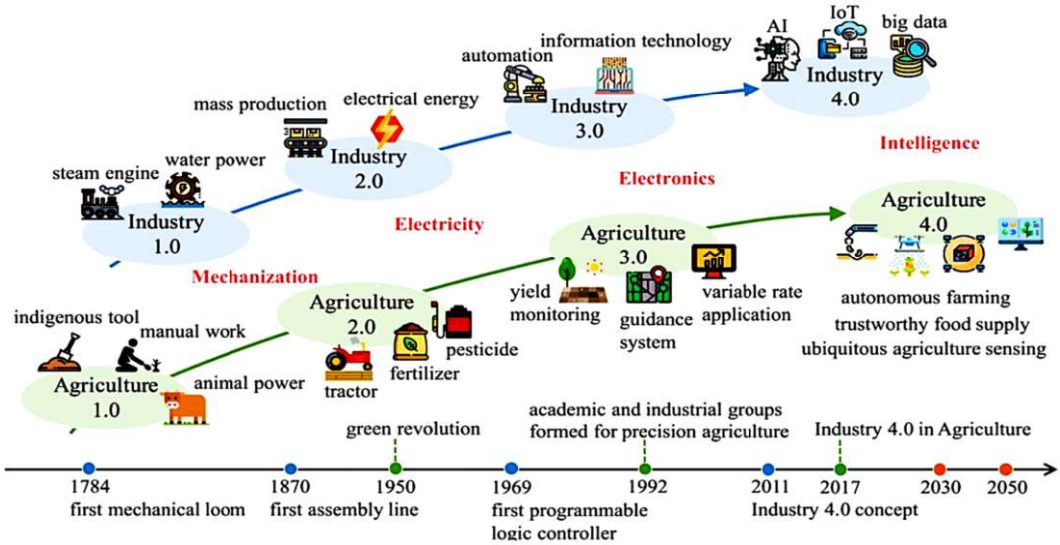
CHUYỂN ĐỔI SỐ VÀ NÂNG CAO HIỆU QUẢ SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

TS. Đoàn Ngọc Phả

Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật tỉnh An Giang

Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn thế giới, thúc đẩy CĐS trong nông nghiệp với sự ứng dụng công nghệ số vào mọi hoạt động nông nghiệp từ sản xuất, sơ chế, chế biến và phân phối sản phẩm. Các nghiên cứu ứng dụng công nghệ số đã thực hiện ở một số địa phương trong nước vào quản lý nước, phân bón, nhận dạng, phân loại nông sản, truy xuất nguồn gốc thể hiện hiệu quả của CĐS trong nông nghiệp qua việc làm năng suất lao động, tính chính xác, tính minh bạch nhằm giúp mở rộng quy mô sản xuất. Tuy nhiên, để CĐS trong nông nghiệp có hiệu quả, cần hoàn thiện cơ sở hạ tầng liên quan, thẩm định hiệu quả đầu tư công nghệ mới, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực và có chiến lược thị trường nông sản thích hợp với nông sản được tạo ra.



Dòng thời gian của các cuộc cách mạng công nghiệp và cách mạng nông nghiệp (Liu và csv, 2021; dẫn theo Dayioglu và Turker, 2021)

1. Cách mạng công nghiệp và nông nghiệp

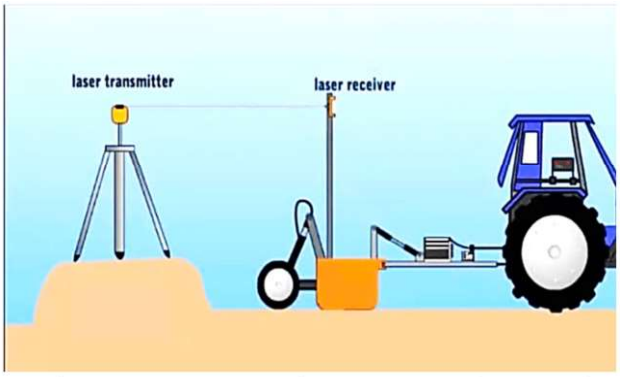
Bắt đầu từ thế kỷ 18, Cách mạng công nghiệp đã trải qua 4 cột mốc chính và chuyển biến mạnh nhất thường được gọi cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ ba và cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, thuật ngữ này được Schwab đưa ra năm 2015 (Dayioglu và Turker, 2021). cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ ba với công nghệ thông tin và tự động hóa vào nông nghiệp tạo ra canh tác chính xác *(PF-Precision Farming)* và cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư với AI, IoT, big data, ML đã dẫn đến nông nghiệp 4.0 chủ yếu là phát triển canh tác chính xác lên nông nghiệp chính xác *(PA- Precision Agriculture)* với quá trình CĐS đi vào đời sống từ năm 2011 (Dayioglu và Turker, 2021).

Như vậy, CĐS trong nông nghiệp là sự ứng dụng công nghệ số vào mọi hoạt động của nông nghiệp từ sản xuất, sơ chế, chế biến và phân phối sản phẩm với mục tiêu là nâng cao hiệu quả sản xuất và giá trị của sản phẩm. Nó chủ yếu bao gồm các hoạt động ứng dụng công nghệ thông tin, internet vạn vật *(IoT-Internet of Things)*, trí tuệ nhân tạo *(AI-Artificial Intelligence)*, học máy *(Machine Learning)*.

2. Một số ứng dụng của Cách mạng công nghiệp trong nông nghiệp

a. San phẳng mặt ruộng laser (laser leveling)

San phẳng mặt ruộng với thiết bị laser thuộc công nghệ canh tác chính xác. Thiết bị này được Công ty Trimble Navigation (Mỹ) sản xuất vào năm 2000 và kết hợp với Viện Nghiên cứu Lúa gạo Quốc tế (IRRI) đưa vào Trung quốc và Ấn độ năm 2002. Thay vì điều khiển gàu trang lên xuống bằng mắt thường, bộ thiết bị này dùng tia laser điều khiển bơm thủy lực tự động điều chỉnh gàu trang lên xuống để làm bằng mặt ruộng một cách chính xác. Công cụ này giúp tưới tiêu nước hiệu quả và hạn chế cỏ rất tốt, từ đó tiết kiệm nước khoảng 50% và tăng năng suất lúa từ 15 - 20% các mô hình Việt Nam, Trung quốc, Ấn Độ. Năm 2003, IRRI cung cấp một bộ thiết bị điều khiển để gắn vào máy kéo chạy thử nghiệm cho Trung tâm Giống Bạc Liêu trên 12 ha ruộng lúa. Kết quả cải tạo độ chênh lệch mặt ruộng từ 2 - 3,5 dm còn 3 cm, giảm phân nữa chi phí bơm nước, năng suất lúa cao hơn 350 kg/ha so đối chứng. Sau đó, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn An Giang cũng nhận được nhận bộ thiết bị

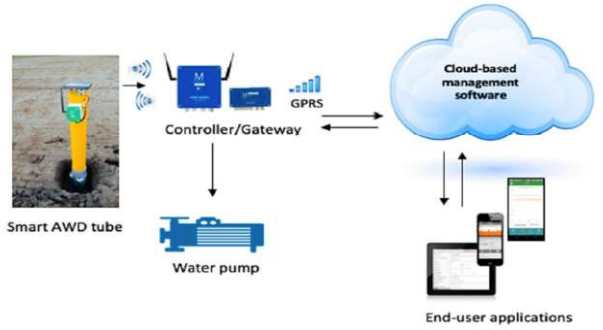


Sơ đồ hoạt động của bộ thiết bị laser san phẳng mặt bằng đồng ruộng (Nguồn: internet)

để thực hiện trong trong chương trình "Ba giảm ba tăng" trong 2 vụ Đông Xuân 2006-2007. Kết quả lô được trang laser tăng năng suất cao hơn 1,5 tấn/ha (8,4 tấn so với 6,9 tấn/ha), và chi phí sản xuất giảm, trong đó công lao động làm cỏ giảm từ 6 triệu xuống còn 4 triệu đồng/ha, lượng dầu diesel dùng bơm nước giảm từ 80 lít xuống còn 30 lít/ha. Từ kết quả trên, bộ thiết bị được giao cho địa phương sử dụng để hỗ trợ cải tạo mặt bằng đồng ruộng (Phan Hiếu Hiền, 2008).

b. Tưới ướt khô xen kẽ với internet vạn vật (IoT AWD)

Trong tình hình biến đổi khí hậu đang diễn ra, nguồn nước ngày càng khan hiếm, Viên Nghiên cứu Lúa gạo Quốc tế (IRRI) đưa ra kỹ thuật tưới "Ướt khô xen kẽ" (AWD = Alternate Wetting and Drying) để tiết kiệm nước (water savings) cho canh tác lúa và hướng dẫn áp dụng thử nghiệm đầu tiên tại An Giang vào năm 2005. Biện pháp chủ yếu là kiểm soát sao cho mức nước trên đồng ruộng không cao hơn mặt ruộng 5 cm và không xuống thấp hơn 20 cm (có thể điều chỉnh tùy theo loại đất), theo dõi bằng ống nước nhựa khoan lỗ, khắc dấu với mục đích làm cho cây lúa khỏe (cứng cáp, không đổ ngã, chắc hạt và chống chịu sâu



Thành phần chính của giải pháp IoT cho AWD (Phạm Vũ Bằng, 2023)

bệnh tốt hơn khi bị ngập úng). Qua thực nghiệm nhiều nơi AWD giúp giảm chi phí nước tưới, tăng năng suất.

Gần đây, công nghệ internet vạn vật (IoT) được áp dụng cho AWD qua một nghiên cứu do nhóm chuyên gia Đại học Trà Vinh thực hiện từ 2018 - 2019 với sự tài trợ của Ngân hàng Thế giới, áp dụng vào thực tế đồng ruộng gồm 70 ha với 82 hộ nông dân ở 3 tỉnh: Trà Vinh, Cần Thơ và An Giang. Thay cho ống nước đục lỗ là trụ AWD thông minh gắn cảm biến dùng năng lượng mặt trời theo dõi mực nước trên đồng ruộng từ âm 15 cm đến 5 cm trên mặt ruộng với độ phân giải 0,1 cm, kết nối hệ thống cảm biến để chuyển tải thông tin 5 phút/lần về hộp điều khiển thông qua internet với khoảng cách lên đến 20 km. Từ đó hệ thống điều khiển bơm tưới tự động theo kỹ thuật AWD trên khu vực sử dụng nước chung theo lập trình định sẵn. Người sử dụng có thể quan sát và chủ động điều khiển bơm tưới qua ứng dụng trên điện thoại thông minh.

Kết quả là sự đo lường chính xác mực nước cho phép nông dân tiết kiệm nước tối đa khi áp dụng AWD, giảm được 13 - 20% nước tưới so với AWD thông thường và giảm 25% chi phí tưới. Biện pháp IoT cũng làm tăng năng suất lúa so với AWD thủ công, cao nhất là ở Cần Thơ (13%), thấp hơn là ở Trà Vinh và An Giang do điều kiện mặt bằng đồng ruộng khu vực và cách áp dụng không nhất quán giữa IoT và AWD thủ công. Về khí thải, dự án dùng phương pháp USDA GraceNet đặt các thùng đo khí trên các thửa ruộng thí nghiệm, lấy mẫu 10 ngày/lần trong 80 ngày đầu. Kết quả, IoT AWD giảm 30% so với canh tác lúa truyền thống do giảm lượng CH_4 phát ra trong điều kiện ruộng yếm khí (Phạm Vũ Bằng, 2023). Điều kiện để áp dụng IoT AWD hiệu quả là mặt ruộng bằng phẳng, chất lượng đất đồng đều, diện tích thửa ruộng trên 2 ha, khu vực áp dụng có điện cho máy bơm và phủ sóng internet.

c. Công nghệ bón phân thông minh

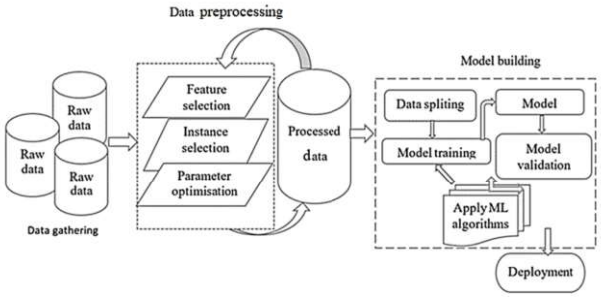
Công nghệ bón phân thông minh dựa vào IoT và cảm biến để xác định độ pH, thành phần dinh dưỡng trong đất, tình hình phát triển và nhu cầu dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng trong mỗi giai đoạn và báo cho người sử dụng qua điện thoại thông minh để điều khiển bón phân, tưới nước kịp thời; đồng thời hướng dẫn, trả lời câu hỏi liên quan cho nông dân bằng trí tuệ nhân tạo (AI). Công nghệ này được Công ty Enfarm phối hợp Viện Kỹ thuật Lâm nghiệp Tây Nguyên (WASI) thực hiện hiệu quả trên cây cà phê ở Tây Nguyên giúp giảm 50% chi phí và tăng năng suất cà phê 20% (Đặng Thị Thắm, Minh An, 2024).

Ngoài ra, hệ thống bón phân thông minh cũng được áp dụng trong nhà lưới, nhà kính với các thiết bị cảm biến đo liên tục độ ẩm, nhiệt độ, pH, độ điện giải (EC),

thành phần dinh dưỡng để vận hành hệ thống bón phân lỏng tự động giúp cây trồng, rau hoa trong nhà kính phát triển tốt.

d. Học máy (ML-Machine Learning)

Học máy là một dạng AI được dùng phổ biến trong nông nghiệp để chuẩn đoán bệnh cây trồng, không mất thời gian và mang lại hiệu quả tốt hơn so với cách chuẩn đoán truyền thống, tốn nhiều nhân công và có thể không nhất quán. Quy trình làm việc của ML gồm các giai đoạn: thu thập dữ liệu (data gathering), Xử lý dữ liệu (processed data), triển khai (Deployment).



Quy trình kỹ thuật phát hiện vấn đề trên cây trồng dựa trên ML (Ngugi và ctv, 2024)

Mô hình ML với bộ dữ liệu PlantVillage với phiên bản đầu tiên được Tiến sĩ David Huges - Đại học Penn State đưa ra năm 2016 được sử dụng và cập nhật chuẩn đoán bệnh đặc trưng trên nhiều loại cây trồng như cà chua, khoai tây, nho… được huấn luyện với Mô hình AlexNet được đánh giá mức độ phân loại chính xác đạt 99,3%. Nhìn chung, ML có triển vọng cải thiện quản lý bệnh cây trồng và tính bền vững của nông nghiệp nhưng cần cân nhắc kỹ lưỡng về chất lượng tập dữ liệu, lựa chọn mô hình và sự tham gia của các bên liên quan (Ngugi, A.A; Ezungwu, A.E (2024)). ML có nhiều dạng và đã được nghiên cứu thực hiện nhiều nơi trong nước.

Teachable Machine. Công cụ Teachable Machine là một kỹ thuật ML được Nikhil Thorat xây dựng vào năm 2017 sử dụng phương pháp học chuyển giao, để tìm các mẫu và xu hướng trong hình ảnh hoặc mẫu âm thanh, đồng thời tạo ra một mô hình phân loại đơn giản nhanh chóng, có thể đào tạo và xây dựng các mô hình dựa trên tập dữ liệu hình ảnh, tư thế cơ thể hoặc âm thanh. Bùi Minh Triết, Nguyễn Thị Hải Lý và Huỳnh Khải Vinh (2024) nghiên cứu ứng dụng Teachable Machine nhận diện tư động các giai đoạn phát triển quả thể (fruiting body) nấm tại một cơ sở trồng nấm rơm ở huyện Lai Vung, tỉnh Đồng Tháp. Kết quả huấn luyện đạt trên 95% với tập kiểm định và kết quả thực nghiệm nhận dạng trên 200 ảnh có chính xác xấp xỉ 93% cho thấy phương pháp này có triển vọng tốt và có thể áp dụng vào thực tế để nhận dạng các giai đoạn phát triển của quả thể nấm rơm.

Machine Learning cho phân loại xoài. Trong nông nghiệp thông minh, việc kiểm tra chất lượng và phân loại tự động là rất cần thiết cho sơ chế, chế biến, tiêu thụ; giảm bớt công lao động và tránh việc phân loại không nhất quán bằng mắt thường. Đoàn Thanh Nghị và Lê Thị Đức Ngọc (2025) dùng ML với kỹ thuật xử lý ảnh Otsu phân loại xoài theo hình dạng, vết lem và dùng mô hình Random Forest để dự báo hạng xoài. Tác giả đã thu thập 440 trái xoài Đài Loan ở tỉnh An Giang để phân tích thông qua hình ảnh. Trái xoài được phân thành 3 hạng: hạng I trái không vết lem, da mượt, già, trọng lượng 620 g trở lên; hạng II có ít vết lem, da không lỗi,

trọng lượng từ 500 - 620 g; hạng III trái chín, có vết trầy, sẹo, dính nhiều đất và trọng lượng dưới 500 g. Phương pháp luận và các thuật toán dùng xử lý ảnh số, phân tích nội dung, phân tích thống kê được triển khai để phân loại sản phẩm xoài địa phương. Kết quả là hệ thống phân tích đạt độ chính xác ở hạng I là 91,32%, hạng II là 85,35%, hạng III là 88,76% và độ chính xác chung là 88%. Như vậy, hệ thống có kết quả giúp phân hạng trái xoài đạt chất lượng cao, bảo quản và sản xuất tốt hơn so với cách làm thù công và giảm được lao động.

Deep Learning (DL) cho quản lý lũ lụt. Đoàn Thanh Nghị và Lê Thị Đức Ngọc (2023) dùng Deep Learning, là dạng nghiên cứu sâu của ML để xây dựng mô hình phát hiện lũ từ ảnh SAR. Dữ liệu thu từ 4.830 ảnh vệ tinh với độ phân giải 256 x 256 pixels ở tỉnh Quảng Ngãi năm 2020 rồi dùng kỹ thuật phát hiện thay đổi đường nét với độ phân giải cao của từng cặp ảnh ở các thời điểm trước và sau lũ. Kết quả nghiên cứu đạt độ chính xác (Precision) đạt 96,9%. Mô hình mới cung cấp công cụ có giá trị cho các cơ quan quản lý lũ thiên tai nhanh và đáng tin cậy (Bảng 1).

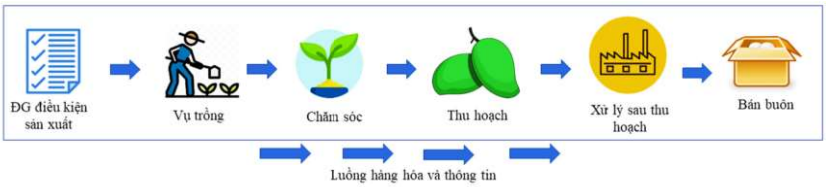
Bảng 1: So sánh hiệu quả và phức tạp của các mô hình

Nguồn: Đoàn Thanh Nghị và Lê Thị Đức Ngọc (2025)

Methods	Params (M)	FLOPs (G)	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)
FC-Siam-Diff	1.2	10.4	87.5	95.6	91.3
DTCDSCN	31.6	25.4	90.2	**96.7**	93.3
Siam-NestedUNet	11.7	109.2	94.5	96.2	95.3
BIT	26.4	23.4	94.8	95.4	95.1
Ours	19.3	32.3	**96.9**	94.6	**95.7**

Giám sát côn trùng với DL. Giám sát côn trùng với cách làm truyền thống tốn lao động và mất nhiều thời gian. Đoàn Thanh Nghị và Phan Thiên Huệ (2024) nghiên cứu DL đưa ra hệ thống giám sát thông minh mới sử dụng công nghệ NVIDA's Jetson Nano kết hợp mô hình phát hiện vật thể cho giám sát côn trùng từ xa, tự động thực hiện quá trình phát hiện, nhận dạng, giám sát côn trùng. Dữ liệu thu thập trên interrnet được 2.335 ảnh 10 loài côn trùng, chia thành 3 tập hợp để huấn luyện, xác nhận và kiểm tra theo tỷ lệ 7:2:1. Mô hình YOLOv7 được áp dụng vào bộ dữ liệu cho các hoạt động này đạt độ chính xác (mAP@0.5 accuracy) 77,2%. Kết quả nghiên cứu giúp cho nông dân, cơ quan quản lý có biện pháp xử lý chính xác đúng lúc, ngăn ngừa dịch hại, giảm chi phí sản xuất và bảo vệ môi trường.

Quản lý chuỗi cung ứng với Blockchain. Quản lý chuỗi cung ứng nông sản và truy xuất nguồn gốc là khâu vô cùng quan trọng đối với xuất khẩu vào các thị trường khó tính. Công nghệ Blockchain được dùng để xây dựng cấu trúc dữ liệu như là sổ cái để ghi lại các giao dịch trên một hệ thống máy tính ngang hàng theo phương thức mã hoá các giao dịch theo chuỗi thời gian; cho phép lưu trữ, truyền tải dữ liệu một cách an toàn mà không đòi hỏi sự xác nhận trung gian. Điều này đòi hỏi phải có sự tham gia nghiêm túc, mỗi khâu đều phải đăng ký và đưa thông tin vào chuỗi và người tiêu dùng có thể truy cập qua một ứng dụng (app) trên điện thoại thông minh và mạng internet. Như vậy mới có được niềm tin của người tiêu dùng và từ đó, xây dựng thương hiệu sản phẩm.



Mô hình quản lý chuỗi cung ứng và truy xuất nguồn gốc xoài Hậu Giang (Huỳnh Phước Hải, 2023)

Trong thời gian qua, nhóm chuyên gia Khoa Công nghệ thông tin Đại học An Giang đã xây dựng Blockchain áp dụng tốt cho một HTX xoài ở Hậu Giang. Mô hình gồm các giai đoạn: trồng, chăm sóc, thu hoạch, xử lý sau thu hoạch, buôn bán. Toàn bộ quá trình trong chuỗi được ghi lại và đưa vào blockchain. Công nghệ này áp dụng được cho chuỗi giá trị lúa gạo chất lượng cao - đặc sản cũng như các nông sản xuất khẩu khác (Huỳnh Phước Hải, 2023).

3. Hiệu quả CĐS

Nông nghiệp truyền thống được hiện đại hoá để nâng cao hiệu quả sản xuất theo 2 cách: cách thứ nhất là tạo giống mới, phân bón hoá học và cung cấp nước để cây trồng phát triển tốt; cách thứ hai là đầu tư vốn đưa máy móc, kỹ thuật - công nghệ mới vào sản xuất, đồng thời với tăng kỹ năng của người lao động. Công nghệ hiện đại giúp sản xuất nông nghiệp đạt sản lượng cao hơn (Gillis và cs., 1992). Đến thời kỳ Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, Qua một số mô hình ứng dụng chuyển đổi số đã thực hiện trên đây, công nghệ mới cho thấy có tác dụng mạnh mẽ là tăng hiệu quả sản xuất nông nghiệp như sau.

a. Tăng năng suất lao động/Giảm bớt công lao động

Chuyển đổi số trong nông nghiệp cung cấp công cụ thông minh giúp giảm bớt lao động nhưng vẫn bảo đảm năng suất cây trồng, hay nói cách khác là tăng năng suất lao động. Rõ ràng là drone giảm công lao động phun thuốc bảo vệ thực vật, ruộng lúa không bị giẫm đạp, xử lý nhanh chóng dịch sâu bệnh bảo vệ cây trồng; quản lý nước theo kỹ thuật tưới "Ướt khô xen kẽ" IoT AWD giúp giảm công lao động ra đồng xem xét mực nước ruộng và điều khiển bơm tưới thủ công, cây lúa cứng cáp cho năng suất cao hơn AWD thủ công; ML giúp giảm công lao động trong khâu phân loại nông sản.

b. Tính chính xác

Công nghệ 4.0 giúp phát triển nông nghiệp chính xác. San phẳng đồng ruộng bằng thiết bị laser làm cho đồng ruộng giảm độ chênh lệch còn 3 cm, bảo đảm mực nước đồng đều trên ruộng lúa. IoT AWD dùng cảm biến và hệ điều khiển tự động giúp giữ mực nước trong giới hạn, ruộng không bị ngập úng cũng như quá khô hạn. Công nghệ bón phân thông minh phân tích hàm lượng dinh dưỡng trong đất, cây trồng chính xác, điều chỉnh lượng phân phù hợp. Các mô hình ML phân loại nông sản; nhận dạng côn trùng, vết bệnh, địa hình lũ lụt, đạt mức độ chính xác cao. Do đó, chất lượng sản phẩm sẽ tốt hơn.

c. Quản lý chuỗi sản xuất chặt chẽ

Ứng dụng Blockchain vào quản lý chuỗi sản xuất giúp quản lý chi tiết các công đoạn sản xuất, truy xuất được nguồn gốc sản phẩm. Do đó, chất lượng nông sản phẩm được quản lý tốt, nguồn gốc sản phẩm rõ ràng hơn nên người tiêu dùng sẽ tin cậy hơn. Từ đó, việc xây dựng thương hiệu và đưa nông sản vào các thị trường khó tính sẽ thuận lợi hơn.

d. Mở rộng quy mô sản xuất

Kinh tế theo quy mô (economies of scale) liên quan đến ý tưởng chi phí trung bình giảm khi mở rộng quy mô sản xuất. Áp dụng công nghệ tiên tiến giúp tăng được quy mô sản xuất, giảm chi phí sản xuất, tăng khả năng cạnh tranh và tăng hiệu quả sản xuất nông nghiệp. Ví dụ. Đối với công nghệ ML nhận dạng, phân loại trái xoài, nấm rơm càng mở rộng sản xuất càng hiệu quả vì không phải tăng lao động thủ công cho công việc nhìn lựa đối tượng bằng mắt và tay.

4. Các vấn đề cần quan tâm khi đưa chuyển đổi số vào sản xuất

a. Hoàn thiện cơ sở hạ tầng

Mỗi công nghệ đều có yêu cầu về cơ sở hạ tầng đáp ứng để hoạt động hiệu quả. IoT AWD cần có hệ thống kinh mương thông thoáng, mặt ruộng bằng phẳng, mạng lưới điện và internet bao phủ địa bàn. Mô hình IoT-AWD có khả năng bao phủ 10 ha đồng ruộng, nhưng do điều kiện kinh mương, mặt ruộng không đáp ứng nên chỉ thực hiện trên 2 ha thì tốn kém, không hiệu quả. Mạng lưới internet rất quan trọng đối với công nghệ 4.0, nếu không có thì hệ thống chuyển đổi số không hoạt động được.

b. Thẩm định, xem xét hiệu quả đầu tư công nghệ mới

Do đầu tư công nghệ ban đầu tốn kém, nên cần xem xét các yếu tố đầu ra, đầu vào để dự án áp dụng công nghệ mới khả thi, có hiệu quả như: nhu cầu thị trường, giá bán nông sản và biến động giá, chi phí đầu tư, lạm phát, rủi ro thị trường…. Các chỉ tiêu NPV (Net Present Value - hiện giá thuần), IRR (internal Rate of Return - tỷ số nội hoàn), điểm hoàn vốn (BEP- Break-Even Point) thời gian hoàn vốn… cần được phân tích kỹ lưỡng trước khi đầu tư.

c. Vấn đề thị trường nông sản

Theo Kinh tế học vi mô (Pindyck và Rubinfeld, 2001), thị trường nông sản thô là thị trường cạnh tranh hoàn hảo (perfectly compatitive market), hàng hoá không đặc trưng, giá cả được quyết định theo quy luật cung – cầu. Lợi nhuận kinh tế được chứng minh là bằng không khi tính chi phí kinh tế gồm cả chi phí tài chính và chi phí cơ hội (opportunity costs) của vốn và lao động. Tuy nhiên, với hàng hoá có tính đặc trưng riêng thì có thể tham gia thị trường cạnh tranh có tính độc quyền (monopolistically compatitive market) và được một phần lợi nhuận độc quyền. Do đó, với nông sản được phân loại chất lượng chính xác, bảo đảm chất lượng, truy xuất được nguồn gốc rõ ràng, góp phần hạn chế tác động môi trường (như lúa giảm khí thải nhà kính, kinh tế tuần hoàn) thực hiện được nhờ công nghệ 4.0 là hàng hoá có tính đặc trưng thì nhà sản xuất có thể xây dựng thương hiệu, có chiến lược marketing phù hợp để xâm nhập phân khúc thị trường khó tính, thị trường ngách (niche market) để đạt được lợi nhuận cao hơn.

d. Nâng cao năng lực người lao động

Công nghệ chuyển đổi số phức tạp, thay đổi không ngừng nên rất cần đội ngũ lao động có kỹ năng đáp ứng được yêu cầu công việc của các cấp từ quản lý đến vận hành. Mặt khác, mô hình quản lý, kinh doanh của mỗi tổ chức, doanh nghiệp cũng phải thay đổi thích ứng với thực tiễn. Do đó, cần huấn luyện và cập nhật

khả năng về công nghệ thông tin thường xuyên để cho hệ thống vận hành suôn sẽ.

5. Kết luận

Trong trào lưu đẩy mạnh cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, quá trình thực hiện một số mô hình, công trình nghiên cứu áp dụng các công cụ IoT, AI, ML ở một số địa phương trong nước cho thấy chuyển đổi số có tác dụng nâng cao hiệu quả sản xuất nông nghiệp, cụ thể là giảm lao động thủ công (tăng năng suất lao động), tăng tính chính xác trong canh tác, sơ chế nông sản; quản lý chuỗi sản xuất nông sản chặt chẽ, truy xuất được nguồn gốc rõ ràng, giúp mở rộng quy mô sản xuất, giảm chi phí sản xuất đê tăng tính cạnh tranh của sản phẩm. Nhờ vậy, có thể đưa nông sản vào thị trường khó tính, đòi hỏi chất lượng cao để tăng lợi nhuận.

Tuy nhiên, có những vấn đề cần quan tâm giải quyết để đầu tư CĐS có khả thi và đạt hiệu quả như là điều kiện hạ tầng, nhân lực và chiến lược tham gia thị trường phù hợp để phát huy hiệu quả CĐS, mang lại lợi ích cho người sản xuất và cộng đồng xã hội./.