Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ
Số chuyên đề: Công nghệ chiến lược - Động lực phát triển Đồng bằng sông Cửu Long (SDMD)
ISSN 1859-2333 | e-ISSN 2815-5599

DOI:10.22144/ctujos.2026.257

HIỆN TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ TRONG QUẢN TRỊ ĐẤT ĐAI TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

La Văn Hùng Minh và Ngô Thạch Thảo Ly*
Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam
**Tác giả liên hệ (Corresponding author): nttly@dthu.edu.vn*

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 15/08/2026
Sửa bài (Revised): 14/09/2026
Duyệt đăng (Accepted): 10/11/2026

Title: *Current status and future directions for digital technology applications in land administration in the Mekong Delta*

Author(s): *La Van Hung Minh and Ngo Thach Thao Ly**

Affiliation(s): *Dong Thap University, Viet Nam*

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiện trạng ứng dụng công nghệ số trong quản trị đất đai tại Đồng bằng sông Cửu Long theo bốn nhóm: công nghệ thu nhận dữ liệu; hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai; công nghệ số chiến lược; và các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu. Dựa trên việc phân tích và tổng hợp định tính các nguồn dữ liệu thứ cấp, kết quả cho thấy mức độ ứng dụng khác nhau giữa các nhóm công nghệ. Công nghệ thu nhận dữ liệu đã được ứng dụng rộng rãi; trong khi hạ tầng công nghệ và dữ liệu, công nghệ số chiến lược và các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu tuy đã được triển khai nhưng mức độ hoàn thiện và khả năng liên thông còn hạn chế. Trên cơ sở đó, việc ưu tiên chuẩn hóa và tích hợp dữ liệu đất đai, hoàn thiện cơ chế quản trị dữ liệu và từng bước thí điểm các công nghệ số chiến lược trên nền tảng dữ liệu thống nhất, phù hợp với định hướng chuyển đổi số tại Việt Nam đã được đề xuất trong nghiên cứu.

Từ khóa: *Chuyển đổi số, công nghệ số chiến lược, Đồng bằng sông Cửu Long, hệ thống thông tin đất đai, quản trị đất đai*

ABSTRACT

This study assesses the current application of digital technologies in land governance in the Mekong Delta of Vietnam across four groups: data acquisition technologies; technological and data infrastructure for land governance; strategic digital technologies; and components supporting data standardization, integration, and interoperability. Based on a qualitative analysis and synthesis of secondary data sources, the results show varying levels of application across the technology groups. Data acquisition technologies have been widely adopted, while technological and data infrastructure, strategic digital technologies, and components supporting data standardization, integration, and interoperability have been implemented but remain limited in terms of maturity and interoperability. Accordingly, the study proposes prioritizing the standardization and integration of land data, strengthening data governance mechanisms, and gradually piloting strategic digital technologies on a unified data foundation, in line with Vietnam's digital transformation agenda.

Keywords: *Digital transformation, land administration, land information system, Mekong Delta, strategic digital technology*

1. GIỚI THIỆU

Chuyển đổi số đang trở thành một hướng trọng tâm trong cải cách quản trị công, với sự chuyển dịch từ số hóa quy trình hành chính sang xây dựng khu vực công dựa trên dữ liệu. Dữ liệu ngày càng được xem là nguồn lực chiến lược phục vụ hoạch định chính sách, cung cấp dịch vụ công, giám sát và đánh giá quản trị (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019, 2020; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] et al., 2022). Vì vậy, trong quản trị đất đai, chuyển đổi số không chỉ là hiện đại hóa quy trình mà còn đòi hỏi khả năng tạo lập, chuẩn hóa, tích hợp, chia sẻ và khai thác dữ liệu.

Ở cấp độ quốc tế, khung quản trị đất đai hiệu quả (Framework for Effective Land Administration - FELA) nhấn mạnh sự kết hợp giữa quản trị, chính sách, pháp luật, dữ liệu, tiêu chuẩn, năng lực và đổi mới sáng tạo trong xây dựng hệ thống quản trị đất đai hiệu quả (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management [UN-GGIM], 2020). Mô hình miền quản trị đất đai (Land Administration Domain Model - LADM), được chuẩn hóa trong ISO 19152:2012 và tiếp tục phát triển trong ISO 19152-1:2024, cung cấp cơ sở chuẩn hóa thông tin đất đai và hỗ trợ khả năng tương tác giữa các hệ thống (International Organization for Standardization [ISO], 2012; Lemmen et al., 2015; van Oosterom & Lemmen, 2015; ISO, 2024a; Kara et al., 2024). Các khuôn khổ này cho thấy chuyển đổi số trong quản trị đất đai cần được tiếp cận đồng thời từ công nghệ, dữ liệu, tiêu chuẩn và tích hợp.

Trong các nghiên cứu gần đây, nhiều công nghệ phục vụ quản trị đất đai đã được đề cập, từ viễn thám, GNSS, UAV, GIS, WebGIS đến blockchain, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo và các mô hình dữ liệu chuẩn hóa như LADM (Lemmen et al., 2015; Bennett et al., 2021; Stöcker et al., 2022; Zhao et al., 2022). Tuy nhiên, các công nghệ này đảm nhận những chức năng khác nhau trong chuỗi giá trị dữ liệu, từ thu nhận, lưu trữ và quản lý đến phân tích, tích hợp và chia sẻ. Do đó, việc đánh giá chuyển đổi số quản trị đất đai cần xem xét mối quan hệ giữa các thành phần công nghệ thay vì chỉ đánh giá từng công nghệ riêng lẻ. Đồng thời, bằng chứng về việc triển khai, vận hành và tích hợp blockchain, dữ liệu lớn với các công nghệ số tiên tiến khác trong hệ thống quản trị đất đai còn hạn chế và chưa đồng đều giữa các bối cảnh áp dụng (Bennett et al., 2019).

Tại Việt Nam, Nghị quyết số 57-NQ/TW xác định khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số là những động lực quan trọng của phát triển đất nước, đồng thời nhấn mạnh vai trò của thể chế, hạ tầng, dữ liệu và công nghệ chiến lược (Bộ Chính trị, 2024). Luật Đất đai năm 2024 đã tạo cơ sở pháp lý cho xây dựng, quản lý, vận hành và khai thác Hệ thống thông tin quốc gia về đất đai, đồng thời quy định việc tích hợp, kết nối và chia sẻ cơ sở dữ liệu đất đai với các hệ thống thông tin và cơ sở dữ liệu của bộ, ngành, địa phương (Quốc hội, 2024). Dự án Vietnam Improved Land Governance and Databases (VILG) cũng hướng tới phát triển Hệ thống thông tin đất đai đa mục đích quốc gia (MPLIS) và tích hợp các lớp dữ liệu về địa chính, giá đất, quy hoạch sử dụng đất và kiểm kê đất đai (World Bank, 2024). Bên cạnh đó, Bộ Công an và Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025) ban hành Kế hoạch số 515/KH-BCA-BNN&MT về rà soát, làm sạch và bổ sung dữ liệu đất đai vào cơ sở dữ liệu quốc gia. Tuy nhiên, sự khác biệt giữa các hệ thống, tình trạng thiếu đồng bộ dữ liệu và khó khăn trong tích hợp với các cơ sở dữ liệu khác vẫn là những thách thức đáng kể (World Bank, 2024).

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng sản xuất nông nghiệp quan trọng của Việt Nam, đồng thời đang chịu tác động ngày càng rõ nét của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, xâm nhập mặn và sụt lún. Những biến động này, cùng với sự thay đổi trong sử dụng đất, làm gia tăng tính phức tạp của công tác quy hoạch và quản lý đất đai, đòi hỏi dữ liệu phải được tích hợp, cập nhật và khai thác hiệu quả hơn để hỗ trợ quản lý đa mục tiêu (Thủ tướng Chính phủ, 2020; World Bank, 2021; Hoang et al., 2022). Trong các nghiên cứu tại ĐBSCL, viễn thám, GIS, WebGIS đã được ứng dụng và việc phân tích không gian đã được tiến hành để theo dõi biến động sử dụng đất, lớp phủ, lũ và tài nguyên (Tran et al., 2015; Le & Dao, 2018; Hoang et al., 2022; Nguyen et al., 2022). Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu hiện có tập trung vào từng công nghệ hoặc từng bài toán chuyên môn, trong khi còn thiếu một cách tiếp cận tổng hợp để xem xét mối quan hệ giữa tạo lập dữ liệu, hạ tầng dữ liệu, phân tích dữ liệu và khả năng chuẩn hóa, tích hợp, liên thông trong cùng một hệ thống quản trị đất đai. Quan trọng hơn là thiếu đánh giá có cấu trúc về công nghệ đang được triển khai ở mức nào, được vận hành ra sao và đã được tích hợp vào hệ thống quản trị đất đai đến đâu. Một công nghệ có thể có phạm vi ứng dụng tương đối rộng nhưng vẫn có mức độ tích hợp thấp; ngược lại, một tiêu chuẩn hoặc mô hình dữ liệu có thể có vai trò nền tảng nhưng chưa được áp dụng thống nhất trên thực tế. Cách tiếp cận này cho phép phân biệt giữa mức độ triển khai công nghệ và mức độ hoàn

thiện của hệ thống quản trị đất đai số, qua đó tránh đồng nhất số hóa với chuyển đổi số.

Từ những hạn chế trên, khung phân tích đã được xây dựng dựa trên sự tham chiếu FELA (khung quản trị đất đai - về thể chế, chính sách và năng lực quản trị) và LADM (cấu trúc chuẩn hóa thông tin đất đai). Trong đó, các công nghệ được xem xét theo chức năng trong chuỗi giá trị dữ liệu quản trị đất đai (trình tự các chức năng từ thu nhận, lưu trữ, xử lý, phân tích đến chuẩn hóa, tích hợp và chia sẻ dữ liệu). Khung phân tích gồm bốn nhóm: (i) công nghệ thu nhận dữ liệu, gồm viễn thám, GNSS/CORS và UAV, phục vụ tạo lập, cập nhật và giám sát biến động đất đai và tài nguyên; (ii) Hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai, gồm các công nghệ nền tảng phục vụ lưu trữ, xử lý và khai thác dữ liệu (GIS, WebGIS…); (iii) công nghệ số chiến lược, gồm AI, Big Data, blockchain, Cloud Computing và IoT, nhằm nâng cao năng lực phân tích, dự báo và hỗ trợ ra quyết định; và (iv) các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu, gồm LADM, SDI, các tiêu chuẩn OGC, metadata và API, đóng vai trò xuyên suốt trong chuẩn hóa, kết nối, liên thông và chia sẻ dữ liệu. Bốn nhóm được xem xét như những thành phần có quan hệ bổ trợ trong hệ sinh thái quản trị đất đai số, thay vì là các công nghệ độc lập. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiện trạng triển khai và vận hành của các nhóm công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL; đồng thời, các điểm nghẽn liên quan đến dữ liệu, hạ tầng, chuẩn hóa, tích hợp và liên thông đã được nhận diện; từ đó, các định hướng ưu tiên đã được đề xuất nhằm từng bước phát triển hệ sinh thái công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai số tại vùng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, cách tiếp cận định tính dựa trên dữ liệu thứ cấp đã được sử dụng để đánh giá hiện trạng ứng dụng công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL. Nguồn dữ liệu gồm các công bố khoa học, văn bản pháp luật và chính sách, báo cáo quản lý, tài liệu kỹ thuật và tài liệu của các tổ chức quốc tế có liên quan. Sau quá trình tìm kiếm, sàng lọc và lựa chọn theo các tiêu chí được xác định trước, 57 tài liệu được đưa vào phân tích chính thức, gồm 22 công bố khoa học đã bình duyệt và 35 văn bản pháp luật, báo cáo quản lý, tài liệu kỹ thuật và tài liệu của các tổ chức quốc tế. Quy trình tìm kiếm, tiêu chí lựa chọn và sàng lọc tài liệu được trình bày tại mục 2.2.

Khung phân tích được xây dựng trên cơ sở tham chiếu FELA và LADM. FELA được sử dụng để xem xét các yêu cầu về thể chế, dữ liệu, tiêu chuẩn, năng lực, đổi mới sáng tạo và phối hợp trong quản trị đất đai; LADM được sử dụng để tham chiếu cấu trúc và mô hình hóa thông tin đất đai, bao gồm chủ thể, quyền, trách nhiệm, hạn chế và đơn vị không gian (ISO, 2012; Lemmen et al., 2015). Việc kết hợp khung quản trị (FELA) và mô hình dữ liệu (LADM) nhằm tạo cơ sở xem xét đồng thời yêu cầu quản trị và cấu trúc thông tin, không nhằm xây dựng một mô hình FELA–LADM mới. Trên cơ sở đó, chuỗi chức năng của quản trị đất đai số đã được đề xuất, bao gồm: thu nhận dữ liệu → xây dựng và quản lý hạ tầng dữ liệu → phân tích và khai thác dữ liệu → chuẩn hóa, tích hợp và chia sẻ dữ liệu. Theo chức năng chủ yếu, công nghệ được phân thành bốn nhóm: (i) công nghệ thu nhận dữ liệu; (ii) hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai; (iii) công nghệ số chiến lược; và (iv) các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu. Đây là khung phân tích do nghiên cứu đề xuất trên cơ sở tham chiếu FELA và LADM, không phải hệ thống phân loại chính thức của FELA hoặc LADM.

Quy trình nghiên cứu gồm năm bước: (1) xây dựng khung phân tích, (2) tìm kiếm và sàng lọc tài liệu, (3) mã hóa và đánh giá bằng chứng, (4) tổng hợp, so sánh và diễn giải và (5) xác định điểm nghẽn và đề xuất định hướng phát triển. Các tài liệu phản ánh thực tiễn ứng dụng công nghệ số chủ yếu được xem xét trong giai đoạn 2021 – 2026 nhằm phản ánh những thay đổi gần đây về công nghệ, thể chế và hạ tầng dữ liệu đất đai tại Việt Nam. Đối với các tài liệu nền tảng, tiêu chuẩn quốc tế và khung lý thuyết như FELA, LADM và các tiêu chuẩn ISO liên quan, không giới hạn thời gian công bố nhằm bảo đảm cơ sở lý luận của nghiên cứu. Số lượng tài liệu, nguồn cụ thể và quy trình sàng lọc được trình bày chi tiết tại mục 2.2.

2.2. Thu thập và sàng lọc tài liệu

Dữ liệu thứ cấp được sử dụng từ hai nhóm nguồn chính: (i) các công bố khoa học đã được bình duyệt (22 tài liệu), và (ii) văn bản pháp luật, chính sách, báo cáo quản lý, tài liệu kỹ thuật của cơ quan nhà nước, tổ chức quốc tế và các tổ chức chuyên môn liên quan (35 tài liệu). Đối với tài liệu khoa học, tìm kiếm tập trung vào các nghiên cứu về công nghệ số, hệ thống thông tin và cơ sở dữ liệu đất đai, đăng ký đất đai, chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu. Nguồn tìm kiếm gồm Google Scholar, Web of Science, Scopus và các tạp chí khoa học trong nước (Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, Tạp chí Khoa

học Đo đạc và Bản đồ, Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam), từ khóa tiếng Việt và tiếng Anh được sử dụng kết hợp theo ba nhóm (trình bày ở đoạn tiếp theo). Các nghiên cứu quốc tế được sử dụng chủ yếu để bổ sung cơ sở lý luận và bằng chứng về ứng dụng công nghệ số trong quản trị đất đai, trong khi các nghiên cứu trong nước được ưu tiên để phản ánh bối cảnh công nghệ, thể chế và thực tiễn quản trị đất đai tại Việt Nam và ĐBSCL.

Tài liệu được lựa chọn khi đáp ứng các tiêu chí: (i) có nguồn gốc rõ ràng và đối với công bố khoa học, đã được bình duyệt; (ii) liên quan trực tiếp đến quản trị đất đai hoặc các chức năng công nghệ hỗ trợ quản trị đất đai; (iii) cung cấp bằng chứng về ứng dụng, triển khai, vận hành, tích hợp hoặc kết nối dữ liệu và (iv) có đủ thông tin để xác định phạm vi hoặc chức năng của công nghệ. Các nghiên cứu thuần túy về thuật toán, phần cứng hoặc phát triển công nghệ không gắn với chức năng quản trị đất đai được loại khỏi phạm vi phân tích. Tài liệu pháp luật, chính sách được tập trung vào hệ thống thông tin và cơ sở dữ liệu đất đai, kết nối và chia sẻ dữ liệu, chuyển đổi số, tiêu chuẩn và quản trị dữ liệu; các tài liệu của UN-GGIM, World Bank, FAO, OECD, ISO và Liên đoàn Trắc địa Quốc tế (International Federation of Surveyors – FIG) được sử dụng để bổ sung thông tin về khung quản trị, tiêu chuẩn và xu hướng quốc tế.

Quy trình tìm kiếm và sàng lọc tài liệu được thực hiện theo hướng có cấu trúc và minh bạch, phù hợp với mục tiêu và phạm vi nghiên cứu. Do nguồn dữ liệu bao gồm tài liệu khoa học, văn bản pháp luật, chính sách và báo cáo kỹ thuật nên quy trình được thiết kế nhằm bảo đảm tính nhất quán trong xác định, sàng lọc và lựa chọn tài liệu. Từ khóa được xây dựng theo ba nhóm: (i) quản trị và hệ thống thông tin đất đai, (ii) công nghệ, dữ liệu số và (iii) Việt Nam và ĐBSCL, được kết hợp bằng các toán tử Boolean AND/OR và tìm kiếm chủ yếu trong tiêu đề, tóm tắt và từ khóa. Chiến lược tìm kiếm được điều chỉnh theo từng nhóm công nghệ và loại bằng chứng cần thu thập.

Một tài liệu chỉ được sử dụng làm bằng chứng trực tiếp về mức độ ứng dụng khi cho phép xác định ít nhất một trong các nội dung: phạm vi triển khai, tình trạng vận hành, chức năng quản trị được hỗ trợ, mức độ tích hợp, kết nối hoặc chia sẻ dữ liệu. Những tài liệu chỉ đề cập đến tiềm năng công nghệ mà không có bằng chứng về triển khai hoặc thử nghiệm được sử dụng cho nhận diện xu hướng và thảo luận, không được dùng để khẳng định mức độ ứng dụng thực tế.

2.3. Phân tích dữ liệu

Các tài liệu được lựa chọn được xử lý bằng phân tích nội dung có định hướng, với khung mã hóa được xây dựng trước dựa trên bốn nhóm công nghệ của nghiên cứu. Mỗi tài liệu được mã hóa theo các thuộc tính chính gồm: loại nguồn, phạm vi địa lý, nhóm và công nghệ cụ thể, chức năng quản trị đất đai được hỗ trợ, phạm vi triển khai, tình trạng vận hành, mức độ tích hợp, khả năng kết nối, liên thông và chia sẻ dữ liệu, cùng các phát hiện hoặc hạn chế chính.

Đối với công bố khoa học, mã hóa tập trung vào bằng chứng về địa bàn, nhiệm vụ, quy mô, trạng thái triển khai và khả năng tích hợp. Đối với văn bản pháp luật, chính sách và tài liệu kỹ thuật, việc mã hóa tập trung vào yêu cầu thể chế, định hướng triển khai, kiến trúc hệ thống, cơ chế kết nối, tiêu chuẩn và tình trạng triển khai ở cấp hệ thống. Hai loại bằng chứng được phân biệt trong quá trình tổng hợp nhằm tránh đồng nhất định hướng hoặc khả năng ứng dụng với triển khai và vận hành thực tế.

Quá trình phân tích gồm ba bước: (i) phân loại bằng chứng theo bốn nhóm công nghệ và chức năng trong chuỗi giá trị dữ liệu; (ii) đối chiếu theo các phương diện về triển khai, vận hành, tích hợp và liên thông; (iii) tổng hợp, so sánh và diễn giải để xác định mức độ ứng dụng tương đối của từng nhóm công nghệ và nhận diện các điểm nghẽn có tính hệ thống.

Trong quá trình tổng hợp, bằng chứng được phân thành ba trạng thái: (i) triển khai/vận hành, khi công nghệ đã được áp dụng trong một nhiệm vụ, quy trình, hệ thống hoặc địa bàn cụ thể; (ii) thử nghiệm/nghiên cứu, khi công nghệ mới được thử nghiệm, xây dựng nguyên mẫu, thí điểm hoặc nghiên cứu ứng dụng; (iii) định hướng/tiềm năng, khi công nghệ mới được đề cập trong chính sách, chiến lược, nghiên cứu khái niệm hoặc đề xuất mà chưa có bằng chứng rõ về triển khai thực tế. Phân biệt này đặc biệt quan trọng đối với AI, Big Data, Blockchain, IoT và Digital Twin, bởi số lượng nghiên cứu hoặc đề xuất ứng dụng không đồng nghĩa với mức độ vận hành trong hệ thống quản trị đất đai chính thức.

Kết quả mã hóa được tổng hợp theo từng nhóm công nghệ và chức năng quản trị đất đai để xác định các xu hướng ứng dụng, những hạn chế trong quá trình triển khai và mức độ kết nối, tích hợp giữa các công nghệ và các thành phần của hệ thống quản trị đất đai. Sau đó, kết quả được đối chiếu với FELA và LADM nhằm xác định các khoảng trống về dữ liệu, tiêu chuẩn, tích hợp và khả năng tương tác giữa các hệ thống.

2.4. Tiêu chí và mức độ đánh giá ứng dụng công nghệ

Mức độ ứng dụng của các nhóm công nghệ số được đánh giá bằng phương pháp định tính có cấu trúc, trên cơ sở tổng hợp và đối chiếu các bằng chứng đã mã hóa. Việc đánh giá nhằm xác định mức độ hiện diện và triển khai tương đối của từng nhóm công nghệ trong thực tiễn quản trị đất đai, không nhằm xây dựng một chỉ số định lượng về mức độ trưởng thành của hệ thống.

Bốn tiêu chí đánh giá gồm: (i) phạm vi triển khai, phản ánh mức độ áp dụng từ nghiên cứu, thử nghiệm, nhiệm vụ cục bộ đến nhiều địa bàn hoặc phạm vi tương đối rộng; (ii) mức độ vận hành, phản ánh việc công nghệ mới dừng ở nghiên cứu, thử nghiệm hay đã được sử dụng trong các nhiệm vụ và quy trình quản trị đất đai thực tế; (iii) mức độ tích hợp, phản ánh việc công nghệ hoạt động độc lập hay đã được tích hợp vào cơ sở dữ liệu, hệ thống thông tin hoặc quy trình quản trị chính thức; (iv) khả năng kết nối, liên thông và chia sẻ, phản ánh khả năng trao đổi, truy cập và sử dụng dữ liệu giữa các hệ thống, cơ quan và cấp quản lý có liên quan.

Bốn tiêu chí được sử dụng đồng thời nhưng không cộng điểm cơ học để tạo thành một chỉ số tổng hợp. Trong đó, bằng chứng về triển khai và vận hành thực tế là căn cứ chủ yếu để xác định mức độ ứng dụng; mức độ tích hợp và khả năng kết nối, liên thông được sử dụng để đánh giá mức độ hoàn thiện và khả năng mở rộng của ứng dụng.

Nguyên tắc phân loại do nhóm tác giả xây dựng đã được sử dụng; trong đó, mức độ ứng dụng được xác định trước hết dựa trên bằng chứng về phạm vi triển khai và tình trạng vận hành thực tế; mức độ tích hợp, kết nối, liên thông và chia sẻ dữ liệu được sử dụng để đánh giá mức độ hoàn thiện và khả năng mở rộng của ứng dụng. Theo đó, một nhóm công nghệ được xếp ở mức cao khi có bằng chứng tương đối rõ về triển khai và vận hành thực tế với phạm vi tương đối rộng; đồng thời, bằng chứng về tích hợp hoặc kết nối đã xuất hiện ở ít nhất một số trường hợp, nhưng không nhất thiết phải được thực hiện đồng bộ hoặc thường xuyên trên toàn bộ hệ thống. Ngược lại, nếu bằng chứng chủ yếu tập trung ở nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng cục bộ và chưa chứng minh được khả năng vận hành trong hệ thống chính thức thì nhóm công nghệ không được xếp ở mức cao, ngay cả khi có nhiều nghiên cứu hoặc đề xuất ứng dụng.

Trên cơ sở các tiêu chí và nguyên tắc trên, mức độ ứng dụng được phân thành bốn cấp: cao, trung bình, thấp và rất thấp, như trình bày tại Bảng 1. Đây là hệ thống phân loại do nghiên cứu đề xuất để tổng hợp và so sánh bằng chứng giữa các nhóm công nghệ, không phải hệ thống xếp hạng chính thức của FELA, LADM, ISO hoặc cơ quan quản lý nhà nước.

Bảng 1. Tiêu chí đánh giá mức độ ứng dụng công nghệ số

Mức độ	Phạm vi triển khai	Mức độ vận hành	Mức độ tích hợp	Kết nối, liên thông và chia sẻ
Cao	Được triển khai ở nhiều nhiệm vụ hoặc nhiều địa bàn, với phạm vi áp dụng vượt ra ngoài một thử nghiệm hoặc nhiệm vụ đơn lẻ	Được triển khai ở nhiều nhiệm vụ hoặc nhiều địa bàn, với phạm vi áp dụng vượt ra ngoài một thử nghiệm hoặc nhiệm vụ đơn lẻ	Được triển khai ở nhiều nhiệm vụ hoặc nhiều địa bàn, với phạm vi áp dụng vượt ra ngoài một thử nghiệm hoặc nhiệm vụ đơn lẻ	Được triển khai ở nhiều nhiệm vụ hoặc nhiều địa bàn, với phạm vi áp dụng vượt ra ngoài một thử nghiệm hoặc nhiệm vụ đơn lẻ
Trung bình	Đã triển khai tại một số nhiệm vụ hoặc địa bàn nhưng chưa đồng đều	Có vận hành thực tế nhưng phạm vi hoặc tính thường xuyên còn hạn chế	Có tích hợp nhưng chưa đồng bộ hoặc còn phụ thuộc từng hệ thống/địa phương	Đã có kết nối/chia sẻ nhưng chưa thống nhất
Thấp	Chủ yếu ở nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng cục bộ	Chưa có bằng chứng đầy đủ về vận hành thường xuyên trong hệ thống chính thức	Tích hợp còn hạn chế hoặc chưa được chứng minh	Khả năng kết nối, liên thông và mở rộng chưa rõ
Rất thấp	Chủ yếu ở mức khái niệm, định hướng hoặc nghiên cứu ban đầu	Chưa có bằng chứng rõ về triển khai và vận hành thực tế	Chưa có bằng chứng về tích hợp	Chưa có bằng chứng về kết nối hoặc chia sẻ

Ghi chú: Đề xuất của nhóm tác giả được tham chiếu từ FELA (UN-GGIM, 2020) và LADM (ISO, 2012).

Bảng 1 được sử dụng làm cơ sở phân loại mức độ ứng dụng công nghệ số dựa trên bốn phương diện: phạm vi triển khai, mức độ vận hành, mức độ tích hợp và khả năng kết nối, liên thông và chia sẻ dữ liệu. Mức độ ứng dụng được xác định trên cơ sở tổng hợp bằng chứng, trong đó cao phản ánh bằng chứng rõ về triển khai và vận hành thực tế với phạm vi tương đối rộng, đồng thời đã xuất hiện tích hợp hoặc kết nối ở ít nhất một số trường hợp; trung bình phản ánh công nghệ đã được triển khai và vận hành nhưng còn hạn chế về phạm vi, tính thường xuyên hoặc mức độ tích hợp, liên thông; thấp phản ánh bằng chứng chủ yếu ở nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng cục bộ; rất thấp phản ánh công nghệ chủ yếu ở mức khái niệm, định hướng hoặc nghiên cứu ban đầu.

Mức độ ứng dụng không phản ánh mức độ hiện đại hay hiệu quả kỹ thuật của công nghệ. Một công nghệ có tiềm năng cao nhưng chưa có bằng chứng triển khai thực tế vẫn được xếp ở mức thấp hoặc rất thấp. Ngược lại, một công nghệ được sử dụng tương đối rộng có thể đạt mức cao về ứng dụng nhưng vẫn còn hạn chế về tích hợp và liên thông. Do dữ liệu thứ cấp được sử dụng nên kết quả phản ánh mức độ bằng chứng về ứng dụng và tích hợp được ghi nhận trong các tài liệu được rà soát, không phải phép đo trực tiếp tại tất cả các địa phương trong ĐBSCL. Mức độ ứng dụng được xác định bằng phương pháp định tính có cấu trúc trên cơ sở tổng hợp các bằng chứng đã mã hóa, không cộng điểm cơ học giữa bốn tiêu chí. Bằng chứng về triển khai và vận hành thực tế được ưu tiên khi xác định mức độ ứng dụng, trong khi tích hợp và liên thông được sử dụng để đánh giá mức độ hoàn thiện và khả năng mở rộng. Kết quả phản ánh mức độ bằng chứng trong corpus tài liệu được rà soát, không phải tỷ lệ bao phủ trực tiếp của toàn bộ các địa phương trong ĐBSCL.

Để tăng khả năng truy xuất từ bằng chứng đến kết quả đánh giá, nguyên tắc "evidence-to-rating traceability" đã được áp dụng. Theo đó, mỗi nhận định về mức độ ứng dụng phải được truy xuất từ ít nhất một hoặc một nhóm nguồn có bằng chứng phù hợp về phạm vi triển khai, tình trạng vận hành, tích hợp hoặc kết nối. Bằng chứng triển khai/vận hành được ưu tiên khi xác định mức độ ứng dụng, bằng chứng thử nghiệm/nghiên cứu được sử dụng để nhận diện xu hướng, còn bằng chứng định hướng/tiềm năng không được sử dụng độc lập để nâng mức đánh giá. Vì vậy, các mức cao, trung bình, thấp và rất thấp phản ánh mức độ bằng chứng được ghi nhận trong tập tài liệu, không phải tỷ lệ phần trăm địa phương hoặc chỉ số trưởng thành của hệ thống.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Bối cảnh chuyển đổi số quản trị đất đai ở ĐBSCL

ĐBSCL là vùng sản xuất nông nghiệp quan trọng của Việt Nam, đồng thời chịu tác động ngày càng rõ của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, xâm nhập mặn, sụt lún và sạt lở. Cùng với đô thị hóa, sự phát triển hạ tầng và chuyển đổi cơ cấu sản xuất, việc sử dụng đất trong vùng ngày càng biến động phức tạp (Smajgl et al., 2015; Vũ và ctv., 2016; World Bank, 2021). Kết quả các nghiên cứu ứng dụng viễn thám ghi nhận những thay đổi đáng kể về đất lúa, đất nuôi trồng thủy sản và các hệ thống sản xuất thích ứng với điều kiện mặn – ngọt (Hoang et al., 2022; Nguyen et al., 2022). Những biến động này làm gia tăng nhu cầu cập nhật, giám sát và phân tích dữ liệu đất đai phục vụ quy hoạch và quản lý.

Luật Đất đai số 31/2024/QH15 (Quốc hội, 2024) và Nghị quyết số 57-NQ/TW (Bộ Chính trị, 2024) ngày 22/12/2024 tạo cơ sở quan trọng cho phát triển Hệ thống thông tin quốc gia về đất đai và thúc đẩy khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số. Quyết định số 21/2026/QĐ-TTg (Thủ tướng Chính phủ, 2026) tiếp tục xác định các công nghệ chiến lược như trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn, bản sao số, điện toán đám mây, điện toán biên, Internet vạn vật và chuỗi khối. Cùng với Dự án VILG, phát triển Hệ thống thông tin đất đai đa mục đích và các hoạt động làm sạch, làm giàu cơ sở dữ liệu quốc gia về đất đai, quá trình số hóa và kết nối dữ liệu đã có những bước tiến đáng kể. Tuy nhiên, mức độ hoàn thiện và liên thông dữ liệu vẫn chưa đồng đều giữa các địa phương (World Bank, 2024; Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2025).

Đối với ĐBSCL, mối liên kết giữa đất đai, nước, nông nghiệp và môi trường đặt ra yêu cầu quản trị dữ liệu ở quy mô vùng. Các nền tảng dữ liệu tích hợp có thể hỗ trợ giám sát biến động sử dụng đất, phân tích không gian, đánh giá rủi ro và hoạch định chính sách, phù hợp với định hướng xây dựng cơ sở dữ liệu liên ngành về ĐBSCL (Thủ tướng Chính phủ, 2020). Do đó, yêu cầu chuyển đổi số trong quản trị đất đai của vùng không chỉ dừng ở số hóa dữ liệu mà còn hướng tới chuẩn hóa, cập nhật, tích hợp, liên thông và khai thác dữ liệu giữa các hệ thống. Trong bối cảnh đó, mức độ ứng dụng các công nghệ số chiến lược và các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu cần được xem xét trên cơ sở bằng chứng về triển khai, vận hành và khả năng kết nối, thay vì chỉ dựa trên tiềm năng công nghệ.

3.2. Hiện trạng ứng dụng các nhóm công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL

Chuyển đổi số trong quản trị đất đai không chỉ là ứng dụng các công nghệ riêng lẻ mà còn liên quan đến dữ liệu, hạ tầng, tiêu chuẩn, nền tảng công nghệ, thể chế và năng lực tổ chức. Khung quản trị đất đai hiệu quả (FELA) của UN-GGIM nhấn mạnh các thành phần như quản trị, chính sách và pháp luật, dữ liệu, tiêu chuẩn, đổi mới sáng tạo, năng lực và giáo dục (UN-GGIM, 2020). Trên cơ sở FELA và LADM, công nghệ số được phân tích theo các chức năng chủ yếu của hệ thống quản trị đất đai, từ việc thu nhận dữ liệu, xây dựng hạ tầng và khai thác dữ liệu đến chuẩn hóa, tích hợp và chia sẻ. LADM được chuẩn hóa trong ISO 19152, cung cấp cơ sở mô hình hóa các chủ thể, quyền, trách nhiệm, hạn chế, đơn vị không gian và nguồn dữ liệu, qua đó hỗ trợ chuẩn hóa thông tin và khả năng tương tác giữa các hệ thống; tuy nhiên, LADM không tự động bảo đảm kết nối hoặc chia sẻ dữ liệu (Lemmen et al., 2015; van Oosterom & Lemmen, 2015; ISO, 2024a).

Tại ĐBSCL, chuyển đổi số trong quản trị đất đai diễn ra trong bối cảnh biến động sử dụng đất, xâm nhập mặn, sụt lún và yêu cầu phát triển bền vững ngày càng gia tăng. Trong một số nghiên cứu, viễn thám và dữ liệu không gian đã được ứng dụng để theo dõi biến động đất đai, lớp phủ, hệ thống canh tác và điều kiện thủy văn, độ mặn (Tran et al., 2015; Hoang et al., 2022; Nguyen et al., 2022). Tuy nhiên, mức độ ứng dụng công nghệ giữa các địa phương, lĩnh vực và cấp quản lý còn khác nhau. Trên cơ sở đó, trong nghiên cứu này, hiện trạng được phân tích theo bốn nhóm: (i) công nghệ thu nhận dữ liệu, (ii) hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai, (iii) công nghệ số chiến lược, (iv) các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu.

3.2.1. Công nghệ thu nhận dữ liệu

Công nghệ thu nhận dữ liệu giữ vai trò tạo lập và cập nhật dữ liệu không gian phục vụ quản trị đất đai; chất lượng và mức độ cập nhật của dữ liệu đầu vào ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng quản lý, phân tích và hỗ trợ ra quyết định (UN-GGIM, 2020; Bennett et al., 2021). Tại ĐBSCL, ba nhóm công nghệ được nghiên cứu và ứng dụng chủ yếu gồm viễn thám, hệ thống định vị vệ tinh GNSS/CORS và thiết bị bay không người lái (UAV).

Viễn thám có phạm vi ứng dụng rộng trong theo dõi biến động sử dụng đất, lập bản đồ lớp phủ, giám sát ngập, mặn và hỗ trợ quản lý tài nguyên. Trong các nghiên cứu tại ĐBSCL, ảnh vệ tinh và GIS đã được kết hợp để phân tích biến động sử dụng đất, lớp phủ và tài nguyên (Tran et al., 2015; Hoang et al., 2022; Nguyen et al., 2022). Hoang et al. (2022) cho thấy dữ liệu viễn thám đa thời gian có khả năng theo dõi biến động các loại hình sử dụng đất trong giai đoạn 2000 – 2020. Tuy nhiên, kết quả viễn thám về xâm nhập mặn cần được hiệu chỉnh và kiểm chứng bằng dữ liệu thực địa, khả năng thu nhận định kỳ cũng không đồng nghĩa với cập nhật gần thời gian thực. Các tài liệu được rà soát cho thấy sản phẩm viễn thám chủ yếu vẫn được xây dựng theo đề tài, dự án hoặc nhiệm vụ chuyên ngành, trong khi bằng chứng về tích hợp thường xuyên vào quy trình cập nhật tự động của hệ thống thông tin đất đai còn hạn chế.

GNSS/CORS được sử dụng trong đo đạc, xác định vị trí và quan trắc chuyển dịch bề mặt. Lâu và Vũ (2024) sử dụng dữ liệu CORS và phương pháp PPP để ghi nhận chuyển dịch độ cao tại một số trạm ở ĐBSCL, cho thấy tiềm năng hỗ trợ quan trắc sụt lún và đánh giá rủi ro. Tuy nhiên, kết quả tại từng trạm không thể đại diện trực tiếp cho toàn vùng do chịu ảnh hưởng của điều kiện địa chất và các yếu tố địa phương; vì vậy, GNSS/CORS cần được kết hợp với InSAR và các dữ liệu địa chất, thủy văn khác. Hiện dữ liệu GNSS/CORS chủ yếu phục vụ đo đạc và nghiên cứu chuyên ngành, chưa có nhiều bằng chứng về kết nối thường xuyên với cơ sở dữ liệu địa chính, quy hoạch và hệ thống hỗ trợ quyết định.

UAV cung cấp dữ liệu không gian độ phân giải cao, phù hợp với khảo sát, lập bản đồ, kiểm kê và các nhiệm vụ cần cập nhật chi tiết. Khuê và ctv. (2024) cho thấy ảnh UAV có thể phục vụ việc lập bản đồ tỷ lệ lớn trong giải phóng mặt bằng, trong khi Stöcker et al. (2022) ghi nhận UAV là nguồn dữ liệu bổ sung hiệu quả cho ảnh vệ tinh trong quản trị đất đai. Tuy nhiên, để chuyển từ ứng dụng theo dự án sang vận hành thường xuyên cần có quy trình thống nhất về bay, kiểm soát chất lượng, hệ tọa độ, lưu trữ, bảo mật và tích hợp dữ liệu. Tại ĐBSCL, bằng chứng hiện có chủ yếu tập trung ở khảo sát, lập bản đồ, giải phóng mặt bằng và thử nghiệm; khả năng triển khai rộng và thường xuyên trong hệ thống quản trị đất đai chưa được chứng minh đầy đủ.

Nhìn chung, công nghệ thu nhận dữ liệu là nhóm có bằng chứng ứng dụng thực tế rõ nhất trong bốn nhóm được xem xét. Tuy nhiên, viễn thám, GNSS/CORS và UAV vẫn chủ yếu được triển khai theo nhiệm vụ hoặc dự án riêng, trong khi việc tích hợp thường xuyên, tự động và thống nhất vào hệ thống quản trị đất đai còn hạn chế. Đây là điểm cần

tiếp tục hoàn thiện để chuyển từ ứng dụng công nghệ ở quy mô nhiệm vụ sang hạ tầng dữ liệu phục vụ quản trị đất đai số ở quy mô vùng.

3.2.2. Hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai

Nếu công nghệ thu nhận dữ liệu tạo lập dữ liệu đầu vào thì hạ tầng công nghệ và dữ liệu cung cấp các điều kiện để lưu trữ, quản trị, cập nhật, xử lý, cung cấp và khai thác thông tin đất đai. Theo FELA, dữ liệu, tiêu chuẩn, năng lực, thể chế và đổi mới sáng tạo là những thành phần quan trọng của quản trị đất đai hiện đại (UN-GGIM, 2020). Trong nghiên cứu này, nhóm hạ tầng công nghệ và dữ liệu được xem xét theo ba lớp phân tích: (i) GIS và các công cụ xử lý dữ liệu không gian, đại diện cho lớp công nghệ xử lý và phân tích; (ii) dữ liệu và cơ sở dữ liệu đất đai, đại diện cho lớp tài sản và hạ tầng dữ liệu; (iii) WebGIS cùng các nền tảng, dịch vụ tích hợp và chia sẻ dữ liệu, đại diện cho lớp cung cấp và khai thác dữ liệu. Cách phân chia này nhằm phân biệt vai trò của công nghệ, dữ liệu và dịch vụ trong chuỗi giá trị dữ liệu quản trị đất đai, đồng thời tạo cơ sở để đánh giá mức độ ứng dụng của từng thành phần trong cùng một khung phân tích. Đây là khung phân tích do nhóm tác giả đề xuất, không phải là phân loại chính thức của FELA.

GIS được sử dụng trong số hóa bản đồ và hồ sơ địa chính, quản lý quy hoạch, phân tích biến động sử dụng đất và đánh giá đất đai. Tại ĐBSCL, GIS thường được kết hợp với viễn thám, dữ liệu thống kê và phân tích không gian để theo dõi biến động lớp phủ, quản lý đất nông nghiệp và hỗ trợ quy hoạch (Tran et al., 2015; Hoang et al., 2022; Nguyen et al., 2022). Tuy nhiên, sự khác biệt về mô hình dữ liệu, hệ tọa độ, quy trình cập nhật, tiêu chuẩn trao đổi và cơ chế phân quyền có thể hạn chế khả năng liên thông giữa các hệ thống. Vì vậy, sự khác biệt giữa việc ứng dụng GIS với khả năng liên thông và chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống GIS cần được phân biệt.

Cơ sở dữ liệu đất đai là nguồn lực dữ liệu trung tâm, phục vụ đăng ký đất đai, quản lý biến động, khai thác và chia sẻ thông tin đất đai. Khoản 2 Điều 163 Luật Đất đai số 31/2024/QH15 (Quốc hội, 2024) quy định Hệ thống thông tin quốc gia về đất đai được xây dựng để phục vụ quản lý nhà nước về đất đai, cải cách hành chính và chuyển đổi số, đồng thời kết nối, chia sẻ dữ liệu với các cơ sở dữ liệu quốc gia, cơ sở dữ liệu của bộ, ngành và địa phương. Khoản 3 Điều 163 xác định các thành phần cơ bản của hệ thống gồm hạ tầng kỹ thuật công nghệ thông tin, phần mềm và cơ sở dữ liệu quốc gia về đất đai (Quốc hội, 2024). Dự án VILG đã hỗ trợ xây dựng cơ sở dữ liệu và hệ thống thông tin đất đai tại các địa phương tham gia. Tuy nhiên, mức độ hoàn thiện, cập nhật, duy trì và kết nối dữ liệu cần được xem xét theo điều kiện triển khai cụ thể của từng địa phương (World Bank, 2024).

Ở cấp vùng, Trung tâm Dữ liệu vùng ĐBSCL được xây dựng nhằm tích hợp dữ liệu đa ngành, đa lĩnh vực, bao gồm dữ liệu địa lý, viễn thám, tài nguyên nước, khí tượng thủy văn, biến đổi khí hậu, môi trường, đất đai, nông nghiệp, kinh tế–xã hội và quy hoạch. Trung tâm được định hướng cung cấp dữ liệu và các công cụ hỗ trợ ra quyết định, phục vụ hoạch định chính sách, quy hoạch và ứng phó với biến đổi khí hậu (Báo điện tử Chính phủ, 2024). Tuy nhiên, sự hình thành trung tâm dữ liệu vùng không mặc nhiên bảo đảm dữ liệu giữa các địa phương đã hoàn toàn đồng bộ; mức độ đồng bộ còn phụ thuộc vào việc cập nhật dữ liệu, tiêu chuẩn dữ liệu, kết nối kỹ thuật, siêu dữ liệu và quyền truy cập.

Bên cạnh GIS và cơ sở dữ liệu đất đai, WebGIS hỗ trợ trực quan hóa, công khai và chia sẻ thông tin không gian qua môi trường mạng. Tại ĐBSCL, WebGIS kết hợp với viễn thám đã được nghiên cứu để hỗ trợ giám sát và lập bản đồ chuyên đề (Le et al., 2021).

Nhìn chung, các lớp công nghệ, dữ liệu và nền tảng quản lý – chia sẻ dữ liệu tại ĐBSCL đã được triển khai ở nhiều mức độ, từ GIS, cơ sở dữ liệu đất đai đến WebGIS và trung tâm dữ liệu vùng. Trọng tâm tiếp theo không chỉ là mở rộng hệ thống mà còn là chuẩn hóa dữ liệu, nâng cao chất lượng và tính cập nhật, tăng cường liên thông, bảo đảm an toàn thông tin và phát triển các dịch vụ chia sẻ dữ liệu, hướng tới khả năng khai thác liên thông và thống nhất ở quy mô vùng.

3.2.3. Công nghệ số chiến lược

Khác với các nhóm công nghệ chủ yếu phục vụ thu nhận, lưu trữ và tổ chức dữ liệu, công nghệ số chiến lược tập trung khai thác dữ liệu để tạo thông tin, tri thức và hỗ trợ ra quyết định. Cách phân nhóm này tham chiếu Pathway 5 về đổi mới sáng tạo của FELA, trong đó đề cập đến học máy, học sâu, tự động trích xuất đối tượng và phát hiện biến động trong quản trị đất đai (UN-GGIM, 2020). Tại Việt Nam, nhóm công nghệ này gồm trí tuệ nhân tạo (AI), dữ liệu lớn (Big Data), Blockchain, điện toán đám mây (Cloud Computing), Internet vạn vật (IoT) và các công nghệ số tiên tiến khác (Thủ tướng Chính phủ, 2026). Tuy nhiên, bằng chứng về triển khai

chính thức tại ĐBSCL còn hạn chế so với GIS, viễn thám và cơ sở dữ liệu đất đai.

AI có tiềm năng hỗ trợ phân loại ảnh, phát hiện biến động, nhận dạng đối tượng và phân tích không gian. Kết quả các nghiên cứu trong nước đã chỉ ra tiềm năng cũng như những thách thức về dữ liệu, nhân lực, khả năng giải thích và các vấn đề pháp lý, đạo đức (UN-GGIM, 2020; Hải và ctv., 2025). Tuy nhiên, trong các tài liệu được rà soát, chưa có bằng chứng rõ về việc AI được vận hành thường xuyên trong hệ thống quản trị đất đai chính thức tại ĐBSCL; các ứng dụng chủ yếu vẫn ở giai đoạn nghiên cứu, thử nghiệm hoặc nhiệm vụ chuyên ngành.

Hạ tầng dữ liệu quy mô lớn tạo điều kiện cho việc phát triển các ứng dụng Big Data trong tích hợp và phân tích dữ liệu đất đai với các nguồn dữ liệu không gian, viễn thám, cảm biến và kinh tế - xã hội. Việc phát triển Trung tâm Dữ liệu vùng và Hệ thống thông tin đất đai đa mục đích (MPLIS) đang tạo nền tảng cho tích hợp và chia sẻ dữ liệu, nhưng vẫn cần tiếp tục hoàn thiện về hạ tầng, tiêu chuẩn và khả năng kết nối giữa các địa phương (Báo điện tử Chính phủ, 2024; Cục Chuyển đổi số và Thông tin dữ liệu tài nguyên môi trường, 2024). Tuy nhiên, bằng chứng về việc triển khai Big Data analytics như một năng lực vận hành thường xuyên trong quản trị đất đai tại ĐBSCL còn hạn chế.

Blockchain được nghiên cứu nhằm tăng tính minh bạch, khả năng truy xuất và xác thực giao dịch đất đai, nhưng hiệu quả phụ thuộc vào chất lượng dữ liệu, cơ chế quản trị, bảo mật và cơ sở pháp lý (Bennett et al., 2019; Alam et al., 2022). Tại Việt Nam, công nghệ này đã được nghiên cứu, xây dựng nguyên mẫu và thử nghiệm trong đăng ký biến động, giao dịch quyền sử dụng đất (Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, 2024; Tran et al., 2024). Tuy nhiên, chưa có bằng chứng cho thấy blockchain đã được tích hợp và vận hành thường xuyên trong hệ thống quản trị đất đai chính thức tại ĐBSCL; các rào cản chủ yếu liên quan đến pháp lý, dữ liệu, khả năng tích hợp, bảo mật và chi phí triển khai (Bennett et al., 2019; Alam et al., 2022).

Cloud Computing đã được định hướng và từng bước triển khai trong hạ tầng số ngành tài nguyên và môi trường, hỗ trợ lưu trữ, xử lý và chia sẻ tài nguyên tính toán; kiến trúc Hệ thống thông tin đất đai quốc gia cũng có khả năng triển khai theo mô hình điện toán đám mây (Báo điện tử Chính phủ, 2024; Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2024a; Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2024b; Cục Chuyển đổi số và Thông tin dữ liệu tài nguyên môi trường, 2024). Tuy nhiên, khả năng triển khai trên Cloud Computing với bằng chứng về vận hành thực tế trên cùng một nền tảng cần được phân biệt. Đối với ĐBSCL, Trung tâm Dữ liệu vùng đã hỗ trợ tích hợp, chia sẻ và phân tích dữ liệu đa ngành, nhưng bằng chứng về khai thác Cloud Computing cho các bài toán phân tích nâng cao trong quản trị đất đai vẫn hạn chế (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2025).

IoT và Digital Twin là những hướng công nghệ mới có tiềm năng bổ sung dữ liệu thời gian thực và mô phỏng các biến động liên quan đến đất đai, nước, nông nghiệp và môi trường, như thay đổi sử dụng đất, mực nước, xâm nhập mặn và hoạt động canh tác. IoT có thể hỗ trợ thu nhận dữ liệu về mực nước, độ mặn, độ ẩm và điều kiện canh tác, trong khi Digital Twin có khả năng tích hợp dữ liệu cảm biến, dữ liệu không gian và mô hình dự báo (Neves et al., 2022; Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2025; Cục Quản lý tài nguyên nước, 2026). Tuy nhiên, các tài liệu được rà soát chưa cho thấy bằng chứng về việc hai công nghệ này đã được tích hợp và vận hành thường xuyên trong hệ thống quản trị đất đai chính thức tại ĐBSCL.

Nhìn chung, công nghệ số chiến lược hiện chủ yếu ở giai đoạn nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng cục bộ; trong đó, Cloud Computing và Big Data có nền tảng phát triển rõ hơn, còn AI, Blockchain, IoT và Digital Twin chưa có bằng chứng đầy đủ về vận hành thường xuyên trong hệ thống quản trị đất đai. Việc mở rộng các công nghệ này vẫn phụ thuộc vào chất lượng dữ liệu, tiêu chuẩn, thể chế, năng lực và khả năng duy trì hệ thống (Bennett et al., 2021; FAO et al., 2022).

3.2.4. Các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu

Các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu có chức năng chuẩn hóa, kết nối, trao đổi, chia sẻ và quản trị dữ liệu giữa các thành phần của hệ thống quản trị đất đai. Cách tiếp cận này phù hợp với FELA, trong đó dữ liệu, tiêu chuẩn, thể chế, năng lực, đổi mới sáng tạo và quan hệ đối tác là những thành phần quan trọng của quản trị đất đai hiện đại (UN-GGIM, 2020). Tuy nhiên, FELA không quy định một kiến trúc kỹ thuật cụ thể; do đó, nhóm "các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu" được sử dụng trong nghiên cứu này như một khung phân tích do tác giả đề xuất.

LADM là một mô hình tham chiếu quan trọng cho chuẩn hóa thông tin đất đai, mô tả các chủ thể, quyền – trách nhiệm – hạn chế, đơn vị không gian, nguồn dữ liệu và các thành phần cơ bản của quản trị

đất đai (ISO, 2012; Lemmen et al., 2015). LADM không phải là phần mềm cơ sở dữ liệu và không tự động bảo đảm khả năng liên thông, mà cung cấp cơ sở khái niệm và cấu trúc thông tin để hỗ trợ thiết kế, ánh xạ và trao đổi dữ liệu giữa các hệ thống. LADM Edition II tiếp tục mở rộng phạm vi sang đăng ký đất đai, không gian biển, định giá và quy hoạch không gian; đến năm 2025, năm phần đầu tiên đã được công bố thành các tiêu chuẩn ISO (ISO, 2024a, 2024b, 2025a, 2025b, 2025c; van Oosterom et al., 2025). Tuy nhiên, chưa có đủ bằng chứng cho thấy LADM Edition II đã được áp dụng thống nhất trong các hệ thống thông tin đất đai tại Việt Nam hoặc ĐBSCL.

Bên cạnh mô hình dữ liệu, siêu dữ liệu và các nguyên tắc FAIR góp phần nâng cao khả năng tìm kiếm, truy cập, tương tác và tái sử dụng dữ liệu. Các tiêu chuẩn ISO 19115 hỗ trợ mô tả nguồn gốc, nội dung, phạm vi, hệ quy chiếu, chất lượng và thời điểm cập nhật của dữ liệu địa lý (ISO, 2014, 2019), trong khi FAIR cung cấp khung tham chiếu bổ trợ cho quản lý và chia sẻ dữ liệu (Wilkinson et al., 2016). Tuy nhiên, các công cụ này cần được triển khai đồng thời với yêu cầu về bảo mật, quyền riêng tư, phân quyền và quản trị dữ liệu.

Hạ tầng dữ liệu không gian (SDI) tạo môi trường thể chế, kỹ thuật và tổ chức cho thu nhận, quản lý, chia sẻ và khai thác dữ liệu không gian, bao gồm chính sách, tiêu chuẩn, dữ liệu, công nghệ, dịch vụ và nguồn nhân lực (Mohammadi et al., 2008; Williamson et al., 2010). Tại ĐBSCL, Trung tâm Dữ liệu vùng được định hướng tích hợp dữ liệu đất đai, nền địa lý, viễn thám, tài nguyên nước, biến đổi khí hậu và kinh tế – xã hội; một số dữ liệu đất đai đã được giới thiệu dưới dạng dịch vụ bản đồ, cho thấy bước đầu hình thành cơ chế chia sẻ dữ liệu không gian ở quy mô vùng (Báo điện tử Chính phủ, 2024). Tuy nhiên, chưa đủ bằng chứng để khẳng định các địa phương đã áp dụng thống nhất tiêu chuẩn dịch vụ không gian hoặc hình thành một SDI cấp vùng vận hành đồng bộ.

API, dữ liệu mở và kiến trúc tích hợp tiếp tục giữ vai trò quan trọng trong kết nối cơ sở dữ liệu đất đai với các hệ thống thông tin khác. Tại Việt Nam, cơ chế kết nối và khai thác dữ liệu đất đai đã từng bước được thể chế hóa thông qua các nền tảng và dịch vụ chia sẻ dữ liệu, trong đó có API, NDXP (National Data Exchange Platform – Nền tảng tích hợp, chia sẻ dữ liệu quốc gia, được phát triển trong hệ thống hạ tầng số quốc gia, phục vụ kết nối, tích hợp, chia sẻ dữ liệu giữa các bộ, ngành, địa phương) và cơ chế kết nối, khai thác dữ liệu thông tin Giấy chứng nhận quyền sử dụng đất (Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2026). Các kiến trúc SOA và microservices cũng có thể hỗ trợ tái sử dụng dịch vụ và mở rộng hệ thống (Erl, 2005; Newman, 2021). Tuy nhiên, mức độ liên thông giữa các địa phương và khả năng cung cấp dữ liệu mở vẫn cần được đánh giá thêm.

Nhìn chung, khả năng chuẩn hóa, kết nối và chia sẻ dữ liệu vẫn là điểm cần tiếp tục hoàn thiện trong chuyển đổi số quản trị đất đai tại ĐBSCL. Mặc dù cơ sở dữ liệu đất đai và các quy trình điện tử đã được mở rộng nhưng mức độ hoàn thiện và khai thác giữa các địa phương chưa đồng đều (Cục Quản lý đất đai, 2026). Vì vậy, ưu tiên không chỉ là việc áp dụng các tiêu chuẩn riêng lẻ mà còn phải bảo đảm khả năng ánh xạ dữ liệu, chất lượng siêu dữ liệu, phân quyền, bảo mật, duy trì dịch vụ kết nối và phối hợp giữa các cơ quan, đặc biệt khi tích hợp dữ liệu đất đai với quy hoạch, tài nguyên nước, môi trường và nông nghiệp ở quy mô vùng.

3.3. Đánh giá hiện trạng ứng dụng công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL

Trên cơ sở kết quả tổng hợp tại mục 3.2 và các tiêu chí đánh giá tại mục 2.4, mức độ ứng dụng của bốn nhóm công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL đã được phân loại. Kết quả được tổng hợp tại Bảng 2.

Kết quả tổng hợp cho thấy mức độ ứng dụng công nghệ số có sự phân hóa rõ giữa các nhóm công nghệ. Công nghệ thu nhận dữ liệu được đánh giá ở mức cao về mức độ triển khai và hiện diện thực tế, phản ánh phạm vi sử dụng tương đối rộng trong đo đạc, lập bản đồ, quan trắc và giám sát biến động. Tuy nhiên, mức độ ứng dụng này chủ yếu thể hiện qua bằng chứng về triển khai và vận hành, trong khi khả năng tích hợp thường xuyên vào quy trình cập nhật cơ sở dữ liệu đất đai vẫn chưa đồng đều. Mức cao ở đây phản ánh mức độ triển khai và vận hành, chưa phản ánh mức độ tích hợp hệ thống. Nhóm hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai đạt mức trung bình. GIS, cơ sở dữ liệu đất đai, WebGIS và các nền tảng dữ liệu vùng đã được hình thành và triển khai ở nhiều mức độ khác nhau; tuy nhiên, chất lượng dữ liệu, tính cập nhật, mức độ chuẩn hóa và khả năng liên thông giữa các hệ thống chưa thống nhất. Kết quả này cho thấy nền tảng công nghệ và dữ liệu cơ bản đã được hình thành, nhưng khả năng kết nối và khai thác dữ liệu thống nhất ở quy mô vùng vẫn còn hạn chế.

Bảng 2. Đánh giá hiện trạng ứng dụng các nhóm công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL dựa trên bằng chứng thứ cấp

Nhóm công nghệ	Triển khai và vận hành	Tích hợp	Kết nối, liên thông và chia sẻ	Trạng thái bằng chứng	Mức độ ứng dụng
1. Công nghệ thu nhận dữ liệu (viễn thám, GNSS/CORS, UAV)	Có bằng chứng về ứng dụng viễn thám, GNSS/CORS và UAV trong đo đạc, lập bản đồ, quan trắc và giám sát biến động đất đai tại ĐBSCL. Viễn thám được sử dụng trong nghiên cứu biến động theo chuỗi thời gian; GNSS/CORS phục vụ quan trắc chuyển dịch; UAV hỗ trợ khảo sát và thành lập bản đồ phục vụ giải phóng mặt bằng (Tran et al., 2015; Hoang et al., 2022; Nguyen et al., 2022; Khuê và ctv., 2024; Lâu & Vũ, 2024).	Có khả năng cung cấp dữ liệu đầu vào, nhưng tích hợp thường xuyên và tự động vào cơ sở dữ liệu đất đai còn hạn chế.	Có khả năng tích hợp với GIS và các nguồn dữ liệu khác, nhưng liên thông và chia sẻ dữ liệu ở quy mô vùng còn hạn chế.	Triển khai và vận hành là chủ yếu; một phần còn thử nghiệm, nghiên cứu	Cao
2. Hạ tầng công nghệ và dữ liệu phục vụ quản trị đất đai (GIS, CSDL đất đai WebGIS…)	GIS và cơ sở dữ liệu đất đai đã được triển khai tại nhiều địa phương; VILG hỗ trợ xây dựng và hoàn thiện cơ sở dữ liệu, hệ thống thông tin đất đai. Một số nền tảng WebGIS và Trung tâm Dữ liệu vùng ĐBSCL đang được hình thành hoặc vận hành ở các mức độ khác nhau.	Đã hình thành các hệ thống và nền tảng quản lý, cập nhật và khai thác dữ liệu, nhưng chất lượng, mức độ cập nhật và khả năng duy trì còn khác nhau giữa các địa phương.	Đã có cơ chế kết nối, tích hợp và chia sẻ dữ liệu, nhưng mức độ liên thông giữa các địa phương, ngành và hệ thống còn chưa đồng bộ	Đã triển khai, vận hành một phần đang hoàn thiện	Trung bình
3. Công nghệ số chiến lược (AI, Big Data, Blockchain, Cloud Computing, IoT, Digital Twin)	Phần lớn bằng chứng tại Việt Nam và ĐBSCL mới ở mức nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng cục bộ; AI và Blockchain chủ yếu ở giai đoạn nghiên cứu, trong khi Big Data, Cloud Computing IoT và Digital Twin mới bước đầu được phát triển và thử nghiệm (Bennett et al., 2019, 2021; Alam et al., 2022; Neves et al., 2022; Tran et al., 2024; Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2025; Hải và ctv., 2025).	Chưa có đủ bằng chứng về việc tích hợp thường xuyên các công nghệ này vào CSDL, hệ thống thông tin hoặc quy trình quản trị đất đai chính thức tại ĐBSCL.	Chưa có đủ bằng chứng về vận hành liên thông và chia sẻ dữ liệu thường xuyên giữa các hệ thống ứng dụng các công nghệ này trong quản trị đất đai.	Chủ yếu ở mức nghiên cứu, thử nghiệm và định hướng; ứng dụng thực tế còn hạn chế.	Thấp
4. Các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên	LADM, các tiêu chuẩn ISO, SDI, siêu dữ liệu và API đã được tham chiếu trong	Đã có cơ sở về mô hình hóa, chuẩn hóa và	Đã có cơ chế kết nối thông qua nền tảng,	Đã có khung chuẩn và	Thấp

Nhóm công nghệ	Triển khai và vận hành	Tích hợp	Kết nối, liên thông và chia sẻ	Trạng thái bằng chứng	Mức độ ứng dụng
thông dữ liệu (LADM, ISO 19115, OGC, API, SDI, siêu dữ liệu)	chuẩn hóa, kết nối và tích hợp hệ thống; tuy nhiên, việc áp dụng thống nhất LADM, OGC và các tiêu chuẩn liên quan trên phạm vi ĐBSCL còn hạn chế (ISO, 2012, 2014, 2019, 2024a, 2024b, 2025a, 2025c; Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2026).	kiến trúc tích hợp; tuy nhiên, mức độ chuẩn hóa siêu dữ liệu và tích hợp giữa các hệ thống chưa đầy đủ.	dịch vụ và API; tuy nhiên, liên thông giữa các địa phương và SDI cấp vùng chưa đồng bộ.	triển khai bước đầu, nhưng vận hành đồng bộ còn hạn chế	

Trong khi đó, công nghệ số chiến lược và các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu đều đạt mức thấp. AI, Big Data, Blockchain, Cloud Computing và IoT hiện chủ yếu được ghi nhận ở nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng cục bộ, chưa có đủ bằng chứng về vận hành thường xuyên trong các hệ thống quản trị đất đai chính thức. Đối với các thành phần hỗ trợ chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu, LADM, các tiêu chuẩn dữ liệu, siêu dữ liệu, API và SDI đã tạo cơ sở cho chuẩn hóa, kết nối và chia sẻ dữ liệu, nhưng việc áp dụng thống nhất giữa các hệ thống và địa phương chưa được chứng minh đầy đủ.

Nhìn tổng thể, điểm nghẽn của chuyển đổi số quản trị đất đai tại ĐBSCL không chỉ nằm ở khả năng tạo lập dữ liệu mà ngày càng tập trung vào chất lượng, tính cập nhật, chuẩn hóa, tích hợp và liên thông dữ liệu. Những hạn chế này xuất phát từ nhiều nguyên nhân. Thứ nhất, dữ liệu đất đai tại các địa phương được hình thành qua nhiều giai đoạn, với mô hình dữ liệu, hệ tọa độ và quy trình cập nhật khác nhau giữa các hệ thống (World Bank, 2024). Thứ hai, sự khác biệt về nhà cung cấp, thời điểm đầu tư và nguồn hỗ trợ dẫn đến việc sử dụng nhiều nền tảng phần mềm, gây khó khăn cho việc trao đổi dữ liệu giữa các hệ thống ngay cả khi dữ liệu đã được số hóa. Thứ ba, chất lượng, tính đầy đủ và mức độ cập nhật dữ liệu chưa đồng đều do khác biệt về nguồn lực đầu tư, nhân lực và quy trình kiểm soát chất lượng (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2024a). Thứ tư, trách nhiệm quản lý dữ liệu còn phân tán giữa nhiều cấp và cơ quan, trong khi cơ chế phối hợp và chuẩn dữ liệu dùng chung chưa đầy đủ. Các nguyên nhân này có thể xuất hiện đồng thời với mức độ khác nhau tại từng địa phương; do đó, giải pháp phù hợp với điều kiện và mức độ sẵn sàng của từng hệ thống cần được lựa chọn.

Những hạn chế trên cho thấy chuyển đổi số trong quản trị đất đai đang chuyển từ trọng tâm số hóa và mở rộng hệ thống sang yêu cầu cao hơn về quản trị dữ liệu và kết nối hệ thống. Vì vậy, giai đoạn tiếp theo cần ưu tiên chuẩn hóa và tích hợp dữ liệu đất đai, hoàn thiện cơ chế quản trị dữ liệu, tăng cường liên thông giữa các hệ thống và từng bước triển khai các công nghệ số chiến lược trên nền tảng dữ liệu thống nhất.

3.4. Định hướng phát triển hệ sinh thái công nghệ số trong quản trị đất đai

Kết quả phân tích cho thấy chuyển đổi số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL đã có những bước tiến về thu nhận và xây dựng dữ liệu, nhưng mức độ chuẩn hóa, tích hợp, liên thông và khai thác dữ liệu còn chưa đồng đều. Vì vậy, định hướng phát triển trong giai đoạn tới không nên chỉ tập trung vào việc bổ sung công nghệ mới, mà trước hết cần hoàn thiện các điều kiện nền tảng để dữ liệu đất đai có thể được chuẩn hóa, kết nối, chia sẻ và khai thác hiệu quả. Trên cơ sở đó, ba nhóm ưu tiên có quan hệ kế tiếp nhau đã được đề xuất, bao gồm: (i) chuẩn hóa và quản trị dữ liệu; (ii) liên thông và chia sẻ dữ liệu; và (iii) khai thác dữ liệu nâng cao.

3.4.1. Chuẩn hóa và quản trị dữ liệu

Trước hết, nền tảng dữ liệu và cơ chế quản trị dữ liệu đất đai cần được hoàn thiện. Mặc dù dữ liệu đã được số hóa và xây dựng tại nhiều địa phương nhưng sự khác biệt về mô hình dữ liệu, chất lượng, mức độ cập nhật và phương thức quản lý vẫn ảnh hưởng đến khả năng sử dụng thống nhất. Do đó, việc chuẩn hóa mô hình dữ liệu, siêu dữ liệu, quy trình cập nhật và kiểm soát chất lượng cần được ưu tiên; đồng thời, trách nhiệm của các cơ quan cần được xác định rõ trong việc tạo lập, cập nhật, kiểm tra và quản trị dữ liệu.

Trong định hướng này, LADM có thể được sử dụng làm mô hình tham chiếu cho việc chuẩn hóa cấu trúc thông tin và mô tả các mối quan hệ trong quản trị đất đai (ISO, 2012; Lemmen et al., 2015).

Đồng thời, việc áp dụng các tiêu chuẩn về siêu dữ liệu và quy trình kiểm soát chất lượng có thể nâng cao khả năng tìm kiếm, đánh giá, cập nhật, trao đổi và tái sử dụng dữ liệu. Cách tiếp cận này phù hợp với định hướng về khu vực công dựa trên dữ liệu, trong đó dữ liệu được xem là tài sản chiến lược cần được quản trị an toàn, có trách nhiệm và có khả năng tái sử dụng (OECD, 2024; Wilkinson et al., 2016).

3.4.2. Liên thông và chia sẻ dữ liệu

Sau khi củng cố nền tảng dữ liệu, ưu tiên tiếp theo là tăng cường kết nối, liên thông và chia sẻ giữa các hệ thống. Đây là yêu cầu chung trong quản trị đất đai, nhưng có ý nghĩa đặc biệt đối với ĐBSCL, nơi quản trị đất đai gắn chặt với quy hoạch, nông nghiệp, tài nguyên nước, môi trường, xây dựng và phát triển đô thị, trong bối cảnh quy mô sản xuất nông nghiệp lớn, biến động sử dụng đất cao và tác động ngày càng rõ của biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn và sụt lún. Vì vậy, các cơ chế và tiêu chuẩn kết nối cần được hoàn thiện từng bước, bao gồm SDI, tiêu chuẩn OGC, API và WebGIS, theo hướng tăng cường khả năng tương tác và chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống.

Đối với ĐBSCL, liên thông dữ liệu cần hướng tới các bài toán quản trị có tính liên ngành và liên vùng, trong đó dữ liệu đất đai có khả năng kết nối với dữ liệu quy hoạch, thủy văn, ngập lũ, xâm nhập mặn, dân cư và kinh tế - xã hội. Mục tiêu không chỉ là chia sẻ dữ liệu mà còn hình thành khả năng tương tác và khai thác dữ liệu liên ngành phục vụ quản trị đa mục tiêu (UN-GGIM, 2020; World Bank, 2022).

3.4.3. Khai thác dữ liệu nâng cao

Trên nền tảng dữ liệu được chuẩn hóa và các hệ thống có khả năng liên thông, AI, Big Data, IoT, Cloud Computing và Blockchain có thể từng bước được mở rộng để hỗ trợ phân tích, dự báo, giám sát và ra quyết định. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu cho thấy các công nghệ này hiện chủ yếu mới được nghiên cứu, thử nghiệm hoặc ứng dụng ở phạm vi nhất định, trong khi bằng chứng về việc tích hợp thường xuyên vào các hệ thống quản trị đất đai chính thức còn hạn chế. Do đó, việc thử nghiệm có trọng điểm, đánh giá hiệu quả và từng bước mở rộng trên các cơ sở dữ liệu và quy trình đã được chuẩn hóa cần được ưu tiên, thay vì triển khai đồng loạt.

3.4.4. Lựa chọn mô hình triển khai và đồng bộ hóa hệ thống

Các định hướng trên cần được triển khai phù hợp với hiện trạng công nghệ và dữ liệu của từng địa phương. Đối với những địa phương có hệ thống phân tán, lạc hậu hoặc chưa đầu tư đáng kể, có thể cân nhắc thống nhất nền tảng công nghệ và cơ sở dữ liệu dùng chung ở phạm vi phù hợp, đồng thời từng bước chuyển đổi từ các hệ thống hiện có. Hướng này có thể giảm sự khác biệt về công nghệ và thuận lợi cho đồng bộ dữ liệu, nhưng đòi hỏi nguồn lực đầu tư lớn, thời gian chuyển đổi và chi phí chuyển đổi dữ liệu.

Đối với những địa phương đã đầu tư và đang vận hành các hệ thống riêng, có thể ưu tiên chuẩn hóa và kết nối các hệ thống hiện có thay vì thay thế toàn bộ phần mềm. Theo hướng này, các hệ thống được thống nhất về mô hình dữ liệu, tiêu chuẩn siêu dữ liệu và yêu cầu trao đổi dữ liệu, đồng thời kết nối thông qua API hoặc nền tảng trung gian phù hợp với kiến trúc dữ liệu dùng chung. Cách tiếp cận này cho phép triển khai theo lộ trình và hạn chế chi phí thay thế hệ thống, nhưng cần có quy định về tiêu chuẩn kết nối và cơ chế giám sát việc tuân thủ.

Hai hướng trên không loại trừ nhau và có thể được áp dụng ở các mức độ khác nhau tùy điều kiện thực tế. Quan trọng hơn, đồng bộ hóa dữ liệu không nhất thiết đồng nghĩa với việc sử dụng một phần mềm duy nhất; khả năng đồng bộ có thể được bảo đảm thông qua thống nhất mô hình dữ liệu, tiêu chuẩn siêu dữ liệu, quy tắc cập nhật và giao diện trao đổi dữ liệu giữa các hệ thống. Do đó, bên cạnh giải pháp kỹ thuật, cần xác định rõ cơ quan chịu trách nhiệm, nguồn dữ liệu chính thức, tần suất cập nhật, yêu cầu chất lượng và quy trình kiểm soát dữ liệu. Đây là điều kiện để chuyển từ các hệ thống số hóa riêng lẻ sang hệ sinh thái dữ liệu có khả năng kết nối, chia sẻ và khai thác thống nhất.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cung cấp cách tiếp cận để nhận diện và đánh giá ứng dụng công nghệ số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL trên cơ sở tham chiếu khung quản trị FELA và mô hình thông tin LADM. Kết quả góp phần làm rõ yêu cầu chuyển từ số hóa dữ liệu và ứng dụng công nghệ đơn lẻ sang quản trị dựa trên dữ liệu có tính chuẩn hóa, tích hợp và liên thông. Đồng thời, kết quả nghiên cứu cũng cung cấp cơ sở tham khảo cho hoạch định chính sách và triển khai chuyển đổi số trong quản trị đất đai tại ĐBSCL. Bên cạnh đó, kết quả cũng đã giúp gợi mở hướng nghiên cứu tiếp theo về việc xây dựng và kiểm chứng bộ tiêu chí đánh giá năng lực của hệ sinh thái công nghệ và dữ liệu trong quản trị đất đai số thông qua khảo sát định lượng tại các Sở Nông nghiệp và Môi trường và các cơ quan quản lý ở các tỉnh, thành trong vùng ĐBSCL.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Alam, S. M., Shadab, A. R., Qamar, S., Mohammed, N. S., & Shabbir, M. A. (2022). Current status, requirements, and challenges of blockchain application in land registry. *International Journal of Information Retrieval Research (IJIRR)*, *12*(2), 1-20. https://doi.org/10.4018/IJIRR.299934

Báo điện tử Chính phủ. (2024). *Từng bước chuẩn bị vận hành Trung tâm dữ liệu vùng ĐBSCL*. https://baochinhphu.vn/tung-buoc-chuan-bi-van-hanh-trung-tam-du-lieu-vung-dbscl-102240618162448289.htm

Bennett, R. M., Pickering, M., & Sargent, J. (2019). Transformations, transitions, or tall tales? A global review of the uptake and impact of NoSQL, blockchain, and big data analytics on the land administration sector. *Land Use Policy*, *83*, 435–448. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.016

Bennett, R. M., Unger, E. M., Lemmen, C., & Dijkstra, P. (2021). Land administration maintenance: A review of the persistent problem and emerging fit-for-purpose solutions. *Land*, *10*(5), 509. https://doi.org/10.3390/land10050509

Bộ Chính trị. (2024). *Nghị quyết về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia* (Số 57-NQ/TW). https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/he-thong-van-ban/van-ban-cua-dang/nghi-quyet-so-57-nqtw-ngay-22122024-cua-bo-chinh-tri-ve-dot-pha-phat-trien-khoa-hoc-cong-nghe-doi-moi-sang-tao-va-chuyen-11162

Bộ Công an & Bộ Nông nghiệp và Môi trường. (2025). *Kế hoạch triển khai thực hiện chiến dịch làm giàu, làm sạch cơ sở dữ liệu quốc gia về đất đai* (Số 515/KH-BCA-BNN&MT). https://botruong.mae.gov.vn/noidung/Lists/VanBanDieuHanh/Attachments/43/KH%20515%20KH%20l%C3%A0m%20gi%C3%A0u%20d%E1%BB%AF%20li%E1%BB%87u%20%C4%91%E1%BA%A5t%20%C4%91ai.pdf

Bộ Nông nghiệp và Môi trường. (2025). *Ứng dụng Digital Twin trong đo đạc địa chính và cấp Giấy chứng nhận quyền sử dụng đất*. https://tailieuhoinghi.mae.gov.vn/Data/files/HoiNghiCDS2025/Viettel-Hoi%20thao%20ve%20nganh%20TNMT-12-2025_V1.pdf

Bộ Nông nghiệp và Môi trường. (2026). *Quyết định về hướng dẫn kết nối khai thác dữ liệu thông tin Giấy chứng nhận quyền sử dụng đất* (Số 441/QĐ-BNNMT). https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbpq/2026/01/441-bnnmt.pdf

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2024a). *Bộ Tài nguyên và Môi trường quyết tâm hoàn thành tốt công tác chuyển đổi số trong ngành*. https://vasi.mae.gov.vn/chien-luoc-ke-hoach-quy-hoach/bo-tai-nguyen-va-moi-truong-quyet-tam-hoan-thanh-tot-cong-tac-chuyen-doi-so-trong-nganh-1668.htm

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2024b). *Thông tư về nội dung, cấu trúc, kiểu thông tin cơ sở dữ liệu quốc gia về đất đai và yêu cầu kỹ thuật đối với phần mềm ứng dụng của Hệ thống thông tin quốc gia về đất đai* (Số 09/2024/TT-BTNMT). https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbpq/2024/8/09-btnmt.pdf

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2025). *"Trái tim số" Trung tâm Dữ liệu vùng đồng bằng sông Cửu Long*. https://nawapi.gov.vn/tin-tuc/24/trai-tim-so-trung-tam-du-lieu-vung-dong-bang-song-cuu-long-1767667595.html

Cục Chuyển đổi số và Thông tin dữ liệu tài nguyên môi trường. (2024). *Báo cáo tình hình, kết quả triển khai chuyển đổi số của Bộ Tài nguyên và Môi trường tháng 08/2024 và kế hoạch thực hiện các tháng tiếp theo*. https://tailieuhoinghi.mae.gov.vn/Data/files/2024_VP%20Bo/Giao%20ban%20L%C4%90B%20T8/Bao%20cao%20chuyen%20de%20Cuc%20CDS%20TTDL%20TNMT.pdf

Cục Quản lý đất đai. (2026). *Hoàn thành số hóa 68,2 triệu thửa đất, đạt 68% khối lượng sau 6 tháng*. https://qldd.mae.gov.vn/Pages/chi-tiet-tin-tuc.aspx?ItemID=3606

Cục Quản lý tài nguyên nước. (2026). *Giải pháp giám sát xâm nhập mặn thông minh phục vụ quản lý tài nguyên nước*. https://dwrm.mae.gov.vn/khoa-hoc--cong-nghe/giai-phap-giam-sat-xam-nhap-man-thong-minh-phuc-vu-quan-ly-tai-nguyen-nuoc-16167.htm

Cục Thông tin khoa học và công nghệ quốc gia. (2024). *Nghiên cứu xây dựng hệ thống cung cấp dịch vụ công trực tuyến trong lĩnh vực quản lý đất đai ứng dụng công nghệ chuỗi khối*. https://www.vista.gov.vn/vi/news/ket-qua-nghien-cuu-trien-khai/nghien-cuu-xay-dung-he-thong-cung-cap-dich-vu-cong-truc-tuyen-trong-linh-vuc-quan-ly-dat-dai-ung-dung-cong-nghe-chuoi-khoi-8583.html

Erl, T. (2005). *Service-oriented architecture: Concepts, technology, and design.* Prentice Hall.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Economic Commission for Europe, & International Federation of Surveyors. (2022). *Digital transformation and land administration – Sustainable practices from*

the UNECE region and beyond (FIG Publication No. 80). FAO. https://doi.org/10.4060/cc1908en

Hải, N. T., Nam, N. P., & Hoa, T. M. (2025). Chuyển đổi số quản lý đất đai với AI: Thách thức và triển vọng tại Việt Nam. *Tạp chí Môi trường*, *27*(4), 30–34. https://vjol.info.vn/mt/article/view/123503

Hoang, T. D. V., Tran, D. D., Schenk, A., Nguyen, C. P., Vu, H. L., Oberle, P., Trinh, V. C., & Nestmann, F. (2022). Land use change in the Vietnamese Mekong Delta: New evidence from remote sensing. *Science of the Total Environment*, *813*, 151918. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151918

ISO. (2012). *ISO 19152:2012 Geographic information—Land Administration Domain Model (LADM).* ISO.

ISO. (2014). *ISO 19115:2014 Geographic information—Metadata—Part 1: Fundamentals.* ISO.

ISO. (2019). *ISO 19115-2:2019 Geographic information-Metadata-Part 2: Extensions for acquisition and processing*. ISO.

ISO. (2024a). *ISO 19152-1:2024 Geographic information—Land Administration Domain Model (LADM)—Part 1: Generic conceptual model*. ISO

ISO. (2024b). *ISO 19152-3:2024 Geographic information—Land Administration Domain Model (LADM)—Part 3: Marine georegulation*. ISO.

ISO. (2025a). *ISO 19152-2:2025 Geographic information—Land Administration Domain Model (LADM)—Part 2: Land registration*. ISO

ISO. (2025b). *ISO 19152-4:2025 Geographic information—Land Administration Domain Model (LADM)—Part 4: Valuation information*. ISO

ISO. (2025c). *ISO 19152-5:2025 Geographic information—Land Administration Domain Model (LADM)—Part 5: Spatial plan information*. ISO

Kara, A., Lemmen, C., van Oosterom, P. J. M., Kalogianni, E., Alattas, A., & Indrajit, A. (2024). Design of the new structure and capabilities of LADM edition II including 3D aspects. *Land Use Policy*, *137*, 107003. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.107003

Khuê, P., Phương, T., Lộc, N., & Tính, T. (2024). Ứng dụng công nghệ máy bay không người lái (UAV) trong thành lập bản đồ phục vụ công tác giải phóng mặt bằng. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, *21*(1), 65–77. https://vie.vjas.vn/index.php/vjasvn/article/view/1101

Lâu, N. N., & Vũ, Đ. T. (2024). Xác định vận tốc chuyển dịch mảng kiến tạo bằng PPP cho một số trạm CORS ở Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2019–2023. *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*, *60*, 1–9. https://doi.org/10.54491/jgac.2024.60.723

Le, V. T., & Dao, M. T. (2018). Web GIS solution for monitoring the forest-cover in the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Geographic Information System*, *10*(5), 491–502. https://doi.org/10.4236/jgis.2018.105026

Le, V. T., Le, N. L., & Dao, M. T. (2021). Web GIS and remote sensing solutions for monitoring and thematic mapping in the Mekong Delta region. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 652 (1), Article 012023). IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/652/1/012023

Lemmen, C. H. J., van Oosterom, P. J. M., & Bennett, R. M. (2015). The land administration domain model. *Land Use Policy*, *49*, 535–545. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014

Mohammadi, H., Rajabifard, A., & Williamson, I. (2008). Spatial data integrability and interoperability in the context of SDI. In L. Bernard, A. Friis-Christensen, & H. Pundt (Eds.), *The European information society: Taking geoinformation science one step further* (pp. 401–413). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-78946-8_21

Neves, R. M., Santos, P. A., Java, O., Priebe, T., Graça, E., Sárközi, E., Asprion, B., & Gómez, R. P.-B. (2022). Towards digital twins for multi-sensor land and plant monitoring. *Procedia Computer Science*, *210*, 45–52. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.118

Newman, S. (2021). *Building microservices* (2nd ed.). O'Reilly Media.

Nguyen, H., Phan, V. P., & Nguyen, T. H. D. (2022). Monitoring 15-year land use/land cover change in the Vietnamese Mekong Delta. *Dong Thap University Journal of Science*, *11*(5), 93–103. https://doi.org/10.52714/dthu.11.5.2022.985

OECD. (2019). *The path to becoming a data-driven public sector*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/059814a7-en

OECD. (2020). *The OECD digital government policy framework: Six dimensions of a digital government*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/f64fed2a-en

OECD. (2024). "*2023 OECD Digital Government Index: Results and key findings*", OECD Public Governance Policy Papers, No. 44, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/1a89ed5e-en.

Quốc hội. (2024). *Luật Đất đai* (Số 31/2024/QH15). Nhà xuất bản Chính trị quốc gia Sự thật.

Smajgl, A., Toan, T. Q., Nhan, D. K., Ward, J. R., Trung, N. H., Tri, L. Q., Dung, N. H., & Vu, P. T. (2015). Responding to rising sea levels in the Mekong Delta. *Nature Climate Change*, *5*(2), 167–174. https://doi.org/10.1038/nclimate2469

Stöcker, C., Bennett, R., Koeva, M., Nex, F., & Zevenbergen, J. (2022). Scaling up UAVs for land administration: Towards the plateau of productivity. *Land Use Policy*, *114*, 105930. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105930

Thủ tướng Chính phủ. (2020). *Quyết định phê duyệt Đề án "Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu liên ngành về đồng bằng sông Cửu Long phục vụ phát triển bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu"* (Số 1619/QĐ-TTg). https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbpq/2020/10/1619.signed.pdf

Thủ tướng Chính phủ. (2026). *Quyết định ban hành Danh mục công nghệ chiến lược và Danh mục sản phẩm công nghệ chiến lược* (Số 21/2026/QĐ-TTg). https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbpq/2026/4/21-qd-ttg.signed.pdf

Tran, H., Tran, T., & Kervyn, M. (2015). Dynamics of land cover/land use changes in the Mekong Delta, 1973–2011: A remote sensing analysis of the Tran Van Thoi District, Ca Mau Province, Vietnam. *Remote Sensing*, *7*(3), 2899–2925. https://doi.org/10.3390/rs70302899

Tran, N. H., Pham, B. G., Nguyen, Q.-B., Le, H., Le, D.-H., & Dinh, D. H. (2024). Leveraging blockchain technology in smart land management. *Tra Vinh University Journal of Science*, *14*(4), 66–83. https://doi.org/10.35382/TVUJS.14.4.2024.92

UN-GGIM. (2020). *Framework for Effective Land Administration (FELA).* https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/10th-Session/documents/E-C.20-2020-29-Add_2-Framework-for-Effective-Land-Administration.pdf

van Oosterom, P., & Lemmen, C. (2015). The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy*, *49*, 527–534. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.011

van Oosterom, P. J. M., Kara, A., & Lemmen, C. H. J. (2025). The first five parts of LADM Edition II have been published as ISO standards now. In *Proceedings of the 13th International FIG Workshop on Land Administration Domain Model & 3D Land Administration*. (Vol. 3, pp. 1–26). FIG Brazil Joint Land Administration Conference. https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/fig/article/view/8753

Vũ, P. T., Nguyện, P. C., Huy, V. T., & Minh, V. Q. (2016). Tác động của mặn và ngập theo kịch bản biến đổi khí hậu đến tiềm năng thích nghi đất đai vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, (CĐ Nông nghiệp), 71-83. https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2016.105

Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., … & Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, *3*, Article 160018. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18

Williamson, I. P., Enemark, S., Wallace, J., & Rajabifard, A. (2010). *Land administration for sustainable development.* ESRI Press Academic.

World Bank. (2021). *Agricultural land use and sustainable livelihoods in the Mekong Delta: Alternative scenarios and policy implications*. https://hdl.handle.net/10986/38142

World Bank. (2022). *GovTech Maturity Index, 2022 Update: Trends in Public Sector Digital Transformation*. Equitable Growth, Finance and Institutions Insight – Governance. World Bank. http://hdl.handle.net/10986/38499 License: CC BY 3.0 IGO.

World Bank. (2024). *Vietnam: Project for improved land governance and databases (VILG): Implementation completion and results report* (Report No. ICR00006432). https://documents1.worldbank.org/curated/en/099040124135093755/pdf/BOSIB19a36a92c0481851c13894715174e0.pdf

Zhao, P., Cedeno Jimenez, J. R., Brovelli, M. A., & Mansourian, A. (2022). Towards geospatial blockchain: A review of research on blockchain technology applied to geospatial data. In *Proceedings of the 25th AGILE Conference on Geographic Information Science* (AGILE: GIScience Series, Vol. 3, pp. 71- 76). Copernicus Publications. https://doi.org/10.5194/agile-giss-3-71-2022