiller & Zhang, 1999; Mendelsohn, 2000; Trenberth, 2008)

การดำเนินการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชลประทาน ทำให้แต่ละคนขาดแรงจูงใจในการปรับตัวเกี่ยวกับลงทุน (Samuelson, 1954; Mendelsohn, 2000; Osberghaus & Sturm, 2010; Wing & Vanden, 2013)

2.2.2 ความล้มเหลวในการร่วมมือกัน (coordination failure)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบางประเภทต้องอาศัยความร่วมมือกันจากหลายภาคส่วนจึงจะประสบความสำเร็จ หากภาคส่วนใดภาคส่วนหนึ่งไม่ให้ความร่วมมือ การลงทุนโดยภาคส่วนอื่นๆ ก็จะเสียเปล่า ทำให้แต่ละภาคส่วนขาดแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมลงทุนเพื่อการปรับตัว งานศึกษาของ Warner & Wiegel (2021) พบว่าการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในรูปแบบของโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ เช่น กำแพงกันคลื่น เขตกันชนทางธรรมชาติ เป็นต้น ส่งผลให้ความเปราะบางทางสังคมเพิ่มขึ้น เนื่องจากขาดการประสานงานระหว่างภาคส่วนต่างๆ โดย Warner & Wiegel (2021) ยกตัวอย่าง 3 กรณีศึกษาซึ่งสะท้อนปัญหาดังกล่าว ได้แก่ โครงการ Room for the River ซึ่งเป็นโครงการที่ต้องการเพิ่มพื้นที่รับน้ำท่วมของประเทศเนเธอร์แลนด์ โครงการเขื่อน Diemer-Bhasha ซึ่งออกแบบมาเพื่อเป็นโครงสร้างกันชนทางน้ำของประเทศปากีสถาน และโครงการ Great Garuda Sea Wall ซึ่งมุ่งป้องกันปัญหาน้ำทะเลหนุนและการทรุดตัวของพื้นที่ในประเทศอินโดนีเซีย ทั้งสามกรณีศึกษาแสดงให้เห็นว่า การขาดการประสานงานระหว่างหน่วยงาน (inter-agency coordination failure) และการละเลยการมีส่วนร่วมของผู้ได้รับผลกระทบ (lack of stakeholder involvement) ทำให้มาตรการปรับตัวกลายเป็นการปรับตัวที่ผิดพลาด (maladaptation) และอาจทำให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรุนแรงขึ้นในระยะยาว แทนที่จะช่วยลดความเปราะบางตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

2.2.3 ความไม่แน่นอนที่สูง (high uncertainty)

ความไม่แน่นอนสูงอาจลดแรงจูงใจในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมักต้องอาศัยเงินลงทุนจำนวนมาก ในขณะที่ผลประโยชน์ของมาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความไม่แน่นอนสูงและมักใช้เวลานานกว่าจะเห็นผล ความไม่แน่นอนนี้ทำให้แรงจูงใจในการลงทุนในโครงการหรือมาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องลดลง เนื่องจากผู้มีส่วนได้เสียอาจต้องการรอข้อมูลหรือหลักฐานเพิ่มเติมที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการลงทุนในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อน (Ginbo & Hoffmann, 2022; Gautam & Prasad, 2024)

2.2.4 นโยบายภาครัฐที่ไม่ส่งเสริมให้เอกชนปรับตัว

นโยบายของภาครัฐโดยเฉพาะนโยบายอุดหนุนโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่เสี่ยงภัยและมาตรการอุดหนุนทางการเงินโดยไม่ได้พิจารณาถึงความเสี่ยงของพื้นที่อาจส่งผลให้ภาคส่วนต่าง ๆ ไม่มีแรงจูงใจในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ McGuire (2018) และ Druckenmiller & Zhang (2024) พบว่านโยบายอุดหนุนของรัฐอาจสร้างแรงจูงใจให้มีการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์หรือพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภัยธรรมชาติ เช่น พื้นที่บริเวณชายฝั่งที่มีความเสี่ยงสูงต่อน้ำท่วมและพายุรุนแรง นอกจากนี้ เมื่อผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ เจ้าของโครงการ หรือเจ้าของสินทรัพย์ได้รับการสนับสนุนทางการเงิน อาจส่งผลให้มีแรงจูงใจน้อยลงในการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่มีความยืดหยุ่นและทนทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม ซึ่งถือว่าการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรูปแบบหนึ่ง เนื่องจากมองว่าเมื่อได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติหรือเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว ก็จะได้รับความช่วยเหลือและเงินเยียวยาจากภาครัฐ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ากรณีที่รัฐให้เงินอุดหนุนอาจนำไปสู่การพึ่งพาความช่วยเหลือจากรัฐ บิดเบือนต้นทุนที่แท้จริงของการก่อสร้างในพื้นที่เสี่ยงภัย และลดแรงจูงใจในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.2.5 อคติทางด้านพฤติกรรม (behavioral biases)

อคติทางด้านพฤติกรรมอาจเป็นอุปสรรคที่สำคัญของการลงทุนหรือการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การให้ความสำคัญกับปัจจุบันมากกว่าอนาคต (present bias) การมองโลกในแง่ดีเกินจริง (optimistic bias) การยึดมั่นกับสิ่งที่เป็นอย่าง (status quo bias) เป็นต้น อคติทางด้านพฤติกรรมเหล่านี้อาจส่งผลทำให้ภาคส่วนต่าง ๆ ตัดสินใจไม่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Roth & Sunstein, 2022) สำหรับคนที่ประสบปัญหา present bias นั้น มักจะให้ความสำคัญกับปัจจุบันอย่างมาก แต่ไม่ให้ความสำคัญกับอนาคตมากเพียงพอ ดังนั้น ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คนเหล่านี้จึงมีแนวโน้มที่จะละเลยผลกระทบระยะยาวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้ไม่มีแรงจูงใจที่จะปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแต่ให้ความสำคัญกับการรับมือกับปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น สำหรับคนที่มี optimistic bias มีแนวโน้มที่จะไม่สนใจมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากมีความคิดว่าสภาพภูมิอากาศจะดีขึ้น ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจจะลดลงในอนาคต สำหรับคนที่มี status quo bias การปรับเปลี่ยนการดำเนินชีวิต การประกอบอาชีพ หรือการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากคนเหล่านี้ยึดติดกับรูปแบบการจัดการเดิม ๆ

2.2.6 ปัจจัยทางสังคม

ค่านิยม ความเชื่อ มุมมอง รวมถึงระดับการยอมรับความเสี่ยงที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อแรงจูงใจในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานศึกษาของ Working Groups I (2007) พบว่าแต่ละบุคคลหรือกลุ่มคนอาจมีมุมมอง ค่านิยม ความเชื่อ และการยอมรับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงที่แตกต่างกันภายในชุมชนอาจนำไปสู่การตัดสินใจไม่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Ford & Smit (2004) ชี้ให้เห็นว่าความเข้าใจและการให้ความ

สำคัญกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันของกลุ่มต่าง ๆ ในสังคม อาจจำกัดการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นกัน (Jones, 2010)

2.3 อุปสรรคต่างๆ ในการปรับตัว

ถึงแม้จะมีแรงจูงใจ แต่ภาคส่วนต่างๆ อาจต้องเผชิญกับอุปสรรคต่างๆ ในการปรับตัว ทั้งการขาดแคลนเงินทุน การขาดความรู้ ข้อมูล และเทคโนโลยี และกฎระเบียบภาครัฐที่ไม่เอื้อต่อการปรับตัว

2.3.1 การขาดแคลนเงินทุน

การขาดเงินทุนเพื่อการปรับตัวมีส่วนอย่างมากต่อการตัดสินใจไม่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต้องใช้เงินลงทุน เช่น ต้นทุนจากการที่ต้องเปลี่ยนหรือยุติการใช้งานสินทรัพย์ที่มีอายุยาว (long-lived assets) ก่อนกำหนดหรือก่อนสิ้นสุดอายุการใช้งานเนื่องจากปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ (Druckemiller & Zhang, 1999) ต้นทุนในการเรียนรู้สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป (Kelly & Mitchell, 2005) นอกจากนี้ Motsa (2011) พบว่าประเทศกำลังพัฒนาจำนวนหนึ่งได้รับผลกระทบมากจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ใช่เพียงเพราะประเทศเหล่านี้ไม่มีการเตรียมความพร้อมในการรับมือ แต่เนื่องจากประเทศเหล่านี้ขาดทรัพยากรและเงินลงทุนในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะผู้รายเล็ก เช่น เกษตรกรรายย่อย (Gbigbi & Achoja, 2024) ทำให้ไม่สามารถกู้เงินจากสถาบันการเงินในระบบได้ เนื่องจากไม่มีสินทรัพย์ค้ำประกัน (Timilsina, 2021; Balana & Oyeyemi, 2022) และต้องกู้ยืมในระบบ

2.3.2 การขาดความรู้ ข้อมูล และเทคโนโลยี

การขาดความรู้ที่จำเป็นโดยเฉพาะแนวทางการปรับตัวเป็นหนึ่งในอุปสรรคที่สำคัญของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากงานศึกษาของ Ryan & Sandoval (2019) , United Nations Environment Programme (2014) และ Magrin et al. (2014) ได้ชี้ให้เห็นถึงช่องว่างด้านความรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต้นทุนและผลประโยชน์ของแต่ละแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประสิทธิภาพของแต่ละมาตรการปรับตัว และการเงินเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น Corral (2017) พบว่าช่องว่างด้านความรู้ที่สำคัญ เช่น ความรู้ด้านการพัฒนากฎหมายอาคาร (building codes) และมาตรฐานอาคารเพื่อรองรับความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ ความรู้ด้านการเงินเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate finance) การเตือนภัยล่วงหน้าความเสี่ยงทางด้านสุขภาพที่เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการตั้งถิ่นฐาน ความรู้ในการประเมินความเสี่ยงและผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่ง เป็นต้น

การขาดข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศที่เพียงพอเป็นอุปสรรคต่อการวางแผนและการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Archie & Pampel (2014) , Boyd & Brouder (2013) และ Patt & Gwata (2002) พบว่าการขาดข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศที่เพียงพอเป็นอุปสรรคต่อการวางแผนและดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของบุคลากรภาครัฐ ทั้งรัฐบาลส่วนกลางและรัฐบาลท้องถิ่น ซึ่งแสดงถึงบทบาทของการถ่ายทอดและเผยแพร่ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศอย่างทั่วถึง นอกจากนี้ งานศึกษาของ Antwi-Agyei & Dougill (2014) พบว่าการเข้าถึงข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศมีส่วนสำคัญต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเน้นย้ำถึงความจำเป็นของระบบเตือนภัยล่วงหน้า การสื่อสารข้อมูลสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ และความเข้าใจบริบทท้องถิ่นเพื่อเพิ่มโอกาสในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานศึกษาของ Nguyen & Howes (2021) พบว่าการที่เกษตรกรไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศเป็นอุปสรรคสำหรับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคการเกษตร

เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีอาจเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลให้ภาคส่วนต่าง ๆ ตัดสินใจไม่ปรับตัว งานศึกษาของ Adenle & Arbiol (2015) พบว่าในบริบทของภาคการเกษตร การพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตรใหม่ ๆ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรอย่างทั่วถึงมีบทบาทอย่างมากในการช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานศึกษาของ Khan & Hanjra (2009) ชี้ให้เห็นว่าที่ผ่านมาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำการเกษตรในประเทศกำลังพัฒนาที่ช่วยสนับสนุนทั้งด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยจากงานศึกษาของ Usta & Gök (2024) ยกตัวอย่างเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในภาคต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีการปลูกพืชในโรงเรือนสำหรับภาคการเกษตร เทคโนโลยีจัดการโรคที่มีแมลงเป็นพาหะสำหรับภาคสาธารณสุข เทคโนโลยีการกักเก็บน้ำฝนสำหรับภาคการจัดการน้ำ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในเมืองสำหรับภาคการตั้งถิ่นฐาน เป็นต้น

2.3.3 อุปสรรคจากภาครัฐ

กฎหมายหรือกฎระเบียบบางส่วนเป็นอุปสรรคต่อการลงทุนหรือดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Cosens & Chaffin (2014) ชี้ให้เห็นว่าระบบการจัดการน้ำขนาดใหญ่ในอเมริกาเหนือประสบอุปสรรคทางด้านกฎหมายหลายประการซึ่งส่งผลทำให้ไม่สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ เช่น โครงสร้างการปกครองที่มีลำดับชั้น การขาดอำนาจในการปกครองร่วมกัน การปกครองโดยหลายเขตอำนาจ ทำให้การตัดสินใจมีการกระจายและขาดการตอบสนองที่สอดคล้องกัน รวมถึงการที่เขตอำนาจต่าง ๆ มีนโยบายและกฎระเบียบที่แตกต่างกัน สร้างอุปสรรคต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นเอกภาพ

3. การวางแผนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การวางแผนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องคำนึงถึงสถานการณ์อนาคตในกรอบเวลาที่ยาวนานกว่ากรอบการวางแผนที่คุ้นเคยโดยทั่วไป เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตมีความไม่แน่นอนสูง ทำให้ไม่สามารถยึดหลักการ Predict then act ได้ (Chinawanno, 2012) การวางแผนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงอาจต้องพิจารณานำหลักการของ Scenario-based planning มาประยุกต์ใช้ โดยใช้ฉากทัศน์ (scenarios) ต่างๆ เพื่อทดสอบ (stress test) และขึ้นำการกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อสร้างภูมิคุ้มกัน (resilience) และความทนทาน (robustness) ให้กับภาคส่วนต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น

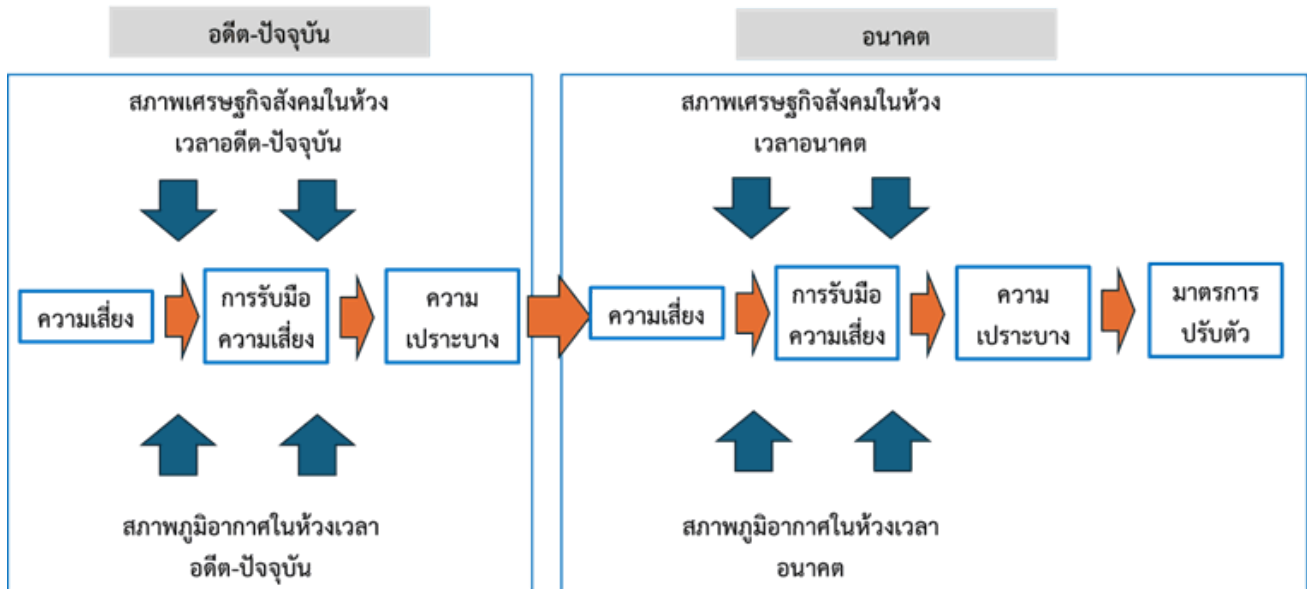
การวางแผนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีหลายระดับและบริบท และเป็นเรื่องเฉพาะพื้นที่ (area specific) และเฉพาะกาล (time specific) แนวทางการปรับตัว ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่หนึ่งจึงอาจไม่เหมาะสมกับอีกพื้นที่ และแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมกับปัจจุบันอาจจะไม่เหมาะสมเมื่อเวลาผ่านไป ทั้งนี้ เนื่องจากบริบทของพื้นที่และภาคส่วนต่าง ๆ เปลี่ยนไป โดยการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (GIZ and ONEP, 2021) ดังนี้ (รูปที่ 2)

1. การกำหนดบริบทของพื้นที่หรือภาคส่วนที่ต้องการวางแผนการปรับตัว ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตอบคำถามว่าใครปรับตัว (เช่น ชุมชนชายฝั่ง ระบบปลูกข้าว ภาคการท่องเที่ยว เป็นต้น) ปรับตัวต่ออะไร (เช่น การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล การเพิ่มขึ้นของความถี่และความรุนแรงของพายุ เป็นต้น) และปรับตัวที่ไหน (เช่น จังหวัดกระบี่ เป็นต้น)
2. การประเมินความเสี่ยงในห้วงเวลาอดีตถึงปัจจุบัน โดยทำความเข้าใจลักษณะของความเสี่ยง (risk profile) ของพื้นที่หรือภาคส่วนที่ทำการประเมินความเสี่ยง ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจสังคมและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในห้วงเวลาอดีต-ปัจจุบัน รวมถึงแนวทางที่พื้นที่หรือภาคส่วนใช้ในการรับมือความเสี่ยง
3. การประเมินความเสี่ยงในอนาคต เพื่อทำความเข้าใจว่าการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจสังคมและสภาพภูมิอากาศในอนาคตส่งผลให้ลักษณะความเสี่ยงเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่าแนวทางที่พื้นที่และภาคส่วนใช้

ในการรับมือความเสี่ยงในห้วงเวลาอดีตจนถึงปัจจุบันเพียงพอและเหมาะสมสำหรับรับมือความเสี่ยงในอนาคตหรือไม่

4. การพัฒนามาตรการและแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ระบบเศรษฐกิจสังคมสามารถคงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนภายใต้สถานการณ์ในอนาคตที่มีความไม่แน่นอน โดยมาตรการที่พัฒนาขึ้นจำเป็นต้องตอบสนองต่อความเสี่ยงที่พื้นที่หรือภาคส่วนเผชิญอยู่ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

รูปที่ 2: กรอบในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



เนื่องจากการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยภาคเอกชนต้องเผชิญกับความท้าทายในด้านต่างๆ นโยบายภาครัฐจึงมีบทบาทในการส่งเสริมให้เกิดการปรับตัว โดยการ

1. สร้างความตระหนักรู้ให้แก่ภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ การให้ความรู้กับสังคมเกี่ยวกับความสำคัญและความเร่งด่วนของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. สร้างแรงจูงใจให้เอกชนปรับตัวและจัดหาโครงสร้างพื้นฐานที่เอกชนยังขาดแรงจูงใจ ได้แก่ การเป็นผู้จัดหาสินค้าสาธารณะที่จำเป็นต่อการปรับตัวโดยหน่วยงานภาครัฐ เช่น การจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูล การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) การเป็นหน่วยงานกลางเพื่อให้เกิดการบูรณาการความร่วมมือกันของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
3. ลดอุปสรรคในการปรับตัวของภาคเอกชน ได้แก่ การพัฒนาตลาดเพื่อให้ออกชนสามารถเข้าถึงเงินทุน ข้อมูลและเทคโนโลยีได้อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม ทั้งนี้ ภาครัฐยังต้องไม่ทำตัวเป็นอุปสรรคต่อการปรับตัวของเอกชนเสียเอง โดยการยกเลิกกฎระเบียบที่ไม่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบราชการ

มาตรการต่าง ๆ ข้างต้นต้องมีระบบการติดตามและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ การออกแบบและพัฒนาระบบการติดตามและประเมินผล (Monitoring and Evaluation: M&E) สำหรับมาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความสำคัญต่อความสำเร็จในระยะยาว ซึ่งการติดตามและประเมินผลสำหรับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแตกต่างจากการติดตามและประเมินผลทั่วไป เนื่องจาก

1. กรอบเวลาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลลัพธ์การปรับตัวค่อนข้างยาวนาน มีความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับขนาดและลักษณะของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและมีพลวัต ทำให้การประเมินการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิม เช่น การเปรียบเทียบผลการติดตามกับสภาพพื้นฐานที่คงที่ อาจไม่สามารถทำได้ ดังนั้น การสนับสนุนทางเทคนิคจึงจำเป็นต้องมีเพื่อแก้ไขความท้าทายเหล่านี้

4. ตัวอย่างการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในต่างประเทศ

ถึงแม้ว่าประเทศต่าง ๆ จะมีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป แต่ประสบการณ์จากหลาย ๆ ประเทศสามารถนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบนโยบายเพื่อส่งเสริมการปรับตัวในประเทศไทยได้ ซึ่งตัวอย่างของประเทศที่ภาครัฐและเอกชนมีมาตรการที่ประสบความสำเร็จในการสนับสนุนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านต่างๆ ได้แก่

- **การจัดการน้ำ** เนเธอร์แลนด์เป็นประเทศที่มีความโดดเด่นด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในสาขาการจัดการน้ำ โดยเฉพาะการรับมือกับภัยน้ำท่วม เนื่องจากพื้นที่ประมาณหนึ่งในสามของประเทศอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล และประชากรมากกว่าสองในสามอาศัยอยู่ในพื้นที่นี้ นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เพิ่มความถี่และความรุนแรงของพายุ องค์กรประกอบการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญของเนเธอร์แลนด์ ประกอบด้วย การสร้างคันกั้นน้ำและพื้นที่คันล้อม (Polder) โครงการ Delta Works การฟื้นฟูแม่น้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ และการสร้างเกาะเทียม²
- **การเกษตร** เนเธอร์แลนด์ อิสราเอล อินเดีย และเคนยา มีแนวปฏิบัติที่ดีในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรกรรม เช่น การปลูกพืชในโรงเรือน การใช้ระบบน้ำหยด และการปลูกพืชทนแล้ง³
- **สาธารณสุข** สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย สหราชอาณาจักร และบังกลาเทศ เป็นประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดีด้านแนวทางลดความเสี่ยงและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพ เช่น การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อลดความเสี่ยงทางด้านสุขภาพจากความร้อน การเพิ่มขีดความสามารถของสถานพยาบาลในการรับมือสภาพอากาศสุดขั้ว การฝึกอบรมเพื่อให้สามารถจัดการกับสถานการณ์ฉุกเฉินด้านสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น⁴
- **การท่องเที่ยว** โมซัมบิก ฟิจิ ออสเตรเลีย และสเปน เป็นประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดีในด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในสาขาท่องเที่ยว เช่น การใช้โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเพื่อบรรเทาผลกระทบจากพายุหรือคลื่นซัดฝั่ง (storm surge) การออกกฎหมายควบคุมอาคาร (building code) การใช้ประกันภัยเป็นเครื่องมือในการถ่ายโอนความเสี่ยง การใช้ระบบเตือนภัยล่วงหน้า รวมถึงการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เป็นต้น (Thampanishvong & Chuanapanich, 2023)
- **การตั้งถิ่นฐาน** ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ แคนาดา และนิวซีแลนด์ เป็นประเทศที่มีแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่น่าสนใจในสาขาการตั้งถิ่นฐาน เช่น การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่ทนทานต่อภัยพิบัติ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อลดความร้อน การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการตรวจสอบสภาพอากาศและเตือนภัยล่วงหน้า⁶
- **การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ** สหรัฐอเมริกา บังกลาเทศ และบราซิล เป็นตัวอย่างของประเทศที่มีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เช่น การปลูกป่า การฟื้นฟูป่าชายเลน การจัดการป่าไม้เพื่อลดความเสี่ยงจากไฟป่า การอนุรักษ์ดิน เป็นต้น⁷

5. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย ในช่วงที่ผ่านมาได้มีความพยายามในการปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหลายภาคส่วน แต่ก็ยังมีอุปสรรคที่รอการแก้ไขอีกหลายด้านเช่นกัน ตัวอย่างเช่น

- **การจัดการน้ำ** แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยที่ผ่านมามุ่งเน้นไปที่การจัดหาแหล่งน้ำใหม่ เช่น การก่อสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ การกำหนดพื้นที่เป็นพื้นที่กักเก็บน้ำหรือพื้นที่แก้มลิง และการก่อสร้างท่อส่งน้ำแต่ในระยะหลังมีการให้ความสำคัญกับมาตรการอื่นมากขึ้น เช่น การส่งเสริมการจัดการน้ำในชุมชน และการใช้ระบบเตือนภัยล่วงหน้า แต่ยังมีอุปสรรคที่รอการแก้ไข เช่น การมีหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำอยู่หลายหน่วยงานทำให้การบูรณาการทำงาน การประสานงาน และการขับเคลื่อนมาตรการปรับตัวไปสู่การปฏิบัติทำได้ยาก
- **การเกษตร** เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งน้ำท่วม ภัยแล้ง รวมถึงการรุกรานของน้ำเค็ม มีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตทางการเกษตร การดำเนินการที่ผ่านมาจึงเน้นการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ให้ต้านทานสภาพอากาศแล้ง การปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในระบบปิด แต่ยังมีอุปสรรคอีกหลายประการ เช่น เกษตรกรไทยยังขาดความรู้ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกษตรกรไทยยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่ช่วยในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น พันธุ์พืชที่ทนทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม หรือโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ที่มีการติดตั้งระบบหมุนเวียนอากาศ นอกจากนี้ เกษตรกรไทยยังขาดการเข้าถึงทุนหรือการเงินที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย
- **สาธารณสุข** แนวทางการปรับตัวที่มีการดำเนินการในประเทศไทยเน้นการเสริมสร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพและการเฝ้าระวัง ติดตาม และเตือนภัยผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพ แต่ยังมีอุปสรรคต่างๆ เช่น บุคลากรด้านสาธารณสุขยังขาดความตระหนักและความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพ การวิจัยเกี่ยวกับโรคที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศยังมีค่อนข้างจำกัด และการขาดฐานข้อมูลกลางเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งในระดับชาติและระดับท้องถิ่น
- **การท่องเที่ยว** กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาสนับสนุนการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่มนุษย์สร้างขึ้นและกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หลากหลาย เช่น การท่องเที่ยวเชิงอาหาร การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม การท่องเที่ยวเชิงกีฬา เป็นต้น ซึ่งแหล่งท่องเที่ยวหรือกิจกรรมการท่องเที่ยวในลักษณะนี้สามารถเที่ยวได้ตลอดทั้งปี แม้ในช่วงที่สภาพอากาศไม่เหมาะสม มีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบจากน้ำท่วมหรือภัยแล้ง รวมถึงมีการสร้างความตระหนักและการเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ตัวอย่างประหยัด เป็นต้น แต่ยังมีอุปสรรคต่างๆ เช่น นักท่องเที่ยวและผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยวขาดความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการท่องเที่ยว ขาดการพัฒนานวัตกรรมด้านการท่องเที่ยว โดยเฉพาะกิจกรรมท่องเที่ยวและสถานที่ท่องเที่ยวประเภทที่มนุษย์สร้างขึ้นและไม่พึ่งพาสภาพภูมิอากาศ และขาดการเตรียมโครงสร้างพื้นฐานที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ
- **การตั้งถิ่นฐาน** แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในสาขาการตั้งถิ่นฐานของประเทศไทย เช่น การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่คงทนต่อสภาพภูมิอากาศ การก่อสร้างตึก อาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ การก่อสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ และระบบระบายน้ำท่วม การพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่เชื่อมต่อกันในเมือง การสร้างพื้นที่สาธารณะ ระบบแจ้งเตือนภัยความร้อนล่วงหน้า การเตรียมความพร้อมในการอพยพประชาชนเมื่อเกิดเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขีด เครือข่ายเชื่อมโยงข้อมูลด้านภูมิอากาศและการรับมือความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ การจัดทำแผนสำรองระบบที่จำเป็นในการดำรงชีวิต เป็นต้น ส่วนปัญหาที่ยังต้องการการแก้ไข เช่น การขาดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีการย่อส่วนมาที่ระดับท้องถิ่นเพื่อใช้ในการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่น และการขาดการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและระบบสาธารณูปโภคที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศสุดขีด เป็นต้น
- **การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ** แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีการดำเนินการในประเทศไทย เช่น การกำหนดพื้นที่คุ้มครอง (protected area) ระบบพยากรณ์และเตือนภัย ระบบติดตามทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาแบบจำลองผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ส่วนปัญหาที่ยังต้องมีการแก้ไขเพิ่มขึ้น ได้แก่ การพัฒนาองค์ความรู้และงานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศในบริบทของประเทศไทยมียังมีค่อนข้างจำกัด ทั้งระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง รวมถึงการขาดเงินทุน บุคลากร และความรู้ในการดำเนินมาตรการปรับตัวต่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6. ข้อเสนอแนะเพื่อสนับสนุนและขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่ครอบคลุมและมองอย่างรอบด้านเพื่อจัดการกับความเปราะบางเฉพาะของประเทศ โดยมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญดังนี้

- 1. การเสริมสร้างความตระหนักรู้และองค์ความรู้** โดยการเสริมสร้างความตระหนักรู้จำเป็นต้องผสมผสานหลายกลยุทธ์ ได้แก่ (1) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพซึ่งอ้างอิงข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือและปรับข้อความที่สื่อสารให้สะท้อนผลกระทบและเข้ากับประสบการณ์ด้านสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่น (2) การเสริมสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านสื่อและช่องทางต่าง ๆ ที่สามารถเข้าถึงได้เป็นวงกว้าง ควบคู่กับการบูรณาการเนื้อหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัว ในหลักสูตรการศึกษาและกิจกรรมเสริมสร้างความรู้ในโรงเรียน (3) การเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในกระบวนการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อให้มั่นใจได้ว่ากลยุทธ์การปรับตัว ที่พัฒนาขึ้นสามารถปฏิบัติได้จริงและได้รับการสนับสนุนจากท้องถิ่นอย่างกว้างขวาง (4) การส่งเสริมการนำเทคโนโลยีที่หลากหลายมาใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยอาจพิจารณาประยุกต์ใช้ interactive device ที่ช่วยให้ผู้ที่รับสารสามารถสำรวจข้อมูลสภาพภูมิอากาศและคัดเลือกทางเลือกในการปรับตัวที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง
- 2. การสร้างแรงจูงใจให้ภาคส่วนต่าง ๆ ร่วมกันปรับตัวเพื่อให้ประเทศไทยสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ** รวมถึงการสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นโดยภาครัฐสำหรับโครงการที่ไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้เอกชนลงทุนได้ เช่น โครงการก่อสร้างระบบระบายน้ำและอุโมงค์ป้องกันน้ำท่วมในเมือง ซึ่งช่วยป้องกันน้ำท่วมในเขตเศรษฐกิจเมืองหลัก โครงการฟื้นฟูป่าชายเลนและแนวกันชนธรรมชาติป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งช่วยลดการสูญเสียพื้นที่ชายฝั่งและฟื้นฟูระบบนิเวศ เป็นต้น ซึ่งโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้มีลักษณะไม่มีรายได้จากการใช้งานโดยตรง (non-revenue generating) หรือผลประโยชน์ส่วนใหญ่เป็นเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ภาคเอกชนขาดแรงจูงใจในการลงทุน จึงจำเป็นต้องอาศัยมาตรการสร้างแรงจูงใจ เช่น การให้สิทธิเช่าที่ดินหรือสิทธิพัฒนาพื้นที่ระยะยาว การค้ำประกันรายได้ขั้นต่ำ (minimum revenue guarantee) การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว เป็นต้น ซึ่งมาตรการต่างๆ ในการสร้างแรงจูงใจนั้นต้องมีการบูรณาการการวางแผนระดับชาติและท้องถิ่น ผู้บริหารทั้งภาครัฐและเอกชนมีความมุ่งมั่นและให้ความสำคัญกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อีกทั้งมีการพัฒนากลไกการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจได้ว่ามีกลยุทธ์การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สอดคล้องและครอบคลุม
- 3. ลดอุปสรรคของทุกภาคส่วนในการปรับตัว** โดยการพัฒนากลไกทางการเงิน การพัฒนาฐานข้อมูล และการพัฒนาระบบราชการและกฎหมายให้คล่องตัว (1) ประเทศไทยต้องพัฒนามาตรการการเงินเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate finance) ที่สร้างสรรค์ซึ่งสามารถสนับสนุนการลงทุนในการปรับตัวอย่างยั่งยืนในอนาคต เนื่องจากการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องอาศัยเงินลงทุนเริ่มต้น (initial investment) ที่ค่อนข้างสูง โครงการปรับตัวไม่ให้ผลประโยชน์ทันทีเนื่องจากกระบวนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีกรอบเวลายาวนานและมีความไม่แน่นอนสูง (2) ประเทศไทยต้องพัฒนาฐานข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศให้มีความแม่นยำ ทันสมัย และสามารถเข้าถึงได้ง่ายโดยทุกภาคส่วน รวมถึงสามารถนำไปใช้ในการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (3) ประเทศไทยควรมีการพัฒนากรอบติดป้ายงบประมาณด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate budget tagging: CBT) ซึ่งรวมเงินทุนเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ระบบ CBT ของประเทศอินโดนีเซีย ระบบ Green Budgeting Framework ของสหภาพยุโรป รวมถึงพิจารณาจัด

ตั้งบกลางฉุกเฉินหรือกองทุนภูมิอากาศ ซึ่งสามารถนำเงินไปใช้สำหรับรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมถึงใช้ในเชิงป้องกัน ตัวอย่างเช่น กองทุน People's Survival Fund ของประเทศฟิลิปปินส์ (4) ประเทศไทยควรพิจารณาปรับแก้กฎหมายและกฎระเบียบที่เป็นอุปสรรคต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การปรับกฎหมายผังเมืองเพื่อให้ท้องถิ่นสามารถกำหนดพื้นที่หนองน้ำหรือพื้นที่คุ้มครองชายฝั่ง เป็นส่วนหนึ่งของผังเมืองรวม เป็นต้น ตัวอย่างเช่นกรณีของประเทศเนเธอร์แลนด์ มีการอนุญาตให้รัฐบาลท้องถิ่นปรับปรุงผังเมืองเพื่อเปิดพื้นที่รับน้ำหลากได้โดยไม่ต้องแก้ผังเมืองใหม่ทั้งหมด เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้ที่ดินสำหรับเป็นพื้นที่หนองน้ำ (flood retention) รวมถึงเพื่อให้สิทธิแก่เจ้าของที่ดินในการได้รับค่าชดเชยเพื่อพื้นที่ที่ถูกหนดให้เป็นพื้นที่หนองน้ำ

ภาคผนวก ตัวอย่างการดำเนินการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

A1. การจัดการน้ำ

มาตรการปรับตัวเชิงโครงสร้าง พื้นที่แก้มลิงเป็นพื้นที่สำหรับกักเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนโดยทำหน้าที่รองรับน้ำฝนไว้ชั่วคราวก่อนที่จะระบายลงสู่ทางระบายน้ำหลัก ในช่วงฝนตก น้ำฝนจึงไม่ไหลลงสู่ทางระบายน้ำในทันที แต่จะถูกขังไว้ในพื้นที่ดังกล่าว รอเวลาให้คลองต่าง ๆ ซึ่งเป็นทางระบายน้ำหลักพร้อมน้ำพอจะรับน้ำได้เสียก่อน จึงค่อย ๆ ระบายน้ำลง เป็นการช่วยลดปัญหาน้ำท่วมขังได้ในระดับหนึ่ง สำหรับเกษตรกรที่ยินยอมให้พื้นที่เกษตรของตนเองเป็นพื้นที่แก้มลิง จะได้รับคำแนะนำให้เลื่อนปฏิทินการเพาะปลูกและได้รับการจัดสรรน้ำชลประทานสำหรับการเพาะปลูก ปัจจุบัน บางพื้นที่ของประเทศไทยถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่กักเก็บน้ำ เช่น อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก หรืออำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำหรับท่อส่งน้ำ ส่วนใหญ่มีการเชื่อมต่อกับลุ่มน้ำต่าง ๆ เพื่อผันน้ำจากลุ่มน้ำหนึ่งไปยังอีกลุ่มน้ำหนึ่งเพื่อเก็บและสำรองไว้ ตัวอย่างเช่นโครงการท่อส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ อ่างเอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ไปยังอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อ่างเอปหลวงแดง จังหวัดระยอง เป็นต้น ซึ่งระบบท่อส่งน้ำหรือท่อผันน้ำดังกล่าวสามารถช่วยป้องกันปัญหาขาดแคลนน้ำในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคในพื้นที่จังหวัดระยอง

สำหรับมาตรการปรับตัวที่ไม่ใช่เชิงโครงสร้าง มีการส่งเสริมเครือข่ายการจัดการน้ำในชุมชนเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนในการปรับตัวกับสถานการณ์น้ำที่ผันผวนจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ด้วยตนเอง โดยมุ่งเสริมความรู้ความเข้าใจ ทักษะการจัดการทรัพยากรน้ำชุมชน และการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการติดตามสถานการณ์น้ำเบื้องต้น ความรู้พื้นฐานด้านภูมิสารสนเทศ การจัดทำผังน้ำ บัญชีน้ำ สมดุลน้ำ แนวทางฟื้นฟูพัฒนาแหล่งน้ำ นอกจากนี้ จำเป็นต้องอาศัยมาตรการที่ไม่ใช่เชิงโครงสร้างอื่น ๆ เช่น การสื่อสารข้อมูลสถานการณ์น้ำให้กับภาคส่วนต่าง ๆ การสร้างเครือข่ายเฝ้าระวังภัยพิบัติ การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ รวมถึงการสร้างแหล่งสำรองน้ำต้นทุน เป็นต้น

A2. การเกษตร

มาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับพืช ปศุสัตว์ และประมงที่มีการดำเนินการในประเทศไทยมีหลายด้าน เช่น การปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ทนสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ต้านทานสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม การจัดการแปลงเกษตร การปรับปรุงระบบการให้น้ำพืช รวมถึงการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตร ผ่านมาเกษตรกรรม การปรับเปลี่ยนมาปลูกพืชทนแล้ง เช่น ถั่วต่าง ๆ พืชตระกูลถั่ว งาดำ งาขาว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง รวมถึงสมุนไพรบางชนิด อินทผลัม มะพร้าว มันสำปะหลัง แก้วมังกร เป็นต้น ซึ่งพืชทนแล้งเหล่านี้เป็นพืชที่สามารถนำไปปลูกได้แม้จะอยู่ในช่วงภัยแล้งก็ตาม ยังคงเติบโตได้ดีและใช้น้ำน้อย นอกจากนี้ ที่ผ่านมามีการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ทนแล้งและมีการทดสอบพันธุ์พืชเหล่านี้เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถปลูกได้ในสภาวะที่ขาดแคลนน้ำ รวมถึงมีการส่งเสริมการตลาดสำหรับพืชเหล่านี้

สำหรับปศุสัตว์ มาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีการดำเนินการที่ผ่านมา เช่น การเลี้ยงสัตว์ในระบบปิดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้น การพัฒนาพันธุ์สัตว์ที่สามารถต้านทานสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม

สำหรับการทำประมง มาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีการดำเนินการที่ผ่านมา เช่น การเปลี่ยนมาเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำในระบบปิด การจัดการสภาพแวดล้อมทางกายภาพและคุณภาพน้ำ รวมถึงการใช้พันธุ์ปลาที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

การจัดการวิธีการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ เช่น การลดพื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยว การปรับปรุงปฏิทินการเพาะปลูก การปรับระบบให้น้ำพืชหรือพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการจัดการน้ำ การปรับเปลี่ยนมาทำการเกษตรในระบบปิดหรือระบบโรงเรือน และการนำเทคโนโลยีทางการเกษตรมาใช้ สำหรับตัวอย่างการปรับตัวโดยปรับปรุงปฏิทินเพาะปลูกนั้น เกษตรกรปลูกข้าวนาปีในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีการปรับปรุงปฏิทินการเพาะปลูกข้าวเพื่อให้ปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตให้เสร็จก่อนที่จะถึงฤดูน้ำหลาก เพื่อลดความเสี่ยงที่ผลผลิตข้าวจะได้รับความเสียหายจากภัยน้ำท่วม โดยหลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วเสร็จ กรมชลประทาน จะใช้พื้นที่ลุ่มต่ำบางระกำเป็นแก้มลิงธรรมชาติ รองรับปริมาณน้ำหลาก ซึ่งจะช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยในเขตจังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัย รวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างอีกด้วย (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2024) ในส่วนของการจัดการน้ำสำหรับการเกษตรนั้น ที่ผ่านมากษัตริย์ไทยมีการปรับตัวโดยการกักเก็บน้ำสำรองในพื้นที่ของตนเอง (Prangbang et al., 2019) ปรับระบบให้น้ำพืชเป็นระบบน้ำหยดเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่พืชได้รับอย่างต่อเนื่องและช่วยประหยัดน้ำ (TCCN, 2022)

นอกจากนี้ เพื่อรับมือกับผลกระทบของอุณหภูมิสูงที่มีต่อสัตว์ มีการนำโรงเรือนปิดที่ใช้ระบบระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System: EVAPs) มาใช้กันในประเทศไทย โดยโรงเรือน EVAPs สามารถทำงานด้วยระบบดูดอากาศจากภายนอกผ่านพัดลมเพื่อสร้างความดันลบภายในโรงเรือน และเกิดการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือน อากาศที่ถูกดูดเข้ามาจากภายนอกจะผ่านม่านน้ำในแผ่นรังผึ้ง ทำให้น้ำระเหยและลดอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนให้ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก นอกจากนี้ ความเร็วลมที่เหมาะสมยังช่วยระบายความร้อนออกจากตัวไก่และภายในโรงเรือนได้อีกด้วย (Wiset et al., 2014; Nopparatmaitree & Kitpipit, 2016) ในการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชสวน มีการนำเทคโนโลยีการปลูกพืชในโรงเรือนทั้งโรงเรือนแบบกึ่งปิดและโรงเรือนแบบปิดมาใช้เพื่อควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการปลูกพืช โดยสำหรับโรงเรือนแบบกึ่งปิด การทำความเย็นโดยการระบายอากาศถูกแทนที่บางส่วนด้วยการทำความเย็นทางกล ในขณะที่โรงเรือนแบบปิด การทำความเย็นโดยการระบายอากาศถูกแทนที่ทั้งหมดด้วยการทำความเย็นทางกล พลังงานแสงอาทิตย์ส่วนเกินที่เก็บไว้จะถูกนำมาใช้ซ้ำเพื่อทำความร้อนให้กับโรงเรือน ในสภาพภูมิอากาศที่อบอุ่น แนวคิดนี้ช่วยเพิ่มการผลิตพืชผลพร้อมกับการประหยัดพลังงาน (De Gelder & Marcelis, 2012)

A3. การสาธารณสุข

ปัจจุบันประเทศไทยมีระบบเตือนภัยด้านสุขภาพจากความร้อน โดยทางกรมอนามัยได้พัฒนาเกณฑ์และกลไกการเตือนภัยสุขภาพจากความร้อนสำหรับประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางการเฝ้าระวังและเตือนภัยสุขภาพจากความร้อนของประเทศ เกณฑ์ดังกล่าวได้กำหนดความเสี่ยงไว้ 4 ระดับขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (°C) โดยระดับ 1 (อุณหภูมิต่ำกว่า 38.2°C) เป็นระดับเฝ้าระวัง (surveillance) ระดับ 2 (อุณหภูมิ 38.1–40.0°C) เป็นระดับเตือนภัย (alert) ระดับ 3 (อุณหภูมิ 40.1–43.0°C) เป็นระดับอันตราย (warning) และระดับ 4 (อุณหภูมิ สูงกว่า 43.0°C ติดกัน 3 วันหรือสูงกว่า 45°C) เป็นระดับอันตรายมาก (danger) (Department of Health, 2016) กรมอนามัยมีการเฝ้าระวังและสื่อสารเตือนภัยด้านสุขภาพจากความร้อน เพื่อให้เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานด้านสาธารณสุขได้ใช้ประโยชน์ เป็นแนวทางการดำเนินงาน เพื่อลดและป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพในประชาชนจากความร้อน เพื่อเตรียมการรองรับผลกระทบต่อสุขภาพจากความร้อน (Department of Health, 2022)

โรงพยาบาลบางแห่งในประเทศไทยมีมาตรการเพื่อให้โรงพยาบาลสามารถให้บริการผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่องขณะที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมและภัยแล้ง เช่น กำแพงป้องกันน้ำท่วม การขุดบ่อบาดาล โรงกรองน้ำระบบ Reverse Osmosis (RO) เป็นต้น ตัวอย่างโรงพยาบาลที่มีการก่อสร้างกำแพงป้องกันน้ำท่วมในประเทศไทย เช่น โรงพยาบาลบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ซึ่งได้รับความเสียหายอย่างหนักจากเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2559 โดยระดับน้ำสูงกว่า 2 เมตร ส่งผลทำให้

โรงพยาบาลต้องหยุดให้บริการ 2 สัปดาห์และใช้เวลาฟื้นฟูนาน 3 เดือน เพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในอนาคต โรงพยาบาลบางสะพานได้สร้างอาคาร 4 หลังเพื่อป้องกันน้ำท่วม ซึ่งอาคารหลักจะเป็นอาคารคลังและพัสดุ อาคารที่วางเครื่องเอ็กซเรย์ และส่วนของโรงกรองน้ำและโรงทำชาเทียม รวมถึงอาคารแพทย์แผนไทย ซึ่งอาคารทั้งหมดจะยกพื้นสูง 2 เมตร นอกจากนี้ ทางโรงพยาบาลได้มีการจัดเก็บเวชภัณฑ์ อุปกรณ์ และยาที่จำเป็นในสถานที่ที่สูงเพื่อป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วม ส่วนเรื่องของระบบไฟฟ้า ได้ย้ายตู้แปลงไฟฟ้าขึ้นไปชั้น 2 รวมทั้งย้ายหม้อแปลงไฟฟ้า (ThaiPBS, 2017) เทคโนโลยีและระบบเหล่านี้ช่วยให้โรงพยาบาลสามารถดำเนินการและให้บริการแก่ผู้ป่วยได้แม้ในช่วงที่เกิดน้ำท่วมรุนแรง

A4. การท่องเที่ยว

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคการท่องเที่ยวอาจมีรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่มนุษย์สร้างขึ้นและไม่ต้องพึ่งพาสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมมากขึ้น การปรับกิจกรรมและปฏิทินการท่องเที่ยว การนำเทคโนโลยีหรือมาตรการเชิงโครงสร้างมาใช้ การเตือนภัยล่วงหน้า การปรับรูปแบบการจัดการ ตลอดจนการสร้างความตระหนักและสนับสนุนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (Simpson & Gladin, 2008) เพื่อลดการพึ่งพาแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่พึ่งพาสภาพอากาศที่เหมาะสม ทางกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาสนับสนุนการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่มนุษย์สร้างขึ้นและกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หลากหลาย เช่น การท่องเที่ยวเชิงอาหาร การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม การท่องเที่ยวเชิงกีฬา เป็นต้น ซึ่งแหล่งท่องเที่ยวหรือกิจกรรมการท่องเที่ยวในลักษณะนี้สามารถเที่ยวได้ตลอดทั้งปี แม้ในช่วงที่สภาพอากาศไม่เหมาะสม

นอกจากนี้ ปัจจุบันมีสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยหลายแห่งที่นำเทคโนโลยีหรือมาตรการเชิงโครงสร้างมาใช้เพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบจากน้ำท่วมหรือภัยแล้ง เช่น ไรชาอุยพง จังหวัดเชียงราย และสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ไรชาอุยพงมีการใช้เทคโนโลยีจัดการน้ำที่ทันสมัยเพื่อรับมือกับภัยแล้งและรักษาความชุ่มชื้นในพื้นที่ โดยมีการใช้ระบบชลประทานและการเก็บน้ำฝนที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งประกอบด้วย ระบบชลประทานอัจฉริยะซึ่งใช้เซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินและอุณหภูมิ เพื่อควบคุมการให้น้ำอย่างแม่นยำและประหยัดน้ำ อีกทั้งมีการสร้างบ่อเก็บน้ำฝนและถังเก็บน้ำที่มีการกรองน้ำเพื่อให้ได้น้ำสะอาดสำหรับการใช้ในไรชาควบคุมกับการปลูกพืชคลุมดินซึ่งช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินและลดการระเหยของน้ำ ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้ไรชาอุยพงสามารถปลูกชาได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ตลอดทั้งปี สำหรับสวนผึ้ง มีการใช้เทคโนโลยีการเก็บน้ำฝนและระบบชลประทานเพื่อรักษาความชุ่มชื้นในพื้นที่ โดยระบบเก็บน้ำฝนอัจฉริยะ ประกอบด้วย เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ระบบกรองน้ำอัตโนมัติ และถังเก็บน้ำที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันการระเหยและการปนเปื้อนของน้ำ ซึ่งระบบเก็บน้ำฝนอัจฉริยะนี้ช่วยให้สวนผึ้งสามารถจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และลดความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในแง่ของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านการสร้างความตระหนักและการเปลี่ยนพฤติกรรมนั้น เกษมาภักดิ์ จังหวัดตราด สนับสนุนให้นักท่องเที่ยวและธุรกิจการท่องเที่ยวเปลี่ยนพฤติกรรมโดยการอนุรักษ์น้ำผ่านกิจกรรมให้ความรู้และการประชาสัมพันธ์ ซึ่งปรับพฤติกรรมโดยการประหยัดน้ำช่วยให้การท่องเที่ยวของเกาะหมากสามารถลดความเสี่ยงจากภัยแล้ง ทั้งนี้ มีการดำเนินควบคู่กับมาตรการอื่น เช่น การใช้ระบบเก็บน้ำฝน ซึ่งติดตั้งในที่พักและรีสอร์ทต่าง ๆ เพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคและลดการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

A5. การตั้งถิ่นฐาน

แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในสาขาการตั้งถิ่นฐานของประเทศไทย มีการผสมผสานทั้งมาตรการเชิงโครงสร้าง การแก้ปัญหาที่มีธรรมชาติเป็นฐาน รวมถึงมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง โดยตัวอย่างมาตรการเชิงโครงสร้าง เช่น การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่คงทนต่อสภาพภูมิอากาศ การก่อสร้างตึก อาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ การก่อสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ และระบบระบายน้ำท่วม เป็นต้น สำหรับตัวอย่างมาตรการที่มีธรรมชาติเป็นฐาน เช่น การพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่เชื่อมต่อกันในเมือง การสร้างพื้นที่สาธารณะ เป็นต้น สำหรับมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้างที่มีการดำเนินการในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น ระบบแจ้งเตือนภัยความร้อนล่วงหน้า การเตรียมความพร้อมในการ

อพยพประชาชนเมื่อเกิดเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว เครือข่ายเชื่อมโยงข้อมูลด้านภูมิอากาศและการรับมือความเสี่ยงด้านภูมิอากาศ การจัดทำแผนสำรองระบบที่จำเป็นในการดำรงชีวิต เป็นต้น

A6. การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

มาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่วนใหญ่ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทยให้ความสำคัญไปที่การอนุรักษ์ การฟื้นฟู และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน รวมถึงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติ โดยแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีการดำเนินการในประเทศไทย เช่น การกำหนดพื้นที่คุ้มครอง (protected area) ระบบพยากรณ์และเตือนภัย ระบบติดตามทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาแบบจำลองผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น สำหรับการกำหนดพื้นที่คุ้มครอง ที่ผ่านมามีการกำหนดพื้นที่คุ้มครองทั้งบนบกและในทะเล เช่น อุทยานแห่งชาติ (national park) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (wildlife sanctuary) วนอุทยาน (forest park) เขตห้ามล่าสัตว์ป่า (non-hunting areas) สวนพฤกษศาสตร์ (botanical garden) สวนรุกขชาติ (arboretum) และพื้นที่คุ้มครองทางทะเล และชายฝั่ง โดยปัจจุบันกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชได้มีการประกาศพื้นที่คุ้มครองทางบก ทั้งพื้นที่อุทยานแห่งชาติที่เรียกว่าพื้นที่เตรียมการ ประมาณ 23 แห่ง พื้นที่เตรียมการประกาศเป็นเขตห้ามล่าสัตว์ป่า ประมาณ 6 แห่ง พื้นที่เตรียมการประกาศเป็นสวนรุกขชาติ 1 แห่ง ก็คือ สันทรายบางเบิด จ.ประจวบคีรีขันธ์ ที่ได้มีการเสนอขึ้นไปว่าจะขอประกาศเป็นเขตสวนรุกขชาติ ซึ่งมีพื้นที่คุ้มครองทางบกทั้งหมดคิดเป็น 24% ของประเทศ ในส่วนของพื้นที่คุ้มครองทางทะเล คิดเป็น 9.37% ของพื้นที่ทางทะเลไทย

สำหรับระบบพยากรณ์และเตือนภัยผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติ ทางกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชและกรมป่าไม้มีการเตือนภัยเกี่ยวกับไฟป่า และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งมีการเตือนภัยปะการังฟอกขาว ซึ่งเป็นผลกระทบที่เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการศึกษาผลกระทบระยะยาวของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศป่าไม้ผ่านแบบจำลองและมีการนำผลการศึกษาดังกล่าวไปใช้ประกอบการกำหนดพื้นที่กันชน (buffer zones) และแนวเชื่อมต่อทางธรรมชาติ (ecological corridor) อีกทั้งมีการติดตามผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติในระยะยาวเพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการวางแผนการจัดการทั้งระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง

เอกสารอ้างอิง

- Abbasi, Z. A. K., & Nawaz, A. (2020). Impact of climate change awareness on climate change adaptions and climate change adaptation issues. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(3), 619–636.
- Adenle, & Arbiol, J. (2015). Global assessment of technological innovation for climate change adaptation and mitigation in developing world. *Journal of Environmental Management*, 161(15), 261–275.
- Antwi-Agyei, & Dougill, A. J. (2014). Livelihood adaptation to climate variability: insights from farming households in Ghana. *Regional Environmental Change*, 14, 1615–1626.
- Archie, & Pampel, F. C. (2014). Unpacking the “information barrier”: Comparing perspectives on information as a barrier to climate change adaptation in the interior mountain West. *Journal of Environmental Management*, 133(13), 397–410.
- Azadi, & Mahmoudi, H. (2019). Understanding smallholder farmers’ adaptation behaviors through climate change beliefs, risk perception, trust, and psychological distance: Evidence from wheat growers in Iran. *Journal of Environmental Management*, 250.

- Balana, B. B., & Oyeyemi, M. A. (2022). Agricultural credit constraints in smallholder farming in developing countries: Evidence from Nigeria. *World Development Sustainability*, 1.
- Boyd, & Brouder, A. (2013). Building resilience to face recurring environmental crisis in African Sahel. *Nature Climate Change*, 3.
- Chinawanno, S. (2012). *กรอบแนวคิดด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ*.
- Cimato, F., & Mullan, M. (2010). *Adapting to Climate Change: Analysing the Role of Government*.
- Corral, A. F. (2017). *Knowledge for Action: Overcoming barriers for a successful adaptation*.
- Cosens, & Chaffin, B. (2014). The adaptive water governance project: assessing law, resilience and governance in regional social-ecological water systems facing changing climate. *Idaho Law Review*, 51(1), 1–27.
- De Gelder, & Marcelis, L. F. M. (2012). An overview of climate and crop yield in closed greenhouses. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(3), 193–202.
- Department of Health. (2016). *การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบต่อสุขภาพและการเตรียมการด้านสาธารณสุขสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข*.
- Department of Health. (2022). *แนวทางเฝ้าระวังและสื่อสารเตือนภัยด้านสุขภาพจากความร้อน ปี 2565*.
- Druckenmiller, & Zhang, S. (1999). Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decisions. *Nature Climate Change*, 30(1), 67–78.
- Druckenmiller, & Zhang, S. (2024). Removing development incentives in risky areas promotes climate adaptation. *Nature Climate Change*, 14, 936–942.
- Ford, J. D., & Smit, B. (2004). A Framework for Assessing the Vulnerability of Communities in the Canadian Arctic to Risks Associated with Climate Change. *Arctic*, 57(4), 325–454.
- Ford, & Paterson, J. (2011). A systematic review of observed climate change adaptation in developed nations. *Climatic Change*, 106, 327–336.
- Gautam, & Prasad, A. (2024). *Unlocking Adaptation Finance in Emerging Market and Developing Economies*.
- Gbigbi, & Achoja, F. O. (2024). Evaluating the Differential Role of Public-Private Credit Sources in Financing Climate Change Adaptation Technologies for Rural Farmers in Delta State, Nigeria. *Research Journal of Agricultural Economics and Development*, 3(2), 79–97.
- Ginbo, & Hoffmann, R. (2022). Correction to: Investing in climate change adaptation and mitigation: A methodological review of real-options studies. *Ambio*, 51(4).
- GIZ and ONEP. (2021). *กรอบแนวคิดและขั้นตอนการวางแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ*.
- Jones, L. (2010). *Overcoming Social Barriers to Adaptation*.
- Kelly, & Mitchell, G. T. (2005). Adjustment costs from environmental change. *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(3), 468–495.
- Khan, S., & Hanjra, M. A. (2009). Footprints of water and energy inputs in food production – Global perspectives. *Food Policy*, 34(2), 130–140.
- Lata, S., & Nunn, P. (2011). Misperceptions of climate change risk as barriers to climate change adaptation: A case study from the Rewa Delta, Fiji. *Climatic Change*, 110(1–2), 169–186.
- Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J.-P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E., Poveda, G., Scarano, F. R., & Vicuna, S. (2014). Central and South America. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea,

- K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects* (pp. 1499–1566). Cambridge University Press.
- McGuire, C. J. (2018). Examining legal and regulatory barriers to climate change adaptation in the coastal zone of the United States. *Cogent Environmental Sciences*, 4(1), 1–11.
- Mendelsohn, R. (2000). Efficient Adaptation to Climate Change. *Climatic Change*, 45, 583–600.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2024). เริ่มแล้ว “บางระกำโมเดล” ปรับปฏิทินเพาะปลูก เร่งปลูก เร่งเก็บเกี่ยว เลี่ยงน้ำท่วม.
- Motsa, B. (2011). Financial barriers to the implementation of climate change adaptation measures. In L. Masters & L. Duff (Eds.), *Overcoming Barriers to Climate Change Adaptation Implementation in Southern Africa*. Africa Institute of South Africa.
- Nguyen, & Howes, M. (2021). Climate Change Adaptation Influences and Barriers Impacting the Asian Agricultural Industry. *Sustainability*, 13(13).
- Nopparatmaitree, M., & Kitpipit, W. (2016). การศึกษาผลของบริเวณและชั้นที่เลี้ยงภายในโรงเรือนแบบปิดต่อสภาพแวดล้อม ดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนและอัตราการตายของไก่เนื้อ. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(1).
- Ojo, T. O., & Baiyegunhi, L. J. S. (2020). Determinants of climate change adaptation strategies and its impact on the net farm income of rice farmers in south-west Nigeria. *Land Use Policy*, 95.
- Osberghaus, & Sturm, B. (2010). The Role of Government in Adaptation to Climate Change. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 28(5).
- Patt, A., & Gwata, C. (2002). Effective seasonal climate forecast applications: examining constraints for subsistence farmers in Zimbabwe. *Global Environmental Change*, 12(3), 185–195.
- Prangbang, P., Khankhun, T., Yamongkol, T., Phumchamnon, N., Serenonchai, S., Charoenwong, U., Stewart, T. N., & Arunrat, N. (2019). การรับรู้และการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย. *Prawarun Agricultural Journal*, 16(1), 105–119.
- Rankoana, S. A. (2016). Perceptions of Climate Change and the Potential for Adaptation in a Rural Community in Limpopo Province, South Africa. *Sustainability*, 8(8).
- Ricart, & Castelletti, A. (2023). Climate change awareness, perceived impacts, and adaptation from farmers' experience and behavior: a triple-loop review. *Regional Environmental Change*, 23(82).
- Roth, S., & Sunstein, C. R. (2022). *How Behavioral Science Can Help Fight Climate Change*.
- Ryan, D. E., & Sandoval, E. B. (2019). Knowledge gaps and climate adaptation policy: a comparative analysis of six Latin American countries. *Climate Policy*, 19(10).
- Samuelson, P. A. (1954). The Pure Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics*, 36(4), 387–389.
- Scott, & Malone, L. (2011). Climate services to support sustainable tourism and adaptation to climate change. *Climate Research*, 47(1), 111–122.
- Simpson, & Gladin, E. (2008). *Climate Change Adaptation and Mitigation in the Tourism Sector: Frameworks, Tools and Practices*.
- TCCN. (2022). “น้ำหยด” ปรัชญาชาวสวนแก๊ยกัยแล้ง.
- ThaiPBS. (2017). รพ.บางสะพาน แฉงบบ เตรียมพร้อมรับมือฝนตกหนัก.

- Thampanishvong, K., & Chuanapanich, I. (2023). การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวไทย.
- Tiet, & Nguyen-Anh, T. (2022). Farmers' behaviors and attitudes toward climate change adaptation: evidence from Vietnamese smallholder farmers. *Environment, Development, and Sustainability*, 24, 14235–14260.
- Timilsina, G. R. (2021). Financing Climate Change Adaptation: International Initiatives. *Sustainability*, 13(12).
- to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, W. G. I. (2021). *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.
- Trenberth, K. E. (2008). Observational needs for climate prediction and adaptation. *Bulletin of the World Meteorological Organization*, 57(1), 17–21.
- United Nations Environment Programme. (2014). *The Adaptation Gap Report 2014* [Report]. United Nations Environment Programme (UNEP).
- Usta, A. T., & Gök, M. S. (2024). Adaptation to climate change: State of art technologies. *Kybernetes*.
- Warner, J. F., & Wiegel, H. (2021). Displacement Induced by Climate Change Adaptation: The Case of “Climate Buffer” Infrastructure. *Sustainability*, 13(16).
- Wing, I., & Vanden, K. F. (2013). Confronting the challenge of integrated assessment of climate adaptation: a conceptual framework. *Climatic Change*, 117(3), 497–514.
- Wiset, C., Suntivarakorn, R., Winitchai, S., & Wang, J.-P. (2014). การเพิ่มประสิทธิภาพระบบหมุนเวียนอากาศภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อแบบปิดด้วยซึ่งลม.
- Woods, & Dougill, A. J. (2017). Investigating Climate Compatible Development Outcomes and their Implications for Distributive Justice: Evidence from Malawi. *Environmental Management*, 60, 278–295.
- Working Groups I, I. to the F. A. R. of the I. P. on C. C., II. (2007). *Climate change 2007: Synthesis Report*.
- Zhang, F. (2022). Not all extreme weather events are equal: Impacts on risk perception and adaptation in public transit agencies. *Climatic Change*, 17(1), 1–21.

1. ที่มา: World Wildlife

2. การสร้างคันกันน้ำและพื้นที่คันล้อมช่วยป้องกันน้ำท่วมและทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำสามารถใช้ประโยชน์ได้ สำหรับโครงการ Delta Works เป็นโครงการขนาดใหญ่ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมในเนเธอร์แลนด์ลงเหลือเพียง 1 ครั้งใน 4,000 ปี โดยโครงการ Delta Works ประกอบด้วย เขื่อนและคันกันน้ำ ประตูระบายน้ำ และการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยมีการสร้างเขื่อนและคันกันน้ำถึง 13 แห่ง เพื่อป้องกันน้ำทะเลจากทะเลเหนือ มีประตูระบายน้ำซึ่งจะปิดเฉพาะเวลาที่มีคลื่นลมแรง เพื่อป้องกันน้ำทะเลเข้าสู่พื้นที่พักอาศัย และมีการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และปรับปรุงคุณภาพน้ำ สำหรับการสร้างเกาะเทียม เช่น Zandmotor Beach และ Marker Wadden ช่วยป้องกันคลื่นพายุและเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ แนวทางการปรับตัวเหล่านี้ช่วยให้ประเทศเนเธอร์แลนด์สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและอย่างยั่งยืน
3. เนเธอร์แลนด์มีความโดดเด่นด้านการใช้เทคโนโลยีชลประทานที่มีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งมีการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งช่วยลดผลกระทบจากภัยแล้งและน้ำท่วม และยังให้ความใส่ใจกับการรักษาดินให้คงความอุดมสมบูรณ์ โดยลดการใช้เครื่องจักรเบาหรือเครื่องจักรขนาดเล็ก และปลูกพืชที่มีระบบรากที่กว้างขวางซึ่งช่วยให้ดินสามารถกักเก็บน้ำและสารอาหารได้ดี นอกจากนี้ เกษตรกรในเนเธอร์แลนด์ยังนำพันธุ์พืชที่ทนทานต่อสภาพอากาศที่รุนแรงมาใช้ และปรับมาเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือนซึ่งมีระบบระบายอากาศและระบบทำความเย็นซึ่งช่วยลดความเครียดของสัตว์จากคลื่นความร้อน สำหรับอิสราเอล มีระบบการจัดการน้ำที่ทันสมัย เช่น ระบบน้ำหยด (drip irrigation) ซึ่งช่วยลดการใช้น้ำและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในภาคการเกษตร นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาพันธุ์พืชที่สามารถทนต่อสภาพอากาศแห้งแล้งและอุณหภูมิสูงได้ มีการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตร เช่น เซ็นเซอร์และระบบข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงปลูกพืชในเรือนกระจกซึ่งช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในกรณีของอินเดีย มีการสร้างระบบเก็บน้ำฝนเพื่อใช้ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งช่วยให้เกษตรกรอินเดียมีน้ำใช้สำหรับทำการเกษตรตลอดทั้งปี นอกจากนี้ อินเดียมีการพัฒนาพันธุ์ข้าวและข้าวโพดที่มีความทนทานต่อสภาพอากาศที่แห้งแล้ง การใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจวัดสภาพดินและน้ำ การใช้ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตลอดจนการลงทุนในงานวิจัยและพัฒนาเพื่อหาวิธีการใหม่ๆ ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การพัฒนาพันธุ์พืชใหม่และเทคโนโลยีการจัดการน้ำ เป็นต้น สำหรับเคนยา มีการนำเกษตรอัจฉริยะด้านภูมิอากาศ (Climate-smart Agriculture: CSA) มาใช้ อีกทั้งสนับสนุนให้เกษตรกรปลูกพืชทนแล้ง เช่น ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง กล้วย ซึ่งสามารถทนทานสภาพอากาศที่แห้งแล้งและความแปรปรวนของฝนได้ดี สร้างแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อให้เกษตรกรมีน้ำสำหรับใช้ทำการเกษตรในช่วงที่ประสบภัยแล้ง และแนวทางการอนุรักษ์

ดินมาใช้ เช่น การทำนาแบบขั้นบันได การทำการเกษตรตามแนวระดับ และการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและรักษาสุขภาพดินภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ เคนยายังมีการอบรมเกษตรกรเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำการเกษตรและแนวทางในการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อีกทั้งส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้จากแหล่งที่หลากหลาย เช่น ทำกิจกรรมนอกภาคการเกษตร หรือแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

4. สำหรับ**สหรัฐอเมริกา** แนวทางการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพ ประกอบด้วย การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในเองและลดความเสี่ยงด้านสุขภาพจากโรคที่เกี่ยวข้องกับความร้อน การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่เกิดจากน้ำท่วมและป้องกันโรคที่เกิดจากการบริโภคหรือสัมผัสกับน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อโรค (water borne diseases) สำหรับ**ออสเตรเลีย** แนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่โดดเด่น ได้แก่ การลงทุนในสถานพยาบาลเพื่อให้ทันทันต่อเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขีด โดยเฉพาะพายุและน้ำท่วม และสามารถให้บริการประชาชนได้อย่างต่อเนื่องในช่วงวิกฤต การฝึกอบรมบุคลากรด้านสาธารณสุขเกี่ยวกับแนวทางการรับมือความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพและการรับมือกับสถานการณ์ฉุกเฉินด้านสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีของ**สหราชอาณาจักร** มีการจัดทำแผนรับมือกับปัญหาด้านความร้อน (heat wave) มีการให้คำแนะนำกับประชาชนโดยเฉพาะกลุ่มเปราะบางเกี่ยวกับแนวทางป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากคลื่นความร้อนต่อสุขภาพ ตลอดจนมีการจัดตั้งศูนย์พักพิงสำหรับรองรับผู้ที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นความร้อน สำหรับประเทศ**บังกลาเทศ** มีการสร้างที่พักพิงที่ปลอดภัยสำหรับรองรับผู้ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมและมีการพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับผลกระทบด้านสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะพายุไซโคลนและน้ำท่วม
5. ตัวอย่างแนวทางปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ**ญี่ปุ่น** ได้แก่ การออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะอาคารต่าง ๆ ที่ทนทานต่อภัยพิบัติ การก่อสร้างเขื่อนและระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อบรรเทาความร้อนและปรับปรุงคุณภาพอากาศ รวมถึงการสร้างสวนบนหลังคาอาคารเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวและลดความร้อนในเมือง ในกรณีของ**เกาหลีใต้** มีการใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์เพื่อเฝ้าระวังความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ การปรับปรุงระบบระบายน้ำในเมืองเพื่อป้องกันน้ำท่วมและการจัดการน้ำฝน การใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำและการจัดการน้ำฝน การแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศและการตอบสนองช่วยให้ทุกภาคส่วนสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลและลดความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ สำหรับแนวทางปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ**แคนาดา** เน้นส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการวางแผนและดำเนินการปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะของท้องถิ่น โดยมีการสร้างที่พักพิงที่ปลอดภัยสำหรับผู้ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมและมีการปรับปรุงระบบระบายน้ำ และมีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถทนทานต่อผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ถนนที่ทนทานต่อน้ำท่วมและอาคารที่ออกแบบมาเพื่อรับมือกับภัยความร้อน การปรับปรุงระบบระบายน้ำในเมืองเพื่อป้องกันน้ำท่วมและการจัดการน้ำฝน ในกรณีของ**นิวซีแลนด์** มีการสร้างเขื่อนและกำแพงกันคลื่นเพื่อป้องกันการกัดเซาะและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง มีการปลูกป่าเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว ตลอดจนพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อช่วยในการจัดการน้ำท่วม
6. สำหรับ**สหรัฐอเมริกา** มีการสร้างพื้นที่แนวกันไฟและจัดการเชื้อเพลิงในป่าซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากไฟป่าและปกป้องชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบป่าจากผลกระทบจากไฟป่า นอกจากนี้ ยังมีการปลูกป่าและพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่ได้รับความเสียหายจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในกรณีของ**ออสเตรเลีย** มีการปลูกป่าและพื้นที่ชุ่มน้ำ จัดการพื้นที่อนุรักษ์เพื่อปกป้องสัตว์และพืชที่มีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน **บังกลาเทศ**มีการปลูกป่าชายเลนเพื่อป้องกันพื้นที่ชายฝั่งจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งและผลกระทบจากพายุและน้ำท่วมชายฝั่ง นอกจากนี้ ยังมีการฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งเพื่อช่วยเพิ่มความทนทานของระบบนิเวศชายฝั่งต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับ**บราซิล** มีการดำเนินการเพื่อปกป้องป่าเมซอนโดยเฉพาะการลดการตัดไม้ทำลายป่า การบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด และการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ บราซิลยังมีการฟื้นฟูพื้นที่ป่าที่ถูกทำลาย ปกป้องที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของสัตว์ป่าและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ



นรรณการ์ ธรรมพานิชวงศ์
สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์



นฤพญ์เลิศ สัมพันธรักษ์
University of California San Diego

ข้อคิดเห็นที่ปรากฏในบทความนี้เป็นความเห็นของผู้เขียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความเห็นของสถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์