แนวทางและความตั้งใจในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Approaches and Intentions to Reducing Carbon Emissions in the Industrial Sector of Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

ภัทรพล ชุ่มมี[1] และ ปรีชา คำมาดี[2,*]

Pattarapon Chummee[1] and Preecha Khammadee[2,*]

Received : August 26, 2025 Revised : November 5, 2025 Accepted : November 25, 2025

บทคัดย่อ

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคอุตสาหกรรมของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเพิ่มขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ จึงจำเป็นต้องมีแนวทางลดผลกระทบอย่างยั่งยืน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแนวทางและความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรม 2) เพื่อศึกษาผลของตัวแปรตามกรอบแนวคิดที่มีต่อความตั้งใจดังกล่าว และ 3) เพื่อเสนอแนะแนวทางการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้เกิดความยั่งยืน โดยเก็บข้อมูลจากผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมจำนวน 480 ราย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM)

ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรสำคัญจากการวิเคราะห์ CFA คือ “การเลือกวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีคาร์บอนต่ำ” (PEN4 = 0.753) สะท้อนถึงความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการ ส่วนผลการวิเคราะห์ SEM พบว่า “เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม” มีอิทธิพลสูงสุดต่อความตั้งใจลดคาร์บอน ($\beta = 0.732$, $p < .001$) โดยแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก ($\chi^2/df = 1.88$, GFI = 0.999, RMSEA = 0.042, SRMR = 0.037) และมีค่า $R^2 = 0.712$ อธิบายความตั้งใจลดคาร์บอนได้ร้อยละ 71.2 ดังนั้นภาครัฐควรส่งเสริมทัศนคติและแรงจูงใจด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีหรือเงินทุนสนับสนุนการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาด ขณะที่ภาคอุตสาหกรรมควรเน้นการใช้วัสดุคาร์บอนต่ำและกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างความยั่งยืนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในระยะยาว

คำสำคัญ: การลดการปล่อยคาร์บอน บรรทัดฐานส่วนบุคคล เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม บรรทัดฐานเชิงสังคม

---

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

[1] Assistant Professor, College of Innovation Management, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patrongage

[2,*] อาจารย์ วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

[2,*] Lecturer, College of Innovation Management, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patrongage

[*]Corresponding author: Pattarapon@vru.ac.th

Abstract

Carbon dioxide emissions from the industrial sector in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province have continued to increase alongside economic growth, highlighting the need for sustainable mitigation strategies. The objectives of this study were: (1) to analyze the components and intentions related to carbon emission reduction in the industrial sector, (2) to examine the effects of variables within the conceptual framework on such intentions, and (3) to propose sustainable approaches for reducing industrial carbon emissions in Phra Nakhon Si Ayutthaya. Data were collected from 480 industrial entrepreneurs and analyzed using Confirmatory Factor Analysis (CFA) and Structural Equation Modeling (SEM).

The findings revealed that the key indicator from the CFA was “the selection of environmentally friendly and low-carbon materials” (PEN4 = 0.753), reflecting the environmental awareness of industrial entrepreneurs. The SEM results indicated that “attitude toward behavior” had the strongest influence on the intention to reduce carbon emissions (β = 0.732, $p < .001$). The model demonstrated an excellent fit with the empirical data (χ^2/df = 1.88, GFI = 0.999, RMSEA = 0.042, SRMR = 0.037) and an explanatory power of R^2 = 0.712, meaning that 71.2% of the variance in carbon reduction intention could be explained by the model. Therefore, government agencies should promote positive environmental attitudes and provide motivational incentives, such as tax benefits or financial support for clean technology investment. Meanwhile, the industrial sector should emphasize the use of low-carbon materials and environmentally friendly production processes to foster sustainability and enhance the long-term competitiveness of Phra Nakhon Si Ayutthaya Province.

Keywords: Carbon emission reduction, Personal norms, Attitude toward the behavior

1. บทนำ

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ในภาคพลังงาน การคมนาคม และภาคอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสุขภาพของมนุษย์ทั่วโลก (IPCC, 2021) สำหรับประเทศไทย จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหนึ่งในพื้นที่อุตสาหกรรมหลักที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจระดับประเทศและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีโรงงานอุตสาหกรรมกว่า 2,500 แห่งในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมหลัก เช่น นิคมโรจนะ นิคมไฮเทค และนิคมบางปะอิน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2564) จากการศึกษาของ Yensukho et al. (2022) ซึ่งวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลพระนครศรีอยุธยา พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมประมาณ 99,137.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยภาคพลังงานมีสัดส่วนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 49 ของการปล่อยทั้งหมด รองลงมาคือภาคของเสียร้อยละ 36 การขนส่งร้อยละ 11 และภาคที่ดินและป่าไม้ ร้อยละ 4 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของภาคพลังงานและภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดอยุธยาในฐานะแหล่งปล่อยคาร์บอนหลักของประเทศ

ในบริบทของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศสมาชิกอาเซียนกำลังเผชิญกับความท้าทายจากการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยังคงพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างหนัก โดยเฉพาะในภาคพลังงานและอุตสาหกรรมการผลิต งานของ

Triani et al. (2023) ระบุว่าประเทศในอาเซียน เช่น อินโดนีเซีย เวียดนาม ไทย และมาเลเซีย มีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้ารวมกันสูงถึงร้อยละ 79.7 ของภูมิภาค ซึ่งส่วนใหญ่ยังใช้ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ ส่งผลให้ภูมิภาคนี้กลายเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนที่เติบโตเร็วที่สุดในโลก แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงสถานการณ์ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีโครงสร้างพลังงานและอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับรูปแบบของภูมิภาคอาเซียน โดยเฉพาะในนิคมอุตสาหกรรมโรจนะและไฮเทคที่มีการใช้พลังงานฟอสซิลเข้มข้น อุตสาหกรรมหลักในพื้นที่ เช่น เหล็ก ปิโตรเคมี สิ่งทอ และอาหารแปรรูป ถือเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนสำคัญที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงสูง (Yensukho et al., 2022; กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2564) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้จังหวัดอยุธยามีระดับการปล่อยคาร์บอนสูงกว่าจังหวัดอุตสาหกรรมอื่น เช่น สมุทรปราการและชลบุรี

ในระดับประเทศไทย การขยายตัวของเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมยังคงเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง งานของ Liu et al. (2023) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศกลุ่มอาเซียน รวมถึงประเทศไทย ยังคงเป็นเชิงบวก โดยเฉพาะในประเทศที่มีโครงสร้างเศรษฐกิจอิงภาคอุตสาหกรรม เช่น ไทย การศึกษาของ Akaravarotha et al. (2025) และ Premashthira (2024) ชี้ว่าภาคอุตสาหกรรมของไทย โดยเฉพาะในจังหวัดอุตสาหกรรมหลัก เช่น พระนครศรีอยุธยา ยังคงขาดมาตรการเชิงพฤติกรรมของผู้ประกอบการในการลดการปล่อยคาร์บอน แม้จะมีนโยบายระดับชาติด้านคาร์บอนเครดิตและเทคโนโลยีสะอาด การขาดข้อมูลเชิงสถิติที่ชัดเจนของภาคอุตสาหกรรมในระดับจังหวัด โดยเฉพาะข้อมูลจำแนกตามประเภทอุตสาหกรรมและขนาดของกิจการ จึงเป็นช่องว่างเชิงวิชาการที่สำคัญ การศึกษานี้จึงมุ่งวิเคราะห์องค์ประกอบของแนวทางและความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของผู้ประกอบการในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อสร้างองค์ความรู้เชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมคาร์บอนต่ำของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหนึ่งในพื้นที่อุตสาหกรรมหลักของประเทศไทยที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจระดับชาติและภูมิภาคอาเซียน โดยมีโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า 2,500 แห่ง ครอบคลุมตั้งแต่อุตสาหกรรมเหล็ก ปิโตรเคมี แปรรูปอาหาร ไปจนถึงสิ่งทอ ซึ่งเป็นภาคการผลิตที่มีการใช้พลังงานฟอสซิลในระดับสูง (Yensukho et al., 2022) ที่ต้องเผชิญกับความท้าทายจากการเติบโตทางเศรษฐกิจที่มาพร้อมกับแรงกดดันด้านสิ่งแวดล้อม ประเทศในอาเซียนส่วนใหญ่ยังคงพึ่งพาแหล่งพลังงานจากฟอสซิลและอุตสาหกรรมที่ปล่อยคาร์บอนสูง เช่น การผลิตไฟฟ้าและการขนส่ง ส่งผลให้การลดคาร์บอนในระยะสั้นอาจมีผลกระทบต่อ GDP (Asian Development Bank, 2021) ดังนั้น การทำความเข้าใจแนวทางและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจของผู้ประกอบการในการลดการปล่อยคาร์บอนจึงมีความจำเป็น เพื่อสนับสนุนการออกแบบนโยบาย มาตรการจูงใจ และแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำที่เหมาะสมกับบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปรด้านบรรทัดฐานส่วนบุคคล บรรทัดฐานเชิงสังคม เจตคติต่อพฤติกรรม การสนับสนุนด้านนโยบาย กฎระเบียบของรัฐบาล การรับรู้ถึงพฤติกรรมควบคุม และความตั้งใจในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2.2 เพื่อค้นหาอิทธิพลของตัวแปรด้านบรรทัดฐานส่วนบุคคล บรรทัดฐานเชิงสังคม เจตคติต่อพฤติกรรม การสนับสนุนด้านนโยบาย กฎระเบียบของรัฐบาล การรับรู้ถึงพฤติกรรมควบคุม ที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางและความตั้งในในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษาเรื่องความตั้งใจลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีสำคัญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมวางแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) ที่ชี้ว่าพฤติกรรมเกิดจากเจตนา ซึ่งได้รับอิทธิพลจากทัศนคติ (Attitude) บรรทัดฐานเชิงสังคม (Social Norms) และการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control) ส่งผลต่อความตั้งใจลดคาร์บอน (Ajzen, 1991; Steg & Vlek, 2009; Liao, Zhan, & Huang, 2023) ทฤษฎีคุณค่า-ความเชื่อ-บรรทัดฐาน (Value-Belief-Norm Theory: VBN) อธิบายว่าพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมเกิดจากค่านิยมส่วนบุคคลผ่านความเชื่อด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความรู้สึกมีหน้าที่ (Personal Norms) จนเกิดเจตนาลดการปล่อยคาร์บอน (Stern, 2000; Thøgersen & Bergquist, 2023; Mouro & Duarte, 2021) ส่วนทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงสังคมและสิ่งแวดล้อม (Social and Environmental Change Theories) อธิบายว่าแรงกดดันจากนโยบาย กฎหมาย สถาบัน และสังคม สามารถส่งผลต่อความตั้งใจลดคาร์บอนของผู้ประกอบการ (Dubash et al., 2018; Song et al., 2022; Liu et al., 2023)

ตัวแปรสำคัญที่เชื่อมโยงทั้งสามทฤษฎี ได้แก่ ทัศนคติ (Attitude) บรรทัดฐานส่วนบุคคล (Personal Norms) บรรทัดฐานเชิงสังคม (Social Norms) การรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control) การสนับสนุนนโยบาย (Policy Support) กฎระเบียบของรัฐ (Government Regulations) แรงกดดันจากสถาบัน (Institutional Pressure) และเจตนาลดคาร์บอน (Intention to Reduce Carbon Emissions) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ศึกษาในบริบทของภาคอุตสาหกรรมไทยและจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้

ดังนั้นพบว่ายังขาดการบูรณาการปัจจัยด้านนโยบาย กฎระเบียบ และแรงกดดันทางสังคมในบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมสำคัญของประเทศ ช่องว่างนี้จึงสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาแบบจำลองเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงทฤษฎีพฤติกรรมวางแผน ทฤษฎีคุณค่า ความเชื่อ บรรทัดฐาน และทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงสังคม เพื่ออธิบายความตั้งใจลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมไทยได้อย่างเหมาะสม

3.1 บรรทัดฐานส่วนบุคคล และความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

บรรทัดฐานส่วนบุคคล หมายถึงความรับผิดชอบหรือความรู้สึกทางจริยธรรมของบุคคลต่อการปฏิบัติพฤติกรรมที่สนับสนุนสิ่งแวดล้อม (Schwartz, 1977) ทฤษฎี Value-Belief-Norm (VBN) ระบุว่าบรรทัดฐานส่วนบุคคลเป็นตัวแปรสำคัญที่สะท้อนแรงจูงใจภายในและมีผลต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน งานวิจัยของ Thøgersen และ Bergquist (2023) พบว่าบรรทัดฐานส่วนบุคคลเป็นตัวทำนายพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมที่แข็งแกร่งที่สุด การศึกษาในเอเชีย เช่น Tian et al. (2021) ชี้ว่าบรรทัดฐานส่วนบุคคลสามารถเสริมสร้างได้จากแรงกดดันทางสังคมและนโยบายองค์กร ในบริบทไทย งานวิจัยของ Akaravarotha et al. (2025) พบว่าผู้ประกอบการไทยมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม แต่การปฏิบัติจริงขึ้นอยู่กับการสนับสนุนจากภาครัฐและนโยบายองค์กร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมสำคัญที่มีโรงงานหลากหลายประเภท เช่น เหล็ก ปิโตรเคมี แปรรูปอาหาร และสิ่งทอ ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนหลัก การเข้าใจบรรทัดฐานส่วนบุคคลของผู้ประกอบการในพื้นที่นี้จึงสำคัญต่อการออกแบบมาตรการและนโยบายลดคาร์บอน แม้ว่างานต่างประเทศชี้ว่าบรรทัดฐานส่วนบุคคลส่งผลต่อพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม แต่ยังขาดการศึกษาในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมไทยโดยเฉพาะในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถสร้างเป็นสมมติฐานได้

H1: บรรทัดฐานส่วนบุคคล มีอิทธิพลทางตรงทางบวกต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.2 บรรทัดฐานเชิงสังคม และความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

จากการศึกษาระบุว่าบรรทัดฐานเชิงสังคมมีบทบาทสำคัญต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน โดยเฉพาะในบริบทประเทศไทยและกลุ่มคนรุ่นใหม่ (Koojaroenprasit et al., 2019) พบว่า บรรทัดฐานทางสังคมช่วยสร้างแรงจูงใจในรูปแบบของความคาดหวังและการยอมรับทางสังคม ทำให้บุคคลรู้สึกมีความรับผิดชอบในการลดการปล่อยมลพิษ ยิ่งไปกว่านั้น Helferich et al. (2023) พบว่าการส่งเสริมบรรทัดฐานเชิงสังคมผ่านกลไกของชุมชนหรือกลุ่มสังคมสามารถกระตุ้นให้บุคคลมีความตั้งใจที่จะลดการปล่อยคาร์บอนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อแรงกดดันทางสังคมถูกสร้างขึ้นอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงในบรรทัดฐานสังคมสามารถผลักดันให้บุคคลเลือกพฤติกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การลดการใช้พลังงานหรือเลือกวัสดุที่มีคาร์บอนต่ำ ซึ่งสะท้อนถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างบรรทัดฐานเชิงสังคมกับเจตนารมณ์ในการดำเนินพฤติกรรมที่ยั่งยืน Yensukho et al. (2022)

ในบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นจังหวัดอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย บรรทัดฐานเชิงสังคมถือว่ามีบทบาทสำคัญต่อการปรับพฤติกรรมของผู้ประกอบการอุตสาหกรรม เนื่องจากผู้ประกอบการมักได้รับแรงกดดันจากทั้งกลุ่มเพื่อนร่วมอุตสาหกรรม สมาคมวิชาชีพ และชุมชนรอบโรงงาน การสร้างมาตรการหรือโครงการที่ส่งเสริมบรรทัดฐานเชิงสังคม เช่น การรับรองโรงงานคาร์บอนต่ำ หรือการจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม สามารถเสริมสร้างความตระหนักและแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการยอมรับและดำเนินมาตรการลดการปล่อยคาร์บอนได้อย่างยั่งยืน อนึ่งยังจากการศึกษาระบุว่าบรรทัดฐานเชิงสังคมมีบทบาทสำคัญต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน โดยเฉพาะในบริบทประเทศไทยและกลุ่มคนรุ่นใหม่ (Koojaroenprasit et al., 2019) พบว่าบรรทัดฐานทางสังคมช่วยสร้างแรงจูงใจในรูปแบบของความคาดหวังและการยอมรับทางสังคม ทำให้บุคคลรู้สึกมีความรับผิดชอบในการลดการปล่อยมลพิษ ยิ่งไปกว่านั้น Helferich et al. (2023) พบว่าการส่งเสริมบรรทัดฐานเชิงสังคมผ่านกลไกของชุมชนหรือกลุ่มสังคมสามารถกระตุ้นให้บุคคลมีความตั้งใจที่จะลดการปล่อยคาร์บอนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อแรงกดดันทางสังคมถูกสร้างขึ้นอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงในบรรทัดฐานสังคมสามารถผลักดันให้บุคคลเลือกพฤติกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การลดการใช้พลังงานหรือเลือกวัสดุที่มีคาร์บอนต่ำ ซึ่งสะท้อนถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างบรรทัดฐานเชิงสังคมกับเจตนารมณ์ในการดำเนินพฤติกรรมที่ยั่งยืน Yensukho et al. (2022) ในบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นจังหวัดอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย บรรทัดฐานเชิงสังคมถือว่ามีบทบาทสำคัญต่อการปรับพฤติกรรมของผู้ประกอบการอุตสาหกรรม เนื่องจากผู้ประกอบการมักได้รับแรงกดดันจากทั้งกลุ่มเพื่อนร่วมอุตสาหกรรม สมาคมวิชาชีพ และชุมชนรอบโรงงาน การสร้างมาตรการหรือโครงการที่ส่งเสริมบรรทัดฐานเชิงสังคม เช่น การรับรองโรงงานคาร์บอนต่ำ หรือการจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม สามารถเสริมสร้างความตระหนักและแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการยอมรับและดำเนินมาตรการลดการปล่อยคาร์บอนได้อย่างยั่งยืน สามารถสร้างเป็นสมมติฐานได้คือ

H2: บรรทัดฐานเชิงสังคม มีอิทธิพลทางตรงทางบวกต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.3 เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม และความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

เจตคติที่มีต่อพฤติกรรมมีบทบาทสำคัญในการกำหนดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระดับองค์กร โดยเฉพาะในบริบทของภาคอุตสาหกรรมที่เผชิญแรงกดดันจากทั้งภาครัฐ ผู้บริโภค และตลาดทุนให้ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Steg et al., 2009) ดังนั้นเจตคติในภาคอุตสาหกรรมมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับ

การพัฒนานวัตกรรมสีเขียวหรือเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในกรณีที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ตัวอย่างเช่น ในการเลือกใช้พลังงานทดแทนหรือการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Stern, 2000) ด้านสมมติฐานจากการศึกษาของ Liao et al. (2023) พบว่าเจตคติที่มีต่อพฤติกรรมมีผลกระทบเชิงบวกต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน โดยเฉพาะในบริบทของการลดการปล่อยคาร์บอนต่ำ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าบุคคลที่มีทัศนคติในทางบวกต่อการลดการปล่อยคาร์บอนมีแนวโน้มที่จะมีส่วนร่วมในพฤติกรรมที่จะลดการปล่อยคาร์บอนที่สูงขึ้น

ในบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นจังหวัดอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย มีโรงงานอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมเหล็ก ปิโตรเคมี แปรรูปอาหาร และสิ่งทอ ผู้ประกอบการในจังหวัดนี้จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญสำหรับการศึกษา เนื่องจากมีบทบาทต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนสูง การเข้าใจปัจจัยที่มีผลต่อเจตคติและความตั้งใจลดการปล่อยคาร์บอนของผู้ประกอบการในพื้นที่จะช่วยให้สามารถออกแบบนโยบาย มาตรการจูงใจ และแนวทางปฏิบัติที่สอดคล้องกับบริบทอุตสาหกรรมไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Yensukho et al., 2022) อนึ่งขาดการศึกษาด้านผลกระทบของเจตคติที่มีต่อพฤติกรรมต่อความตั้งใจลดการปล่อยคาร์บอนในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอยุธยา สามารถสร้างเป็นสมมติฐานได้คือ

H3: เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.4 การสนับสนุนด้านนโยบาย และความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

การสนับสนุนด้านนโยบายมีบทบาทสำคัญต่อความตั้งใจของผู้ประกอบการในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมที่เผชิญแรงกดดันทั้งจากมาตรการภาครัฐ คู่ค้าต่างประเทศ และความต้องการของผู้บริโภค (Liu et al., 2023) การสนับสนุนนโยบายสามารถมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เงินอุดหนุน การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี การส่งเสริมเทคโนโลยีสะอาด และกรอบกฎหมายที่สนับสนุนการลดการปล่อยคาร์บอน (U.S. Department of Energy, 2022) งานวิจัยระบุว่าผู้ประกอบการที่ได้รับการสนับสนุนเชิงบวกจากนโยบายมักมีเจตจำนงและความตั้งใจสูงกว่าในการลงทุนในเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2566) ประเทศไทยมีการพัฒนาแนวทางในการลดการปล่อยคาร์บอนอย่างยั่งยืนผ่านการสนับสนุนด้านนโยบายต่าง ๆ เช่น การส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน การสนับสนุนเทคโนโลยีที่ช่วยลดการปล่อยคาร์บอน และการพัฒนากรอบทางกฎหมายที่ส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้านสมมติฐานจากการศึกษาของ Liu et al. (2023) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการสนับสนุนนโยบายเพื่อความเป็นกลางของคาร์บอนและความตั้งใจที่จะมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน จากการวิจัยพบว่าการสนับสนุนนโยบายความเป็นกลางของคาร์บอนที่สูงขึ้นยังแสดงให้เห็นถึงความตั้งใจมากขึ้นที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องมากขึ้นสิ่งนี้บ่งชี้ว่าการสนับสนุนที่เพิ่มขึ้นสำหรับนโยบายดังกล่าวสามารถนำไปสู่ความมุ่งมั่นที่แข็งแกร่งในการมีส่วนร่วมในความพยายามที่มุ่งลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน เน้นถึงความสำคัญของการส่งเสริมการสนับสนุนสาธารณะสำหรับสภาพภูมิอากาศที่มีประสิทธิภาพ อนึ่งยังขาดการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสนับสนุนนโยบายกับความตั้งใจลดคาร์บอนในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอยุธยาโดยตรง สร้างเป็นสมมติฐานได้คือ

H4: ตัวแปรการสนับสนุนด้านนโยบาย ส่งผลทางตรงในทางบวกต่อตัวแปรของความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.5 กฎระเบียบของรัฐบาล และความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

Dubash et al. (2022) กฎระเบียบของรัฐบาลมีอิทธิพลอย่างมากต่อพฤติกรรมของภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะด้านการลดมลพิษและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ จากวิเคราะห์ว่าการกำหนดขอบเขตการปล่อยมลพิษอย่างเข้มงวดในอินเดียมีผลบังคับให้อุตสาหกรรมเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีสะอาดและระบบจัดการพลังงานที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการกำกับดูแลเชิงสิ่งแวดล้อมเชิงรุก ด้านสมมติฐานจากการศึกษาของ Song et al. (2022) ระบุว่า กฎระเบียบของรัฐบาลที่กำหนดโดยหน่วยงานกำกับดูแลมีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยมลพิษในท้องถิ่น กฎระเบียบเหล่านี้สามารถมีผลกระทบเชิงบวกในการลดการปล่อยคาร์บอน แต่ต้องมีการประสานงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการย้ายมลพิษไปยังพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม การมีกฎระเบียบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพจะช่วยให้การลดการปล่อยมลพิษบรรลุผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ในบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมของประเทศไทย การมีกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจนและบังคับใช้อย่างต่อเนื่องสามารถกระตุ้นให้ผู้ประกอบการเกิดความตั้งใจสูงในการลดการปล่อยคาร์บอน การศึกษาโดย ปภาดา เย็นสุขโข (2561) พบว่ากฎระเบียบของรัฐบาลที่ถูกออกแบบและบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถส่งผลเชิงบวกต่อการลดมลพิษในพื้นที่อุตสาหกรรม และยังช่วยสร้างแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการตัดสินใจลงทุนในเทคโนโลยีสีเขียวและนวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของการออกแบบนโยบายและมาตรการควบคุมที่เหมาะสมสำหรับการสร้างความตั้งใจและการดำเนินการลดคาร์บอนอย่างยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรมไทย อนึ่งยังขาดการศึกษาผลของกฎระเบียบต่อความตั้งใจลดคาร์บอนของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอยุธยาโดยตรง สามารถสร้างเป็นสมมติฐานได้คือ

H 5: ตัวแปรกฎระเบียบของรัฐบาล มีอิทธิพลทางตรงในทางบวกต่อตัวแปรความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.6 การรับรู้ถึงพฤติกรรมควบคุม และความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

การรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมมีบทบาทสำคัญต่อความตั้งใจของผู้ประกอบการในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมที่ต้องปรับตัวตามแรงกดดันจากนโยบายภาครัฐ มาตรการของคู่ค้า และความคาดหวังของสังคม (Li et al., 2023) ผู้ประกอบการที่มีการรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถและทรัพยากรเพียงพอในการดำเนินมาตรการลดการปล่อยคาร์บอน เช่น การปรับปรุงกระบวนการผลิต การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ หรือการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาด มักแสดงความตั้งใจสูงที่จะนำมาตรการเหล่านี้ไปปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

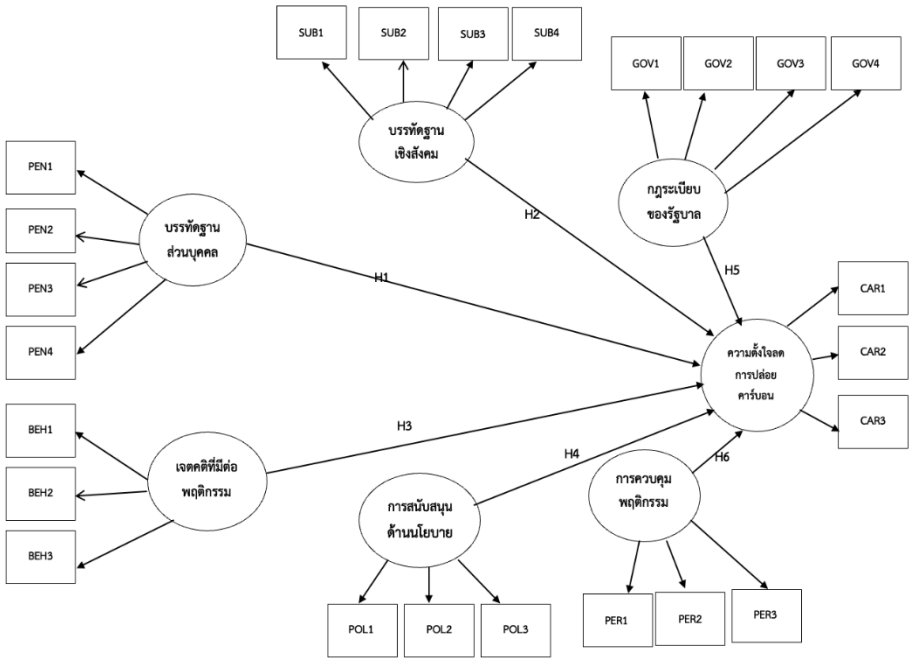
การศึกษาของ Yensukho et al. (2022) และ ปภาดา เย็นสุขโข (2561) พบว่า บรรทัดฐานเชิงสังคมมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นความตั้งใจของผู้ประกอบการในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะในชุมชนที่อยู่ใกล้กับแหล่งมรดกโลก เช่น เขตประตูชัย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดในเมือง การสร้างแรงกดดันจากกลุ่มเพื่อนร่วมอุตสาหกรรม สมาคมวิชาชีพ และชุมชนรอบโรงงาน ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีความตั้งใจที่จะปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่า การรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมมีอิทธิพลโดยตรงต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของผู้ประกอบการในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูงและมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก เช่น โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม การสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี หรือการสนับสนุนเงินทุนสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีที่ลดการปล่อยมลพิษ สามารถเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ประกอบการในการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อม อนึ่งยังขาดการศึกษาที่เจาะจงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมกับความตั้งใจลดคาร์บอนในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถสร้างเป็นสมมติฐานได้คือ

H6: ตัวแปรการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรม มีอิทธิพลทางตรงทางบวกต่อตัวแปรความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.7 ความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน

Irazuzta et al. (2024) กล่าวว่าความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนในอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซเป็นภาคที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด แนวทางนี้สนับสนุนการดำเนินการที่มีเป้าหมายในการลดการปล่อยมลพิษในระยะยาวอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับความตั้งใจของอุตสาหกรรมในการลดการปล่อยมลพิษ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการปฏิบัติตามข้อกำหนดของรัฐบาลและเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน ยิ่งไปกว่านั้น กระทรวงอุตสาหกรรม (2563) พบว่าความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรมของไทยมีความสัมพันธ์กับการสนับสนุนจากรัฐบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของนโยบายการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยมลพิษ (carbon trading) และการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาด นโยบายเหล่านี้ได้กระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมหันมาลงทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน

จากการศึกษาของ Yensukho et al. (2022) พบว่าเมืองพระนครศรีอยุธยา ที่เป็นเมืองมรดกโลก ได้รับผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่เขตเมืองพระนครศรีอยุธยา ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดในเมือง ทั้งนี้ การลดการปล่อยมลพิษในพื้นที่ดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของเมืองมรดกโลกแห่งนี้ ยิ่งไปกว่านั้นการลดการปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ยิ่งไปกว่านั้นการศึกษาของ Choomanee (2025) พบว่าอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดใกล้เคียง เช่น ราชบุรีและชลบุรี มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางถนนเป็นจำนวนมาก การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งและการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดการปล่อยมลพิษในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ สามารถสร้างเป็นกรอบแนวความคิดการวิจัยได้ดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพประกอบ 1 กรอบแนวความคิดการวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ มุ่งเน้นค้นหาคำตอบในการวิจัยด้วยการแสวงหาข้อเท็จจริง หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปร โดยมีความมุ่งหมายที่จะนำผลการวิจัยหรือข้อค้นพบนั้น ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ดังนั้นวิธีการดำเนินการวิจัยกำหนดดำเนินการวิจัยแบบตัดขวาง (cross sectional) เพื่อความเหมาะสมของการเข้าไปศึกษาข้อมูลในกิจการที่สามารถเก็บข้อมูลได้เพียงครั้งเดียว โดยเก็บแบบสอบถามระหว่างเดือน มิถุนายน 2568-กันยายน 2568 มีอัตราการตอบกลับร้อยละ 100 และได้รับการรับรองจริยธรรมเลขที่ 2568/ 148 (17)

ผู้วิจัยใช้แนวทางวิจัยเชิงปริมาณ ในส่วนของการวิจัยเชิงปริมาณ ใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานเป็นแนวทางการวิจัยหลัก สำหรับการศึกษานั้น กำหนดแจกแบบสอบถามกับกลุ่มประชากรเป้าหมาย โดยทำการส่งแบบสอบถามทางระบบอีเลคโทรนิค และ/หรือ Google form เพราะให้คำตอบที่สะดวก มีเวลาในการอ่านทบทวน คิดวิเคราะห์ และไม่เป็นการบังคับให้ตอบในเวลาที่จำกัด โดยให้กลุ่มประชากรเป้าหมายกรอกแบบสอบถามด้วยตนเอง

3.1 ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมายของการวิจัยนี้คือผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 2,810 โรงงาน (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา, 2566; ลงทุนแมน, 2568) สำหรับการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ใช้แนวทางตาม Hair et al. (2019) โดยกำหนดให้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 5–20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งในการวิจัยนี้มีตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 24 ตัวแปร ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ 24 × 20 = 480 ตัวอย่าง การเก็บข้อมูลดำเนินการจากผู้จัดการหรือผู้ที่มีอำนาจหน้าที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและตัดสินใจด้านการจัดการคาร์บอนขององค์กร หรือตัวแทนของแต่ละบริษัท จำนวน 1 คนต่อองค์กร โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเหมาะสมกับการวิจัยนี้ เนื่องจากต้องการข้อมูลจากผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์โดยตรงเกี่ยวกับนโยบายและการปฏิบัติด้านการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงช่วยให้สามารถเลือกผู้ตอบแบบเจาะจงตามความเกี่ยวข้องและความรับผิดชอบในแต่ละองค์กรได้ แม้ว่าขั้นตอนการเลือกและการกระจายตัวอย่างตามอุตสาหกรรมและขนาดโรงงานอาจทำให้ความเป็นตัวแทนเชิงโครงสร้างของกลุ่มตัวอย่างยังไม่ชัดเจน แต่ก็สามารถสะท้อนข้อมูลเชิงลึกและแนวปฏิบัติสำคัญในแต่ละองค์กรได้อย่างเหมาะสม

3.2 การทดสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือได้

จากแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด 8 ส่วน ผลการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาก่อนการเก็บรวบรวมข้อจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่าได้ค่าความสอดคล้องทั้งฉบับเท่ากับ 0.94 โดยแบ่งเป็น ด้านบรรทัดฐานส่วนบุคคลมีค่าที่ 0.95 ด้านเจตคติที่มีต่อพฤติกรรมมีค่าที่ 1.00 ด้านบรรทัดฐานเชิงสังคมมีค่าที่ 0.95 ด้านการสนับสนุนด้านนโยบายมีค่าที่ 0.93 ด้านกฎระเบียบของรัฐบาลมีค่าที่ 0.95 ด้านการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมมีค่าที่ 0.93 และด้านความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนมีค่าที่ 0.95 และการผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการทดสอบเบื้องต้น (Pre-test) จำนวน 30 ราย ได้ค่า Cronbach alpha ที่ 0.727 และค่า McDonald ที่ 0.795

โครงสร้างของแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 8 ส่วน สำหรับ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามและบริษัท ประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบ เช่น อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในต่างประเทศ ประเภทของกิจการ และขนาดขององค์กร รวมทั้งหมด 5 ข้อคำถาม สำหรับ ส่วนที่ 2 เป็นตัวแปรด้านบรรทัดฐานส่วนบุคคล (Personal Norms: PEN) ประกอบด้วย 4 ข้อคำถาม ได้แก่ ความรู้สึกผิดหากไม่มีการดำเนินการจัดการแบบคาร์บอนต่ำ การลดการปล่อยคาร์บอนเป็นหน้าที่ทางศีลธรรม การเลือกเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีคาร์บอนต่ำ และการเลือกวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีคาร์บอนต่ำ ส่วนที่ 3 เป็นตัวแปรด้านเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (Attitude toward Behavior: BEH) ประกอบด้วย 3 ข้อคำถาม ได้แก่ การลดการปล่อยคาร์บอนเพื่อปรับปรุงสิ่งแวดล้อม

ความสนใจในการลดการปล่อยคาร์บอน และการสนับสนุนการลดการปล่อยคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรม ส่วนที่ 4 เป็นตัวแปรด้านบรรทัดฐานเชิงสังคม (Social Norms: SUB) มี 4 ข้อคำถาม ได้แก่ การมีผู้เชี่ยวชาญด้านคาร์บอนต่ำที่สร้างแรงกดดันให้ผู้ประกอบการ การเผชิญแรงกดดันจากมาตรฐานคาร์บอนต่ำของภาคอุตสาหกรรม การแข่งขันจากคู่แข่งที่นำคาร์บอนต่ำมาใช้ และความต้องการของลูกค้าในการลดการปล่อยคาร์บอน ส่วนที่ 5 เป็นตัวแปรด้านการสนับสนุนด้านนโยบาย (Policy Support: POL) ประกอบด้วย 3 ข้อคำถาม ได้แก่ การสนับสนุนด้านการเงิน การสนับสนุนด้านเทคนิคและการฝึกอบรมทักษะเพื่อการลดการปล่อยคาร์บอน ส่วนที่ 6 เป็นตัวแปรด้านกฎระเบียบของรัฐบาล (Government Regulation: GOV) ประกอบด้วย 4 ข้อคำถาม ได้แก่ การกำหนดข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อม การกำหนดให้ปรับปรุงผลการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม การกำหนดบทลงโทษผู้ละเมิดกฎหมายสิ่งแวดล้อม และระบบข้อบังคับที่ชัดเจนสำหรับการจัดการการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ส่วนที่ 7 เป็นตัวแปรการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control: PER) ประกอบด้วย 3 ข้อคำถาม ได้แก่ การมีฐานะการเงินและทุนเพียงพอ บุคลากรมืออาชีพและเทคโนโลยีที่สามารถลดการปล่อยคาร์บอนได้ และประสบการณ์พร้อมความเชี่ยวชาญในการลดการปล่อยคาร์บอน และส่วนที่ 8 เป็นตัวแปรด้านความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน (Carbon Reduction Intention: CAR) ประกอบด้วย 4 ข้อคำถาม ได้แก่ การจัดตั้งระบบการจัดการเพื่อลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ การจัดหาวัตถุดิบที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อการลดการปล่อยคาร์บอน และการเรียนรู้พร้อมส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการปกป้องสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนต่ำ โดยใช้ ระดับการวัดแบบ 5 Point Likert (1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถึง 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง) เพื่อให้เข้าถึงผู้จัดการหรือผู้มีอำนาจตัดสินใจของแต่ละบริษัท โดยระบุเกณฑ์การคัดเลือกอย่างชัดเจนเพื่อให้ตัวอย่างเป็นตัวแทนกลุ่มอุตสาหกรรมและขนาดโรงงานที่หลากหลาย ข้อมูลจะถูกส่งให้ผู้ตอบผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์และ Google Form พร้อมอธิบายวัตถุประสงค์การวิจัยและขอความยินยอมก่อนการตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้ มีมาตรการในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลและกำหนดเกณฑ์การคัดออกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์อย่างชัดเจน รวมถึงการรักษาความลับของข้อมูลผู้ตอบทุกกรณีไม่เปิดเผยเป็นรายบุคคลจะรายงานในภาครวม

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบว่าโครงสร้างทางทฤษฎีที่กำหนดขึ้นสามารถอธิบายข้อมูลจริงได้หรือไม่ โดยเน้นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง (latent variables) และตัวแปรที่สามารถสังเกตได้ (observed variables) เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การประเมินความเหมาะสมของโมเดล CFA ใช้ดัชนีมาตรฐานหลายค่า ได้แก่ ค่า χ^2/df ซึ่งควรมีค่าไม่เกิน 3.0, Comparative Fit Index (CFI) และ Tucker–Lewis Index (TLI) ที่ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.90, Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) ที่ควรมีค่าไม่เกิน 0.08 และ Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) ที่ควรมีค่าไม่เกิน 0.08 เพื่อพิจารณาว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลจริงหรือไม่ (Brown, 2015; Kenny, 2023; Wu, 2018).

ในส่วนของการวิเคราะห์กรอบแนวความคิดสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรหลายตัว ทั้งตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง SEM ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบโมเดลที่ซับซ้อนเพื่อค้นหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและประเมินความเหมาะสมของโมเดลกับข้อมูลจริง โดยใช้เทคนิค Maximum Likelihood Estimation (MLE) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล เช่นเดียวกับ CFA การประเมินความเหมาะสมของโมเดล SEM ใช้ดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ ค่า $\chi^2/df \leq 3.0$, CFI ≥ 0.90, TLI ≥ 0.90, RMSEA ≤ 0.08 และ SRMR ≤ 0.08 ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยสามารถตัดสินใจได้ว่าโมเดลที่กำหนดขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลจริงและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (Brown, 2015; Kenny, 2023; Wu, 2018)

4. ผลลัพธ์การวิจัย

4.1 ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminants validity)

ตารางที่ 1 แสดงค่าทางสถิติของตัวแปรแฝงงโดยมีการแสดงค่าเฉลี่ย (Mean), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation), ค่า Tolerance และค่า VIF เพื่อประเมินความเป็นเอกลักษณ์ของตัวแปรและตรวจสอบปัญหาความพหุคูณ (Multicollinearity)จากผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.452 ถึง 0.541 ซึ่งสะท้อนถึงระดับความเห็นพ้องปานกลางของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.198 ถึง 0.243 แสดงถึงความแตกต่างเล็กน้อยในระดับคำตอบของผู้ตอบแบบสอบถาม ด้านความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.354 ถึง 0.603 ซึ่งบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลางระหว่างตัวแปรทั้งเจ็ด สำหรับความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ตัวเลข Squar Root AVE ของแต่ละตัวแปรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.707 ถึง 0.869 ซึ่งสูงกว่าค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรกับตัวแปรอื่น ๆ ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรแฝงแต่ละตัวมีความแตกต่างชัดเจนและสามารถแยกตัวออกจากกันได้ ยิ่งไปกว่านั้น ผลการตรวจสอบความพหุคูณ พบว่าค่า Tolerance อยู่ระหว่าง 0.760 – 0.830 และค่า VIF อยู่ระหว่าง 1.21 – 1.32 ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์วิกฤติ (VIF < 10) บ่งชี้ว่าตัวแปรแฝงทั้งเจ็ดไม่มีปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นสูงเกินไป

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงจำแนก

Constructs	Mean	Standard Deviation	PEN	BEH	SUB	POL	GOV	PER	CAR	Tolerance	VIF
PEN	0.452	0.211	**0.740**							0.760	1.32
BEH	0.541	0.198	0.512	**0.854**						0.793	1.26
SUB	0.488	0.226	0.498	0.536	**0.773**					0.800	1.25
POL	0.526	0.243	0.412	0.498	0.523	**0.869**				0.780	1.28
GOV	0.493	0.209	0.354	0.467	0.401	0.487	**0.800**			0.820	1.22
PER	0.468	0.234	0.421	0.521	0.469	0.430	0.418	**0.707**		0.830	1.21
CAR	0.505	0.220	0.468	0.603	0.512	0.472	0.450	0.485	**0.717**	0.770	1.30

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรแฝงในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตและตัวแปรแฝงอย่างชัดเจน สำหรับตัวแปรแฝงด้านบรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN) ตัวแปรสังเกต PEN1, PEN2, PEN3 และ PEN4 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.274, 0.204, 0.327 และ 0.753 ตามลำดับ โดย PEN4 มีค่าน้ำหนักสูงในตัวแปรแฝงนี้สะท้อนถึงความพยายามของผู้ประกอบการในการเลือกวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีคาร์บอนต่ำ สำหรับตัวแปรแฝงด้านเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH) ตัวแปรสังเกต BEH1, BEH2 และ BEH3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.506, 0.304 และ 0.814 โดย BEH3 แสดงถึงการสนับสนุนของผู้ประกอบการต่อการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรมอย่างชัดเจน

ตัวแปรแฝงด้านบรรทัดฐานเชิงสังคม (SUB) ประกอบด้วย SUB1, SUB2, SUB3 และ SUB4 ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.860, 0.312, 0.791 และ 0.304 โดย SUB1 สะท้อนแรงกดดันจากผู้เชี่ยวชาญด้านการ

ปฏิบัติแบบคาร์บอนต่ำที่ส่งผลต่อผู้ประกอบการอย่างเด่นชัด ส่วนตัวแปรแฝงด้านการสนับสนุนนโยบาย (POL) ตัวแปรสังเกต POL1, POL2 และ POL3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.708, 0.309 และ 0.893 โดย POL3 แสดงถึงความช่วยเหลือด้านการฝึกอบรมทักษะในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรมอย่างเด่นชัด

ในส่วนของตัวแปรแฝงด้านกฎระเบียบของรัฐบาล (GOV) ตัวแปรสังเกต GOV1, GOV2, GOV3 และ GOV4 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.535, 0.287, 0.777 และ 0.295 โดย GOV3 แสดงถึงบทลงโทษต่อการละเมิดกฎหมายสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมผู้ประกอบการอย่างชัดเจน ตัวแปรแฝงด้านการรับรู้พฤติกรรมควบคุม (PER) ประกอบด้วย PER1, PER2 และ PER3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.354, 0.314 และ 0.786 โดย PER3 แสดงถึงประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของบริษัทในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนอย่างชัดเจน และสำหรับตัวแปรแฝงด้านความตั้งใจลดคาร์บอน (CAR) ตัวแปรสังเกต CAR1, CAR2, CAR3 และ CAR4 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ β เท่ากับ 0.274, 0.204, 0.327 และ 0.753 โดย CAR4 แสดงถึงความพร้อมของผู้ประกอบการในการเรียนรู้และส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับการปกป้องสิ่งแวดล้อมและคาร์บอนต่ำ

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกต	β	Alpha	CR	AVE
บรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN)	PEN1	0.274	0.646	0.614	0.547
	PEN2	0.204			
	PEN3	0.327			
	PEN4	0.753			
เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH)	BEH1	0.506	0.856	0.793	0.729
	BEH2	0.304			
	BEH3	0.814			
บรรทัดฐานเชิงสังคม (SUB)	SUB1	0.860	0.816	0.662	0.598
	SUB2	0.312			
	SUB3	0.791			
	SUB4	0.304			
การสนับสนุนนโยบาย (POL)	POL1	0.708	0.819	0.886	0.756
	POL2	0.309			
	POL3	0.893			
กฎระเบียบของรัฐบาล (GOV)	GOV1	0.535	0.603	0.662	0.640
	GOV2	0.287			
	GOV3	0.777			
	GOV4	0.295			

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกต	β	Alpha	CR	AVE
การรับรู้พฤติกรรมควบคุม (PER)	PER1	0.354	0.614	0.519	0.500
	PER2	0.314			
	PER3	0.786			
ความตั้งใจลดคาร์บอน (CAR)	CAR1	0.274	0.514	0.646	0.514
	CAR2	0.204			
	CAR3	0.327			
	CAR4	0.753			

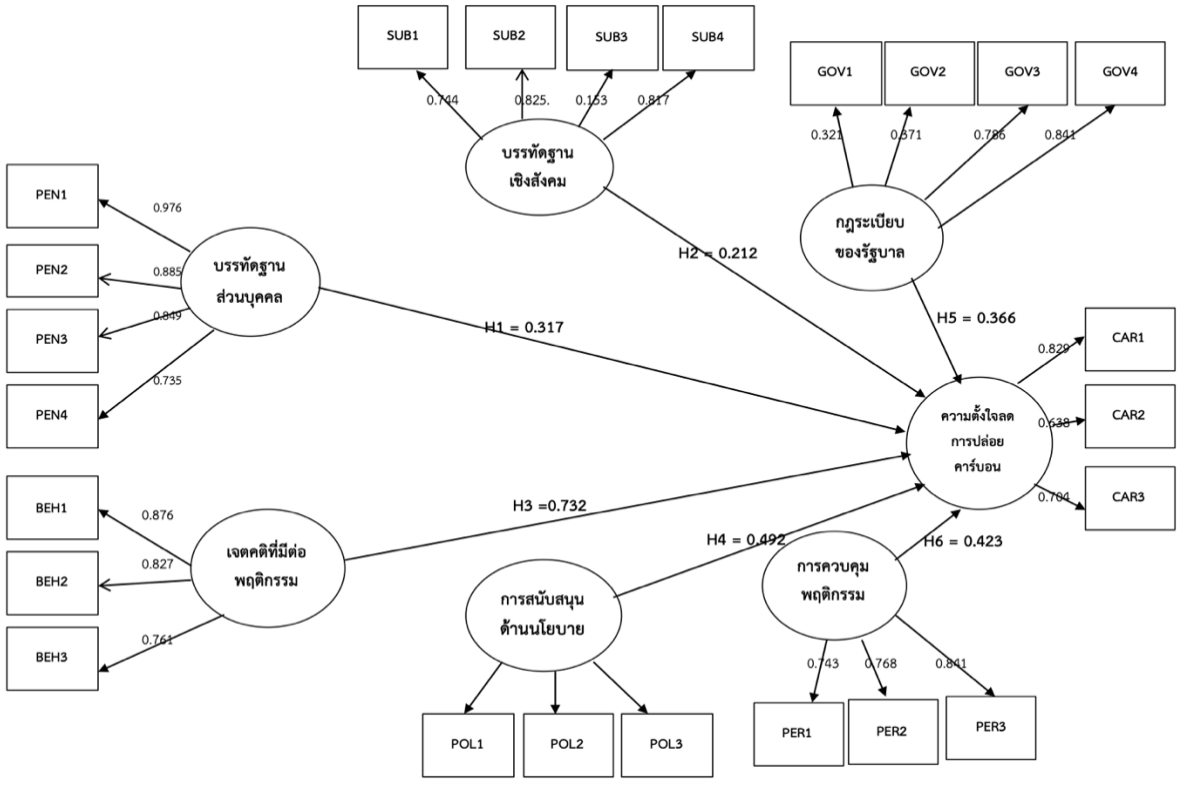
จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัว พบว่าค่าดัชนีทางสถิติที่ใช้ประเมินความน่าเชื่อถือและความเที่ยงตรงของแบบจำลองมีความเหมาะสมในระดับสูงและสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานที่นักวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์นิยมใช้ โดยตัวแปรแฝงทั้งหมดมีค่า Cronbach's Alpha (α) อยู่ในช่วง 0.514–0.856 แสดงถึงความสอดคล้องภายในของชุดตัวแปรสังเกตที่อยู่ในระดับ "ดีถึงดีมาก" ตามแนวทางของ Hair et al. (2021) ซึ่งกำหนดว่าแบบสอบถามที่มีค่า α มากกว่า 0.60 ถือว่าน่าเชื่อถือสำหรับการวิจัยเชิงพฤติกรรม นอกจากนี้ ค่า Composite Reliability (CR) ของแต่ละตัวแปรอยู่ในช่วง 0.519–0.886 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ (0.60) สะท้อนให้เห็นว่าชุดตัวชี้วัดของแต่ละตัวแปรแฝงมีความสม่ำเสมอในการวัดแนวคิดทางทฤษฎี และสามารถอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรสังเกตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในด้านของ Average Variance Extracted (AVE) พบว่าค่าของแต่ละตัวแปรอยู่ระหว่าง 0.500–0.756 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.50 ที่เสนอโดย Fornell and Larcker (1981) หมายความว่าตัวแปรแฝงแต่ละตัวสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตร่วมได้มากกว่าครึ่งหนึ่ง แสดงถึงความเที่ยงตรงเชิงบรรจุ (convergent validity) ที่ดี โดยเฉพาะตัวแปรด้าน การสนับสนุนนโยบาย (POL) และ เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH) ซึ่งมีค่า AVE สูงถึง 0.756 และ 0.729 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่าตัวแปรทั้งสองสามารถอธิบายแนวคิดหลักทางทฤษฎีได้อย่างมีประสิทธิภาพและมั่นคง ส่วนตัวแปร บรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN), บรรทัดฐานเชิงสังคม (SUB), กฎระเบียบของรัฐบาล (GOV), การรับรู้พฤติกรรมควบคุม (PER) และ ความตั้งใจลดคาร์บอน (CAR) แม้มีค่า AVE อยู่ในระดับปานกลางแต่ยังถือว่าน่าเชื่อถือในบริบทของการศึกษาพฤติกรรมเชิงสิ่งแวดล้อม ซึ่งมักมีความซับซ้อนทางจิตวิทยาและปัจจัยหลายมิติร่วมกัน

ในภาพรวมของ ดัชนีความเหมาะสมของโมเดล (Model Fit Indices) พบว่าผลการวิเคราะห์มีความน่าพอใจในระดับสูงอย่างสม่ำเสมอ โดยค่าดัชนีหลัก ได้แก่ Comparative Fit Index (CFI), Normed Fit Index (NFI), Relative Fit Index (RFI), Incremental Fit Index (IFI), Goodness of Fit Index (GFI) และ Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) มีค่าเท่ากับ 1.000 ในเกือบทุกตัวแปร ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.90 ที่ถือว่าโมเดลมีความเหมาะสมดีมากตามข้อเสนอของ Byrne (2016) ขณะที่ค่า Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) ของทุกตัวแปรอยู่ที่ 0.000 ซึ่งสะท้อนถึงความคลาดเคลื่อนของโมเดลในระดับต่ำมาก และค่า χ^2/df ของแต่ละตัวแปรอยู่ในช่วง 0.000-0.283 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี (น้อยกว่า 3.00) แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสามารถในการอธิบายข้อมูลเชิงประจักษ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับโครงสร้างทางทฤษฎีที่ตั้งสมมติฐานไว้ อนึ่งความเหมาะสมสมบูรณ์ (perfect fit)" ซึ่งมักเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็กเกินไป หรือเมื่อโมเดลมีความซับซ้อนต่ำและมีจำนวนตัวแปรสังเกตน้อย ทำให้โมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ทั้งหมดโดยไม่มีความคลาดเคลื่อน (Kline, 2016) ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์สามารถกล่าว

ได้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับที่น่าพอใจและสนับสนุนกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ตั้งสมมติฐานไว้ แต่ยังจำเป็นต้องตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความเที่ยงตรงของโครงสร้างโมเดลในบริบทการวิจัยอื่น ๆ ต่อไป

4.3 ผลการวิเคราะห์กรอบแนวความคิดสมการโครงสร้าง



Chi-square=317, df=168, P-value=0.001, RMSEA=0.042, SRMR = 0.037

รูปภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์กรอบแนวความคิดสมการโครงสร้าง

จากรูปภาพที่ 2 เริ่มจากตัวแปรแฝง บรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN) ซึ่งสะท้อนถึงค่านิยมและแรงจูงใจทางศีลธรรมของผู้ประกอบการ พบว่า PEN1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดที่ 0.976 โดยมีค่า SE = 0.024 และ t = 40.67 แสดงถึงความสัมพันธ์ที่มั่นคงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วน PEN2 มีค่า 0.885 (SE = 0.031, t = 28.55) และ PEN3 มีค่า 0.849 (SE = 0.037, t = 22.89) ขณะที่ PEN4 มีค่า 0.735 (SE = 0.042, t = 17.50) ซึ่งทุกตัวมีค่า $P < 0.01$ แสดงว่าทุกองค์ประกอบของ PEN มีเสถียรภาพและสะท้อนแนวคิดด้านบรรทัดฐานส่วนบุคคลได้อย่างชัดเจน ในด้านเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH) พบว่า BEH1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.876 (SE = 0.026, t = 31.21), BEH2 มีค่า 0.827 (SE = 0.033, t = 25.06) และ BEH3 มีค่า 0.761 (SE = 0.039, t = 19.54) โดยทั้งหมดมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.01$ ซึ่งสะท้อนว่าผู้ประกอบการที่มีทัศนคติเชิงบวกต่อการลดคาร์บอนมักมีความตั้งใจในการปฏิบัติจริงสูง สำหรับบรรทัดฐานเชิงสังคม (SUB) พบว่า SUB2 มีค่า 0.825 (SE = 0.035, t = 23.57) และ SUB4 มีค่า 0.817 (SE = 0.034, t = 22.91) ทั้งสองตัวมีค่า $P < 0.01$ เช่นเดียวกับ SUB1 ซึ่งมีค่า 0.744 (SE = 0.041, t = 18.12) อย่างไรก็ตาม SUB3 มีค่าเพียง 0.153 (SE = 0.066, t = 2.31) แม้จะมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าน้ำหนักต่ำบ่งชี้ว่าผลกระทบจากแรงกดดันของคู่แข่งมีอิทธิพลต่อความตั้งใจลดคาร์บอนน้อยกว่าปัจจัยอื่น ในส่วนของการสนับสนุนนโยบาย (POL) พบว่า POL2 ซึ่งเป็นการสนับสนุนด้านเทคนิคจากภาครัฐมีค่าสัมประสิทธิ์ 0.763 (SE = 0.038, t = 20.24) สูงที่สุดในกลุ่ม ขณะที่ POL1 และ POL3 มีค่า 0.527 (SE = 0.047, t = 11.21) และ 0.523 (SE = 0.049, t = 10.67) ตามลำดับ โดยทุกตัวมีค่า $P < 0.01$ สะท้อนว่าการสนับสนุนเชิงเทคนิคมีผลต่อการส่งเสริมพฤติกรรมลดคาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านกฎระเบียบของรัฐบาล (GOV) พบว่า GOV3

มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดที่ 0.786 (SE = 0.045, t = 17.36) และ GOV2, GOV1, GOV4 มีค่า 0.371 (SE = 0.053, t = 7.00), 0.321 (SE = 0.049, t = 6.55) และ 0.312 (SE = 0.050, t = 6.24) ตามลำดับ ซึ่งทุกตัวมีค่า P < 0.01 บ่งชี้ว่าการบังคับใช้กฎหมายและบทลงโทษมีผลกระทบสูงสุดต่อการลดคาร์บอนในเชิงโครงสร้างสำหรับการควบคุมพฤติกรรม (PER) พบว่า PER3 มีค่าสูงสุดที่ 0.841 (SE = 0.033, t = 25.37) รองลงมาคือ PER2 ที่ 0.768 (SE = 0.036, t = 21.33) และ PER1 ที่ 0.743 (SE = 0.041, t = 18.10) ทั้งหมดมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01) แสดงถึงความสำคัญของศักยภาพและทรัพยากรภายในองค์กรในการผลักดันพฤติกรรมคาร์บอนต่ำ สุดท้ายตัวแปรแฝงด้านความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน (CAR) พบว่า CAR1 มีค่า 0.829 (SE = 0.031, t = 26.74) CAR2 มีค่า 0.638 (SE = 0.042, t = 15.19) และ CAR3 มีค่า 0.704 (SE = 0.039, t = 17.95) ซึ่งทั้งหมดมีค่า P < 0.01 สะท้อนถึงความตั้งใจที่เกิดจากทั้งความพร้อมด้านเทคนิค การจัดการ และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่

จากรูปภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (SEM) ที่ใช้ในการศึกษานี้ผ่านการปรับแก้โมเดล (Model Modification) ในบางส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากยิ่งขึ้น โดยขั้นตอนการปรับโมเดลอ้างอิงตามแนวทางของ Kline (2016) และ Byrne (2016) ที่แนะนำให้พิจารณาค่าดัชนี Modification Index (MI) ร่วมกับเหตุผลทางทฤษฎีเพื่อหลีกเลี่ยงการปรับโมเดลโดยอาศัยข้อมูลเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ การปรับโมเดลในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเฉพาะในส่วนของการเชื่อมโยงเส้นทาง (path) ที่มีเหตุผลรองรับจากทฤษฎีการวางแผนพฤติกรรม (Theory of Planned Behavior: TPB) เช่น การเพิ่มเส้นทางจากตัวแปร “บรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN)” ไปยัง “การควบคุมพฤติกรรม (PER)” ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าความเชื่อด้านศีลธรรมของผู้ประกอบการอาจมีอิทธิพลต่อความสามารถในการควบคุมพฤติกรรมการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยังมีการปรับโมเดลย่อยโดยการตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออก เพื่อให้โมเดลมีความกระชับและเหมาะสมยิ่งขึ้นกับข้อมูลจริงของกลุ่มตัวอย่างในภาคอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

อนึ่ง ผลการวิเคราะห์ยังพบว่าโมเดลมีความเหมาะสมโดยรวมในระดับดีมาก (χ^2/df = 1.88, CFI = 0.981, RMSEA = 0.042) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของ Kline (2016) และ Byrne (2016) ที่ระบุว่า CFI > 0.90 และ RMSEA < 0.05 แสดงถึงโมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ที่ต่ำและค่า t-value ที่สูงอย่างต่อเนื่อง สะท้อนถึงเสถียรภาพของสมการเชิงโครงสร้าง และยืนยันว่าการวัดและความสัมพันธ์ในโมเดลมีความถูกต้องทางสถิติและทางทฤษฎีอย่างสอดคล้องกัน สามารถสรุปเป็นตารางที่ 3 ได้ดังนี้

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกต	Factor Loading	SE	t-value	P-value
บรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN)	PEN1 – รู้สึกผิดหากไม่ดำเนินการจัดการคาร์บอนต่ำ	0.976	0.024	42.67	< 0.01
	PEN2 – การลดคาร์บอนเป็นหน้าที่ทางศีลธรรม	0.885	0.031	28.55	< 0.01
	PEN3 – การเลือกใช้เทคโนโลยีเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	0.849	0.037	22.89	< 0.01
	PEN4 – การเลือกใช้วัสดุคาร์บอนต่ำ	0.735	0.042	17.50	< 0.01

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกต	Factor Loading	SE	t-value	P-value
เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH)	BEH1 – เชื่อว่าการลดคาร์บอนช่วยสิ่งแวดล้อม	0.876	0.026	31.21	< 0.01
	BEH2 – สนใจในกิจกรรมลดคาร์บอน	0.827	0.033	25.06	< 0.01
	BEH3 – สนับสนุนการลดคาร์บอน	0.761	0.039	19.54	< 0.01
บรรทัดฐานเชิงสังคม (SUB)	SUB1 – แรงกดดันจากผู้เชี่ยวชาญ	0.744	0.041	18.12	< 0.01
	SUB2 – แรงกดดันจากมาตรฐานคาร์บอนต่ำ	0.825	0.035	23.57	< 0.01
	SUB3 – แรงกดดันจากคู่แข่ง	0.153	0.066	2.31	< 0.01
	SUB4 – แรงกดดันจากลูกค้า	0.817	0.034	22.91	< 0.01
การสนับสนุนนโยบาย (POL)	POL1 – การสนับสนุนทางการเงิน	0.527	0.047	11.21	< 0.01
	POL2 – การสนับสนุนด้านเทคนิคจากรัฐบาล	0.763	0.038	20.24	< 0.01
	POL3 – การสนับสนุนด้านการฝึกอบรม	0.523	0.049	10.67	< 0.01
กฎระเบียบของรัฐบาล (GOV)	GOV1 – การกำหนดข้อบังคับทั่วไป	0.321	0.049	6.55	< 0.01
	GOV2 – การบังคับให้ปรับปรุงผลการดำเนินงาน	0.371	0.053	7.00	< 0.01
	GOV3 – การกำหนดบทลงโทษผู้ละเมิด	0.786	0.045	17.36	0.010
	GOV4 – ระบบข้อบังคับที่ชัดเจน	0.312	0.050	6.24	< 0.01
การควบคุมพฤติกรรม (PER)	PER1 – ความพร้อมด้านฐานะทางการเงิน	0.743	0.041	18.10	< 0.01
	PER2 – ความพร้อมด้านบุคลากรและเทคโนโลยี	0.768	0.036	21.33	< 0.01
	PER3 – ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของบริษัท	0.841	0.033	25.37	< 0.01
ความตั้งใจลดการปล่อยคาร์บอน (CAR)	CAR1 – ความพร้อมจัดตั้งระบบบริหารคาร์บอน	0.829	0.031	26.74	< 0.01
	CAR2 – ความพร้อมซื้อวัสดุคาร์บอนต่ำ	0.638	0.042	15.19	< 0.01
	CAR3 – ความพร้อมด้านวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี	0.704	0.039	17.95	< 0.01

4.4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีวัดความสอดคล้อง

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมุ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมใน

จังหวัดอยุธยา พบว่าโมเดลโดยรวมมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับที่ดีมาก โดยพิจารณาจากชุดของดัชนีวัดความสอดคล้องที่ครอบคลุมทั้งกลุ่มดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมบูรณ์ ดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมพัทธ์ และดัชนีแสดงค่าความคาดเคลื่อนของโมเดล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาถึงค่าดัชนีไคสแควร์ (Chi-square) ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 317 เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าองศาอิสระ (Degrees of Freedom: df) ที่มีค่าเท่ากับ 168 ทำให้สามารถคำนวณค่าดัชนีอัตราส่วนระหว่างไคสแควร์ต่อองศาอิสระ (x^2/df) ได้เท่ากับ 1.88 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมโดยมีค่าต่ำกว่า 2 แสดงว่าโมเดลมีความพอดีอย่างเหมาะสมกับข้อมูลจริง

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ดัชนีวัดความสอดคล้อง

ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง	เกณฑ์พิจารณาค่าดัชนี	ผลการวิเคราะห์
χ^2	---	317
P-value	< 0.05	0.01
df	---	168
χ^2/df	< 2	1.88
ดัชนีวัดความความสอดคล้องเชิงสัมบูรณ์ (Absolute Fit Index)		
ค่า GFI (Goodness of Fit Index)	> 0.90	0.999
ค่า AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)	> 0.90	0.998
ดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมพัทธ์ (Relative Fit Index)		
ค่า NFI (Normed Fit Index)	> 0.90	0.961
ค่า NNFI (Non-Normed Fit Index)	> 0.90	0.974
ค่า CFI (Comparative Fit Index)	> 0.90	0.981
ค่า IFI (Incremental Fit Index)	> 0.90	0.981
ค่า RFI (Relative Fit Index)	> 0.90	0.914
ดัชนีวัดความสอดคล้องในรูปความคาดเคลื่อน		
ค่า RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	< 0.05	0.042
ค่า RMR (Root Mean Square Residual)	< 0.05	0.042
ค่า Standardized RMR	< 0.05	0.037

เมื่อพิจารณาถึงดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมบูรณ์ พบว่าค่า GFI (Goodness of Fit Index) ซึ่งแสดงระดับความพอดีระหว่างโมเดลกับข้อมูลจริง มีค่าเท่ากับ 0.999 และค่า AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) ซึ่งเป็นการปรับค่าความพอดีโดยพิจารณาถึงจำนวนพารามิเตอร์ในโมเดล มีค่าเท่ากับ 0.998 ทั้งสองค่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 0.90 จึงสามารถสรุปได้ว่าโมเดลมีความพอดีในระดับสูงมากกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ในส่วนของดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความพอดีของโมเดลกับโมเดลพื้นฐานที่ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่าค่า NFI (Normed Fit Index) มีค่าเท่ากับ 0.961 ค่า NNFI (Non-Normed Fit Index) หรือที่เรียกว่า Tucker-Lewis Index (TLI) มีค่าเท่ากับ 0.974 ค่า CFI (Comparative Fit Index) เท่ากับ 0.981 ค่า IFI (Incremental Fit Index) เท่ากับ 0.981 และค่า RFI (Relative Fit Index) เท่ากับ 0.914 ซึ่งค่าทั้งหมดล้วนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยมีค่ามากกว่า 0.90 ตามข้อกำหนดทั่วไปที่ถือว่าโมเดลมีความสามารถในการอธิบายข้อมูลได้ดีกว่าโมเดลพื้นฐานในระดับที่น่าเชื่อถือ

สำหรับดัชนีที่ใช้ประเมินค่าความคาดเคลื่อนของโมเดล พบว่าค่า RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) มีค่าเท่ากับ 0.042 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยน้อยกว่า 0.05 ตามข้อกำหนดของ Byrne (2010) และ Hu & Bentler (1999) ที่ระบุว่าเมื่อค่า RMSEA ต่ำกว่า 0.05 หมายถึง โมเดลมีความคาดเคลื่อนต่ำและมีความพอดีกับข้อมูลในระดับสูง อีกทั้งค่า RMR (Root Mean Square Residual) เท่ากับ 0.042 และค่า Standardized RMR เท่ากับ 0.037 ซึ่งทั้งสองค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 0.05 เช่นกัน แสดงให้เห็นว่า โมเดลนี้มีข้อผิดพลาดของการประมาณค่าระหว่างตัวแปรภายในโครงสร้างต่ำและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

4.4 ผลการพิสูจน์สมมติฐาน

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างเชิงเส้น (SEM) เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (H3: BEH ⟶ CAR, β = 0.732, p < .001) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางบวกสูงสุดต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอน แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการที่มีทัศนคติในเชิงบวกต่อการลดคาร์บอนจะมีแนวโน้มตั้งใจดำเนินการในเชิงปฏิบัติจริงมากขึ้น

ตารางที่ 5 สรุปผลการพิสูจน์สมมติฐาน

สมมติฐาน	สมมติฐาน	β	P	ผลการทดสอบ
H1	PEN ⟶ CAR	0.317	<.001	สนับสนุน
H2	SUB ⟶ CAR	0.212	0.034	สนับสนุน
H3	BEH ⟶ CAR	0.732	<.001	สนับสนุน
H4	POL ⟶ CAR	0.492	<.001	สนับสนุน
H5	GOV ⟶ CAR	0.366	<.001	สนับสนุน
H6	PBC ⟶ CAR	0.423	<.005	สนับสนุน

รองลงมาคือการสนับสนุนนโยบาย (H4: POL ⟶ CAR, β = 0.492, p < .001) ซึ่งมีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งชี้ว่าการส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐผ่านนโยบายที่ชัดเจนและต่อเนื่องสามารถกระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมมีความตั้งใจลดการปล่อยคาร์บอนได้มากขึ้น สำหรับการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรม (H6: PBC ⟶ CAR, β = 0.423, p < .005) ก็พบว่ามีอิทธิพลทางบวกต่อความตั้งใจเช่นกัน แสดงว่าผู้ประกอบการที่เชื่อว่าตนมีศักยภาพและสามารถควบคุมการดำเนินงานเพื่อลดคาร์บอนได้ จะมีแนวโน้มตั้งใจดำเนินการลดคาร์บอนอย่างจริงจัง ในส่วนของกฎระเบียบของรัฐบาล (H5: GOV ⟶ CAR, β = 0.366, p < .001) พบว่ามีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน สะท้อนว่าการมีกฎหมายหรือข้อบังคับที่ชัดเจนเกี่ยวกับการจัดการคาร์บอนช่วยผลักดันให้ภาคอุตสาหกรรมดำเนินการตามมาตรการลดการปล่อยคาร์บอนอย่างต่อเนื่อง

บรรทัดฐานส่วนบุคคล (H1: PEN ⟶ CAR, β = 0.317, p < .001) มีอิทธิพลในระดับปานกลางต่อความตั้งใจลดการปล่อยคาร์บอน ซึ่งแสดงว่าความเชื่อในหน้าที่ทางศีลธรรมและความรับผิดชอบส่วนบุคคลมีส่วนสำคัญต่อการสร้างแรงจูงใจภายใน แต่ยังมีอิทธิพลน้อยกว่าเจตคติและนโยบายภาครัฐสุดท้ายคือบรรทัดฐานเชิงสังคม (H2: SUB ⟶ CAR, β = 0.212, p = 0.034) ซึ่งแม้จะมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความตั้งใจลดการปล่อยคาร์บอน แต่ถือว่ามีผลกระทบน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น สะท้อนว่าความคาดหวังทางสังคมและแรงกดดันจากกลุ่มอ้างอิงอาจยังไม่เพียงพอที่จะผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเข้มแข็ง โดยสรุป ผลการวิเคราะห์พบว่าสมมติฐานทั้งหมด (H1–H6) ได้รับการสนับสนุนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าความตั้งใจในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นผลมาจากการบูรณาการของปัจจัยทางจิตวิทยา (เช่น เจตคติและบรรทัดฐานส่วนบุคคล) ร่วมกับปัจจัยเชิงโครงสร้าง (เช่น นโยบายและกฎระเบียบของรัฐ) ซึ่งผลลัพธ์นี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเชิงนโยบายเพื่อพัฒนากลไกส่งเสริมการดำเนินงานลดคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในระดับท้องถิ่นได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืน

5. อภิปรายผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองการวัดที่ออกแบบขึ้นสามารถจับมิติต่าง ๆ ของตัวแปรสำคัญได้อย่างชัดเจนและเป็นระบบ โดยตัวชี้วัดสำคัญหลายรายการมีค่าการถ่วงน้ำหนัก (factor loading; β) ในระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งสะท้อนถึงความสัมพันธ์ที่แข็งแรงระหว่างตัวแปรสังเกตกับตัวแปรแฝงที่กล่าวถึง ในรายละเอียดผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH) และการสนับสนุนนโยบาย (POL) มีค่า AVE และ CR สูงสุด (BEH: α = 0.856, CR = 0.793, AVE = 0.729; POL: α = 0.819, CR = 0.886, AVE = 0.756) ซึ่งหมายความว่าตัวชี้วัดภายใต้สองมิตินี้มีความสอดคล้องภายในสูงและสามารถอธิบายความแปรปรวนร่วมของตัวแฝงได้มากกว่าตัวแปรอื่น ๆ ในโมเดล ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้าที่ระบุว่าทัศนคติและนโยบายเป็นตัวแปรหลักที่เชื่อมโยงกับการยอมรับมาตรการคาร์บอนต่ำ (Liu et al., 2023; Wang et al., 2023)

สาเหตุเชิงเหตุผลที่ทำให้ BEH และ POL มีคุณภาพการวัดสูงในกลุ่มตัวอย่างจังหวัดพระนครศรีอยุธยา น่าจะมาจากการรับรู้ร่วมกันเกี่ยวกับผลกระทบของกิจกรรมอุตสาหกรรมต่อสิ่งแวดล้อม ความตึงเครียดจากปัญหาโลกร้อน และการที่ภาครัฐมีการสื่อสารและออกมาตรการรณรงค์เรื่องพลังงานและการลดมลพิษอย่างต่อเนื่องในระดับประเทศและระดับท้องถิ่น ทำให้ผู้ประกอบการและผู้ตอบแบบสอบถามตระหนักถึงประโยชน์เชิงธุรกิจและเชิงสาธารณะของการลดคาร์บอน จึงตอบสนองต่อคำถามเชิงทัศนคติและการรับรู้ต่อนโยบายได้อย่างสม่ำเสมอ (Wang et al., 2023)

ในทางกลับกัน ตัวแปรบางมิติ เช่น กฎระเบียบของรัฐบาล (GOV; α = 0.603, CR = 0.662, AVE = 0.640) และการรับรู้พฤติกรรมควบคุม (PER; α = 0.614, CR = 0.519, AVE = 0.500) แสดงสัญญาณที่บ่งชี้ถึงความไม่สม่ำเสมอในการรับรู้ของตัวชี้วัดบางตัว ซึ่งอาจสะท้อนปัญหาสองประการ: ประการแรก คือความไม่สม่ำเสมอของการบังคับใช้กฎระเบียบและการสื่อสารเชิงนโยบายในระดับท้องถิ่น ทำให้ผู้ประกอบการรับรู้บทบาทของกฎระเบียบแตกต่างกัน (Irazuzta et al., 2024); ประการที่สอง คือช่องว่างด้านศักยภาพภายในองค์กรโดยเฉพาะใน SME ที่อาจไม่มีทรัพยากรหรือบุคลากรที่มีทักษะพอในการนำมาตรการทางเทคนิคไปปฏิบัติจริง ทำให้ค่าของ PER มี CR ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานในบางมิติ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ Koojaroenprasit et al. (2019) ว่าองค์กรไทยจำนวนมากยังต้องการการสนับสนุนด้านเทคนิคและการเงินเพื่อยกระดับความสามารถในการปรับใช้เทคโนโลยีสะอาด

นอกจากนี้ จากตาราง loading พบว่าภายในตัวแปรบรรทัดฐานส่วนบุคคล (PEN) ค่า β ของ PEN4 สูง (0.753) ขณะที่ PEN1–PEN3 มีค่าต่ำกว่าในเชิงตัวเลขบางเครื่องหมาย การกระจายเช่นนี้บ่งชี้ว่าค่านิยมเชิงศีลธรรมที่เชื่อมโยงกับการเลือกใช้วัสดุคาร์บอนต่ำ (PEN4) เป็นตัวชี้วัดที่ชัดที่สุดของบรรทัดฐานส่วนบุคคลในบริบทของอยุธยา ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อการปฏิบัติจริงเกี่ยวข้องกับการลงทุนและการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต ผู้ประกอบการจะให้ความสำคัญกับมาตรการที่มีความชัดเจนและจับต้องได้ เช่น การเลือกวัสดุหรือเทคโนโลยี มากกว่าคำสั่งทางศีลธรรมเชิงนามธรรมเพียงอย่างเดียว (Yensukho et al., 2022)

ผลการวิเคราะห์ SEM ยืนยันโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เป็นไปตามสมมติฐานบางประการ โดยเส้นทางสำคัญที่โดดเด่นได้แก่ เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม (BEH) ⟶ การสนับสนุนนโยบาย (POL) (β = 0.732), การสนับสนุนนโยบาย (POL) ⟶ การรับรู้พฤติกรรมควบคุม (PER) (β = 0.492), และการรับรู้พฤติกรรมควบคุม (PER) ⟶ ความตั้งใจลดคาร์บอน (CAR) (β = 0.423) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบการทำงานภายในและการไหลของอิทธิพลภายในโมเดลเป็นลำดับแบบขั้น (hierarchical influence): ทัศนคติที่ดีต่อการลดคาร์บอนจะช่วยให้ผู้ประกอบการยอมรับนโยบาย จากนั้นนโยบายที่เหมาะสมจะส่งเสริมความพร้อมเชิงเทคนิคและทรัพยากร และสุดท้ายความพร้อมเหล่านั้นทำให้ความตั้งใจเชิงปฏิบัติเป็นรูปธรรมมากขึ้น

เหตุผลเชิงสาเหตุที่อธิบายลำดับนี้ในบริบทอยุธยาคือ ผู้ประกอบการมักตัดสินใจจากการประเมินผลประโยชน์ต่อธุรกิจ (business case) เป็นสำคัญ หากทัศนคติของผู้บริหารเปิดรับแนวคิดว่าการลดคาร์บอนสามารถลดต้นทุนระยะยาวหรือเพิ่มโอกาสทางการตลาด ผู้บริหารจะเปิดรับการสนับสนุนจากรัฐและโครงการต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งตรงกับข้อสังเกตของ Liu et al. (2023) และ Song et al. (2022) ที่พบว่าทัศนคติระดับผู้บริหารมีอิทธิพลต่อการนำเทคโนโลยีสีเขียวมาใช้จริงในโรงงาน

ในทางตรงกันข้าม ผลลัพธ์ที่น่าสนใจและค่อนข้างไม่คาดคิดคือบทบาทค่อนข้างอ่อนของบรรทัดฐานเชิงสังคม (SUB ⟶ CAR: β = 0.212) ซึ่งแตกต่างจากผลวิจัยในบริบทที่ชุมชนมีพลังทางสังคมสูง ที่ซึ่งแรงกดดันจากคู่ค้า ชุมชน และลูกค้าสามารถผลักดันการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ชัดเจน (Dubash et al., 2022) กรณีอยุธยาอธิบายได้ว่าโครงสร้างการผลิตเป็นแบบ B2B และมีนิคม/คลัสเตอร์ที่การตัดสินใจระดับการลงทุนมักมาจากผู้บริหารหรือเจ้าของกิจการ มากกว่าการตอบสนองต่อแรงกดดันสังคมภายนอก นอกจากนี้การเข้าถึงข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมหรือการเปิดเผยข้อมูลการปล่อยก๊าซของโรงงานต่อสาธารณะยังมีจำกัด ทำให้แรงกดดันจากสังคมไม่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม (Huang et al., 2022)

เชิงนัยยะต่อการปฏิบัติ เมื่อพิจารณาว่า R^2 ของตัวแปรความตั้งใจลดคาร์บอน (CAR) อยู่ในระดับสูง ผลนี้ยืนยันว่ารวมปัจจัย PEN, SUB, GOV, POL และ PER มีความสามารถในการอธิบายพฤติกรรมตั้งใจได้มากกว่า 70% ซึ่งหมายความว่า โมเดลมีศักยภาพใช้พยากรณ์และออกแบบนโยบายได้ดีในบริบทอยุธยา โดยเฉพาะการยืนบนฐานของการส่งเสริมทัศนคติและการเสริมสร้างศักยภาพภายในองค์กร (capacity building) เป็นหัวใจสำคัญของการออกมาตรการให้เกิดผลจริงในภาคอุตสาหกรรม (Song et al., 2022; Koojaroenprasit et al., 2019)

6. ข้อเสนอแนะสำหรับการในอนาคตและประโยชน์ของการวิจัย

6.1 ในเชิงทฤษฎี ผลการศึกษานี้ช่วยยืนยันความสอดคล้องของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) และทฤษฎีคุณค่า-ความเชื่อ-บรรทัดฐาน (Value-Belief-Norm Theory: VBN) กับบริบทของภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย โดยพบว่าบรรทัดฐานส่วนบุคคล เจตคติที่มีต่อพฤติกรรม และการรับรู้พฤติกรรมควบคุมมีอิทธิพลต่อความตั้งใจในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนให้เห็นว่าการตระหนักรู้ถึงบทบาทและ

ความรับผิดชอบของตนเองเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้เกิดพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยยังชี้ว่าการสนับสนุนเชิงนโยบายและกฎระเบียบของรัฐบาลมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้ประกอบการตระหนักถึงมาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งเป็นศูนย์กลางการผลิตภาคอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ การผสมผสานระหว่างแรงผลักดันจากปัจจัยภายในบุคคลและแรงสนับสนุนจากภาครัฐจึงมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความตั้งใจในการลดคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรม

6.2 **ในเชิงปฏิบัติ** ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาเจตคติและบรรทัดฐานส่วนบุคคลของพนักงานให้มีความตระหนักรู้ในผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมอย่างยั่งยืน ผู้ประกอบการควรจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การลดของเสีย และการจัดการคาร์บอนในโรงงานอย่างเป็นระบบ ควบคู่ไปกับการกำหนดเป้าหมายลดคาร์บอนในระดับองค์กรอย่างชัดเจน เพื่อให้เกิดความรับผิดชอบร่วมกันภายในองค์กรและสามารถวัดผลได้จริง อีกทั้งควรพัฒนาและนำระบบดิจิทัลมาใช้ในการติดตามและรายงานการปล่อยคาร์บอน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความโปร่งใส ความแม่นยำ และความต่อเนื่องของข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม การดำเนินการเหล่านี้จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้กับคู่ค้าและชุมชนโดยรอบ และส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมก้าวสู่การผลิตอย่างยั่งยืนได้อย่างแท้จริง

ดังนั้น ผู้ประกอบการควรจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เช่น การอบรมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการของเสียอย่างเป็นระบบ และการบริหารจัดการคาร์บอนในโรงงาน พร้อมกับการกำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยคาร์บอนในระดับองค์กรอย่างชัดเจนและสามารถวัดผลได้จริง เพื่อสร้างความรับผิดชอบร่วมกันภายในองค์กร นอกจากนี้ ควรพัฒนาและนำเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบ Internet of Things (IoT) และซอฟต์แวร์บริหารจัดการคาร์บอน (Carbon Management System) มาใช้ในการติดตามและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อเพิ่มความโปร่งใส ความแม่นยำ และความต่อเนื่องของข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม

6.3 **ในเชิงนโยบาย** หน่วยงานภาครัฐควรนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบนโยบายหรือมาตรการที่เอื้อต่อการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนในระดับจังหวัด โดยเฉพาะจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งมีอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทและมีอัตราการปล่อยคาร์บอนสูง ควรมีการจัดตั้งระบบรายงานการปล่อยคาร์บอนในรูปแบบดิจิทัลเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถรายงานข้อมูลได้สะดวกและตรวจสอบได้แบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งสร้างแรงจูงใจเชิงภาษีหรือสิทธิประโยชน์ทางเศรษฐกิจให้แก่โรงงานที่สามารถลดคาร์บอนได้ตามเป้าหมาย เพื่อกระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมปรับตัวเข้าสู่แนวทางการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นอกจากนี้ หน่วยงานรัฐควรส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและระบบอัตโนมัติในการบริหารจัดการพลังงานและของเสียในโรงงาน เพื่อช่วยให้การลดคาร์บอนเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้ ซึ่งจะนำไปสู่ความยั่งยืนในระยะยาวของภาคอุตสาหกรรม

7. ข้อจำกัดของการศึกษา

สำหรับข้อจำกัดของการวิจัย การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Study) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน จึงไม่สามารถระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรได้อย่างชัดเจน อีกทั้งข้อมูลสะท้อนเพียงมุมมองของกลุ่มผู้ประกอบการในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรใช้การวิจัยแบบภาคตามเวลา (Longitudinal Study) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมลดคาร์บอนในระยะยาว รวมถึงควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั้งพนักงานและชุมชนโดยรอบโรงงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนพลวัตของสังคมและเศรษฐกิจใน

ระดับพื้นที่ได้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรเพิ่มการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อทำความเข้าใจแรงจูงใจภายในของผู้ประกอบการและพฤติกรรมจริงในโรงงาน ซึ่งจะช่วยให้สามารถเสนอแนวทางเชิงปฏิบัติที่ตอบโจทย์การลดการปล่อยคาร์บอนได้อย่างลึกซึ้งและเหมาะสมกับบริบทของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้มากยิ่งขึ้น

8. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยที่ศึกษาแนวทางและความตั้งใจในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความเข้มแข็งของระบบความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ในระดับองค์กร อันประกอบด้วยปัจจัยด้านนโยบายภาครัฐ ความพร้อมภายในองค์กร ความสามารถในการเรียนรู้จากภายนอก และบริบทของสถานการณ์ภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการดำเนินงานของธุรกิจ รวมถึงได้นำการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยโมเดลสมการโครงสร้างมาใช้วิเคราะห์

ผลการวิจัยยืนยันว่าการสนับสนุนด้านนโยบาย ภาคอุตสาหกรรมควรพัฒนานโยบายสนับสนุนที่ชัดเจน เช่น การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี เงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำ หรือโครงการรางวัลด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมผสมผสานมาตรการเชิงจูงใจและการบังคับใช้กฎหมาย เช่น การตรวจสอบและประเมินผลการลดคาร์บอนของโรงงาน เพื่อสร้างแรงจูงใจและความรับผิดชอบควบคู่กัน ยิ่งไปกว่านั้นหากผู้ประกอบการในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ลดคาร์บอนช่วยสร้างโอกาส**ใน**การขยายตลาด การรักษาความสัมพันธ์กับคู่ค้า และการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อชุมชน ก็จะทำให้เกิดแรงจูงใจที่เข้มแข็งในการลงมือปฏิบัติ เช่น การลงทุนในเทคโนโลยีสะอาด การใช้พลังงานทดแทน การจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ และการออกแบบระบบผลิตที่มีคาร์บอนต่ำ

ในอีกด้านหนึ่งทัศนคติยังสะท้อนถึงความสัมพันธ์ระหว่าง โรงงานกับชุมชนท้องถิ่นในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผู้ประกอบการที่ตระหนักว่า การลดคาร์บอนและการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพของคนในพื้นที่ ลดมลพิษทางอากาศ และเพิ่มความไว้วางใจจากสังคม ก็จะยิ่งเห็นความสำคัญและตั้งใจมากขึ้นที่จะดำเนินมาตรการอย่างจริงจัง การรักษาความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนจึงกลายเป็นแรงจูงใจทางสังคมที่เสริมเจตคติในเชิงบวก

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2563). *Industrial policy for carbon emissions reduction: Strategies and challenges*. ค้นเมื่อ 25 เมษายน 2568, จาก https://www.moi.go.th.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2564). *รายงานสถานการณ์โรงงานอุตสาหกรรม ปี 2564*. กระทรวงอุตสาหกรรม. ค้นเมื่อ 18 เมษายน 2568, จาก https://www.diw.go.th/webdiw/publication/

ปภาดา เย็นสุขโข. (2561). *การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. DOI: 10.58837/CHULA.THE.2018.1167

สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง. (2564). *รายงานเศรษฐกิจการคลังประจำปี*. กระทรวงการคลัง. ค้นเมื่อ 18 เมษายน 2568, จาก https://www.fpo.go.th/main/About-Us/AnnualReport/15728.aspx

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. (2566). *แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566–2570)*. ค้นเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2568, จาก https://ayutthaya.industry.go.th/th/abcd/download?did=198106

ลงทุนแมน. (2568). *เศรษฐกิจของพระนครศรีอยุธยาใหญ่แค่ไหน*. ค้นเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2568, จาก https://www.longtunman.com/49188

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2566). *Thailand Carbon Neutral Network Initiation.* ค้นเมื่อ 23 เมษายน 2568, จาก https://www.tgo.or.th/2023/index.php/en/post/tgo-announces-initiation-of-the-thailand-carbon-neutral-network..

Asian Development Bank (ADB). (2021). *Green growth in Southeast Asia: Opportunities for a low-carbon future.* Retrieved June 3, 2025, from https://www.adb.org

Akaravarothai, A., Akaravarotha et al. (2025), N., Jitrabiab, P., Boruah, I., Chetia, R., & Popradit, A. (2025). Economic Value-Added Innovative Management of Leaf Waste in Green Areas of Government Agencies, Bangkok, Thailand. *Sustainability*, *17*(18), 8511. https://doi.org/10.3390/su17188511

Brown, T. A. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research* (2nd ed.). New York, NY: Guilford Press.

Bruni, G., Martini, C., Martini, F., & Salvio, M. (2023). On the energy performance and energy saving potential of the pharmaceutical industry: a study based on the Italian energy audits. *Processes*, *11*(4), 1114. https://doi.org/10.3390/pr11041114

Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (3rd ed.). Routledge.

Choomanee, S., Nitivattananon, V., Silva, K., Kanitpong, K., & SINGH, J. G. (2025). Factors influencing greenhouse gas emissions from road transport and energy consumption in the Extended Bangkok Metropolitan Region, Thailand. *Regional Sustainability*, *6*(3), 100231. https://doi.org/10.1016/j.regsus.2025.100231

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. https://doi.org/10.4324/9780203771587

Constantino, S., Sparkman, G., Kraft-Todd, G. T., Bicchieri, C., Centola, D., Shell-Duncan, B., Vogt, S., & Weber, E. U. (2022). Scaling Up Change: A Critical Review and Practical Guide to Harnessing Social Norms for Climate Action. *Psychological Science in the Public Interest*, *23*(2), 50–97. https://doi.org/10.1177/15291006221105279

Dubash, N. K., Khosla, R., Rao, N. D., & Bhardwaj, A. (2018). India's energy and emissions future: an interpretive analysis of model scenarios. *Environmental Research Letters*, *13*(7), 074018. DOI 10.1088/1748-9326/aacc74

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Pearson.

Helferich, M., Thøgersen, J., & Bergquist, M. (2023). Direct and mediated impacts of social norms on pro-environmental behavior. *Global Environmental Change*, *80*, 102680. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102680

International Energy Agency (IEA). (2020). *Energy technology perspectives 2020: Special report on carbon capture utilization and storage.* Retrieved May, 20, 2025, from https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Special Report on Carbon Capture and Storage*. IPCC. Retrieved May, 20, 2025, from https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020

Jiang, J., He, Z., & Ke, C. (2023). Construction contractors' carbon emissions reduction intention: a study based on structural equation model. *Sustainability*, *15*(14), 10894. https://doi.org/10.3390/su151410894

Kenny, D. A. (2023). *Measuring Model Fit in Structural Equation Modeling*. Retrieved from https://davidakenny.net/cm/fit.htm

Koojaroenprasit, S., & Pumpinyo, S. (2019). Behavior of Adoption of a Low Carbon Society: A Case Study of Bangkok, Thailand. *energy*, *21*, 50. https://doi.org/10.17758/EARES5.ED0319110

Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). The Guilford Press.

Li, X., Dai, J., Zhu, X., Li, J., He, J., Huang, Y.& Shen, Q. (2023). Mechanism of attitude, subjective norms, and perceived behavioral control influence the green development behavior of construction enterprises. *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1), 1-13. https://doi.org/10.1057/s41599-023-01724-9

Liao, C., Zhan, X., & Huang, Y. (2023). Understanding the effect of proactive personality and perceived consumer effectiveness on low-carbon travel intention. *Heliyon, 9*(9), e19321. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19321

Liu, J., Liao, R., Dong, F., Huang, C., Li, H., Liu, J., & Zhao, T. (2024). Low-carbon technology selection and carbon reduction potential assessment in the shipbuilding industry with dynamically changing grid emission factors. *Journal of Cleaner Production*, *441*, 140707. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117034

Mouro, C., & Duarte, A. P. (2021). Organisational Climate and Pro-environmental Behaviours at Work: The Mediating Role of Personal Norms. *Frontiers in Psychology*, *12*, 635739. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.635739

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *The Economic Consequences of Climate Change*. Retrieved June, 6,2025, from https://www.oecd.org/environment/

Premashthira, A. (2024). Renewable Energy Use, CO2 Emissions, and Economic Growth in Thailand. *SOUTHEAST ASIAN JOURNAL OF ECONOMICS*, *12*(2), 219–249. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/saje/article/view/265576/183254

Rajbhandari, S., Winyuchakrit, P., Pradhan, B. B., Chaichaloempreecha, A., Pita, P., & Limmeechokchai, B. (2024). Thailand's net-zero emissions by 2050: analysis of economy-wide impacts. *Sustainability Science*, *19*(1), 189-202. https://doi.org/10.1007/s11625-023-01319-y

Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 10, pp. 221–279). https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60358-5

Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of environmental psychology*, *29*(3), 309-317. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004

Stern, P. C. (2000). New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of social issues*, *56*(3), 407-424. https://doi.org/10.1111/0022-4537.00175

Song, J., Li, M., Wang, S., & Ye, T. (2022). To what extent does environmental regulation influence emission reduction? Evidence from local and neighboring locations in China. *Sustainability*, *14*(15), 9714.

Swiss Re Institute. (2021). *The economics of climate change: no action not an option*. Retrieved June 6, 2025, from https://www.swissre.com/institute/

Thøgersen, J., & Bergquist, M. (2023). Direct and mediated impacts of social norms on pro-environmental behavior. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, *80*, 102680. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102680

Tian, J., Wang, Y., & Chen, Z. (2021). An improved single particle model for lithium-ion batteries based on main stress factor compensation. *Journal of Cleaner Production*, *278*, 123456. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123456

Triani, N., & Dewi, A. (2023). *Decoupling analysis and the dynamic relationship between economic growth and CO_2 emissions in ASEAN countries. Energies, 16*(9), 3920. https://doi.org/10.3390/en16093920

Tong, Q., Zhang, Q., & Zhang, J. (2024). More is not always better: the role of Social Media Information in shaping individual low-carbon behavioral intention. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *31*(6), 639-652. https://doi.org/10.1080/13504509.2024.2315553

United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Sustainable materials and product policies*. Retrieved June, 7, 2025, from https://www.unep.org/resources/publication/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap

U.S. Department of Energy. (2022). I*nflation Reduction Act: Clean Energy and Climate Investments.* Retrieved April 23, 2025, from https://www.energy.gov/ocio/ira-clean-energy

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Enforcement Basic Information*. Retrieved April 25, 2025, from https://www.epa.gov/enforcement/enforcement-basic-information.

Wu, Z., Duan, C., Cui, Y., & Qin, R. (2023). Consumers' attitudes toward low-carbon consumption based on a computational model: Evidence from China. *Technological Forecasting and Social Change*, *186*, 122119. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122119

Wu, M. (2018). *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Applications*. Springer.

Xiang, C., & Liu, N. (2024). Factors and paths influencing students' low-carbon behavior. *Carbon Management*, *15*(1), 2349173. https://doi.org/10.1080/17583004.2024.2349173

Yensukho, P., Sugsaisakon, S., & Kittipongvises, S. (2022). City-wide greenhouse gas emissions of communities nearby the world heritage site of Ayutthaya, Thailand. *Scientific Reports*, *12*(1), 9787. https://doi.org/10.1038/s41598-022-14036-w

Zhuravleva, I. A., & Kniazeva, A. V. (2024, September). Analysis of the Environmental Aspect of Global Trends Determining the Transformation of Fiscal Mechanisms in the Context of New Technological Paradigms. In *World Conference on Information Systems for Business Management* (pp. 343-353). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-1210-9_31