

Working Paper 2025.1.6.16

- Vol. 1, No. 6

NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA CNTT - TT (ICT) TỚI TĂNG TRƯỞNG SẢN LƯỢNG NÔNG NGHIỆP TẠI CÁC QUỐC GIA ĐÔNG NAM Á

Phan Thị Ngọc Hằng¹, Hoàng Ngọc Linh, Nguyễn Thị Thùy Dương

Sinh viên K62 Khoa Kinh tế quốc tế

Trường Đại học Ngoại Thương, Hà Nội, Việt Nam

Nguyễn Thị Khánh Vân

Sinh viên K62 Viện Kinh tế và Kinh doanh quốc tế

Trường Đại học Ngoại Thương, Hà Nội, Việt Nam

Hồ Thị Hoài Thương

Giảng viên Khoa Kinh tế quốc tế

Trường Đại học Ngoại Thương, Hà Nội, Việt Nam

Email thuonght@ftu.edu.vn

Tóm tắt

Mục tiêu phát triển bền vững SDG2 “Xóa đói”, không chỉ bao gồm việc xóa đói mà còn tập trung vào an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng và thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Công nghệ Thông tin và Truyền thông (ICT) có thể là công cụ hiệu quả của các quốc gia để hiện thực hóa mục tiêu này bằng cách tối ưu hóa tài nguyên, giảm phát thải và cải thiện năng suất và từ đó thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu từ Worldbank, phân tích vai trò của ICT (thuê bao băng thông rộng cố định, thuê bao di động cố định, thuê bao điện thoại cố định, tỷ lệ sử dụng Internet) trong thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp tại Đông Nam Á, dựa trên số liệu từ 11 quốc gia trong giai đoạn 2005-2022. Áp dụng phương pháp hồi quy tuyến tính FGLS, nghiên cứu nhấn mạnh tác động tích cực của ICT tới tăng trưởng sản lượng nông nghiệp trên hai yếu tố chính là thuê bao băng thông rộng cố định và thuê bao di động cố định. Ngoài ra, các yếu tố đầu vào sản xuất như đất đai, số lượng lao động, phân bón trong nông nghiệp cũng có ảnh hưởng lớn đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Từ đó, nghiên cứu đưa ra hàm ý chính sách để xây dựng hệ sinh thái nông nghiệp

¹ Tác giả liên hệ, Email: k62.2314410058@ftu.edu.vn

thông minh, thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp mà còn đảm bảo an ninh lương thực và cải thiện thu nhập cho nông dân trong khu vực.

Từ khóa: Công nghệ thông tin và truyền thông (ICT), tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, Đông Nam Á

RESEARCH ON THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY (ICT) ON AGRICULTURAL PRODUCTION GROWTH IN SOUTHEAST ASIAN COUNTRIES

Abstract:

The Sustainable Development Goal SDG2 "Zero Hunger" aims not only to eliminate hunger but also to focus on food security, improving nutrition, and promoting agricultural production growth. Information and Communication Technology (ICT) can be an effective tool for countries to achieve this goal by optimizing resources, reducing emissions, and improving productivity, which in turn boosts agricultural production growth. This study uses data from the World Bank to analyze the role of ICT (fixed broadband subscriptions, fixed mobile subscriptions, fixed telephone subscriptions, internet usage rates) in promoting agricultural production growth in Southeast Asia, based on data from 11 countries from 2005 to 2022. Using the FGLS linear regression method, the study highlights the positive impact of ICT on agricultural production growth, especially through fixed broadband subscriptions and fixed mobile subscriptions. Additionally, production inputs like land, labor, and fertilizer in agriculture also significantly affect agricultural production growth. The study provides policy implications for building a smart agricultural ecosystem to not only boost agricultural production growth but also ensure food security and improve farmers' incomes in the region.

Keywords: Information and Communication Technology (ICT), agricultural production growth, Southeast Asia

1. Đặt vấn đề

Nông nghiệp đóng vai trò vô cùng quan trọng trong nền kinh tế của nhiều quốc gia, đặc biệt là các nước đang phát triển. Ngành này không chỉ cung cấp lương thực, thực phẩm cần thiết cho cuộc sống hàng ngày, mà còn tạo ra việc làm và thu nhập cho hàng triệu người lao động. Ngoài ra, nông nghiệp còn đóng góp vào GDP quốc gia, giúp cân bằng cán cân thương mại và thúc đẩy xuất khẩu. Ở nhiều quốc gia, nông nghiệp chiếm tỷ lệ lớn trong GDP, đặc biệt là ở các nước có nền kinh tế chủ yếu dựa vào nông nghiệp. Theo Tổng cục Thống kê Việt Nam (2022), nông nghiệp Việt Nam đóng góp khoảng 11-15% vào GDP trong những năm gần đây, mặc dù tỷ lệ này đang có xu hướng giảm do sự phát triển của các ngành công nghiệp và dịch vụ. Tuy nhiên, vai trò của nông nghiệp vẫn rất quan trọng trong việc duy trì ổn định kinh tế, cải thiện chất lượng cuộc sống.

Mục tiêu phát triển bền vững SDG2 “Xóa đói”, không chỉ bao gồm việc xóa đói mà còn tập trung vào an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng và thúc đẩy năng suất nông nghiệp. ICT có thể là công cụ hiệu quả của các quốc gia để hiện thực hóa mục tiêu này bằng cách tối ưu hóa tài nguyên và cải thiện năng suất. ICT giúp việc sử dụng các tài nguyên thiên nhiên như đất, nước được hiệu quả hơn, đồng thời giảm các tác động tiêu cực đến môi trường qua việc giảm thiểu tác động ô nhiễm nước và phát thải khí nhà kính (Serbulova & cộng sự, 2019). Thông qua ICT, chuỗi sản xuất và phân phối được cải thiện nhờ sự mở rộng liên lạc giữa các bên. Ngoài ra, ICT còn tăng cường tính minh bạch, quyền lực cho các nông dân quy mô nhỏ và nâng cao hiệu quả hoạt động kinh doanh nông sản. Những phát triển này đã có tác động tích

cực đến việc thúc đẩy trách nhiệm xã hội trong ngành nông nghiệp. Khi phải đối mặt với thách thức của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp, người nông dân có thể điều chỉnh lịch gieo trồng, áp dụng các kỹ thuật chống chịu khí hậu và chuẩn bị cho các sự kiện thời tiết cực đoan bằng cách sử dụng hệ thống cảnh báo và các ứng dụng mô hình của ICT. Thông qua đó, năng suất nông nghiệp tăng cao, có thể xóa đói giảm nghèo và cải thiện chất lượng cuộc sống con người (Gorla, 2009).

Nghiên cứu này tập trung vào tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp tại các quốc gia Đông Nam Á, nơi nông nghiệp là trụ cột kinh tế, cung cấp gần 30% việc làm của khu vực này (World Bank, 2022). Với khí hậu nhiệt đới, đất đai màu mỡ, và sự đa dạng sinh học cao, nhưng khu vực này cũng đối mặt với nhiều thách thức lớn từ biến đổi khí hậu. Những năm vừa qua, Đông Nam Á đã chứng kiến sự gia tăng đáng kể về số lượng thuê bao băng thông rộng cố định, do nhu cầu ngày càng tăng về truy cập internet ổn định cho cả mục đích cá nhân và kinh doanh, tạo điều kiện áp dụng ICT vào nông nghiệp. Tuy nhiên, hiện tại chưa có nhiều nghiên cứu xem xét tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp ở khu vực này. Với bối cảnh đó, nghiên cứu của này sẽ đóng góp và bổ sung các khoảng trống còn thiếu trong các nghiên cứu hiện nay, qua đó đưa ra những khuyến nghị nhằm hướng tới sản lượng ngành nông nghiệp có sự tăng trưởng mạnh mẽ cho các quốc gia ở Đông Nam Á.

2. Tổng quan nghiên cứu và cơ sở lý thuyết

2.1 Tổng quan nghiên cứu

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và dân số tăng như hiện nay, nhu cầu về thực phẩm ngày càng tăng cao. ICT đã và đang đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao năng suất và chất lượng nông sản. Đã có rất nhiều nghiên cứu trên thế giới và tại khu vực Đông Nam Á được thực hiện để đánh giá tác động của việc sử dụng Internet, thuê bao điện thoại cố định, thuê bao di động cố định, thuê bao băng thông rộng cố định đối với tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Nhiều nghiên cứu quốc tế ngoài khu vực Đông Nam Á đã phân tích và chỉ ra được tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Tại các quốc gia đang phát triển như phần lớn quốc gia châu Phi và Ấn Độ, các nhóm tác giả đã đưa ra những kết quả nghiên cứu khác nhau. Hopestone (2014) đã nghiên cứu tác động của ICT đến nông nghiệp tại Châu Phi bằng cách đo lường ICT qua các yếu tố thuê bao di động cố định, thuê bao điện thoại cố định và internet. Kết quả cho thấy ICT đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Cùng sử dụng ba chỉ số đo lường trên, nghiên cứu của Onyeneke & cộng sự (2023) đánh giá tác động của ICT đến sản lượng cây trồng và sản lượng chăn nuôi trong nông nghiệp tại 32 quốc gia Châu Phi cũng kết luận rằng ICT làm tăng đáng kể sản lượng nông nghiệp. Ngoài ra, nghiên cứu của Oyelami & cộng sự (2022) cũng đo lường được tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp thông qua 2 yếu tố ICT: số lượng người dùng điện thoại di động và Internet. Đo lường ICT thông qua di động cố định, radio và tivi, Ali & cộng sự (2016) cũng đánh giá tác động của ICT đối với tăng trưởng sản lượng nông nghiệp tại Zambia thuộc Châu Phi, bằng cách sử dụng kỹ thuật lấy mẫu ngẫu nhiên nhiều giai đoạn với phương pháp bình quân tối thiểu thông thường. Kết quả cho thấy việc sử dụng ICT kết hợp chất lượng hạt giống, phân bón tốt góp phần thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp rõ rệt. Với yếu tố internet, nghiên cứu do Singh & cộng sự (2014) thực hiện tại Ấn Độ đã chỉ ra rằng ICT (yếu tố internet) có thể giúp nông dân tăng trưởng sản lượng, cải thiện hiệu quả. Tuy nhiên, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng còn nhiều hạn chế trong việc tiếp cận dịch vụ ICT. Saidu & cộng sự (2017) đã tiến hành nghiên cứu về ảnh hưởng của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp tại các nước đang phát triển. Nghiên cứu đo lường tác động của ICT thông qua số lượng người ứng dụng internet và máy tính vào trong sản xuất nông nghiệp.

Kết quả chỉ ra rằng ICT chưa đem lại được những lợi ích đáng kể cho khu vực này trong nông nghiệp.

Bên cạnh đó, một số nghiên cứu đã hướng đến tác động của ICT đến sản lượng nông nghiệp tại các nước phát triển. Bằng cách đo lường ICT qua yếu tố băng thông rộng cố định, công trình do Freeman & Park (2017) nghiên cứu tại nông thôn Úc cho thấy được tác động của ICT đến khu vực này không đồng đều, dẫn đến có sự chênh lệch về tăng trưởng sản lượng nông nghiệp rõ rệt. Những khu vực nắm giữ băng thông rộng chất lượng cao hơn sẽ nắm lợi thế hơn so với các khu vực bị hạn chế. Một nghiên cứu tại các quốc gia phát triển tại châu Âu của Milovanovic (2014) đánh giá sự phát triển và ứng dụng của ICT tác động đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp qua việc khảo sát số lượng người dùng internet, điện thoại di động, máy tính và các thiết bị số. Kết quả nghiên cứu cho thấy ICT làm tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, nhưng tốc độ tăng trưởng còn khá chậm.

Tại khu vực Đông Nam Á, đã có một số công trình nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng trong nông nghiệp. Montesclaros (2023) đã nghiên cứu tác động của ICT thông qua việc khảo sát lượng người nông dân sử dụng di động trong báo cáo tình hình nông nghiệp. Tác giả kết luận rằng việc ứng dụng ICT giúp nông dân cải thiện đáng kể những vấn đề liên quan đến sản xuất, từ đó, khẳng định ICT có khả năng thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Bên cạnh đó, Nguyen & cộng sự (2023) đã khẳng định việc sử dụng ICT trong sản xuất nông nghiệp, cụ thể là Internet, không chỉ thúc đẩy sản lượng nông nghiệp mà còn giảm thiểu được sự mất cân bằng sản lượng. Đo lường ICT qua yếu tố thuê bao di động cố định, Chandio & cộng sự (2023) đã chỉ ra được tác động tích cực của ICT dẫn đến sự tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, cụ thể là trong sản xuất ngũ cốc. Bên cạnh đó, Kozono & cộng sự (2024) sử dụng phương pháp phân tích tài liệu, khảo sát, phỏng vấn chuyên sâu và so sánh giữa các quốc gia để đánh giá mức độ số hóa trong ngành nông nghiệp và thực phẩm ở ASEAN. Kết quả chỉ ra rằng mặc dù một số quốc gia đã đạt được tiến bộ đáng kể trong tăng trưởng sản lượng nhờ đầu tư vào hạ tầng ICT và chính sách hỗ trợ, nhưng các rào cản như khoảng cách số, thiếu nhân lực kỹ năng số và rào cản pháp lý vẫn tồn tại, đòi hỏi cần có chiến lược đầu tư và hợp tác khu vực hiệu quả hơn

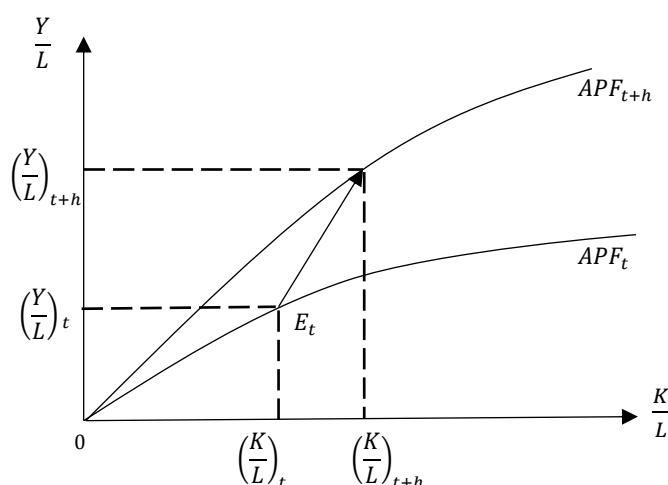
Nhìn chung, các nghiên cứu đã chỉ ra và đánh giá được các ảnh hưởng của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp về cả hai mặt tác động (cùng chiều và ngược chiều) trên các phạm vi nghiên cứu đa dạng (tại khu vực Đông Nam Á và ngoài khu vực Đông Nam Á). Mặc dù vậy, phần lớn phạm vi nghiên cứu của các nghiên cứu về ICT và tăng trưởng sản lượng nông nghiệp thường là trên phạm vi toàn cầu hoặc tại các nước đang phát triển nói chung, mà chưa có nhiều nghiên cứu chuyên biệt tại các quốc gia trong một khu vực cụ thể. Đặc biệt là các quốc gia trong khu vực Đông Nam Á – khu vực có những đặc điểm về kinh tế, điều kiện môi trường và nguồn nhân lực, ảnh hưởng trực tiếp đến việc áp dụng và sử dụng ICT vào nông nghiệp. Khu vực này cũng đang chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ của ICT, tuy nhiên, mức độ tiếp cận và ứng dụng ICT giữa các khu vực thành thị và nông thôn vẫn còn chênh lệch lớn. Trong khi các thành phố lớn nhanh chóng tích hợp các công nghệ số hiện đại, các vùng nông thôn – nơi tập trung phần lớn người lao động nông nghiệp – vẫn gặp nhiều hạn chế về cơ sở hạ tầng và kỹ năng số (Google, Temasek & Bain & Company, 2022). Hơn nữa, các nghiên cứu hiện nay thường sử dụng một số chỉ số đo lường ICT hạn chế, chủ yếu tập trung vào tỷ lệ thuê bao di động hoặc người sử dụng Internet, trong khi bỏ qua các yếu tố quan trọng khác như chất lượng kết nối, thuê bao băng thông rộng cố định. Sự thiếu vắng này làm giảm tính bao quát và chính xác trong việc đánh giá đầy đủ tác động của ICT ảnh hưởng đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, đặc biệt trong bối cảnh ngành nông nghiệp ngày càng được quan tâm như hiện nay.

Vì vậy, nhóm tác giả lựa chọn nghiên cứu về tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp ở Đông Nam Á, đo lường ICT qua 4 yếu tố internet, thuê bao điện thoại cố định, thuê bao di động cố định, thuê bao băng thông rộng cố định đối, nhằm bổ sung những khoảng trống còn thiếu và đưa ra những khuyến nghị hướng tới nền nông nghiệp có sự tăng trưởng sản lượng mạnh mẽ cho các quốc gia ở khu vực.

2.2 Cơ sở lý thuyết

Mô hình tăng trưởng Solow (1956) là một trong những lý thuyết kinh tế vĩ mô, thuộc lý thuyết tăng trưởng tân cổ điển, giải thích sự tăng trưởng kinh tế bằng cách nghiên cứu quá trình tích lũy tư bản, lực lượng lao động thông qua các tiến bộ khoa học công nghệ. Theo mô hình Solow, sản lượng (Y) được xác định bởi một hàm sản xuất Cobb-Douglas với hai yếu tố đầu vào là tư bản (K) và lao động (L) và một yếu tố ngoại sinh là trình độ công nghệ.

Với việc đưa tiến bộ công nghệ vào mô hình tăng trưởng đã làm sáng tỏ vai trò của yếu tố này đối với tăng trưởng:



Hình 1: Tiến bộ công nghệ thúc đẩy hàm sản xuất lên trên

Nguồn: Mô hình tăng trưởng Solow (1956)

Tại cùng một mức vốn trên mỗi lao động $\left(\frac{K}{L}\right)_t$, tiến bộ công nghệ làm cho sản lượng trên mỗi lao động $\left(\frac{Y}{L}\right)$ tăng từ $\left(\frac{Y}{L}\right)_t$ lên $\left(\frac{Y}{L}\right)_{t+h}$. Từ đó, có thể thấy cùng một lượng vốn và lao động, khi công nghệ cải thiện, sản lượng sẽ cao hơn.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1 Phương pháp thu thập số liệu

Nhóm tác giả sử dụng dữ liệu thứ cấp từ Ngân hàng Thế giới (WDI) và Trading Economics (TE), thống kê theo kiểu bảng (panel data) với phạm vi như sau:

Theo thời gian: giai đoạn 2005-2022. Nhóm tác giả quyết định chọn giai đoạn này là vì thứ nhất, năm 2005 đánh dấu những cột mốc quan trọng đối với lĩnh vực ICT toàn cầu và khu vực Đông Nam Á khi mà Hội nghị Thượng đỉnh Thông tin Thế giới (WSIS) lần thứ II đã diễn ra với mục tiêu “thu hẹp khoảng cách số”, đặc biệt ở các nước kém phát triển và đang phát triển (ITU, 2005). Thứ hai, đây là giai đoạn mà ngành nông nghiệp ở Đông Nam Á đang phải đối mặt với áp lực đổi mới để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về lương thực và áp dụng ICT có thể góp phần cải thiện năng suất và sản lượng (FAO, 2017). Thứ ba, từ năm 2023 đến hiện nay, một số quốc gia không có đầy đủ dữ liệu mà nhóm tác giả mong muốn.

Theo không gian: 11 quốc gia trong khu vực Đông Nam Á, bao gồm: Việt Nam, Lào, Campuchia, Brunei, Đông Timor, Myanmar, Malaysia, Indonesia, Philippines, Singapore, Thái Lan.

3.2 Phương pháp phân tích số liệu

Để đánh giá tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông, nhóm tác giả sử dụng phương pháp định lượng và phân tích hồi quy trên dữ liệu bảng của 11 quốc gia Đông Nam Á (2005-2022) bằng phần mềm STATA, với ba mô hình hồi quy: POLS, FEM và REM. Các kiểm định Fisher và Hausman được dùng để chọn mô hình phù hợp. Sau đó, nhóm thực hiện kiểm định đa cộng tuyến, tự tương quan và phương sai sai số thay đổi, sử dụng các kiểm định Wooldridge và Wald, và áp dụng phương pháp FGLS để sửa các khuyết tật mô hình.

3.3 Xây dựng mô hình và giả thuyết nghiên cứu

3.3.1 Mô hình nghiên cứu

Nghiên cứu này hướng tới xác định các tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Vì vậy, nhóm tác giả quyết định sử dụng hàm sản xuất mở rộng do Mankiw & cộng sự (1992) phát triển dựa trên mô hình tăng trưởng Solow (1956), với sản lượng thực tế được xác định là hàm Cobb-Douglas của vốn vật chất, nguồn nhân lực và hiệu quả của đơn vị lao động.

$$Y = f(K_t, L_t, A_t) = K_t^\alpha L_t^\beta A_t^\varphi \varepsilon \quad (1)$$

Trong đó, Y là sản lượng; vốn, nguồn nhân lực và hiệu quả của lao động (hoặc công nghệ) được đại diện lần lượt bởi K, L, A ; α, β, φ lần lượt là hệ số của vốn, nguồn nhân lực, hiệu quả của lao động, thể hiện mức độ đóng góp của chúng vào sản lượng.

Nhóm tác giả tập trung nghiên cứu tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Do đó, dựa vào các nghiên cứu đi trước (Ali & cộng sự, 2016; Freeman & Park, 2017; Hopestone, 2014; Yaqoob & cộng sự, 2022), nhóm tác giả đã mở rộng hàm sản xuất trong phương trình (1) như sau:

$$agrip_{it} = f(int_{it}, fbs_{it}, tel_{it}, mob_{it}, land_{it}, epl_{it}, fer_{it}) \quad (2)$$

Trong đó, $agrip_{it}$ là tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, thay thế cho Y ; thay thế A bằng ICT và đo lường ICT thông qua int, fbs, tel và mob (Freeman & Park, 2017; Hasan & cộng sự, 2023; Hopestone, 2014; Onyeneke & cộng sự, 2023; Oyelami & cộng sự, 2022); tương tự, fer là lượng phân bón sử dụng trong nông nghiệp, cũng đại diện cho hiệu quả của công nghệ (A) (Tomich & cộng sự, 2018; Yaqoob & cộng sự, 2022; Zhang & cộng sự, 2023); $land$ là diện tích đất nông nghiệp, thay thế cho vốn (K) (Yaqoob & cộng sự, 2022); epl là nguồn nhân công trong ngành nông nghiệp, thay thế cho nguồn nhân lực (L) (Hasan & cộng sự, 2023; Yaqoob & cộng sự, 2022).

Phương trình (2) được biểu diễn tuyến tính như sau:

$$\ln agrip_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln int_{it} + \beta_2 \ln fbs_{it} + \beta_3 \ln tel_{it} + \beta_4 \ln mob_{it} + \beta_5 \ln land_{it} + \beta_6 \ln epl_{it} + \beta_7 \ln fer_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Trong đó:

β_0 : Hệ số chặn

β_k : Hệ số hồi quy các biến độc lập ($k = \overline{1,7}$)

ε_{it} : Đại diện cho các yếu tố không quan sát được

i, t : Biểu thị các quốc gia i và năm thứ t

3.3.2 Giả thuyết nghiên cứu

Trong tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, sự phát triển và sử dụng rộng rãi ICT đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện hiệu quả và năng suất. Khi nông dân có quyền truy cập vào

các công nghệ thông tin tiên tiến, họ có thể áp dụng các phương pháp canh tác hiện đại, quản lý tài nguyên hiệu quả hơn và tiếp cận thị trường một cách dễ dàng.

Internet là nguồn thông tin toàn cầu, cung cấp các kiến thức về thị trường, kỹ thuật canh tác và các nghiên cứu khoa học. Việc sử dụng Internet giúp nông dân nắm bắt được các kỹ thuật nông nghiệp tiên tiến, áp dụng công nghệ mới vào sản xuất, từ đó nâng cao năng suất và sản lượng (Hasan & cộng sự, 2023; Hopestone, 2014; Oyelami & cộng sự, 2022). Máy móc, hóa chất và các loại đầu vào nông nghiệp khác có thể được mua bán trên các sàn thương mại điện tử thông qua internet. Ngoài ra, internet còn tạo điều kiện cho nông dân tham gia vào các chuỗi cung ứng toàn cầu, mở rộng thị trường tiêu thụ. Do đó, nhóm tác giả đưa ra giả thuyết như sau:

H1: Internet có tác động tích cực đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Thuê bao băng thông rộng cố định mở rộng khả năng truy cập thông tin, học tập trực tuyến và áp dụng công nghệ số trong sản xuất. Bằng việc cung cấp kết nối ổn định, thuê bao băng thông rộng cố định giúp nông dân có thể truy cập vào các dịch vụ trực tuyến và phần mềm quản lý nông nghiệp như dự báo thời tiết, tư vấn từ xa..., rút ngắn khoảng cách kỹ thuật số, từ đó tối ưu hóa quy trình sản xuất và nâng cao sản lượng (Freeman & Park, 2017; LoPiccalo & cộng sự, 2021). Do đó, nhóm tác giả đưa ra giả thuyết như sau:

H2: Thuê bao băng thông rộng cố định có tác động tích cực đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Tại nhiều vùng nông thôn, hệ thống điện thoại cố định vẫn được duy trì và đóng vai trò quan trọng trong việc truyền tải thông tin. Thuê bao điện thoại cố định giúp nông dân kết nối với các chuyên gia nông nghiệp, tổ chức khuyến nông và cơ quan hỗ trợ một cách ổn định. Qua đó, họ có thể nhận được tư vấn kỹ thuật, thông tin về phòng trừ sâu bệnh và hướng dẫn về chính sách nông nghiệp (Onyeneke & cộng sự, 2023; Oyelami & cộng sự, 2022). Sự kết nối này thúc đẩy quá trình trao đổi kiến thức và kinh nghiệm, cải thiện hiệu quả sản xuất và gia tăng sản lượng. Do đó, nghiên cứu đưa ra giả thuyết sau:

H3: Thuê bao điện thoại cố định có tác động tích cực đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Thuê bao di động cố định mang lại tính linh hoạt và khả năng tiếp cận thông tin mọi lúc mọi nơi. Theo Aker (2010) và Qiang & cộng sự (2011), thuê bao di động cố định là công cụ hiệu quả giúp nông dân tiếp cận thông tin thời tiết, giá cả thị trường, kỹ thuật canh tác và hỗ trợ khẩn cấp. Điều này giúp giảm bất cân xứng thông tin và nâng cao quá trình ra quyết định. Khi nông dân nhận được thông tin kịp thời và chính xác, họ có thể điều chỉnh quy trình sản xuất, giảm thiểu rủi ro và lãng phí, qua đó cải thiện năng suất và sản lượng. Bên cạnh đó, nó còn tạo ra mạng lưới giao tiếp giữa các nông dân, giúp họ chia sẻ kinh nghiệm và áp dụng các phương pháp canh tác tiên tiến, góp phần vào sự tăng trưởng sản lượng. Có thể nói, số lượng thuê bao di động cố định tăng sẽ làm gia tăng sản lượng nông nghiệp (Oyelami & cộng sự, 2022). Do đó, nghiên cứu đề xuất giả thuyết sau:

H4: Thuê bao di động cố định có tác động tích cực đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Theo mô hình tăng trưởng Solow (1956) và hàm sản xuất Cobb-Douglas, vốn là yếu tố quan trọng thúc đẩy sản lượng. Trong nông nghiệp, đất đai không chỉ là tài sản cố định mà còn là nền tảng cho các hoạt động sản xuất. Nghiên cứu của Yaqoob & cộng sự (2022) đã khẳng định rằng việc đầu tư vào đất đai sẽ góp phần tăng trưởng sản lượng. Khi diện tích đất được sử dụng tăng, với các yếu tố khác không đổi, quy mô sản xuất được mở rộng và các cây trồng đa dạng hơn, dẫn đến sản lượng nông nghiệp cũng sẽ tăng theo. Do đó, giả thuyết được đưa ra như sau:

H5: Diện tích đất nông nghiệp có tác động tích cực đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Lao động là yếu tố cần thiết góp phần tạo ra sản lượng. Nguồn nhân công trong ngành nông nghiệp tăng sẽ tăng cường khả năng sản xuất, thu hoạch và quản lý, góp phần nâng cao sản lượng chung (Yaqoob & cộng sự, 2022). Tuy nhiên, sự thiếu hụt kỹ năng chuyên môn và công nghệ hiện đại có thể làm giảm hiệu quả cận biên của lao động. Điều này có nghĩa là, sau một mức tối ưu nhất định, mỗi đơn vị lao động bổ sung có thể không tạo ra mức tăng sản lượng đáng kể như ban đầu (Solow, 1956). Do đó, nghiên cứu đưa ra giả thuyết sau:

H6: Nguồn nhân công trong nông nghiệp có tác động đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Phân bón là một yếu tố giúp cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng và cải thiện chất lượng đất. Theo Tilman & cộng sự (2002), phân bón cung cấp các nguyên tố cần thiết như đạm, lân và kali, những chất dinh dưỡng không thể thiếu đối với sự phát triển của cây trồng. Việc tăng cường sử dụng phân bón (với mức độ hợp lý) giúp cây trồng phát triển mạnh mẽ hơn, tăng khả năng chống chịu với sâu bệnh và biến đổi khí hậu, từ đó cải thiện năng suất và sản lượng nông nghiệp. Các nghiên cứu của Tomich & cộng sự (2018), Yaqoob & cộng sự (2022), Zhang & cộng sự (2023) cũng chỉ ra rằng việc sử dụng phân bón hợp lý và đúng cách sẽ làm gia tăng sản lượng nông nghiệp. Do đó, nghiên cứu đưa ra giả thuyết sau:

H7: Phân bón có tác động tích cực đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Bảng 1: Mô tả biến

Biến	Ký hiệu	Mô tả biến	Đơn vị đo lường	Nguồn dữ liệu	Dấu kỳ vọng	Nguồn tham khảo
Biến phụ thuộc	lnagripro	Tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, lấy logarit tự nhiên	USD	WDI		
Biến độc lập chính	lnint	Số lượng người dùng internet, lấy logarit tự nhiên	% (dân số)	WDI, TE	+	Hasan & cộng sự (2023); Hopestone, (2014); Oyelami & cộng sự (2022)
	lnfbs	Thuê bao băng thông rộng cố định, lấy logarit tự nhiên	Số thuê bao/ 100 người	WDI, TE	+	Freeman & Park (2017); LoPiccalo & cộng sự (2021)
	lnel	Thuê bao điện thoại cố định, lấy logarit tự nhiên	Số thuê bao/ 100 người	WDI, TE	+	Hopestone (2014); Onyeneke & cộng sự (2023)
	lnmob	Thuê bao di động cố định, lấy logarit tự nhiên	Số thuê bao/ 100 người	WDI, TE	+	Hasan & cộng sự (2023); Oyelami & cộng sự (2022)
Các biến độc lập khác	lnland	Diện tích đất nông nghiệp, lấy logarit tự nhiên	% (trên tổng diện tích đất)	WDI	+	Yaqoob & cộng sự (2022)
	lnep1	Nguồn nhân công trong ngành nông nghiệp, lấy logarit tự nhiên	% (trên tổng số nhân công)	WDI	+/-	Hasan & cộng sự (2023); Solow (1956); Yaqoob & cộng sự (2022)
	lnfer	Lượng phân bón sử dụng trong nông nghiệp, lấy logarit tự nhiên	Kg/hecta đất canh tác	WDI	+	Tomich & cộng sự (2018); Yaqoob & cộng sự (2022); Zhang & cộng sự (2023)

Nguồn: Tổng hợp của nhóm tác giả

4. Kết quả, thảo luận

4.1 Kết quả

4.1.1 Mô tả kết quả

Bảng 2: Mô tả số liệu thống kê

Biến số	Số quan sát	Giá trị trung bình	Sai số chuẩn	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
lnagripro	198	22.278	2.4	18.069	25.82
lnint	198	3.025	1.601	-2.73	4.595
lnfbs	198	0.188	2.476	-7.577	3.351
lnintel	198	1.538	1.593	-2.01	3.766
lnmob	198	4.305	1.137	-1.311	5.203
lnepl	198	2.9	1.677	-2.228	4.351
lnland	198	2.756	1.179	-.084	3.829
lnfer	198	4.336	2.156	-7.168	7.74

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Theo kết quả trong bảng 2, tăng trưởng sản lượng nông nghiệp tại các quốc gia thuộc khu vực Đông Nam Á trong giai đoạn 2005-2022 tương đối ổn định, với trung bình là 22.278 và mức biến động thấp, phản ánh sự sản lượng nông nghiệp không có sự chênh lệch đáng kể giữa các quốc gia trong khu vực. Các yếu tố sản xuất như đất nông nghiệp (lnland) hay nhân công làm trong lĩnh vực nông nghiệp (lnepl) và lượng phân bón sử dụng (lnfer) có phạm vi dao động tương đối rộng, cho thấy có sự khác biệt lớn về nguồn lực sản xuất giữa các nước, đặc biệt phân bón có độ biến động cao nhất cũng thể hiện vai trò quan trọng của yếu tố này đối với tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Về các yếu tố thuộc ICT như số lượng người dùng Internet (lnint), thuê bao điện thoại cố định (lnintel) hay thuê bao di động cố định (lnmob) đều có giá trị trung bình ở mức tương đối nhưng dao động lớn, phản ánh sự chênh lệch trong khả năng tiếp cận công nghệ giữa các quốc gia. Một yếu tố khác của ICT là biến thuê bao băng thông rộng cố định (lnfbs) có giá trị trung bình thấp nhất (0.188), nhưng sai số chuẩn rất cao, điều này cho thấy mức độ sử dụng băng thông rộng cố định phân hóa mạnh giữa các quốc gia.

Bảng 3: Mô tả hệ số tương quan

Biến số	lnagripro	lnint	lnfbs	lnintel	lnmob	lnepl	lnland	lnfer
lnagripro	1.000							
lnint	-0.013	1.000						
lnfbs	0.096	0.826	1.000					
lnintel	-0.021	0.556	0.751	1.000				
lnmob	0.045	0.865	0.703	0.378	1.000			
lnepl	0.603	-0.489	-0.595	-0.609	-0.318	1.000		
lnland	0.801	-0.251	-0.285	-0.479	-0.087	0.865	1.000	
lnfer	0.452	0.577	0.764	0.740	0.445	-0.300	-0.011	1.000

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

4.1.2 Lựa chọn mô hình nghiên cứu

Trước hết, nhóm tác giả tiến hành kiểm định sự phụ thuộc chéo, tính dừng và tính đồng liên kết để kiểm tra các biến có mối quan hệ dài hạn không. Kết quả kiểm định được thể hiện trong bảng 4 cho thấy sự nhất quán trong các kiểm định rằng tồn tại sự phụ thuộc chéo giữa các biến trong mô hình với mức ý nghĩa 1%. Do đó, nghiên cứu thực hiện kiểm định tính dừng CIPS thể hệ thứ 2 do Pesaran (2007) đề xuất. Kết quả kiểm định tính dừng của các biến được

minh họa trong Bảng 5. Theo đó, biến lnint và biến Infer là dừng ở bậc 0 (bậc gốc), trong khi các biến còn lại đều dừng ở bậc 1 (bậc sai phân).

Bảng 4: Kết quả kiểm định sự phụ thuộc chéo

Kiểm định	FE	RE
Pesaran	493.71***	8.933***

Ghi chú: *, **, *** lần lượt tương ứng với các mức ý nghĩa thống kê là 10%, 5% và 1%.

Giả thuyết H_0 là không có sự phụ thuộc chéo trong dữ liệu bảng.

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Bảng 5: Kết quả kiểm định tính dừng

Biến	CIPS		Kết luận bậc dừng
	Biến gốc, I(0)	Sai phân bậc 1, I(1)	
lnagripro	-1.715	-3.447***	I(1)
lnint	-2.613***		I(0)
lnfbs	-1.715	-3.501***	I(1)
lnintel	-1.536	-3.698***	I(1)
lnmob	-2.015	-3.159***	I(1)
lnep1	-1.876	-2.893***	I(1)
lnland	-1.917	-2.601***	I(1)
lninfer	-2.717***		I(0)

Ghi chú: *, **, *** lần lượt tương ứng với các mức ý nghĩa thống kê là 10%, 5% và 1%.

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Bảng 6: Kết quả kiểm định đồng liên kết

Kiểm định Westerlund	Giá trị thống kê	P-value
Variance ratio	-0.6633	0.2536

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Vì dữ liệu có sự phụ thuộc chéo nên nghiên cứu sử dụng kiểm định đồng liên kết do Westerlund (2007) đề xuất có giả thuyết H_0 là không có đồng liên kết trong mô hình. Kết quả kiểm định thể hiện ở Bảng 6 cho thấy P-value=25%, chấp nhận giả thuyết H_0 . Do đó, nhóm tác giả kết luận rằng mẫu dữ liệu không có mối quan hệ dài hạn.

Từ kết quả các kiểm định trên, nhóm nghiên cứu quyết định tiến hành hồi quy mô hình (3) theo mô hình POLS, FEM, REM, kết quả thể hiện dưới đây:

Bảng 7: Kết quả hồi quy

Biến độc lập	POLS	FEM	REM
lnint	-0.158 (0.099)	-0.019 (0.024)	-0.022 (0.026)
lnfbs	0.205*** (0.071)	0.121*** (0.018)	0.120*** (0.018)
lnel	0.058 (0.085)	0.058** (0.023)	0.063*** (0.024)
lnmob	-0.178 (0.114)	0.037 (0.027)	0.035 (0.028)
lnep1	0.427*** (0.109)	-0.423*** (0.053)	-0.418*** (0.055)
lnland	1.207*** (0.150)	2.076*** (0.301)	2.201*** (0.180)
lnfer	0.507*** (0.061)	0.001 (0.020)	0.011 (0.021)
_cons	16.626*** (0.441)	17.569*** (0.816)	17.175*** (0.527)
<i>Số quan sát</i>	198	198	198
<i>Hệ số quan sát R²</i>	0.874	0.745	
<i>Kiểm định Wald</i>		0.000	
<i>Kiểm định Breusch và Pagan</i>			0.000
<i>Kiểm định Hausman</i>			0.721

*Ghi chú: Giá trị ngoài ngoặc đơn là hệ số hồi quy, giá trị trong dấu ngoặc đơn là độ lệch chuẩn của biến. Các dấu *, **, *** lần lượt biểu hiện các mức ý nghĩa 10%, 5% và 1%.*

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Bảng 8: Kết quả kiểm định lựa chọn mô hình

Kiểm định Fisher	F (10, 180) = 493.71 Prob > F = 0.0000
Kiểm định Hausman	chi2(7) = 4.50 Prob > chi2 = 0.7212

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Kết quả kiểm định Fisher có ý nghĩa thống kê tại mức 5% nên bác bỏ giả thuyết H0 và chấp nhận H1 “Mô hình tác động cố định FEM tốt hơn mô hình POLS”.

Từ kết quả kiểm định Hausman, ta có Prob > chi2 = 0.7212 với mức ý nghĩa 5%, có p-value $\geq 5\%$, do đó không có cơ sở để bác bỏ giả thuyết H0. Vì vậy, mô hình REM là mô hình phù hợp với nghiên cứu.

4.1.3 Kiểm định khuyết tật

4.1.3.1 Đa cộng tuyến

Bảng 9: Kết quả đa cộng tuyến

	VIF	1/VIF
lnexpl	9.024	0.111
lnland	8.456	0.118
lnfbs	8.359	0.12
lnint	6.74	0.148
lnintel	4.936	0.203
lnfer	4.604	0.217
lnmob	4.572	0.219
Mean VIF	6.67	

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Kết quả thu được cho thấy VIF trung bình bằng 6.67 (< 10), ngụ ý rằng không có đa cộng tuyến nghiêm trọng trong mô hình. Vậy mô hình của nghiên cứu không mắc khuyết tật là có đa cộng tuyến giữa các biến.

4.1.3.2 Các khuyết tật khác

Bảng 10: Kết quả kiểm định các khuyết tật

Kiểm định	Thống kê	Giá trị thống kê	Giá trị p
Kiểm định Breusch-pagan cho phương sai sai số thay đổi	chibar2(01)	847.91	0.0000
Kiểm định Wooldridge cho tự tương quan	F (1, 10)	56.419	0.0000
Dạng hàm ramsey	F (3, 187)	39.98	0.0000

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Với kiểm định Breusch-pagan, ta có p-value < 0.05 , do đó không có cơ sở để bác bỏ giả thuyết H_0 . Như vậy, mô hình mắc khuyết tật phương sai sai số thay đổi.

Với kiểm định Wooldridge, p-value = 0.0000 < 0.05 , nên không có cơ sở để bác bỏ giả thuyết H_0 . Như vậy, mô hình mắc khuyết tật tự tương quan bậc 1.

Kết quả kiểm định mô hình Ramsey cho thấy p-value = 0.0000 < 0.05 , do đó không có cơ sở để bác bỏ giả thuyết H_0 . Như vậy, mô hình có khuyết tật là bỏ sót biến.

4.1.4 Mô hình cuối cùng sau khi sửa chữa

Do mô hình REM mắc ba khuyết tật là tự tương quan, phương sai sai số thay đổi và bỏ sót biến, nhằm đảm bảo ước lượng thu được là đáng tin cậy và hiệu quả, nhóm tác giả sử dụng phương pháp Bình phương nhỏ nhất tổng quát khả thi (FGLS), thu được kết quả như sau:

Bảng 11: Kết quả hồi quy FGLS

Biến độc lập	FGLS
lnint	0.009 (0.19)
lnfbs	0.16*** (5.39)
lnintel	0.328*** (7.76)
lnmob	-0.011 (-0.16)
lnepl	-0.389*** (-3.00)
lnland	2.476*** (17.33)
lnfer	0.141*** (5.91)
cons	14.626*** (44.37)

Ghi chú: Giá trị ngoài ngoặc đơn là hệ số hồi quy, giá trị trong dấu ngoặc đơn là độ lệch chuẩn của biến. Các dấu *, **, *** lần lượt biểu hiện các mức ý nghĩa 10%, 5% và 1%.

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Từ kết quả bảng trên, mô hình hồi quy mẫu của nghiên cứu do nhóm thực hiện sau khi đã khắc phục khuyết tật như sau:

$$\ln \text{agripro}_{it} = 14.626 + 0.009 \ln \text{int}_{it} + 0.16 \ln \text{fbs}_{it} + 0.328 \ln \text{intel}_{it} - 0.011 \ln \text{mob}_{it} + 2.476 \ln \text{land}_{it} - 0.389 \ln \text{epl}_{it} + 0.141 \ln \text{fer}_{it} + \varepsilon_{it}$$

4.2 Thảo luận

Thuê bao băng thông rộng cố định: Hệ số hồi quy của yếu tố thuê bao băng thông rộng cố định (lnfbs) là 0.16, có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Kết quả này đúng với kỳ vọng đã nêu và tương tự với kết quả nghiên cứu của Freeman & Park (2017); LoPiccalo & cộng sự (2021). Băng thông rộng cố định có thể giúp rút ngắn khoảng cách kỹ thuật số và cung cấp kết nối quan trọng bằng cách tạo ra một kết nối ổn định và tốc độ cao, cho phép nông dân tiếp cận nhanh chóng và hiệu quả với các thông tin cập nhật về kỹ thuật canh tác hiện đại, dự báo thời tiết, giá cả thị trường và các giải pháp công nghệ tiên tiến. Nhờ đó, họ có thể ra quyết định kịp thời và chính xác hơn trong quá trình sản xuất, từ đó nâng cao hiệu quả sản xuất và tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Thuê bao điện thoại cố định: Hệ số hồi quy của yếu tố thuê bao điện thoại cố định (lnintel) là 0.328, có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Kết quả này đúng với kỳ vọng đã nêu và tương tự với kết quả nghiên cứu của Hopestone (2014); Onyeneke & cộng sự (2023). Điện thoại cố định có thể mang đến một kênh liên lạc ổn định và thuận lợi cho người nông dân để kịp thời tiếp cận thông tin và cập nhật những kiến thức, kỹ thuật mới cho việc trồng cây. Nông dân có thể sử dụng có thể điện thoại để liên hệ với các trung tâm khuyến nông nhằm cập nhật công nghệ sản xuất mới. Điện thoại cố định cũng cho phép nông dân có thể kết nối trực tiếp với người mua mà không qua trung gian, giúp giảm chi phí trung gian. Từ đó, thu nhập nông dân có thể được cải thiện, tạo động lực đầu tư sản xuất và sản lượng sẽ tăng trưởng.

Ngoài các yếu tố thuê bao băng thông rộng cố định (Infbs) và thuê bao điện thoại cố định (Intel) thì trong bài nghiên cứu, nhóm tác giả còn phân tích các biến **tỷ lệ người sử dụng internet** (lnint) và **thuê bao di động cố định** (lnmob). Tuy nhiên, tỷ lệ người sử dụng internet (lnint) và thuê bao di động cố định (lnmob) đều không có ý nghĩa thống kê ở mức 10% nên nhóm nghiên cứu chưa thể đưa ra kết luận về chiều ảnh hưởng của các biến đó lên tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Kết quả này trái với một số nghiên cứu trước đó (Hasan & cộng sự, 2023; Oyelami & cộng sự, 2022) nhưng lại tương tự với kết quả nghiên cứu của Hopestone (2014). Sự khác biệt chủ yếu xuất phát từ khoảng cách kỹ thuật số giữa thành thị và nông thôn ở Đông Nam Á (Google, Temasek Holdings và Bain & Company, 2022) cũng như chi phí đầu tư cao cho thiết bị và gói dữ liệu, không tương xứng với thu nhập của nông dân. Báo cáo của Google, Temasek và Bain & Company (2022) cũng nhấn mạnh rằng áp lực từ lạm phát và nguy cơ suy thoái kinh tế toàn cầu càng làm gia tăng chi phí công nghệ, khiến người tiêu dùng, đặc biệt là người nông dân, gặp khó khăn trong việc tiếp cận và sử dụng Internet một cách hiệu quả. Hơn nữa, Internet yêu cầu trình độ giáo dục và kỹ năng cao để sử dụng (Roller & Waverman, 2001; Lio & Liu, 2006), đồng thời cần một lượng người dùng đủ lớn để duy trì. Tuy nhiên, phần lớn nông dân ở Đông Nam Á, đặc biệt là ở các vùng nông thôn, chưa có đủ kiến thức và kỹ năng để áp dụng công nghệ vào sản xuất, dẫn đến việc họ chủ yếu chỉ sử dụng điện thoại di động cho mục đích cá nhân thay vì cho sản xuất nông nghiệp. Kết quả là dù tỷ lệ người sử dụng Internet và thuê bao di động cố định có xu hướng gia tăng, nhưng do những hạn chế về trình độ số hóa, cơ sở hạ tầng, cũng như chi phí cao của thiết bị và dịch vụ, nên nông dân tại Đông Nam Á vẫn chưa tận dụng được tối đa tiềm năng của các công nghệ này để nâng cao sản lượng nông nghiệp.

Đất nông nghiệp: Hệ số hồi quy của yếu tố đất nông nghiệp (lnland) là 2.476, có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Kết quả này đúng với kỳ vọng đã nêu và tương tự với kết quả nghiên cứu do Hasan & cộng sự (2023); Yaqoob & cộng sự (2022). Điều này rất hợp lý và trực quan vì đất nông nghiệp của một quốc gia có thể là thước đo cho quy mô sản xuất nông nghiệp. Sự gia tăng diện tích đất trồng tạo điều kiện cho nông dân đa dạng hóa cây trồng, giảm sự phụ thuộc vào bất kỳ loại cây nào, thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Số lượng lao động trong ngành nông nghiệp: Hệ số hồi quy của yếu tố số lượng lao động trong ngành nông nghiệp (lnepl) là (-0.389), có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Hasan & cộng sự (2023) và hỗ trợ lý thuyết lợi nhuận biên cho rằng khi tăng liên tục một yếu tố đầu vào duy nhất (lao động) trong điều kiện giữ nguyên các yếu tố đầu vào khác, sự gia tăng sản lượng sẽ giảm dần. Tức là, trong sản xuất nông nghiệp, khi các nhà sản xuất tăng thêm lao động có thể không những không thể gia tăng sản lượng tương ứng sau một ngưỡng nhất định mà còn giảm hiệu quả sản xuất nếu lao động thiếu kỹ năng hoặc phương pháp canh tác lạc hậu, lỗi thời.

Lượng phân bón sử dụng trong nông nghiệp: Hệ số hồi quy của yếu tố phân bón sử dụng trong nông nghiệp (lnfer) là 0.141, có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Kết quả này đúng với kỳ vọng đã nêu và tương tự với kết quả nghiên cứu của Tomich & cộng sự (2018); Yaqoob & cộng sự (2022); Zhang & cộng sự (2023). Khi nông dân sử dụng lượng phân bón phù hợp, cây sẽ hấp thụ các chất dinh dưỡng thiết yếu như nito, kali giúp chúng tăng cường hấp thụ nước và khoáng chất. Phân bón cũng giúp cải thiện độ phì nhiêu của đất qua nhiều mùa vụ bằng cách kích thích vi sinh vật và chất hữu cơ có trong đất, qua đó sản lượng cây trồng cũng tăng trưởng.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá tác động của ICT đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp tại 11 quốc gia khu vực Đông Nam Á, giai đoạn 2005-2022 và đưa ra kết luận rằng: Các yếu tố sản

xuất trong nông nghiệp như đất nông nghiệp, phân bón, nhân công và hai yếu tố của ICT là thuê bao băng thông rộng cố định và thuê bao di động cố định có tác động tích cực và đáng kể đến tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Từ kết quả trên, có thể thấy rằng ICT đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng sản lượng nông nghiệp ở các quốc gia Đông Nam Á. Và nhóm nghiên cứu đưa ra các khuyến nghị dựa trên kết quả này. *Thứ nhất, hạ tầng ICT trong nông nghiệp tại các nước Đông Nam Á cần được phát triển mạnh mẽ để thúc đẩy sự gia tăng sản lượng nông nghiệp.* Nghiên cứu chỉ ra rằng thuê bao băng thông rộng cố định và điện thoại cố định có tác động tích cực đến sản lượng. Chính phủ nên đẩy mạnh chương trình Nông nghiệp số Đông Nam Á bằng cách xây dựng hạ tầng viễn thông đồng bộ, nâng cấp mạng băng thông rộng ở nông thôn và triển khai 5G cho nông nghiệp công nghệ cao, từ đó cải thiện việc thu thập thông tin thị trường và hỗ trợ quản lý trang trại thông minh. Điều này giúp thúc đẩy mô hình canh tác số hóa, từ đó nâng cao tăng trưởng sản lượng. *Thứ hai, các quốc gia Đông Nam Á cần có những chính sách hỗ trợ tài chính và khuyến khích doanh nghiệp ICT đầu tư vào nông nghiệp để nâng cao mức độ ứng dụng ICT trong nông nghiệp.* Thực trạng hạ tầng ICT tại Đông Nam Á cho thấy, công nghệ số đóng vai trò quan trọng trong việc tăng trưởng sản lượng nông nghiệp, nâng cao hiệu quả kinh tế, và thu hẹp khoảng cách công nghệ giữa các khu vực. Tuy nhiên, hầu hết các nhà đầu tư sẽ tập trung phát triển các doanh nghiệp ở thành phố vì nhiều nguồn lực sẵn có, trong khi nông thôn mới là khu vực sản xuất nông nghiệp chính. Do đó, chính phủ có thể đưa ra các quỹ hỗ trợ đổi mới ICT trong nông nghiệp, đặc biệt ở nông thôn, để khuyến khích doanh nghiệp phát triển nền tảng số phục vụ nông dân, như ứng dụng dự báo thời tiết, hệ thống giám sát cây trồng từ xa bằng IoT, hay thương mại điện tử nông sản. Bên cạnh đó, chính sách ưu đãi thuế và trợ cấp cho các startup công nghệ nông nghiệp cũng cần được thúc đẩy nhằm gia tăng mức độ sử dụng ICT trong ngành. *Thứ ba, phát triển nguồn nhân lực nông nghiệp số nên được đẩy mạnh tại các nước trong khu vực Đông Nam Á.* Dựa theo kết quả nghiên cứu, khi số lượng lao động trong ngành tăng liên tục đến một ngưỡng nhất định thì sản lượng nông nghiệp sẽ giảm dần, do trình độ kỹ thuật số của nông dân còn thấp, thiếu kỹ năng, phương pháp canh tác lỗi thời. Điều này phản ánh sự cần thiết của việc đào tạo và chuyển giao công nghệ cho người lao động trong ngành. Do đó, cần triển khai chương trình đào tạo “Nông dân số” thông qua các khóa học trực tuyến và trực tiếp về sử dụng công nghệ trong canh tác, thương mại điện tử và quản lý nông trại thông minh. Hợp tác với các tổ chức quốc tế như FAO hoặc ADB sẽ giúp chương trình này có quy mô và chất lượng cao hơn, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của nông dân trong thời đại số.

Nghiên cứu cũng tồn tại một số hạn chế. Trước hết, nghiên cứu được thực hiện trong một khoảng thời gian ngắn do thiếu dữ liệu về các yếu tố ICT và các biến độc lập khác. Bên cạnh đó, nghiên cứu chưa thể phân tích toàn diện tất cả các yếu tố trong ICT và chưa đánh giá rõ được tác động ngắn hạn và dài hạn của các yếu tố này đối với tăng trưởng sản lượng nông nghiệp. Tuy nhiên, những hạn chế này sẽ tạo điều kiện trong việc mở ra những hướng nghiên cứu mới trong tương lai về tác động của ICT tới tăng trưởng sản lượng nông nghiệp.

Tài liệu tham khảo

Aker, J. C. (2010), “Information from markets near and far: Mobile phones and agricultural markets in Niger”, *American Economic Journal: Applied Economics*, Vol. 2 No. 3, pp. 46–59.

Ali, S., Jabeen, U. A., & Nikhitha, M. (2016), “Impact of ICTs on agricultural productivity”, *European Journal of Business, Economics, and Accountancy*, Vol. 4 No. 5, pp. 82–92.

Chandio, A. A., Gökmenoğlu, K. K., Sethi, N., Özdemir, D., & Jiang, Y. (2023), “Examining the impacts of technological advancement on cereal production in ASEAN countries: Does information and communication technology matter?”, *European Journal of Agronomy*, Vol. 144, 126747.

Freeman, J., & Park, S. (2017), “Broadband connectivity for rural community and agricultural development”, *Đóng góp vào Tạp chí, Deakin University*. <https://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30104693>

Google, Temasek, and Bain & Company (2022), E-Conomy SEA 2022, truy cập từ https://services.google.com/fh/files/misc/e_conomy_sea_2022_report.pdf?utm_source=bain&utm_medium=website&utm_campaign=2022, ngày 05 tháng 01 năm 2025.

Gorla, N. (2009), “A Survey of Rural e-Government Projects in India: Status and Benefits”, *Information Technology for Development*, Vol. 15 No. 1, pp. 52–58.

Hasan, M. A., Mimi, M. B., Voumik, L. C., Esquivias, M. A., & Rashid, M. (2023), “Investigating the Interplay of ICT and Agricultural Inputs on Sustainable Agricultural Production: An ARDL Approach”, *Journal of Human, Earth, and Future*, Vol. 4 No. 4, Article 4.

Hopstone, K. C. (2014), “The role of ICTs in agricultural production in Africa”, *Journal of Development and Agricultural Economics*, Vol. 6 No. 7, pp. 279–289.

Kozono, M., Diyanah, S. M., & Hazmi, A. (2024), “Accelerating the Digitalisation of the Agriculture and Food System in the ASEAN Region”, *Economic Research Institute for ASEAN & East Asia, Indonesia*, truy cập từ <https://coilink.org/20.500.12592/2gxeeeo> ngày 07 tháng 01 năm 2025.

Lio, M., & Liu, M. (2006), “ICT and agricultural productivity: Evidence from cross-country data”, *Agricultural Economics*, Vol. 34 No. 3, pp. 221–228.

LoPiccolo, K. (2021), *Impact of broadband penetration on US farm productivity*, SSRN Electronic Journal.

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992), “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107 No. 2, pp. 407–437.

Milovanović, S. (2014), “The role and potential of information technology in agricultural improvement”, *Ekonomika Poljoprivrede*, Vol. 61 No. 2, pp. 471–485.

Montesclaros, J. M. L. (2023), *Empowering Digitalisation in ASEAN Agriculture: Lessons from EU Regional Platforms for Geospatial Technologies*, Báo cáo Chính sách, *S. Rajaratnam School of International Studies*.

Nguyen, T. T., Nguyen, T. T., & Grote, U. (2023), *Internet use and agricultural productivity: Evidence from rural Vietnam*, TVSEP Working Paper No. WP-031, truy cập tại <https://www.econstor.eu/handle/10419/283450> ngày 11 tháng 01 năm 2025.

Onyeneke, R. U., Ankrah, D. A., Atta-Ankomah, R., Agyarko, F. F., Onyeneke, C. J., & Nejad, J. G. (2023), “Information and Communication Technologies and Agricultural Production: New Evidence from Africa”, *Applied Sciences*, Vol. 13 No. 6, pp. 3918.

Oyelami, L. O., Sofoluwe, N. A., & Ajeigbe, O. M. (2022), “ICT and agricultural sector performance: Empirical evidence from sub-Saharan Africa”, *Future Business Journal*, Vol. 8 No. 1, pp. 18.

Pesaran M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of applied econometrics*, Vol 22 No. 2, pp. 265–312.

Roller, L.-H., & Waverman, L. (2001), “Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach”, *American Economic Review*, Vol. 91 No. 4, pp. 909–923.

Saidu, A., Clarkson, A. M., Adamu, S. H., Mohammed, M., & Jibo, I. (2017), “Application of ICT in agriculture: Opportunities and challenges in developing countries”, *International Journal of Computer Science and Mathematical Theory*, Vol. 3 No. 1, pp. 8–18.

Serbulova, N., Kanurny, S., Gorodnyanskaya, A., & Persiyanova, A. (2019), “Sustainable food systems and agriculture: The role of information and communication technologies”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 403, 012127.

Singh, V., Sankhwar, S., & Pandey, D. (2015), “The role of information communication technology (ICT) in agriculture”, *Global Journal of Multidisciplinary Studies*, Vol. 3 No. 4, pp. 2-10.

Solow, R. M. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70 No. 1, pp. 65–94.

Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002), “Agricultural sustainability and intensive production practices”, *Nature*, Vol. 418 No. 6898, pp. 671-677.

Tomich, T. P., Kilby, P., & Johnston, B. F. (2018), *Transforming agrarian economies: Opportunities seized, opportunities missed*, Cornell University Press, Ithaca, NY.

Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, Vol 69 No. 6, pp. 709-748.

Yaqoob, N., Ali, S. A., Kannaiah, D., Khan, N., Shabbir, M. S., Bilal, K., & Tabash, M. I. (2023), “The effects of agriculture productivity, land intensification, on sustainable economic growth: A panel analysis from Bangladesh, India, and Pakistan economies”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 30 No. 55, pp. 116440–116448.

Zhang, J., Nie, J., Cao, W., Gao, Y., Lu, Y., & Liao, Y. (2023), “Long-term green manuring to substitute partial chemical fertilizer simultaneously improving crop productivity and soil quality in a double-rice cropping system”, *European Journal of Agronomy*, Vol. 142, 126641.