

Ứng dụng IoT với thương mại điện tử trong kế hoạch sản xuất và phân phối nông sản hướng đến số hóa chuỗi cung ứng

Nguyễn Văn Cấn*, Nguyễn Thị Lệ Thủy, Nguyễn Khánh Duy

*Khoa Quản lý Công nghiệp, Trường Bách khoa, Trường Đại học Cần Thơ,
khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, TP Cần Thơ, Việt Nam*

Ngày nhận bài 27/7/2023; ngày chuyển phản biện 29/7/2023; ngày nhận phản biện 30/8/2023; ngày chấp nhận đăng 4/9/2023

Tóm tắt:

Ngày nay, ứng dụng Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) với thương mại điện tử (TMĐT) là rất quan trọng để phát triển bền vững cho chuỗi cung ứng nông nghiệp. Tuy nhiên, vấn đề đối với chuỗi cung ứng tích hợp các công nghệ này đang đối mặt với những thách thức như chi phí đầu tư cao và sự am hiểu về công nghệ còn giới hạn. Nghiên cứu này đề xuất một phương pháp tích hợp mô hình tối ưu và mô phỏng để hỗ trợ người trồng trong việc ra quyết định cho hoạt động sản xuất và phân phối nông sản hướng đến số hóa chuỗi cung ứng. Mô hình tối ưu xác định kế hoạch sản xuất và phân phối, trong khi mô hình mô phỏng đánh giá quá trình phân phối nông sản và xác định thời gian giao nông sản đến thị trường. Phương pháp đề xuất xem xét các phương án ra quyết định khác nhau: bán lẻ và sỉ; bán lẻ, sỉ và IoT; bán lẻ, sỉ, IoT và TMĐT. Một ứng dụng điển hình của phương pháp này được trình bày với dữ liệu thực tế được thu thập từ một nông trại dưa lưới ở Việt Nam. Kết quả cho thấy, phương pháp đề xuất có thể giúp người trồng chọn được giải pháp tối ưu để có được mức lợi nhuận cao hơn, tăng từ 876.406.250 lên 1.508.122.000 VNĐ, nhiều hơn đáng kể so với thực tế hiện tại.

Từ khóa: Internet vạn vật, kế hoạch phân phối, kế hoạch sản xuất, nông sản, thương mại điện tử.

Chỉ số phân loại: 5.2, 5.13

Application of IoT technique with e-commerce in planning the production and distribution of agri-products towards digitising supply chains

Van Can Nguyen*, Thi Le Thuy Nguyen, Khanh Duy Nguyen

*Faculty of Industrial Management, College of Engineering, Can Tho University,
Campus II, 3/2 Street, Xuan Khanh Ward, Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam*

Received 27 July 2023; revised 30 August 2023; accepted 4 September 2023

Abstract:

Today, the application of the Internet of Things (IoT) with e-commerce is very important in achieving economic efficiency and sustainable growth for agricultural supply chains. However, the problem for supply chains integrating these technologies is facing several obstacles, such as huge investment and non-tech-savvy farmers. This study proposes a method that integrates optimisation and simulation models to assist growers in making decisions on planning the production and distribution of agri-products, aims to digitalise the supply chains. The optimisation model determines the production and distribution plan, while the simulation model evaluates the agricultural product distribution process and determines the time of agricultural product delivery to the market. The proposed model considers different decision-making scenarios: (i) retail and wholesale, (ii) retail, wholesale and IoT, and (iii) retail, wholesale, IoT and e-commerce. A case study using this method is presented based on real data collected from a melon farm in Vietnam. The results from the case study have shown that the proposed approach can help growers choose an optimal solution to get a higher profit, increasing from 876,406,250 up to 1,508,122,000 VND per year, which is significantly more than the current reality.

Keywords: agri-products, distribution planning, e-commerce, Internet of Things (IoT), production planning.

Classification numbers: 5.2, 5.13

*Tác giả liên hệ: Email: vancan@ctu.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Nông sản là mặt hàng nông nghiệp cần quan tâm nhiều về chất lượng từ hoạt động sản xuất, phân phối đến người tiêu dùng cuối cùng. Thực tế, chất lượng nông sản có thể ảnh hưởng từ quá trình sản xuất do điều kiện môi trường xung quanh trong thời gian gieo trồng và thu hoạch. Bên cạnh đó, do đặc điểm tự nhiên, các mặt hàng này cũng thường dễ hư hỏng trong khi lưu trữ, vận chuyển và tiêu thụ. Do đó, để nâng cao chất lượng của nông sản, việc ứng dụng các giải pháp kỹ thuật tiên tiến mới vào quá trình sản xuất và phân phối không chỉ cho phép cải thiện chất lượng mà còn nâng cao năng suất cây trồng, từ đó giúp mở rộng thị trường tiêu thụ, tăng lợi nhuận và phát triển bền vững [1].

Trong những năm gần đây, với sự phát triển nhanh chóng của các kỹ thuật tiên tiến trong lĩnh vực công nghệ thông tin, cảm biến và công nghệ truyền thông đã thúc đẩy việc ứng dụng ngày càng nhiều công nghệ IoT vào hoạt động sản xuất và phân phối nông sản. Một hệ thống IoT nhìn chung bao gồm các loại cảm biến khác nhau được cài đặt tại các khu vực cây trồng để thu thập thông tin về môi trường, như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất... Các cảm biến này sẽ gửi dữ liệu thông qua mạng internet đến các thiết bị truyền thông, máy chủ sẽ nhận và xử lý dữ liệu, người dùng có thể truy cập dữ liệu và gửi đến các thiết bị di động. Điều này giúp người trồng có thể theo dõi sự tăng trưởng của cây trồng trong nông trại, đưa ra những quyết định sản xuất hợp lý và kịp thời để cây trồng tăng trưởng một cách tối ưu [2, 3]. Ngoài ra, một lợi ích quan trọng khác khi triển khai IoT là sản phẩm sẽ có chất lượng cao, cho phép người trồng tiếp cận với thị trường mới hiệu quả hơn. Hiện nay, kênh TMĐT là thị trường cho phép các hoạt động mua bán đều trực tiếp giao dịch qua mạng internet, giảm các khâu phân phối trung gian, giúp người bán có thể tiếp cận khách hàng ở nhiều nơi một cách nhanh chóng và dễ dàng [4-7]. Vì vậy, sự kết hợp giữa 2 công nghệ này giúp việc sản xuất và phân phối sản phẩm nông sản hiệu quả hơn bởi nâng cao chất lượng và năng suất trong khi giảm được lực lượng lao động [3].

Tuy nhiên, khi triển khai IoT cũng như TMĐT, đòi hỏi đầu tư lớn và sự hiểu biết của người trồng [3]. Do đó, điều quan trọng và cần thiết là cần có những nghiên cứu về các mô hình nhằm giúp tối thiểu chi phí đầu tư trong khi đáp ứng các yêu cầu chức năng và vận hành của nông trại khi triển khai ứng dụng. Trong các bài báo trước đây, rất ít nghiên cứu về các mô hình tối ưu vận hành và quản lý cho quá trình sản xuất và phân phối nông sản dựa trên IoT và TMĐT. Mặc dù gần đây đã có một số nghiên cứu nhưng các tác giả tập trung vào diễn tả các ứng dụng của hệ thống IoT, trình bày những thách thức của hệ thống và nghiên cứu kỹ thuật giám sát cho việc phân phối nông sản thông qua IoT và TMĐT [2, 3, 7].

Liên quan đến vấn đề nêu trên, đã có những nỗ lực hạn chế nghiên cứu về các mô hình tối ưu với xem xét IoT và/hoặc TMĐT. Ví dụ, trong nghiên cứu của J. Ruan và cs (2019) [3], các tác giả trình bày một tóm tắt về các ứng dụng của IoT trong nông nghiệp dựa trên 4 phân loại cho trường hợp trong nhà kính, bên ngoài cánh đồng, trang trại chăn nuôi gia súc và môi trường nuôi trồng thủy sản. Trong khi đó, J. Ruan và cs (2016) [7] trình bày một khung

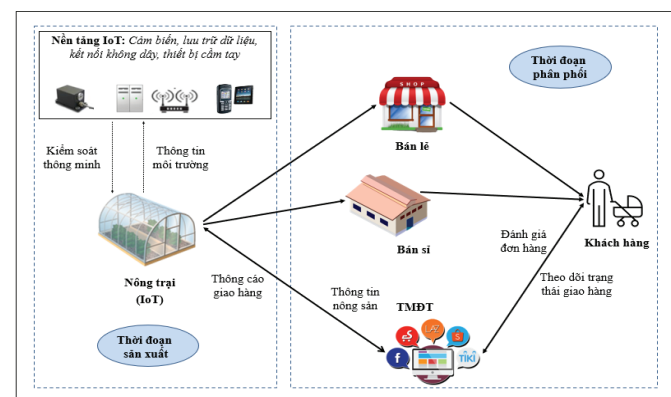
phương pháp dựa trên IoT để giám sát việc giao sản phẩm trái cây tươi qua TMĐT. Kết quả phân tích chứng minh rằng, đối với phân phối truyền thống, sản phẩm cần phải qua nhiều khâu trung gian hơn so với TMĐT. Gần đây hơn, J. Han và cs (2020) [8] đề xuất một mô hình tối ưu cho lập kế hoạch và phân phối sản phẩm tươi. Mục tiêu của mô hình là tối đa lợi nhuận của người trồng thông qua một mô hình tối ưu MILP (Mixed-integer linear programming). Trong mô hình này, các ràng buộc về IoT và các kênh phân phối là được xem xét.

Nghiên cứu này đề xuất một phương pháp tích hợp mô hình tối ưu với mô phỏng để hỗ trợ ra quyết định trong việc lên kế hoạch sản xuất và phân phối nông sản hiệu quả thông qua xem xét ứng dụng IoT và TMĐT, nhằm tối ưu hóa lợi nhuận cho người trồng. Một trường hợp ứng dụng với dữ liệu thực tế từ một nông trại dưa lưới ở tỉnh Vĩnh Long, Việt Nam. Đặc biệt, phương pháp này có thể áp dụng cho các nông sản khác, góp phần thúc đẩy người trồng quan tâm sử dụng công nghệ cao như IoT nhiều hơn, từ đó đạt được mục tiêu số hóa trong chuỗi cung ứng nông nghiệp.

2. Phương pháp nghiên cứu và trường hợp điển hình

2.1. Mô tả vấn đề

Hình 1 diễn tả quá trình sản xuất và phân phối nông sản xem xét trong nghiên cứu này. Nông trại là nơi sản xuất nông sản và được trang bị hệ thống IoT để quản lý và kiểm soát môi trường trong thời đoạn sản xuất. Liên quan thời đoạn phân phối, nông sản sau khi thu hoạch có thể bán qua các kênh phân phối khác nhau đến khách hàng tiêu thụ cuối cùng. Mục tiêu chính là hỗ trợ người trồng ra quyết định liên quan đến thời gian trồng và thu hoạch nông sản trên mỗi mùa vụ, diện tích đất trồng trong mỗi vụ mùa, kênh phân phối và các quyết định khác. Sau đây là các giả định được đưa ra để giải quyết vấn đề này: (i) xem xét một hộ nông dân/hợp tác xã trồng một loại nông sản; (ii) trong kênh TMĐT, môi trường là đảm bảo cho nông sản trong quá trình vận chuyển, giả định này cho biết tổn thất sau thu hoạch chất lượng của nông sản chỉ bị ảnh hưởng bởi thời gian vận chuyển; (iii) nông sản bán qua kênh bán sỉ là không bị giới hạn về số lượng và người trồng không phải chịu trách nhiệm về chất lượng hay hư hỏng của sản phẩm sau khi bán.



Hình 1. Quá trình sản xuất và phân phối nông sản.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Như đã nhận xét ở phần trên, mô hình tối ưu đề xuất bởi J. Han và cs (2020) [8] đã không xem xét khía cạnh quan trọng đó là các yếu tố ngẫu nhiên của quá trình phân phối. Để xem xét điều này, phương pháp tích hợp tối ưu hóa và mô phỏng được sử dụng trong nghiên cứu này được đưa ra.

2.2.1. Mô hình tối ưu

Mô hình MILP được đề xuất để giải quyết vấn đề mô tả trên, chi tiết mô hình MILP như sau:

Chỉ số:

j Tuần gieo trồng
 k Tuần phân phối

Tập hợp:

J Tập tất cả các tuần sản xuất
 K Tập tất cả các tuần phân phối

Tham số:

p_k^{wsale} Giá bán sỉ trong tuần k
 p_k^{ecom} Giá bán qua TMĐT trong tuần k
 p_k^{vsale} Giá bán lẻ trong tuần k
 f^{land} Diện tích đất sản xuất có sẵn (m^2)
 c^{prod} Chi phí sản xuất trên mỗi m^2 (VNĐ)
 $c^{operIoT}$ Chi phí vận hành các thiết bị IoT (VNĐ)
 n^{IoT} Tuổi thọ trung bình các thiết bị IoT (tuần)
 c^{invIoT} Chi phí đầu tư thiết bị IoT trên diện tích đất canh tác (VNĐ)
 c^{log} Chi phí logistics cho mỗi gói hàng TMĐT (VNĐ)
 c^{pack} Chi phí đóng gói cho mỗi gói hàng TMĐT (VNĐ)
 w^{pack} Trọng lượng trên mỗi gói hàng TMĐT (kg)
 t^{pack} Thời gian cần thiết đóng gói mỗi gói hàng TMĐT (giờ)
 t^{wk} Thời gian làm việc của nhân viên đóng gói mỗi tuần (giờ)
 M_{jk} Bảng 1 khi trồng ở tuần j và chăm sóc ở tuần k . Ngược lại bằng 0
 R_{jk} Bảng 1 khi trồng ở mùa vụ j và thu hoạch ở tuần k . Ngược lại bằng 0
 mu Diện tích quản lý các thiết bị IoT trên nhân viên
 ns_k^{re} Số gian hàng bán lẻ trong tuần k
 c^{la} Chi phí thuê lao động mỗi tuần (VNĐ)
 α_{jk} Phần trăm thu hoạch trên tổng sản lượng trong tuần k khi trồng trong tuần j
 nl_k Số lao động có sẵn trong tuần k
 mq^{re} Lượng bán hàng tối đa trên mỗi gian hàng bán lẻ
 q^{ecom} Lượng bán hàng tối đa qua TMĐT
 ay Năng suất trung bình mỗi mùa vụ trên m^2 , ứng dụng IoT
 pt^{IoT} Năng suất tăng khi ứng dụng IoT
 ru Trọng lượng có thể thu hoạch mỗi lao động trên tuần
 l_k^{ecom} Số nhân viên cần thiết làm việc trên TMĐT trong tuần k
 t^{lot} Thời gian giao hàng trung bình phân phối qua TMĐT (giờ)
 t^{sl} Thời hạn sử dụng của nông sản
 de^{log} Khoảng cách vận chuyển nông sản phân phối qua TMĐT
 b Tổng ngân sách có sẵn (VNĐ)

Biến quyết định:

S_j Diện tích trồng nông sản trong tuần j (m^2)
 X_k^{re} Lượng phân phối bán lẻ trong tuần k (kg)
 X_k^{wsale} Lượng phân phối bán sỉ trong tuần k (kg)
 X_k^{ecom} Lượng phân phối qua TMĐT trong tuần k (kg)

Hàm mục tiêu:

$$\text{Max } Z = Z_1 - Z_2 - Z_3 - Z_4$$

$$Z_1 = \sum_{k=1}^K (p_k^{ecom} X_k^{ecom} + p_k^{wsale} X_k^{wsale} + p_k^{re} X_k^{re})$$

$$Z_2 = \sum_{j=1}^J S_j (c^{prod} + c^{operIoT}) + \sum_{j=1}^J S_j \frac{c^{invIoT}}{n^{IoT}} + \sum_{k=1}^K \frac{X_k^{ecom} c^{pack}}{w^{pack}}$$

$$Z_3 = c^{la} \left[\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left(\frac{S_j M_{jk}}{mu} + \frac{S_j R_{jk} [ay + (pt^{IoT} ay)]}{ru} \right) \right] + \sum_{k=1}^K \left(\frac{X_k^{ecom} t^{pack}}{w^{pack} t^{wk}} + ns_k^{re} + nl_k^{ecom} \right) \quad (1)$$

$$Z_4 = \sum_{k=1}^K \frac{X_k^{ecom} c^{log} de^{log}}{w^{pack}} + \sum_{k=1}^K \frac{p_k^{ecom} X_k^{ecom} t^{sl}}{t^{sl}}$$

Các ràng buộc:

$$\sum_{j=1}^J S_j \leq f^{land} \quad (2)$$

$$X_k^{ecom} + X_k^{wsale} + X_k^{re} = [ay + (pt^{IoT} ay)] \sum_{j=1}^J \alpha_{jk} S_j \quad \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J S_j (c^{prod} + c^{operIoT}) + \sum_{k=1}^K \frac{(c^{log} + c^{pack}) X_k^{ecom}}{w^{pack}} + c^{la} \left[\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left(\frac{S_j M_{jk}}{mu} + \frac{S_j R_{jk} [ay + (pt^{IoT} ay)]}{ru} \right) \right] + \sum_{k=1}^K \left(\frac{X_k^{ecom} t^{pack}}{w^{pack} t^{wk}} + ns_k^{re} + nl_k^{ecom} \right) \leq b \quad (4)$$

$$\frac{S_j M_{jk}}{mu} + \frac{S_j R_{jk} [ay + (pt^{IoT} ay)]}{ru} + \frac{X_k^{ecom} t^{pack}}{w^{pack} t^{wk}} + ns_k^{re} + nl_k^{ecom} \leq nl_k \quad \forall j \in J, k \in K \quad (5)$$

$$mq^{re} X_k^{re} \geq X_k^{re} \quad \forall k \in K \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^K X_k^{ecom} \leq q^{ecom} \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{13} S_j \leq f^{land} \quad (8)$$

$$\sum_{j=14}^{26} S_j \leq f^{land} \quad (9)$$

$$\sum_{j=27}^{39} S_j \leq f^{land} \quad (10)$$

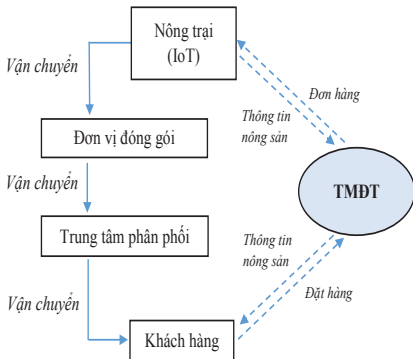
$$\sum_{j=40}^{52} S_j \leq f^{land} \quad (11)$$

$$S_j \geq 0, X_k^{ecom} \geq 0, X_k^{wsale} \geq 0, X_k^{re} \geq 0 \quad j \in J, k \in K \quad (12)$$

Hàm mục tiêu (1) tối đa lợi nhuận được tính bởi doanh thu trừ các chi phí. Cụ thể, phần thứ nhất của hàm mục tiêu (Z_1) là doanh thu từ bán nông sản qua các kênh khác nhau. Phần Z_2 là chi phí sản xuất và đóng gói. Phần Z_3 là chi phí cho nhân viên quản lý nông trại và nhân viên đóng gói và cuối cùng Z_4 là chi phí vận chuyển và chi phí phạt do có sự thay đổi, suy giảm độ tươi của nông sản. Ràng buộc (2) xác định giới hạn diện tích có sẵn cho trồng nông sản. Ràng buộc (3) cho biết tổng lượng nông sản được phân phối trong một tuần sẽ bằng tổng lượng được sản xuất trong tuần đó. Ràng buộc (4) đảm bảo rằng số tiền quyết định của người trồng không vượt quá ngân sách. Ràng buộc (5) đảm bảo rằng tổng số lao động cần thiết để trồng, thu hoạch và phân phối không vượt quá số lượng lao động tối đa. Ràng buộc (6) đảm bảo rằng tổng lượng phân phối của bán lẻ trong tuần không được vượt quá khả năng phân phối bán lẻ trong tuần đó. Ràng buộc (7) chỉ định rằng, tổng lượng bán qua TMĐT trong thời gian phân phối không được vượt quá nhu cầu tối đa dự kiến. Các ràng buộc (8-11) chỉ định rằng, tổng diện tích trồng ở mùa vụ 1 (tuần 1-13), mùa vụ 2 (tuần 14-26), mùa vụ 3 (tuần 27-39) mùa vụ 4 (tuần 40-52) phải nhỏ hơn hoặc bằng diện tích đất trồng trong mỗi mùa vụ. Cuối cùng, các ràng buộc (12) xác định các biến quyết định không âm trong mô hình.

2.2.2. Mô hình mô phỏng

Đối với kênh TMĐT, một trong những vấn đề quan trọng là cần phải đảm bảo độ tươi của nông sản trong quá trình vận chuyển, do đó thời gian vận chuyển cần phải được xem xét đối với kênh này. Thực tế, thời gian vận chuyển càng dài thì sự suy giảm về độ tươi của nông sản càng cao, ảnh hưởng đến giá bán. Hình 2 chỉ ra quá trình phân phối nông sản qua TMĐT, trong đó dòng di chuyển bắt đầu từ nông trại đến khách hàng tiêu thụ cuối cùng. Để xác định thời gian vận chuyển cũng như chi phí vận chuyển, trong nghiên cứu này mô hình mô phỏng được xây dựng cho quá trình phân phối sản phẩm qua kênh TMĐT bằng cách sử dụng ARENA [9].



Hình 2. Quá trình phân phối sản phẩm qua thương mại điện tử.

2.3. Trường hợp điển hình

Trong phần này, một trường hợp điển hình từ nông trại trồng dưa lưới với tên gọi là Peace Farm được ứng dụng để kiểm chứng phương pháp đề xuất. Nông trại có diện tích là 1.000 m² với vị trí tọa lạc tại số 79 Tân Quới Đông, phường Trường An, TP Vĩnh

Long, tỉnh Vĩnh Long. Theo như kế hoạch, nông trại trồng 1 năm (52 tuần) được chia làm 4 mùa vụ và mỗi mùa có số tuần nhất định (mùa vụ 1: tuần 1-13, mùa vụ 2: 14-26 tuần, mùa vụ 3: 27-39 tuần, mùa vụ 4: 40-52 tuần), ngoài ra mỗi mùa trồng duy nhất một lần trên diện tích đất. Hiện tại, nông dân cung cấp dưa lưới cho khách hàng với hình thức bán lẻ trực tiếp tại nông trại. Dựa trên thực trạng ở nông trại, các phương án sau đây được thiết lập và thực nghiệm nhằm giúp nông dân tối đa hóa lợi nhuận.

Trường hợp hiện tại (S0): Sản xuất theo kỹ thuật trồng truyền thống và sản lượng phân phối chỉ qua kênh bán sỉ.

Trường hợp 1 (S1): Kỹ thuật trồng như S0 và sản lượng phân phối xem xét mở rộng thêm kênh bán sỉ.

Trường hợp 2 (S2): Ứng dụng IoT và sản lượng phân phối xem xét cả hai kênh bán lẻ và sỉ.

Trường hợp 3 (S3): Ứng dụng IoT như S2 và sản lượng phân phối xem xét ba kênh bán lẻ, sỉ và TMĐT.

Thông tin về giá bán của dưa lưới được thu thập tại nông trại năm 2023 với giá bán lẻ khoảng từ 60.000-87.500 VNĐ/kg tùy theo mùa vụ. Giá bán sỉ qua khảo sát trên thị trường khoảng 55.000-80.000 VNĐ/kg. Đối với giá dưa lưới bán qua TMĐT có chất lượng cao, giá bán 79.000-169.000 VNĐ/kg theo trang Beecost.vn và Postmart.vn. Ngoài ra, các dữ liệu chính khác cho các tham số đầu vào mô hình của mỗi trường hợp trên được tóm tắt trong bảng 1. Dữ liệu từ trường hợp S1 được giữ nguyên cho trường hợp S2 và S3.

Bảng 1. Các tham số và nguồn dữ liệu liên quan cho đầu vào mô hình.

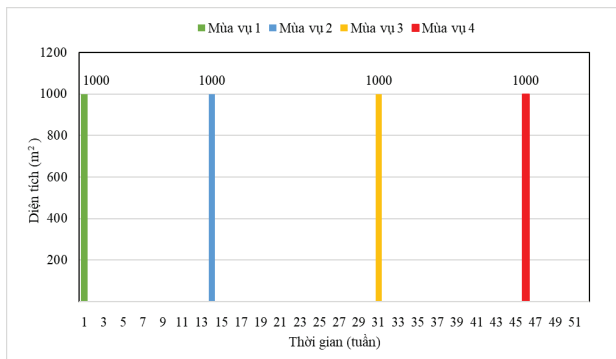
Tham số	Giá trị	Nguồn
Chi phí sản xuất	30.000.000 VNĐ/ mùa vụ	Nông trại
Chi phí nhân viên	1.250.000 VNĐ/tuần	Nông trại
Ngân sách có sẵn	1.000.000.000 VNĐ	Nông trại
Trường hợp S1		
Năng suất dự kiến	3.750/mùa vụ	Giả định
Khối lượng bán tối đa cho bán lẻ	15.000 kg	Giả định
Trường hợp S2		
Chi phí đầu tư thiết bị IoT	164.000 VNĐ/m ²	[8]
Tuổi thọ trung bình của thiết bị IoT	522 tuần	[8]
% tăng năng suất khi áp dụng IoT	10%	[10]
Trường hợp S3		
Chi phí đóng gói cho mỗi gói hàng	16.500 VNĐ	Giả định
Thời gian cần thiết đóng gói	0,1 giờ	[8]
Trọng lượng tối đa mỗi gói	7,5 kg	Giả định
Chi phí vận chuyển cho mỗi gói	2.775 VNĐ/km	[11]
Thời hạn sử dụng của nông sản	15 ngày	Nông trại

3. Kết quả và bàn luận

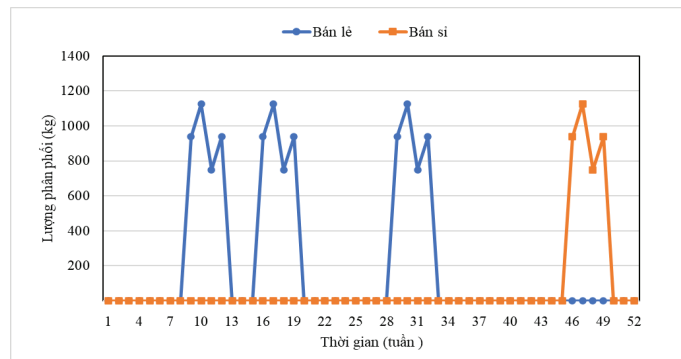
Mô hình tối ưu hóa được giải quyết trong CPLEX 12.8 trên một máy tính Laptop có bộ vi xử lý Intel Core i5-10500H và bộ nhớ RAM 16GB. Thời gian chạy trung bình cho tất cả các thực nghiệm khoảng 75 giây. Hình 3A trình bày kết quả diện tích trồng nông sản tối ưu cho trường hợp S1 cũng như S2 là giống nhau. Trong hai trường hợp này, mô hình đề xuất diện tích đất trồng nông sản tối ưu là 1.000 m² (100%) và các tuần cần trồng ở bốn mùa vụ lần lượt là 1, 14, 31 và 46 cho mùa vụ 1, 2, 3, 4, tương ứng.

Trường hợp S2 do có ứng dụng IoT vào kỹ thuật trồng, sản lượng từ nông trại sản xuất tăng lên đáng kể so với phương án canh tác truyền thống hiện tại ở trường hợp S0 và S1. Hình 3C cho thấy, có một số tuần trong các mùa vụ có lượng phân phối cao hơn S1. Kết quả chỉ ra, phân phối cho bán lẻ ở 3 mùa vụ đầu tiên với sản lượng thu được 12.375 kg và doanh thu là 966.796.875 đồng, trong khi phân phối theo kênh bán sỉ ở mùa cuối cùng trong năm là 4.125 kg với doanh thu là 330.000.000 đồng. Nhìn chung, trường hợp S2 nông trại sẽ thu về tổng doanh thu cao hơn với giá trị là 1.296.796.875 đồng/năm.

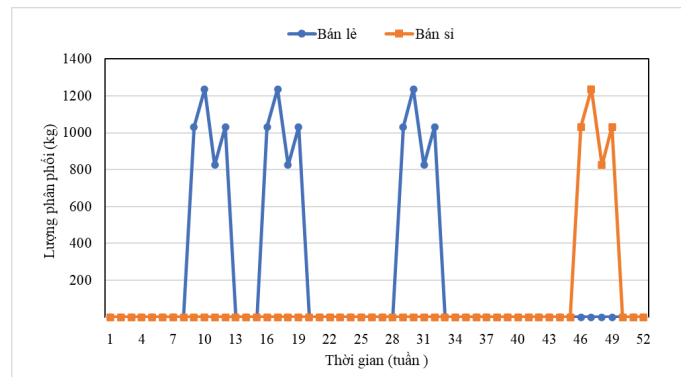
(A)



(B)



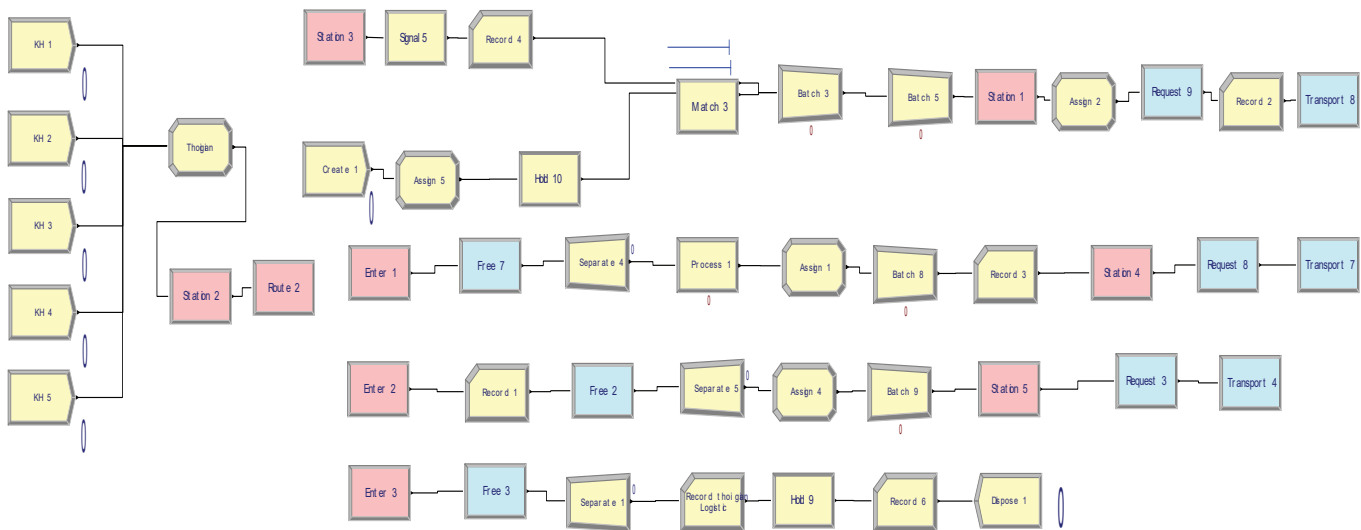
(C)



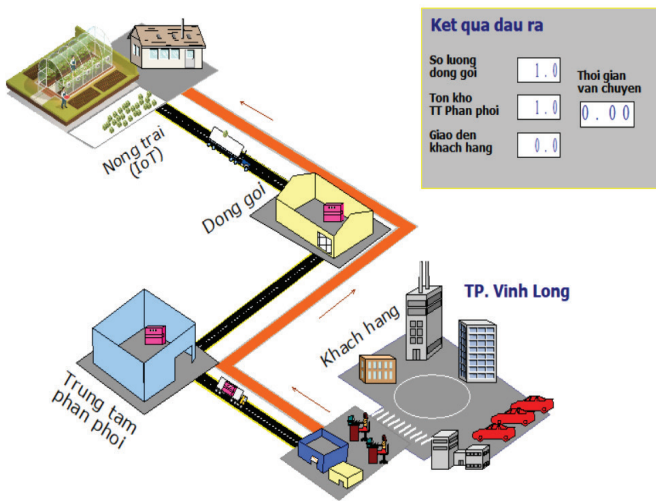
Hình 3. Diện tích trồng và lượng phân phối trường hợp S1 và S2. (A) Diện tích trồng nông sản S1 và S2; **(B)** Lượng nông sản trong mỗi tuần S1; **(C)** Lượng nông sản trong mỗi tuần S2.

Đối với trường hợp S1, khi xem xét thêm kênh bán sỉ so với trường hợp hiện tại S0 (chỉ phân phối theo kênh bán lẻ). Kết quả tối ưu cho thấy nông trại vẫn tập trung nhiều hơn cho kênh bán lẻ với sản lượng 11.250 kg và doanh thu nhận được về 878.906.250 đồng. Trong khi, nông trại cũng nên phân phối một phần sản lượng cho kênh bán sỉ (3.750 kg) để có được doanh thu 300.000.000 VNĐ (hình 3B). So sánh trong trường hợp này, doanh thu từ kênh bán lẻ vẫn có ưu thế hơn bán sỉ. Tổng doanh thu có được từ hai kênh phân phối cho trường hợp này là 1.178.906.250 VNĐ/năm.

Trước khi thực hiện mô hình tối ưu cho trường hợp S3, mô hình mô phỏng được xây dựng như trong hình 4, mô phỏng cần chạy trước để xác định thời gian vận chuyển cho nông sản. Mô hình này được xây dựng dựa trên quá trình phân phối cho kênh TMĐT nông sản hiện thị trong hình 2. Dữ liệu đầu vào cho mô hình mô phỏng bao gồm các đơn hàng điện tử đến từ các khách hàng được tạo ra ngẫu nhiên, sử dụng vị trí các khách hàng ở trung tâm TP Vĩnh Long, khoảng cách, tốc độ xe tải và thời gian bao gói nông sản sử dụng hàm phân phối ngẫu nhiên Triangle trong ARENA.



Hình 4. Logic mô hình mô phỏng.

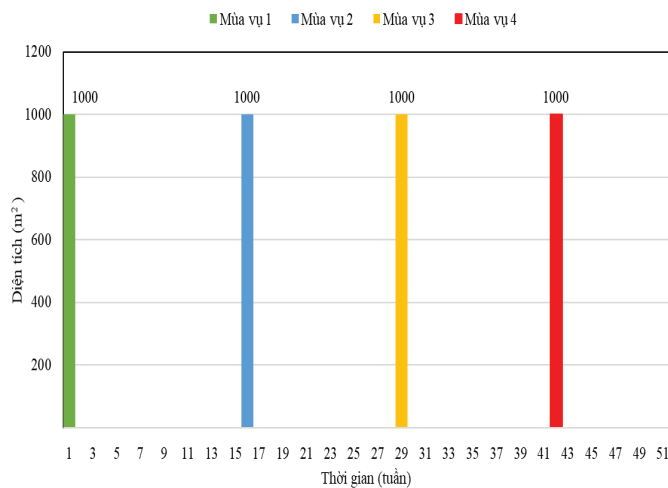


Hình 5. Mô hình animation.

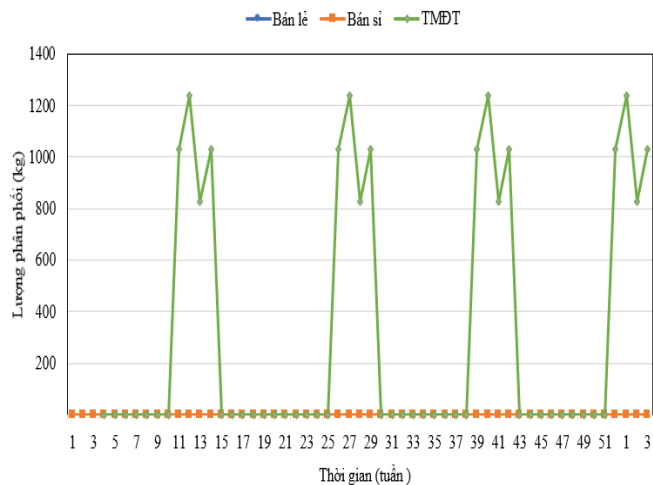
Ngoài ra, để hiển thị trực quan hóa cho quá trình phân phối, hình 5 chỉ ra mô hình mô phỏng dạng animation như là một công cụ hữu ích cho nhà sản xuất nông sản sử dụng một cách dễ dàng và tiện lợi để thiết lập các tham số, kết quả và theo dõi các bước của quá trình này.

Sau khi xác định thời gian vận chuyển từ đầu ra mô hình mô phỏng, tiếp theo mô hình tối ưu là được chạy và kết quả tối ưu cho trường hợp S3 được hiển thị ở hình 6. Ở hình 6A, mô hình đề nghị các tuần gieo trồng là 1, 16, 29 và 42 cho mùa vụ 1, 2, 3 và 4, tương ứng, điều này là khác hơn so với trường hợp S1 và S2. Đối với sản lượng (hình 6B) mô hình cho thấy lượng sản xuất tăng và toàn bộ nông sản được phân phối duy nhất thông qua kênh TMĐT (16.500 kg). Tổng doanh thu trong trường hợp này từ kênh TMĐT là 1.972.426.500 đồng, giá trị này là cao hơn trường hợp S2. Điều này một phần là do khi bán sản phẩm trên sàn TMĐT giá nông sản được cao hơn. Thực tế cho thấy, việc đầu tư IoT để tham gia vào kênh TMĐT sẽ tác động cao hơn đến lợi nhuận cho người trồng.

(A)



(B)



Hình 6. Diện tích trồng nông sản và lượng phân phối trường hợp S3. (A) Diện tích trồng nông sản; (B) Lượng nông sản trong mỗi tuần.

Bảng 2 tóm tắt kết quả đầu ra cho 3 trường hợp được mô tả ở trên. Sau khi đã trừ các loại chi phí, bao gồm các chi phí liên quan cho mỗi trường hợp, lợi nhuận thu về từ trường hợp S3 là cao nhất với giá trị là 1.508.122.000 đồng/năm.

Bảng 2. Tóm tắt các kết quả cho 3 kịch bản được thiết kế.

Diễn tả	Trường hợp S1	Trường hợp S2	Trường hợp S3
Tổng doanh thu	1.178.906.250	1.296.796.875	1.972.426.500
Chi phí sản xuất	120.000.000	120.000.000	120.000.000
Chi phí thuê nhân viên	145.000.000	101.800.000	197.514.286
Khấu hao	-	1.256.705	1.256.705
Chi phí bao gói	-	-	36.300.000
Chi phí vận chuyển	-	-	67.155.000
Chi phí phạt	-	-	42.078.432
Tổng lợi nhuận	913.906.250	1.073.740.170	1.508.122.000

Đơn vị tính: VNĐ/năm.

Bảng 3 trình bày sự so sánh các kết quả về tổng lợi nhuận của giải pháp tối ưu với tổng lợi nhuận thực tế hiện tại của nông dân trồng ở nông trại. Kết quả từ bảng này cho thấy, tổng lợi nhuận tăng thêm 71,60%. Điều này có nghĩa là nếu chọn chiến lược sản xuất và phân phối theo trường hợp S3 lợi nhuận mang lại sẽ tăng từ 876.406.250 VNĐ lên 1.508.122.000 VNĐ, mang lại cải thiện đáng kể trong tổng lợi nhuận cho người trồng nông sản.

Bảng 3. So sánh tổng lợi nhuận giữa giải pháp tối ưu với hiện tại.

Trường hợp S0	Trường hợp S3	Tăng/giảm	% lợi nhuận
876.406.250	1.508.122.000	631.715.750	71,60%

4. Kết luận và đề xuất

Bài báo này trình bày một công cụ hỗ trợ quyết định sử dụng mô hình tối ưu với mô phỏng trong việc lập kế hoạch và phân phối nông sản với sự hỗ trợ của IoT và TMDT. Dựa trên dữ liệu khảo sát thực tế từ một nông trại trồng dưa lưới, mô hình tối ưu và mô phỏng này cho kết quả tối ưu, giúp nông dân lựa chọn được phương án thích hợp để đạt được lợi nhuận tối đa. Thông qua so sánh các kết quả cho thấy, khi triển khai giải pháp được chọn, nông dân sẽ thu về lợi nhuận tăng đáng kể so với trường hợp canh tác hiện tại, lợi nhuận tăng từ 876.406.250 VNĐ lên 1.508.122.000 VNĐ.

Nghiên cứu trong tương lai có thể được tiến hành để cải thiện mô hình đề xuất, bằng cách xem xét thêm các ràng buộc để giải quyết một chuỗi cung ứng với nhiều hộ nông dân tham gia vào sản xuất nông sản và phân phối đến nhiều khu vực địa lý khác nhau. Một mở rộng khác là kết hợp nhiều yếu tố thực tế vào mô hình như xem xét sự biến động về nhu cầu và giá cả thị trường, ngoài ra cũng có thể xem xét yếu tố điều kiện thời tiết thay đổi có thể ảnh hưởng đến năng suất cây trồng. Về mặt ứng dụng, mô hình có thể áp dụng lập kế hoạch và phân phối cho các loại nông sản khác nhau, chẳng hạn như cà chua và ớt chuông xanh.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này thuộc đề tài: “Mô hình hóa ISM-MICMAC trong xây dựng giải pháp số hóa quy trình quản lý chuỗi cung ứng nông sản” (mã số: T2022-16) của Trường Đại học Cần Thơ. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Nghiên cứu sinh Nguyễn Thị Lệ Thủy được tài trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sỹ, tiến sỹ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số VINIF.2022.TS.129.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Bolwig, J.A. Haselip, L. Strange, et al. (2021), *Digital Solutions for Agricultural Value Chains in Kenya: The Role of Private-Sector Actors*, <https://unepdtu.org/project/strengthening-value-chains-and-capacities-for-expanding-clean-energy-markets-in-kenya-and-uganda/>, accessed 10 July 2023.
- [2] O. Elijah, T.A. Rahman, I. Orikumhi, et al. (2018), “An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges”, *IEEE Internet of Things Journal*, **5**(5), pp.3758-3773, DOI: 10.1109/jiot.2018.2844296.
- [3] J. Ruan, Y. Wang, F.T.S. Chan, et al. (2019), “A life cycle framework of green IoT-based agriculture and its finance, operation, and management issues”, *IEEE Communications Magazine*, **57**(3), pp.90-96, DOI: 10.1109/mcom.2019.1800332.
- [4] H.H. Altarturi, A.R.M. Nor, N.I. Jaafar, et al. (2023), “A bibliometric and content analysis of technological advancement applications in agricultural e-commerce”, *Electronic Commerce Research*, pp.1-44, DOI: 10.1007/s10660-023-09670-z.
- [5] Industry and Trade Magazine (2022), “New trend - Consuming agricultural products through E-commerce channel”, *Industry and Trade Magazine*, <https://tapchicongthuong.vn/bai-viet/xu-huong-moi-tieu-thu-nong-san-qua-kenh-thuong-mai-dien-tu-101731.htm>, accessed 15 July 2023 (in Vietnamese).
- [6] A. Ngoc (2023), “E-commerce brings Vietnamese agricultural products to global markets”, *Kinh Te Do Thi News*, <https://kinhtedothi.vn/thuong-mai-dien-tu-dua-nong-san-viet-vuon-xa.html>, accessed 14 July 2023 (in Vietnamese).
- [7] J. Ruan, Y. Shi (2016), “Monitoring and assessing fruit freshness in IOT-based e-commerce delivery using scenario analysis and interval number approaches”, *Information Sciences*, **373**, pp.557-570, DOI: 10.1016/j.ins.2016.07.014.
- [8] J. Han, N. Lin, J. Ruan, et al. (2020), “A model for joint planning of production and distribution of fresh produce in agricultural internet of things”, *IEEE Internet of Things Journal*, **8**(12), pp.9683-9696, DOI: 10.1109/jiot.2020.3037729.
- [9] W.D. Kelton, R.P. Sadowski, D.A. Sadowski (2007), *Simulation with ARENA*, McGraw-Hill, Inc, 207pp.
- [10] Industry and Trade Magazine (2016), “Increasing productivity with smart agri”, <https://tapchicongthuong.vn/bai-viet/nang-suat-hon-nho-smart-agri-44462.htm>, accessed 11 July 2023 (in Vietnamese).
- [11] Y.Y. Lam, K. Sriram, N. Khera (2019), *Strengthening Vietnam's Trucking Sector: Towards Lower Logistics Costs and Greenhouse Gas Emissions*, Vietnam Transport Knowledge Series Washington, World Bank Group, 22pp (in Vietnamese).