



SCSR

Supply Chain and
Sustainability Research



ISSN 2822-0412 (ONLINE)



SCSR

**SUPPLY CHAIN AND
SUSTAINABILITY RESEARCH**

VOL. 5, No. 1 (Jan.–Jun.) 2026



SOUTHEAST BANGKOK UNIVERSITY

298 SUNPHAWUT ROAD, BANGNA DISTRICT BANGKOK, THAILAND. WWW.SOUTHEAST.AC.TH

วารสาร Supply Chain and Sustainability Research: SCSR

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2569

ISSN 2822-0412 (Online)

วารสาร Supply Chain and Sustainability Research (SCSR) เป็นวารสารวิชาการไม่แสวงหากำไรที่ดำเนินงานอย่างเป็นอิสระ โดยมีพันธกิจในการให้บริการแก่ชุมชนวิชาการทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ ผ่านการเผยแพร่ผลงานวิชาการ งานวิจัยคุณภาพสูง และงานวิจัยที่มีผลกระทบเชิงวิชาการในลักษณะพหุวิทยาการและสหวิทยาการ ครอบคลุมประเด็นด้านการจัดการโซ่อุปทานและความยั่งยืน วารสาร SCSR มุ่งมั่นที่จะเป็นพื้นที่กลางในการเผยแพร่ผลงานวิชาการ ข้อค้นพบจากการวิจัย และองค์ความรู้ใหม่อย่างรวดเร็ว เปิดกว้าง และเสรี เพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การสนทนาเชิงวิชาการ และการสื่อสารองค์ความรู้สู่ภาคปฏิบัติและสาธารณชน ด้วยพันธกิจดังกล่าว SCSR มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาไปสู่การเป็นหนึ่งในวารสารสำคัญระดับนานาชาติด้านการจัดการโซ่อุปทานและความยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของวารสาร

วารสารมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตผลงานวิชาการ การเผยแพร่ผลงานของคณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย และนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน ตลอดจนเป็นสื่อกลางในการศึกษา วิจัย และเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิชาการสู่สังคม เป้าหมายของวารสารคือการเป็นศูนย์กลางในการสนับสนุนงานวิชาการ การถ่ายทอดองค์ความรู้ และการเผยแพร่งานวิจัยที่มีคุณภาพ วารสาร SCSR มุ่งเผยแพร่งานวิจัยที่มีความลุ่มลึก มีนวัตกรรม และมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการและ/หรือนวัตกรรมภายใต้กรอบแนวคิดของการจัดการโซ่อุปทานและความยั่งยืน โดยให้ความสำคัญกับงานวิจัยที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน และประเทศโดยรวม วารสารมีลักษณะเป็นสหวิทยาการ เปิดรับบทความในหลากหลายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ นวัตกรรม โซ่อุปทาน โลจิสติกส์ การขนส่ง และความยั่งยืน โดยไม่จำกัดเฉพาะสาขาวิชาหรือขอบเขตทางวิชาการใดวิชาหนึ่ง

วารสาร SCSR ใช้ระบบการประเมินบทความแบบ **ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโดยไม่เปิดเผยชื่อทั้งสองฝ่าย** หรือ **Double-Blind Peer Review** กล่าวคือ ผู้เขียนไม่ทราบรายชื่อผู้ประเมิน และผู้ประเมินไม่ทราบรายชื่อผู้เขียน บทความทุกเรื่องที่ยื่นเข้ารับการพิจารณาจะได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อยจำนวน 2 ท่านต่อบทความ โดยผู้ประเมินจะได้รับการคัดเลือกจากความเชี่ยวชาญในประเด็นวิจัย เนื้อหา หรือระเบียบวิธีวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้น ๆ การพิจารณาบทความจะยึดหลักคุณภาพทางวิชาการ คุณภาพของบทความ ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และความสอดคล้องกับพันธกิจของวารสารเป็นสำคัญ หากบทความจำเป็นต้องปรับแก้ไข กองบรรณาธิการ

จะให้ข้อเสนอแนะอย่างเป็นระบบ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เขียนสามารถพัฒนาบทความไปสู่การตีพิมพ์ได้อย่างมีคุณภาพ

วารสาร SCSR เป็นวารสารราย 6 เดือน โดยมีกำหนดเผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ ดังนี้

- ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน
- ฉบับที่ 2: กรกฎาคม – ธันวาคม

เว็บไซต์วารสาร: <https://so08.tci-thaijo.org/index.php/SCSR>

ติดต่อกองบรรณาธิการ: scsr@southeast.ac.th

ISSN 2822-0412 (Online)

สารจากบรรณาธิการบริหาร

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเด็นด้านความยั่งยืนได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในการประยุกต์ใช้กับการจัดการโซ่อุปทาน โลจิสติกส์ การขนส่ง การจัดการการดำเนินงาน และวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในรูปแบบต่าง ๆ การดำเนินงานภายใต้หลักความยั่งยืนถือเป็นหนึ่งในความท้าทายสำคัญที่การจัดการโซ่อุปทานต้องเผชิญอย่างต่อเนื่อง

วารสาร SCSR มีเป้าหมายในการส่งเสริมการศึกษาและการประยุกต์ใช้แนวคิดด้านความยั่งยืนในบริบทของการจัดการโซ่อุปทาน การจัดการการดำเนินงาน โลจิสติกส์ การขนส่ง การจัดการด้านสุขภาพ และทฤษฎีพีชชีเซต โดยวารสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสะท้อนให้เห็นว่า การพัฒนาที่ยั่งยืนจำเป็นต้องดำเนินควบคู่ไปกับการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานอย่างเป็นระบบ กองบรรณาธิการขอเชิญชวนนักวิชาการ นักวิจัย และผู้สนใจจากหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะบทความที่มุ่งตอบโต้ความท้าทายด้านการจัดการความยั่งยืน และมีส่วนสนับสนุนพันธกิจของวารสาร SCSR

บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร SCSR ให้ความสำคัญทั้งงานวิจัยเชิงทฤษฎีและงานวิจัยเชิงประจักษ์ โดยครอบคลุมบทความทบทวนวรรณกรรม การพัฒนารอบแนวคิดเชิงทฤษฎี งานวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น กรณีศึกษา ตลอดจนงานวิจัยเชิงปริมาณและเชิงประจักษ์ ทั้งนี้ บทความทุกเรื่องที่ส่งเข้ารับการพิจารณาจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและแนวทางการจัดทำบทความของวารสาร เมื่อพิจารณาจากบริบทของความผันผวนในโซ่อุปทานโลกในปัจจุบัน เช่น วิกฤตการณ์ชิป ผลกระทบของโซ่อุปทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพ กฎหมายด้านโซ่อุปทานใหม่ที่มุ่งยกระดับความรับผิดชอบต่อสังคม ตลอดจนนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เช่น บล็อกเชน จะเห็นได้ว่าการจัดการโซ่อุปทานได้กลายเป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินธุรกิจในระดับโลก

นอกจากนี้ กองบรรณาธิการขอแจ้งให้ทราบเกี่ยวกับการเปิดรับบทความสำหรับวารสารฉบับถัดไป โดยรายละเอียดการประกาศรับบทความสามารถติดตามได้ทางเว็บไซต์ของวารสาร SCSR วารสารฉบับนี้นับเป็นอีกก้าวสำคัญของ SCSR และนับเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ข้าพเจ้าได้มีโอกาสกล่าวถึงผู้อ่านในโอกาสนี้ ในนามของกองบรรณาธิการวารสาร SCSR ข้าพเจ้าขอต้อนรับผู้อ่านทุกท่านด้วยความยินดี และขอขอบคุณผู้เขียน บรรณาธิการ และผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาและความรู้ความสามารถในการสนับสนุนวารสารด้วยความสมัครใจ ความร่วมมือของทุกท่านเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับผลงานวิชาการที่มีคุณค่าจากท่านในโอกาสต่อไป

จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร

บรรณาธิการ

Editorial Team

Editor-in-Chief

Jirasek Trimetsoontorn

Deputy Editor-in -Chief

Colin W.K. Chenwongkhun

Acting Copy Editor

Dhriwit Assawasirisilp

Assistant Editor

Aeknaree Toomphol

Editor Assistant

Roumporn Thongrassamee Aarnes

Chawanwit Tochit

Editors

Ampol Navavongsathian

Southeast Bangkok University, Thailand.

Ananchai Kongchan

Chulalongkorn University, Thailand.

Chenin Chen

Chulalongkorn University, Thailand.

Muttanachai Suttipun

Prince of Songkla University, Thailand.

Pavee Siriruk

Suranaree University of Technology, Thailand.

Tanakorn Limsarun

Siam University, Thailand.

Treetip Boonyam

Mahidol University, Thailand.

Weerapong Kitiwong

University of Phayao, Thailand.

Somnuk Aujirapongpan

Walailak University, Thailand.

Minder Chen

California State University Channel Islands, USA.

Sajal Kabiraj

Häme University of Applied Sciences, Finland.

Jian Yao

Chinese Academy, China.

Lin Kun Chen

Hubei Polytechnic University, China.

Guo Qing Zhang

Da Tong University, China.

Angela Yang

National Taipei University of Technology, Taiwan.

Chih Hsiang Lin

Asia Eastern University of Science and Technology, Taiwan.

Iris Liu

Ching Kuo Institute of Management & Health, Taiwan.

James Lee

Yu Da University of Science and Technology, Taiwan.

Pei-Te Chiueh

National Taiwan University, Taiwan.

Ping Wang

Assumption University, Thailand.

Ta Wei Hung

Shih Chien University, Taiwan.

Yu Ming Fei

Chihlee University of Science and Technology, Taiwan.

Amran Rasli

Inti International University, Malaysia.

Pranav

Bharati Vidyapeeth's College of Engineering, India.

Arnis Asmat

Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia.

Contents

1	Community-Based Tourism and Sustainable Local Supply Chains: A Case Study of Resilient Development in Bangnamphueng, Thailand	1
	Authors: Athawit Buahong and Attapol Attanak	
2	Human–Ai Collaboration in Qualitative Sustainability and Supply Chain Research: Cognitive Engagement, Interpretative Depth, and Ethical Implications	9
	Authors: Kibet Rotumoi	
3	Localization of Medical Technology in Developing Countries: The Thai Experience in the Oral Health Crisis - Tension Between Tradition and Modernity and Institutional Adaptation	22
	Authors: Jingkai Liu, Cheng-Chung Tsai	
4	Financial Social Work and Asset Building for Vulnerable Families in Thailand: A Sustainable Livelihoods Perspective	29
	Authors: Cai Zhengzhong	
5	Inventory Control Performance Management in Smart Warehouses A Systematic Literature Review of Thailand's Automotive Parts E-Commerce Supply Chain	36
	Authors: Anan Moollaong	
6	Blockchain Adoption in Food Supply Chains: A Systematic Literature Review of Sme's in Asean	45
	Authors: Ployanda Wongsri	
7	The Role of Artificial Intelligence in Developing Supply Chain Analytics to Enhance Supply Chain Performance: A Study Through the Triple A Strategy	57
	Authors: Yuvathida Prathetsena	
8	Southeast Asia's Carbon Credit Development From Carbon Colonialism to Carbon Sovereignty	69
	Authors: Albert Lin	
	Guideline for Authors	
	Guideline for Authors	77

Community-Based Tourism and Sustainable Local Supply Chains: A Case Study of Resilient Development in Bangnamphueng, Thailand

Athawit Buahong^{1*} and Attapol Attanak²

¹Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

²Independent Researcher

Corresponding author Email: athabu@kku.ac.th

Received: May 14, 2025 / Revised: Jun 5, 2026 / Accepted: Jun 30, 2026

Abstract

This study examines the Bangnamphueng community in southern Bangkok as a case of community-based sustainable tourism. Conducted during the UN SDG Bootcamp Forum 2025, the research employs a qualitative case study design, using semi-structured interviews and field observation to explore local governance, sustainability practices, and stakeholder experiences. Findings indicate that the community's locally managed tourism model aligns with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly in promoting inclusive economic development, environmental stewardship, cultural preservation, and social inclusion. The study also identifies key challenges, including infrastructure constraints, tourism-related pressures, and economic vulnerability exposed during the COVID-19 pandemic. Thematic analysis reveals that sustainable tourism in Bangnamphueng operates as a dynamic socio-ecological system shaped by participatory governance, local knowledge, and adaptive strategies. The research contributes to the literature by demonstrating how community-based tourism can support context-specific sustainability pathways while highlighting the importance of resilience and stakeholder collaboration in managing development trade-offs.

Keywords: Community-based tourism, Sustainable development, United Nations SDGs; Resilience,

Participatory governance; Thailand

Introduction

As part of the *UN SDG Bootcamp Forum 2025 Bangkok - Youth and Global Sustainable Actions*, national delegates conducted a field visit to the Bangnamphueng Floating Market and engaged directly with local community representatives. This immersive experience provided insights that extend beyond conventional

research approaches. While documentary analysis and quantitative surveys offer valuable background information, direct interaction enables a deeper understanding of the community's lived realities.

Through conversations with residents and community leaders, participants observed not only economic activities but also the adaptive strategies developed in response to increasing tourism. Local stakeholders described the challenges of balancing diverse interests in community decision-making, while visitors emphasized the distinctive cultural and environmental qualities that shape the area's identity and encourage repeat visitation. These firsthand perspectives revealed complex interconnections within the local ecosystem, challenging simplified assumptions about tourism development.

Tourism in Bangnamphueng can therefore be understood not merely as an economic activity, but as a multifaceted social phenomenon shaped by relationships, cultural values, and collective adaptation. The integration of tourism into the community reflects an ongoing negotiation between preservation and development, highlighting the importance of local agency in sustainable practices. This study adopts a qualitative approach, using semi-structured interviews to analyze stakeholder experiences and examine the broader implications of community-based tourism.

This study aims to explore how community-based tourism contributes to sustainable development in Bangnamphueng. Specifically, the research seeks to:

- (1) examine the perspectives of key stakeholders regarding the impacts of tourism
- (2) identify strategies employed by the community to balance economic, social, and environmental objectives
- (3) evaluate the extent to which these practices align with sustainable development principles.

The study is guided by the following research questions

- (1) How do local stakeholders perceive the impacts of tourism on their community?
- (2) What strategies are implemented to manage tourism sustainably?
- (3) How does community-based tourism influence local resilience and identity?

The scope of this research is limited to the Bangnamphueng community in Bangkok, focusing on qualitative data collected through field visits and semi-structured interviews with residents, community leaders, and visitors. The findings aim to contribute to the broader discourse on sustainable tourism development and provide practical insights for policymakers and community development practitioners.

Literature Review

Sustainable Development and the SDGs Framework

The concept of sustainable development has become a central paradigm in addressing global environmental, economic, and social challenges. Defined by the United Nations as development that meets present needs without compromising the ability of future generations to meet their own, sustainability emphasizes the integration of three key dimensions: economic viability, social equity, and environmental protection (United Nations, 2015). This tripartite framework has been operationalized through the Sustainable Development Goals (SDGs), which provide a comprehensive global agenda for development.

In the context of tourism, sustainable development requires balancing economic benefits with the

preservation of cultural heritage and ecological systems. Bramwell and Lane (2011) argue that sustainable tourism governance involves multi-stakeholder collaboration and adaptive policy frameworks to address complex and dynamic local conditions. Their work highlights that sustainability in tourism is not a fixed outcome but an ongoing process requiring negotiation among stakeholders. The World Tourism Organization further emphasizes that tourism plays a critical role in achieving the SDGs by promoting inclusive economic growth and sustainable resource management (World Tourism Organization, 2018). In addition, sustainable development in tourism is increasingly examined through a supply chain perspective, where the coordination of production, distribution, and consumption processes plays a critical role in achieving sustainability outcomes. Sustainable supply chain management emphasizes transparency, resource efficiency, and stakeholder collaboration across the entire value chain, making it highly relevant to community-based tourism contexts. The SDGs, particularly Goal 8 (Decent Work and Economic Growth), Goal 11 (Sustainable Cities and Communities), and Goal 12 (Responsible Consumption and Production), are directly relevant to community-based tourism initiatives.

Community-Based Tourism (CBT)

Community-Based Tourism (CBT) is widely recognized as an approach that prioritizes local participation, empowerment, and equitable benefit-sharing in tourism development. CBT shifts the focus from externally driven tourism models to locally managed initiatives, where communities have greater control over decision-making processes and resource allocation.

Timothy (1999) argues that community participation is a fundamental element of sustainable tourism, as it enhances local ownership and ensures that development aligns with community needs and values. Meaningful participation goes beyond consultation, requiring active involvement in planning, implementation, and management. CBT also contributes to cultural preservation and strengthens local identity by promoting indigenous knowledge and traditions. Scheyvens (1999) further emphasizes that tourism can empower local communities by increasing their control over resources and decision-making processes. However, challenges such as unequal power relations, limited capacity, and external market pressures may hinder its effectiveness. As noted by Bramwell and Lane (2011), successful CBT initiatives require strong governance structures and collaboration among stakeholders.

From a supply chain perspective, community-based tourism can be understood as a form of localized or short supply chain, where goods and services are produced, distributed, and consumed within a geographically bounded system. This structure enhances local value retention, reduces environmental impact, and strengthens community control over economic activities.

Resilience Theory

Resilience theory provides a useful framework for understanding how communities adapt to change and respond to external pressures such as tourism development. Originally developed in ecological studies by Holling (1973), resilience refers to the capacity of a system to absorb disturbances while maintaining its core functions and structure.

In social contexts, resilience encompasses the ability of communities to adapt, learn, and transform in response to changing conditions. Tourism can act as both an opportunity and a disruption, making resilience

a critical factor in sustainable development. Communities with higher resilience are better able to manage tourism impacts while preserving cultural and environmental integrity.

Synthesis of Theoretical Framework

The integration of sustainable development, community-based tourism, and resilience theory provides a comprehensive analytical framework for this study. Sustainable development offers the overarching goals and principles, CBT provides a practical model for implementation at the local level, and resilience theory explains the dynamic processes through which communities adapt to change.

Together, these frameworks enable a multidimensional analysis of tourism in Bangnamphueng, moving beyond purely economic considerations to include social, cultural, and environmental dimensions. This theoretical foundation supports the study's objective of examining tourism as a complex and evolving system shaped by stakeholder interactions and adaptive strategies.

Research Method

Research Design

This study adopts a qualitative case study approach to explore the multidimensional nature of sustainability initiatives in the Bangnamphueng community. A qualitative design is appropriate for capturing the complexity of social phenomena, particularly in understanding how local stakeholders perceive and engage with community-based tourism and sustainable development practices. The case study approach enables an in-depth examination of contextual dynamics, governance systems, and lived experiences within the community.

Data Collection

Data were collected through a combination of semi-structured interviews and field observation during the site visit. Semi-structured interviews allowed for guided yet flexible conversations, enabling participants to share their perspectives on governance structures, environmental management, economic activities, and social inclusion.

Field observation complemented the interviews by providing contextual insights into daily practices, community interactions, and the physical environment. This combination of methods enhanced the richness and reliability of the data by capturing both articulated experiences and observed behaviors.

Participants

Fieldwork was conducted with purposively selected participants to ensure diversity and representational inclusivity. Informants included traditional community leaders, women in emerging leadership roles, youth representatives, and members of the LGBTQ+ community. This sampling strategy aimed to capture a wide range of perspectives and experiences, reflecting the social heterogeneity of the community.

By engaging participants from different social groups, the study was able to examine how sustainability practices and tourism development intersect with issues of governance, equity, and social inclusion in everyday life.

Data Analysis

The collected data were analyzed using thematic analysis, following the framework proposed by Braun and Clarke (2006). This process involved coding interview transcripts, identifying recurring themes, and

organizing them into broader conceptual categories.

This approach enabled the study to systematically interpret stakeholder narratives and uncover underlying patterns related to sustainability, community participation, and resilience. Thematic analysis also facilitated the integration of multiple perspectives, allowing for a comprehensive understanding of the community's tourism practices and adaptive strategies.

Results

Community and SDGs Alignment

The findings indicate that the Bangnamphueng community has developed a locally driven tourism model that aligns closely with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). Interview data suggests that the community adopts a holistic approach that integrates economic development, environmental protection, and social responsibility. Local businesses are supported while cultural heritage and natural resources are preserved, reflecting a balanced and community-centered sustainability framework.

Environmental Practices

Interview data suggest that environmental stewardship is embedded in everyday community practices. One notable initiative involves the use of Effective Microorganism (EM) balls, which are introduced into local waterways to improve water quality by breaking down organic waste and reducing pollution. In addition, the findings indicate that the community has implemented a structured waste management system that begins at the household level. Residents separate waste into organic, recyclable, and non-recyclable categories. These materials are further sorted at a centralized facility. The study also finds that community members creatively repurpose waste into reusable products, such as bags, while non-recyclable waste is disposed of using environmentally conscious methods to minimize ecological impact. The findings also suggest that these practices reflect elements of reverse logistics within a sustainable supply chain framework, where waste materials are reintegrated into the production cycle through recycling and reuse. This circular approach contributes to resource efficiency and aligns with broader sustainability objectives.

Cultural and Natural Preservation

The findings indicate that environmental conservation and cultural preservation are central to the community's sustainability efforts. Interview data suggests that residents actively participate in reforestation initiatives and collectively maintain a 16-acre community forest. This green space is integrated into both daily life and tourism-related activities, serving as a shared resource that supports ecological balance and cultural identity.

Social Inclusion

The results highlight a strong emphasis on social inclusion within the community. Interview data suggests that women and LGBTQ+ individuals are actively encouraged to assume leadership roles. This inclusive approach reflects a broader commitment to social equity and empowerment. As one participant stated, "Even Lady, Ladyboy, like me, we can be leaders if we can show things that others haven't seen before," illustrating the community's openness to diverse forms of leadership and participation.

Governance System

The findings indicate that participatory governance is a key factor in the community's sustainability. Interview data suggests that decision-making processes are highly inclusive, with community members actively involved in discussions prior to the implementation of new policies. Education and consensus-building are prioritized to ensure understanding and cooperation. This participatory approach enables the community to balance tourism development with environmental protection and economic needs, resulting in policies that are widely accepted and effectively implemented. From a supply chain perspective, this participatory governance model functions as a form of localized supply chain governance, where stakeholders collaboratively regulate production standards, pricing, and resource use. This enhances transparency, accountability, and long-term sustainability across the local value chain.

Challenges and Resilience

Despite its strengths, the findings indicate that the community faces several challenges. Interview data suggests that weekend tourism surges place significant pressure on local infrastructure, particularly waste management systems. Instances of overflow during peak periods highlight the limitations of current capacity. The COVID-19 pandemic further exposed the community's economic vulnerability. The temporary closure of the Bangnamphueng Floating Market in 2020 resulted in a sudden loss of income for many vendors. Although some attempted to transition to online sales, limited digital skills and the inability to replicate the in-person market experience reduced the effectiveness of these efforts. Agricultural producers were also affected by declining demand. The findings suggest that this crisis prompted increased awareness of the risks associated with economic dependence on tourism, leading to discussions on income diversification as a strategy for enhancing resilience.

In addition, interview data indicates that government support mechanisms, while present, are not always effectively implemented. For example, delays in a provincial tourism development grant resulted in construction activities coinciding with peak tourist seasons, temporarily disrupting local businesses.

Conflict Resolution

The findings indicate that the community has established mechanisms for addressing internal conflicts. Monthly meetings organized by the Subdistrict Administrative Organization serve as platforms for discussion and problem-solving. Interview data suggests that governance enforcement plays an important role in maintaining standards. For instance, complaints from tourists regarding inconsistent pricing led to the implementation of standardized price display requirements for all vendors. Vendors who repeatedly violated these rules faced temporary suspension from market participation. These measures, applied on multiple occasions, demonstrate the community's commitment to maintaining fairness, transparency, and its overall reputation.

Conclusion and Implication

Findings

The findings of this study indicate that the Bangnamphueng community demonstrates several key strengths aligned with sustainable development principles. First, the community-based tourism model has proven effective in generating local economic opportunities while maintaining community control, contributing

to sustainable livelihoods. Second, environmental conservation efforts—such as waste management practices and ecosystem protection—reflect a strong integration of ecological awareness into daily practices. Third, the preservation of cultural heritage highlights the community's ability to maintain its identity while adapting to contemporary challenges. At the same time, the findings reveal areas that require further development. Interview data suggests that youth engagement remains a concern, as younger generations are not yet fully integrated into community leadership or cultural preservation efforts. In addition, infrastructure limitations present challenges for both residents and the growing tourism sector. Addressing these issues will be essential for strengthening the community's long-term resilience and sustainability.

Implications

The findings offer several implications for policy and practice. From a policy perspective, there is a need for more responsive and context-sensitive government support mechanisms that align with local conditions and timelines. Improved coordination between public agencies and community stakeholders could enhance the effectiveness of development initiatives. From a practical standpoint, strategies to enhance youth participation should be prioritized, such as capacity-building programs, digital skills training, and opportunities for innovation in tourism-related activities. Furthermore, investment in infrastructure—particularly in waste management, transportation, and public facilities—would support sustainable tourism growth while improving residents' quality of life.

These implications highlight the importance of integrating community voices into decision-making processes and ensuring that development initiatives remain inclusive, adaptive, and locally grounded. These findings also suggest that integrating supply chain thinking into community-based tourism can enhance sustainability outcomes. Policymakers and practitioners should consider strengthening local supply chain structures, promoting circular resource flows, and supporting community-led governance mechanisms to improve resilience and long-term development.

Limitations

This study has several limitations that should be acknowledged. First, the sample size of participants was relatively small, which may limit the generalizability of the findings. Second, the research was conducted during a short-term field visit, which may not fully capture long-term dynamics or seasonal variations in tourism and community practices. Additionally, the reliance on qualitative data means that the findings are context-specific and may be influenced by participants' subjective perspectives. Future studies could benefit from incorporating mixed methods to enhance robustness.

Future Research

Future research could expand on this study in several ways. Comparative studies across different community-based tourism sites would provide broader insights into best practices and contextual differences. In addition, longitudinal research is recommended to examine how community dynamics, sustainability practices, and resilience strategies evolve over time. Such approaches would contribute to a deeper and more comprehensive understanding of sustainable tourism development and its long-term impacts.

References

- Bramwell, B., & Lane, B. (2011). Critical research on the governance of tourism and sustainability. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(4–5), 411–421. <https://doi.org/10.1080/09669582.2011.580586>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Scheyvens, R. (1999). Ecotourism and the empowerment of local communities. *Tourism Management*, 20(2), 245–249. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(98\)00069-7](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(98)00069-7)
- Timothy, D. J. (1999). Participatory planning: A view of tourism in Indonesia. *Annals of Tourism Research*, 26(2), 371–391. [https://doi.org/10.1016/S0160-7383\(98\)00104-2](https://doi.org/10.1016/S0160-7383(98)00104-2)
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- World Tourism Organization (UNWTO). (2018). *Tourism and the sustainable development goals: Journey to 2030*. World Tourism Organization.

Human–Ai Collaboration in Qualitative Sustainability and Supply Chain Research: Cognitive Engagement, Interpretative Depth, and Ethical Implications

Kibet Rotumoi

Department of Agricultural Economics, University of Eldoret

P.O. Box 1125–30100 Eldoret 30100 Kenya

Correspondence: Email: peterrotumoi@gmail.com

Received: Jun 3, 2025 / Revised: May 5, 2026 / Accepted: Jun 30, 2026

Abstract

The integration of Artificial Intelligence (AI) is transforming qualitative research in sustainability and supply chain studies, particularly in areas requiring context-sensitive interpretation and decision-making. This study examines how AI tools influence researcher cognition, interpretative depth, and analytical rigor through semi-structured interviews with researchers actively using AI in qualitative workflows.

Findings indicate that AI enhances efficiency, supports idea generation, and reduces analytical workload. However, it also introduces risks, including surface-level interpretations, loss of contextual nuance, and potential algorithmic bias—critical concerns in sustainable supply chain contexts involving complex socio-environmental dynamics.

The study highlights prompt engineering and AI literacy as key competencies shaping research quality. It proposes a hybrid human–AI analytical approach that emphasizes critical oversight, iterative validation, and ethical reflexivity. The findings suggest that AI can strengthen qualitative research when used as a complement to, rather than a substitute for, human judgment.

Keywords: Artificial Intelligence, Qualitative Research, Sustainable Supply Chain, ESG; Supply Chain Governance, Cognitive Engagement, Data Interpretation, AI Ethics

Introduction

The rising integration of Artificial Intelligence (AI) tools into research workflows is casting a significant influence, some would say an incalculable one, over how qualitative inquiries are conducted, interpreted, and shared with the world. For as long as anyone can remember, qualitative research has relied chiefly on human

intelligence to delve into the intricacies of social life, what we might call the "low-level, parallel-processing" operations of the human brain (Creswell & Poth, 2018). Much has been made of the commitments associated with the qualitative paradigm: valuing narrative form, for instance, or the sorts of in-depth analysis that yield insightful themes and categories. To be sure, some paradigmatic commitments have also translated into valuing the whole range of emergent and canny coding practices that good qualitative researchers know and use. But is AI going to change all that?

AI tools like ChatGPT and other large language models (LLMs) are being used more and more to help with literature reviews, coding interviews, theme identification, and even narrative generation. The speedy processes and fresh takes these tools provide us with bring up some crucial issues tied to the insight's depth, reliability, and authenticity. Who wouldn't want a tool to do all that for them? But what happens if our reliance on tools like this grows? What happens if the process of using them too much leads us down a mental path where we stop thinking as critically, detecting bias as well as we used to, and being as contextually sensitive as we need to be for rigorous qualitative analysis? (Stanford HAI, 2024). Regardless of the increasing use of AI in educational environments, there is little to no literature about how it affects interpretive depth and cognitive engagement of qualitative researchers. The majority of available literature focuses on AI's functions in quantitative research or deals with changes in technology rather than looking into the methodological and epistemological consequences for qualitative inquiry. This gap requires an examination of the impacts of AI on the structure and the thought process of researchers doing qualitative studies (Noble, 2018).

From a supply chain and sustainability perspective, qualitative research plays a critical role in unpacking complex, multi-actor interactions, particularly in areas such as stakeholder engagement, governance structures, and ESG-related decision-making. Unlike quantitative approaches that prioritize optimization and efficiency, qualitative inquiry enables researchers to capture the socio-environmental dynamics, power relations, and contextual nuances embedded within supply chain systems. These interpretative processes are essential for understanding how sustainability practices are negotiated, implemented, and experienced across different nodes of the supply chain (Seuring & Müller, 2008; Carter & Rogers, 2008). In this context, the integration of AI into qualitative research introduces both opportunities and epistemological tensions. While AI tools can enhance analytical efficiency and support data processing across complex supply chain networks, they may also risk oversimplifying context-dependent insights that are critical for sustainable decision-making. As supply chains increasingly emphasize transparency, accountability, and ethical governance, the depth and integrity of qualitative interpretation become central to producing meaningful and responsible research outcomes. Therefore, examining how AI reshapes cognitive engagement and interpretative practices is not only a methodological concern but also a crucial issue for advancing sustainability-oriented supply chain research.

This study aims to fill this gap by exploring the ways AI tools alter the levels of intellectual involvement, decision-making, and interpretation associated with qualitative research. Drawing from the activity of researchers who integrate AI into their work, this paper attempts to expose the ethical, cognitive, and methodological issues that accompany unrestrained enthusiasm for technological advancement. The results will establish AI-integration

policies for qualitative research that undermine the autonomous role of AI while preserving critical human reasoning tailored to scholarly work within an automated environment. Against this backdrop, this study investigates how AI-mediated analytical processes influence researcher cognition, interpretative depth, and decision-making in qualitative sustainability and supply chain research, with the aim of identifying practices that preserve methodological rigor while leveraging technological efficiency.

Research Questions

1. How do AI-assisted analytical processes reshape researcher cognitive engagement and interpretative practices during qualitative data analysis in sustainability and supply chain research contexts?
2. To what extent does the use of AI influence the interpretative depth, contextual sensitivity, and analytical rigor of insights generated from qualitative data in sustainable supply chain studies?
3. What methodological and ethical strategies can be developed to ensure that AI functions as a complementary tool that enhances, rather than compromises, human judgment and interpretative quality in qualitative sustainability and supply chain research?

Literature Review

AI in Qualitative Research: Emerging Opportunities and Tensions

The integration of Artificial Intelligence (AI) into qualitative research is gaining momentum, prompting both optimism and concern within scholarly discourse. Traditionally, qualitative research emphasizes depth, reflexivity, and contextually grounded interpretation (Creswell & Poth, 2018). However, the emergence of AI tools such as ChatGPT, and other machine learning-based platforms has begun to reshape data processing, coding, and thematic analysis (Saldaña, 2021) (Flick, 2022).

AI and Cognitive Efficiency in Qualitative Analysis

Empirical studies report that AI can substantially reduce the cognitive load associated with repetitive analytic tasks, including transcript organization and theme generation (Marzuki, Hanim, & Kaeppl, 2023; Microsoft Research, 2023). These gains in efficiency may allow researchers to devote more attention to higher-order analytical tasks. Nonetheless, several scholars caution that reliance on AI can compromise the interpretative richness and contextual sensitivity central to qualitative inquiry (Gao, Liu, & Wang, 2022) (Barocas & Selbst, 2016) (O'Neil, .2016)

Ethical Risks and Interpretative Limitations of AI

A recurring concern is the tendency of AI systems to produce generalized, surface-level summaries that may overlook emotional and cultural nuance. This is particularly problematic in studies involving marginalized communities or sensitive topics, where misrepresentation may result in epistemic harm (Bender et al., 2021). Additionally, the potential for algorithmic bias, data privacy violations, and the opacity of AI decision-making processes—the so-called “black box” issue—poses ethical challenges for researchers (Floridi & Cowls, 2019; Stanford HAI, 2024).

Cognitive Augmentation and the Risk of Cognitive Outsourcing

From a cognitive perspective, AI functions as a decision-support mechanism, augmenting researcher engagement by reducing extraneous cognitive load and enhancing ideation (Jarrahi, 2018; Sweller, 1988). However, scholars caution against “cognitive outsourcing,” where critical reasoning and reflexive skills may atrophy due to overreliance on automated systems (Marzuki et al., 2023).

Prompt Engineering and AI Literacy as Emerging Research Competencies

The effectiveness of AI tools in qualitative contexts is further contingent on prompt engineering—a process that demands strategic and contextually informed input to generate meaningful outputs. Grawal et al. (.2019) and Mollick (.2024) argue that prompt quality directly influences the accuracy and relevance of AI responses, necessitating the inclusion of prompt engineering and AI literacy in research training curricula (Microsoft Research, 2023; Noble, 2018).

Hybrid Human–AI Approaches in Qualitative Research

In response to these challenges, the literature increasingly advocates for hybrid methodologies that combine AI-assisted efficiencies with human interpretive oversight. Such models involve iterative prompt revision, collaborative coding between human and AI agents, and rigorous validation techniques to preserve the epistemological integrity of qualitative analysis (Saldaña, 2021; Flick, 2022). (Brynjolfsson & McAfee, 2014) (Thomas, 2018)

Toward a Balanced and Ethical Integration of AI

Overall, the literature underscores the need for a balanced, ethically informed approach to AI integration in qualitative research—one that maintains the centrality of human judgment while leveraging the computational strengths of emerging technologies.

Conceptual Framework

Building on the reviewed literature, this study develops a conceptual framework to explain how AI-mediated processes influence qualitative analysis, with particular emphasis on cognitive engagement and interpretative depth.

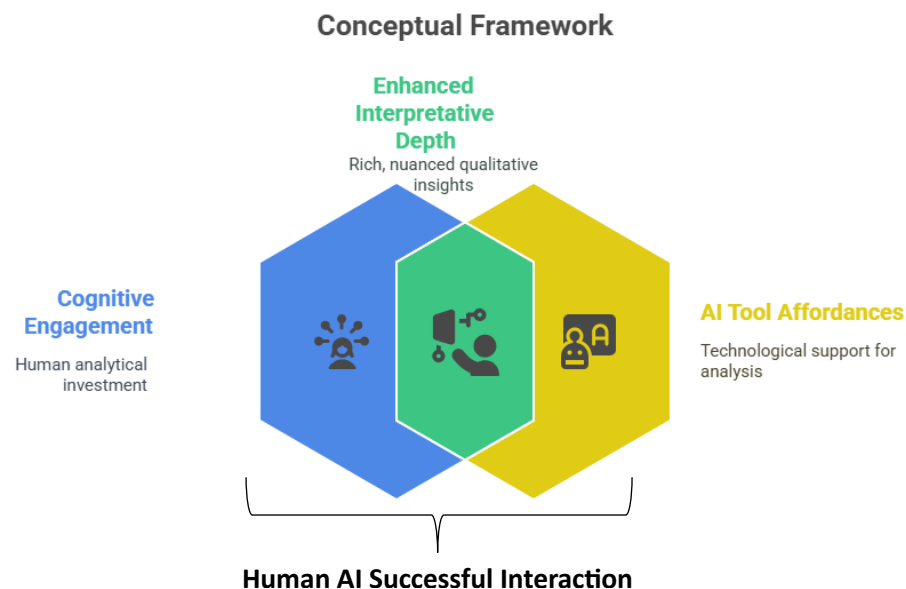


Figure 1. Conceptual Framework of AI-Mediated Cognitive Engagement and Interpretative Depth in Qualitative Research

The proposed framework centers on the interaction among three primary constructs: AI tool affordances, cognitive engagement, and interpretative depth.

AI tool affordances refer to the functional capabilities of AI systems, including coding assistance, text summarization, and theme generation. These affordances shape how researchers engage with qualitative data, either by reducing cognitive load and enhancing ideation or by encouraging overreliance and cognitive outsourcing. Cognitive engagement represents the extent to which researchers invest mental effort in data interpretation, critical thinking, and reflexive analysis. Higher levels of engagement are associated with more active sense-making processes, while reduced engagement may lead to passive reliance on AI-generated outputs. Interpretative depth reflects the richness, contextual sensitivity, and analytical rigor achieved in qualitative analysis. It captures the ability of researchers to uncover nuanced meanings, contradictions, and socio-cultural dimensions embedded in the data.

As illustrated in Figure 1, AI tool affordances influence cognitive engagement, which in turn shapes interpretative depth. This sequential relationship highlights the importance of maintaining active human involvement in AI-assisted qualitative research to ensure meaningful and contextually grounded interpretation. The framework also acknowledges the role of enabling conditions, such as prompt engineering, AI literacy, and ethical reflexivity, which can enhance the effectiveness of human–AI interaction and mitigate risks related to bias, hallucination, and loss of contextual nuance. Overall, the framework positions AI not as a substitute for human interpretation, but as a mediating force that reshapes the cognitive processes underlying qualitative analysis. It emphasizes the need for a balanced human–AI collaboration to preserve analytical depth and epistemological rigor.

Research Methodology

Research Design

This study adopts a qualitative interpretivist design, grounded in constructivist epistemology. It seeks to understand how researchers experience and make sense of AI integration in qualitative analysis, with a focus on cognitive engagement and interpretive depth outcomes.

Participants and Sampling

1. Target Population

Target Group: Academic researchers and postgraduate students using AI in qualitative workflows.

Sampling Method: Purposive and snowball sampling ensured participants had relevant experience.

Sample Size: 7 participants to achieve thematic saturation while maintaining manageability.

Data Collection Methods

1. Semi-Structured Interviews

2. Method: Semi-structured interviews lasting 45–60 minutes.

3. Format: Audio-recorded (with consent), then transcribed verbatim.

4. Focus: Participants' use of AI for coding, theme generation, and interpretation.

Data Analysis

To explore the cognitive and interpretative impact of AI tools on qualitative research, this study adopted a systematic thematic analysis approach, following the well-established framework by Braun and Clarke (2006). Thematic analysis was selected for its flexibility and capacity to uncover nuanced meanings within rich, descriptive data. It enabled the researcher to identify, analyze, and report patterns (themes) across interview transcripts in relation to the core research questions. The following phases were meticulously carried out

Phase 1: Familiarization with the Data

Immediately following transcription, the researcher engaged in intensive reading and re-reading of all interview transcripts to immerse in the dataset.

Phase 2: Initial Coding (Open Coding)

A line-by-line coding strategy was employed to generate open codes basic segments of meaning derived directly from participant narratives. Codes were tagged with short descriptors (e.g., *"time-saving," "lack of nuance," "boosted idea generation," "bias in AI"**) that captured their essence. These codes remained closely tied to the language and context of the participants, preserving emic perspectives.

Phase 3: Axial Coding and Theme Development

During axial coding, related codes were grouped into higher-order categories to identify central patterns and interrelationships. For example:

- Codes like *"AI makes me faster," "ChatGPT gives draft summaries,"* and *"saves mental energy"* were grouped under the theme "Enhanced Cognitive Efficiency".
- Codes like *"lost depth," "generalized summaries,"* and *"requires human checking"* were clustered into "Interpretative Shallowing".

Phase 4: Reviewing and Refining Themes

Preliminary themes were reviewed to evaluate:

1. Internal coherence (do all data excerpts within the theme align conceptually?)
2. External distinctiveness (are themes clearly distinguishable from each other?),
3. explanatory value (do the themes help answer the research questions?).

Some themes were merged, split, or renamed at this stage. For instance, initial themes "AI support" and "Reduced load" were merged into a broader theme: "AI as a Cognitive Partner", while a vague theme "ethical concerns" was refined into two sub-themes: "Bias in Output" and "Transparency and Trust".

Phase 5: Defining and Naming Themes

Each finalized theme was defined with a concise title, short paragraph capturing its conceptual boundaries, and illustrative quotes from participants to ground interpretations in empirical evidence.

Final themes included:

- AI as a Cognitive Partner

- Surface-Level Interpretation and Analytical Gaps
- Efficiency vs. Depth Trade-off
- Bias, Hallucination, and Ethical Vigilance
- Prompt Engineering and Researcher Agency
- Balanced Integration and Human Oversight

Ethical Considerations

This study received ethical clearance from the university's institutional review board. Ethical safeguards included Informed Consent, Anonymity, Confidentiality, Transparency.

Results and Discussions

This chapter presents the findings from in-depth interviews with researchers using AI tools in qualitative research. The results are thematically organized to respond to the three primary research questions:

Data from seven participants yielded six central themes, which reflect a complex and nuanced picture of AI's role in shaping contemporary qualitative research.

AI as a Cognitive Partner

AI tools were frequently described as “thinking companions” that enhanced researchers’ ability to conceptualize, synthesize, and mentally organize data. Rather than replacing researchers, AI acted as a form of cognitive scaffolding.

“Before, I would stare at the screen for hours trying to find a starting point. Now, I use ChatGPT to brainstorm and it gives me some direction. It doesn’t write for me—it just clears the fog.” – Participant 4

Participants identified three key ways AI supported their mental processes:

- **Mental Activation:** Generating lists of potential themes or literature areas jumpstarted mental engagement.
- **Idea Structuring:** Some participants used AI to develop outlines or to check the coherence of emerging categories.
- **Perspective Expansion:** AI sometimes offered unexpected angles or interpretations that participants had not initially considered, prompting further exploration.

These findings resonate with Sweller's (1988) theory of cognitive load, wherein AI reduces the “extraneous load” of searching, typing, and repetitive filtering, freeing up cognitive resources for deeper engagement.

Efficiency vs. Depth Trade-off

A dominant theme among participants was the trade-off between the efficiency provided by AI tools and the depth traditionally associated with qualitative research.

“Yes, it clustered responses quickly, but they were very surface-level. If I had submitted them as-is, I would have missed all the emotional subtext in the data.” – Participant 1

Participants described:

- **Fast Sorting, Shallow Meaning:** AI tools effectively categorized survey or interview responses, but outputs lacked depth and often needed extensive manual elaboration.

* * * * *

- Reductionism Risk: AI grouped diverse participant voices into generalized themes, potentially erasing valuable nuance.

This mirrors the findings of Gao et al. (2022), who caution that AI-generated summaries may offer efficiency at the expense of interpretive accuracy and contextual relevance. The depth of thematic understanding especially in sensitive studies requires human insight, which machines cannot replicate.

Surface-Level Interpretation and Analytical Gaps

This theme underscores how AI tools, while grammatically competent, often lacked the interpretive and emotional intelligence required for rich qualitative insights.

“AI told me that my participants ‘liked their community’—but it missed how they said it through tears, through stories of loss and resilience. That matters.” – Participant 6 Key observations included:

- Lack of Cultural Sensitivity: AI often missed the socio-cultural context embedded in participant narratives.
- Tendency to Generalize: Responses like “participants are optimistic” glossed over critical contradictions and power dynamics evident in the original data.

The gap in analytical depth aligns with Bender et al. (2021), who argue that AI lacks lived experience and can only mimic rather than interpret language. For researchers working with marginalized or emotionally rich narratives, this lack of interpretative competence was particularly problematic.

Bias, Hallucination, and Ethical Vigilance

Nearly all participants expressed concerns about the reliability and objectivity of AI-generated outputs. Bias and factual errors (hallucinations) were commonly reported.

“ChatGPT gave me information about a journal article that didn’t exist. It sounded so real. If I didn’t cross-check, I would’ve cited a ghost.” – Participant 2

Subthemes:

- Embedded Bias: AI models reflected Western-centric epistemologies and often misinterpreted non-Western cultural references.
- Factual Errors and Hallucinations: AI sometimes “invented” plausible-sounding quotes, references, or summaries.
- Dependence on Prompt Quality: Poorly worded or vague prompts led to misleading outputs, increasing the risk of misinterpretation.

These concerns directly support ethical warnings issued by Floridi & Cowls (2019) and Stanford HAI (2024) about the potential for AI tools to reproduce systemic biases and fabricate information, particularly when used uncritically.

Prompt Engineering and Researcher Agency

A critical insight was that the researcher’s ability to effectively communicate with the AI through prompt engineering significantly shaped the quality of output.

“Once I learned to ask better questions like specifying tone, context, even assumptions my results got much better. You have to treat AI like a collaborator with strict instructions.” – Participant 3 Key observations:

14 | P a g e

- Learning Curve: Participants developed better prompting skills over time, often through trial and error.
- Prompt Specificity: Clearer, more detailed prompts yielded more relevant, nuanced, and accurate responses.

- Empowered Use: Participants who mastered prompt engineering felt more in control of the research process and used AI more effectively and ethically.

This finding aligns with Liu et al. (2021), who emphasize prompt engineering as a critical skill for interacting meaningfully with generative models. It also supports Microsoft Research (2023) in advocating for AI literacy in academic training.

Balanced Integration and Human Oversight

Ultimately, participants advocated for a hybrid research model, combining AI's speed and structure with human critical thinking and contextual awareness.

"AI helps me prepare a skeleton but I flesh it out. I add the context, the emotion, the theoretical links. That's something only I can do." – Participant 5 Subthemes:

- Complementarity, Not Replacement: AI was most effective when used to support—not supplant - human interpretation.

- Peer Debriefing and Validation: Several participants cross-checked AI-generated categories with human colleagues for verification.

- Iterative Use: AI was used in cycles first for draft insights, then re-prompted or revised based on deeper manual analysis.

This hybrid approach echoes Johnson & Thomas (2024), who emphasize "collaborative human-AI workflows" that integrate automation with reflective interpretation.

Discussion

This chapter synthesizes the study's findings with existing literature to explore how AI tools influence cognitive engagement, interpretative practices, and ethical considerations in qualitative research. Through thematic analysis, this study identified six interrelated themes that collectively highlight both the transformative potential and critical limitations of AI integration in qualitative inquiry. The discussion is structured according to the study's three research questions

RQ1: How Do AI Tools Alter the Dynamics of Researcher Engagement During the Data Interpretation Phase?

The findings demonstrate that AI tools, particularly large language models like ChatGPT, serve as effective cognitive partners by enhancing mental activation, reducing analysis fatigue, and supporting ideation. This is consistent with Jarrahi (2018), who theorized that AI can augment rather than replace human cognitive functions in complex decision-making tasks. Participants in this study described AI as helpful for "clearing the fog" when beginning analysis or organizing chaotic data points—a role akin to cognitive scaffolding.

From a theoretical standpoint, Sweller's (1988) Cognitive Load Theory provides a useful lens: AI tools reduce extraneous cognitive load (e.g., repetitive sorting or summarization), allowing researchers to focus on germane

15 / 15

load, such as drawing theoretical connections. However, these benefits must be balanced against the potential erosion of cognitive skills if researchers outsource too much of their analytical responsibility to machines (Marzuki et al., 2023). Furthermore, the interactive nature of AI introduces a new dynamic: researchers must learn not only how to think critically but also how to prompt effectively. Thus, AI alters engagement not just by reducing mental burden but by reshaping the skills required for scholarly inquiry prompt engineering becomes a new academic competency.

RQ2: How Does the Use of AI Affect the Richness and Depth of Insights Derived from Data?

While AI was found to enhance analytical speed, it often did so at the expense of depth and contextual nuance. Participants noted that AI-generated themes tended to be surface-level, lacking the emotional resonance or cultural specificity needed in interpretive work. This aligns with Gao et al. (2022) and Bender et al. (2021), who argue that AI lacks embodied knowledge and thus struggles with interpretative depth especially in contexts that demand empathy, reflexivity, and cultural understanding. In many cases, AI grouped emotionally rich or contradictory responses under generalized labels such as “satisfaction” or “positive perception,” effectively flattening diverse voices. This phenomenon poses ethical and methodological risks, particularly in studies involving marginalized communities or sensitive topics where participant voice is central.

These findings reaffirm the importance of human oversight and iterative analysis. While AI can provide a structural foundation, final interpretations must be guided by researchers’ contextual literacy and theoretical sensitivity. AI tools, in their current form, are not yet equipped to handle the hermeneutic complexity of deep qualitative interpretation on their own.

RQ3: What Best Practices Ensure That AI Complements, Rather Than Compromises, Human Interpretation in Qualitative Research?

Participants emphasized the need for hybrid methodologies that combine AI’s computational efficiency with the reflective and interpretive capabilities of human researchers. This confirms the recommendations of Saldaña (2021), Flick(2022), and Johnson & Thomas (2024), who advocate for collaborative workflows in which AI assists but does not dominate. Three core practices emerged:

1. Prompt Engineering: Researchers must develop advanced prompting skills to generate contextually relevant and accurate outputs (Liu et al., 2021).
2. Critical AI Literacy: Users must be trained to detect hallucinations, biases, and oversimplifications in AI-generated content (Microsoft Research, 2023).
3. Ethical Reflexivity: Ensuring ethical rigor involves questioning how AI tools may distort data and maintaining transparency about the limits of automation (Floridi & Cows, 2019; Stanford HAI, 2024).

A noteworthy implication is the evolving skillset required for future qualitative researchers. Beyond traditional analytical skills, scholars now need AI negotiation skills the ability to strategically collaborate with AI systems, just as they would with a co-researcher.

Theoretical and Practical Implications

Theoretical Contributions

- The study extends constructivist and interpretivist paradigms by demonstrating how meaning-making now occurs in dialogue not only with participants and data but also with AI.

- It introduces the notion of AI-mediated cognition in qualitative research, contributing to emerging theories in human-computer interaction and digital research methods.

Practical Contributions

- The findings offer a clear roadmap for integrating AI tools responsibly, emphasizing scaffolding (not replacement), validation through human judgment, and collaborative refinement.

- Educators and institutions can use these insights to design AI-integrated research training, including courses on prompt engineering, ethical use, and bias mitigation.

ESG and Governance Implications

- The findings of this study carry important implications for Environmental, Social, and Governance (ESG) practices within sustainable supply chain management. As organizations increasingly rely on qualitative insights to inform supplier selection, stakeholder engagement, and sustainability reporting, the integration of AI into analytical processes introduces both opportunities and governance risks. While AI can enhance the efficiency of data processing and support large-scale analysis across complex supply chain networks, the tendency toward surface-level interpretation and potential algorithmic bias may undermine the credibility and inclusiveness of ESG-related decision-making.

- From a governance perspective, the use of AI in qualitative analysis necessitates greater transparency, accountability, and methodological rigor. Organizations must ensure that AI-assisted insights are subject to human validation, particularly when dealing with sensitive social and environmental data. This includes establishing clear protocols for prompt design, data verification, and bias mitigation to prevent the misrepresentation of stakeholder voices—especially those from marginalized or underrepresented groups within the supply chain.

- Furthermore, the study highlights the need to embed AI literacy and ethical reflexivity into organizational governance structures. Training programs for analysts and decision-makers should emphasize critical engagement with AI outputs, rather than passive acceptance. In doing so, firms can better align AI adoption with ESG principles, ensuring that technological efficiency does not come at the expense of interpretative depth, ethical responsibility, or stakeholder trust.

- Ultimately, responsible AI integration in qualitative supply chain research supports more informed, transparent, and context-sensitive sustainability governance, reinforcing the role of human judgment as central to ethical and effective decision-making.

Limitations of the Study

While rich in detail, the study has several limitations:

- The sample size was small ($n=7$), and participants had varying levels of AI familiarity, which may influence the generalizability of findings.

- All participants were academic researchers, limiting the perspective from other fields such as journalism, public policy, or clinical research.

- The study focused on generative AI tools (e.g., ChatGPT), but did not explore more advanced domain-specific AI software (e.g., Dedoose, Atlas.ti).

Directions for Future Research

This study opens several avenues for future exploration:

- Longitudinal studies tracking how AI use impacts researcher cognition over time.
- Cross-cultural comparisons examining how researchers in different socio-cultural contexts perceive and engage with AI tools.
- Collaborative AI research models, especially in interdisciplinary or multilingual teams.
- Ethnographic research on AI in practice, documenting how researchers use, mistrust, and reinterpret AI outputs in real time.

Conclusion

This study highlights the dual role of AI in qualitative research as both a powerful ally and a potential disruptor. While AI tools can enhance cognitive engagement and streamline analysis, they also risk diminishing interpretive quality and reinforcing biases if used uncritically. The key lies in fostering human-centered, ethically reflective, and strategically hybrid research practices. By equipping researchers with the skills to engage with AI thoughtfully, we can harness its potential while safeguarding the depth, context, and humanity that define qualitative inquiry.

References

- Agrawal, A., Gans, J. S., & Goldfarb, A. (2019). Exploring the impact of artificial intelligence: Prediction versus judgment. *Information Economics and Policy*, 47, 1–6.
- Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. *California Law Review*, 104, 671–732.
- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.
- Flick, U. (2022). *An introduction to qualitative research* (7th ed.). SAGE Publications.
- Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>
- Gao, X., Liu, Y., & Wang, Z. (2022). Algorithmic bias and interpretive gaps in AI-supported qualitative analysis. *Journal of Qualitative Technology*, 10(2), 101–117.
- Jarrah, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human–AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577–586.
- Liu, X., Zhang, Y., Wang, D., & Ma, L. (2021). Prompt engineering and AI literacy for researchers. *AI & Society*, 36(4), 559–573.

- Marzuki, S., Hanim, N., & Kaepfel, K. (2023). Cognitive load and qualitative research automation: A user study of AI tools. *International Journal of Qualitative Methods*, 22, 1–15.
- Mollick, E. (2024). *Co-intelligence: Living and working with AI*. Penguin.
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. New York University Press.
- O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown.
- Saldaña, J. (2021). *The coding manual for qualitative researchers* (4th ed.). SAGE Publications.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.

Localization of Medical Technology in Developing Countries: The Thai Experience in the Oral Health Crisis - Tension Between Tradition and Modernity and Institutional Adaptation

¹Jingkai Liu, Cheng-Chung Tsai^{1*}

International College, Krirk University, Bangkok Thailand, 10220

Correspondence: Email: 1244528366@qq.com

Received: Jul 3, 2025 / Revised: May 25, 2026 / Accepted: Jun 30, 2026

Abstract

Thailand, a globally renowned medical tourism destination, has attracted many foreign patients with its high-quality and affordable dental services. However, oral diseases remain prevalent among its population. This study analyzes and elaborates on the oral health issues transitioning from traditional to modern dental techniques in Thailand's dental medical technology development from historical, technological, and epidemiological perspectives. To address these problems, it is necessary to tackle long-term unhealthy lifestyle habits. Thais' diets are high in sugar, acid, and spices; the outdated practice of betel nut chewing and unscientific teeth cleaning methods, coupled with Thailand's hot and humid environment, pose serious threats to the oral health of its people. Moreover, the imbalanced distribution of domestic medical resources further exacerbates the difficulties faced by those already suffering from dental diseases, making it hard to receive proper treatment. How Thailand can continue to break through and improve under existing reform policies to enhance the effectiveness of medical work further remains a topic for in-depth discussion. However, the developmental journey Thailand has undertaken thus far has demonstrated to other developing countries that it is indeed possible to establish a unique medical system that integrates regional culture with advanced technology.

Keywords: Thailand; Oral health; Dentistry; Dental caries

Introduction

1.1 Dental Tourism and the Paradox of Oral Health in Thailand

As a global benchmark for medical tourism, Thailand's dental industry attracts international patients with cutting-edge technologies such as 3D-printed dentures and AI-powered implant navigation, contributing over US\$1.2 billion in 2021 (Connell, 2013). However, the local oral health crisis continues to intensify. This

contradiction stems from a triple fragmentation: traditional high-sugar diets and hot and humid environments accelerate the spread of dental disease, while private hospital monopolies and the internationalization of technology fail to translate into accessible primary oral health care.

This study explores how Thailand reconciles the tension between traditional betel nut culture and modern technologies such as nano-implants, mobile clinics, and AI-based diagnosis through “adaptive innovation.” By integrating technological history, epidemiology, and policy analysis, the study provides insights into how developing countries can construct culturally embedded medical systems.

1.2 Historical Evolution of Dental Practice in Thailand

The history of dentistry in Thailand originates from traditional Thai medicine, which has long regarded oral health as part of holistic health. Ancient Thai communities used medicinal plants such as lemongrass, turmeric, and betel leaves for toothache relief, and employed charcoal and salt for oral cleaning. However, these methods could only temporarily suppress bacterial activity and, in the long term, may have caused damage to teeth and oral mucosa.

By the late 19th century, modern dentistry was introduced as part of Western medical practices promoted during the reign of King Rama V, primarily through missionaries. Due to limited infrastructure, however, access remained restricted to urban elites. It was not until the mid-20th century that formal dental education began to develop, with the establishment of the first dental school at Chulalongkorn University in 1940.

1.3 Policy Transformation and the Rise of Dental Medical Tourism

Following the 1990s, Thailand reached a critical turning point in healthcare development. In the aftermath of the 1997 Asian financial crisis, the government actively promoted medical tourism as a strategic industry, with dental services identified as a high-value, low-risk sector (Ministry of Health of Thailand, 2015). This policy shift positioned dental care as a core component of Thailand’s national economic development strategy.

In 2003, the inaugural Medical Fair Thailand attracted exhibitors from over 40 countries, reinforcing Thailand’s position as a regional hub for medical equipment trade in Southeast Asia. One notable example is Hexa Ceram Dental Laboratory, established in 1995, which developed strong technological capabilities in high-end prosthetics and achieved a domestic market share of approximately 28%, contributing to the internationalization of Thailand’s dental industry.

1.4 Industrial Globalization and Technological Innovation in Dentistry

In 2020, Thailand’s dental industry reached a milestone when Hyundai Dental Group acquired 74% of Hexa Ceram, integrating its 12 divisions and workforce of approximately 900 employees. This acquisition further strengthened Thailand’s role as a manufacturing base in Southeast Asia, supplying dental products across ASEAN countries including Laos and Cambodia (Thailand Investment Promotion Commission, 2021).

At the same time, domestic innovation continued to develop alongside foreign investment. For example, AI-assisted implant navigation systems presented at the Thailand Dental International Conference (TIDC) significantly improved surgical precision and efficiency, demonstrating the growing integration of digital technologies

Literature Review

Dietary Patterns and Sugar Consumption as Primary Risk Factors for Dental Caries

Dental problems in Thailand have long been serious, mainly due to the poor diet and oral hygiene habits of Thais. Most Thais prefer to eat sweet, sour, and spicy foods. These foods are prone to dental caries and dental enamel erosion. In addition, Thais like to drink sugary drinks (dairy tea, carbonated drinks, etc.), so they are prone to it. In addition, there have been improvements in oral hygiene in recent years, but some people still do not know what it means to brush their teeth properly and how often to have an oral examination.

High sugar intake leads to dental caries

Thailand's per capita annual sugar intake is 42 kg, while the global average is 23 kg, and the penetration rate of sugar-sweetened beverages in street food is 89% (WHO, 2015). After consuming sugary food or drinks, bacteria in the mouth will use sucrose as a substrate and metabolize acid to cause dental enamel demineralization and dental cavities. In particular, the prevalence of caries in children's deciduous teeth is as high as 80%, and the prevalence of caries in permanent teeth (DMFT) is as high as 2.8, significantly higher than the average level in Southeast Asia (Prasertsom et al., 2020; Sitthisetapong et al., 2021)

Cultural Practices and Betel Nut Consumption as a Risk Factor for Oral Cancer

With a 31% northern betel chewing rate and betel alkaloid and lime reaction to form potent alkaline compounds, the prevalence of oral sub-mucous fibrosis in the northern region is six times higher than the national average, and international studies have confirmed its carcinogenicity. Betel chewing can induce gingival recession and lead to a deepening of periodontal pockets and the loosening of teeth (IARC, 2012; Sari et al., 2023)

Dietary Acidity, Spicy Food Consumption, and Oral Mucosal Damage

Consuming too much capsaicin can easily cause gums and gum mucosa and gum ulcers and may lead to oral bacterial infections. The most common ingredients in Thai food, such as lemongrass and fish sauce, are too acidic to corrode tooth enamel, and wet and hot weather will reduce the ability of oral self-cleaning, and dental plaque is more likely to accumulate when the internal cleanliness of the mouth is poor.

Structural Inequality in Dental Healthcare Access and Service Distribution

Private hospitals account for 67% of dental services, with only one dentist per 16,000 people in rural areas (Thammatacharee et al., 2013). Residents in remote areas rely on traditional remedies or delay medical treatment, leading to early dental caries developing into myelitis or even systemic diseases caused by infection.

Climatic Conditions, Water Fluoride Levels, and Environmental Determinants of Oral Health

Thailand is a tropical country with humid and sweltering weather, and some places have unbearable humidity throughout the year, which makes it easy for oral bacteria to grow and reproduce. Bangkok, for example, has an average annual humidity of about 80%, which is 22% faster than Chiang Mai, which has an annual average humidity of only 69% (Mashima et al., 2019). Thailand is a hot, humid environment where bacteria break down sugars faster, saliva becomes thicker, and mineral calcium and phosphorus salts are more likely to deposit on the tooth to form tartar. The pressure of the calculus on the gums leads to gingivitis, which eventually develops into periodontal disease (Kassebaum,2015). Secondly, the fluoride content of water varies from place to place in Thailand, and

the amount of fluoride in groundwater in 17 provinces in northeastern Thailand exceeds the limit. The proportion of children in the region who develop fluoro plaque is 24%. This water affects the formation of floor plaque in the teeth, leading to a high prevalence of chalk teeth (generally a large number of white or yellow spots on the teeth) (Rojanaworarit et al., 2021). Excessive fluoride can interfere with the formation of the enamel, resulting in white or yellow chalky teeth, and in severe cases, can even cause the enamel to crack. Although fluoride toothpaste prevents dental caries, there is a lack of health education in rural areas, and some people brush their teeth with high-fluoride water, which exacerbates the condition. Conversely, if there is a lack of fluoride in drinking water in an area, it is also likely to cause an increase in the incidence of caries of laryngeal or permanent teeth.

Research Method

Contextual Background: Dental Care System and Technological Innovation in Thailand

Innovation in dental medical devices

Dental care in Thailand is characterized by combining traditional medicine with modern dental techniques, as well as Thai herbal medicine and massage (Chotchoungchatchai et al., 2012). In addition, the quality of dental care in Thailand is excellent and affordable, and many international dental patients choose to undergo orthodontic surgery through dental care in Thailand, which has promoted the economic development of medical tourism in Thailand (Pattharapinyopong, 2019). In recent years, Thailand has made significant progress in researching and developing dental medical devices.

Digital Dentistry and AI-Assisted Dental Manufacturing Systems

Digital teeth solutions

The Modern Dental Group has used 3D printing technology to stack the teeth, which are made layer by layer by laser sintering metal powder or by light solidification resin. The traditional production time of 7 days was increased to 24 hours, with an accuracy of $\pm 20 \mu\text{mm}$ (Dawood et al, 2015). It mainly uses computer-aided design (CAD) software to make 3D models and combine patient bite data to create personalized customer prostheses, significantly reducing manual error. In addition, the "Dinsaw" robot arm developed by HexaCeram assists in completing minimally invasive implant surgery, which uses the robot arm to implant, greatly reducing the risk of surgery accurately.

Remote Diagnostic Systems and AI-Based Oral Health Monitoring

Remote diagnostic equipment

In 2025, Thailand will launch a structural light technology that will project a gridlike pattern onto the mouth's surface and capture the morphed pattern with a camera. The Nano Scan-D Portable Oral Scanner, which generates high-precision 3D images of the oral cavity and uploads the data to the cloud server in real-time for doctors to diagnose, such as dental caries or periodontal disease, etc., which is very useful for some local and remote villages. This device has an AI algorithm function module that can, to some extent, assist junior doctors in making judgments about suspected problem teeth.

Sustainable Materials and Dental Waste Management Innovations

Address the problem of medical waste pollution

The biodegradable material developed by Chulalongkorn University-PHBV-Based periodontal regeneration film is mainly composed of PHBV; using electrospinning to form nanofibrous structures, the degradation period can be controlled at 4 to 6 weeks, and in the degradation process can slowly release hydroxyapatite to accelerate alveolar bone regeneration, which has been clinically proven to increase the bone regeneration efficiency by 37% (Baino & Vitale-Brovarone, 2014) There are also biodegradable products made from indigenous plant materials. For example, the pressure resistance of durian shell cellulose fillers can reach 280 MPa, and the cost is about 60% cheaper than that of traditional composite resin. The antibacterial coating of camellia extract has a clearance rate of 92.4% for mutant streptococcus biofilms and can maintain antibacterial effects for up to six months.

Results and Discussion

Improving the country's dental health system

Dental medical technology in Thailand continues to advance, but improvements remain. At the macro level, there are problems of unbalanced regional development, a lack of professional talent, and unreasonable allocation of medical resources, which requires the Thai government, relevant departments, and other parties to step up efforts to improve the country's dental health system. In the face of these problems, the Thai government and relevant agencies are taking measures to improve the dental health system. To strengthen dental services in rural areas, the Government of Thailand launched the "Mobile Dental Clinic" project (Ministry of Public Health of Thailand, 2022). Due to the remoteness of many areas, residents do not have much access to dental expertise, and the government provides free consultations and brings the most sophisticated dental instruments and equipment to the countryside. Using modern technology to create an innovative medical model, rural patients can also enjoy the services of a team of high-quality dental experts from the city.

Professional talent development

Regarding professional talent development, Thailand has also increased the number of dental students while expanding the scale of dental education. It has advocated for private schools to increase the number of students enrolled in dental professions. At the same time, the Thai government has also cooperated with world-renowned dental schools to introduce outstanding educational methods and continuously introduce high-quality educational curricula. The quality of teaching has been continuously improved, and special scholarships have been established to encourage outstanding students to study in such fields and have the opportunity to study abroad, thereby striving to produce better talents.

International cooperation and exchange activities

To further develop international cooperation and exchange activities, Thailand actively participates in the organization of associations and associations of the ASEAN Dental Association, the International Dental Federation, and other domestic and foreign oral medical industry associations and organizations, and exchanges experience and the latest technologies with foreign colleagues at the large international academic exchange conferences held

each year. Thailand also encourages its dentists to study abroad and exchange and apply advanced technologies and experiences based on learning foreign technologies and practices, improving the overall dental level in the country

Specific populations and the influence of dietary culture

There are also targeted specific population risks and unavoidable dietary cultural influences.

Special populations: (1) Pregnant women: The prevalence of gingivitis during pregnancy was 68.9%, associated with the traditional "no brushing during pregnancy" bad habit (Phoosuwan et al., 2024). (2) Monks: The prevalence of tooth loss among monks over 60 years of age (79.3%) is 2.1 times higher than that of the general population (Chotchoungchatchai,et al,2012)

Glucose metabolism: Gene studies show that the ADH1B Arg47His allele is present in 58 % of the Thai population, resulting in faster ethanol metabolism and indirectly promoting sugar-containing fermented foods (Moynihan & Kelly, 2014).

Typical risk foods: (1) Khao Neo Mamuang (mango sticky rice) contains 72 g of sugar per serving, equivalent to 2.4 times the WHO recommended daily intake limit (Diabetes Mellitus Thailand, 2020). (2) "Nom Yen" (Pink Ice Drink): The sugar content is 89g, the volume is 500mL, the pH value is 3.2, and the acid residue value in the mouth is ≥ 1 hour after drinking. Finding a balance between traditional culture and people's health is a problem Thailand and researchers have to face.

Conclusions

In exploring the development of the Thai dental system in a combination of traditional wisdom and modern technology, the Thai dentistry system has upgraded old industries - from the flourishing of the betel culture to the wide range of nano implants, From the well-known foot dental drill to surgical robots entering and leaving the country - Southeast Asia's dental modernization has been marked by important signs of the era. Most of today's challenges are fundamentally systemic - the disconnect between cutting-edge dental technology and primary health services, the disconnect between the international medical tourism boom and the local disease burden. The solution lies in developing a complete and appropriate healthcare system, which requires progressive new discoveries in materials science and more precise and targeted governance by public health policymakers. Thailand's development experience shows that developing countries can also keep up with cutting-edge technologies while building oral health ecosystems compatible with their cultural genetics and environmental characteristics.

References

- Baino, F., & Vitale-Brovarene, C. (2014). Bioceramics and scaffolds in bone regeneration. *Acta Biomaterialia*, 10(5), 1837–1851.
- Chotchoungchatchai, S., Saralamp, P., Jenjittikul, T., Pomsiripongse, S., & Prathanturug, S. (2012). Medicinal plants used with Thai traditional medicine in modern healthcare services: A case study in Kabchoeng Hospital, Surin Province, Thailand. *Journal of Ethnopharmacology*, 141(1), 193–205. doi:10.1016/j.jep.2012.02.019
- Connell, J. (2013). Medical tourism in Thailand: A critical review. *Tourism Management Perspectives*, 8, 67–74.

- Dawood, A., Marti Marti, B., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219, 521–529. doi:10.1038/sj.bdj.2015.914
- Dewhirst, F. E., et al. (2010). The human oral microbiome. *Journal of Bacteriology*, 192(19), 5002–5017. doi:10.1128/JB.00542-10
- International Agency for Research on Cancer. (2012). *Betel-quid and areca-nut chewing: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans* (Vol. 100E). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Kassebaum, N. J., et al. (2015). Global burden of untreated caries. *Journal of Dental Research*. doi:10.1177/0022034515573272
- Lunt, N., Horsfall, D., & Hanefeld, J. (2016). Medical tourism: A snapshot. *Social Science & Medicine*, 145, 86–92.
- Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., & Hu, F. B. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic disease. *Circulation*, 121(11), 1356–1364. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.876185
- Mashima, I., et al. (2019). Characterization of the salivary microbiome in healthy Thai children. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 12(4), 163–169. doi:10.4103/1995-7645.257116
- Ministry of Public Health, Thailand. (2015). *Medical tourism development plan 2016–2020*. Bangkok, Thailand: Author.
- Ministry of Public Health, Thailand. (2022). *Mobile dental clinic project: Annual evaluation report*. Bangkok, Thailand: Author.
- Moynihan, P., & Kelly, S. (2014). Effect on caries of restricting sugars intake. *Journal of Dental Research*.
- National Statistical Office of Thailand. (2021). *National nutrition survey of Thailand 2020*. Bangkok, Thailand: Author.
- Pattharapinyong, W. (2019). The opportunities and challenges for Thailand in becoming the medical tourism hub of the ASEAN region. *Journal of Management Sciences Surattani Rajabhat University*, 6(1), 1–16.
- Peltzer, K., & Pengpid, S. (2015). Oral health behaviour and social and health factors in Thai adults. *Community Dental Health*, 32(4), 223–228.
- Petersen, P. E. (2003). *The world oral health report 2003*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Phoosuan, N., Bunnatee, P., & Lundberg, P. C. (2024). Oral health knowledge, literacy and behavior of pregnant women: A qualitative study in northeastern Thailand. *BMC Oral Health*, 24, 653. doi:10.1186/s12903-024-04414-3
- Prasertsom, P., Kaewkamnerdpong, I., & Krisdapong, S. (2020). Condition-specific oral health impacts in Thai children and adolescents. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 32(1), 49–56.
- Rojanaworarit, C., et al. (2021). Hydrogeogenic fluoride in groundwater and dental fluorosis in Thailand. *BMC Oral Health*, 21, 1–16. doi:10.1186/s12903-021-01902-8
- Sari, R., Aji, N. R. A. S., Seong, C. F. J., Amany, T. Y., & Dewi, R. S. (2023). Betel quid and oral phenomenon: Current review. *Current Oral Health Reports*, 10(3), 88–98. doi:10.1007/s40496-023-00336-1
- Sitthisetapong, T., Tasanarong, P., & Phantumvanit, P. (2021). Strategic management of early childhood caries in Thailand: A critical overview. *Frontiers in Public Health*, 9, 664541.
- Thammatacharee, N., Suphanchaimat, R., Wisaijohn, T., Limwattananon, S., & Putthasri, W. (2013). Attitudes toward working in rural areas of Thai medical, dental and pharmacy graduates. *Human Resources for Health*, 11, 1–10. doi:10.1186/1478-4491-11-53
- Thanakanjanaphakdee, W., Laohasiriwong, W., & Puttanapong, N. (2019). Spatial distribution of dentists in Thailand. *Journal of International Oral Health*, 11(6), 340–346. doi:10.4103/jioh.jioh_138_19
- Vichayanrat, T., et al. (2012). Oral health status and treatment needs in Thailand population. *BMC Oral Health*, 12, 34. doi:10.1186/1472-6831-12-34
- Watt, R. G., & Sheiham, A. (2012). Integrating the common risk factor approach into oral health policy. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 40(4), 289–296. doi:10.1111/j.1600-0528.2012.00680.x
- World Health Organization. (2015). Guideline: sugars intake for adults and children. World Health Organization.

Financial Social Work and Asset Building for Vulnerable Families in Thailand: A Sustainable Livelihoods Perspective

Cai Zhengzhong

School of Business Administration, Guangzhou Institute of Technology, Guangzhou, Guangdong 510540

Correspondence: Email: socialwork2014@gmail.com

Received: November 08, 2025/ Revised: May 5, 2026/ Accepted: Jun 28, 2026

Abstract

Financial social work is based on the political framework of asset construction theory, which aims to help vulnerable groups carry out inclusive financial services and promote the process of financial empowerment. Its practical experience in neighboring Bangladesh has achieved many good results, but its practical experience in Thailand is relatively lacking. Starting from the theory of the poor bank, this paper selects the rural poor families in Thailand as the research object, combining with the "adequacy economics" of King Rama IX of Thailand, the "Thaksin economics" of former Prime Minister Thaksin Shinawatra, and the Royal Thai major agricultural project "hope and change - financial social work involved in the development plan of children in distress". This paper selects 10 Thailand's troubled families who receive services to conduct field surveys and research interviews on the issue of financial and social work's involvement in the construction of troubled children's family assets. The comparison of unstructured interviews conducted separately in the service conclusion shows that more than 80% of the financial service objects have improved their family financial planning ability, student employment, and the entrepreneurial effect of agricultural loans because they accepted this service

Keywords: Financial and social work, King Rama IX of Thailand, Thaksin economics, Bank for the poor, Rural poverty alleviation project

Introduction

As an emerging field of social work academic research, financial social work has rarely been used to intervene in the asset construction of children's families in distress. As stated in the book "the nature of poverty" when making choices for the poor, "in order to survive, they all need to become prudent economists." the personal development of children in distress is generally worse than that of normal children, and they are weaker than their peers in demand satisfaction, ability training, and support networks (mainly including families and communities). In recent years, the research on children in distress has been extremely hot, but most of them are limited to

macro policy analysis, or to the discussion of the current situation of certain types of children in distress. In the past, the poverty alleviation work has often been limited to policy guarantees and targeted development of various micro issues. There are few studies on the asset construction of children in distress. Based on an experimental study conducted in Bangkok, Thailand, this paper takes 10 families of children in distress as the research object, specifically shares how to provide the research object with the practical process and project effectiveness of design and intervention, summarizes the project operation experience and puts forward relevant improvement suggestions, so as to provide some reference and reference for financial social workers to intervene in the practical practice of children in distress and realize the feasible ideas of poverty governance in the post poverty alleviation era.

1.1 Financial Social Work: Theory, Development, and Research Background

Financial social work aims to address the relationship between the individual financial capability of service users and the financialization of the broader social environment, thereby enhancing the economic well-being of individuals and families. Its dual mission lies in individual empowerment and asset building. This paper seeks to directly respond to the economic and financial challenges faced by service users through the professional theories, methods, and skills of social work. In essence, social work has addressed the survival needs of service users and their underlying economic conditions since its inception. However, as an emerging professional field, financial social work has gradually gained international attention over the past decade.

1.2 Asset-Building Theory and International Practice Foundations

Financial social work, constructed under the policy framework of asset-building theory, views inclusive financial services for vulnerable groups as a pathway to financial empowerment. In the 1990s, Professor Michael Sherraden proposed a social policy framework based on asset accumulation for poverty reduction, known as asset-building theory. In his work *Assets and the Poor*, Sherraden argues that welfare policies centered on Individual Development Accounts (IDAs) are more effective in addressing poverty. At the individual level, such policies encourage long-term planning through structured savings mechanisms, helping low-income populations overcome the limitations of income-based welfare systems. They also promote proactive responses to poverty-related risks, enhance resilience, and strengthen life confidence by linking individual development goals with institutional support systems.

Today, asset-building theory has become an important analytical framework in contemporary social policy research, with practical implementations such as the “American Dream” Demonstration Project, the UK Children’s Trust Fund, Taiwan’s “Taipei Family Development Account” program, Hong Kong’s Children’s Fund, and Bangladesh’s “Grameen Bank for the Poor.” These initiatives, supported by either government funding or social contributions, have positively influenced the economic, educational, health, and employment outcomes of low-income families by improving financial capability at both individual and household levels. (Fukuyama, 1995)

1.3 Research Gap and Methodological Considerations

However, from a research perspective, existing studies on financial social work tend to focus on cross-sectional comparative designs, lacking longitudinal experimental validation. Based on this limitation, a pilot poverty alleviation study conducted in Shanghai, China in 2016 provided an important reference for this research in terms

of design process and service content. The study explored a new model of social assistance from an asset-building perspective among low-income families. Nevertheless, due to operational challenges such as high sample attrition and inconsistent service participation, the present study limits its sample to 10 rural families with children in distress in Bangkok, Thailand.

1.4 Research Focus and Intervention Logic

This study focuses on enhancing the financial capability of children in distress from impoverished families. It applies direct intervention methods such as education, counseling, and therapeutic support to address micro-level economic issues within individuals and households. By operationalizing the “financial capability and asset-building” paradigm in financial social work, the study integrates macro-level inclusive financial opportunities with micro-level financial competencies, enabling interactive synergy between the two. This approach directly improves the poverty conditions of the 10 participating families. Furthermore, it emphasizes investment-oriented strategies that link improvements in material living standards with enhanced social participation capacity.

1.5 Contribution and Practical Implications

Therefore, by adopting the perspective and practice model of financial social work, this study provides new insights and generates transferable practical experience for addressing poverty in families with children in distress.

Literature Review

Background

According to the latest population data, as of 2024, there are about hundreds of thousands of children in distress in the suburbs of Bangkok, Thailand. In the process of carrying out charity management for rural charity halls at krirk University in Bangkok, Thailand, the author has contacted families of children in distress in different situations. Through structural interviews with these families, it is found that although there are many structural common problems, each family has some hidden powers to be explored. Under such a background, the author, starting from the theory of asset construction, selects the children in distress in the suburbs of Bangkok, Thailand, as the research object. Combined with the "adequacy economics" of King Rama IX of Thailand, the "Thaksin economics" of former Prime Minister Thaksin Shinawatra of Thailand, and the development of the Royal Thai major agricultural project "hope and change - financial and social work involved in the development plan of children in distress", the author selects 10 families of children in distress who receive services to conduct field surveys and research interviews on the issue of financial and social work involved in the asset construction of children in distress. (Reese, & Csikai, 2018)

Project objectives

It is expected that the intervention of financial social workers can stimulate their potential and motivation to change the status quo, effectively help children in distress improve their financial planning ability, combine their personal development with family asset construction and even social construction, and continuously improve the ability of poor families in debt assessment, asset construction, financial planning and financial risk prevention, so

that the families of children in distress can better avoid the risk of falling into poverty and have more confidence in life. (Taels et al. 2021)

Research Method

Research Design and Data Collection Methodology

This intervention project adopts the method of single group before and after experimental design, which compares the observation results of 10 families of troubled children before the implementation of financial social work service with the same observation results of the subjects after receiving the service. Questionnaire design and data collection. Before the implementation of the intervention, the project team designed a questionnaire including the basic situation of individuals and families, family income and expenditure, and financial capacity planning. (Oliver, & Peck, 2006)

Structural Analysis of the Basic Needs of Families with Children in Distress

According to Bradshaw's summary of human needs, it can be divided into normative needs, conscious needs, expressive needs and comparative needs. Normative needs include survival needs and development needs. In terms of survival needs, there are not only the needs of life existence based on access to basic life care, but also the needs of social existence based on social identity. The 10 families of children in distress in this study can enjoy various subsidies from the Thai government for children in distress, which can basically meet their basic survival needs before adulthood. However, in the process of social identity and household registration, individual children in difficulties have not yet implemented these needs. Development needs refer to the care, education and guidance that children need for physical and mental development. With regard to the needs in this regard, most of the children in distress have not received a good family life and appropriate love and discipline. (Boucher et al. 2017)

Needs Awareness and Economically Oriented Practice Focus

Conscious needs are mainly the needs that individuals need to be satisfied by feeling and experience. Due to the limited knowledge and insight, the conscious needs of children in distress and their parents are generally concentrated in economic issues (survival needs) and educational issues (development needs). Many families of children in distress are not rich, but they still send them to cram schools for their children's grades. Even if the family's economic conditions are not very good, they will try their best to cultivate them. Comparative demand refers to the demand that individuals or a group find themselves getting less than others by comparing with those individuals or groups with similar situations and characteristics. Based on the above demand analysis, we have focused on economic issues. Carry out practice in combination with the dual mission of financial and social work, individual empowerment and asset construction

Results

Financial planning ability improvement plan for children in distress

Through the five steps of "cognitive awareness", "positive substitution", "expanding vision", "self planning" and "practical learning", children from families with children in difficulties can learn financial planning knowledge,

have correct financial concepts, master financial ability, and expand financial planning knowledge to other areas of life, so as to better plan their own lives. Therefore, in the whole process of practice, social workers focus on the cultivation of the ability of the individual and family members of the service object. The following is a case demonstration of the group social work intervention model: (Arnold, et al.2007)

Group social work case 1: Through playing some celebrity growth videos, or social workers and team members share the success or failure cases of people around them, and discuss the reasons for these people's success or failure with team members, focusing on their self-identity concept, financial planning, workplace work rules, time planning, and network value.

Group social work case 2: Social workers carry out cash flow games with the "Monopoly game" as the carrier. After setting the initial goal, social workers and team members share and discuss why to set the initial goal in this way. During the game, social workers and team members share and discuss whether to enter the relevant professional circle, as well as the advantages and disadvantages. At the end of the game, the social worker and the team members share and discuss the completion of the goal and the understanding of the game.

Group social work case 3: The social worker introduced the group members to the relevant knowledge of financial management, such as how to open a bank account, how to learn how to keep accounts, how to save, and how to arrange a reasonable time. (the above is excerpted from the record of hope and change - family group for children in financial and social work service difficulties)

Adolescent growth career assistance plan

According to the development characteristics of minors in troubled children's families at all ages (lower grade of primary school, higher grade of primary school, junior high school, high school), the need for academic and employment development, and the participation of parents, we should intervene accordingly to reduce the economic pressure of their families, improve their personal viability, and better face the future. The following is a case demonstration of the social work intervention model

Case social work case 1: The owner of the case has a family with multiple disabilities, and the family cannot make ends meet. The social worker also made financial planning and suggestions for the mother of the case owner according to the economic situation of the case owner's family. The social worker suggested that the case owner's family divide the economic income into two parts, namely, expenditure and savings, keep accounts regularly, sort the expenditure in all aspects, and select the most urgent expenditure for payment. The case owner accepted the proposal and was willing to accept the regular supervision of social workers.

Case social work case 2: On the basis of the suggested bookkeeping, social workers also put forward suggestions on increasing income and reducing expenditure. The mother of the case owner seriously accepted the suggestion of the social worker. At the same time, the mother of the case owner also hoped to help her family have something to do. Because the source of income of the owner of the case is relatively small and the source of income is limited.

Case social work case 3: The social worker contacted the part-time worker of a welfare factory run by Shantang in the suburb of Bangkok, Thailand. The mother of the case owner was willing to participate, and the family income increased by about 3000 baht per month. At the same time, the bank began to pay off its foreign

debt gradually, and is expected to open a personal development account for children in distress in the future to realize financial savings.

Case social work case 4: The employment of the mother of the case owner alleviates some of the economic pressure of the family, but the employment of the guardian also affects the guardianship status of the individual of the case owner. Therefore, the social worker has cultivated the survival and self-care ability of the case owner, and completed the learning and practical application of the three self-care manuals. (the above is excerpted from the record of hope and change - family group for children in financial and social work service difficulties)

Conclusion

Achievement of Program Objectives

Service Coverage and Participant Retention

The number of people served and the number of people reached the predetermined goal, and no one left the 10 families halfway.

Participant Satisfaction

The satisfaction of service objects reaches 90% or more (according to the results of the questionnaire, the satisfaction of individual cases is 90%, and the satisfaction of small cases is more than 95%).

Goal Attainment

80% or more of the target has been achieved (according to the questionnaire results, 80% of the service objects of the case think that the intervention of social workers will help them improve their situation, and 95% of the service objects of the group agree to achieve the scheduled target of the activity).

Overall Program Outcomes and Effectiveness

From the content of the activities currently carried out and completed, we have effectively enriched the lives of children in distress, broadened their horizons, and acquired the ability of financial planning through services such as cases and groups, combined with the questionnaire assessment of their families in debt assessment, asset construction, financial planning and financial risk prevention. These activities are designed closely around the project objectives and the needs of service objects, and all the activities carried out have contributed to the project objectives.

Project effect

(1) Improvements in Financial Capability and Development Outcomes

Benefits of service objects: through the comparison of unstructured interviews conducted before and after the service, we found that more than 80% of service objects have improved their financial planning ability, academic and employment development, etc. because they accepted our services.

(2) Community Feedback and Social Impact

Relevant feedback and social effects: during the implementation of the activity, the support and praise of the community and the staff of relevant civil affairs departments were obtained, and a beneficial attempt was made with the community for financial social workers to intervene in the practice of children in distress.

References

- Arnold, E. M., Artin, K. A., Griffith, D., Person, J. L., & Graham, K. G. (2007). Unmet needs at the end of life: Perceptions of hospice social workers. *Journal of Social Work in End-of-Life & Palliative Care*, 2(4), 61–83.
- Boucher, N. A., Kuchibhatla, M., & Johnson, K. S. (2017). Meeting basic needs: Social supports and services provided by hospice. *Journal of Palliative Medicine*, 20(6), 642–646.
- Fukuyama, F. (1995). *Trust: The social virtues and the creation of prosperity*. Free Press.
- Oliver, D. P., & Peck, M. (2006). Inside the interdisciplinary team: Experiences of hospice social workers. *Journal of Social Work in End-of-Life & Palliative Care*, 2(3), 7–21.
- Reese, D. J., & Csikai, E. L. (2018). Social work assessment and outcomes measurement in hospice and palliative care. *Journal of Social Work in End-of-Life & Palliative Care*, 14(2–3), 89–104.

Inventory Control Performance Management in Smart Warehouses

A Systematic Literature Review of Thailand's Automotive Parts

E-Commerce Supply Chain

*Anan Moollaong

management of Kingstella Group Co., Ltd.

*Corresponding author, Email: anan.m4310@gmail.com

Received: March 22, 2026 / Revised: June 6, 2026 / Accepted: June 26, 2026

Abstract

This study aims to examine the role of data management factors in improving inventory control performance within smart warehouses of Thailand's automotive parts e-commerce supply chain. Utilizing a Systematic Literature Review (SLR) in accordance with the PRISMA guidelines, 50 peer-reviewed articles published between 2017 and 2025 were selected and analyzed. The review specifically focuses on four core data management dimensions: data quality, data integration, predictive analytics, and Internet of Things (IoT) infrastructure.

Quantitative findings demonstrate that the application of smart warehouse technologies combined with effective data management significantly elevates inventory management accuracy from 78% to 97%, while reducing stock counting duration by 65%. Furthermore, the deployment of advanced predictive analytics models (such as LSTM and Machine Learning) reduces stockout rates by 18% to 42%, mitigates overstocking by 24% to 28%, and substantially shortens order processing lead time from 2 days to a mere 4 hours.

Ultimately, the study indicates that efficient data management enhances inventory visibility, demand forecasting precision, and real-time decision-making capabilities within smart warehouse systems. This research proposes an integrated conceptual framework that links data management capabilities, smart warehouse technologies, and inventory control performance, while also outlining strategic directions for future research.

Keywords: Smart warehouse, data management, inventory control, e-commerce supply chain, automotive parts

การจัดการประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลังในคลังสินค้าอัจฉริยะ การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของโซ่อุปทาน อี - คอมเมอร์ชอะไหล์ยานยนต์ไทย

*อนันต์ มุลละออง

บริษัท คิงสเทลล่า กรู๊ป จำกัด

*Corresponding author, Email: anan.m4310@gmail.com

Received: March 22, 2026 / Revised: June 6, 2026 / Accepted: June 26, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของปัจจัยด้านการจัดการข้อมูลต่อประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลังในคลังสินค้าอัจฉริยะของห่วงโซ่อุปทานอีคอมเมอร์ชอะไหล์ยานยนต์ไทย โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (SLR) ตามแนวทาง PRISMA คัดเลือกบทความวิจัยที่ผ่านการทบทวนโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 50 เรื่อง ที่ตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2568 การทบทวนมุ่งเน้นปัจจัยการจัดการข้อมูลหลัก 4 ประการ ได้แก่ คุณภาพข้อมูล การบูรณาการข้อมูล การวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ (Predictive Analytics) และโครงสร้างพื้นฐาน IoT ผลการศึกษาเชิงปริมาณพบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลังสินค้าอัจฉริยะร่วมกับการจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ สามารถยกระดับความแม่นยำในการบริหารสินค้าคงคลังจากร้อยละ 78 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 97 ลดระยะเวลาการตรวจนับสินค้าลงได้ร้อยละ 65 นอกจากนี้การใช้โมเดลการวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ขั้นสูง (เช่น LSTM และ Machine Learning) สามารถลดอัตราสินค้าขาดมือ (Stockout Rate) ได้ถึงร้อยละ 18 ถึง 42 ลดภาวะสินค้าล้นสต็อก (Overstock) ได้ร้อยละ 24 ถึง 28 และช่วยลดระยะเวลาในการออกคำสั่งซื้อจากเดิม 2 วัน ให้เหลือเพียง 4 ชั่วโมง การศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็นสินค้าคงคลัง ความแม่นยำในการพยากรณ์ความต้องการ และการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ในระบบคลังสินค้าอัจฉริยะ การศึกษานี้เสนอกรอบแนวคิดบูรณาการที่เชื่อมโยงขีดความสามารถด้านการจัดการข้อมูล เทคโนโลยีคลังสินค้าอัจฉริยะ และประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลัง พร้อมระบุทิศทางการวิจัยในอนาคต

คำสำคัญ: คลังสินค้าอัจฉริยะ การจัดการข้อมูล การควบคุมสินค้าคงคลัง อี - คอมเมอร์ช อะไหล์ยานยนต์ไทย

บทนำ

ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล การเติบโตอย่างก้าวกระโดดของธุรกิจอีคอมเมิร์ซในประเทศไทยได้กลายเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญที่ทำให้โครงสร้างห่วงโซ่อุปทานต้องปรับตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความต้องการระบบการจัดการคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูงกลายเป็นวาระเร่งด่วนสำหรับภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการนำแนวคิดเทคโนโลยี Industry 4.0 มาประยุกต์ใช้ในรูปแบบ "คลังสินค้าอัจฉริยะ" (Smart Warehouse) ซึ่งบูรณาการเทคโนโลยี Internet of Things (IoT), การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) และระบบการประมวลผลบนคลาวด์เข้าด้วยกัน เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันและตอบสนองต่อพฤติกรรมผู้บริโภคที่ต้องการความรวดเร็วและความแม่นยำสูง อย่างไรก็ตาม ปัจจัยความสำเร็จที่แท้จริงไม่ได้ขึ้นอยู่กับเพียงการติดตั้งเทคโนโลยีราคาแพง แต่มีรากฐานสำคัญอยู่ที่ขีดความสามารถในการจัดการข้อมูล (Data Management Capabilities) ซึ่งเป็นสินทรัพย์ทางกลยุทธ์ที่ช่วยให้การไหลเวียนของข้อมูลในห่วงโซ่อุปทานมีความต่อเนื่องและโปร่งใส

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าผู้ประกอบการจำนวนมากยังประสบปัญหาเรื่องความแม่นยำของสินค้าคงคลัง โดยระบบคลังสินค้าแบบดั้งเดิมมักมีความแม่นยำเพียงร้อยละ 78 และต้องใช้เวลาในการตรวจนับสินค้าหน้างานเป็นจำนวนมาก (Pattanachai, 2023; Wattanapanich, 2024) งานวิจัยของ Kittipanya-ngam และ Lertwongsatien (2023) ระบุว่าอุปสรรคสำคัญในการเปลี่ยนผ่านสู่คลังสินค้าอัจฉริยะคือ ความไม่พร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและขาดทิศทางนโยบายจากผู้บริหารที่ชัดเจน นอกจากนี้ สภาพปัญหาที่พบบ่อยในงานวิจัยเชิงประจักษ์คือ ปัญหาคุณภาพข้อมูล (Data Quality) และการขาดการบูรณาการข้อมูลระหว่างองค์กร (Data Integration) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการตัดสินใจ (Srisatit, 2021) หากข้อมูลไม่มีความครบถ้วนหรือล่าช้า จะทำให้การพยากรณ์ความต้องการผิดพลาด นำไปสู่ปัญหาความเสี่ยงของสินค้าล้นสต็อกหรือสินค้าขาดมือ (Stockout) ที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการดำเนินงานและเสถียรภาพทางการเงินโดยรวม (Sangkaew, 2018) อุตสาหกรรมอะไหล่ยานยนต์ของไทยถือเป็นกลุ่มประชากรที่มีความสำคัญระดับภูมิภาค แต่ปัจจุบันกำลังเผชิญกับความท้าทายในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานสู่รูปแบบดิจิทัล (Digital Transformation) จากการศึกษาของ Tanthasit (2025) พบว่าผู้จัดจำหน่ายอะไหล่ยานยนต์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความพร้อมเพียง "ปานกลาง" โดยมีมิติทางด้านบุคลากรและขีดความสามารถด้านข้อมูลเป็นจุดอ่อนสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข ปัญหาเฉพาะตัวของกลุ่มตัวอย่างนี้คือ ความหลากหลายของรายการสินค้า (SKUs) ที่มีจำนวนมหาศาลและความผันผวนของความต้องการในตลาดอีคอมเมิร์ซ (Kraising, 2022) ซึ่งหากปราศจากระบบการวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ (Predictive Analytics) ที่มีประสิทธิภาพ ผู้ประกอบการจะไม่สามารถจัดการกับความซับซ้อนของระยะเวลาในการจัดส่ง (Lead Time) และความคาดหวังของลูกค้าในยุคปัจจุบันได้ (Chantaraponpun, 2024; Pruetipibulvong, 2024b)

การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (SLR) จากงานวิจัยจำนวน 50 เรื่อง เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลและเสนอกรอบแนวคิดบูรณาการที่เชื่อมโยงระหว่างการจัดการข้อมูลและประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลัง ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือการสร้างความเข้าใจเชิงลึกว่า คุณภาพข้อมูล การบูรณาการข้อมูล และโครงสร้างพื้นฐาน IoT ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดความแม่นยำและความเร็วในการตัดสินใจได้อย่างไร โดยผลจากการศึกษาระบุว่าการจัดการข้อมูลที่ดีสามารถลดอัตราสินค้าขาดมือได้ถึงร้อยละ 42 และลดระยะเวลาในการออกคำสั่งซื้อจาก 2 วันเหลือเพียง 4 ชั่วโมง ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นแนวทางเชิงกลยุทธ์ให้แก่ผู้ประกอบการอะไหล่ยานยนต์ในการลงทุนเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับขีดความสามารถขององค์กร เพื่อสร้างผลกำไรและความพึงพอใจแก่ลูกค้าอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อทบทวนและจำแนกปัจจัยด้านเทคโนโลยีคลังสินค้าอัจฉริยะ (Smart Warehouse Technologies) ที่ส่งผลต่อกระบวนการโลจิสติกส์ในห่วงโซ่อุปทานอีคอมเมิร์ซของไต้หวัน
2. เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์อิทธิพลขีดความสามารถในการจัดการข้อมูล (Data Management Capabilities) ที่มีต่อประสิทธิภาพการตัดสินใจและการควบคุมสินค้าคงคลัง
3. เพื่อบูรณาการผลการศึกษาและนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดเชิงโครงสร้าง (Conceptual Framework) ในการพัฒนาประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลังสำหรับผู้ประกอบการในระยะต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

1. Smart Warehouse Technologies

การนำเทคโนโลยีคลังสินค้าอัจฉริยะมาใช้ในห่วงโซ่อุปทานไต้หวัน Kittipanya-ngam และ Lertwongsatien (2023) ระบุว่าความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน การสนับสนุนจากผู้บริหาร และแรงกดดันจากคู่แข่งเป็นปัจจัยขับเคลื่อนหลักของการนำคลังสินค้าอัจฉริยะมาใช้ ชัยการ และสมนวัฒน์ (Chaiyakarn & Sommanawat, 2021) ใช้กรอบ TOE ยืนยันว่าความสามารถ IoT ความพร้อมทางการเงิน และแรงกดดันจากคู่ค้าเป็นตัวกำหนดความสำเร็จ วัฒนพานิช (Wattanapanich, 2024) แสดงให้เห็นว่า RFID และเครือข่ายเซ็นเซอร์ IoT สามารถปรับปรุงความแม่นยำสินค้าคงคลังจากร้อยละ 78 เป็นร้อยละ 97 ลดเวลาตรวจนับสินค้าได้ร้อยละ 65 บุณนา (Boon-itt, 2023) พบว่าคลังสินค้าอัจฉริยะลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 20 และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ร้อยละ 15 (Tanthasit, 2025) พัฒนาดัชนีความพร้อม 5 มิติ พบว่าผู้จำหน่ายไทยส่วนใหญ่อยู่ในระดับพร้อมปานกลาง โดยมีบุคลากรและข้อมูลเป็นจุดอ่อนสำคัญ เมื่อพิจารณาเจาะลึกในระบบอีคอมเมิร์ซของไต้หวัน พบว่าความซับซ้อนของสินค้าที่มีจำนวนรายการ (SKUs) มหาศาล และพฤติกรรม การสั่งซื้อแบบรายชิ้นที่มีความถี่สูงจากช่องทางออนไลน์ ทำให้ระบบคลังสินค้าแบบดั้งเดิมเกิดข้อขัดข้องในการจัดเตรียมสินค้า การนำเทคโนโลยีจัดเก็บและหยิบสินค้าอัตโนมัติ (AS/RS) ร่วมกับระบบนำทางอัจฉริยะจึงถูกนำมาใช้เพื่ออุดช่องว่างด้านแรงงานและความล่าช้า (Sommanawat, 2023; Tanthasit, 2025)

2. Data Management in Supply Chain

การจัดการข้อมูลปรากฏเป็นประเด็นร่วมที่เชื่อมโยงทุกด้านของผลการดำเนินงานคลังสินค้าอัจฉริยะ เลิศวงศ์เสถียร (Lertwongsatien, 2018) เสนอกรอบแนวคิดสำหรับการจัดการคลังสินค้าที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานข้อมูล การวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ การบูรณาการระบบ และความสามารถขององค์กร ศรีสทิติย์ (Srisatit, 2021) ใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพข้อมูล 4 มิติ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อคุณภาพการตัดสินใจด้านสินค้าคงคลัง รัตนกร (Rattanakon, 2021) ยืนยันว่า การดิจิทัลไลเซชันห่วงโซ่อุปทาน โดยเฉพาะการบูรณาการข้อมูลกับคู่ค้า เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อผลการดำเนินงาน เลิศวงศ์เสถียร (Lertwongsatien, 2021) ยืนยันว่าการกำกับดูแลข้อมูลช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็นห่วงโซ่อุปทาน ทันตะสิทธิ์ (Tanthasit, 2024b) ยืนยันว่าการบูรณาการข้อมูลเป็นตัวแปรสื่อกลางระหว่างความพร้อมขององค์กรและความสำเร็จของการนำคลังสินค้าอัจฉริยะมาใช้

3. Predictive Analytics and Inventory Performance

การวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ถือเป็นความสามารถด้านการจัดการข้อมูลที่มีผลกระทบในทางปฏิบัติมากที่สุด ไครซิงห์ (Kraising, 2022) เปรียบเทียบ ARIMA, Random Forest และ LSTM สำหรับการพยากรณ์ความต้องการของไต้หวัน พบว่า LSTM ลดปัญหาการเกิดสินค้าขาดมือ (Stockout) ได้ร้อยละ 31 และลดสินค้าล้นสต็อกได้ร้อยละ 24 รัตนกร และ ศรีโชค (Rattanakon & Srichok, 2022) แสดงให้เห็นว่าการผสมผสานการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

กับ Machine Learning ลดต้นทุนสินค้าคงคลังรวมได้ร้อยละ 26 พัฒนชัย (Pattanachai, 2025) แสดงให้เห็นว่าการควบคุมสินค้าคงคลังแบบพยากรณ์โดยใช้ Machine Learning ลดอัตราสินค้าขาดมือลงร้อยละ 42 ลดสต็อกสินค้าลงร้อยละ 28 และลดเวลาออกคำสั่งซื้อจาก 2 วันเหลือเพียง 4 ชั่วโมง ภูสวัสดิ์ (Phusavat, 2024b) ระบุว่า Big Data Analytics เป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญสำหรับความสามารถในการมองเห็นห่วงโซ่อุปทาน ประการสุดท้าย มณีจักร (Maneejak, 2025b) แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาการจัดส่งระยะสุดท้ายด้วย Big Data ลดระยะทางจัดส่งได้ร้อยละ 18 ลดต้นทุนได้ร้อยละ 15 และเพิ่มอัตราจัดส่งตรงเวลาจากร้อยละ 82 เป็นร้อยละ 94

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้วิธีการวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary Research) ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Literature Review: SLR) เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่มีความเที่ยงตรงและครอบคลุม โดยกระบวนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะหลัก ดังนี้

ระยะแรก: การกำหนดทิศทางและขอบเขตการศึกษา เริ่มต้นจากการวิเคราะห์เพื่อกำหนดประเด็นปัญหาการวิจัย (Research Problem Identification) โดยมุ่งเน้นไปที่การค้นหาช่องว่างขององค์ความรู้ (Research Gaps) และความจำเป็นเชิงบริบทในการพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญห จากนั้นจึงกำหนดขอบเขตการศึกษาและเกณฑ์การคัดเข้า - คัดออก (Inclusion and Exclusion Criteria) ของวรรณกรรม โดยพิจารณาจากความสอดคล้องเชิงเนื้อหา ความน่าเชื่อถือของแหล่งอ้างอิง และความทันสมัยขององค์ความรู้

ระยะที่สอง: การสืบค้นและการคัดกรองคุณภาพ ดำเนินการสืบค้นและรวบรวมเอกสาร งานวิจัย ข้อมูลเชิงทฤษฎี และบทความวิชาการจากฐานข้อมูลทางวิชาการที่เชื่อถือได้ในระดับสากลและระดับชาติ นำมาผ่านกระบวนการคัดกรองและประเมินคุณภาพวรรณกรรม (Quality Assessment) อย่างเป็นระบบ เพื่อคัดเลือกเฉพาะวรรณกรรมที่มีระเบียบวิธีวิจัยที่เข้มงวดและมีเนื้อหาที่ตรงประเด็นเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์

ระยะที่สาม: การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปผล เป็นการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และจัดหมวดหมู่ชุดความคิด ทฤษฎี ตัวแปร ปัจจัย ตลอดจนความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของตัวแปร เพื่อชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดขององค์ความรู้เดิม ก่อนจะนำไปสู่การสังเคราะห์องค์ความรู้ (Knowledge Synthesis) เพื่อพัฒนาเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหามีความเหมาะสมในเชิงปฏิบัติการ และสรุปผลการวิจัยในลักษณะของข้อค้นพบเชิงทฤษฎี (Theoretical Contributions) พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้และทิศทางการวิจัยในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Literature Review) จากบทความวิจัยที่ผ่านการตรวจประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 50 เรื่อง ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2568 ซึ่งข้อค้นพบเชิงประจักษ์ได้ให้หลักฐานที่แน่ชัดว่า ขีดความสามารถด้านการจัดการข้อมูล (Data Management Capabilities) คือกลไกส่วนกลางที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านคลังสินค้าแบบดั้งเดิมไปสู่คลังสินค้าอัจฉริยะ (Smart Warehouse) ได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยผลวิจัยสามารถจัดจำแนกผลลัพธ์เชิงปริมาณที่มีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการควบคุมสินค้าคงคลังในห่วงโซ่อุปทาน อี - คอมเมอร์ชอะไอร์แลนด์ไทยออกเป็น 4 มิติหลัก ในมิติด้านเทคโนโลยีคลังสินค้าอัจฉริยะ (Smart Warehouse Technologies) พบว่า การประยุกต์ใช้ระบบระบุเอกลักษณ์ด้วยคลื่นวิทยุ (RFID) เครือข่ายเซ็นเซอร์ IoT และระบบจัดเก็บและหยิบสินค้าอัตโนมัติ (AS/RS) สามารถยกระดับความแม่นยำในการบริหารสินค้าคงคลังจากเดิมร้อยละ 78 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 97 ควบคู่ไปกับการลดระยะเวลาการตรวจนับสินค้าหน้างานลงร้อยละ 65 และลดการใช้พลังงานภายในคลังสินค้า

ลงร้อยละ 20 สอดรับกับผลลัพธ์ในมิติด้านคุณภาพและการบูรณาการข้อมูล (Data Quality and Integration) ที่การบริหารจัดการข้อมูลผ่านระบบ Cloud ERP และการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance) ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็นสินค้าคงคลัง (Inventory Visibility) โดยการบูรณาการข้อมูลร่วมกับคู่ค้าทำหน้าที่เป็นตัวแปรสื่อกลาง (Mediating Variable) สำคัญในการยกระดับความพร้อมทางดิจิทัลขององค์กรสู่ระดับสากล ขณะที่มิติด้านการวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ (Predictive Analytics) ถือเป็นขีดความสามารถที่มีผลกระทบเชิงปฏิบัติการสูงสุด โดยการใช้โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องขั้นสูง เช่น Long Short-Term Memory (LSTM) และ Machine Learning ในการพยากรณ์ความต้องการสินค้า (Demand Forecasting) สามารถลดอัตราสินค้าขาดมือ (Stockout Rate) ได้ถึงร้อยละ 18 ถึง 42 ลดภาวะสินค้าล้นสต็อก (Overstock) ได้ร้อยละ 24 ถึง 28 และลดเวลาการออกคำสั่งซื้อ (Order Processing Lead Time) จาก 2 วัน ให้เหลือเพียง 4 ชั่วโมง ซึ่งเชื่อมโยงไปถึงมิติด้านโลจิสติกส์ปลายทาง (Last-Mile Logistics) ที่การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) และการปรับระยะทางให้คุ้มค่าที่สุด (Route Optimization) สามารถลดระยะทางจัดส่งลงร้อยละ 18 ลดต้นทุนจัดส่งรวมร้อยละ 15 และเพิ่มอัตราการจัดส่งสินค้าตรงเวลา (On-time Delivery) ได้สูงถึงร้อยละ 94

ผลจากการสังเคราะห์และบูรณาการวรรณกรรมข้างต้นไปสู่การอภิปรายผลเชิงทฤษฎีและยุทธศาสตร์ที่สำคัญว่า ขีดความสามารถในการบริหารจัดการคลังสินค้าภายใต้บริบทอีคอมเมิร์ซในปัจจุบัน ไม่ได้แปรผันตามขนาดพื้นที่ทางกายภาพของคลังสินค้า หากแต่ขึ้นอยู่กับ "ความเร็วและความแม่นยำของข้อมูล" เป็นปัจจัยเชิงกลยุทธ์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องและสนับสนุนกรอบแนวคิดของ Lertwongsatien (2018) ที่ระบุว่าโครงสร้างพื้นฐานข้อมูลคือรากฐานหลักในการขับเคลื่อนคลังสินค้า นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังยืนยันว่า อัลกอริทึมพยากรณ์สมัยใหม่อย่าง Machine Learning และ LSTM (Kraisang, 2022; Pattanachai, 2025) มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงในการจัดการกับอุปสรรคเฉพาะตัวของตลาดอะไหล่ยานยนต์ไทย ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือความหลากหลายของรายการสินค้า (High SKUs) และความผันผวนของความต้องการบนแพลตฟอร์มออนไลน์

โดยสรุป การบูรณาการเทคโนโลยีทางกายภาพร่วมกับเทคโนโลยีทางปัญญาและการวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ ไม่เพียงแต่ช่วยยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Operational Efficiency) ผ่านการลดระยะเวลาทำงานและลดต้นทุนจจากการบริหารสินค้าคงคลังที่ผิดพลาดเท่านั้น แต่คุณภาพข้อมูลและการบูรณาการข้อมูลร่วมกับคู่ค้าในห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Integration) ยังเป็นรากฐานสำคัญในการยกระดับความสามารถในการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ อันจะนำไปสู่การสร้างรายได้เปรียบทางการแข่งขัน ความพึงพอใจของลูกค้า และเสถียรภาพทางการเงินของธุรกิจอีคอมเมิร์ซอะไหล่ยานยนต์ไทยในระยะยาวอย่างยิ่ง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

สำหรับผู้ประกอบการและผู้บริหาร (Operational Level) : ควรใช้กรอบแนวคิดบูรณาการที่เชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีและขีดความสามารถขององค์กร โดยมุ่งเน้นการพัฒนา "วัฒนธรรมการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล" (Data-driven Culture) มากกว่าการจัดซื้อเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว (โดยต้องเริ่มต้นจากการฝึกอบรมทักษะความเข้าใจด้านข้อมูล (Data Literacy) ให้แก่พนักงานฝ่ายคลังสินค้า เพื่อให้สามารถบันทึกและใช้ประโยชน์จากข้อมูลผ่านระบบแท็บเล็ตพนักงานได้อย่างถูกต้อง

การจัดการเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic Level) : ผู้ประกอบการอะไหล่ยานยนต์ควรลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล และระบบการกำกับดูแลข้อมูล (Data Governance) เพื่อลดช่องว่างด้านความพร้อมทางดิจิทัล โดยเฉพาะในกลุ่มธุรกิจ SMEs [แนวทางปฏิบัติคือการสร้างมาตรฐานการจัดทำรหัสสินค้าคงคลัง (Master Data) ให้เป็นระบบเดียวกันทั้งองค์กร และเปิดช่องทางเชื่อมโยงข้อมูล (API) ร่วมกับแพลตฟอร์มผู้ให้บริการอีคอมเมิร์ซภายนอก

การปรับปรุงกระบวนการ : ควรนำระบบการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์มาใช้ในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังเพื่อลดระยะเวลา Lead Time ในการออกคำสั่งซื้อ จากเดิมที่ใช้เวลาเป็นวันให้เหลือเพียงระดับชั่วโมง เพื่อตอบสนองตลาดอี - คอมเมอร์ซที่ต้องการความรวดเร็วสูง

ข้อเสนอแนะและแนวทางในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากการเป็นทบทวนวรรณกรรมที่เน้นข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก ดังนั้น เพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ก้าวหน้าในระยะต่อไป ทิศทางการวิจัยจึงควรขยายผลสู่วงกว้าง ดังนี้

การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ขั้นสูง : ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดล Deep Learning ต่างๆ ในการจัดการคลังสินค้าที่มีความซับซ้อนสูง (High-Complexity Warehousing) เพื่อหาอัลกอริทึมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับประเภทอะไหล่ที่หลากหลาย

การพัฒนาลังสินค้าเสมือนจริง (Digital Twin) : การวิจัยในอนาคตควรให้ความสำคัญกับการสร้างแบบจำลองดิจิทัลเพื่อทดสอบสถานการณ์จำลอง (Simulation) ก่อนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์จริง เพื่อลดความเสี่ยงและต้นทุนในการบริหารจัดการ

มิติด้านความยั่งยืนและการจัดการสีเขียว : ควรมีการวิจัยถึงบทบาทของคลังสินค้าอัจฉริยะในการลดการใช้พลังงาน (ลดลงได้ร้อยละ 20) และการปล่อยก๊าซคาร์บอน (ลดลงได้ร้อยละ 15) เพื่อตอบโจทย์เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ : เมื่อมีการบูรณาการข้อมูลผ่านระบบคลาวด์และ IoT มากขึ้น ความเสี่ยงด้านการจารกรรมข้อมูลและการปกป้องความเป็นส่วนตัวจึงเป็นหัวข้อสำคัญที่ต้องการการศึกษาวิจัยเชิงลึกเพื่อสร้างมาตรฐานความปลอดภัยในระดับอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- Boon-itt, S. (2023). The impact of smart warehousing on sustainable logistics in Thailand. *Journal of Sustainable Supply Chain Management*, 5(2), 45 – 58.
- Chaiyakarn, P. (2021). Data privacy and security in smart warehouse systems: Evidence from Thailand. *Information Security Journal*, 8(3), 201 – 215.
- Chaiyakarn, P. (2022). The role of IoT in smart warehousing for the Thai automotive industry. *Journal of Engineering and Innovation*, 15(2), 77 – 91.
- Chaiyakarn, P., & Sommanawat, K. (2021). Factors affecting smart warehouse adoption in the Thai automotive industry. *Journal of Supply Chain Management*, 12(1), 88 – 105.
- Chantaraponpun, V. (2024). Predictive analytics for lead time forecasting in automotive supply chains. *Logistics Review*, 11(2), 89 – 104.
- Jermisittiparsert, K. (2022). Structural equation modeling of smart logistics drivers in the automotive industry. *International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1245 – 1268.
- Kittipanya-ngam, P., & Lertwongsatien, C. (2023). Factors influencing the adoption of smart warehouse management systems in Thailand. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 44(2), 189 – 210.
- Kraising, W. (2022). Predictive analytics for inventory management of automotive parts in online retailing. *Thai Journal of Data Science*, 5(2), 12 – 28.
- Lertwongsatien, C. (2018). A conceptual framework for data-driven warehouse management in Thailand. *Journal of Information Technology Management*, 29(4), 45 – 59.

- Lertwongsatien, C. (2020). The role of cloud computing in smart warehousing: A Thai perspective. *Digital Business Review*, 4(1), 67 – 82.
- Lertwongsatien, C. (2021). Structural relationship between data governance and supply chain visibility. *Information & Management*, 58(3), Article 103432.
- Maneejak, S. (2025a). Integration of SEM and predictive analytics for automotive logistics performance. *Thai Statistics Journal*, 23(1), 45 – 59.
- Maneejak, S. (2025b). Using big data to optimize last-mile delivery for online auto parts sales. *International Journal of Logistics*, 19(1), 34 – 49.
- Pattanachai, S. (2023). Enhancing inventory accuracy in smart warehouses: Evidence from automotive industry. *Engineering Research Journal*, 31(2), 88 – 101.
- Pattanachai, S. (2025). Predictive inventory control for automotive distributors using machine learning. *Journal of Applied Informatics*, 7(1), 15 – 29.
- Pattanachai, S., & Srichok, S. (2024). Real-time inventory tracking and management in Thai automotive warehouses. *Journal of Engineering and Industrial Management*, 12(3), 201 – 216.
- Phusavat, K. (2023). Blockchain for data management in automotive parts supply chain. *Digital Economy Review Thailand*, 5(2), 112 – 125.
- Phusavat, K. (2024a). Digital transformation in Thai automotive supply chain: A predictive analytics approach. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 15(2), 234 – 250.
- Phusavat, K. (2024b). The role of big data analytics in Thai automotive supply chain management. *Production Planning & Control*, 35(6), 512 – 528.
- Pruetipibulvong, S. (2023). Digital transformation and logistics management in Thai automotive SMEs. *Asian Research Journal of Business Management*, 8(3), 201 – 218.
- Pruetipibulvong, S. (2024a). Big data and predictive analytics in automotive spare parts distribution. *Journal of Advanced Logistics Research*, 12(1), 45 – 60.
- Pruetipibulvong, S. (2024b). Digital readiness of automotive spare parts SMEs for Industry 4.0 in Thailand. *Journal of Small Business Management*, 62(2), 315 – 330.
- Rattanakon, K. (2021). Supply chain digitalization and performance of automotive parts wholesalers. *Journal of Business Administration*, 44(170), 10 – 35.
- Rattanakon, K., & Srichok, S. (2022). Inventory optimization for automotive spare parts using predictive analytics. *International Journal of Engineering Research*, 11(4), 502 – 514.
- Ruangchoengchum, P. (2024). Drivers of customer loyalty in Thailand's online automotive parts market: A SEM approach. *Asian Journal of Business Research*, 14(1), 76 – 95.
- Sangkaew, S. (2018). Inventory management efficiency and financial performance of listed automotive companies in Thailand. *Journal of Accounting and Management*, 8(2), 201 – 215.
- Sanguansaringkhan, N. (2020a). Business intelligence for inventory decision making in online automotive retailing. *Technology and Management Journal*, 11(1), 45 – 58.
- Sanguansaringkhan, N. (2020b). Digital data management in the automotive supply chain: A case study. *Journal of Science and Innovation*, 13(1), 102 – 118.
- Sommanawat, K. (2023). Structural relationship between logistics innovation and firm success in the automotive parts industry. *Journal of Innovation and Economics*, 11(3), 88 – 103.
- Srichok, S. (2022). Optimization of spare parts inventory using machine learning: A Thai case study. *Journal of Applied Science and Engineering*, 25(3), 415 – 428.

- Srisatit, N. (2021). Structural relationships between data quality and inventory decision making. *Management Science in Thailand*, 9(2), 80 – 95.
- Tanwanichkul, L., & Phusavat, K. (2023). A SEM study on supply chain integration for automotive parts online retailers. *Journal of E-Business and Logistics*, 6(1), 45 – 63.
- Tanthasit, S. (2024a). Cyber-physical systems and real-time data management in smart warehousing. *Engineering Research Journal*, 32(4), 112 – 126.
- Tanthasit, S. (2024b). The mediating role of data integration in smart warehouse adoption: A SEM study. *Journal of Technology Management*, 16(3), 120 – 135.
- Tanthasit, S. (2025). Assessing smart warehouse readiness of automotive parts distributors. *Journal of Logistics and Supply Chain Management*, 11(1), 14 – 30.
- Thongkwan, C. (2020). Analyzing consumer behavior in online automotive parts retailing in Thailand. *Journal of Marketing Strategy Thailand*, 7(1), 33 – 52.
- Thongpun, S. (2017). E-commerce adoption and supply chain integration in small and medium automotive enterprises. *Chulalongkorn Business Review*, 39(152), 1 – 24.
- Wattanapanich, T. (2024). Smart inventory management system using IoT for automotive spare parts. *Proceedings of the National Conference on Engineering and Technology*, 142 – 155.
- Wattanapanich, T., & Lertwongsatien, C. (2024). Cloud-based inventory data management for automotive SMEs in Thailand. *Journal of Business Information Systems*, 16(2), 89 – 104.
- Wongpinunwatana, N., & Thongkwan, C. (2021). Analyzing the efficiency of online retailing for automotive parts business. *Review of Business and Economics*, 14(1), 112 – 125.

Blockchain Adoption in Food Supply Chains: A Systematic Literature Review of Sme's in Asean

Ployanda Wongsri

Independent Researcher

Corresponding author E-mail: ployanda.w@gmail.com

Received: March 22, 2026 / Revised: June 19, 2026 / Accepted June 26, 2026

Abstract

This academic article analyzes and synthesizes knowledge on blockchain adoption in food supply chains among small and medium-sized enterprises (SMEs) in ASEAN and develops an integrative conceptual framework for future empirical research. The study employs documentary research and a systematic literature review guided by the PRISMA 2020 reporting framework. The unit of analysis consists of 19 relevant academic sources retrieved from verifiable academic databases and sources, including Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar, covering the period 2021-2026. Data were collected using a literature extraction form and a synthesis matrix and were analyzed through narrative and thematic synthesis.

The synthesis indicates that blockchain can enhance food supply chains in three key dimensions: transparency, traceability, and operational efficiency, particularly in relation to halal standards and food safety assurance. Six major variable groups were identified: technological factors, organizational factors, external environmental factors, user perception factors, blockchain adoption, and food supply chain outcomes. In addition, three ASEAN-specific contextual variables emerged: halal standards, digital maturity level, and country-specific policy support. The findings suggest that blockchain adoption in ASEAN food SMEs should be understood not only as a technological issue but also as an organizational, institutional, and contextual process.

Keywords: blockchain; food supply chain; SMEs; ASEAN; technology adoption

การประยุกต์ใช้บล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหาร การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอาเซียน

พลอยอันดา วงษ์ศรี

นักวิจัยอิสระ

* Corresponding author E-mail: ployanda.w@gmail.com

Received: March 22, 2026 / Revised: June 19, 2026 / Accepted June 26, 2026

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้บล็อกเชน (Blockchain) ในโซ่อุปทานอาหาร (Food Supply Chain) ของธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก (Small and Medium-sized Enterprises: SMEs) ในอาเซียน และเพื่อพัฒนารอบแนวคิดเชิงบูรณาการสำหรับใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเชิงประจักษ์ในอนาคต การศึกษาใช้วิธีวิจัยเชิงเอกสารและการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบตามแนวทางการรายงาน PRISMA 2020 โดยวิเคราะห์เป็นเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องจำนวน 19 รายการ จากฐานข้อมูลวิชาการและแหล่งข้อมูลที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ ได้แก่ Scopus, Web of Science, ScienceDirect และ Google Scholar ครอบคลุมช่วงปี พ.ศ. 2564 - 2569 เครื่องมือที่ใช้คือแบบบันทึกการสกัดข้อมูลจากวรรณกรรมและตารางสังเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสังเคราะห์เชิงเนื้อหาและการสังเคราะห์เชิงหัวข้อ

ผลการสังเคราะห์วรรณกรรมพบว่า บล็อกเชนช่วยยกระดับโซ่อุปทานอาหารในสามมิติหลัก ได้แก่ ความโปร่งใส (Transparency) การตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) และประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Operational Efficiency) โดยเฉพาะในบริบทของมาตรฐานฮาลาลและความปลอดภัยอาหาร ผลการวิเคราะห์ได้ตัวแปรหลักหกกลุ่ม ได้แก่ ปัจจัยเทคโนโลยี ปัจจัยองค์กร ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก ปัจจัยการรับรู้ของผู้ใช้ การยอมรับบล็อกเชน (Blockchain Adoption) ผลลัพธ์ของโซ่อุปทานอาหาร พร้อมตัวแปรบริบทเฉพาะอาเซียนสามกลุ่ม ได้แก่ มาตรฐานฮาลาล (Halal Standards) ระดับวุฒิภาวะทางดิจิทัล (Digital Maturity Level) และนโยบายเฉพาะประเทศ ข้อค้นพบสะท้อนว่าการนำบล็อกเชนไปใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมภาคอาหารควรพิจารณาเทคโนโลยีร่วมกันทั้งความเหมาะสมของเทคโนโลยี ความพร้อมขององค์กร แรงสนับสนุนเชิงนโยบาย และมาตรฐานอาหารของแต่ละประเทศ

คำสำคัญ: บล็อกเชน; โซ่อุปทานอาหาร; วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม; อาเซียน; การยอมรับเทคโนโลยี

บทนำ

โซ่อุปทานอาหารในภูมิภาคอาเซียนมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นจากการขยายตัวของการค้าระหว่างประเทศ การกระจายสินค้าแบบหลายผู้เกี่ยวข้อง และความคาดหวังของผู้บริโภคด้านความปลอดภัยอาหาร ความโปร่งใส และการตรวจสอบย้อนกลับ สถานการณ์ดังกล่าวทำให้ข้อมูลในโซ่อุปทานอาหารต้องมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และสามารถเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต ผู้แปรรูป ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ผู้จัดจำหน่าย และผู้บริโภคได้อย่าง

เป็นระบบ บล็อกเชนจึงได้รับความสนใจในฐานะเทคโนโลยี (Blockchain Technology) ที่สามารถบันทึกและแบ่งปันข้อมูลธุรกรรมในลักษณะกระจายศูนย์ ลดความไม่สมมาตรของข้อมูล (Information Asymmetry) และเพิ่มความน่าเชื่อถือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโซ่อุปทานอาหาร (Alamsyah et al., 2022; Ellahi et al., 2024; Kouhizadeh et al., 2021)

อย่างไรก็ตามการนำบล็อกเชนไปใช้จริงในภาคอาหารไม่ได้เกิดขึ้นจากศักยภาพทางเทคโนโลยีเพียงประการเดียว โดยเฉพาะในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งเป็นผู้ประกอบการจำนวนมากในระบบเศรษฐกิจอาเซียน แต่ยังมีข้อจำกัดด้านเงินทุน บุคลากร โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล และความรู้ในการจัดการเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้การนำบล็อกเชนไปใช้จริงยังไม่แพร่หลายเท่ากับองค์กรขนาดใหญ่ นอกจากนี้บริบทอาเซียนยังมีปัจจัยเฉพาะ เช่น มาตรฐานฮาลาล (Halal Standards) ระดับวุฒิภาวะทางดิจิทัล (Digital Maturity Level) ที่แตกต่างกัน และนโยบายรัฐของแต่ละประเทศ ซึ่งทำให้การอธิบายการยอมรับบล็อกเชนต้องพิจารณามากกว่ามิติเทคโนโลยีเพียงด้านเดียว (Alfarizi et al., 2023; Han & Gooi, 2025; Harsanto et al., 2024)

วรรณกรรมเกี่ยวข้องกับบล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านการตรวจสอบย้อนกลับอาหาร การรับรองฮาลาล การบูรณาการข้อมูลระหว่างคู่ค้า และการเพิ่มประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน (Fernando et al., 2023; Hendayani & Fernando, 2023; Rajendran et al., 2024) อย่างไรก็ตามงานจำนวนมากยังเน้นประเทศพัฒนาแล้ว องค์กรขนาดใหญ่ หรือการออกแบบระบบเชิงเทคนิค ขณะที่การสังเคราะห์เชิงระบบที่จะจูงใจวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารในอาเซียนยังมีจำกัด อีกทั้งยังขาดกรอบแนวคิดที่เชื่อมโยงปัจจัยการยอมรับบล็อกเชนกับผลลัพธ์ของโซ่อุปทานอาหารและตัวแปรบริบทเฉพาะอาเซียนอย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุนี้ บทความนี้จึงมุ่งทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมเพื่ออธิบายบทบาทของบล็อกเชน ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ และช่องว่างขององค์ความรู้ในบริบทวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารของอาเซียนพร้อมเสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่สามารถใช้เป็นฐานสำหรับการวิจัยเชิงประจักษ์ในอนาคต และเป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับผู้ประกอบการและหน่วยงานภาครัฐในการสนับสนุนการใช้บล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารอย่างเหมาะสม (Ali et al., 2024; Han & Gooi, 2025; Lai et al., 2023)

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์วรรณกรรม แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้บล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหาร เพื่อระบุบทบาท ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและช่องว่างขององค์ความรู้ในบริบทวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของอาเซียน
2. เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดเชิงบูรณาการจากผลการสังเคราะห์วรรณกรรมอย่างเป็นระบบ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเชิงประจักษ์และการนำบล็อกเชนไปประยุกต์ใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมภาคอาหารของอาเซียน

การทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิดการวิจัย

เทคโนโลยีบล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหาร

บล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีบัญชีแยกประเภทแบบกระจายศูนย์ (Distributed Ledger Technology: DLT) ที่ช่วยบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานโดยมีคุณสมบัติสำคัญ ได้แก่ ความโปร่งใส ความไม่สามารถแก้ไขย้อนหลังได้ การตรวจสอบย้อนกลับ และการใช้สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contracts) คุณสมบัติเหล่านี้ตอบโจทย์ปัญหาสำคัญของโซ่อุปทานอาหาร เช่น การปลอมปนสินค้า การเรียกคืนสินค้า การรับรองแหล่งที่มา และการสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้บริโภค (Ellahi et al., 2024; Pongnumkul et al., 2025)

ในบริบทอาเซียน บล็อกเชนเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบย้อนกลับอาหารและการรับรองฮาลาลอย่างชัดเจน Alamsyah et al. (2022) เสนอระบบตรวจสอบย้อนกลับบนบล็อกเชนเพื่อสนับสนุนระบบนิเวศโซ่อุปทานฮาลาลของอินโดนีเซีย ขณะที่ Hendayani and Fernando (2023) พบว่าการยอมรับบล็อกเชนสามารถสนับสนุนประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของโซ่อุปทานฮาลาลได้ เมื่อพิจารณาในระดับโซ่อุปทานอาหารโดยรวม บล็อกเชนจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการเชื่อมโยงข้อมูล ความน่าเชื่อถือ และมาตรฐานอาหารเข้าด้วยกัน

กรอบทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี

การอธิบายการยอมรับบล็อกเชนในระดับองค์กรจำเป็นต้องใช้กรอบทฤษฎีหลายมิติ โดยกรอบเทคโนโลยี–องค์กร–สภาพแวดล้อม (Technology–Organization–Environment Framework: TOE Framework) อธิบายปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีผ่านบริบทด้านเทคโนโลยี องค์กร และสภาพแวดล้อมภายนอก (Tornatzky & Fleischer, 1990) ขณะที่แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) อธิบายการยอมรับเทคโนโลยีผ่านการรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ความง่ายในการใช้งานของผู้ใช้ (Davis, 1989) และทฤษฎีรวมของการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT) ช่วยอธิบายพฤติกรรมกรยอมรับเทคโนโลยีผ่านความคาดหวังด้านประสิทธิภาพ ความคาดหวังด้านความพยายาม อิทธิพลทางสังคม และสถานะสนับสนุนการใช้งาน (Venkatesh et al., 2003) นอกจากนี้ ทฤษฎีฐานทรัพยากร (Resource-Based View: RBV) ยังช่วยอธิบายว่าทรัพยากรและความสามารถด้านเทคโนโลยีสามารถพัฒนาเป็นแหล่งความได้เปรียบทางการแข่งขันขององค์กรได้ (Barney, 1991)

จากวรรณกรรมที่สังเคราะห์ พบแนวโน้มการผสมผสาน TOE กับ TAM หรือ UTAUT เพื่ออธิบายการยอมรับบล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เนื่องจากการตัดสินใจนำเทคโนโลยีไปใช้ไม่ได้เกิดจากปัจจัยด้านเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากความพร้อมเชิงเทคนิค ความสามารถขององค์กร แรงกดดันภายนอก และการรับรู้ของผู้ใช้งานร่วมกัน (Ali et al., 2024; Han & Gooi, 2025; Lai et al., 2023)

บริบทวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอุตสาหกรรมอาหารของอาเซียน

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมภาคอาหารในอาเซียนมีความหลากหลาย ตั้งแต่เกษตรกรรายย่อย ผู้แปรรูปอาหาร ผู้ประกอบการโลจิสติกส์ ไปจนถึงผู้ค้าปลีก ความหลากหลายดังกล่าวทำให้ระดับความพร้อมด้านดิจิทัลแตกต่างกันมาก งานวิจัยในอินโดนีเซียและอาเซียนชี้ว่าข้อจำกัดด้านทักษะดิจิทัล เงินทุน และการสนับสนุนเชิงนโยบายเป็นเงื่อนไขสำคัญที่มีผลต่อการยกระดับเทคโนโลยีของวิสาหกิจรายย่อย ขนาดย่อม และขนาดกลาง (Micro, Small and Medium-sized Enterprises: MSMEs) และวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Alfarizi et al., 2023; Annamalah et al., 2025; Harsanto et al., 2024)

อีกมิติหนึ่งที่ทำให้บริบทอาเซียนแตกต่างจากภูมิภาคอื่นคือข้อกำหนดด้านฮาลาล ซึ่งไม่ได้เป็นเพียงข้อกำหนดด้านศาสนา แต่ยังเป็นระบบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับความสะอาด ความปลอดภัย การแยกกระบวนการ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในโซ่อุปทานอาหาร งานวิจัยด้านโซ่อุปทานฮาลาลชี้ว่าการบูรณาการข้อมูลและความสมบูรณ์ของโซ่อุปทานฮาลาล (Halal Supply Chain Integrity) มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานของผู้ประกอบการและความน่าเชื่อถือในตลาด (Fernando et al., 2023; Rajendran et al., 2024) ดังนั้น การประยุกต์ใช้บล็อกเชนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารของอาเซียนต้องพิจารณาทั้งด้านเทคโนโลยี และข้อกำหนดมาตรฐานอาหารเฉพาะประเทศควบคู่กัน

บทบาทของบล็อกเชนต่ออุตสาหกรรมอาหารและประสิทธิภาพโซ่อุปทาน

ผลการสังเคราะห์พบว่าบล็อกเชนมีบทบาทต่อโซ่อุปทานอาหารอย่างน้อยสามมิติหลัก มิติแรกคือความโปร่งใสและการตรวจสอบย้อนกลับ ซึ่งช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถติดตามข้อมูลสินค้าและธุรกรรมได้ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ มิติที่สองคือประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยการลดการทำงานซ้ำซ้อน ลดเวลาในการตรวจสอบ และ

เพิ่มความถูกต้องของข้อมูล มิติที่สามคือการสร้างความน่าเชื่อถือด้านมาตรฐาน โดยเฉพาะมาตรฐานฮาลาลและความปลอดภัยอาหาร (Alamsyah et al., 2022; Ellahi et al., 2024; Pongnumkul et al., 2025)

อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ของบล็อกเชนไม่ได้เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ หากโครงสร้างข้อมูลขององค์กรยังไม่พร้อม หรือผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ Kouhizadeh et al. (2021) ชี้ให้เห็นว่าอุปสรรคของบล็อกเชนในโซ่อุปทานอย่างยั่งยืนเกี่ยวข้องทั้งต้นทุน ความซับซ้อนของเทคโนโลยี ความพร้อมของระบบ และการประสานงานระหว่างองค์กร ดังนั้น ในบริบทวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารของอาเซียน การนำบล็อกเชนไปใช้ควรเริ่มจากจุดที่สร้างคุณค่าชัดเจน เช่น การตรวจสอบย้อนกลับวัตถุดิบ การรับรองฮาลาล การจัดการข้อมูลคุณภาพ หรือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูงต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภค

ปัจจัยการยอมรับและช่องว่างการวิจัย

เมื่อจัดกลุ่มปัจจัยการยอมรับผ่านกรอบ TOE พบว่าปัจจัยด้านเทคโนโลยีประกอบด้วยความได้เปรียบสัมพัทธ์ ความเข้ากันได้กับระบบเดิม และความซับซ้อนของเทคโนโลยี ปัจจัยด้านองค์กรประกอบด้วย การสนับสนุนของผู้บริหาร ความพร้อมของทรัพยากร ทักษะดิจิทัล และต้นทุนการดำเนินการ ส่วนปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมภายนอกประกอบด้วยแรงกดดันจากคู่ค้า คู่แข่ง ตลาด มาตรฐานอุตสาหกรรม และนโยบายภาครัฐ งานของ Han and Gooi (2025) ชี้ว่าความเข้ากันได้ของเทคโนโลยีเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการยอมรับบล็อกเชน ขณะที่ Ali et al. (2024), Hadis et al. (2025) และ Lai et al. (2023) สะท้อนว่าการยอมรับบล็อกเชนต้องอธิบายร่วมกันทั้งระดับองค์กร ระดับผู้ใช้ และระดับสภาพแวดล้อม

ช่องว่างของวรรณกรรมที่พบมีอย่างน้อยสี่ประการ ประการแรก งานวิจัยที่ศึกษาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารในอาเซียนโดยตรงยังมีจำกัดเมื่อเทียบกับงานในองค์กรขนาดใหญ่หรือประเทศพัฒนาแล้ว ประการที่สอง งานจำนวนมากยังเน้นความตั้งใจยอมรับมากกว่าผลลัพธ์หลังการยอมรับ เช่น ต้นทุนระยะยาว การเรียนรู้ขององค์กร และความยั่งยืน ประการที่สาม การศึกษาที่บูรณาการมาตรฐานฮาลาล ระดับภูมิภาวะทางดิจิทัล และนโยบายเฉพาะประเทศในโมเดลเดียวกันยังมีไม่มาก และประการสุดท้าย ยังขาดการศึกษาแบบระยะยาวที่อธิบายพลวัตของการยอมรับบล็อกเชนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอย่างต่อเนื่อง ช่องว่างเหล่านี้เป็นเหตุผลสำคัญที่สนับสนุนการพัฒนารอบแนวคิดเชิงบูรณาการในบทความนี้

ระเบียบวิธีวิจัย

บทความนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงเอกสารและการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ โดยประยุกต์แนวทางการรายงานตาม PRISMA 2020 เพื่อใช้เป็นกรอบในการสืบค้น คัดกรอง ประเมินคุณภาพ และสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้บล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอาเซียน (Page et al., 2021) การกำหนดประเด็นวิจัยเริ่มจากการพิจารณาความสำคัญของบล็อกเชนในฐานะกลไกที่ช่วยยกระดับความโปร่งใส การตรวจสอบย้อนกลับ และความน่าเชื่อถือของข้อมูลในโซ่อุปทานอาหาร ควบคู่กับช่องว่างขององค์ความรู้ที่พบในงานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นองค์กรขนาดใหญ่หรือบริบทประเทศพัฒนาแล้ว ขณะที่การศึกษาในกลุ่ม วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารของอาเซียนยังมีจำกัด

การสืบค้นวรรณกรรมดำเนินการจากฐานข้อมูลทางวิชาการที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ ได้แก่ Scopus, Web of Science, ScienceDirect และ Google Scholar โดยใช้คำค้นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหลักของการศึกษา เช่น “blockchain”, “food supply chain”, “SMEs”, “MSMEs”, “ASEAN”, “halal supply chain”, “technology adoption”, “TOE”, “TAM” และ “UTAUT” ร่วมกับ Boolean operators ได้แก่ AND และ OR เพื่อให้ครอบคลุมวรรณกรรมด้านบล็อกเชน การจัดการโซ่อุปทานอาหาร การยอมรับเทคโนโลยี วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และบริบทของอาเซียน รายละเอียดแผนการสืบค้นสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการสืบค้นวรรณกรรม

องค์ประกอบ	รายละเอียด
ฐานข้อมูล	Scopus, Web of Science, ScienceDirect และ Google Scholar
ช่วงเวลา	พ.ศ. 2564-2569 (ค.ศ. 2021-2026)
คำค้นหลัก	“blockchain” AND “food supply chain” AND (“SME” OR “MSME”)
คำค้นเสริม	“ASEAN” OR “halal supply chain” OR “technology adoption” OR “TOE” OR “TAM” OR “UTAUT”
ประเภทเอกสาร	บทความวิจัย บทความทบทวนวรรณกรรม บทความวิชาการ และแหล่งทฤษฎีที่จำเป็นต่อการรอบแนวคิด

ที่มา: สังเคราะห์โดยผู้วิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกกำหนดให้เอกสารต้องเกี่ยวข้องกับอย่างน้อยสองในห้ามิติ ได้แก่ บล็อกเชนโซ่อาหาร SMEs หรือ MSMEs บริบทอาเซียนหรือประเทศกำลังพัฒนา และการยอมรับเทคโนโลยี เอกสารต้องมีแหล่งเผยแพร่ที่ตรวจสอบได้ มี DOI หรือ URL ทางวิชาการ และมีเนื้อหาที่สามารถนำไปสังเคราะห์เชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติได้ ส่วนเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ เอกสารซ้ำ บทความที่ไม่เกี่ยวข้องกับโซ่อาหารหรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เอกสารที่ไม่สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาได้ เอกสารเชิงโฆษณา และบทความที่ข้อมูลวิธีวิจัยหรือข้อค้นพบไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์

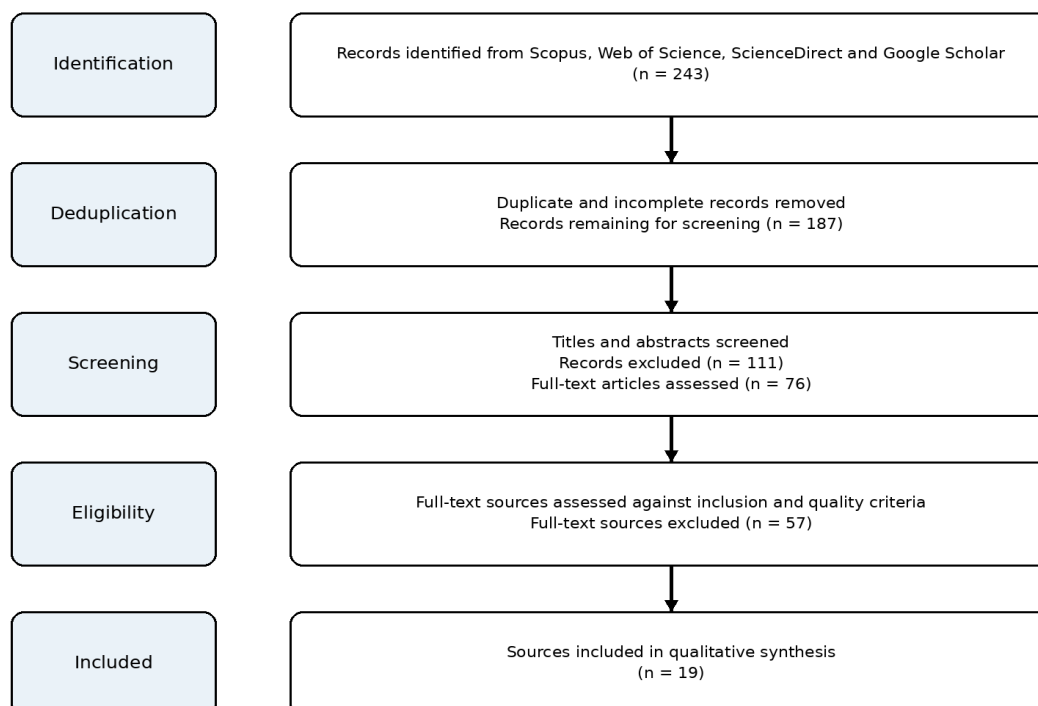
ตารางที่ 2 เกณฑ์การคัดเลือกและคัดออก

เกณฑ์	รายละเอียด
Inclusion criteria	เกี่ยวข้องกับ blockchain, food supply chain, SMEs/MSMEs, ASEAN/halal/digital adoption; เผยแพร่ในปี 2021-2026 หรือเป็นทฤษฎีหลัก; ตรวจสอบ DOI/URL ได้
Exclusion criteria	เอกสารซ้ำ บทความไม่เกี่ยวข้องกับอาหารหรือ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เอกสารที่ไม่มีแหล่งตรวจสอบ เอกสารเชิงโฆษณา และบทความที่ข้อมูลวิธีวิจัยไม่เพียงพอ
Quality appraisal	พิจารณาความชัดเจนของวัตถุประสงค์ วิธีวิจัย กลุ่มตัวอย่าง/ฐานข้อมูลความสอดคล้องของผลการศึกษา และความน่าเชื่อถือของแหล่งตีพิมพ์

ที่มา: สังเคราะห์โดยผู้วิจัย

กระบวนการคัดเลือกวรรณกรรมเริ่มจากการสืบค้นเบื้องต้นจำนวน 243 รายการ หลังลบรายการซ้ำและรายการที่ไม่สมบูรณ์เหลือ 187 รายการ จากนั้นคัดกรองชื่อเรื่องและบทคัดย่อเหลือเอกสารที่ผ่านการประเมินฉบับเต็ม 76 รายการ และคัดเลือกเข้าสู่วิธีการสังเคราะห์เชิงคุณภาพจำนวน 19 รายการ เอกสารที่ถูกคัดออกส่วนใหญ่ไม่ตรงกับบริบทอาหารหรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ไม่เกี่ยวข้องกับอาเซียนหรือประเทศกำลังพัฒนา ขาดความชัดเจนด้านวิธีวิจัย หรือไม่สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาได้ครบถ้วน กระบวนการดังกล่าวแสดงในภาพที่ 1

PRISMA 2020 Literature Selection Flow



ภาพที่ 1 แผนภาพกระบวนการคัดเลือกวรรณกรรมตามแนวทาง PRISMA 2020

ที่มา: ผู้วิจัยปรับปรุงตามแนวทาง PRISMA 2020

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบบันทึกการสกัดข้อมูลจากวรรณกรรมและตารางสังเคราะห์เนื้อหา ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ผู้แต่ง ปีที่เผยแพร่ วัตถุประสงค์ บริบทการศึกษา กรอบทฤษฎี ตัวแปรหรือปัจจัยที่ศึกษา วิธีวิจัย ผลการศึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อจำกัดของงานวิจัยเดิม จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสังเคราะห์เชิงเนื้อหาและการสังเคราะห์เชิงหัวข้อ เพื่อจัดกลุ่มองค์ความรู้และระบุรูปแบบความสัมพันธ์ตัวแปรที่ปรากฏในวรรณกรรม ผลการสังเคราะห์ถูกนำไปใช้ในการพัฒนากรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงปัจจัยด้านเทคโนโลยี ปัจจัยด้านองค์กร ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ปัจจัยด้านการรับรู้ของผู้ใช้ การยอมรับบล็อกเชน และผลลัพธ์ของโซ่อุปทานอาหาร พร้อมทั้งระบุตัวแปรบริบทเฉพาะของอาเซียน

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการสังเคราะห์วรรณกรรมตามประเด็นหลัก

เพื่อให้ผลการสังเคราะห์สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ บทความนี้จัดกลุ่มวรรณกรรมที่ผ่านเกณฑ์ตามประเด็นหลัก โดยพิจารณาจากบทบาทของบล็อกเชน ปัจจัยการยอมรับ บริบทฮาลาล ความพร้อมทางดิจิทัล และฐานทฤษฎีที่ใช้สนับสนุนกรอบแนวคิด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์วรรณกรรมตามประเด็นหลัก

ประเด็นสังเคราะห์	วรรณกรรมหลัก	ข้อค้นพบที่นำไปใช้พัฒนารอบแนวคิด
Blockchain และ food traceability	Alamsyah et al. (2022); Ellahi et al. (2024); Pongnumkul et al. (2025)	บล็อกเชนช่วยเพิ่มความโปร่งใส การตรวจสอบย้อนกลับ และการยืนยันข้อมูลสินค้าอาหารตลอดโซ่อุปทานอาหาร
Halal supply chain และมาตรฐานอาหาร	Alamsyah et al. (2022); Fernando et al. (2023); Hendayani & Fernando (2023); Rajendran et al. (2024)	มาตรฐานฮาลาลเป็นบริบทเฉพาะของอาเซียนที่ต่อการข้อมูลซึ่งตรวจสอบได้ น่าเชื่อถือ และเชื่อมโยงระหว่างผู้เกี่ยวข้อง
Technology adoption ใน SMEs	Ali et al. (2024); Hadis et al. (2025); Han & Gooi (2025); Lai et al. (2023)	ความเข้ากันได้ของเทคโนโลยีการสนับสนุนของผู้บริหาร ความพร้อมขององค์กร และแรงกดดันภายนอกเป็นปัจจัยการยอมรับที่สำคัญ
Digital readiness ของ SMEs/MSMEs	Alfarizi et al. (2023); Annamalah et al. (2025); Harsanto et al. (2024)	ทักษะดิจิทัล เงินทุน โครงสร้างพื้นฐาน และนโยบายสนับสนุนเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
Sustainability และ performance	Kouhizadeh et al. (2021); Hendayani & Fernando (2023); Pongnumkul et al. (2025)	บล็อกเชนสามารถสร้างคุณค่าด้านประสิทธิภาพ ความสามารถในการแข่งขัน และความยั่งยืน หากองค์กรมี ความพร้อมเชิงระบบ
Theoretical and methodological foundation	Barney (1991); Davis (1989); Page et al. (2021); Tornatzky & Fleischer (1990); Venkatesh et al. (2003)	TOE, TAM, UTAUT และ RBV ใช้อธิบายปัจจัยระดับเทคโนโลยี องค์กร ผู้ใช้ สภาพแวดล้อมและทรัพยากร ส่วน PRISMA 2020 ใช้กับการรายงาน การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

ที่มา: สังเคราะห์โดยผู้วิจัย

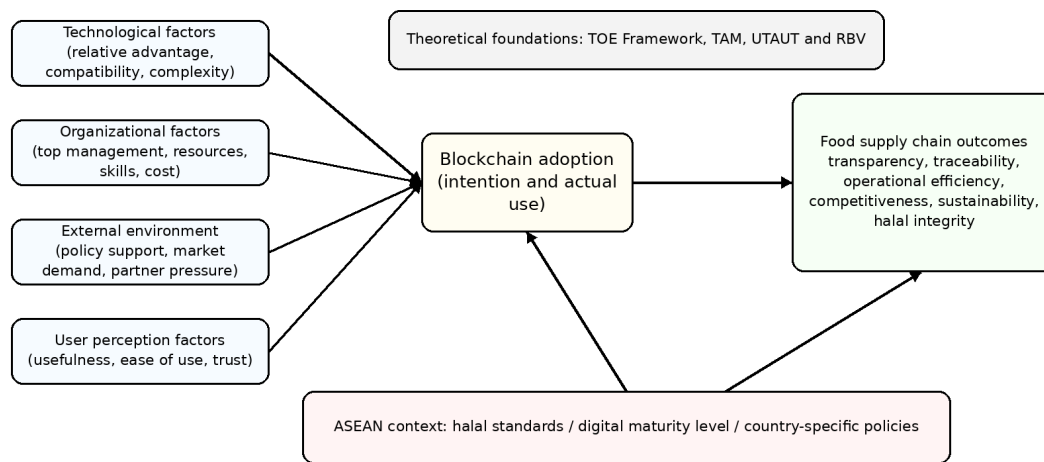
กรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่พัฒนาขึ้น

จากการสังเคราะห์วรรณกรรม บทความนี้เสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่ใช้ TOE Framework เป็นแกนหลัก และเชื่อมโยงกับ TAM, UTAUT และ RBV ผลการสังเคราะห์ได้ตัวแปรหลักหกกลุ่ม ได้แก่ (1) ปัจจัยเทคโนโลยี ได้แก่ ความได้เปรียบสัมพัทธ์ ความเข้ากันได้ และความซับซ้อน (2) ปัจจัยองค์กร ได้แก่ การสนับสนุนของผู้บริหาร ความพร้อมด้านทรัพยากร ต้นทุน และทักษะดิจิทัล (3) ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ นโยบายรัฐบาล แรงกดดันจากคู่แข่ง และความต้องการตลาด (4) ปัจจัยการรับรู้ของผู้ใช้ ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ ความง่ายในการใช้งาน และความไว้วางใจ (5) การยอมรับบล็อกเชน ได้แก่ ความตั้งใจยอมรับและการใช้งานจริง และ (6) ผลลัพธ์ของโซ่อุปทานอาหาร ได้แก่ ประสิทธิภาพ ความสามารถในการแข่งขัน ความยั่งยืน และความสมบูรณ์ฮาลาล (Halal Integrity)

นอกจากนี้ กรอบแนวคิดยังเสนอให้พิจารณาตัวแปรบริบทเฉพาะอาเซียนสามกลุ่ม ได้แก่ มาตรฐานฮาลาล ระดับวุฒิภาวะทางดิจิทัล และนโยบายเฉพาะประเทศ ตัวแปรเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นบริบทกำกับที่อาจทำให้

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการยอมรับ การใช้บล็อกเชน และผลลัพธ์ของโซ่อุปทานแตกต่างกันในแต่ละประเทศหรือแต่ละกลุ่มผู้ประกอบการ ดังแสดงในภาพที่ 2

Integrative Conceptual Framework for Blockchain Adoption in ASEAN Food SMEs



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดเชิงบูรณาการสำหรับการยอมรับบล็อกเชนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ภาคอาหารของอาเซียน

ที่มา: สังเคราะห์โดยผู้วิจัยจาก TOE Framework, TAM, UTAUT, RBV และวรรณกรรมที่ทบทวน
การอภิปรายผลเชิงสังเคราะห์

การอภิปรายผลเชิงสังเคราะห์

ผลการสังเคราะห์สะท้อนว่าบล็อกเชนมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารในเชิงระบบมากกว่าการเป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูลเท่านั้น ในด้านความโปร่งใส บล็อกเชนช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าถึงข้อมูลที่ตรวจสอบได้และลดความไม่สมมาตรของข้อมูลระหว่างคู่ค้า ในด้านการตรวจสอบย้อนกลับ เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยติดตามแหล่งที่มาและเส้นทางการเคลื่อนย้ายของอาหาร ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียกคืนสินค้า การควบคุมความปลอดภัยอาหาร และการรับรองฮาลาล ส่วนในด้านประสิทธิภาพการดำเนินงาน บล็อกเชนสามารถลดขั้นตอนการตรวจสอบเอกสาร ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และเพิ่มความรวดเร็วในการประสานงานระหว่างผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน (Alamsyah et al., 2022; Ellahi et al., 2024; Pongnumkul et al., 2025)

อย่างไรก็ดี การนำบล็อกเชนไปใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารของอาเซียนต้องอาศัยความพร้อมเชิงองค์กรและระบบนิเวศภายนอกควบคู่กัน หากผู้ประกอบการยังขาดโครงสร้างข้อมูล ทักษะดิจิทัล เงินทุน หรือการสนับสนุนจากคู่ค้า การใช้บล็อกเชนอาจกลายเป็นต้นทุนเพิ่มโดยไม่สร้างคุณค่าทางธุรกิจอย่างเต็มที่ ดังนั้นประเด็นสำคัญไม่ใช่เพียงการตัดสินใจว่าเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพหรือไม่ แต่คือการออกแบบเงื่อนไขการนำไปใช้ให้เหมาะสมกับขนาดธุรกิจ ความพร้อมของบุคลากร มาตรฐานอาหาร และนโยบายของแต่ละประเทศ

องค์ความรู้ใหม่ของบทความนี้อยู่ที่การเสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงปัจจัยระดับเทคโนโลยี องค์กร สภาพแวดล้อมภายนอก และการรับรู้ของผู้ใช้เข้ากับผลลัพธ์ของโซ่อุปทานอาหาร พร้อมทั้งวางมาตรฐานฮาลาล ระดับวุฒิภาวะทางดิจิทัล และนโยบายเฉพาะประเทศเป็นตัวแปรบริบทของอาเซียน กรอบดังกล่าวช่วยขยายการอธิบายจากมุมมองการยอมรับเทคโนโลยีทั่วไปไปสู่การอธิบายการยอมรับบล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารที่มีข้อกำหนดด้านมาตรฐานและความน่าเชื่อถือสูง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

บทความนี้มีประโยชน์เชิงวิชาการโดยช่วยสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับการยอมรับบล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาเซียน และเสนอกรอบแนวคิดที่รวมปัจจัยระดับเทคโนโลยี องค์กร สภาพแวดล้อมภายนอก การรับรู้ของผู้ใช้ และบริบทเฉพาะอาเซียนไว้ในกรอบเดียวกัน กรอบแนวคิดดังกล่าวสามารถใช้เป็นฐานสำหรับการวิจัยเชิงประจักษ์ในอนาคต เช่น การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง หรือการศึกษาเชิงผสมผสานในหลายประเทศอาเซียน

ในเชิงปฏิบัติ ผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารสามารถใช้ผลการสังเคราะห์เพื่อประเมินความพร้อมก่อนลงทุนในบล็อกเชน โดยเฉพาะความเข้ากันได้ของระบบเดิม ความพร้อมของบุคลากร ต้นทุนการดำเนินงาน ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลกับคู่ค้า และความชัดเจนของเป้าหมายในการนำเทคโนโลยีไปใช้ เช่น การตรวจสอบย้อนกลับวัตถุดิบ การรับรองฮาลาล หรือการจัดการข้อมูลคุณภาพอาหาร

ในเชิงนโยบาย หน่วยงานรัฐและองค์กรกำกับดูแลสามารถใช้ข้อค้นพบเพื่อออกแบบมาตรการสนับสนุนที่สอดคล้องกับข้อจำกัดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เช่น เงินอุดหนุนหรือสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ การพัฒนาทักษะดิจิทัล การสนับสนุนระบบมาตรฐานข้อมูลกลาง และการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการในรูปแบบเครือข่ายหรือกลุ่มความร่วมมือ (consortium) เพื่อช่วยลดต้นทุนและเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเทคโนโลยีตรวจสอบย้อนกลับ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้บล็อกเชนในโซ่อุปทานอาหารของ SMEs ในอาเซียน โดยใช้เอกสารวิชาการที่ตรวจสอบย้อนกลับได้จำนวน 19 รายการ ผลการสังเคราะห์ชี้ว่าบล็อกเชนมีศักยภาพในการยกระดับโซ่อุปทานอาหารผ่านความโปร่งใส การตรวจสอบย้อนกลับ และประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยมีความสำคัญเป็นพิเศษต่อโซ่อุปทานฮาลาลและระบบประกันคุณภาพอาหารในภูมิภาคอาเซียน อย่างไรก็ตาม การนำบล็อกเชนไปใช้ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมไม่ควรถูกมองเป็นเพียงการตัดสินใจด้านเทคโนโลยี แต่ควรเข้าใจว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมขององค์กร ทรัพยากร ความสามารถของบุคลากร แรงกดดันจากตลาด มาตรฐานอุตสาหกรรม และนโยบายสนับสนุนของรัฐ

ผลการวิเคราะห์นำไปสู่กรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่ประกอบด้วยตัวแปรหลักหกกลุ่ม ได้แก่ ปัจจัยเทคโนโลยี ปัจจัยองค์กร ปัจจัยสภาพแวดล้อม ปัจจัยการรับรู้ของผู้ใช้ การยอมรับบล็อกเชน และผลลัพธ์ของโซ่อุปทานอาหาร พร้อมตัวแปรบริบทเฉพาะอาเซียนสามกลุ่ม ได้แก่ มาตรฐานฮาลาล ระดับวุฒิภาวะทางดิจิทัล และนโยบายเฉพาะประเทศ กรอบแนวคิดนี้ช่วยอธิบายว่าการยอมรับบล็อกเชนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารของอาเซียนต้องพิจารณาทั้งความเหมาะสมของเทคโนโลยี ความสามารถภายในองค์กร และเงื่อนไขภายนอกที่ส่งผลต่อการนำไปใช้จริง

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติคือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมควรเริ่มต้นด้วยโครงการนำร่องในกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูงหรือสร้างคุณค่าชัดเจน เช่น การตรวจสอบย้อนกลับวัตถุดิบ การรับรองฮาลาล การจัดการโซ่อุปทาน หรือการบันทึกข้อมูลคุณภาพอาหาร จากนั้นจึงค่อยขยายผลผ่านความร่วมมือกับคู่ค้าในโซ่อุปทานเพื่อสร้างมาตรฐานข้อมูลร่วมกัน สำหรับข้อเสนอแนะเชิงวิจัย ควรทดสอบกรอบแนวคิดนี้ด้วยการวิจัยเชิงประจักษ์ในหลายประเทศอาเซียน โดยใช้วิธีการเชิงปริมาณ เช่น การวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) หรือการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) เพื่ออธิบายทั้งความสัมพันธ์เชิงสถิติและกลไกเชิงบริบทของการยอมรับบล็อกเชนในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมอาหารอย่างลึกซึ้ง

เอกสารอ้างอิง

- Alamsyah, A., Hakim, N., & Hendayani, R. (2022). Blockchain-based traceability system to support the Indonesian halal supply chain ecosystem. *Economies*, 10(6), 134. <https://doi.org/10.3390/economies10060134>
- Alfarizi, M., Widiastuti, T., & Ngatindriatun. (2023). Exploration of technological challenges and public economic trends phenomenon in the sustainable performance of Indonesian digital MSMEs on industrial era 4.0. *Journal of Industrial Integration and Management*, 9(1), 65-96. <https://doi.org/10.1142/S2424862223500045>
- Ali, M. H., Chung, L., Tan, K. H., Makhbul, Z. M., Zhan, Y., & Tseng, M. L. (2024). Investigating blockchain technology adoption intention model in halal food small and medium enterprises: Moderating role of supply chain integration. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 27(12), 2753-2777. <https://doi.org/10.1080/13675567.2023.2217772>
- Annamalah, S., Aravindan, K. L., & Ahmed, S. (2025). Resilience in the face of uncertainty: Navigating supply chain challenges through proactive risk surveillance and mitigation strategies among SMEs in ASEAN countries. *F1000Research*, 13, 1037. <https://doi.org/10.12688/f1000research.153654.2>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Ellahi, R. M., Wood, L. C., & Bekhit, A. E.-D. A. (2024). Blockchain-driven food supply chains: A systematic review for unexplored opportunities. *Applied Sciences*, 14(19), 8944. <https://doi.org/10.3390/app14198944>
- Fernando, Y., Ahmad Jasmi, M. F., Wahyuni-TD, I. S., Mergeresa, F., Khamis, K. A., Fakhrorazi, A., & Omar, R. (2023). Supply chain integration and halal frozen meat product returns. *Journal of Islamic Marketing*, 14(5), 1369-1395. <https://doi.org/10.1108/JIMA-10-2021-0328>
- Hadis, H., Tamin, M., Abd Sarhadat, S., & Abdul Adis, A. A. (2025). Investigating SMEs' intention to adopt halal traceability system in Malaysia food and beverage supply chain: A TOE framework approach. *Journal of Distribution Science*, 23(11), 29-39. <https://doi.org/10.15722/jds.23.11.202511.29>
- Han, X., & Gooi, L. M. (2025). Multi-level determinants of sustainable blockchain technology adoption in SCM: Individual, organisational, and societal perspectives. *Sustainability*, 17(6), 2621. <https://doi.org/10.3390/su17062621>
- Harsanto, B., Pradana, M., Firmansyah, E. A., Apriladi, A., & Farras, J. I. (2024). Sustainable halal value chain performance for MSMEs: The roles of digital technology, R&D, financing, and regulation as antecedents. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2397071. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2397071>
- Hendayani, R., & Fernando, Y. (2023). Adoption of blockchain technology to improve halal supply chain performance and competitiveness. *Journal of Islamic Marketing*, 14(9), 2343-2360. <https://doi.org/10.1108/JIMA-01-2022-0019>
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, 107831. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107831>
- Lai, P. C., Toh, E. B. H., Polas, M. R. H., & Tabash, M. I. (2023). Intention to use blockchain technologies: Evidence from two regions-ASEAN and Middle-East. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 20(8), 2350049. <https://doi.org/10.1142/S0219877023500499>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hrobjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pongnumkul, S., Ittipornpaisarn, P., & Pongnumkul, S. (2025). Comparison of blockchain vs. centralised IT infrastructure costs for food traceability: A Thai broiler supply chain case study. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 14, 13. <https://doi.org/10.1186/s13731-025-00465-0>

- Rajendran, S. D., Kamarulzaman, N. H., & Abd Rahman, A. (2024). The mediating role of halal supply chain integrity in enhancing performance for halal herbal-based food SMEs. *Journal of Islamic Marketing*, 15(12), 3621-3648. <https://doi.org/10.1108/JIMA-06-2023-0185>
- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>

The Role of Artificial Intelligence in Developing Supply Chain Analytics to Enhance Supply Chain Performance: A Study Through the Triple A Strategy

Yuvathida Prathetsena

Service Support Manager, Windmoeller & Hoelscher Asia Pacific Co., Ltd. Thailand

Corresponding author E-mail: p.yuvathida@gmail.com

Received: March 22, 2026 / Revised: June 6, 2026 / Accepted June 26, 2026

Abstract

This academic article aims to examine the role of artificial intelligence in developing supply chain analytics, synthesize the relationship between AI-driven supply chain analytics and Triple-A supply chain capabilities, and propose an integrative conceptual framework linking artificial intelligence, supply chain analytics, Triple-A capabilities, and supply chain performance. The study adopts a literature review and synthesis approach based on 23 relevant academic articles retrieved from Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar. A literature synthesis matrix was used as the analytical tool to classify, analyze, and integrate key findings from prior studies.

The synthesis indicates that artificial intelligence contributes to the development of supply chain analytics in four major dimensions: demand forecasting, real-time decision-making, risk management, and process optimization. AI also strengthens Triple-A capabilities, namely agility, adaptability, and alignment, which serve as strategic mechanisms linking data and analytics to supply chain performance. The article proposes that artificial intelligence should be understood not merely as a technological tool but as a strategic enabler for enhancing supply chain performance in digital supply chains.

Keywords: Artificial Intelligence; Supply Chain Analytics; Triple-A Strategy; Supply Chain Performance; Digital Supply Chain

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน: การศึกษาผ่านกลยุทธ์ทริปเปิลเอ

ยุวธิดา ประเทศเสนา

บริษัท วินด์เมเยอร์ แอนด์ โฮลชเลอส์ เอเชีย แปซิฟิค จำกัด ประเทศไทย

Corresponding author E-mail: p.yuvathida@gmail.com

Received: March 22, 2026 / Revised: June 6, 2026 / Accepted June 26, 2026

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน (Supply Chain Analytics) สังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-driven Supply Chain Analytics) กับความสามารถของโซ่อุปทานตามแนวคิดทริปเปิลเอ (Triple-A Supply Chain Capabilities) และเสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงปัญญาประดิษฐ์ การวิเคราะห์โซ่อุปทาน ความสามารถแบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน (Supply Chain Performance) การศึกษาใช้วิธีการทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมจากบทความวิจัยและบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องจำนวน 23 เรื่อง จากฐานข้อมูลวิชาการ ได้แก่ Scopus, Web of Science, ScienceDirect และ Google Scholar โดยใช้แบบบันทึกการสังเคราะห์วรรณกรรมเป็นเครื่องมือในการจัดกลุ่ม วิเคราะห์ และเชื่อมโยงสาระสำคัญของงานวิจัยเดิม

ผลการสังเคราะห์พบว่า ปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทานใน 4 มิติ ได้แก่ การพยากรณ์อุปสงค์ (Demand Forecasting) การตัดสินใจแบบเรียลไทม์ (Real-time decision-making) การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) และการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ (Process Optimization) นอกจากนี้ ปัญญาประดิษฐ์ยังช่วยเสริมสร้างความสามารถแบบทริปเปิลเอ ได้แก่ ความคล่องตัว (Agility) ความสามารถในการปรับตัว (Adaptability) และความสอดคล้องของเครือข่าย (Alignment) ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญที่เชื่อมโยงข้อมูลและการวิเคราะห์ไปสู่ประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน บทความนี้จึงเสนอกรอบแนวคิดที่มองปัญญาประดิษฐ์เป็นตัวขับเคลื่อนเชิงกลยุทธ์ มากกว่าการเป็นเพียงเครื่องมือทางเทคโนโลยี

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์ การวิเคราะห์โซ่อุปทาน กลยุทธ์ทริปเปิลเอ ประสิทธิภาพโซ่อุปทาน โซ่อุปทานดิจิทัล

บทนำ

ในทศวรรษที่ผ่านมาโซ่อุปทานทั่วโลกต้องเผชิญกับความท้าทายที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัล ความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจ และเหตุการณ์วิกฤตระดับโลก เช่น การระบาดของ COVID-19 ความขัดแย้งทางภูมิรัฐศาสตร์ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ เหตุการณ์เหล่านี้ได้เปิดเผยข้อจำกัดของโซ่อุปทานแบบดั้งเดิมที่มุ่งเน้นเฉพาะประสิทธิภาพด้านต้นทุนและประสิทธิภาพภายในองค์กร โดยขาดความยืดหยุ่นและ

ความสามารถในการปรับตัวต่อสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน และการจัดการความเสี่ยงในเครือข่ายที่ซับซ้อน (Modgil et al., 2022; Zamani et al., 2023; Singh et al., 2024)

ปัจจุบันองค์กรจำเป็นต้องพัฒนาระบบโซ่อุปทานที่มีความยืดหยุ่น สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว และมีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน เทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะเครื่องมือสำคัญในการยกระดับการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และเชิงปฏิบัติการในองค์กรโซ่อุปทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งด้านการพยากรณ์อุปสงค์ การจัดการสินค้าคงคลัง การวางแผนโลจิสติกส์ การตรวจจับความเสี่ยง และการตัดสินใจเชิงปฏิบัติการแบบเรียลไทม์ งานวิจัยเชิงทบทวนหลายเรื่องยืนยันว่าปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงเครื่องมือประมวลผลข้อมูล แต่เป็นความสามารถทางดิจิทัลที่ช่วยให้องค์กรเข้าใจสภาพแวดล้อมทางธุรกิจและตอบสนองได้เร็วขึ้น (Min, 2010; Pournader et al., 2021; Toorajipour et al., 2021; Sharma et al., 2022; Richey et al., 2023; Culot et al., 2024) อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มาใช้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับประกันว่าโซ่อุปทานจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น หากองค์กรขาดความสามารถเชิงกลยุทธ์ในการนำข้อมูลไปใช้ แนวคิดโซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอของ Lee (2004) เป็นหนึ่งในกรอบแนวคิดที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวรรณกรรมด้านโซ่อุปทาน โดยอธิบายว่าโซ่อุปทานที่สามารถแข่งขันได้ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงสูง ต้องมีความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัวและความสอดคล้องของเครือข่าย เมื่อเชื่อมโยงกับบริบทของปัญญาประดิษฐ์ แนวคิดดังกล่าวช่วยอธิบายว่าการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนที่ทำให้ความสามารถทั้งสามด้านเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาจะให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในโซ่อุปทานมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านการพยากรณ์อุปสงค์ การตัดสินใจแบบเรียลไทม์ การจัดการความเสี่ยง และการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Dubey et al., 2021; Brintrup et al., 2024; Jackson et al., 2024) แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งอธิบายผลลัพธ์ของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในเชิงประสิทธิภาพ เช่น ต้นทุน ความเร็ว ความแม่นยำ หรือความยืดหยุ่นของโซ่อุปทานมากกว่าการอธิบายกลไกเชิงความสามารถที่ทำให้ปัญญาประดิษฐ์นำไปสู่ประสิทธิภาพดังกล่าวอย่างเป็นระบบ (Belhadi et al., 2024) นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดในการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-driven Supply Chain Analytics) กับความสามารถของโซ่อุปทานตามแนวคิดทริปเปิลเอ โดยเฉพาะการอธิบายว่าปัญญาประดิษฐ์ช่วยเสริมสร้างความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัวและความสอดคล้องของเครือข่ายผ่านกลไกใด และความสามารถเหล่านี้เชื่อมโยงไปสู่ประสิทธิภาพของโซ่อุปทานอย่างไร ดังนั้น บทความนี้จึงมุ่งทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมเพื่อพัฒนารอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวในบริบทของโซ่อุปทานยุคดิจิทัล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรม งานวิจัย แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน เพื่อระบุองค์ประกอบ ตัวแปร และความสัมพันธ์สำคัญสำหรับการพัฒนารอบแนวคิดในการวิจัย
2. เพื่อพัฒนารอบแนวคิดเชิงบูรณาการจากผลการทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรม สำหรับใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ความสามารถแบบทริปเปิลเอและประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน ภายใต้บริบทของสภาพแวดล้อมดิจิทัลและความพร้อมขององค์กร

การทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิดการวิจัย

ปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการโซ่อุปทาน

ปัญญาประดิษฐ์ในโซ่อุปทานแสดงให้เห็นพัฒนาการจากการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในระดับปฏิบัติการไปสู่การเป็นกลไกเชิงกลยุทธ์ขององค์กร งานของ Min (2010) ที่นำเสนอแนวคิดพื้นฐานของการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ต่อมา Pournader et al. (2021) และ Toorajipour et al. (2021) ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและพบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถสร้างคุณค่าในทุกกิจกรรมของโซ่อุปทาน ตั้งแต่การจัดซื้อจัดจ้าง การผลิต การกระจายสินค้า การบริหารความเสี่ยง ไปจนถึงการจัดการความสัมพันธ์กับลูกค้า เมื่อพิจารณางานวิจัยยุคใหม่พบว่าปัญญาประดิษฐ์ถูกใช้มากขึ้นในฐานะระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่เชื่อมโยงข้อมูลจำนวนมากเข้ากับการดำเนินงานแบบเรียลไทม์ Sharma et al. (2022) จัดทำแผนที่องค์ความรู้เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ในโซ่อุปทานและชี้ว่าปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญในด้านการพยากรณ์ การวางแผน การเพิ่มประสิทธิภาพ และการจัดการความเสี่ยงสอดคล้องกับ Richey et al. (2023) ที่อธิบายว่าปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือทางเทคนิค แต่เป็นความสามารถเชิงกลยุทธ์ที่องค์กรต้องพัฒนาอย่างเป็นระบบ ขณะที่ Hendriksen (2023) เสนอว่าปัญญาประดิษฐ์ในการจัดการโซ่อุปทานควรถูกพิจารณาในฐานะนวัตกรรมที่สามารถเปลี่ยนรูปแบบการแข่งขันและกระบวนการตัดสินใจขององค์กรในโซ่อุปทานได้อย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยเชิงประจักษ์และกรณีศึกษาสนับสนุนข้อค้นพบนี้ Helo and Hao (2022) พบว่าปัญญาประดิษฐ์ช่วยลดเวลาในการตัดสินใจและเพิ่มความแม่นยำของการวางแผน ขณะที่ Cannas et al. (2024) ชี้ว่าองค์กรที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์สำเร็จมักมีโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล วัฒนธรรมการใช้ข้อมูลและความสามารถของบุคลากรรองรับ ส่วน Culot et al. (2024) สรุปว่าความท้าทายสำคัญของปัญญาประดิษฐ์ในโซ่อุปทานไม่ใช่เฉพาะความแม่นยำของเทคโนโลยี แต่รวมถึงการบูรณาการกับกระบวนการทำงานและการยอมรับของผู้ใช้

การวิเคราะห์โซ่อุปทานและบทบาทของปัญญาประดิษฐ์

การวิเคราะห์โซ่อุปทานหมายถึงการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงในการสนับสนุนการตัดสินใจและการปรับปรุงกระบวนการในโซ่อุปทาน ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การอธิบายสถานการณ์ปัจจุบัน (Descriptive Analytics) การวิเคราะห์สาเหตุ (Diagnostic Analytics) การพยากรณ์อนาคต (Predictive Analytics) ไปจนถึงการเสนอแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม (Prescriptive Analytics) เมื่อปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมารวมกับการวิเคราะห์โซ่อุปทาน ความสามารถในการประมวลผลข้อมูล การสร้างข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการและการตัดสินใจแบบเรียลไทม์จึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ Dubey et al. (2021) พบว่าการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-powered Supply Chain Analytics) มีบทบาทสำคัญในการช่วยองค์กรที่ดำเนินธุรกิจระหว่างธุรกิจกับธุรกิจ (B2B) ตอบสนองต่อความผันผวนของอุปสงค์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำรับมือกับภาวะวิกฤต COVID-19 ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะผ่านการจัดการพันธมิตรและการแบ่งปันข้อมูล Zamani et al. (2023) สรุปว่าปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความยืดหยุ่นของโซ่อุปทาน (supply chain resilience) เนื่องจากช่วยเพิ่มการมองเห็นข้อมูล (visibility) และความสามารถในการฟื้นตัวจากการหยุดชะงัก (disruption) ขณะที่ Modgil et al. (2022) ชี้ว่าปัญญาประดิษฐ์ช่วยให้องค์กรเรียนรู้จากวิกฤตและปรับกลยุทธ์การดำเนินงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ นอกจากนี้งานวิจัยยุคใหม่ยังขยายบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ไปสู่การวิเคราะห์ขั้นสูงและการจำลองสถานการณ์ Jackson et al. (2024) นำเสนอกรอบความสามารถของปัญญาประดิษฐ์เชิงกำเนิด (Generative Artificial Intelligence: Generative AI) ในการจัดการโซ่อุปทานโดยชี้ให้เห็นว่าปัญญาประดิษฐ์รุ่นใหม่มีศักยภาพในการสร้างสถานการณ์จำลองที่ซับซ้อนและสนับสนุนการวางแผนเชิงคาดการณ์ ซึ่งช่วยให้สามารถวางแผนรับมือกับความไม่แน่นอนได้ดียิ่งขึ้น ส่วน Brintrup et al. (2024) กล่าวถึงการเฝ้าระวังโซ่อุปทานดิจิทัล (Digital supply chain surveillance) ที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อติดตามสถานะของโซ่อุปทานและแจ้ง

เดือนความเสี่ยงล่วงหน้า ทั้งสองงานสะท้อนว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่เชื่อมข้อมูล การคาดการณ์ และการตัดสินใจเข้าด้วยกัน

เมื่อสังเคราะห์งานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์โซ่อุปทานพบว่างานวิจัยสามารถจัดกลุ่มได้เป็นสามแนวทางหลัก ได้แก่ กลุ่มแรกคือการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วของการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การพยากรณ์อุปสงค์ การวางแผนสินค้าคงคลัง และการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ ซึ่งปรากฏในงานด้าน การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI applications) และการจัดทำแผนที่องค์ความรู้เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ (AI mapping) ในโซ่อุปทาน (Pournader et al., 2021; Sharma et al., 2022; Helo & Hao, 2022) กลุ่มที่สองคือ การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการมองเห็นและติดตามสถานะของโซ่อุปทาน ซึ่งช่วยให้องค์กรตรวจจับความเสี่ยงและตอบสนองต่อความไม่แน่นอนได้รวดเร็วขึ้น (Baryannis et al., 2019; Zamani et al., 2023; Brintrup et al., 2024) และกลุ่มที่สามคือการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนการปรับตัวเชิงกลยุทธ์ เช่น การจำลองสถานการณ์ การประเมินทางเลือกของเครือข่ายและการออกแบบรูปแบบการดำเนินงานใหม่ในระยะยาว (Jackson et al., 2024; Hao & Demir, 2025; Samuels, 2025) จากการจัดกลุ่มดังกล่าวสะท้อนว่าการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์มีบทบาททั้งในระดับปฏิบัติการและระดับกลยุทธ์ ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการประมวลผลข้อมูล แต่ยังช่วยสร้างความสามารถในการตอบสนอง ปรับตัวและประสานงานของโซ่อุปทาน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่มีอยู่จำนวนมากยังมุ่งเน้นการอธิบายประโยชน์ของปัญญาประดิษฐ์ในเชิงผลลัพธ์ เช่น ต้นทุน ความเร็ว ความแม่นยำ หรือความยืดหยุ่น โดยยังอธิบายกลไกเชิงความสามารถไม่ชัดเจนว่าทำไมปัญญาประดิษฐ์จึงนำไปสู่ประสิทธิภาพของโซ่อุปทานได้ บทความนี้จึงใช้แนวคิดทริปเปิลเอ เป็นกรอบกลางในการสังเคราะห์ เพื่ออธิบายว่าการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนที่ช่วยเปลี่ยนข้อมูลและการวิเคราะห์ให้เป็นความสามารถเชิงกลยุทธ์อย่างไร (Lee, 2004; Belhadi et al., 2024; Jackson et al., 2024; Brintrup et al., 2024)

แนวคิดทริปเปิลเอและการตีความในยุคดิจิทัล

แนวคิดแบบทริปเปิลเอของ Lee (2004) เสนอว่าโซ่อุปทานที่แข่งขันได้ในระยะยาวไม่ได้ขึ้นอยู่กับต้นทุนต่ำเพียงอย่างเดียว (Cost Efficiency) แต่ต้องมีความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัวและความสอดคล้องของเครือข่าย โดยความคล่องตัว หมายถึง การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระยะสั้นของอุปสงค์และอุปทานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการปรับตัว หมายถึง การปรับโครงสร้างโซ่อุปทานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างในตลาดในระยะยาว ส่วนความสอดคล้องของเครือข่าย หมายถึง การทำให้เป้าหมาย แรงจูงใจและข้อมูลของสมาชิกในเครือข่ายสอดคล้องกันเพื่อให้เกิดความร่วมมือที่เป็นประโยชน์ร่วมกัน เมื่อพิจารณาในยุคดิจิทัลแนวคิดแบบทริปเปิลเอยังคงมีความสำคัญ แต่กลไกการสร้างความสามารถทั้งสามเปลี่ยนจากการอาศัยประสบการณ์และระบบรายงานแบบดั้งเดิมไปสู่การใช้ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์เป็นฐาน Belhadi et al. (2024) พบว่า นวัตกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-driven innovation) มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างทั้งสามความสามารถของแนวคิดแบบทริปเปิลเอ โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่มีความผันผวนสูง ขณะที่ Singh et al. (2024) ระบุว่า การสร้างโซ่อุปทานที่ยืดหยุ่นด้วยปัญญาประดิษฐ์ต้องอาศัยหลายปัจจัยร่วมกันทั้งเทคโนโลยี กระบวนการ และความพร้อมขององค์กร ในแง่นี้ปัญญาประดิษฐ์ทำให้แนวคิดแบบทริปเปิลเอเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น กล่าวคือปัญญาประดิษฐ์ช่วยความคล่องตัว โดยให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ และการแจ้งเตือนล่วงหน้าช่วย ความสามารถในการปรับตัว โดยการจำลองสถานการณ์และการวิเคราะห์ทางเลือกเชิงกลยุทธ์ และช่วยความสอดคล้องของเครือข่าย โดยการสร้างฐานข้อมูลร่วมแพลตฟอร์มดิจิทัลและการประสานงานระหว่างสมาชิกในเครือข่าย (Riad et al., 2024; Samuels, 2025)

ผลการสังเคราะห์วรรณกรรม

บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน

จากการสังเคราะห์วรรณกรรม บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน สามารถสรุปได้เป็น 4 มิติหลัก มิติแรกคือการพยากรณ์อุปสงค์ที่แม่นยำมากขึ้น โดยปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) สามารถวิเคราะห์รูปแบบความต้องการสินค้าจากข้อมูลประวัติการขาย ปัจจัยตามฤดูกาล เหตุการณ์พิเศษและข้อมูลภายนอก เพื่อคาดการณ์ความต้องการสินค้าได้ดีกว่าวิธีแบบดั้งเดิม (Sharma et al., 2022; Ferreira et al., 2025) มิติที่สองคือการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ ปัญญาประดิษฐ์ช่วยให้องค์กรสามารถประมวลผลข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้การตัดสินใจในโซ่อุปทานมีความทันเวลามากขึ้น ลดการพึ่งพาการตัดสินใจโดยผู้บริหารที่ต้องรอรายงานประจำสัปดาห์หรือประจำเดือนและเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อสถานการณ์เฉพาะหน้า (Helo & Hao, 2022; Hao & Demir, 2025) มิติที่สามคือการจัดการความเสี่ยง สามารถตรวจจับสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning Signals) ในโซ่อุปทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งจากปัจจัยภายใน เช่น ความล่าช้าของซัพพลายเออร์ ความผันผวนของอุปสงค์ หรือความเสี่ยงจากเหตุการณ์ภายนอก เช่น ความไม่สงบทางการเมืองหรือภัยธรรมชาติ งานของ Baryannis et al.(2019) และ Kosasih et al.(2024) แสดงให้เห็นว่าปัญญาประดิษฐ์มีศักยภาพในการสนับสนุนการจัดการความเสี่ยงและการอธิบายเหตุผลของระบบวิเคราะห์อย่างโปร่งใสมากขึ้น มิติที่สี่คือการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ช่วยแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน เช่น การกำหนดเส้นทางขนส่ง การจัดตารางการผลิต และการจัดการสินค้าคงคลังหลายระดับ (Multi-echelon) โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องและวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพขั้นสูง (Ferreira et al., 2025; Richey et al., 2023)

ปัญญาประดิษฐ์กับการเสริมสร้างความสามารถโซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอ

ผลการสังเคราะห์วรรณกรรมพบว่า การวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์มีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างโซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอในสามทิศทางสำคัญ ประการแรก ปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มความคล่องตัวของโซ่อุปทานผ่านการประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Scenario Modeling) ที่รวดเร็วทำให้องค์กรสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้เร็วขึ้นผ่านข้อมูลแบบเรียลไทม์ (real-time data) และการแจ้งเตือนล่วงหน้า ซึ่งช่วยในการรับมือกับการหยุดชะงัก แทนที่จะเป็นสัปดาห์หรือเดือน (Riad et al., 2024; Zamani et al., 2023) ประการที่สองปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัว โดยสนับสนุนการวิเคราะห์ทางเลือก (Alternative Supply Chain Configurations) และการจำลองโครงสร้างโซ่อุปทานในอนาคต เช่น การเลือกซัพพลายเออร์สำรองการปรับเครือข่ายโลจิสติกส์ และการประเมินผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของความสามารถในการปรับตัวระยะยาว (Jackson et al., 2024) ประการที่สาม ปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มความสอดคล้องของเครือข่าย โดยสร้างกลไกการแบ่งปันข้อมูลที่ถูกต้องและทันเวลา ช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานสามารถตัดสินใจจากข้อมูลร่วมกัน ลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และเพิ่มการประสานงานระหว่างซัพพลายเออร์ ผู้ผลิต ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ และลูกค้า (Brintrup et al., 2024; Dubey et al., 2021; Cannas et al., 2024)

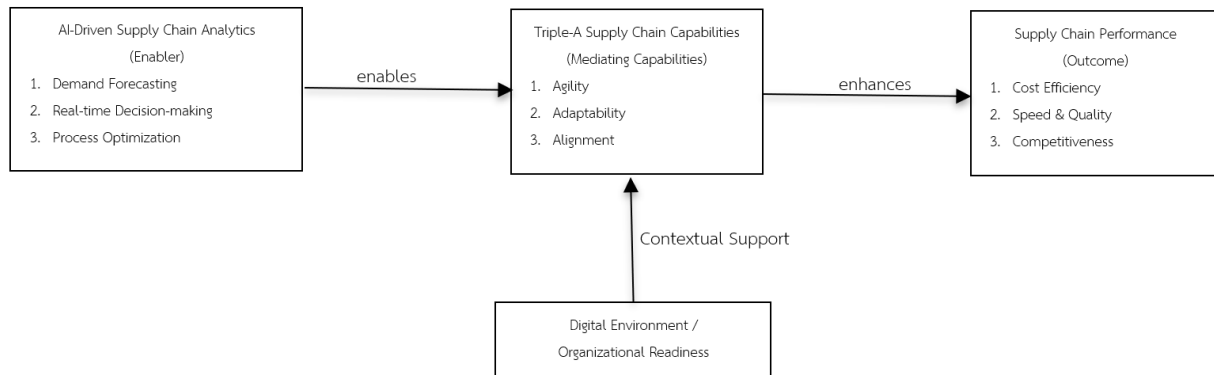
ตารางที่ 1 การสังเคราะห์บทบาทของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์ ต่อ โซ่อุปทาน แบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพโซ่อุปทาน

ประเด็นสังเคราะห์	บทบาทของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์	ความเชื่อมโยงกับทริปเปิลเอ	ผลต่อโซ่อุปทาน
การพยากรณ์อุปสงค์ (Demand forecasting)	วิเคราะห์ข้อมูลอุปสงค์และปัจจัยภายนอก	สนับสนุนความคล่องตัว (Agility)	ตอบสนองตลาดเร็วขึ้น
การตัดสินใจแบบเรียลไทม์ (Real-time decision-making)	ประมวลผลข้อมูลทันที	สนับสนุนความคล่องตัว และความสอดคล้องของเครือข่าย (Alignment)	ลดความล่าช้าในการตัดสินใจ
การจัดการความเสี่ยง (Risk management)	ตรวจจับสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า	สนับสนุนความคล่องตัว และความสามารถในการปรับตัว (Adaptability)	เพิ่มความยืดหยุ่น
การจำลองสถานการณ์ (Scenario simulation)	จำลองทางเลือกเครือข่าย	สนับสนุนความสามารถในการปรับตัว	วางแผนเชิงกลยุทธ์ดีขึ้น
การแบ่งปันข้อมูล (Information sharing)	เชื่อมข้อมูลระหว่างคู่ค้า	สนับสนุนความสอดคล้องของเครือข่าย	เพิ่มการประสานงาน

ที่มา: สังเคราะห์จาก Pournader et al. (2021), Dubey et al. (2021), Modgil et al. (2022), Sharma et al. (2022), Zamani et al. (2023), Brintrup et al. (2024), Jackson et al. (2024), Riad et al. (2024), และ Ferreira et al. (2025)

กรอบแนวคิดเชิงบูรณาการ

จากการสังเคราะห์วรรณกรรม บทความนี้เสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการ (Integrative Conceptual Framework) ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ความสามารถแบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อน (Enabler) ที่เสริมสร้างความสามารถเชิงกลยุทธ์ของโซ่อุปทาน ความสามารถแบบทริปเปิลเอทำหน้าที่เป็นกลไกกลางที่แปลงข้อมูลและการวิเคราะห์ให้เป็นการตอบสนอง การปรับตัว และการประสานงานที่มีประสิทธิภาพ ขณะที่ประสิทธิภาพของโซ่อุปทานเป็นผลลัพธ์ที่สะท้อนต้นทุน ความเร็ว คุณภาพ ความยืดหยุ่น และความสามารถในการแข่งขัน กรอบแนวคิดดังกล่าวจึงเป็นผลผลิตหลักของบทความนี้ในฐานะงานทบทวนวรรณกรรมเพื่อพัฒนากรอบแนวคิดในการวิจัย กรอบแนวคิดนี้สังเคราะห์ขึ้นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์, การวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์, ความยืดหยุ่นของโซ่อุปทาน, โซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอและโซ่อุปทานดิจิทัล (Digital Supply Chain) โดยมีสภาพแวดล้อมดิจิทัลและความพร้อมขององค์กรเป็นบริบทสนับสนุนสำคัญ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดเชิงบูรณาการของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์, ความสามารถของโซ่อุปทานแบบทริปเปิ้ลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน

ที่มา: สังเคราะห์จาก Lee (2004), Pournader et al. (2021), Toorajipour et al. (2021), Sharma et al. (2022), Modgil et al. (2022), Zamani et al. (2023), Richey et al. (2023), Belhadi et al. (2024), Riad et al. (2024), และ Culot et al. (2024)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทเป็นกลไกสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูล การพยากรณ์ การตัดสินใจแบบเรียลไทม์ และการเพิ่มความสามารถในการมองเห็นข้อมูลในโซ่อุปทาน ขณะที่แนวคิดโซ่อุปทานแบบทริปเปิ้ลเอของ Lee (2004) ชี้ให้เห็นว่าโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัว และความสอดคล้องของเครือข่าย ดังนั้นกรอบแนวคิดในบทความนี้จึงสังเคราะห์ขึ้นเพื่ออธิบายว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนที่ช่วยเสริมสร้างความสามารถแบบทริปเปิ้ลเอ และนำไปสู่ประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน โดยมีสภาพแวดล้อมดิจิทัลและความพร้อมขององค์กร (Digital Environment / Organizational Readiness) เป็นบริบทสนับสนุนสำคัญ

การอภิปรายเชิงสังเคราะห์จากวรรณกรรม

ผลการสังเคราะห์ขยายองค์ความรู้จากงานวิจัยก่อนหน้าสอดคล้องและขยายองค์ความรู้จากงานวิจัยก่อนหน้าในหลายประการ ประเด็นแรก ผลการศึกษายืนยันบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในฐานะ "โครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัล" (Digital Infrastructure) ที่ไม่ใช่เพียงเครื่องมือลดต้นทุนแต่เป็นตัวช่วยที่ทำให้ความสามารถเชิงกลยุทธ์ของโซ่อุปทานสามารถเกิดขึ้นได้ในทางปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกับมุมมองของ Hendriksen (2023) ที่มองว่าปัญญาประดิษฐ์เป็นนวัตกรรมที่เปลี่ยนรูปแบบ (disruptive innovation) การแข่งขันในโซ่อุปทาน และสอดคล้องกับ Richey et al. (2023) ที่เสนอให้มองปัญญาประดิษฐ์เป็นความสามารถที่ต้องพัฒนาพร้อมกับกระบวนการและบุคลากร ประเด็นที่สองความสำเร็จในการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในโซ่อุปทานไม่ได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวแต่ต้องการการพัฒนาความสามารถขององค์กรในการแปลงข้อมูลให้เป็นความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัว และความสอดคล้องของเครือข่ายควบคู่กัน เช่น วัฒนธรรมการใช้ข้อมูล ความสามารถของบุคลากร และการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงมีผลสำคัญต่อความสำเร็จของการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ งานของ Belhadi et al. (2024), Singh et al. (2024) และ Riad et al. (2024) สนับสนุนว่าปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและการดำเนินงานได้ชัดเจนเมื่อถูกบูรณาการเข้ากับความสามารถเชิงกลยุทธ์และบริบทองค์กรที่เหมาะสม ประเด็นที่สามบทความนี้ชี้ให้เห็นว่าแนวคิดแบบทริปเปิ้ลเอของ Lee (2004) ยังคงมีคุณค่าทาง

ทฤษฎีในยุคดิจิทัล แต่ต้องการการตีความและการนำไปปฏิบัติในรูปแบบใหม่ที่อาศัยเทคโนโลยีเป็นตัวขับเคลื่อนภายใต้บริบทของข้อมูลและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ กล่าวคือ ความคล่องตัวในยุคดิจิทัลต้องพึ่งพาข้อมูลแบบเรียลไทม์ความสามารถในการปรับตัวต่ออาศัยการจำลองและการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ และความสอดคล้องของเครือข่ายต้องอาศัยแพลตฟอร์มข้อมูลร่วมและความโปร่งใสของข้อมูลในเครือข่าย

จากผลการสังเคราะห์ดังกล่าว องค์ความรู้สำคัญของบทความนี้คือการเสนอให้มองการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ในฐานะกลไกเชิงกลยุทธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีดิจิทัลกับความสามารถของโซ่อุปทานตามแนวคิดทริปเปิลเอ กล่าวคือปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้สร้างประสิทธิภาพของโซ่อุปทานโดยตรงเพียงด้านเดียว แต่สร้างผลกระทบผ่านการพัฒนาความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัว และความสอดคล้องของเครือข่าย ซึ่งทำหน้าที่เป็นความสามารถกลางที่ช่วยแปลงข้อมูลให้เป็นการตอบสนอง การปรับตัว และการประสานงานที่มีประสิทธิภาพ การตีความเช่นนี้ช่วยขยายแนวคิดแบบทริปเปิลเอของ Lee (2004) ให้สอดคล้องกับบริบทของโซ่อุปทานดิจิทัล และทำให้เห็นบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในฐานะตัวขับเคลื่อนเชิงความสามารถมากกว่าการเป็นเพียงเครื่องมือทางเทคโนโลยี

ระเบียบวิธีวิจัย

บทความนี้เป็นการวิจัยเชิงเอกสารและการทบทวนวรรณกรรมเชิงสังเคราะห์โดยมุ่งศึกษาบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน และการเชื่อมโยงกับความสามารถของโซ่อุปทานตามแนวคิดแบบทริปเปิลเอ เพื่อพัฒนารอบแนวคิดเชิงบูรณาการสำหรับอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ความสามารถแบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทานภายใต้บริบทของสภาพแวดล้อมดิจิทัลและความพร้อมขององค์กร

กระบวนการวิจัยเริ่มจากการกำหนดประเด็นปัญหาการวิจัย โดยพิจารณาจากความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีดิจิทัลในโซ่อุปทาน ช่องว่างขององค์ความรู้เกี่ยวกับบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการยกระดับความสามารถเชิงกลยุทธ์ของโซ่อุปทาน และความจำเป็นในการพัฒนารอบแนวคิดที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีดิจิทัล ความสามารถของโซ่อุปทาน และประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ จากนั้นจึงกำหนดขอบเขตการศึกษาและเกณฑ์การคัดเลือกวรรณกรรมโดยคัดเลือกงานวิจัยและบทความวิชาการที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์, การวิเคราะห์โซ่อุปทาน, โซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอ, ความสามารถของโซ่อุปทาน ความยืดหยุ่นของโซ่อุปทาน และประสิทธิภาพของโซ่อุปทานจากฐานข้อมูลวิชาการที่น่าเชื่อถือ เช่น Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Emerald, Taylor & Francis, SpringerLink และ Google Scholar

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้รับการคัดกรองโดยพิจารณาจากความสอดคล้องกับหัวข้อวิจัย ความน่าเชื่อถือของแหล่งตีพิมพ์ ความทันสมัยของงานวิจัย และความสามารถในการอธิบายตัวแปรหรือแนวคิดหลักของบทความ ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ความสามารถของโซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน ภายหลังการคัดกรองได้คัดเลือกวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจำนวน 23 เรื่อง เพื่อนำมาวิเคราะห์เนื้อหาและจัดหมวดหมู่องค์ความรู้ตามประเด็นสำคัญ ได้แก่ บทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน การพยากรณ์และการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ การจัดการความเสี่ยงและความยืดหยุ่นของโซ่อุปทาน ความสามารถตามแนวคิดแบบทริปเปิลเอ และผลต่อประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน

ในขั้นตอนสุดท้าย ผู้วิจัยสังเคราะห์องค์ความรู้จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนารอบแนวคิดเชิงบูรณาการ โดยอธิบายว่า การวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนการพัฒนาความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัว และความสอดคล้องของเครือข่าย ซึ่งเป็นความสามารถเชิงกลยุทธ์ของโซ่อุปทาน

และนำไปสู่การยกระดับประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน ภายใต้บริบทของสภาพแวดล้อมดิจิทัลและความพร้อมขององค์กร ผลจากการสังเคราะห์ดังกล่าวนำไปสู่การเสนอข้อค้นพบเชิงวิชาการ ประโยชน์เชิงการบริหาร และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต โดยเฉพาะการนำกรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบเชิงประจักษ์ด้วยวิธีวิจัยเชิงปริมาณหรือการวิเคราะห์สมการโครงสร้างในบริบทอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

บทความนี้มีประโยชน์เชิงวิชาการในการขยายแนวคิดทริปเปิลเอให้สอดคล้องกับบริบทของโซ่อุปทานดิจิทัล และเสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการที่อธิบายบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในฐานะตัวขับเคลื่อนความสามารถเชิงกลยุทธ์ของโซ่อุปทาน กรอบแนวคิดดังกล่าวสามารถใช้เป็นฐานสำหรับการวิจัยเชิงประจักษ์ในอนาคต โดยเฉพาะการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ความสามารถของโซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน

ในเชิงปฏิบัติ องค์กรสามารถใช้กรอบแนวคิดนี้เป็นแนวทางในการออกแบบการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทานอย่างเป็นระบบ โดยควรดำเนินการควบคู่กันสามด้าน ได้แก่ การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานข้อมูลและระบบวิเคราะห์ การพัฒนาความสามารถของบุคลากรในการตีความและใช้ข้อมูล และการออกแบบกระบวนการทำงานที่ช่วยให้ข้อมูลจากปัญญาประดิษฐ์ถูกนำไปใช้เพื่อสร้างความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัวและความสอดคล้องของเครือข่ายจริงในระดับปฏิบัติการ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมเกี่ยวกับบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์โซ่อุปทานแบบทริปเปิลเอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทานตามแนวคิดทริปเปิลเอ ได้แก่ ความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัว และความสอดคล้องของเครือข่าย ผลการสังเคราะห์ชี้ว่าปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญในด้านการพยากรณ์อุปสงค์ การตัดสินใจแบบเรียลไทม์ การจัดการความเสี่ยง และการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ นอกจากนี้ปัญญาประดิษฐ์ยังช่วยเสริมสร้างความสามารถแบบทริปเปิลเอ โดยเพิ่มความคล่องตัวผ่านข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพิ่มความสามารถในการปรับตัวผ่านการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์และการจำลองสถานการณ์ และเพิ่มความสอดคล้องของเครือข่ายผ่านการแบ่งปันข้อมูลและการประสานงานที่ดีขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์จึงไม่ควรถูกมองเป็นเพียงเครื่องมือทางเทคโนโลยี แต่ควรถูกพิจารณาเป็นตัวขับเคลื่อนเชิงกลยุทธ์ที่ช่วยให้องค์กรพัฒนาโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพ ยืดหยุ่น และสามารถแข่งขันได้ในยุคดิจิทัลสำหรับการวิจัยในอนาคต

ในเชิงการบริหาร องค์กรที่ต้องการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาการวิเคราะห์โซ่อุปทานอย่างเป็นระบบและยกระดับประสิทธิภาพโซ่อุปทาน ควรดำเนินการควบคู่กันสามด้าน ด้านแรกคือการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานข้อมูลและระบบวิเคราะห์ เช่น ฐานข้อมูลกลาง ระบบติดตามแบบเรียลไทม์ และแพลตฟอร์มการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์ ด้านที่สองคือการพัฒนาความสามารถของบุคลากรให้สามารถตีความและใช้ข้อมูลในการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ด้านที่สามคือ การออกแบบกระบวนการทำงานและกลไกความร่วมมือที่ช่วยให้ข้อมูลจากปัญญาประดิษฐ์ถูกนำไปใช้เพื่อสร้างความคล่องตัว ความสามารถในการปรับตัว และความสอดคล้องของเครือข่ายจริงในระดับปฏิบัติการผู้บริหารจึงไม่ควรประเมินความสำเร็จของปัญญาประดิษฐ์จากจำนวนระบบที่นำมาใช้เท่านั้น แต่ควรประเมินจากความสามารถในการเปลี่ยน

ข้อมูลให้เป็นการตอบสนองที่เร็วขึ้น การปรับโครงสร้างที่เหมาะสมขึ้น และการประสานงานระหว่างสมาชิกในเครือข่ายที่มีคุณภาพมากขึ้น

สำหรับการวิจัยในอนาคต ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์เชิงประจักษ์ระหว่างตัวแปรในกรอบแนวคิดที่เสนอ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ เช่น การวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง การวิเคราะห์โซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ความสามารถของโซ่อุปทานแบบทริปเปิล เอ และประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน รวมถึงการศึกษาเปรียบเทียบในบริบทอุตสาหกรรมและประเทศที่แตกต่างกันเพื่อเพิ่มความสามารถในการอธิบายและการนำไปใช้ของกรอบแนวคิด

เอกสารอ้างอิง

- Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Supply chain risk management and artificial intelligence: State of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179–2202.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1530476>
- Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S.S. et al. Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Ann Oper Res* 333, 627–652 (2024).
<https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x>
- Brintrup, A., Kosasih, E., Schaffer, P., Zheng, G., Demirel, G., & MacCarthy, B. L. (2024). Digital supply chain surveillance using artificial intelligence: Definitions, opportunities and risks. *International Journal of Production Research*, 62(13), 4674–4695.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2270719>
- Cannas, V. G., Ciano, M. P., Saltalamacchia, M., & Secchi, R. (2024). Artificial intelligence in supply chain and operations management: A multiple case study research. *International Journal of Production Research*, 62(9), 3333–3360.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2232050>
- Culot, G., Podrecca, M., & Nassimbeni, G. (2024). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. *Computers in Industry*, 162, Article 104132.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104132>
- Dubey, R., Bryde, D. J., Blome, C., Roubaud, D., & Giannakis, M. (2021). Facilitating artificial intelligence powered supply chain analytics through alliance management during the pandemic crises in the B2B context. *Industrial Marketing Management*, 96, 135–146. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.05.003>
- Ferreira, A. C. A., Francisco, M. B., & Pinho, A. F. (2025). The use of artificial intelligence in supply chain management: Systematic literature review and future research directions. *IEEE Access*, 13, 157828–157841.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3603866>
- Hao, X., & Demir, E. (2025). Artificial intelligence in supply chain management: Enablers and constraints in pre-development, deployment, and post-development stages. *Production Planning & Control*, 36(6), 748–770.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2302482>
- Helo, P., & Hao, Y. (2022). Artificial intelligence in operations management and supply chain management: An exploratory case study. *Production Planning & Control*, 33(16), 1573–1590. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882690>
- Hendriksen, C. (2023). Artificial intelligence for supply chain management: Disruptive innovation or innovative disruption? *Journal of Supply Chain Management*, 59(3), 65–76. <https://doi.org/10.1111/jscm.12304>
- Jackson, I., Ivanov, D., Dolgui, A., & Namdar, J. (2024). Generative artificial intelligence in supply chain and operations management: A capability-based framework for analysis and implementation. *International Journal of Production Research*, 62(17), 6120–6145. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2309309>

- Kosasih, E. E., Papadakis, E., Baryannis, G., & Brintrup, A. (2024). A review of explainable artificial intelligence in supply chain management using neurosymbolic approaches. *International Journal of Production Research*, 62(4), 1510–1540. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2281663>
- Lee, H. L. (2004). The triple-A supply chain. *Harvard Business Review*, 82(10), 102–113.
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(1), 13–39. <https://doi.org/10.1080/13675560902736537>
- Modgil, S., Singh, R. K., & Hannibal, C. (2022). Artificial intelligence for supply chain resilience: Learning from Covid-19. *The International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1246–1268. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2021-0094>
- Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 241, Article 108250. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250>
- Riad, M., Naimi, M., & Okar, C. (2024). Enhancing supply chain resilience through artificial intelligence: Developing a comprehensive conceptual framework for AI implementation and supply chain optimization. *Logistics*, 8(4), Article 111. <https://doi.org/10.3390/logistics8040111>
- Richey, R. G., Jr., Chowdhury, S., Davis-Sramek, B., Giannakis, M., & Dwivedi, Y. K. (2023). Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 532–549. <https://doi.org/10.1111/jbl.12364>
- Samuels, A. (2025). Examining the integration of artificial intelligence in supply chain management from Industry 4.0 to 6.0: A systematic literature review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, Article 1477044. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1477044>
- Sharma, R., Shishodia, A., Gunasekaran, A., Min, H., & Munim, Z. H. (2022). The role of artificial intelligence in supply chain management: Mapping the territory. *International Journal of Production Research*, 60(24), 7527–7550. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2029611>
- Singh, R. K., Modgil, S., & Shore, A. (2024). Building artificial intelligence enabled resilient supply chain: A multi-method approach. *Journal of Enterprise Information Management*, 37(2), 414–436. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2022-0326>
- Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, 502–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
- Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2023). Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: A systematic literature review. *Annals of Operations Research*, 327(2), 605–632. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04983-y>

Southeast Asia's Carbon Credit Development From Carbon Colonialism to Carbon Sovereignty

Albert Lin

ESG Service Corp., Association. Chief Advisor, Vietnam

Corresponding author E-mail: bh117.albert@gmail.com

Received: October 20, 2024 / Revised: February 7, 2025 / Accepted: February 7, 2025

Abstract

Southeast Asia plays a pivotal role in the global carbon credit market, contributing significantly through mechanisms such as the Clean Development Mechanism (CDM) and REDD+ projects. However, these contributions have often been characterized by "carbon colonialism," where foreign entities dominate carbon credit projects, limiting economic benefits for local communities. Countries like Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand are now transitioning toward "carbon sovereignty," seeking greater control over their carbon markets.

This paper explores the historical evolution of Southeast Asia's carbon credit development, highlighting the shift from passive credit suppliers to active market participants. Vietnam is establishing a national carbon trading system by 2027, Malaysia is leveraging its voluntary carbon market, Indonesia is strengthening its I-CER mechanism, and Thailand is expanding its T-VER program. These efforts are aimed at enhancing transparency, ensuring fair economic returns, and fostering regional cooperation to maximize benefits from carbon trading. A case study on Indonesia's revocation of the Rimba Raya carbon offset project illustrates the region's efforts to reclaim sovereignty over carbon resources. By asserting control over their carbon markets, Southeast Asian nations are positioning themselves as leaders in sustainable development and climate action. This shift not only strengthens their economic resilience but also contributes to global emissions reduction goals.

Keywords: Carbon sovereignty, carbon colonialism, carbon credit markets, Southeast Asia, Sustainability

Introduction

Development of Carbon Credit Sovereignty (Vietnam, Malaysia, Indonesia, Thailand)

The Rise of Global Carbon Credit Markets

The formation of the carbon credit market began with global awareness of climate change and the need to reduce greenhouse gas emissions. (Change, I. P. O. C. 2007) Mechanisms such as the Kyoto Protocol and later

the Paris Agreement (Change, U. C.2015) aimed to create a framework where countries could trade carbon credits (Protocol, K. (2010)) and meet their emission reduction targets. Carbon credit markets are divided into compliance markets (RCM), governed by international agreements, and voluntary markets (VCM), where companies and governments can voluntarily trade and generate carbon credits to meet their carbon neutrality goals. (Santikarn et.al.,2021)

Southeast Asia plays a crucial role in the global carbon market due to its abundant natural resources, extensive forest cover, and renewable energy potential (Kliem, F. 2024). Countries like Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand have provided significant carbon credits, especially through CDM (Clean Development Mechanism) and REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) projects (Singh et al., 2023). However, these contributions led to criticism, often termed "carbon colonialism," where local communities and environments did not sufficiently benefit from these projects despite their critical role in offsetting emissions for developed countries (Bachram, 2004).

Historical Background of Southeast Asia's Development

Historically, Southeast Asia has relied on its agricultural and natural resources as a primary economic driver (Barbier. 2019). This dependency has made the region a crucial source of carbon credit generation. However, challenges remain, such as balancing economic growth with environmental preservation, ensuring fair participation in international carbon markets, and safeguarding national interests from exploitation (Blum, 2020). As the carbon market matured, these nations began transitioning from passive credit suppliers to more proactive actors in pursuing carbon sovereignty (Peou, et al.,2021).

The Carbon Colonial Era

Vietnam's Carbon Colonial Experience

Vietnam was among the first Southeast Asian countries to engage with Clean Development Mechanism (CDM) projects. Rapid industrialization increased the country's emission levels, leading to the adoption of renewable energy projects, including wind, solar, and hydropower, which generated Certified Emission Reductions (CERs). However, foreign investments dominated these CDM projects, resulting in limited economic benefits and long-term gains for Vietnam. This disparity led to the concept of "carbon colonialism," where Vietnam's natural resources were primarily used to offset emissions from developed countries.

Malaysia's Carbon Colonial Era

Similar to Vietnam, Malaysia faced issues related to "carbon colonialism." The country's CDM and REDD+ projects generated significant carbon credits sold to developed nations to meet their carbon goals (Sen & Sahoo, 2024). These projects were primarily funded by international capital, with local communities playing limited roles in decision-making processes, exacerbating the perception of carbon colonialism.

Indonesia's Carbon Colonial Phenomenon

Indonesia, with its vast forest resources, became a key player in REDD+ projects. These projects, intended to reduce deforestation, often resulted in foreign-led initiatives (World Rainforest Movement, 2024). The economic benefits of carbon credits primarily flowed to developed nations, while local communities, particularly

indigenous populations, experienced reduced access to forest resources. This imbalance intensified criticisms of carbon colonialism in Indonesia (Sen & Sahoo, 2024).

Thailand's Carbon Colonial Experience

Thailand's carbon credit market, shaped by CDM and its T-VER program (Thailand Voluntary Emission Reduction Program), also mirrored the colonial dynamic. While these projects generated carbon credits, the benefits were largely exported, with Thailand's local economic and environmental gains being relatively limited (Marquard et al., 2021). . The government's plan to expand green areas to cover up to 55% of the country's territory for carbon offsetting has raised concerns about potential impacts on local communities and land rights.

The Transformation of Carbon Sovereignty in Southeast Asia

The shift from carbon colonialism to carbon sovereignty in Southeast Asia signifies an important transformation for countries like Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand. As these nations work to reclaim control over their carbon credits, they are positioning themselves as active players in the global carbon market . The future development of their national carbon markets, along with enhanced transparency and international cooperation, will solidify their roles in achieving global climate goals (Sen & Sahoo, 2024). Southeast Asia's journey toward carbon sovereignty is an essential component of the global fight against climate change, demonstrating the region's leadership in environmental governance and sustainable economic development (Heinrich Böll Foundation, 2024).

Southeast Asia's Carbon Credit Development

Southeast Asia's transition from carbon colonialism to carbon sovereignty marks a significant shift in how countries like Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand approach their roles in the global carbon credit market. Through concerted efforts in national carbon credit generation and market governance, these countries are working to reclaim the economic, environmental, and social benefits of their carbon resources (Sen & Sahoo, 2024).

Vietnam: Developing a National Carbon Market

Vietnam's carbon sovereignty efforts are led by its goal to establish a national carbon trading system by 2027 . This system aims to manage carbon credit generation across the country's energy and industrial sectors, assisting Vietnam in meeting its ambitious 2050 carbon neutrality target (Sen & Sahoo, 2024). The national market will align with international standards through mechanisms like the Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMO), enabling Vietnam to balance both domestic and global climate goals (Marquard et al., 2021).

Vietnam has also been a pioneer in integrating its carbon projects into the CDM, generating carbon credits from renewable energy initiatives such as wind and solar power. As the voluntary carbon market (VCM) grows globally, Vietnam is expected to expand its presence in international carbon markets, making its national market an attractive platform for carbon credit investments (Sarmiento, 2023). The government is also fostering greater transparency and compliance in carbon credit projects by implementing robust Measurement, Reporting, and Verification (MRV) systems, a critical element in establishing trust with international buyers and investors (Sen & Sahoo, 2024).

Malaysia: Leveraging Green Technologies for Carbon Credit Growth

Malaysia has made significant strides in asserting its carbon sovereignty by establishing the Bursa Malaysia Voluntary Carbon Market (VCM), a platform that enables companies to generate, trade, and offset carbon credits (Marquard et al.,2021). This market is managed through the Malaysia Green Technology and Climate Change Corporation (MGTC), which plays a pivotal role in ensuring that the economic benefits of carbon credit generation are retained within Malaysia (Wartini, 2024).

Malaysia's Nationally Determined Contributions (NDC) outline its ambition to reduce greenhouse gas emissions intensity by 45% by 2030, with a broader target of achieving carbon neutrality by 2050 (Sen & Sahoo, 2024). To meet these goals, Malaysia is expanding its renewable energy projects, including solar and hydropower initiatives, to generate carbon credits for international sale (Hossain et al.,2018).

A key aspect of Malaysia's carbon sovereignty journey is the development of green technologies that facilitate carbon credit generation while promoting sustainable economic growth (Heinrich Böll Foundation, 2024). The government is also enhancing the integrity of its carbon credit projects by ensuring compliance with international standards such as the Gold Standard and Verra.

Indonesia: Expanding the I-CER Mechanism for Sovereignty

Indonesia, with its rich forest resources and active participation in the REDD+ initiative, has been at the forefront of global carbon credit generation (Sen & Sahoo, 2024). The country is strengthening its Indonesian Certified Emission Reductions (I-CER) mechanism, allowing Indonesia to autonomously generate and trade carbon credits on the global market (Stephan, 2013).

The I-CER system is central to Indonesia's goal of achieving carbon neutrality by 2060 (Heinrich Böll Foundation, 2024). By consolidating the management of its carbon credit resources, Indonesia aims to ensure that the economic benefits of carbon credits flow back into local communities, supporting both sustainable development and climate action (Wartini, 2024).

Indonesia is also addressing past challenges with transparency and governance in REDD+ projects (World Bank, 2023). Through more stringent monitoring and reporting requirements, the government is working to protect indigenous communities' rights while ensuring that REDD+ projects generate lasting environmental and economic benefits for the nation ((Rosales et al.,2021).

Thailand: Strengthening T-VER and Regional Cooperation

Thailand's Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) is a crucial component of the country's carbon sovereignty strategy. Thailand is working to increase domestic participation in its carbon market while developing international collaborations that enhance carbon credit trading opportunities (Rosales et al.,2021).

Country	Legal Framework	Start Time	NDC Declaration	Market Reliance for Sales	Annual Sales Volume	Market Analysis
Vietnam	National Green Growth Strategy (2020-2030)	2022	Reduce emissions by 9% by 2030, with international support, up to 27%	CER and VER generated through CDM and REDD+ projects sold through RCM and VCM	No specific data available, but market growing steadily	Challenges in transparency and compliance; Opportunities in renewable energy and forest carbon projects
Malaysia	Malaysia Green Technology and Climate Change Corporation Act (2021)	2021	Reduce GHG emissions intensity by 45% by 2030	VER generated through MGTC and Bursa Malaysia VCM, sold through VCM	2022 VCM transactions amounted to RM 12 million (around USD 2.85 million)	Challenges in lack of compliance market; Opportunities in green technology and growing demand in VCM
Indonesia	Presidential Regulation No. 98/2021	2021	Reduce emissions by 29% by 2030, with international support, up to 41%	I-CER and REDD+ projects generating credits sold through VCM	2021 market transaction value around USD 65 million	Challenges in project management and data transparency; Opportunities in forest resources and renewable energy potential
Thailand	T-VER (Thailand Voluntary Emission Reduction Program)	2013	Reduce emissions by 20% by 2030, with international support, up to 25%	Carbon credits generated through T-VER projects, sold via VCM	No specific data available, but expected to grow with renewable energy and efficiency projects	Challenges in compliance market development; Opportunities in renewable energy and energy efficiency projects

Figure 1: Market analysis of carbon credit in Southeastern Asia

Case Study: Indonesia's Battle for Carbon Sovereignty through Rimba Raya

The project, located in Central Kalimantan, had generated over 30 million carbon credits since its inception. However, issues surrounding unauthorized license transfers and non-compliance with payment obligations led to the government's decision to reclaim control over the project.

This move illustrates Indonesia's broader strategy of reducing dependency on foreign entities that have historically dominated its carbon market. The Indonesian government's strong action against Rimba Raya sets a precedent for how the country will handle carbon credit projects moving forward, ensuring that the benefits of carbon credits remain within Indonesia's borders and contribute to its national development goals.

By asserting control over such projects, Indonesia aims to prevent future exploitation of its natural resources and ensure that carbon credit projects align with the Nationally Determined Contributions (NDCs) outlined in its climate policy. This case highlights the challenges faced by countries rich in carbon resources and their ongoing efforts to balance global market demands with national sovereignty.

As Indonesia continues to strengthen the I-CER mechanism and expand its carbon trading platform, IDX Carbon, the country is expected to become a major player in the global carbon credit market, with a clear focus on ensuring that the benefits of carbon credits serve local communities and support sustainable development initiatives.

Conclusion: The Future of Carbon Sovereignty in Southeast Asia

As Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand continue to assert their carbon sovereignty, they are reshaping the global carbon credit landscape. By developing national carbon markets, enhancing transparency, and promoting international cooperation, these countries are demonstrating their leadership in both climate action and economic development.

Through their efforts, Southeast Asia is not only addressing global climate challenges but also ensuring that the benefits of carbon credits support local communities and foster long-term sustainability. This shift from carbon colonialism to carbon sovereignty will ultimately strengthen the region's role in the global fight against

climate change, paving the way for more equitable and sustainable carbon markets in the future. The transition from carbon colonialism to carbon sovereignty in Southeast Asia has been shaped by a number of political, economic, and environmental factors. Each of the four key Southeast Asian nations—Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand—has faced unique challenges and opportunities as they assert greater control over their carbon resources, aligning national carbon markets with global sustainability goals. As they work to enhance transparency, increase local control, and benefit from international cooperation, they collectively offer a blueprint for other developing countries engaged in global carbon markets.

Challenges in Achieving Carbon Sovereignty

While significant progress has been made, Southeast Asian countries face several hurdles in fully achieving carbon sovereignty. One of the most pressing challenges is ensuring transparency in carbon credit projects. Many carbon credit schemes, especially those involving forestry and land use, have been criticized for lacking robust MRV (Monitoring, Reporting, and Verification) mechanisms, which are necessary to ensure that carbon credits are generated and managed according to international standards.

For instance, Indonesia's REDD+ projects have faced scrutiny for not adequately benefiting local communities or preserving biodiversity as intended. In the past, local populations, particularly indigenous groups, have reported being marginalized by the projects despite their land being central to the success of carbon offset initiatives. Moving forward, stronger legal protections and frameworks will be necessary to balance local and international interests.

Carbon sovereignty also requires that countries invest in green technologies and renewable energy infrastructure, areas where Southeast Asia continues to make incremental progress. Malaysia, for example, has emerged as a regional leader in developing solar energy projects, which contribute significantly to its domestic carbon credit generation efforts. However, like its neighbors, Malaysia must navigate external pressures from international investors who may seek to prioritize profits over sustainable, long-term benefits for local ecosystems and communities.

Southeast Asia's Role in Global Climate Leadership

As Southeast Asian nations strengthen their carbon markets, they are positioned to take on a more prominent role in the global conversation about climate change and carbon neutrality. By building transparent, locally controlled carbon credit systems, these countries can serve as models for other developing nations seeking to balance participation in global carbon markets with national sovereignty over environmental resources.

International cooperation will be crucial to Southeast Asia's continued progress. Initiatives such as the Joint Crediting Mechanism (JCM) between Japan and Southeast Asian countries demonstrate the potential for bilateral agreements to facilitate technology transfer, provide financing, and ensure that carbon credit projects are aligned with NDCs (Nationally Determined Contributions) under the Paris Agreement. By leveraging these partnerships, Southeast Asian nations can expand their carbon credit generation capacity while maintaining control over how those credits are used and sold.

The Future of Carbon Sovereignty in Southeast Asia

Looking ahead, Southeast Asia's trajectory toward carbon sovereignty will be shaped by its ability to integrate regional cooperation with global market demands. A regional carbon trading network, potentially spearheaded by countries like Indonesia and Malaysia, could greatly enhance the region's collective bargaining power within the global carbon market. Such cooperation would enable Southeast Asian nations to trade carbon credits more efficiently and establish shared standards for MRV and project verification, ensuring that the benefits of carbon credit generation are fairly distributed.

Furthermore, as Southeast Asia strengthens its position in the global carbon credit market, it will be critical for each nation to align its carbon strategies with broader sustainable development goals. This includes ensuring that carbon credit projects not only reduce emissions but also support biodiversity, economic growth, and social equity, particularly for marginalized communities living in resource-rich regions.

The evolution of carbon sovereignty in Vietnam, Malaysia, Indonesia, and Thailand represents a broader shift in how developing countries are approaching global carbon markets. By taking control of their carbon resources, enhancing local participation in carbon credit generation, and developing national carbon markets, these countries are reshaping the landscape of carbon trading.

Southeast Asia's journey reflects a growing recognition that while global cooperation is essential for addressing climate change, it must be balanced with national interests and local needs. As these countries continue to strengthen their carbon sovereignty, they are setting the stage for more equitable and sustainable participation in the global carbon economy—one that respects the sovereignty of developing nations while contributing to global climate goals.

References•

- Bachram, H. (2004). Climate fraud and carbon colonialism: the new trade in greenhouse gases. *Capitalism Nature Socialism*, 15(4), 5-20.
- Barbier, E. (2019). *Natural resources and economic development*. Cambridge University Press.
- Blum, M. (2020). The legitimization of contested carbon markets after Paris—empirical insights from market stakeholders. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 22(2), 226-238.
- Change, I. P. O. C. (2007). Climate change 2007: the physical science basis. *Agenda*, 6(07), 333.
- Change, U. C. (2015). *The Paris Agreement*. United Nations.
- Hossain, M., Huda, A. S. N., Mekhilef, S., Seyedmahmoudian, M., Horan, B., Stojcevski, A., & Ahmed, M. (2018). A state-of-the-art review of hydropower in Malaysia as renewable energy: Current status and future prospects. *Energy Strategy Reviews*, 22, 426-437.
- Kliem, F. (2024). *Toward a Low-Carbon Economy in Southeast Asia: Opportunities and Obstacles for Energy Transition Mechanisms. Transforming ASEAN: Strategies for Achieving Inclusive*.
- Marquardt, J., Delina, L. L., & Smits, M. (2021). *Governing Climate Change in Southeast Asia. Critical Perspectives*. 1st ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429324680>.
- Peou, R., Muiderman, K., Vervoort, J. M., & Verkuil, L. (2021). *Anticipatory climate governance in Southeast Asia*.
- Protocol, K. (2010). *Framework convention on climate change. Kyoto Protocol*, 7(2), 4-75.

- Rosales, R. C., Bellino, P., Elnahass, M., Heubaum, H., Lim, P., Lemaistre, P., ... & Sjögersten, S. (2021). Voluntary Carbon Markets in ASEAN: Challenges and Opportunities for Scaling Up.
- Santikarn, M., Churie Kallhauge, A. N., Bozcaga, M. O., Sattler, L., McCormick, M. S., Ferran Torres, A., ... & Korthuis, A. (2021). State and trends of carbon pricing 2021.
- Sen, S., & Sahoo, P. (2024). World Development Perspectives. World Development, 34, 100586.
- Singh, A. K., Singh, B. K., Kumar, N. M., Karada, M. S., Agnihotri, D., & Singh, R. (2023). Agroforestry as a mechanism for reforestation: scenarios within REDD. Biol Forum Int J (Vol. 15, No. 7), 370-377.
- Stephan, B. (2013). Not seeing the forest for the carbon in the trees? The role of fighting tropical deforestation in global climate governance (Doctoral dissertation, Universität Hamburg Hamburg).
- Wartini, S. (2024). The Impacts of REDD+ to The Protection of Indigenous People's Rights in Developing Countries Based on International Law Perspective. E3S Web of Conferences (Vol. 594, p. 04006). EDP Sciences.

Author Guidelines

For Paper Submission and Manuscript Preparation

General Instructions

The Journal of Supply Chain and Sustainability Research (SCSR) accepts research papers, academic articles, and review articles written in Standard British or American English, not a mixture. Poorly written English may result in rejection or return of the submission for language editing. The articles must fall within the aim and scope of the journal, that is, science, social science, technology, management, and related issues (see about Journal).

Please note that papers in these areas in order to be published in the SCSR journal Research or academic papers must be 15-20 pages in length inclusive of references, tables, graphs, charts, and figures.

For research papers, the author is advised to include all elements of the structure below:

- **Title** of paper must be clear, concise, and informative, all-in uppercase within three typeset lines.
- **Abstract** (150-250 words) Abstracts must include sufficient information for readers to judge the nature and significance of the topic, the adequacy of the investigative strategy, the research results and conclusions. The abstract should summarize the major results of the work and not merely list topics to be discussed. It is an outline or brief summary of your paper in a well-developed paragraph, should be exact in wording, and understandable to a wide audience.
- **Keywords** (3-5), immediately after the abstract, keywords are for indexing purposes, and should be different from the title.
- **Introduction** This section provides necessary background of the paper and a brief review the existing knowledge, and importance of the problem.
- **Objectives**
- **Literature Review, Conceptual Framework** (Discussion of the research work of others in the field or topic area and how your work will enhance and contribute to the field. Citation of work by others should follow APA (7th edition) style e.g.

Example: Maslow (1970) asserts that.....;..... (Maslow, 1970)

Wang and Pettit (2021).....;..... (Wang & Pettit, 2021)

Hisrich et al. (2020).....;..... (Hisrich et al., 2020)

Novack et al. (2018).....;..... (Novack et al., 2018)

- The current issue and full text archive of this journal is available on Supply Chain and Sustainability Research at:
<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/SCSR/index>

Submission Guide

Authors are welcome to submit their manuscripts.

All submissions will be given an initial check by our editorial team, within **6-8 weeks after submission date** you will be notified of the initial check result on thaiJo system. Only the article which passes the initial check will proceed to the review process (6 -8 weeks). The author will be kept informed of the current status of their paper.

Articles being currently considered for publication by other journals will not be accepted by The Journal of Supply Chain and Sustainability Research (SCSR). If the author withdraws or sending a manuscript to other journals any time after the manuscript has been sent to peer review till the final decision, the Journal will charge the author a penalty fee for its time and resources spent. The authors must always pay the page charge even if the withdrawal is permitted.

Specific Instructions:

- **Format** The preferred format for the text and tables of a manuscript are MS Word DOC and PDF.
- **Paper size** Manuscripts must be typed double-spaced on A4 size paper, a single column format.
- **Margins** Use a 1-inch margin on all sides of each page-left, right, top, and bottom.
- **Spacing** Double space lines throughout the paper including appendices, footnotes. Exceptions: Triple or quadruple spacing can be done around equations. Single or one-and-a-half spacing can be done in tables or figures. Indent the first line of every paragraph a standard Tab key space ($\frac{1}{2}$ inch).
- **Font Size and Type.** Browallia New font (20 pts. bold for title; 14 pts. for author(s) and affiliation; 16 pts. bold for headings and 16 pts. bold subheadings; and 14 pts. for text)
- **Titles** should be no more than three typeset lines.
- **Headings** should be in bold type, in 16 point Browallia New font. First-level headings should be aligned to the left with initial caps. One line space should separate headings from the preceding text.
- **Subheadings** Italicize the subheadings in the bold type, single-spaced; in 16 point Browallia New font.

SUB-HEADING ONE Bold, Left, UPPERCASE HEADING

Sub-heading Two Bold, Left, Capitalize Each Word

Sub-heading Three Indented, bold, Capitalize Each Word

- Tables, Graphs, Charts, and Figures in 12-point Browallia New font, Bold
- **References** The Journal uses American Psychological Association (APA) style (7th edition).
 - Include only those sources you have cited in your paper.
 - Position the first line of each reference flush left, with subsequent lines wrapping with a ½-inch (hanging) indent.
 - Organize the list in alphabetical order according to the first letter beginning each entry. Usually, the author's last name is the first piece of information in each entry. Use initials for the author's first/middle names.
- Use the following format for your reference list:

Cokins, G., Pohlen, T., & Klammer, T. (2018). *Supply Chain Costing and Performance Management* (2nd ed). New Jersey : Wiley.

Hisrich, R. D., Peter, M. P., & Shepherd, D. A. (2020). *Entrepreneurship* (11th ed). New York : McGraw- Hill.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management Sustainability and Supply Chain Management* (13rd ed). U.K : Pearson.

Kumar, V., Leone, R. P., Aaker, D. A., & Day, G. S. (2018). *Marketing research* (13th ed). U.S.A.: John Wiley & Sons.

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality* (2nd ed). New York : Harper & Row.

Novack, R. A., Gibson, B. J., Suzuki, Y., & Coyle, J. J. (2018). *Transportation A Global Supply Chain Perspective* (9th ed). Singapore : Cengage.

Royal Thai Government Gazette. (2019). *National Education Act(no.4) , B.E. 2019.*

Retrieved December 1, 2019, from http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2562/A/057/T_0049.PDF

Thinwiangthong, S., & Inprasitha, M. (2018). The Model of Teaching Measurement in the School Level Mathematics Course. *Nakhon Phanom University Journal*. 8(3), 118-127.

Wang, Y., & Pettit, S. (2021). *E- Logistics* (2nd ed). U.S.A.: Kogan page.

- Tables and Figures

- Line drawings should be of high resolution and high contrast. For color or grayscale photographs (halftones), use a minimum of 300 dpi (.JPG).
- Provide captions to figures
- Use the table function of Microsoft Word.
- Figure and tables should be placed as close as possible to where they are mentioned in the text

- **Page Numbering:** Number all pages of the paper, beginning with the title page. The number is in the bottom right corner (1 inch from right and ½ inch from the bottom page edges).

Publication Charge

Publication Charge

The process of payment will be required to enable an effective and efficient screening process. Fee payment will be due at registration, will be **150 USD for both Thai and international authors. This fee is non-refundable.**

Remark: The fee shall be in effect from October 1, 2026 onward.

SUBMISSION PREPARATION CHECKLIST

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

1. The manuscript must not have been published or submitted elsewhere for consideration. (A brief explanation will be necessary to clarify this matter.)
2. The submitted file is in **Microsoft Word** and **PDF** document file with a single column format.
3. Where available, URLs for the references must be provided.
4. Research or academic papers must be 15-20 pages in length inclusive of references, tables, graphs, charts, and figures.
5. The text must be double-spaced; (a 14-point font Browallia New; italics rather than underlining except for URL addresses); and all illustrations, figures, and tables must be placed within the text at the appropriate points, rather than at the end.

6. The text adheres to the stylistic and bibliographic requirements outlined in the Author Guidelines.
7. Attached to all submitted articles must be a **150-250 words abstract**, **Keywords** (3-5) and a statement containing the author's present academic or nonacademic position and an address where he or she may be contacted by the editors or interested readers. Authors should place their names on the cover page, but the name should not appear on headers or elsewhere in the body of the article. Full contact details for the corresponding author, including email, mailing address and telephone numbers should also be provided. As the Journal of Supply Chain and Sustainability Research (SCSR) is a peer reviewed journal, the author must be follow the instructions about Ensuring a Blind Review.
8. Make sure that there are no grammatical, spellings, or content errors in articles prior to submitting to the Journal of Supply Chain and Sustainability Research (SCSR).
9. The Journal of Supply Chain and Sustainability Research (SCSR) uses American Psychological Association **(APA) style** (7th edition).
10. Please register as **Author** for paper submission online on Thaijo system.