

Chuyển đổi số, fintech và tài chính xanh trong phát triển nông nghiệp dữ liệu xanh tại Việt Nam

Trần Văn Dũng*

Tổng hội Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Việt Nam, 60 Trung Kính, phường Yên Hòa, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 8/6/2026; ngày chuyển phản biện 10/6/2026; ngày nhận phản biện 10/7/2026; ngày chấp nhận đăng 16/7/2026

Tóm tắt:

Sự phát triển của công nghệ số đang làm thay đổi nền tảng vận hành của nông nghiệp, từ phương thức chú trọng sản lượng sang phương thức tổ chức sản xuất và ra quyết định dựa trên dữ liệu. Trong tiến trình đó, công nghệ số, công nghệ tài chính (fintech) và tài chính xanh có thể tạo thành một hệ thống động lực liên kết, hỗ trợ nông nghiệp phát triển theo hướng bền vững. Với mục tiêu đề xuất hàm ý chính sách cho Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi số và kinh tế số, nghiên cứu sử dụng cách tiếp cận liên ngành, kết hợp phân tích pháp luật, thể chế, chính sách công và so sánh kinh nghiệm quốc tế. Nguồn dữ liệu thứ cấp được thu thập trong giai đoạn 2020-2026, gồm các văn bản quy phạm pháp luật của Việt Nam và báo cáo của các tổ chức quốc tế, chuyên gia và Ngân hàng Nhà nước Việt Nam. Kết quả phân tích cho thấy, những điểm hạn chế chủ yếu hiện nay liên quan đến hạ tầng dữ liệu nông nghiệp; hệ thống đo lường, báo cáo và thẩm định (MRV); quy mô tín dụng xanh; mức độ phát triển của thị trường carbon và cơ chế định giá rủi ro khí hậu. Từ các phát hiện đó, nghiên cứu kiến nghị một khung chính sách tích hợp bốn phương diện dữ liệu, công nghệ, tài chính và môi trường nhằm thúc đẩy nông nghiệp dữ liệu xanh, tăng khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu và hỗ trợ mục tiêu phát triển bền vững.

Từ khóa: chuyển đổi số, dữ liệu nông nghiệp, fintech, nông nghiệp dữ liệu xanh, tài chính xanh.

Chỉ số phân loại: 5.2

Digital transformation, fintech, and green finance in the development of green data-driven agriculture in Vietnam

Van Dung Tran*

Vietnam National Association of Agriculture and Rural Development, 60 Trung Kinh Street, Yen Hoa Ward, Hanoi, Vietnam

Received 8 June 2026; revised 10 July 2026; accepted 16 July 2026

Abstract:

The development of digital technologies is transforming the operational foundations of agriculture, shifting it from an output-centred approach to a data-based production and decision-making approach. In this process, digital technologies, financial technology (fintech), and green finance may foster an interconnected system of drivers supporting sustainable agricultural development. With an aim to propose policy implications for Vietnam in the context of digital transformation and the digital economy, the study adopts an interdisciplinary approach combining legal, institutional, and public policy analysis with a comparison of international experience. Secondary data were collected in the 2020-2026 period and comprised Vietnamese legal normative documents and reports from international organisations, experts, and the State Bank of Vietnam. The results indicate that the main existing limitations concern agricultural data infrastructure; the measurement, reporting, and verification (MRV) system; the scale of green credit; carbon-market development; and climate-risk pricing. Based on these findings, the study proposes an integrated policy framework covering data, technology, finance, and the environment to advance green data-driven agriculture, strengthen resilience to climate change, and support sustainable development objectives.

Keywords: agricultural data, digital transformation, fintech, green data-driven agriculture, green finance.

Classification number: 5.2

*Email: tvdung@ufm.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu, chuyển đổi số và xu hướng xanh hóa nền kinh tế đang đồng thời tạo sức ép điều chỉnh đối với phương thức phát triển nông nghiệp trên thế giới. Theo Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hợp quốc (FAO), các hệ thống lương thực và nông nghiệp đóng góp khoảng một phần ba lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu. Đây cũng là khu vực đặc biệt dễ bị tổn thương trước thời tiết cực đoan, suy giảm đa dạng sinh học và thoái hóa tài nguyên thiên nhiên [1]. Vì vậy, nhiều quốc gia đang dịch chuyển khỏi cách tăng trưởng chủ yếu bằng mở rộng đầu vào truyền thống để hướng tới mô hình dựa trên dữ liệu, công nghệ số và đổi mới sáng tạo. Mục tiêu của sự dịch chuyển này là đồng thời cải thiện năng suất, hạn chế phát thải và gia tăng năng lực chống chịu trước biến đổi khí hậu [2, 3].

Những tiến bộ về dữ liệu lớn (Big Data), trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence - AI), Internet vạn vật (Internet of Things - IoT), công nghệ chuỗi khối (Blockchain), điện toán đám mây (Cloud Computing) và nền tảng số đang tái cấu trúc quá trình tổ chức sản xuất nông nghiệp. Trong mô hình truyền thống, quyết định sản xuất thường phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm và các đầu vào vật chất. Ngược lại, nông nghiệp hiện đại ngày càng khai thác dữ liệu được thu thập và phân tích theo thời gian thực để hỗ trợ quyết định về sản xuất, tiêu thụ và quản trị rủi ro. Cách thức tổ chức đó thường được gọi là “nông nghiệp dựa trên dữ liệu” (data-driven agriculture) hoặc “nông nghiệp thông minh được hỗ trợ bởi dữ liệu” (data-enabled smart agriculture). Theo cách tiếp cận này, dữ liệu có vị trí như một nguồn lực sản xuất chiến lược bên cạnh đất đai, vốn và lao động [4].

Sự thay đổi trong sản xuất diễn ra đồng thời với quá trình định hướng hệ thống tài chính theo các yêu cầu phát triển bền vững. Tín dụng xanh (green credit), trái phiếu xanh (green bonds), tài chính khí hậu (climate finance), tài chính carbon (carbon finance) và đầu tư theo tiêu chí môi trường, xã hội và quản trị (Environmental, Social and Governance - ESG) được sử dụng ngày càng phổ biến để dẫn dắt nguồn vốn tới các hoạt động có khả năng tạo ra lợi ích môi trường và xã hội trong dài hạn [3, 5]. Mạng lưới các ngân hàng trung ương và cơ quan giám sát tài chính vì hệ thống tài chính xanh (Network for Greening the Financial System - NGFS) nhấn mạnh rằng, việc đưa rủi ro khí hậu vào hoạt động tài chính là điều kiện cần thiết để duy trì ổn định hệ thống và nâng cao sức chống chịu của nền kinh tế trước các cú sốc khí hậu [6].

Fintech bổ sung một cơ chế kết nối quan trọng giữa sản xuất và tài chính. Thanh toán số, cho vay ngang hàng (peer-to-peer lending), ngân hàng mở (open banking), hợp đồng thông minh (smart contracts) và công nghệ chuỗi khối có thể giảm chi phí giao dịch, mở rộng cơ hội

tiếp cận tín dụng và làm minh bạch hơn chuỗi giá trị nông nghiệp. Đáng chú ý, khi dữ liệu sản xuất được liên kết với hoạt động cấp tín dụng, bảo hiểm và đầu tư, các chủ thể tài chính có thêm cơ sở để thiết kế sản phẩm tài chính xanh dựa trên dữ liệu (data-driven green finance) [2].

Đối với Việt Nam, nông nghiệp có ý nghĩa chiến lược về an ninh lương thực, ổn định xã hội và phát triển kinh tế. Tuy nhiên, lĩnh vực này đang phải đáp ứng đồng thời nhiều yêu cầu: thích ứng với biến đổi khí hậu; hạn chế suy thoái tài nguyên; giảm phát thải; bảo đảm khả năng truy xuất nguồn gốc; và tuân thủ các tiêu chuẩn môi trường ngày càng chặt chẽ. Cơ chế điều chỉnh biên giới carbon của Liên minh châu Âu (Carbon Border Adjustment Mechanism - CBAM) và Quy định chống phá rừng của Liên minh châu Âu (European Union Deforestation Regulation - EUDR) là những ví dụ cho thấy các chuẩn mực xanh đang tác động trực tiếp đến điều kiện cạnh tranh của nông sản trên thị trường toàn cầu [7].

Nhằm đáp ứng những yêu cầu mới, Việt Nam đã từng bước xây dựng khung chính sách cho chuyển đổi số và tăng trưởng xanh. Điều 149 Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 khuyến khích phát triển tín dụng xanh, trái phiếu xanh và các công cụ tài chính phục vụ bảo vệ môi trường; đồng thời đặt ra yêu cầu xem xét yếu tố môi trường trong hoạt động cấp tín dụng [8]. Điều 4 Luật Giao dịch điện tử năm 2023 xác lập nguyên tắc thúc đẩy ứng dụng giao dịch điện tử trong các hoạt động kinh tế - xã hội [9]. Luật Đất đai năm 2024 tạo cơ sở cho việc hình thành hệ thống thông tin và cơ sở dữ liệu đất đai thống nhất trên phạm vi quốc gia [10], còn Luật Các tổ chức tín dụng năm 2024 tiếp tục điều chỉnh khuôn khổ quản trị rủi ro ngân hàng theo hướng tiếp cận chuẩn mực quốc tế [11]. Luật Dữ liệu năm 2024 có ý nghĩa đặc biệt vì lần đầu tiên thiết lập một khuôn khổ pháp lý tổng thể đối với quản trị, khai thác và chia sẻ dữ liệu, qua đó hỗ trợ sự phát triển của nền kinh tế dữ liệu và chuyển đổi số quốc gia [12].

Hai văn bản ban hành năm 2025 tiếp tục hoàn thiện nền tảng thể chế này. Quyết định số 21/2025/QĐ-TTg ngày 04/7/2025 quy định tiêu chí môi trường và cơ chế xác nhận dự án thuộc danh mục phân loại xanh (Green Taxonomy), cung cấp căn cứ thống nhất cho việc nhận diện và phân bổ dòng vốn xanh [13]. Nghị định số 94/2025/NĐ-CP ngày 29/4/2025 về cơ chế thử nghiệm có kiểm soát trong lĩnh vực ngân hàng mở ra không gian pháp lý để thử nghiệm các mô hình Fintech đổi mới sáng tạo, trong đó có các giải pháp tài chính số phục vụ nông nghiệp và tăng trưởng xanh [14].

Các nghiên cứu hiện có chủ yếu tiếp cận riêng từng chủ đề như chuyển đổi số trong nông nghiệp, fintech, tài chính xanh, ESG hoặc thị trường carbon. FAO (2024) [1], Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) (2025) [15], Ngân hàng thế giới (WB) (2025) [16] và Diễn đàn

Kinh tế Thế giới (WEF) (2022) [2] đã phân tích vai trò của dữ liệu số đối với hiệu quả sản xuất nông nghiệp. Trong khi đó, NGFS (2024) [6], Quỹ Tiền tệ Quốc tế (IMF) (2025) [17] và Ủy ban châu Âu (2024a) [18] tập trung nhiều hơn vào quản trị rủi ro khí hậu, tài chính bền vững và thị trường carbon. Khoảng trống đáng chú ý nằm ở việc chưa có nhiều nghiên cứu giải thích trong một khung thống nhất sự tương tác giữa dữ liệu, công nghệ, tài chính và môi trường, nhất là khi Việt Nam đồng thời thực hiện chuyển đổi số, tăng trưởng xanh và cam kết phát thải ròng bằng “0” (Net Zero) vào năm 2050.

Từ khoảng trống đó, bài viết đề xuất khái niệm “nông nghiệp dữ liệu xanh” (green data-driven agriculture). Trong mô hình này, dữ liệu được xem là tài sản chiến lược; chuyển đổi số cung cấp nền tảng công nghệ; fintech đảm nhiệm chức năng chuyển tiếp giữa dữ liệu và dòng vốn; còn tài chính xanh định hướng nguồn lực tới hoạt động sản xuất bền vững. Trên cơ sở phân tích bối cảnh Việt Nam và đối chiếu kinh nghiệm của Liên minh châu Âu, Trung Quốc, Singapore, Nhật Bản và Hàn Quốc, nghiên cứu xây dựng một khung phân tích tích hợp giữa chuyển đổi số, fintech và tài chính xanh, từ đó đề xuất hàm ý chính sách cho phát triển nông nghiệp dữ liệu xanh bền vững tại Việt Nam đến năm 2050.

2. Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu

Nền kinh tế số, quá trình chuyển đổi xanh và các cam kết Net Zero đang đặt ra yêu cầu xem xét lại mô hình phát triển nông nghiệp bền vững. Nghiên cứu này kết nối ba hướng tiếp cận lý thuyết: chuyển đổi số (digital transformation theory), tài chính xanh (green finance theory) và đổi mới tài chính số (financial technology innovation theory). Sự kết nối đó tạo cơ sở để hình thành khung phân tích về “nông nghiệp dữ liệu xanh” (green data-driven agriculture).

Theo hướng tiếp cận chuyển đổi số, dữ liệu không chỉ là sản phẩm phụ của hoạt động kinh tế mà đang trở thành một nguồn lực sản xuất có tính chiến lược. So với đất đai, vốn và lao động, dữ liệu có thể được tái sử dụng, mở rộng quy mô khai thác và gia tăng giá trị thông qua phân tích, liên kết và hỗ trợ ra quyết định. WEF (2022) cho rằng, chuyển đổi số trong nông nghiệp vượt ra ngoài phạm vi đưa công nghệ vào sản xuất; về bản chất, đó là quá trình tổ chức lại chuỗi giá trị trên cơ sở dữ liệu [2]. FAO (2024) cũng xác định dữ liệu nông nghiệp là nền tảng để cải thiện năng suất, quản lý tài nguyên và thích ứng với biến đổi khí hậu [1]. Như vậy, trọng tâm của sản xuất nông nghiệp hiện đại đang chuyển từ kinh nghiệm và sản lượng sang dữ liệu và năng lực khai thác dữ liệu.

Lý thuyết tài chính xanh mở rộng chức năng của hệ thống tài chính từ huy động, phân bổ vốn sang định hướng nguồn vốn theo mục tiêu bền vững. OECD (2023a) xác định tín dụng xanh, trái phiếu xanh, tài chính khí hậu,

tài chính carbon và đầu tư ESG là những công cụ thúc đẩy sự chuyển dịch sang nền kinh tế phát thải thấp [3]. Tại Việt Nam, tư tưởng này đã được thể chế hóa trong Điều 149 Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 thông qua các quy định khuyến khích công cụ tài chính xanh và lồng ghép yếu tố môi trường vào hoạt động tín dụng [8]. Do đó, tài chính xanh không còn chỉ phản ánh một khuynh hướng tự phát của thị trường mà đã trở thành bộ phận của chính sách phát triển quốc gia.

Trong khi đó, lý thuyết đổi mới tài chính số giúp lý giải khả năng của fintech trong việc xử lý một số hạn chế cố hữu của tài chính truyền thống. WB (2024) chỉ ra rằng thanh toán số, cho vay số, ngân hàng mở, hợp đồng thông minh và Blockchain có thể hạ thấp chi phí giao dịch, cải thiện tiếp cận tài chính và tăng tính minh bạch của thị trường [4]. Đối với nông nghiệp, sự liên kết giữa dữ liệu sản xuất, dữ liệu môi trường và dữ liệu tín dụng cho phép thiết lập những mô hình đánh giá rủi ro và phân bổ vốn phù hợp hơn. Nghị định số 94/2025/NĐ-CP đã bổ sung cơ sở pháp lý để các giải pháp fintech mới được thử nghiệm tại Việt Nam, qua đó hỗ trợ số hóa dịch vụ tài chính dành cho nông nghiệp và tăng trưởng xanh [14].

Từ ba hướng lý thuyết trên, nghiên cứu xây dựng khung phân tích gồm bốn cấu phần tương tác. Cấu phần thứ nhất là hạ tầng dữ liệu và chuyển đổi số, bao gồm Big Data, AI, IoT, dữ liệu không gian địa lý và các nền tảng số. Cấu phần thứ hai là hệ sinh thái fintech, thực hiện chức năng kết nối dữ liệu với dòng vốn thông qua thanh toán số, tín dụng số, ngân hàng mở và Blockchain. Cấu phần thứ ba là tài chính xanh, bao gồm tín dụng xanh, trái phiếu xanh, thị trường carbon và các công cụ tài chính khí hậu. Cấu phần cuối cùng là kết quả đầu ra của toàn hệ thống: một mô hình nông nghiệp dựa trên dữ liệu, hướng tới nâng cao năng suất, giảm phát thải khí nhà kính, củng cố khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu và bảo đảm phát triển bền vững.

Về phương pháp, nghiên cứu lựa chọn cách tiếp cận liên ngành giữa kinh tế học, tài chính học, quản trị công và khoa học pháp lý. Phân tích định tính tài liệu thứ cấp là phương pháp chủ đạo. Nhóm tài liệu pháp lý được khảo sát gồm Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 [8], Luật Giao dịch điện tử năm 2023 [9], Luật Đất đai năm 2024 [10], Luật Các tổ chức tín dụng năm 2024 [11], Luật Dữ liệu năm 2024 [12], Quyết định số 21/2025/QĐ-TTg về tiêu chí môi trường và xác nhận dự án thuộc danh mục phân loại xanh [13], cùng Nghị định số 94/2025/NĐ-CP về cơ chế thử nghiệm có kiểm soát trong lĩnh vực ngân hàng [14]. Việc phân tích các văn bản này nhằm nhận diện khuôn khổ điều chỉnh hiện hành đối với dữ liệu, chuyển đổi số, fintech, tài chính xanh và nông nghiệp bền vững.

Phân tích thể chế được sử dụng để xem xét mức độ đáp ứng của các thiết chế quản lý nhà nước trước yêu cầu phát triển nông nghiệp dữ liệu xanh. Qua đó, nghiên cứu đánh giá cách thức mà pháp luật, chính sách và cơ chế quản trị có thể tạo thuận lợi hoặc gây trở ngại cho chuyển đổi số gắn với chuyển đổi xanh.

Nghiên cứu đồng thời thực hiện so sánh quốc tế với Liên minh châu Âu, Trung Quốc, Singapore, Nhật Bản và Hàn Quốc. Những trường hợp này phản ánh các con đường phát triển khác nhau nhưng đều có kinh nghiệm đáng chú ý trong việc kết nối dữ liệu, fintech và tài chính xanh với nông nghiệp. Liên minh châu Âu nổi bật về hệ thống phân loại xanh và thị trường carbon; Trung Quốc có quy mô tín dụng xanh lớn và thúc đẩy mạnh nông nghiệp số; Singapore phát triển hệ sinh thái Fintech cùng cơ chế quản trị dữ liệu; còn Nhật Bản và Hàn Quốc có thể mạnh về AI và nông nghiệp chính xác (precision agriculture). Việc đối chiếu nhằm rút ra các bài học có khả năng tham chiếu cho điều kiện thể chế, trình độ phát triển và mục tiêu xanh hóa của Việt Nam.

Nguồn tư liệu còn bao gồm các báo cáo của FAO, WB, OECD, IMF, WEF, Ủy ban châu Âu, NGFS, Ngân hàng Nhà nước Việt Nam và các cơ quan quản lý nhà nước trong giai đoạn 2020-2026. Dữ liệu được xử lý bằng phân tích nội dung (content analysis), tổng hợp có hệ thống (systematic synthesis) và đối chiếu chính sách (policy comparison). Trên nền tảng đó, nghiên cứu làm rõ quan hệ giữa chuyển đổi số, Fintech và tài chính xanh, cũng như cơ chế hình thành nông nghiệp dữ liệu xanh trong bối cảnh chuyển đổi số và chuyển đổi xanh toàn cầu.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Chuyển đổi số và sự hình thành mô hình nông nghiệp dữ liệu xanh tại Việt Nam

Chuyển đổi số đang tác động đến nền tảng tổ chức sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam. Trong mô hình truyền thống, đất đai, lao động và vốn là các yếu tố vật chất giữ vai trò chủ yếu. Khi kinh tế số phát triển, dữ liệu trở thành nguồn lực mới có thể tạo giá trị gia tăng và củng cố lợi thế cạnh tranh. Sự thay đổi này biểu hiện ở quá trình chuyển từ “nông nghiệp dựa trên sản lượng” (production-driven agriculture) sang “nông nghiệp dựa trên dữ liệu” (data-driven agriculture), trong đó quyết định về sản xuất, phân phối, tài chính và kiểm soát rủi ro được hỗ trợ bởi dữ liệu thời gian thực [2].

Khung pháp lý của Việt Nam cho quá trình trên đang dần được hình thành. Luật Giao dịch điện tử năm 2023 khuyến khích ứng dụng giao dịch điện tử và công nghệ số trong đời sống kinh tế - xã hội, tạo căn cứ cho việc số hóa các hoạt động sản xuất, kinh doanh nông nghiệp [9]. Luật Dữ liệu năm 2024 thiết lập cơ chế quản trị, khai thác, chia sẻ và bảo vệ dữ liệu trên phạm vi quốc gia [12]. Đối

với nông nghiệp, các quy định này có thể hỗ trợ việc xây dựng cơ sở dữ liệu thống nhất, phục vụ quản lý đất đai, tổ chức sản xuất, truy xuất nguồn gốc và tiếp cận thị trường.

Trong thực tiễn, IoT, AI, hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) và công nghệ viễn thám đã được ứng dụng tại một số địa phương. Các thiết bị và nền tảng số có thể ghi nhận theo thời gian thực thông tin về độ ẩm đất, nhiệt độ, lượng mưa, sâu bệnh, chất lượng môi trường và quá trình sinh trưởng của cây trồng. Nguồn thông tin này hỗ trợ lựa chọn thời điểm, liều lượng tưới nước, bón phân và xử lý dịch hại. Các nghiên cứu tổng quan về nông nghiệp chính xác cho thấy cảm biến IoT, AI và phân tích dữ liệu lớn có thể tiết kiệm khoảng 15-25% lượng nước tưới, giảm 10-20% lượng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật, đồng thời duy trì hoặc cải thiện năng suất tùy theo cây trồng và điều kiện sản xuất [19, 20].

Dù vậy, quá trình số hóa nông nghiệp tại Việt Nam còn gặp nhiều trở ngại. Dữ liệu hiện phân tán giữa các bộ, ngành và địa phương. Điều 164 Luật Đất đai năm 2024 đã quy định việc xây dựng hệ thống thông tin và cơ sở dữ liệu đất đai quốc gia thống nhất, nhưng triển khai trên thực tế cần nguồn lực lớn và thời gian đủ dài [10]. Sự thiếu vắng chuẩn dữ liệu dùng chung và hệ thống MRV đồng bộ cũng làm giảm khả năng sử dụng dữ liệu cho tín dụng xanh, thị trường carbon và truy xuất nguồn gốc.

Những kết quả này cho thấy, chuyển đổi số không nên được hiểu đơn thuần là trang bị hoặc ứng dụng công nghệ. Đây còn là điều kiện hạ tầng để nông nghiệp dữ liệu xanh hình thành và vận hành. Khi có dữ liệu đủ chất lượng, hoạt động quản trị sản xuất, môi trường và tài chính có thể được kết nối; phát thải và hiệu quả sử dụng tài nguyên có thể được lượng hóa; đồng thời, các cơ chế khuyến khích tài chính xanh có thêm căn cứ để thực hiện.

3.2. Fintech trong phát triển nông nghiệp dữ liệu xanh tại Việt Nam

Nếu dữ liệu tạo nên hạ tầng thông tin thì fintech cung cấp cơ chế chuyển dữ liệu thành cơ sở cho quyết định tài chính. Vai trò này đặc biệt có ý nghĩa đối với nông dân, hợp tác xã và doanh nghiệp nông nghiệp ở nông thôn, vùng sâu và vùng xa, nơi khả năng tiếp cận dịch vụ tài chính truyền thống còn hạn chế.

Ngân hàng thế giới (2024) xác định bất cân xứng thông tin giữa người vay và tổ chức tín dụng là một trở ngại lớn đối với nông nghiệp bền vững ở các nước đang phát triển [4]. Ngân hàng có thể thiếu thông tin đáng tin cậy để đánh giá mức độ tín nhiệm và khả năng trả nợ của hộ sản xuất. Fintech góp phần thu hẹp khoảng trống đó bằng cách tổng hợp dữ liệu giao dịch điện tử, sản xuất, viễn thông và chuỗi cung ứng để tạo lập hồ sơ tín dụng số (digital credit profile).

Sự phổ biến của thanh toán số, ví điện tử, ngân hàng số và nền tảng cho vay trực tuyến có thể làm giảm chi phí giao dịch trong chuỗi giá trị nông nghiệp. Nghị định số 94/2025/NĐ-CP thiết lập môi trường thử nghiệm có kiểm soát, cho phép đánh giá mô hình fintech mới trong phạm vi pháp lý được xác định trước khi áp dụng rộng rãi [14]. Đây là một bước tiến về thể chế, giúp đổi mới tài chính được thử nghiệm trong khi các rủi ro liên quan vẫn được giám sát.

Vai trò của fintech không chỉ giới hạn ở cung cấp tín dụng. Blockchain có thể hỗ trợ ghi nhận và xác thực thông tin về nguồn gốc hàng hóa, quy trình sản xuất và phát thải carbon theo cách khó bị sửa đổi. Dữ liệu đáng tin cậy làm tăng hiệu quả truy xuất nguồn gốc và giúp nông sản đáp ứng tốt hơn các yêu cầu môi trường của thị trường quốc tế.

Một ứng dụng khác là bảo hiểm nông nghiệp số (digital agricultural insurance). Dữ liệu vệ tinh, khí tượng và cảm biến cho phép doanh nghiệp xây dựng bảo hiểm chỉ số khí hậu (parametric insurance) với chi phí xử lý thấp hơn và mức độ chính xác cao hơn. Sản phẩm này có thể giúp người sản xuất giảm thiểu tổn thất và nâng cao khả năng ứng phó trước rủi ro khí hậu.

Tuy nhiên, fintech phục vụ nông nghiệp ở Việt Nam chưa phát triển thành một hệ sinh thái tích hợp giữa tổ chức tín dụng, doanh nghiệp công nghệ tài chính, doanh nghiệp nông nghiệp và cơ quan quản lý. Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) (2025) nhận định rằng thị trường fintech Việt Nam tăng trưởng nhanh trong khu vực Đông Nam Á, nhưng những hạn chế về chia sẻ, kết nối và khai thác dữ liệu vẫn cản trở đổi mới tài chính [21].

Việc ban hành Nghị định số 94/2025/NĐ-CP cũng cho thấy khuôn khổ điều chỉnh đối với chấm điểm tín dụng, chia sẻ dữ liệu qua giao diện lập trình ứng dụng mở (Open API) và cho vay ngang hàng vẫn đang được hoàn thiện. Vì thế, hệ sinh thái Fintech cần thêm thời gian để phát triển đầy đủ về công nghệ, quản trị và quản lý rủi ro.

Một vấn đề khác là khả năng tương tác và chia sẻ dữ liệu giữa tổ chức tín dụng, doanh nghiệp Fintech và cơ sở dữ liệu công chưa đồng bộ. Theo ADB (2025), các rào cản đáng kể gồm thiếu tiêu chuẩn dùng chung cho chia sẻ dữ liệu, hạn chế về khả năng tương tác giữa nền tảng số (interoperability) và khuôn khổ ngân hàng mở chưa hoàn thiện [21]. Khi chấm điểm tín dụng bằng AI (AI-based credit scoring) và phân tích Big Data được sử dụng rộng rãi hơn, các yêu cầu về quản trị dữ liệu, bảo vệ dữ liệu cá nhân, an ninh mạng và minh bạch thuật toán càng trở nên cấp thiết.

Trong nông nghiệp, vấn đề này rõ nét hơn vì thông tin sản xuất nằm rải rác tại nhiều cơ quan, hợp tác xã và

doanh nghiệp; cơ sở dữ liệu thống nhất và cơ chế cập nhật theo thời gian thực chưa được thiết lập đầy đủ. Hệ quả là dữ liệu chưa được khai thác hiệu quả để phát triển tín dụng xanh, bảo hiểm nông nghiệp số, tài trợ chuỗi giá trị và đánh giá rủi ro dựa trên dữ liệu (data-driven risk assessment). Đây là giới hạn trực tiếp đối với khả năng Fintech thúc đẩy nông nghiệp dữ liệu xanh.

3.3. Tài chính xanh và động lực phân bổ nguồn lực cho nông nghiệp dữ liệu xanh

Cùng với chuyển đổi số và fintech, tài chính xanh tạo nên trụ cột thứ ba của mô hình đề xuất. Theo OECD (2023a), tài chính xanh là hoạt động huy động và phân bổ vốn cho những dự án hoặc hoạt động tạo lợi ích môi trường, giảm phát thải khí nhà kính và tăng năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu [3].

Tại Việt Nam, nền tảng pháp lý liên quan đang từng bước được củng cố. Điều 149 Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 khuyến khích tín dụng xanh, trái phiếu xanh và các công cụ tài chính phục vụ bảo vệ môi trường, đồng thời yêu cầu tổ chức tín dụng cân nhắc yếu tố môi trường khi cấp tín dụng [8]. Quyết định số 21/2025/QĐ-TTg tiếp tục cụ thể hóa tiêu chí môi trường và quy trình xác nhận dự án trong danh mục phân loại xanh, qua đó hỗ trợ nhận diện, theo dõi và giám sát dòng vốn xanh theo cách thống nhất hơn [13].

Mặc dù đã có những bước tiến về thể chế, quy mô tài chính xanh trong nước còn hạn chế. Theo Ngân hàng Nhà nước Việt Nam (2024), đến đầu năm 2024 dư nợ tín dụng xanh của toàn hệ thống đạt gần 680 nghìn tỷ đồng, tương đương 0,19 tỷ nhân dân tệ [22, 23]. Trong khi đó, Ngân hàng Nhân dân Trung Quốc (2024) công bố dư nợ tín dụng xanh của Trung Quốc đạt 30,08 nghìn tỷ nhân dân tệ vào cuối năm 2023, đưa nước này trở thành một trong những thị trường tín dụng xanh có quy mô lớn nhất thế giới [24].

Ba quá trình chuyển đổi số, phát triển fintech và mở rộng tài chính xanh vì vậy không tồn tại biệt lập. Chuyển đổi số tạo lập và tổ chức dữ liệu; fintech biến dữ liệu thành thông tin có thể sử dụng trong đánh giá tài chính; còn tài chính xanh dựa trên thông tin đó để hướng dòng vốn tới hoạt động sản xuất bền vững. Quan hệ tương hỗ này tạo nền tảng để nông nghiệp phát triển theo hướng đồng thời xanh hơn, số hóa hơn và có sức chống chịu cao hơn trước biến đổi khí hậu.

3.4. So sánh quốc tế và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

Nông nghiệp dữ liệu xanh là lĩnh vực tương đối mới và vẫn đang định hình trên phạm vi toàn cầu. Do đó, kinh nghiệm quốc tế có giá trị tham chiếu đối với Việt Nam. Nghiên cứu lựa chọn Liên minh châu Âu (EU), Trung Quốc, Singapore, Nhật Bản và Hàn Quốc vì các trường

hợp này đại diện cho những mô hình phát triển khác nhau, đồng thời đều có kết quả đáng chú ý trong việc kết hợp chuyển đổi số, fintech và tài chính xanh với phát triển nông nghiệp bền vững.

EU đi đầu trong xây dựng thể chế tài chính xanh và quản trị dữ liệu cho mục tiêu bền vững. Hệ thống phân loại xanh theo Quy định (EU) 2020/852 cung cấp một chuẩn chung để xác định hoạt động kinh tế đáp ứng tiêu chí môi trường. Bên cạnh đó là Quy định công bố thông tin tài chính bền vững (Sustainable Finance Disclosure Regulation - SFDR), Hệ thống giao dịch phát thải của EU (EU Emissions Trading System - EU ETS) và các chuẩn báo cáo ESG có tính bắt buộc [25]. Trong lĩnh vực nông nghiệp, dữ liệu được đưa vào Chính sách nông nghiệp chung (Common Agricultural Policy - CAP), hỗ trợ theo dõi phát thải, sử dụng tài nguyên và kết quả môi trường [26]. Trường hợp EU cho thấy, tài chính xanh chỉ có thể phát huy hiệu lực khi dựa trên dữ liệu đáng tin cậy và một khung pháp lý minh bạch.

Trung Quốc thể hiện mô hình chuyển đổi có sự định hướng mạnh của Nhà nước. Sau khi ban hành Hướng dẫn xây dựng hệ thống tài chính xanh năm 2016, quốc gia này nhanh chóng mở rộng thị trường tín dụng xanh. Ngân hàng Nhân dân Trung Quốc (2024) cho biết đến cuối năm 2023, dư nợ tín dụng xanh đạt 30,08 nghìn tỷ nhân dân tệ, tăng 36,5% so với năm trước [24]. Đồng thời, các nền tảng nông nghiệp số cùng ứng dụng AI, IoT và dữ liệu vệ tinh được triển khai trên quy mô lớn. Kinh nghiệm này nhấn mạnh vai trò điều phối của Nhà nước trong kết nối dữ liệu, công nghệ và nguồn vốn để tạo quy mô thị trường cho chuyển đổi xanh.

Singapore là trường hợp nổi bật về fintech và quản trị dữ liệu. Dù quỹ đất nông nghiệp hạn chế, quốc gia này xây dựng được hệ sinh thái đổi mới sáng tạo phát triển, hạ tầng dữ liệu quốc gia, ngân hàng số, tài chính mở (open finance) và nền tảng chia sẻ dữ liệu phục vụ quản trị rủi ro môi trường. Cơ quan Tiền tệ Singapore (Monetary Authority of Singapore - MAS) đã triển khai các sáng kiến về tài chính xanh và fintech xanh (green fintech), qua đó kết nối thông tin ESG với quyết định tín dụng và đầu tư [27]. Bài học rút ra là dữ liệu và fintech có thể giảm chi phí giao dịch, đồng thời nâng cao hiệu quả phân bổ vốn xanh.

Nhật Bản và Hàn Quốc có ưu thế trong ứng dụng công nghệ cao vào nông nghiệp. Hai quốc gia phát triển nông nghiệp chính xác dựa trên AI, robot nông nghiệp, cảm biến thông minh và dữ liệu lớn. Nhật Bản triển khai chiến lược Agriculture DX (Digital Transformation), trong khi Hàn Quốc thúc đẩy Smart Farm gắn với các trung tâm dữ liệu nông nghiệp quốc gia.

Từ các trường hợp trên, có thể khái quát ba bài học cho Việt Nam. Một là, hệ thống dữ liệu nông nghiệp quốc

gia thống nhất phải được xem là hạ tầng chung cho quản trị, tài chính và thị trường. Hai là, hệ sinh thái fintech và tài chính xanh cần phát triển đồng thời với quá trình số hóa nông nghiệp. Ba là, thể chế phải bảo đảm minh bạch, tạo điều kiện chia sẻ dữ liệu và thiết lập cơ chế giám sát tài chính xanh phù hợp với thông lệ quốc tế.

3.5. Thảo luận về mô hình "nông nghiệp dữ liệu xanh" và đóng góp mới của nghiên cứu

Nông nghiệp dữ liệu xanh không phải là phép cộng cơ học giữa chuyển đổi số và bảo vệ môi trường. Mô hình này được hiểu như một hệ sinh thái trong đó dữ liệu, công nghệ, tài chính và quản trị bền vững cùng tham gia và tác động lẫn nhau. Cách tiếp cận đó khác với khuynh hướng nghiên cứu chuyển đổi số, fintech hoặc tài chính xanh như những lĩnh vực tương đối tách biệt.

Đóng góp chính của nghiên cứu nằm ở khung phân tích tích hợp: dữ liệu giữ vai trò nguồn lực sản xuất chiến lược; fintech chuyển tiếp thông tin từ dữ liệu sang các quyết định và sản phẩm tài chính; tài chính xanh định hướng vốn tới những hoạt động tạo giá trị môi trường và xã hội. Khung này góp phần lý giải cơ chế vận hành của nông nghiệp hiện đại trong điều kiện kinh tế số gắn với chuyển đổi xanh.

Giữa ba trụ cột tồn tại quan hệ phụ thuộc hai chiều. Khi dữ liệu thiếu độ tin cậy, tổ chức tài chính khó lượng hóa rủi ro môi trường và khí hậu. Khi không có fintech, dữ liệu khó được chuyển thành sản phẩm hoặc quyết định tài chính với chi phí hợp lý. Ngược lại, nếu nguồn tài chính xanh không đủ, công nghệ số và đổi mới sáng tạo khó được triển khai trên quy mô lớn. Vì vậy, phát triển nông nghiệp dữ liệu xanh đòi hỏi tư duy hệ thống thay cho việc ban hành các chính sách riêng lẻ, thiếu liên kết.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, vị thế của dữ liệu trong nông nghiệp đang thay đổi: từ thông tin hỗ trợ thành tài sản chiến lược. Năng lực thu thập, xử lý và sử dụng dữ liệu tác động không chỉ đến năng suất mà còn đến cơ hội tiếp cận tín dụng xanh, thị trường carbon, bảo hiểm khí hậu và chuỗi cung ứng bền vững toàn cầu. Đây có thể là một xu hướng quan trọng chi phối sự phát triển nông nghiệp trong những thập niên tới.

4. Kiến nghị và hàm ý chính sách

Sự dịch chuyển từ nông nghiệp lấy sản lượng làm trung tâm sang nông nghiệp dữ liệu xanh phù hợp với bối cảnh chuyển đổi số, xanh hóa và hội nhập kinh tế quốc tế. Tuy nhiên, công nghệ tự thân không đủ tạo nên chuyển đổi. Mô hình chỉ có thể phát triển khi thể chế, hạ tầng dữ liệu, hệ thống tài chính và cơ chế quản trị được thiết kế đồng bộ. Từ phân tích bối cảnh Việt Nam và kinh nghiệm quốc tế, nghiên cứu đề xuất tám định hướng chính sách sau.

Thứ nhất, cần tiếp tục hoàn thiện pháp luật về dữ liệu và quản trị dữ liệu nông nghiệp. Luật Dữ liệu năm 2024 đã xác lập nền tảng chung cho quản trị dữ liệu quốc gia, nhưng vẫn cần các hướng dẫn chuyên ngành đối với dữ liệu sản xuất nông nghiệp, môi trường, phát thải khí nhà kính và truy xuất nguồn gốc. Quy định mới cần làm rõ cơ chế kết nối, chia sẻ và khai thác dữ liệu giữa cơ quan nhà nước, tổ chức tín dụng, doanh nghiệp công nghệ và người sản xuất. Đồng thời, tiêu chuẩn dữ liệu mở (open data standards) và giao thức liên thông phải được phát triển để hình thành một hệ sinh thái dữ liệu nông nghiệp có khả năng tích hợp.

Thứ hai, cơ sở dữ liệu nông nghiệp quốc gia và hệ thống MRV cần được ưu tiên đầu tư. Kinh nghiệm của EU, Nhật Bản và Hàn Quốc cho thấy, dữ liệu là điều kiện để lượng hóa phát thải, theo dõi hiệu quả sử dụng tài nguyên và xác định dự án đủ tiêu chuẩn xanh. Việt Nam cần kết nối dữ liệu đất đai, khí hậu, tài nguyên nước, phát thải và chuỗi cung ứng nông sản trên hạ tầng số phù hợp. Hệ thống MRV cần tương thích với chuẩn mực quốc tế để chuẩn bị cho việc liên kết với các thị trường carbon khu vực và toàn cầu.

Thứ ba, cần cụ thể hóa hệ thống phân loại xanh và cơ chế xác nhận dự án xanh. Quyết định số 21/2025/QĐ-TTg là bước tiến quan trọng trong việc thiết lập tiêu chí môi trường và xác nhận dự án thuộc danh mục phân loại xanh. Giai đoạn tiếp theo cần xây dựng tiêu chí kỹ thuật đủ chi tiết cho nông nghiệp, lâm nghiệp, kinh tế tuần hoàn và thích ứng với biến đổi khí hậu. Sự tương thích với EU Taxonomy, ASEAN Taxonomy và các chuẩn mực liên quan cũng cần được xem xét nhằm tạo thuận lợi cho thu hút đầu tư nước ngoài và phát triển thị trường tài chính xanh.

Thứ tư, chính sách phát triển fintech cần hướng rõ hơn tới nông nghiệp và tài chính xanh. Nghị định số 94/2025/NĐ-CP cung cấp cơ sở cho việc thử nghiệm các sản phẩm như tín dụng số dành cho nông dân, chấm điểm tín dụng từ dữ liệu sản xuất, bảo hiểm nông nghiệp số, truy xuất nguồn gốc bằng Blockchain và thanh toán số trong chuỗi giá trị nông sản. Song song với khuyến khích đổi mới, khuôn khổ quản trị phải kiểm soát rủi ro dữ liệu, bảo vệ quyền riêng tư và bảo đảm an ninh mạng để củng cố niềm tin của các chủ thể tham gia.

Thứ năm, cần mở rộng tài chính xanh và từng bước đưa rủi ro khí hậu vào giám sát tài chính. Mặc dù Điều 149 Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 đã tạo căn cứ cho tín dụng xanh và trái phiếu xanh, tỷ trọng tín dụng xanh trong tổng dư nợ vẫn chưa tương xứng với nhu cầu. Các cơ chế khuyến khích nên ưu tiên dự án nông nghiệp phát thải thấp, hữu cơ, tuần hoàn và thích ứng với khí hậu. Ngân hàng Nhà nước cần từng bước tích hợp tiêu chí ESG và rủi ro khí hậu vào khuôn khổ giám sát an toàn

ngân hàng theo khuyến nghị của NGFS. Định giá rủi ro khí hậu (climate risk pricing) và kiểm tra sức chịu đựng khí hậu (climate stress testing) là những công cụ cần thiết để tăng sức chống chịu của hệ thống trước cú sốc môi trường.

Thứ sáu, thị trường carbon và các công cụ tài chính khí hậu cần được phát triển trên nền tảng dữ liệu có thể kiểm chứng. Điều 139 Luật Bảo vệ môi trường năm 2020 đã xác lập định hướng đối với thị trường carbon trong nước và hệ thống trao đổi hạn ngạch phát thải khí nhà kính. Đối với nông nghiệp, cơ chế carbon có thể tạo nguồn thu mới từ giảm phát thải, phục hồi hệ sinh thái và hấp thụ carbon. Theo nội dung của nghiên cứu gốc, ngày 29/6/2026, sàn giao dịch carbon trong nước đi vào vận hành tại Sở Giao dịch Chứng khoán Hà Nội (HNX) với mã hạn ngạch VN2025, trên cơ sở Đề án thành lập và phát triển thị trường carbon tại Việt Nam theo Quyết định số 232/QĐ-TTg ngày 24/01/2025. Để thị trường hoạt động hiệu quả, cần sớm hoàn thiện quy định về đăng ký dự án, xác minh và giao dịch tín chỉ, cũng như cơ chế kết nối quốc tế. Cơ sở dữ liệu carbon quốc gia và hệ thống MRV đáng tin cậy là điều kiện để bảo đảm tính minh bạch và khả năng giao dịch của tín chỉ carbon nông nghiệp.

Thứ bảy, phát triển nguồn nhân lực phải theo kịp tốc độ đổi mới công nghệ. Khoảng cách giữa khả năng cung ứng công nghệ và năng lực tiếp nhận của người sản xuất là một trong những thách thức nổi bật. Chương trình đào tạo cần kết hợp kiến thức nông nghiệp với khoa học dữ liệu, AI, công nghệ tài chính và quản trị môi trường. Trường đại học, viện nghiên cứu, doanh nghiệp công nghệ và tổ chức tài chính cần được liên kết trong hệ sinh thái đổi mới sáng tạo để đẩy mạnh nghiên cứu, chuyển giao công nghệ và đào tạo nhân lực cho cả chuyển đổi số và chuyển đổi xanh.

Thứ tám, cách hoạch định chính sách theo từng lĩnh vực riêng biệt cần được thay bằng cách tiếp cận tích hợp. Kinh nghiệm của EU, Trung Quốc, Singapore, Nhật Bản và Hàn Quốc cho thấy, kết quả chuyển đổi xanh được tạo nên bởi sự phối hợp giữa thể chế, dữ liệu, công nghệ và tài chính chứ không phải bởi một công cụ đơn lẻ. Việt Nam vì vậy cần cân nhắc xây dựng chiến lược quốc gia về nông nghiệp dữ liệu xanh với sự tham gia của cơ quan quản lý, tổ chức tài chính, doanh nghiệp công nghệ, viện nghiên cứu và cộng đồng nông dân. Khi các cấu phần được tổ chức thành một hệ sinh thái thống nhất, chuyển đổi số, fintech và tài chính xanh mới có thể tạo động lực thực chất cho tăng trưởng nông nghiệp bền vững và mục tiêu Net Zero năm 2050.

5. Kết luận

Chuyển đổi số, chuyển đổi xanh và cam kết Net Zero đang làm thay đổi cách hiểu về nguồn lực và phương thức phát triển nông nghiệp. Bên cạnh đất đai, lao động

và vốn, dữ liệu cùng năng lực khai thác dữ liệu ngày càng quyết định hiệu quả sản xuất và khả năng tham gia thị trường. Sự hội tụ của chuyển đổi số, fintech và tài chính xanh tạo nền tảng cho mô hình “nông nghiệp dữ liệu xanh”: dữ liệu là nguồn lực chiến lược; fintech kết nối dữ liệu với dòng vốn; tài chính xanh hướng nguồn lực tới hoạt động tạo giá trị kinh tế, môi trường và xã hội trong dài hạn.

Việt Nam đã xây dựng những bộ phận quan trọng của nền tảng thể chế thông qua Luật Bảo vệ môi trường năm 2020, Luật Giao dịch điện tử năm 2023, Luật Đất đai năm 2024, Luật Các tổ chức tín dụng năm 2024, Luật Dữ liệu năm 2024, Quyết định số 21/2025/QĐ-TTg và Nghị định số 94/2025/NĐ-CP. Các văn bản này tạo căn cứ pháp lý cho quản trị dữ liệu, fintech, tín dụng xanh và thị trường carbon trong nông nghiệp.

Tuy nhiên, nền tảng dữ liệu nông nghiệp còn phân tán; cơ chế chia sẻ chưa hoàn chỉnh; MRV chưa được chuẩn hóa; còn tín dụng xanh và tài chính khí hậu chưa đáp ứng đầy đủ nhu cầu chuyển đổi. Việc thiếu cơ chế định giá rủi ro khí hậu, định giá carbon và tích hợp dữ liệu ESG vào hoạt động tài chính tiếp tục cản trở quá trình hướng dòng vốn tới những hoạt động bền vững.

Kinh nghiệm của EU, Trung Quốc, Singapore, Nhật Bản và Hàn Quốc củng cố nhận định rằng chuyển đổi xanh trong nông nghiệp không thể dựa vào một chính sách riêng lẻ. Yếu tố quyết định là khả năng liên kết thể chế, dữ liệu, công nghệ và tài chính trong một cấu trúc thống nhất. Theo đó, hạ tầng dữ liệu quốc gia, hệ sinh thái fintech, tài chính xanh, thị trường carbon và quản trị dữ liệu phải được nhìn nhận như những bộ phận hữu cơ của cùng một hệ sinh thái phát triển bền vững.

Về phương diện học thuật, nghiên cứu mở rộng thảo luận về chuyển đổi số và tài chính xanh bằng cách đề xuất một khung tích hợp dữ liệu - fintech - tài chính xanh cho lĩnh vực nông nghiệp. Về phương diện thực tiễn, khung này cung cấp căn cứ tham khảo cho việc xây dựng chính sách phát triển nền nông nghiệp hiện đại, phát thải thấp và có khả năng chống chịu trước rủi ro khí hậu, góp phần thực hiện các mục tiêu tăng trưởng xanh và phát triển bền vững của Việt Nam đến năm 2050.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024), *The State of Food and Agriculture 2024: Value-Driven Transformation of Agrifood Systems*, Rome: FAO.
- [2] World Economic Forum (2022), *Digital Transformation of Agriculture and Food Systems*, Geneva: World Economic Forum.
- [3] Organisation for Economic Co-operation and Development (2023a), *Financing Climate Action and Green Transition: Policy Perspectives*, Paris: OECD Publishing.
- [4] World Bank (2024), *Digital Agriculture for Resilient and Sustainable Food Systems*, Washington, DC: World Bank.
- [5] International Monetary Fund (2024), *Global Financial Stability Report: Climate Finance and Financial Resilience*, Washington, DC: IMF.
- [6] Network for Greening the Financial System (2024), *Guide On Climate-Related Risk Management for Supervisors*, Paris: NGFS.
- [7] European Commission (2023), *The European Green Deal and Sustainable Food Systems: Progress Report 2023*, Brussels: European Commission.
- [8] National Assembly of Viet Nam (2020), *Law on Environmental Protection No. 72/2020/QH14* (in Vietnamese).
- [9] National Assembly of Viet Nam (2023), *Law on Electronic Transactions No. 20/2023/QH15* (in Vietnamese).
- [10] National Assembly of Viet Nam (2024a), *Land Law No. 31/2024/QH15* (in Vietnamese).
- [11] National Assembly of Viet Nam (2024b), *Law on Credit Institutions No. 32/2024/QH15* (in Vietnamese).
- [12] National Assembly of Viet Nam (2024c), *Data Law No. 60/2024/QH15* (in Vietnamese).
- [13] Prime Minister (2025), *Decision No. 21/2025/QĐ-TTg on Environmental Criteria and Confirmation of Projects Belonging to The Green Classification List* (in Vietnamese).
- [14] Government of Viet Nam (2025), *Decree No. 94/2025/ND-CP on Controlled Testing Mechanism in The Banking Sector* (in Vietnamese).
- [15] Organisation for Economic Co-operation and Development (2025), *Green Growth Indicators 2025*, Paris: OECD Publishing.
- [16] World Bank (2025), *World Development Report 2025: The Digitalization Imperative*, Washington, DC: World Bank.
- [17] International Monetary Fund (2025), *Global Financial Stability Report 2025*, Washington, DC: International Monetary Fund.
- [18] European Commission (2024a), *EU Sustainable Finance Package 2024*, Brussels: European Commission.
- [19] A.Z. Babar, O.B. Akan (2024), *Sustainable and Precision Agriculture with The Internet of Everything (IoE)*, DOI:10.13140/RG.2.2.10849.72807.
- [20] R. Bertoglio, C. Corbo, F.M. Renga, et al. (2021), “The digital agricultural revolution: A bibliometric analysis literature review”, *IEEE Access*, DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3115258.
- [21] Asian Development Bank (2025), *Viet Nam's Financial Markets 2023 and Outlook 2024: Direction for Fintech Regulation*.
- [22] State Bank of Vietnam (2024), *Report on The Situation of Green Credit and Environmental-Social Risk Management in Lending Activities* (in Vietnamese).
- [23] C.V. Luc (2024), *Speaking at The Forum “Realizing the National Strategy on Green Growth in Vietnam: Promoting Green Capital Flows”*, Hanoi, September 10, 2024, <https://vneconomy.vn/thuc-day-dong-von-xanh-de-hien-thuc-hoa-chien-luoc-tang-truong-xanh.htm>, access 6 June 2026 (in Vietnamese).
- [24] People's Bank of China (2024), *China Green Finance Development Report 2024*, Beijing: People's Bank of China.
- [25] Organisation for Economic Co-operation and Development (2024), *Financing Climate Action and Green Transition: Policy Perspectives*, Paris: OECD Publishing.
- [25] European Commission (2024b), *EU Taxonomy Navigator and Sustainable Finance Framework*, Brussels: European Commission.
- [26] Monetary Authority of Singapore (2024), *Singapore Green Finance Action Plan 2024*, Singapore: MAS.
- [27] Organisation for Economic Co-operation and Development (2023b), *Digital Transformation and Innovation in Agriculture*, Paris: OECD.