

การชดเชยและการลดคาร์บอนสำหรับการบินระหว่างประเทศ (CORSIA) โดยใช้นวัตกรรม น้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF)

ฐิติวัฒน์ อุไรบูรณ์*

สายการบินบางกอกแอร์เวย์ส

Received: 17 September 2025

Revised: 13 October 2025

Accepted: 28 November 2025

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น ถือเป็นวิกฤตการณ์ระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อมนุษยชาติในทุกระดับ อุตสาหกรรมการบินระหว่างประเทศในฐานะที่เป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญและเติบโตอย่างรวดเร็ว ได้ตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและแรงกดดันในการลดผลกระทบดังกล่าว เพื่อรับมือกับความท้าทายนี้ องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) จึงได้ริเริ่มโครงการชดเชยและการลดคาร์บอนสำหรับการบินระหว่างประเทศ (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation: CORSIA) ซึ่งเป็นกลไกทางการตลาดระดับโลกที่มีเป้าหมายเพื่อรักษาเสถียรภาพการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของภาคการบินให้อยู่ในระดับเดียวกับปี ค.ศ. 2020

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งศึกษาแนวทางการปฏิบัติตามข้อบังคับของ CORSIA โดยใช้นวัตกรรม น้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF) เป็นเครื่องมือหลักในการลดการปล่อยคาร์บอนโดยตรง SAF ซึ่งผลิตจากวัตถุดิบหมุนเวียนหลากหลายชนิด เช่น น้ำมันปรุงอาหารใช้แล้ว ของเสียทางการเกษตร หรือสาหร่าย ถือเป็นนวัตกรรมสำคัญที่สามารถลดการปล่อยคาร์บอนตลอดวงจรชีวิตได้มากถึง 80% เมื่อเทียบกับน้ำมันอากาศยานที่ผลิตจากฟอสซิล การศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใช้ SAF ไม่เพียงแต่เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับและมีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้กรอบของ CORSIA ในการลดภาระการซื้อคาร์บอนเครดิตเพื่อชดเชย แต่ยังส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจหมุนเวียนและสร้างความมั่นคงทางพลังงาน อย่างไรก็ตาม ความท้าทายหลักยังคงอยู่ที่ต้นทุนการผลิตที่สูงและปริมาณการผลิตที่จำกัด ดังนั้น การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การสร้างนโยบายสนับสนุนจาก

ภาครัฐ และการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานจึงเป็นปัจจัยชี้ขาดที่จะผลักดันให้ SAF กลายเป็นทางออกที่ยั่งยืน
สำหรับอุตสาหกรรมการบินในการบรรลุเป้าหมายด้านสภาพภูมิอากาศและเติบโตอย่างรับผิดชอบต่อไป

คำสำคัญ: การชดเชยและการลดคาร์บอนสำหรับการบินระหว่างประเทศ, น้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน, การ
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก, อุตสาหกรรมการบิน

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: อีเมล: titiwat.aupaiboon02@gmail.com

Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) and Sustainable Aviation Fuel (SAF) Innovation

Titiwat Aupaiboon

Bangkok Airways

Abstract

Climate change, driven by increased greenhouse gas emissions, is a global crisis with severe impacts across all dimensions. The international aviation industry, as a significant and rapidly growing source of carbon dioxide, recognizes its responsibility and the pressure to mitigate these impacts. To address this challenge, the International Civil Aviation Organization (ICAO) has initiated the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA), a global market-based mechanism aimed at stabilizing the sector's net carbon dioxide emissions at 2020 levels. This research focuses on the approach to complying with CORSIA regulations by utilizing the innovation of Sustainable Aviation Fuel (SAF) as a primary tool for direct carbon reduction. SAF, produced from a variety of renewable feedstocks such as used cooking oil, agricultural waste, or algae, is a key innovation capable of reducing life-cycle carbon emissions by up to 80% compared to fossil-based jet fuel.

The study indicates that using SAF is not only the most recognized and effective method under the CORSIA framework to reduce the burden of purchasing offsetting carbon credits, but it also promotes the development of a circular economy and enhances energy security. However, the main challenges remain its high production costs and limited supply. Therefore, the promotion of research and technological development, the creation of supportive government policies, and investment in infrastructure are crucial factors in positioning SAF as a sustainable solution for the aviation industry to achieve its climate goals and grow responsibly.

Keywords: Smart warehouse, Automated Storage and Retrieval Systems, Warehouse Management System, Enterprise Resource Planning

*Corresponding Author: Email: titiwat.aupaiboon02@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้กลายเป็นวิกฤตการณ์ระดับโลกที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงในทุกมิติ ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ความเร่งด่วนของปัญหานี้ได้นำไปสู่ความพยายามร่วมกันในระดับนานาชาติเพื่อหาแนวทางแก้ไขอย่างยั่งยืน

ด้วยความตระหนักถึงภัยคุกคามดังกล่าว ประชาคมโลกได้บรรลุข้อตกลงครั้งประวัติศาสตร์ใน ความตกลง ปารีส (Paris Agreement) เมื่อปี 2015 ซึ่งมีเป้าหมายหลักเพื่อจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส และมุ่งพยายามจำกัดให้อยู่ที่ไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับยุคก่อนอุตสาหกรรม ความตกลงนี้เรียกร้องให้ทุกภาคส่วน รวมถึงอุตสาหกรรมการบินซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและมีอัตราการเติบโตสูง ต้องมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง

เพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายระดับโลกและจัดการกับความท้าทายเฉพาะของภาคการบิน องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) จึงได้จัดทำ โครงการชดเชยและการลดคาร์บอนสำหรับการบินระหว่างประเทศ (CORSIA - Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) ขึ้น ซึ่งถือเป็นมาตรการทางตลาดระดับโลกมาตรการแรกสำหรับภาคอุตสาหกรรม โครงการ CORSIA มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาเสถียรภาพของการปล่อย CO₂ สุทธิจากเที่ยวบินระหว่างประเทศให้อยู่ในระดับเดียวกับปี 2019 หรือที่เรียกว่า "การเติบโตอย่างเป็นกลางทางคาร์บอน" (Carbon Neutral Growth) โดยกำหนดให้สายการบินต้องชดเชยการปล่อย CO₂ ส่วนที่เกินจากเกณฑ์ที่กำหนด

แม้ว่าการชดเชยคาร์บอนจะเป็นกลไกหนึ่งภายใต้ CORSIA แต่แนวทางที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงสุดคือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากแหล่งกำเนิด ในบริบทนี้ นวัตกรรมน้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF - Sustainable Aviation Fuel) ได้กลายเป็นทางออกที่สำคัญและมีความหวังมากที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมการบิน SAF ซึ่งผลิตจากวัตถุดิบหมุนเวียน สามารถลดการปล่อยคาร์บอนตลอดวงจรชีวิตได้มากถึง 80% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาบทบาทและศักยภาพของนวัตกรรม SAF ในฐานะเครื่องมือหลักสำหรับสายการบินในการปฏิบัติตามพันธกรณีของ CORSIA เพื่อผลักดันให้อุตสาหกรรมการบินเปลี่ยนผ่านจากการชดเชยคาร์บอนไปสู่การลดคาร์บอนอย่างแท้จริงและบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในระยะยาว

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและประเมินศักยภาพของนวัตกรรมน้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF) ในการเป็นเครื่องมือหลักสำหรับสายการบิน ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กรอบของ CORSIA อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. 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 (มนนภา เทพสุด, วนิชฐา ชัยรัตนวรรณ, 2023)

2. แนวทางแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

จากผลการประชุม กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (COP 28) พ.ศ. 2566 ณ เมืองดูไบ ประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ มีผู้แทนรัฐภาคีกว่า 200 ประเทศ รวมทั้งไทยได้ร่วมลงนามในสัญญา Global Renewables and Energy Efficiency Pledge เพื่อรักษาอุณหภูมิโลกไม่ให้เพิ่มขึ้นเกิน 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับยุคก่อนอุตสาหกรรม ผลการประชุมสรุปได้ ดังนี้

- ร่วมกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก ประชาคมโลกได้ร่วมกันรณรงค์ลดก๊าซเรือนกระจก ลงให้ได้ร้อยละ 43 ภายในปี พ.ศ. 2573 เมื่อเทียบกับระดับปี พ.ศ. 2562 ลดการปล่อยก๊าซมีเทน ให้ได้ร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2573 เมื่อเทียบกับ ปี พ.ศ. 2563
- ร่วมกันเปลี่ยนผ่านการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลไปสู่พลังงานหมุนเวียน เพิ่มกำลังผลิตพลังงานหมุนเวียนทั่วโลกขึ้น 3 เท่า และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเฉลี่ย เป็นร้อยละ 4 ทุกปี จนถึง ปี พ.ศ. 2573 หรือเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2573 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2565
- ร่วมกันปฏิรูประบบผลิตอาหารและเกษตรกรรม องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้กำหนดระบบผลิตอาหารและแหล่งเกษตรกรรมโลกเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนโลก (Carbon Sink) ภายในปี พ.ศ. 2593 ให้สามารถกักเก็บก๊าซเรือนกระจกให้ได้ปีละ 1.5 พันล้านตัน

การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมการบินโลก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) และสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (IATA) ร่วมกับ 193 ประเทศสมาชิก ได้กำหนดมาตรการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาคการบินระหว่าง ประเทศ ต้องมีปริมาณคงที่ที่ระดับการปล่อยในปี พ.ศ. 2562 กำหนดเป้าหมายลดความเข้มข้น ของคาร์บอนในเชื้อเพลิงการบินลงร้อยละ 5 ภายใน ปี พ.ศ. 2573 และเริ่มบังคับใช้มาตรการ ภาษีคาร์บอน (Carbon Tax) สำหรับสายการบินระหว่างประเทศที่ไม่ได้ใช้เชื้อเพลิงอากาศยาน ยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF) ในปี พ.ศ. 2573 รวมทั้งลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ร้อยละ 85 เทียบกับการปล่อย ในปี พ.ศ. 2562 รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Net Zero Emission) ภายในปี พ.ศ. 2593

สำหรับประเทศไทยได้แสดงเจตจำนงต่อสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 7 – 20 หรือประมาณ 73 – 67 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในภาคพลังงานและสาขาขนส่ง เมื่อเทียบกับปีฐาน พ.ศ. 2548 ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557 จากข้อมูลกรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.) กระทรวงพลังงาน ในปี พ.ศ. 2567 ประเทศไทยได้จัดทำแผนบริหารจัดการเชื้อเพลิง ช่วงปี พ.ศ. 2567 -2580 (Oil Plan 2024) ได้กำหนดให้ไบโอดีเซล 87 เป็นน้ำมันดีเซลพื้นฐานและกำหนดสัดส่วนการผสมน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์อยู่ระหว่างร้อยละ 5 – 9.9 และให้น้ำมันดีเซล B20 เป็นน้ำมันทางเลือกสำหรับกลุ่มน้ำมันเบนซินได้กำหนดให้แก๊สโซฮอล์ 95 และแก๊สโซฮอล์ E20 เป็นน้ำมันพื้นฐานให้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 และน้ำมันเบนซิน 95 เป็นน้ำมันทางเลือกสำหรับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน กรมธุรกิจพลังงานได้กำหนดให้เริ่มใช้น้ำมัน เชื้อเพลิงอากาศยานยั่งยืนผสมกับน้ำมันอากาศยานฟอสซิล Jet A1 ในสัดส่วนร้อยละ 1 ในปี พ.ศ. 2570 ใน ปัจจุบัน (พ.ศ.

2567) เชื้อเพลิงอากาศยานยั่งยืนที่ใช้ในประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด (สุจรรยา จันทศิริ, 2024: 131)

3. เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel)

เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) คือ เชื้อเพลิงที่ผลิตจากแหล่งชีวมวล ซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตหรือผลผลิตจากสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ รวมถึงผลพลอยได้และของเสียจากกระบวนการทางการเกษตร อุตสาหกรรม และครัวเรือน

4. เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel)

เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) คือ แหล่งพลังงานที่ไม่สามารถหมุนเวียนได้ ซึ่งเกิดจากการทับถมและเปลี่ยนแปลงของซากพืชซากสัตว์โบราณเป็นเวลาหลายล้านปี ภายใต้ความร้อนและความกดดันสูงของโลก ซากอินทรีย์เหล่านี้จะแปรสภาพเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก

กระบวนการวิจัย

1. ศึกษาสาระสำคัญของความตกลงปารีส
2. ศึกษาการลดคาร์บอนการบินสากลกับ CORSIA
3. ความสำคัญของเชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF)
4. ศึกษาวัตถุดิบในการสร้างเชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF)
5. ศึกษาน้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF) แต่ละประเภท

ผลจากกระบวนการวิจัย

1. ความตกลงปารีส

วัตถุประสงค์ของความตกลงปารีส มี 3 ข้อ คือ

(หนึ่ง) ควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส และมุ่งพยายามควบคุมให้ไม่เกิน

1.5 องศาเซลเซียส

(สอง) เพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งเสริมความต้านทานต่อสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับต่ำ โดยไม่กระทบต่อการผลิตอาหาร

(สาม) ทำให้การไหลเวียนของเงินทุนสอดคล้องกับการดำเนินการเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับต่ำและการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ทั้งนี้ การดำเนินการตามความตกลงปารีสจะยังคงยึดถือและสะท้อนถึงหลัก “ความเป็นธรรม” และ “หลักความรับผิดชอบร่วมกันในระดับที่แตกต่างกัน” โดยคำนึงถึงขีดความสามารถของแต่ละภาคี ตามสถานการณ์ของแต่ละประเทศที่แตกต่างกัน

โครงสร้างของความตกลงปารีส

เนื้อหาทั้งหมดความตกลงปารีสมี 29 มาตรา แบ่งเป็น 5 ส่วนหลัก

ส่วนที่ 1 : บททั่วไป : บทนำ, มาตรา 1 คำจัดความ, มาตรา 2 วัตถุประสงค์, มาตรา 3 NDCs

ส่วนที่ 2 : ประเด็นหลักและข้อผูกพัน : มาตรา 4 การลดก๊าซเรือนกระจก , มาตรา 5 การดูดกลับและกักเก็บก๊าซเรือนกระจก และ REDD+ , มาตรา 6 ความร่วมมือในการดำเนินการ , มาตรา 7 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, มาตรา 8 ความสูญเสียและความเสียหาย, มาตรา 9 การเงิน , มาตรา 10 เทคโนโลยี, มาตรา 11 การเสริมสร้างศักยภาพ, มาตรา 12 การสร้างความตระหนักและการศึกษา

ส่วนที่ 3 : การรายงาน ทบทวนผลการดำเนินการ และการบังคับใช้ : มาตรา 13 ความโปร่งใส, มาตรา 14 การทบทวนการดำเนินการระดับโลก, มาตรา 15 การส่งเสริมการดำเนินงานและการบังคับใช้

ส่วนที่ 4 : การจัดการเชิงสถาบัน : มาตรา 16 ที่ประชุมภาคีซึ่งทำหน้าที่เป็นที่ประชุมภาคีความตกลงปารีส , มาตรา 17 เลขานุการความตกลงปารีส, มาตรา 18 องค์กรย่อยด้านการดำเนินการ , มาตรา 19 องค์กรอื่น ๆ และการจัดการเชิงสถาบันสนับสนุนความตกลงปารีส

ส่วนที่ 5 : บทอื่น ๆ : มาตรา 20 การลงนามและการให้สัตยาบัน, มาตรา 21 การมีผลบังคับใช้, มาตรา 22 การแก้ไขเพิ่มเติม, มาตรา 23 ภาคผนวก, มาตรา 24 การระงับข้อพิพาท, มาตรา 25 การออกเสียง, มาตรา 26 ผู้เก็บรักษาความตกลงปารีส, มาตรา 27 การตั้งข้อสงวน, มาตรา 28 การถอนตัวจากความตกลง, มาตรา 29 ภาษา

ในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะมาตราสำคัญที่เกี่ยวข้องวัตถุประสงค์ 3 ข้อของความตกลงปารีส

1. การลดก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) – มาตรา 3 และ 4

เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายอุณหภูมิระยะยาวที่ได้กำหนดไว้ในมาตรา 2 ภาคีตั้งเป้าที่จะมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกในระดับที่สูงสุด (Global Peaking) โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยตระหนักว่าภาคีประเทศกำลังพัฒนาจะใช้เวลาานกว่าที่จะไปสู่ระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงที่สุด และหลังจากนั้นภาคีตั้งเป้าที่จะดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างรวดเร็วตามหลักวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดที่มีอยู่ เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมนุษย์จากแหล่งกำเนิดและการกำจัดโดยการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในช่วง

ครึ่งหลังของศตวรรษนี้ บนพื้นฐานของความเป็นธรรม และในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนและความพยายามที่จะจัดการความยากจน

สิ่งที่ภาคีทุกประเทศจะต้องจัดทำเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของความตกลงปารีส คือ สิ่งที่เราเรียกว่า “การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดขึ้น” (Nationally Determined Contribution: NDC) อย่างต่อเนื่อง เพื่อการจัดการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื้อหาของ NDC อาจประกอบด้วย การลดก๊าซเรือนกระจก การปรับตัว การเงิน การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี และการเสริมสร้างศักยภาพ ในความตกลงปารีส กำหนดให้ภาคีทุกประเทศมีการจัดส่ง NDC ทุก ๆ 5 ปี เริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 2020 โดยจะต้องให้ข้อมูลที่แสดงความโปร่งใส บทบัญญัติในข้อนี้ นับเป็นพันธกรณีหลักของความตกลงปารีส ประเด็นข้อสำคัญ คือ NDC ที่จะจัดส่งทุก ๆ 5 ปี จะต้องมีความก้าวหน้า และแสดงความพยายามสูงสุด โดยสะท้อนหลักความรับผิดชอบร่วมกันในระดับที่แตกต่างกัน คำนี้ถึงศักยภาพและสถานการณ์ของประเทศที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ ทุกภาคีต้องดำเนินมาตรการภายในประเทศเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของ NDC ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก บทบัญญัติในข้อนี้ นับเป็นพันธกรณีเพิ่มเติมของความตกลงปารีส และเป็นโจทย์การบ้านของประเทศไทยที่จะต้องกำหนดมาตรการภายในประเทศที่เหมาะสม (ดูข้อเสนอเรื่องนี้ในตอนท้ายของบทความ)

ในความตกลงปารีสยังกำหนดด้วยว่า ทุกภาคีควรมุ่งมั่นที่จะจัดทำและเผยแพร่สื่อสาร “ยุทธศาสตร์ระยะยาวของการพัฒนาตามวิถีคาร์บอนต่ำ” โดยเชิญชวนให้สื่อสารยุทธศาสตร์/มาตรการดังกล่าวไปยังสำนักเลขาธิการภายใน ค.ศ. 2020

ในการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจก “ประเทศพัฒนาแล้ว” ควรเป็นผู้นำในการดำเนินการ และจะต้องสนับสนุน “ประเทศกำลังพัฒนา” ในการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง และภาคีจะต้องพิจารณาการดำเนินการโดยคำนึงถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Response Measures) โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา

ในการดำเนินงานเกี่ยวกับ NDC ประเทศภาคีสามารถร่วมมือกันดำเนินการด้วยความสมัครใจ (Cooperative approach) แนวทางความร่วมมือทำได้ 2 แนวทางหลัก ได้แก่

- แนวทางความร่วมมือที่มีการใช้ผลการลดก๊าซเรือนกระจกที่ถ่ายโอนระหว่างประเทศ (Internationally Transferred Mitigation Outcomes: ITMOs) จะต้องเป็นไปโดยสมัครใจและได้รับอนุญาตจากภาคีที่มีส่วนร่วม รายละเอียดของการดำเนินการในเรื่องนี้ จะมีการหารือหรือจัดตั้งกลไกโดยที่ประชุมภาคีความตกลงปารีส
- แนวทางที่ไม่ใช้ตลาด (Non-market approaches) เพื่อช่วยเหลือภาคีในการดำเนินงานตาม NDC มีความมุ่งหมายเพื่อ (ก) สนับสนุนความมุ่งมั่นในการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัว (ข) ส่งเสริมการมีส่วนร่วม

ของภาครัฐและภาคเอกชนในการดำเนินงานตาม NDC และ (ค) ให้เกิดโอกาสในการประสานงานระหว่างเครื่องมือและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. การรื้อปรับปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) – มาตรา 7

จากข้อเรียกร้องและผลักดันอย่างต่อเนื่องของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ความตกลงปารีสได้กำหนดเป้าหมายการปรับตัวของโลกในการยกระดับความสามารถในการปรับตัว ส่งเสริมภูมิคุ้มกันและการฟื้นตัวและลดความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน และเพื่อให้มั่นใจว่าจะมีการตอบสนองด้านการปรับตัวที่เพียงพอในบริบทของเป้าหมายอุณหภูมิโลกตามที่กำหนดในวัตถุประสงค์ของความตกลงปารีส สาระสำคัญเรื่องการปรับตัวที่กำหนดไว้ในความตกลงปารีส เช่น

- ตระหนักว่าการปรับตัวนั้นเป็นความท้าทายของโลกที่ทุกประเทศต้องประสบ โดยการปรับตัวนี้เพื่อปกป้องประชาชน วิถีชีวิต และระบบนิเวศ โดยคำนึงถึงความเร่งด่วนและความจำเป็นของประเทศกำลังพัฒนาที่มีความเปราะบางเป็นพิเศษ และแนวทางที่ประเทศกำหนดขึ้น
- ตระหนักถึงความสำคัญในการสนับสนุนและความร่วมมือระหว่างประเทศต่อประเทศกำลังพัฒนา
- ภาครัฐจะต้องจัดทำกระบวนการจัดทำ “แผนการปรับตัวและการนำไปสู่การปฏิบัติ” รวมทั้งการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพแผน นโยบายและการมีส่วนร่วมที่เกี่ยวข้อง (ตามความเหมาะสม) และควรจัดส่งข้อมูลดังกล่าวตามความเหมาะสม โดยจะต้องไม่เป็นการเพิ่มภาระต่อประเทศกำลังพัฒนา
- นอกจากนี้ ในการประชุม COP 21 ได้มีมติ COP เรื่องการตั้ง “Paris Committee on Capacity-building”

ความตกลงปารีสได้ตระหนักถึงความสำคัญของการหลีกเลี่ยง บรรเทาและจัดการกับการสูญเสียและความเสียหาย (Loss and Damage) ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงสถานการณ์สภาพอากาศรุนแรงและสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป และตระหนักถึงบทบาทของการพัฒนาที่ยั่งยืนในการลดความเสี่ยงของการสูญเสียและความเสียหาย สาระสำคัญที่กำหนดไว้เกี่ยวกับเรื่องนี้ คือ

- เสริมสร้างประสิทธิภาพของ “กลไกระหว่างประเทศขอสำหรับรับการสูญเสียและความเสียหาย” (The Warsaw International Mechanism for Loss and Damage: WIM)
- ให้ WIM ดำเนินความร่วมมือกับหน่วยงานที่มีอยู่และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญภายใต้ความตกลงนี้ รวมถึงองค์กรที่เกี่ยวข้องและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนการดำเนินการ อาทิ

(ก) ระบบการเตือนภัยล่วงหน้า (ข) การเตรียมพร้อมในภาวะฉุกเฉิน (ค) สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป (ง) สถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับการสูญเสียและความเสียหายอย่างถาวรและไม่สามารถแก้ไขให้กลับเป็นเหมือนเดิมได้ (จ) การประเมินและการจัดการความเสี่ยงในองค์กร (ฉ) เครื่องมือการประกันความเสี่ยง (ช) ความเสียหายที่ไม่ใช่ในเชิงเศรษฐกิจ (ซ) ความต้านทานของชุมชน วิถีชีวิตและระบบนิเวศ

3. กลไกการเงิน (Finance) – มาตรา 9

เป็นพันธกรณีของประเทศที่พัฒนาแล้วที่จะต้องให้ทรัพยากรทางการเงินเพื่อช่วยเหลือภาคีประเทศกำลังพัฒนา ทั้งด้านการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวโดยเป็นการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และคำนึงถึงยุทธศาสตร์ที่กำหนดโดยประเทศ ลำดับความสำคัญและความจำเป็นของภาคีประเทศกำลังพัฒนา และจะต้องมีการรายงานข้อมูลการการสนับสนุนทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทุก ๆ 2 ปี และต้องมีการทบทวนผลการดำเนินการระดับโลกในการสนับสนุนทางการเงินนี้

ในความตกลงปารีสได้กำหนดให้กลไก/หน่วยงานภายใต้อนุสัญญา ได้แก่ Green Climate Fund, Global Environment Facility (GEF), Least Developed Countries Fund และ Special Climate Change Fund ทำหน้าที่สนับสนุนการดำเนินงานตามความตกลงนี้ โดยเน้นให้เข้าถึงการสนับสนุนทางการเงินอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสร้างขั้นตอนการอนุมัติเงินสนับสนุนที่ไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ ที่ประชุม COP 21 ได้ตัดสินใจให้ประเทศพัฒนาแล้วมุ่งมั่นที่จะสนับสนุนทางการเงินตามเป้าหมายเดิมที่ “หนึ่งแสนล้านเหรียญสหรัฐต่อปี” ถึงปี 2025 โดยที่ประชุมรัฐภาคีความตกลงปารีสจะร่วมกันกำหนดเป้าหมายทางการเงินใหม่ในปี 2025 โดยกำหนดขั้นต่ำที่หนึ่งแสนล้านเหรียญสหรัฐต่อปี

4. กรอบเรื่องความโปร่งใส – มาตรา 13

เพื่อสร้างความไว้วางใจและความมั่นใจร่วมกันและเพื่อส่งเสริมการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ จึงได้จัดตั้งกรอบความโปร่งใส่ที่ยกระดับขึ้นจากเดิมสำหรับการดำเนินงานและการสนับสนุนโดยให้มีความยืดหยุ่นซึ่งคำนึงถึงศักยภาพที่ต่างกันของภาคีและต่อยอดจากประสบการณ์ที่มีร่วมกัน กรอบความโปร่งใสมีใน 2 ลักษณะ คือ

- กรอบความโปร่งใสในการดำเนินการ เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจน ติดตามความก้าวหน้า NDC และประเมินผลการดำเนินการหรือสิ่งที่ต้องดำเนินการเพิ่มเติม
- กรอบความโปร่งใสในการสนับสนุน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนในการให้และการรับการสนับสนุน โดยให้กำหนดกรอบจากการดำเนินการที่มีอยู่เดิมภายใต้อนุสัญญาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ การดำเนินการให้เป็นไปแบบเอื้ออำนวย ไม่ก้ำก่าย ไม่เป็นการลงโทษ เคารพอธิปไตย และหลีกเลี่ยงการสร้างภาระอันเกินควรแก่ภาคี
- ทุกภาคีจะต้องส่งข้อมูลต่อไปนี้อย่างสม่ำเสมอ ได้แก่ ก) รายงานบัญชีก๊าซแห่งชาติ ข) ข้อมูลที่จำเป็นต่อการติดตามความก้าวหน้าของ NDC ข้อมูลด้านผลกระทบและการปรับตัว (ตามเหมาะสม) โดยข้อมูลที่ส่งจะต้องได้รับการตรวจสอบทางเทคนิคโดยผู้เชี่ยวชาญและจะต้องเข้าร่วมการพิจารณาความก้าวหน้าแบบพหุภาคี
- ประเทศพัฒนาแล้วต้องให้ข้อมูลด้านการสนับสนุน ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาควรให้ข้อมูลเกี่ยวกับการได้รับการสนับสนุน

- ประเทศกำลังพัฒนาจะต้องได้รับการสนับสนุนและจะต้องได้รับการสนับสนุนในการเสริมสร้างศักยภาพที่เกี่ยวข้องกับความโปร่งใสอย่างต่อเนื่อง
- ตัดสินใจให้มีการจัดตั้ง Capacity-building Initiative for Transparency โดยให้ GEF สนับสนุนทางการเงิน เพื่อสนับสนุนการจัดตั้งสถาบันและเสริมสร้างศักยภาพทางเทคนิคในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับความโปร่งใส

5. การทบทวนสถานการณ์และการดำเนินการระดับโลก (Global Stocktake) – มาตรา 14

กำหนดให้มีการทบทวนการดำเนินงานของความตกลงนี้เป็นระยะ เพื่อประเมินความก้าวหน้าในภาพรวมต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ของความตกลงนี้และเป้าหมายระยะยาวของความตกลง ซึ่งเรียกว่า “การทบทวนสถานการณ์และการดำเนินงานระดับโลก” (Global Stocktake) การทบทวนนี้ต้องทำในลักษณะที่ครอบคลุมและเอื้ออำนวย โดยพิจารณาทั้งในเรื่อง (1) การลดก๊าซเรือนกระจก (2) การปรับตัว (3) กลไกการดำเนินงานและการสนับสนุน ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความเป็นธรรมและวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดที่มีอยู่

- การทบทวนระดับโลกจะเริ่มครั้งแรกในปี พ.ศ. 2566 (ค.ศ.2023) และจะต้องดำเนินการทุก ๆ 5 ปี หลังจากนั้น หรือตามข้อตัดสินใจของภาคีความตกลงปารีส
- ผลของการทบทวนระดับโลกจะต้องใช้เป็นข้อมูลสำหรับภาคีในการสร้างความเป็นปัจจุบัน (Update) และยกระดับการดำเนินงาน และการสนับสนุน NDC และส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6. กลไกการติดตาม การผลักดันให้บรรลุเป้าหมายการควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก

แม้ว่าในความตกลงปารีสจะไม่มีข้อบัญญัติเรื่องการลงโทษ แต่ในความตกลงปารีสก็ได้ออกแบบกลไกการติดตามและผลักดันให้สามารถบรรลุเป้าหมายการควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไว้อย่างน้อย 5 กลไก ได้แก่

(หนึ่ง) ข้อกำหนดให้ทุกภาคีต้องกำหนดและดำเนินมาตรการภายในประเทศเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของ NDC ในด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

(สอง) ข้อกำหนดให้ส่งเป้าหมายการลดก๊าซ (NDC) ทุก 5 ปี โดยเริ่มใน ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป

(สาม) เรียกร้องให้ทุกประเทศจัดทำ “ยุทธศาสตร์การพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำ” ตั้งแต่ ค.ศ. 2020

(สี่) กลไกเกี่ยวกับเรื่องความโปร่งใส โดยการจัดส่งรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รายงานความก้าวหน้าในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทุก 2 ปี โดยจะมีการทบทวนตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจากผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิค

(ห้า) กลไกการทบทวนสถานการณ์และการดำเนินงานระดับโลก (Global Stocktake)

ความแตกต่างระหว่างความตกลงปารีสกับพิธีสารเกียวโต

จากเนื้อหาของความตกลงปารีสที่ได้กล่าวถึงข้างต้น หากเปรียบเทียบกับบทบัญญัติของพิธีสารเกียวโตจะเห็นความเปลี่ยนแปลง 2 เรื่องสำคัญ คือ (หนึ่ง) การไม่แบ่งแยกกลุ่มประเทศที่ต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาต้องมีภาระลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (สอง) การให้แต่ละประเทศกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซได้เอง เป็นแบบ Bottom-up Approach ซึ่งแตกต่างไปจากการกำหนดเป้าหมายลดก๊าซภายใต้พิธีสารเกียวโตที่เป็นแบบ Top-down Approach

ความผูกพัน นัยสำคัญ และการเตรียมความพร้อมของประเทศไทยเพื่อรองรับการดำเนินงานตามความตกลง ปารีส พันธกรณีสำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องดำเนินการตามความตกลงปารีส ได้แก่ 1. การจัดส่งเป้าหมายการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (NDC) โดยเฉพาะเป้าหมายการ ลดก๊าซเรือนกระจก ทุก ๆ 5 ปี ภายหลัง ค.ศ. 2020 ซึ่งเป้าหมายดังกล่าวแต่ละประเทศเป็นผู้พิจารณาตามความ เหมาะสม ความสอดคล้องกับ บริบทและศักยภาพของประเทศ โดยประเทศภาคีจะหารือกันอีกครั้งถึงกรอบเวลา ของเป้าหมายที่ตรงกัน 2. การ ส่งรายงานประเมินความก้าวหน้าในการด าเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมาย และการรายงานการ ด าเนินงานด้านการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ได้รับการสนับสนุนทางการเงิน เทคโนโลยี และการเสริมสร้าง ศักยภาพจาก ประเทศพัฒนาแล้ว ทั้งนี้ ภาคีจะหารือในรายละเอียดเกี่ยวกับระเบียบวิธีและรูปแบบการรายงาน ข้อมูลดังกล่าว เพิ่มเติม ความตกลงปารีสมีผลสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดระเบียบเศรษฐกิจโลกใหม่ และกำหนดวงกตการค้าด้าน สิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ การเตรียมความพร้อมของประเทศไทยเพื่อรองรับการดำเนินงานตามความตกลง ปารีส และใช้ความตกลงฉบับนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ต้องทำอย่างน้อยใน 6 ด้าน คือ (หนึ่ง) ด้านนโยบาย ควรมีการปรับกระบวนการพัฒนาที่มีความต้านทานต่อสภาพภูมิอากาศและมีการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกต่ำ (สอง) การเตรียมการด้านระบบฐานข้อมูล ทั้งในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การปรับตัว การเงิน การ พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี การเสริมสร้างขีดความสามารถ เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดทำ NDC ที่ประเทศ จะต้องจัดส่งทุก ๆ 5 ปี และการรายงานผลการดำเนินงานของประเทศที่ครอบคลุมทุกด้าน เพื่อใช้ ในกระบวนการ จัดทำ Global Stocktake ทุก ๆ 5 ปี (สาม) จัดทำแผนและมาตรการภายในประเทศอย่างบูรณา การ มีแผนงานหลัก 2 แผน ได้แก่ แผนด้านการ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมาย ตาม NDC และ แผนการรุกรับปรับตัวในระดับชาติ ต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (สี่) เสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานและบุคลากรในการเตรียมการติดตามผลการดำเนินงานตามที่ ประเทศ ไทยสื่อสารไปภายใต้ NDC (ห้า) จัดทำระบบฐานข้อมูลกลไกการดำเนินงาน ทั้งด้านการเงิน เทคโนโลยี และการ เสริมสร้างขีด ความสามารถที่ประเทศไทยต้องการรับการสนับสนุนจากกลไกภายใต้อนุสัญญา (หก) การจัดเตรียม ความพร้อมในการเจรจา เพื่อการจัดทำรายละเอียด กฎเกณฑ์ กติกาที่ต้องจัดทำเพิ่มเติม ภายใต้ความตกลงปารีส

2. การลดคาร์บอนการบินสากลกับ CORSIA

โครงการชดเชยและการลดคาร์บอนสำหรับการบินระหว่างประเทศ (CORSIA) เป็นโครงการระดับโลกเพื่อจัดการกับการปล่อยมลพิษจากการเดินทางทางอากาศระหว่างประเทศ ข้อตกลงเมื่อปี 2559 โดยองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) กำหนดให้สายการบินต้องตรวจสอบและรายงานการปล่อยมลพิษตั้งแต่ปี 2562 และซื้อหน่วยลดการปล่อยมลพิษที่สร้างขึ้นโดยโครงการในภาคส่วนอื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมการควบคุมการเพิ่มขึ้นของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าระดับปกติ

ตั้งแต่ปี 2570 (ค.ศ.2027) การมีส่วนร่วมใน CORSIA จะกลายเป็นข้อบังคับสำหรับรัฐส่วนใหญ่ซึ่งมีผลบังคับใช้กับเส้นทางระหว่างประเทศเกือบทั้งหมด ข้อยกเว้นเพียงอย่างเดียวหลังจากปี 2027 จะเป็นการยกเว้นสำหรับรัฐที่มีกิจการการบินไปกลับในระดับต่ำ รัฐที่ถูกจัดอันดับว่ามีการพัฒนาน้อยที่สุด หรือการพัฒนาของเกาะเล็กCORSIA อาจส่งผลกระทบต่อสายการบินต่างๆ หากมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ต่อไปนี้ คือ เครื่องบินมีน้ำหนักมากกว่า 5,700 กก. เมื่อบินขึ้น มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10,000 ตันต่อปีในเส้นทางระหว่างประเทศ มีการดำเนินกิจการมากกว่า 3 ปี หรือทั้งสองรัฐที่มีการเชื่อมต่อเส้นทางกับสายการบินที่กำลังบินอยู่และกำลังอยู่ในขั้นตอนนำร่องของ CORSIA จากการเดินทางทางอากาศที่เพิ่มขึ้นทั่วโลก จึงมี แรงกดดันเพิ่มขึ้นสำหรับองค์กรด้านการบินให้ดำเนินการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามเงื่อนไขดังกล่าว ดังนั้น การปฏิบัติตาม CORSIA จะช่วยให้สายการบินระหว่างประเทศสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านกฎระเบียบสากล

สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (สโร.) ได้เปิดการบริการทวนสอบโครงการชดเชยและการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภาคการบินระหว่างประเทศ (CORSIA) เพื่อสนับสนุนให้ผู้ปฏิบัติการบิน (Aeroplane Operator) สามารถดำเนินการให้สอดคล้องกับข้อบังคับขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และข้อบังคับสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ทั้งนี้ เพื่อเป็นการปฏิบัติตามพันธกรณีโครงการชดเชยและลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภาคการบินระหว่างประเทศ ของ ICAO ซึ่งเป็นมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมการบินเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ เป็นหน่วยงานตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบก๊าซเรือนกระจก (Validation and Verification Body) ซึ่งได้รับการรับรองระบบงานจาก UNFCCC สำหรับการตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบโครงการ CDM และได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นหน่วยงานตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบก๊าซเรือนกระจกโครงการ T-VER จากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) บุคลากรของสถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอมีความรู้ความสามารถในกิจกรรมการตรวจสอบความใช้ได้และทวน

สอบก๊าซเรือนกระจก มีความเข้าใจในข้อกำหนดมาตรฐานและการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติการบิน และด้วยการบริการที่เป็นมืออาชีพ รวดเร็ว เป็นไปตามมาตรฐานการจัดการสากล

สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอได้พัฒนาระบบงานด้านการตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบก๊าซเรือนกระจกตาม ISO 14065 และได้รับการรับรองระบบงานจากคณะกรรมการการมาตรฐานแห่งชาติ ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่ให้การรับรองระบบงาน ครอบคลุมขอบข่ายการขนส่งทางอากาศ ข้อกำหนดเฉพาะของ ICAO – CORSIA สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนสายการบินให้สามารถปฏิบัติงานให้ สอดคล้องตามข้อบังคับในระดับประเทศและระดับสากล รวมทั้งมีส่วนช่วยในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนตาม แนวทางมาตรฐานสากล (สุรพงษ์ วีระไวทยะ, 2025: 69)

3. ความสำคัญของเชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel)

3.1 แหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ยั่งยืน

เชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel) หรือ SAF มีความสำคัญ ต่อการขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศและสิ่งแวดล้อม ด้วย SAF จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable & Sustainable Energy) ที่สามารถผลิตจากแหล่งพลังงานที่สามารถสร้างใหม่ได้ในธรรมชาติ และมีความเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

3.2 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ

ปรากฏผลงานการศึกษาทางวิชาการจำนวนหนึ่งที่ได้เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจก ในวงจรชีวิตของ SAF กับปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวงจรชีวิตของเชื้อเพลิงอากาศยานจากปิโตรเลียมทั่วไป โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก SAF มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าเชื้อเพลิงอากาศยานทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น ผลงานทางวิชาการเรื่อง Well-to wake analysis of ethanol-to-jet and sugar-to-jet pathways โดย Han และคณะ (Han et al. 2017) ระบุว่า SAF สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 16 – ร้อยละ 67 ตามชนิดของวัตถุดิบตั้งต้น และกระบวนการผลิต

3.3 การเปลี่ยนแปลงทางนโยบายและกฎหมายที่กำกับดูแลเกี่ยวกับการขนส่งระหว่างประเทศ

จากข้อบังคับและกฎหมายเกี่ยวกับการบินระหว่างประเทศที่กำลังจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทาง ที่มีข้อกำหนดเพื่อการรักษาสีสิ่งแวดล้อมมากขึ้น SAF กำลังจะกลายเป็นเชื้อเพลิงอากาศยานที่มีบทบาทสำคัญ สำหรับการขนส่งระหว่างประเทศ ด้วยชนิดของเชื้อเพลิงอากาศยานมีความสำคัญต่อการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซคาร์บอนที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ส่งผลให้หน่วยงานหลักด้านการขนส่ง ทางอากาศระหว่างประเทศ ได้แก่ องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization, ICAO) สมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (International Air Transport Association,

(ATA) ได้มีการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ที่จะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนระยะยาว เช่น โครงการการลด และชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนสำหรับธุรกิจการบิน (ICAO's Carbon Offsetting and Reduction Scheme, CORSIA) ที่มีการตั้งเป้าหมายเพื่อจะจำกัดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ถึงปี ๒๐๓๕ (พ.ศ. ๒๕๗๔) จากค่ามาตรฐานคาร์บอนสุทธิที่มีการเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไว้ในปี ๒๐๒๐ (พ.ศ. ๒๕๖๓) และเป้าหมายระยะยาว ในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นศูนย์ (Long-term aspirational goal (LTAG) of net-zero carbon dioxide (CO₂) emissions by 2050) ภายในปี ค.ศ. ๒๐๕๐ (พ.ศ. ๒๕๖๓) ในการที่จะไปถึงเป้าหมายเหล่านี้ ICAO ได้ทำการศึกษาล้างงานเชื้อเพลิงอากาศยาน โดยผลการศึกษาของ ICAO พบว่า SAF เป็นเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการบินระหว่างประเทศที่มีศักยภาพที่สุดในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนภายในปี ๒๐๕๐ เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่น เช่น โฮโตรเจน

นอกจากนี้ สหภาพยุโรปยังอยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อออกกฎหมาย ReFuelEU Aviation Initiative ที่กำหนดให้มีการใช้ SAF โดยกฎหมายนี้จะมีผลใช้บังคับในปี ๒๕๖๘ และจะส่งผลให้สายการบิน ต้องเพิ่มสัดส่วนการผสมเชื้อเพลิงอากาศยานสองชนิด คือ เชื้อเพลิงอากาศยานทั่วไป และ SAF ตามสัดส่วน ที่กำหนดในแต่ละปี ซึ่งหากสายการบินฝ่าฝืนข้อกำหนดนี้ จะมีการเรียกค่าปรับเข้าสู่กองทุนสนับสนุน กองทุนการบินที่ยั่งยืนและกระตุ้นการพัฒนาวัตรกรรมการวิจัยด้านเทคโนโลยีการบินที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ของสหภาพยุโรป นอกจากการควบคุมการใช้เชื้อเพลิงของสายการบินแล้ว กฎหมายฉบับดังกล่าวยังมีผล

ในการควบคุมผู้ประกอบการธุรกิจการทำอากาศยานของสหภาพยุโรปที่จะต้องทำหน้าที่รายงานการใช้ SAF ของเครื่องบินที่บินลงจอดในสนามบินของประเทศภาคีของสหภาพยุโรปอีกด้วย

ข้อบังคับและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบินระหว่างประเทศข้างต้น อาจส่งผลให้เกิดความต้องการใช้ 5AF ในประเทศไทยสำหรับสายการบินที่มีเส้นทางบินไปยังประเทศปลายทางในยุโรป หรือประเทศที่เข้าร่วม โครงการ CORSIA (เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และไทย เป็นต้น) ทั้งนี้ หากความต้องการใช้ SAF ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดมีปริมาณเกินกว่าปริมาณที่อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงอากาศยานในประเทศไทย สามารถผลิตได้ในระยะแรก ประเทศไทยอาจจำเป็นต้องนำเข้า SAF จากต่างประเทศเพื่อให้บริการแก่สายการบิน ที่มีเส้นทางการบินระหว่างประเทศ หรือในกรณีที่วัตถุดิบเพื่อการมอดิต SAF ภายในประเทศขาดแคลน หรือมีราคา สูงเกินไป อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงอากาศยานภายในประเทศอาจจำเป็นต้องนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ เพื่อผลิต SAF

ในการนำเข้าวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จของ SAF พิกัดศุลกากรมีบทบาทสำคัญอย่างมาก เนื่องจากพิกัดศุลกากรมีผลต่อค่าภาษีอากรที่รัฐจะจัดเก็บจากสินค้านำเข้า มีผลต่อการพิจารณาสิทธิพิเศษ ทางการค้า และการควบคุมการนำเข้า พิกัดศุลกากรที่ผู้ประกอบการจะสำแดงในใบขนสินค้าขาเข้าจึงควรเป็นพิกัด ศุลกากรที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงของสินค้าและสภาพของสินค้านั้น ๆ ณ ขณะที่น่าจะสำเร็จ (สุธนัฐา ตันตยกุล, 2024: 3)

4. วัตถุดิบในการสร้างเชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF)

จากการศึกษาด้านการตลาดของน้ำมันอากาศยานชีวภาพ นอกเหนือจากหลักอุปสงค์/อุปทานและเทคโนโลยีการผลิตแล้ว อากาศยาน จากการศึกษานิตของวัตถุดิบที่มีศักยภาพการผลิตน้ำมันยานชีวภาพ สรุปได้ดังนี้ ชนิด/ปริมาณและราคาวัตถุดิบถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อความยั่งยืนของธุรกิจผลิตน้ำมัน

4.1 ชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตร

จากข้อมูลของศูนย์วิจัยเชื้อเพลิงและพลังงานจากชีวมวล พบว่ามี การนำชีวมวลเหลือทิ้ง เช่น แกลบ ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล ทะลายปาล์ม เศษไม้และไม้พิน มาใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ แล้วกว่า 42 ล้านตัน เช่น ถ่านและถ่านอัด เเผาในโรงงานไฟฟ้าชีวมวล และแผ่นไม้อัด เป็นต้น จาก การศึกษา พบว่า ถ้าใช้ชีวมวลเป็นวัตถุดิบตั้งต้น 2 - 6 ตันต่อวัน จะผลิตน้ำมันไบโอดีเซลได้ประมาณ 200 - 330 ลิตรต่อวัน คิดเป็นอัตราผลผลิต (Percent Yield) ประมาณร้อยละ 9 และมีประสิทธิภาพการผลิตร้อยละ 23 ถ้า ราคาชีวมวลอยู่ที่ 500 - 1,000 บาทต่อตัน คิดเป็นต้นทุนการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพ 80 - 115 บาทต่อลิตร

4.2 พืชพลังงานสำหรับผลิตน้ำมันไบโอเจ็ตดีเซล (Bio-jet Diesel)

เป็นพืชที่สามารถนำมาผลิต น้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตน้ำมันอากาศยานชีวภาพ (Bio-jet Diesel) คือ ปาล์มน้ำมันถั่วเหลือง มะพร้าว และสบู่ดำ เป็นต้น จากข้อมูลปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยผลิตน้ำมันพืชทุกชนิดรวมกันได้ 6.725 ล้านตัน ส่วนใหญ่เป็นน้ำมันปาล์มดิบ 2.475 ล้านตัน น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1,005 ล้านตัน น้ำมันถั่วเหลือง บริสุทธิ์ 0.427 ล้านตัน และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 0.044 ล้านตัน มีการใช้ในประเทศร้อยละ 75 และส่งออก ร้อยละ 25 โดยมีการใช้น้ำมันพืชเพื่อการบริโภคร้อยละ 52 และนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ร้อยละ 48 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำมันปาล์มดิบ

4.3 พืชพลังงานสำหรับผลิตน้ำมันไบโอเอทานอล หรือแอลกอฮอล์ทูเจ็ท (Alcohol to Jet: AtJ)

พืชที่สามารถนำมาผลิตน้ำมันไบโอเอทานอลเพื่อใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน คือ อ้อย มันสำปะหลัง และน้ำมันปรุง อาหารใช้แล้ว เป็นต้น จากข้อมูลกรมธุรกิจพลังงานปี พ.ศ. 2566 พบว่า มีการผลิตเอทานอลรวม 4.121 ล้านลิตร ต่อวัน โดยผลิตจากกากน้ำตาลคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 58 ของปริมาณเอทานอลทั้งหมด มันสำปะหลัง สัดส่วน ร้อยละ 38 และน้ำอ้อยสัดส่วนร้อยละ 4 ณ เดือนมกราคม 2567 ประเทศไทยมีโรงงานผลิตเอทานอลรวม 27 โรง มีกำลังการผลิตรวม 6.75 ล้านลิตรต่อวัน

4.4 น้ำมันปรุงอาหารใช้แล้ว

ในประเทศสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรปมีการนำน้ำมันปรุงอาหารใช้ แล้วมาผลิตเป็นน้ำมันอากาศยานชีวภาพเชิงพาณิชย์ สำหรับประเทศไทยมีการใช้น้ำมันพืชปรุงอาหารใน คริวเรือนและร้านอาหารมากกว่าร้อยละ 60 ของน้ำมันพืชที่ใช้เพื่อการบริโภค คิดเป็นปริมาณ 1.754 ล้านตันต่อปี น้ำมันปรุงอาหารร้อยละ 80 จะเปลี่ยนรูปเป็นน้ำมันปรุงอาหารใช้แล้ว คิดเป็นปริมาณ 1.403 ล้านตันต่อปี

ปริมาณการผลิตน้ำมันอากาศยานชีวภาพ (production yields) ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านอุปทานของ วัตถุดิบเป็นหลัก คือ วัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำมันชีวภาพ อัตราการใช้กำลังการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตของ โรงงาน สัดส่วน การใช้น้ำมันชีวภาพในประเทศ และสัญญาระหว่างผู้ผลิตและผู้ใช้ (offtake agreement)

5. ศึกษาปริมาณอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF) แต่ละประเภท

5.1 เทคโนโลยีไบโอแก๊สแก๊สซิฟิเคชันร่วมกับฟิชเชอร์ทรอปช์ (Biomass Gasification + Fischer-Tropsch: Gas + FT) ไบโอแก๊สแก๊สซิฟิเคชัน (Biomass Gasification)

เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูป ทางเคมีด้วยความร้อน (Thermochemical Conversion Process) ของวัสดุ ชีวมวลคาร์บอนสูง เช่น ของเหลือทิ้งหรือขยะชีวภาพ ไม้หรือถ่านหินผ่านตัวกลาง เช่น อากาศที่มีออกซิเจนจำกัด หรือไอน้ำ โดยให้ความร้อนที่ อุณหภูมิสูงกว่า 700 องศาเซลเซียส เปลี่ยนรูปจากพลังงานเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นก๊าซ ที่เผาไหม้ได้ (Combustible Gas) ก๊าซที่ได้จะมีส่วนผสมของคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจนและไอน้ำ เรียกรวมว่า ซินแกซ (syngas) จากนั้นซินแกซจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวไฮโดรคาร์บอน โดยผ่านกระบวนการฟิชเชอร์ทรอปช์ (FT) เรียกว่า แนพทา (Naphtha) กระบวนการ FT ที่แตกต่างกันสอง กระบวนการที่ได้รับการรับรองโดย American Society for Testing and Materials (ASTM) ได้แก่ กระบวนการ ผลิตเชื้อเพลิงอากาศยานพาราฟินิกตรง (SPK) และกระบวนการผลิตสารประกอบอะโรมาติกเพิ่มเติม (SAK) ทั้งสอง กระบวนการใช้คาร์บอนที่มีวัสดุเริ่มต้นตาม ข้อกำหนดเฉพาะน้ำมันอากาศยานชีวภาพที่ได้จากเทคโนโลยี Gas + FT สามารถใช้ผสมกับน้ำมันอากาศยานฟอสซิล (JetA-1) ได้สูงสุด สำหรับทั้งสองตัวเลือก คือ ร้อยละ 50

5.2 เทคโนโลยีเอสเทอร์และกรดไขมันไฮโดรโปรเซส (Hydro-processed Esters and Fatty Acids: HEFA)

เป็นกระบวนการกลั่นน้ำมันพืช น้ำมันพืชใช้แล้วหรือไขมันให้เป็นน้ำมันอากาศยานชีวภาพ โดย ผ่านกระบวนการ เติมไฮโดรเจนในขั้นตอนแรกของกระบวนการ HEFA ออกซิเจนจะถูกกำจัดออกโดยการไฮโดรดี ออกซิเนชั่น จากนั้นโมเลกุลพาราฟินิกจะถูกแตกตัวเป็นไอโซเมอร์ตามความยาวของสายโซ่น้ำมันอากาศยาน กระบวนการ HEFA คล้ายคลึงกับกระบวนการผลิตดีเซลทดแทนที่ผ่านการบำบัดด้วยไฮโดรเจน แต่จะมีการแตก ตัวที่รุนแรง ยิ่งขึ้นของโมเลกุลคาร์บอนที่มีสายโซ่ยาวกว่า น้ำมันอากาศยานชีวภาพที่ได้จากเทคโนโลยี HEFA สามารถใช้ผสม กับน้ำมันอากาศยานฟอสซิลในอัตราส่วนผสมสูงสุด คือ ร้อยละ 50

5.3 เทคโนโลยีไดเรกซูการ์ทูไฮโดรคาร์บอน (Direct Sugars to Hydrocarbons: DSHC)

เป็นเทคโนโลยีการผลิตน้ำมันอากาศยานชีวภาพจากกระบวนการผลิตตรงจากน้ำตาลซูโครสไฮโดรคาร์บอน โดยการย่อย สลายน้ำตาลด้วยเอนไซม์ให้กลายเป็นไฮโดรคาร์บอนประเภทฟาร์เนซีน (farnesene type) ซึ่งเป็นไฮโดร คาร์บอนที่ แตกแขนงด้วยพันธะคู่หลายพันธะ จากนั้นจะเปลี่ยนให้เป็นโมเลกุลอัลเคนเดี่ยวที่มีกิ่งก้านปานกลาง (ความ บริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 98) ทำให้ได้ค่าซีเทนสูงกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป มีความหนาแน่น ความหนืด และ

โมดูลัสที่มีปริมาณมวลที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงดีเซลทั่วไป น้ำมันอากาศยานชีวภาพที่ได้จากเทคโนโลยี DSHC สามารถใช้ผสมกับน้ำมันอากาศยานฟอสซิลในอัตราส่วนผสมสูงสุด คือ ร้อยละ 10

5.4 เทคโนโลยีไบโอแก๊สซิฟิเคชันร่วมกับบิโรรมาติกฟิชเชอร์ทรอปช์ (Biomass Gasification + Fischer-Tropsch with Aromatics: Gas + FTA)

เป็นการผลิตน้ำมันอากาศยานชีวภาพโดยใช้น้ำมัน ชีวภาพที่ได้จากกระบวนการ Fischer-Tropsch ที่ผ่านการกลั่นแล้วเป็นการสังเคราะห์อะโรมาติกส์และการ บำบัดด้วยไฮโดรทรีตของอัลเคนและออกซิเจนให้เปลี่ยนรูปเป็นอัลเคนเป็นการเปลี่ยนแปลงทางโมเลกุล เพื่อผลิต เป็นน้ำมันอากาศยานชีวภาพเต็มรูปแบบ น้ำมันอากาศยานชีวภาพที่ได้จากเทคโนโลยี Gas + FTA สามารถใช้ ผสมกับน้ำมันอากาศยานฟอสซิลในอัตราส่วนผสมสูงสุด คือ ร้อยละ 50

5.5 เทคโนโลยีแอลกอฮอล์ทูเจ็ท Alcohol-to-Jet (AtJ)

เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากพืช เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด เป็นต้น ให้เป็น น้ำมันอากาศยานชีวภาพด้วยการนำเอาออกซิเจนออกแล้วเชื่อมโยง โมเลกุลเข้าด้วยกันเพื่อเพิ่มความยาวของสาย ใช้คาร์บอนให้ให้ตามที่ต้องการ เช่น โอลิโกเมโรเซชัน ปัจจุบันมี วัตถุประสงค์ทั้งต้นสองชนิดที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ใน เทคโนโลยี At) ได้แก่ เอทานอลและไอโซ-บิวทานอล น้ำมัน อากาศยานชีวภาพที่สามารถใช้ผสมกับน้ำมัน อากาศยานฟอสซิลในอัตราส่วนผสมสูงสุด คือ ร้อยละ 50

5.6 เทคโนโลยีตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดรเทอร์โมไลซิส (Catalytic Hydro-thermolysis Jet: CHJ)

เป็นกระบวนการผ่านการแปลงเอสเทอร์ของกรดไขมันและกรดไขมันอิสระให้เป็นน้ำมันอากาศยานชีวภาพ ตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดรเทอร์โมไลซิส ตามด้วยการบำบัดด้วยไฮโดร ทรีตเมนต์ไฮโดรแครกกิ้งหรือไฮโดรไอโซเมโรเซชันและการแยกส่วน ตามลำดับ น้ำมันอากาศยานชีวภาพที่ผลิตได้จากกระบวนการ CHI สามารถใช้ผสมกับ น้ำมันอากาศยานจากฟอสซิลได้ในอัตราส่วนผสมสูงสุดไม่เกินร้อยละ 50

5.7 เทคโนโลยีการใช้สาหร่ายผลิตน้ำมันอากาศยานชีวภาพด้วยวิธีเอสเทอร์ไฮโดรทรีตและกรด ไขมัน (HEPA from Algae)

เป็นกระบวนการนำไฮโดรคาร์บอนจากมวลชีวภาพสาหร่าย กรดไขมันอิสระและ เอสเทอร์ของกรดไขมัน มาอัพเกรดโดยนำสาหร่ายมาผ่านกระบวนการไฮโดรคาร์บอน เพื่อกำจัดออกซิเจนออก ทั้งหมดทำให้ได้โมเลกุล ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว สาหร่ายที่ได้รับการยอมรับในกระบวนการผลิต HEFA คือสาหร่ายสายพันธุ์ Botryococcus braunii มีอัตราส่วนผสมสูงสุดกับน้ำมันอากาศยานฟอสซิล คือ ร้อยละ 10

5.8 เทคโนโลยีประมวลผลผสมรวมไขมันและน้ำมันพืช (Fat, Oil & Grease Co-processing: FOG Co-processing)

เป็นกระบวนการนำน้ำมันพืช น้ำมันพืชใช้แล้วและไขมัน หรือชี้ผึ้งมาผสมกับวัตถุดิบตั้ง ต้นน้ำมันดิบทั่วไป ในหอกลั่นน้ำมันดิบฟอสซิลที่มีอยู่ในโรงกลั่นน้ำมันฟอสซิล วิธีนี้ไม่ใช่เส้นทางการผลิตที่มุ่งเน้น การผลิตน้ำมันอากาศยานชีวภาพ แต่เป็นวิธีป้อนไขมันหรือน้ำมันพืชผสมรวมกับน้ำมันดิบในอัตราไม่เกินร้อยละ 5 เข้าไปในหอกลั่นน้ำมันดิบฟอสซิลเพื่อผลิตเป็นน้ำมันอากาศยานคาร์บอนต่ำ

5.9 เทคโนโลยีผสมผสานร่วมกับกระบวนการฟิชเชอร์ทรอปซ์ (FT Co-processing)

เป็นกระบวนการนำวัสดุชีวมวลที่มีคาร์บอนสูงมาเผาแบบไร้อากาศทำให้เกิดก๊าซเชื้อเพลิงชีวภาพ ก๊าซแต่ละชนิดจะ ถูกแยกส่วนตามลักษณะโครงสร้างแต่ละชนิด จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่หอกลั่นน้ำมันดิบฟอสซิลในโรงกลั่นน้ำมัน ฟอสซิล เป็นวิธีป้อนน้ำมันชีวภาพผสมรวมกับน้ำมันดิบฟอสซิลในอัตราไม่เกินร้อยละ 5 เข้าไปในหอกลั่นน้ำมันดิบเพื่อผลิตเป็นน้ำมันอากาศยานคาร์บอนต่ำ

อภิปรายผล

1. การเปลี่ยนผ่านที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงของอุตสาหกรรมการบิน

ความตกลงปารีส เปรียบเสมือนการปักหมุดหมายของโลกที่ทุกภาคส่วนต้องมุ่งสู่การลดคาร์บอน ผลการวิจัยชี้ว่า CORSIA คือกลไกที่แปลงเป้าหมายนามธรรมนั้นให้กลายเป็น ข้อบังคับที่เป็นรูปธรรม สำหรับอุตสาหกรรมการบิน การที่ CORSIA จะกลายเป็นภาคบังคับเต็มรูปแบบในปี 2027 ถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่ทำให้การลดคาร์บอนไม่ใช่ "ทางเลือก" อีกต่อไป แต่เป็น "ความจำเป็น" ในการดำเนินธุรกิจของสายการบินทั่วโลก แรงกดดันนี้ได้มาจาก CORSIA เพียงอย่างเดียว แต่ยังมาจากนโยบายของภูมิภาคอื่น เช่น ReFuelEU ของสหภาพยุโรป ซึ่งเป็นการตอกย้ำว่ากระแสโลกกำลังมุ่งไปในทิศทางเดียวกันอย่างไม่อาจย้อนกลับได้

2. SAF: จากภาระต้นทุนสู่เครื่องมือสร้างความสามารถในการแข่งขัน

ท่ามกลางแรงกดดันดังกล่าว ผลการวิจัยได้ชี้ชัดว่า น้ำมันอากาศยานแบบยั่งยืน (SAF) คือทางออกเชิงรุกและยั่งยืนที่สุด การอภิปรายในประเด็นนี้พบว่า SAF มีความสำคัญเหนือกว่าการซื้อคาร์บอนเครดิตมาชดเชย เพราะเป็นการ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต้นทาง ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายระยะยาวในการปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero) ได้ดีกว่า

ดังนั้น การลงทุนและพัฒนา SAF จึงไม่ใช่เป็นเพียงการปฏิบัติตามกฎระเบียบเพื่อหลีกเลี่ยงค่าปรับ แต่เป็นการปรับเปลี่ยนโมเดลธุรกิจเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว สายการบินหรือประเทศใดที่สามารถเข้าถึง SAF ที่มีราคาแข่งขันได้ก่อน ย่อมมีความได้เปรียบทั้งในด้านภาพลักษณ์และต้นทุนการดำเนินงานในอนาคต

3. โอกาสเชิงยุทธศาสตร์ของประเทศไทย

ผลการวิจัยได้เปิดให้เห็น โอกาสมหาศาลสำหรับประเทศไทย ซึ่งมีความได้เปรียบเชิงยุทธศาสตร์จากความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของวัตถุดิบ

- ความหลากหลายคือความมั่นคง: ประเทศไทยไม่ได้พึ่งพิงวัตถุดิบชนิดเดียว แต่มีทั้ง น้ำมันปรุงอาหารใช้แล้ว (UCO), ชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตร (แกลบ, ชานอ้อย), และ พืชพลังงาน (ปาล์ม, อ้อย, มันสำปะหลัง) การมีวัตถุดิบหลายตะกร้าช่วยลดความเสี่ยงด้านการขาดแคลนและราคาผันผวน
- เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับวัตถุดิบ: ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงเทคโนโลยีที่ได้รับการรับรองแล้วซึ่งสอดคล้องกับจุดแข็งของไทย เช่น
 - เทคโนโลยี HEFA เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับ น้ำมันปาล์ม และ น้ำมันปรุงอาหารใช้แล้ว
 - เทคโนโลยี Alcohol-to-Jet (AtJ) สอดคล้องกับอุตสาหกรรม อ้อยและมันสำปะหลัง ที่ไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก

อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยยังสะท้อนถึง ความท้าทายสำคัญ นั่นคือ ต้นทุนการผลิต ที่ยังสูงอยู่ การจะเปลี่ยนศักยภาพให้กลายเป็นความจริงได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยนโยบายภาครัฐที่ชัดเจนในการส่งเสริมการลงทุน การสร้างอุปสงค์ในประเทศ และการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก

บรรณานุกรม

มนนภา เทพสุด,ชนิษฐา ชัยรัตน์วรณ.(2567).ภาวะโลกร้อน: ภัยคุกคามร้ายแรงที่ถูกขับเคลื่อนบนโลกยุค

อุตสาหกรรม.วารสารสมาคมนักวิจัย.ปีที่ 29.หน้าที่ 96-113

สุจรรยา จันทศิริ.(2567).การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม น้ำมันอากาศ

ยานชีวภาพจากของเหลือทิ้งชีวภาพและพืชพลังงาน.วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.ปีที่ 16 ฉบับที่ 24.หน้าที่ 127-146

สุรพงษ์ วีระไวยะ(2567).แนวทางลดการบอนธุริกิสายการบิน เพื่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม.วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน.ปีที่ 2 ฉบับที่ 3.หน้าที่ 67-87

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/>

IATA. (2023). Sustainable aviation fuel output increases, but volumes are still low. Chart of the Week. The International Air Transport Association. <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/sustainable-aviation-fuel-output-increases-but-volumes-still-low/>

ICAO. (2023). Third ICAO Conference on Aviation and Alternative Fuels (CAAF/3). Dubai, United Arab Emirates. International Civil Aviation Organization. <https://www.icao.int/Me>