



Rào cản đối với ứng dụng công nghệ 4.0 và mối quan hệ với năng lực chuỗi cung ứng, hiệu quả hoạt động - Nghiên cứu thực nghiệm tại các doanh nghiệp dệt may Việt Nam

NÔNG THỊ NHƯ MAI*

Trường Đại học Tài chính – Marketing

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 26/12/2023 Ngày nhận lại: 02/02/2024 Duyệt đăng: 05/02/2024 Mã phân loại JEL: C51; D24; L67; M11. Từ khóa: Công nghệ 4.0; Hiệu quả hoạt động; Năng lực chuỗi cung ứng; Rào cản. Keywords: Multinomial logit model; Binary logit model; Livelihood-diversification strategies; Poverty; Saltwater intrusion.	Nghiên cứu này đánh giá tác động của các rào cản đối với ứng dụng công nghệ 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động của các doanh nghiệp dệt may Việt Nam. Dựa trên quan điểm của lý thuyết dự phòng và lý thuyết nguồn lực, mô hình nghiên cứu được đề xuất với 9 giả thuyết và được thử nghiệm trên 322 doanh nghiệp dệt may. Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS và AMOS. Kết quả cho thấy các rào cản bên trong và bên ngoài có tác động tiêu cực đến việc ứng dụng công nghệ 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu suất hoạt động. Đồng thời, việc ứng dụng công nghệ 4.0 cải thiện năng lực của chuỗi cung ứng cũng như hiệu quả hoạt động. Nghiên cứu cũng đề xuất một số hàm ý nhằm ứng dụng công nghệ 4.0 thành công hơn. Abstract This study evaluates the impact of saltwater intrusion and other factors on the livelihood diversification of rural households in the Mekong Delta. The estimation results of the binomial logit model and the multinomial logit model show that saltwater intrusion has a negative impact on the ability to diversify the livelihoods of rural households, especially by reducing their ability to combine agricultural and wage employment. In addition, the chi-squared test and the propensity score matching method also display that there is an inverse relationship between livelihood diversification and poverty among households in the region through income. Therefore, local authorities should support

* Tác giả liên hệ.

Biên tập viên: Trần Lê Thùy Duyên.

Email: ntnmai@ufm.edu.vn (Nông Thị Như Mai).

Trích dẫn bài viết: Nông Thị Như Mai. (2024). Rào cản đối với ứng dụng công nghệ 4.0 và mối quan hệ với năng lực chuỗi cung ứng, hiệu quả hoạt động - Nghiên cứu thực nghiệm tại các doanh nghiệp dệt may Việt Nam. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 35(1), 108–123.

and promote rural households' efforts to diversify their livelihoods to improve incomes and reduce poverty in the face of the increasingly harsh impacts of saltwater intrusion.

1. Giới thiệu

Hiệu quả của việc ứng dụng công nghệ 4.0 (CN 4.0) đối với các doanh nghiệp đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. CN 4.0 ra đời tập trung chủ yếu vào tự động hóa, ứng dụng ảo, dữ liệu trong thời gian thực... để tạo hệ sinh thái được kết nối tốt hơn giúp cho các doanh nghiệp tập trung vào sản xuất, quản lý chuỗi cung ứng (Ghobakhloo, 2018) và cải thiện hoạt động khi họ tập trung vào các quy trình, sản phẩm và hoạt động kinh doanh (Tortorella & Fettermann, 2017).

CN 4.0 mở ra tiềm năng cho các doanh nghiệp phát triển bền vững (Jabbour và cộng sự, 2016) bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho các mối liên kết giữa các quy trình (Kiel và cộng sự, 2017). Rất nhiều nghiên cứu cho thấy rằng những công nghệ mới có sức mạnh để nâng cao hiệu quả hoạt động, cải thiện khả năng đáp ứng, tăng cường truy xuất nguồn gốc, tận dụng năng lực và giảm chi phí (Rossini và cộng sự, 2019), từ đó cải thiện hiệu quả hoạt động bền vững của doanh nghiệp. Hơn nữa, tính minh bạch của dữ liệu có thể làm giảm những sai sót không cần thiết và loại bỏ thiệt hại trong toàn bộ chuỗi giá trị, từ đó loại bỏ lãng phí và nâng cao hiệu quả hoạt động. Vì vậy, việc ứng dụng CN 4.0 sẽ không chỉ cho phép kết nối giữa thế giới vật lý và thế giới ảo mà còn tạo cơ hội cho các doanh nghiệp nâng cao hiệu quả và năng lực sản xuất (Büchi và cộng sự, 2020).

Quá trình ứng dụng CN 4.0 tại Việt Nam dễ gặp phải các rào cản liên quan đến chi phí do thiếu tài nguyên vốn. Sự hiện diện của các rào cản về thể chế như thiếu chính sách hỗ trợ của Chính phủ sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến quá trình ứng dụng CN 4.0 (Bogoviz và cộng sự, 2019). Ngoài ra, cơ sở hạ tầng chưa phát triển, thiếu lực lượng lao động có tay nghề phù hợp cũng được xem là những rào cản đáng kể ảnh hưởng đến việc ứng dụng CN 4.0 (Kamble và cộng sự, 2018). Hiện nay, dệt may đang là một trong những ngành xuất khẩu chủ lực và giữ vai trò quan trọng đối với sự tăng trưởng của nền kinh tế. Ứng dụng CN 4.0 có thể tăng năng suất lao động và chất lượng sản phẩm nhưng với ngành dệt may Việt Nam, nhân lực để tiếp cận CN 4.0 còn yếu, việc đầu tư để ứng dụng CN 4.0 còn hạn chế, ảnh hưởng không nhỏ đến năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động của các doanh nghiệp. Tuy nhiên, tác động của những rào cản này đối với ứng dụng CN 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động vẫn chưa được khám phá một cách đầy đủ. Nghiên cứu này tích hợp cấu trúc các rào cản, ứng dụng CN 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động trong các doanh nghiệp dệt may nhằm khắc phục khoảng trống trên cũng như củng cố một số kết quả các nghiên cứu trước có liên quan.

2. Cơ sở lý thuyết và mô hình nghiên cứu

2.1. Công nghệ 4.0

CN 4.0 là một loạt các công nghệ mới ra đời trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ tư, trên cơ sở hợp nhất tất cả các ngành khoa học và kỹ thuật, làm mờ ranh giới giữa vật lý, kỹ thuật số, sinh học, và có ảnh hưởng đến tất cả các ngành, các lĩnh vực của nền kinh tế. CN 4.0 không chỉ là công nghệ và công cụ mới để cải thiện hiệu quả hoạt động sản xuất mà còn là cuộc cách mạng hóa cải cách toàn bộ doanh nghiệp. Việc triển khai ứng dụng CN 4.0 sẽ tạo nên sự thay đổi lớn về phương thức sản xuất, làm thay đổi sâu rộng chuỗi giá trị sản phẩm từ nghiên cứu, phát triển, sản xuất, dịch vụ Logistics đến dịch vụ khách hàng, làm giảm chi phí sản xuất, vận chuyển, phân phối và làm tăng năng suất lao động, hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp.

Một số nghiên cứu chỉ ra rằng để duy trì cạnh tranh, việc ứng dụng CN 4.0 ở mọi khâu trong chuỗi cung ứng là cần thiết (Ganesan và cộng sự, 2016). Các kết quả nghiên cứu cũng vạch ra các lĩnh vực quan trọng của hoạt động sản xuất sẽ được cải thiện bằng việc ứng dụng CN 4.0. Ứng dụng CN 4.0 vào sản xuất có thể nâng cao năng lực thông qua sản xuất theo định hướng đổi mới, điều này sẽ dẫn đến cải thiện năng suất, sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn và giảm chi phí (Rossit và cộng sự, 2019). Quá trình ứng dụng CN 4.0 của các doanh nghiệp cũng dẫn đến sự phát triển của các đơn vị sản xuất nhỏ hơn, cuối cùng là thúc đẩy tính bền vững của doanh nghiệp. Bên cạnh đó, các nghiên cứu cũng đã chỉ ra những rào cản mà các doanh nghiệp phải đối mặt khi ứng dụng CN 4.0, hiểu rõ những rào cản và tác động của chúng trở nên cấp thiết đối với các doanh nghiệp (Kumar và cộng sự, 2020).

2.2. Lý thuyết dự phòng (Contingency Theory)

Mối quan hệ giữa doanh nghiệp và tổ chức quản lý hoạt động doanh nghiệp là chủ đề nghiên cứu trọng tâm của nhiều tác giả (Makkonen và cộng sự, 2014). Nhiều nghiên cứu cho rằng nên lựa chọn hình thức quản lý phù hợp nhất với từng đơn vị cụ thể do có sự khác biệt về cấu trúc tổ chức và không có một cơ cấu tổ chức nào được coi là tốt nhất cho các tổ chức. Quan điểm này là nền móng cho sự ra đời của lý thuyết dự phòng sau này. Vận dụng lý thuyết dự phòng, khi môi trường kinh doanh thay đổi cần điều chỉnh chiến lược của tổ chức dựa vào môi trường và ngữ cảnh cụ thể khác nhau một cách linh hoạt và hiệu quả.

Cấu trúc tổ chức được mô tả như một công cụ chức năng có thể biết được, quan sát được, đo lường được. Các yếu tố dự phòng có khả năng ảnh hưởng đến thiết kế tổ chức và hoạt động của các đơn vị như môi trường, chiến lược, công nghệ, quy mô, văn hóa... Lý thuyết dự phòng coi các tổ chức là hệ thống mở và hiệu quả hoạt động của một tổ chức phụ thuộc vào sự thích ứng giữa cơ cấu tổ chức và các yếu tố dự phòng có ảnh hưởng đến hoạt động của tổ chức ở các cấp độ khác nhau. Các tổ chức nên thích ứng cấu trúc của họ để hoạt động trở nên tốt hơn (Donaldson, 2001).

2.3. Lý thuyết nguồn lực (Resource Based View – RBV)

Lý thuyết nguồn lực tập trung vào vai trò của nguồn lực trong phát triển chiến lược, xây dựng và duy trì lợi thế cạnh tranh cho tổ chức, nó được Penrose (1959) khởi xướng khi cho rằng các nguồn lực đặc biệt mà các doanh nghiệp đạt được là một trong những nguồn gốc chính tạo nên lợi thế cạnh tranh. Quan điểm này được tiếp nối và phát triển sau này bởi nhiều nhà nghiên cứu, đặc biệt là Barney

(1991). Nguồn lực của doanh nghiệp được thể hiện dưới nhiều dạng khác nhau như nguồn lực vô hình, hữu hình, nguồn lực vốn hữu hình, nguồn lực vốn con người và nguồn lực vốn tổ chức (Barney, 1991). Do mỗi doanh nghiệp có các nguồn lực khác nhau, nên các tác giả của lý thuyết nguồn lực đã thống nhất rằng nguồn lực chính là nhân tố quyết định đến lợi thế cạnh tranh và hiệu quả kinh doanh của doanh nghiệp. Nếu một doanh nghiệp tối ưu hóa nguồn lực thì có thể cải thiện được hiệu quả hoạt động của mình. Tuy nhiên, chỉ nguồn lực hội đủ bốn yếu tố: Có giá trị, hiếm có, không thể bắt chước và không thể thay thế mới giúp tạo ra lợi thế và duy trì cạnh tranh cho doanh nghiệp (Barney, 1991).

Trong chuỗi cung ứng, hiệu quả hoạt động của một doanh nghiệp phụ thuộc vào hiệu quả hoạt động của các doanh nghiệp thành viên khác tham gia vào chuỗi cung ứng (Choon Tan và cộng sự, 2010). Khi một thành viên trong chuỗi cung ứng sở hữu một hay nhiều nguồn lực đặc biệt nào đó sẽ giúp chuỗi cung ứng và doanh nghiệp có được lợi thế cạnh tranh cũng như gia tăng hiệu quả hoạt động. Mặt khác, tần suất tương tác lẫn nhau giữa các doanh nghiệp tham gia vào hoạt động phát triển nhà cung cấp tăng lên sẽ tạo điều kiện cho các doanh nghiệp tiếp xúc, hiểu nhau nhiều hơn. Từ đó, xây dựng và phát triển mối quan hệ đối tác về thu mua giữa doanh nghiệp và các nhà cung cấp (Ellram, 1990). Kể từ những năm 1980, nhiều nghiên cứu về quản lý chiến lược đã cho thấy việc ứng dụng rộng rãi RBV để giải thích tại sao tồn tại sự khác biệt trong hiệu quả hoạt động giữa các công ty.

2.4. Các giả thuyết và mô hình nghiên cứu

2.4.1. Tác động của các rào cản đối với ứng dụng CN 4.0

Theo Jabbour và cộng sự (2016), có hai loại rào cản chủ yếu, đó là rào cản bên trong và rào cản bên ngoài. Rào cản bên ngoài giới hạn khả năng của tổ chức đối phó với những thay đổi như thiếu cơ sở hạ tầng kỹ thuật số, quy định pháp luật và văn hóa làm việc chưa kịp điều chỉnh (Post & Altman, 1994). Các rào cản như: Không có sẵn lực lượng lao động có tay nghề cao, thiếu vốn có thể được hiểu là những rào cản bên trong. Tác động của rào cản bên ngoài được giải thích dựa trên lý thuyết dự phòng và tác động của rào cản bên trong được giải thích dựa trên lý thuyết nguồn lực.

Sự tồn tại tác động từ các yếu tố môi trường đến việc ứng dụng CN 4.0 của doanh nghiệp được khẳng định bởi Flynn và Saladin (2006) trên cơ sở kiểm chứng thực nghiệm trong các ngữ cảnh thực tiễn khác nhau. Những thách thức đặt ra từ môi trường bên ngoài cản trở các doanh nghiệp nắm bắt công nghệ số và các vấn đề liên quan. Việc ứng dụng CN 4.0 trong doanh nghiệp phải phù hợp với những ngữ cảnh khác nhau (Ortt & Van Der Duin, 2008). Nhiều nghiên cứu sau này cũng cho thấy sự hiện diện của một số rào cản tác động tiêu cực đến ứng dụng CN 4.0 trong doanh nghiệp.

Các nghiên cứu cũng cho thấy việc thiếu lực lượng lao động lành nghề và khả năng chống lại những thay đổi trong môi trường làm việc có thể gây bất lợi cho việc ứng dụng CN 4.0 khi ứng dụng CN 4.0 đòi hỏi phải thay đổi về mặt tổ chức và quy trình (Kiel và cộng sự, 2017; Kamble và cộng sự, 2018). Những điều này đòi hỏi các doanh nghiệp phải đầu tư thêm, nhưng lợi nhuận không thể đoán trước đang ngăn cản các doanh nghiệp ứng dụng nó (Kiel và cộng sự, 2017). Masood và Sonntag (2020) nhận thấy rằng các doanh nghiệp vừa và nhỏ muốn ứng dụng CN 4.0 nhưng thiếu hỗ trợ tài chính là nguyên nhân chính ngăn cản việc ứng dụng. Nwaiwu và cộng sự (2020) đã xem xét tầm quan trọng của chiến lược, cơ cấu tổ chức, nguồn nhân lực, khả năng cạnh tranh như những rào cản trong việc ứng dụng. Các rào cản khác nhận được sự quan tâm từ các nhà nghiên cứu là: Thiếu cơ sở hạ tầng truyền thông và công nghệ thông tin; các quy định pháp lý, các tiêu chuẩn áp dụng không được thiết lập phù hợp (Kamble và cộng sự, 2018). Qua đó, tác giả đưa ra các giả thuyết sau:

Giả thuyết H₁: Rào cản bên trong tác động tiêu cực đến việc ứng dụng CN 4.0.

Giả thuyết H₂: Rào cản bên ngoài tác động tiêu cực đến việc ứng dụng CN 4.0.

2.4.2. Tác động của ứng dụng CN 4.0 đến năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động

Năng lực chuỗi cung ứng là khả năng chuỗi cung ứng đáp ứng nhu cầu của khách hàng với chi phí thấp, chất lượng sản phẩm và dịch vụ cao. Năng lực chuỗi cung ứng được coi là yếu tố quan trọng để đạt được lợi thế cạnh tranh và được định nghĩa là kết quả khuếch tán của các yếu tố vật lý và công nghệ (Bagchi, 2001). RBV cung cấp nền tảng cho các nhà nghiên cứu trong việc tìm hiểu điều gì đã giúp một doanh nghiệp sản xuất đạt được các lợi thế cạnh tranh (Coates & McDermott, 2002). Việc sở hữu các nguồn lực không tạo ra lợi thế cạnh tranh, mà việc sử dụng chúng theo cách tốt nhất mới mang lại cho doanh nghiệp lợi thế cạnh tranh (Coates & McDermott, 2002). RBV nhấn mạnh đến việc sử dụng hiệu quả các nguồn lực tạo ra giá trị cho doanh nghiệp. Ứng dụng CN 4.0 sẽ hỗ trợ phân bổ nguồn lực hiệu quả bằng cách sử dụng thông tin được thu thập theo thời gian thực từ một số địa điểm, do đó cho phép các doanh nghiệp nâng cao năng lực chuỗi cung ứng (Bonilla và cộng sự, 2018). Quá trình ứng dụng CN 4.0 trong chuỗi cung ứng giúp các doanh nghiệp trở nên cạnh tranh hơn trong việc đáp ứng nhu cầu cao hơn của thị trường (Torn & Vaneker, 2019). Ứng dụng CN 4.0 còn cho phép đồng bộ hóa nhà sản xuất với người mua và nhà cung cấp thông qua tích hợp thông tin, từ đó giảm thời gian cung cấp và thay đổi thông tin. Sự sẵn có của thông tin tích hợp cũng giúp các doanh nghiệp tập trung năng lực đổi mới sản phẩm cốt lõi của họ (Frank và cộng sự, 2019).

Hiệu quả hoạt động là khả năng của một tổ chức đạt được kết quả mong muốn mà không tốn quá nhiều thời gian và nguồn lực. Những cải tiến và ứng dụng công nghệ mới có tác động đến hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp (Ghobakhloo, 2018). Việc ứng dụng CN 4.0 thúc đẩy doanh nghiệp hoạt động hiệu quả hơn bằng cách giảm chi phí, nâng cao chất lượng, giao hàng đúng hạn... (Moeuf và cộng sự, 2018). Những công nghệ cốt lõi của làn sóng số hóa hiện đại dự kiến sẽ mang lại hiệu quả đáng kể thông qua kết nối và hội nhập. Porter và Heppelmann (2015) đề xuất bốn năng lực khác biệt sẽ được tăng cường nhờ ứng dụng CN 4.0. Những năng lực khác biệt này là nền tảng của các thiết kế gắn liền với số hóa như: Mô đun hóa, phân cấp, ảo hóa, cá thể hóa theo số đông và khả năng tương tác (Ghobakhloo, 2018). Việc ứng dụng các năng lực này sẽ giúp các doanh nghiệp trở nên vượt trội hơn trong lĩnh vực của họ như khả năng đáp ứng, giảm chi phí và thời gian để mang lại sự đổi mới trong sản phẩm. Những công nghệ này cũng tạo điều kiện thuận lợi cho các doanh nghiệp có khả năng cung cấp giá trị tốt hơn cho khách hàng thông qua dịch vụ hóa và cá thể hóa theo số đông (Frank và cộng sự, 2019). Từ đó, tác giả đưa ra các giả thuyết:

Giả thuyết H₃: Ứng dụng CN 4.0 tác động tích cực đến năng lực chuỗi cung ứng.

Giả thuyết H₄: Ứng dụng CN 4.0 tác động tích cực đến hiệu quả hoạt động.

2.4.3. Tác động của các rào cản đối với năng lực chuỗi cung ứng

Ngày nay, các doanh nghiệp cạnh tranh bằng cách thúc đẩy chuỗi cung ứng của họ, và do đó, các doanh nghiệp thực hiện đổi mới công nghệ để nâng cao năng lực của toàn bộ chuỗi cung ứng (Wisner, 2003). Các rào cản bên trong và bên ngoài ảnh hưởng tiêu cực đến năng lực chuỗi cung ứng khi các doanh nghiệp ứng dụng các công nghệ số. Việc quản lý các rào cản trở nên hết sức quan trọng và cần thiết để điều chỉnh các mô hình kinh doanh làm giảm tác động tiêu cực của các rào cản liên quan đến chúng (Kiel và cộng sự, 2017). Các doanh nghiệp thận trọng trong việc quản lý các rào cản sẽ có năng

lực chuỗi cung ứng cao hơn, từ đó đáp ứng được mong đợi của khách hàng với chất lượng sản phẩm, dịch vụ tốt hơn và chi phí thấp (Bagchi, 2001). Vì vậy, tác giả đưa ra các giả thuyết sau:

Giả thuyết H₅: Rào cản bên trong tác động tiêu cực đến năng lực chuỗi cung ứng.

Giả thuyết H₆: Rào cản bên ngoài tác động tiêu cực đến năng lực chuỗi cung ứng.

2.4.4. Tác động của các rào cản đối với hiệu quả hoạt động

Theo lý thuyết dự phòng, áp lực bên ngoài lên doanh nghiệp sẽ tác động đến chiến lược tổng thể và hiệu quả hoạt động (Donaldson, 2001). Sự phù hợp giữa cấu trúc của doanh nghiệp với môi trường quyết định hiệu quả hoạt động (Sousa & Voss, 2008). Rất nhiều nghiên cứu thừa nhận rằng hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp phụ thuộc vào các yếu tố nằm ngoài khả năng kiểm soát, chẳng hạn như quy định của chính phủ và hành động của đối thủ cạnh tranh (Yalabik & Fairchild, 2011). Việc xem xét rào cản bên ngoài sẽ giúp hiểu được mối quan hệ tổng thể giữa các rào cản tồn tại trong môi trường bên ngoài.

Theo lý thuyết RBV, nguồn lực của một doanh nghiệp là yếu tố quan trọng quyết định chiến lược và sự thành công của nó. Những quyết định của doanh nghiệp là kết quả phân tích dựa trên nguồn lực sẵn có (Coates & McDermott, 2002). Các nguồn lực sẽ giúp doanh nghiệp đạt được lợi thế cạnh tranh. Sự thiếu vắng các nguồn lực đặt ra thách thức đối với việc ứng dụng CN 4.0 và làm giảm hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp (Somsuk & Laoirihongthong, 2014). Vì vậy, tác giả đưa ra các giả thuyết sau:

Giả thuyết H₇: Rào cản bên ngoài tác động tiêu cực đến hiệu quả hoạt động.

Giả thuyết H₈: Rào cản bên trong tác động tiêu cực đến hiệu quả hoạt động.

2.4.5. Tác động của năng lực chuỗi cung ứng đến hiệu quả hoạt động

Ở một doanh nghiệp, nếu ngoài chức năng sản xuất còn tập trung vào mối quan hệ giữa nhà sản xuất và khách hàng sẽ có chuỗi cung ứng vượt trội (Bowersox và cộng sự, 2000). Theo Ellinger và cộng sự (2012), các doanh nghiệp với năng lực chuỗi cung ứng vượt trội thể hiện mức độ hài lòng của khách hàng và giá trị cổ đông cao hơn mức trung bình của ngành. Vì vậy, năng lực chuỗi cung ứng được coi là sự phản ánh hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp, khi năng lực chuỗi cung ứng được nâng lên sẽ cải thiện đáng kể hiệu quả hoạt động vì sản phẩm sẽ được vận chuyển kịp thời đến đích.

Theo Chopra và Meindl (2004), hiệu quả chuỗi cung ứng chỉ được tối ưu hóa khi cách tiếp cận chiến lược “liên tổ chức, liên chức năng” được áp dụng bởi tất cả các đối tác trong chuỗi. Chiến lược “liên tổ chức” hỗ trợ chuỗi cung ứng tăng cường vị thế cạnh tranh, từ đó nâng cao hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp cũng như của từng đối tác trong chuỗi cung ứng. Dựa vào đó, giả thuyết được phát biểu như sau:

Giả thuyết H₉: Năng lực chuỗi cung ứng ảnh hưởng tích cực tới hiệu quả hoạt động.

Biến	Mã hóa	Thang đo	Nguồn	Hệ số Cronbach's Alpha	Tương quan biến - tổng
Rào cản bên trong (INB)	INB1	Thiếu phối hợp giữa các đơn vị		$\alpha = 0,850$	0,634
	INB2	Lãnh đạo chưa sẵn sàng			0,626
	INB3	Thiếu năng lực áp dụng mô hình kinh doanh mới			0,663
	INB4	Chi phí thực hiện cao			0,687
	INB5	Nhân viên thiếu kiến thức, kỹ năng			0,691
Áp dụng CN 4.0 (ADOPT)	ADOPT1	Kiểm soát sản xuất từ xa	Tortorella và Fettermann (2017)	$\alpha = 0,859$	0,694
	ADOPT2	Điều kiện hoạt động sản xuất linh hoạt			0,698
	ADOPT3	Tích hợp hệ thống kỹ thuật để phát triển và sản xuất			0,616
	ADOPT4	Thiết kế và vận hành bằng mô hình ảo			0,685
	ADOPT5	Thu thập và phân tích Big Data			0,631
	ADOPT7	Kết hợp các dịch vụ kỹ thuật số vào sản phẩm			0,572
Năng lực chuỗi cung ứng (SCC)	SCC1	Sự hài lòng của khách hàng	Green và cộng sự (2014)	$\alpha = 0,893$	0,732
	SCC2	Khả năng điều chỉnh sản phẩm			0,640
	SCC3	Tốc độ giao hàng nhanh			0,666
	SCC4	Chi phí hậu cần thấp			0,711
	SCC5	Đặt hàng và giao hàng linh hoạt			0,706
	SCC6	Vòng quay hàng tồn kho lớn			0,715
	SCC7	Năng lực thực hiện đơn hàng			0,667
Hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp (OP)	OP1	Giảm chi phí hoạt động	Kumar và Kropp (2006)	$\alpha = 0,835$	0,692
	OP2	Giảm thời gian cần thiết để tạo và phân phối sản phẩm mới			0,662
	OP3	Ra mắt thành công sản phẩm mới			0,632
	OP4	Cải thiện chất lượng sản phẩm			0,597
	OP5	Tăng cường đổi mới sản phẩm			0,591

3.2. Mẫu và dữ liệu nghiên cứu

Theo Tabachnick và Fidell (1996), cỡ mẫu tối thiểu cho nghiên cứu này là 90. Còn theo Hair và cộng sự (2010, trang 574), đối với phân tích mô hình cấu trúc tuyến tính SEM có 7 khái niệm nghiên cứu trở xuống thì cỡ mẫu tối thiểu cần đảm bảo là 300. Mẫu bao gồm các nhà quản lý tại các doanh nghiệp dệt may đã và đang áp dụng CN 4.0. Nghiên cứu được khảo sát bằng bảng câu hỏi gồm 36

biến quan sát chính được phát trực tiếp cho đại diện các doanh nghiệp dệt may tham dự các hội thảo do Hiệp hội Dệt may Việt Nam (VITAS) tổ chức tại Hà Nội ngày 26/06/2023, tại TP.HCM ngày 24/08/2023; và triển lãm quốc tế về máy móc thiết bị công nghiệp ngành Dệt may (VTEX-TECH) tại TP.HCM ngày 26 và 27/10/2023, thu về 322 bản trả lời hợp lệ.

Bảng 2.

Đặc điểm mẫu khảo sát

Chỉ tiêu	Đặc điểm	Tần số	Tỷ trọng
Giới tính	Nam	254	78,88
	Nữ	68	21,12
Trình độ học vấn	Đại học	233	72,36
	Trên đại học	89	27,64
Vị trí nghề nghiệp	Quản lý cấp phòng	207	64,29
	Ban Giám đốc, Hội đồng	115	35,71
Loại hình công ty	May	287	89,13
	Dệt	24	7,45
	Dệt - May	11	3,42
Khu vực	Miền Bắc	97	30,12
	Miền Trung	24	7,46
	Miền Nam	201	62,42
Loại hình sở hữu	Nhà nước	13	4,04
	Tư nhân	309	95,96
Tổng		322	100,00

3.3. Phương pháp xử lý dữ liệu

Theo quy trình xử lý dữ liệu của Churchill (1979), thông tin thu thập từ 322 phiếu trả lời được sử dụng để phân tích Cronbach's Alpha nhằm loại bỏ các biến quan sát không đủ độ tin cậy và phân tích khám phá nhân tố (EFA) bằng phương pháp trích dữ liệu Principal Axis Factoring và phép xoay Promax. Phân tích nhân tố khẳng định (CFA) được sử dụng để kiểm định sự phù hợp của mô hình đo lường. Mô hình được xem là thích hợp nếu kiểm định Chi-square có $p\text{-value} > 0,05$; $\text{CMIN/df} \leq 5$; $\text{GFI} \geq 0,8$, TLI , $\text{CFI} \geq 0,9$; $\text{RMSEA} \leq 0,08$; $\text{PCLOSE} \geq 0,01$ (Hair và cộng sự, 2010). Mô hình đề xuất có hai biến tiềm ẩn trung gian và phương pháp tiếp cận hiệp phương sai CB-SEM được sử dụng để kiểm định giả thuyết và lượng hóa mức độ tác động giữa các nhân tố trong mô hình đề xuất. Mối quan hệ phụ thuộc giữa các biến được kiểm tra, đánh giá mức độ phù hợp của mô hình tổng thể và các hệ số đường dẫn trong mô hình cấu trúc thông qua các tham số tương tự như khi phân tích CFA.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Độ tin cậy của thang đo

Hệ số Cronbach's Alpha là một phép kiểm định nhằm đo lường độ tin cậy của thang đo. Hệ số Cronbach's Alpha càng lớn thì thang đo có độ tin cậy càng cao (Hoàng Trọng & Chu Nguyễn Mộng

Ngọc, 2008). Theo Nunnally và Burnstein (1994), hệ số Cronbach's Alpha từ 0,6 trở lên và các biến có hệ số tương quan biến - tổng $> 0,3$ là được chấp nhận.

Kết quả đánh giá Cronbach's Alpha cho thấy, một số thành phần bị loại do tương quan biến - tổng $< 0,3$ (EXB6, EXB7, INB6, INB7, ADOPT6, SCC8, OP6). Kết quả đánh giá lại, Alpha đều đạt yêu cầu lớn hơn 0,6; tương quan biến - tổng đều $> 0,3$ trở lên (Bảng 1).

4.2. Phân tích nhân tố khám phá (EFA)

Trong nghiên cứu này, sau hai lần phân tích nhân tố khám phá, INB5 bị loại do biến này tải lên ở cả hai nhân tố vi phạm tính phân biệt, biến SCC2 bị loại do có hệ số tải $< 0,5$. Kết quả phân tích cho thấy chỉ số KMO là $0,904 > 0,5$ chứng tỏ dữ liệu dùng để phân tích nhân tố là hoàn toàn thích hợp. Kiểm định Barlett's với mức ý nghĩa Sig. = $0,000 < 0,05$ nên các biến có tương quan với nhau và thỏa điều kiện phân tích nhân tố.

Có 5 nhân tố được trích dựa vào tiêu chí Eigenvalue $1,128 > 1$, như vậy 5 nhân tố này tóm tắt thông tin của 26 biến quan sát đưa vào EFA một cách tốt nhất. Tổng phương sai các nhân tố này trích được là $53,712\% > 50\%$, như vậy 5 nhân tố được trích giải thích được 53,712% biến thiên dữ liệu của 26 biến quan sát tham gia vào EFA mô hình nghiên cứu (Bảng 3).

Bảng 3.

Ma trận xoay các biến trong mô hình nghiên cứu

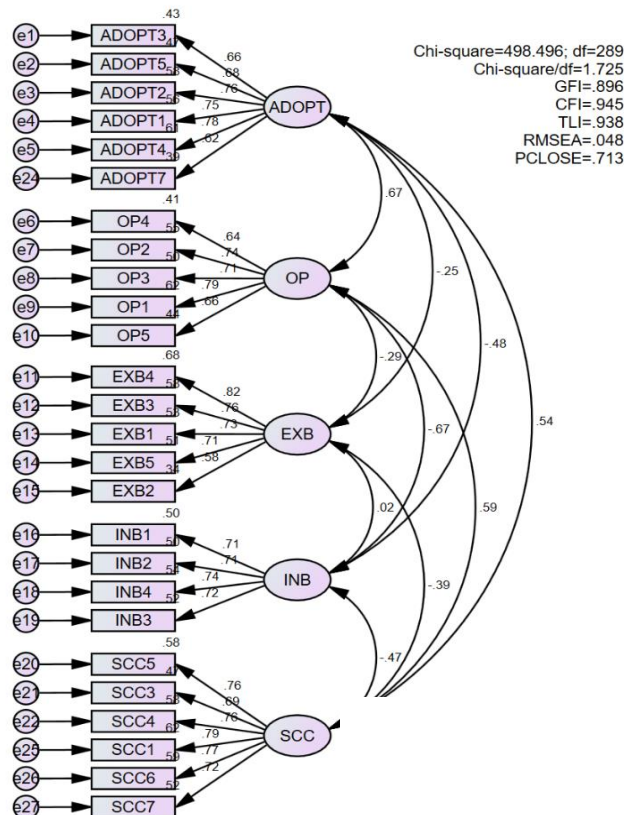
	Nhân tố				
	1	2	3	4	5
ADOPT2	0,777				
ADOPT1	0,773				
ADOPT3	0,703				
ADOPT4	0,693				
ADOPT5	0,667				
ADOPT7	0,618				
SCC5		0,874			
SCC6		0,842			
SCC7		0,760			
SCC1		0,712			
SCC4		0,551			
SCC3		0,507			
EXB4			0,830		
EXB3			0,748		
EXB5			0,733		
EXB1			0,716		
EXB2			0,601		
OP2				0,768	
OP4				0,732	
OP1				0,697	
OP3				0,624	

	Nhân tố				
	1	2	3	4	5
OP5				0,589	
INB1					-0,775
INB2					-0,703
INB3					-0,696
INB4					-0,673

Ghi chú: Mã hóa các biến được trình bày trong Bảng 1.

4.3. Phân tích nhân tố khẳng định (CFA)

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp CFA để kiểm định cấu trúc lý thuyết của các thang đo giữa các biến nghiên cứu mà không bị sai số đo lường. Hơn nữa, còn có thể kiểm định giá trị hội tụ và giá trị phân biệt của thang đo. Kết quả phân tích CFA cho thấy tổng phương sai trích và độ tin cậy tổng hợp của các thang đo đều đạt giá trị $> 0,5$ và $CMIN/df \leq 5$; $GFI \geq 0,8$, TLI , $CFI \geq 0,9$; $RMSEA \leq 0,08$; $PCLOSE \geq 0,01$ có ý nghĩa thống kê. Kết quả phân tích CFA cũng chỉ ra rằng thang đo đạt được độ tin cậy ($CR > 0,7$), tính hội tụ ($AVE > 0,5$) (Hình 2). Giá trị $AVE > MSV$ nên thang đo đạt tính phân biệt (Bảng 4).



Ghi chú: Mã hóa các biến được trình bày trong Bảng 1.

Hình 2. Kết quả CFA chuẩn hoá

Bảng 4.

Kiểm định tính hội tụ, tính phân biệt và sự tin cậy

	CR	AVE	MSV	ADOPT	OP	EXB	INB	SCC
ADOPT	0,860	0,507	0,450	0,712				
OP	0,835	0,504	0,451	0,671	0,710			
EXB	0,846	0,527	0,150	−0,250	−0,289	0,726		
INB	0,811	0,517	0,451	−0,482	−0,672	0,025	0,719	
SCC	0,884	0,560	0,352	0,535	0,593	−0,388	−0,473	0,749

Ghi chú: Mã hóa các biến được trình bày trong Bảng 1;

Giá trị in đậm trong Bảng là giá trị căn bậc hai của các phương sai trích trung bình.

4.4. Phân tích cấu trúc tuyến tính (SEM)

Phân tích mô hình cấu trúc tuyến tính được sử dụng để kiểm định mô hình và các giả thuyết nghiên cứu. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu đo lường mức độ phù hợp của mô hình gồm: Giá trị Chi-square/df < 5; GFI = 0,896 > 0,8; CFI = 0,945 > 0,9; TLI = 0,938 > 0,9; RMSEA = 0,048 < 0,08; PCLOSE = 0,713 > 0,001 vì thế mô hình có sự phù hợp với thực tế (Hình 3). Kết luận các giả thuyết nghiên cứu đề xuất ban đầu thể hiện trong bảng 5.

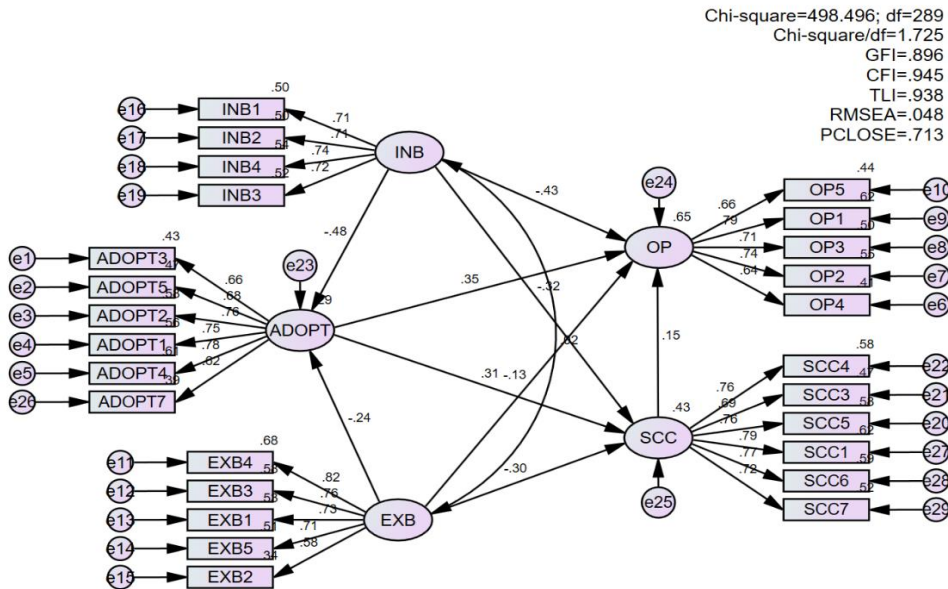
Bảng 5.

Kết quả kiểm định các giả thuyết nghiên cứu

Giả thuyết	Mối quan hệ	Hệ số ước lượng	Sai số chuẩn	Độ tin cậy tổng hợp	p-value	Kết quả
H ₁	ADOPT ← INB	−0,403	0,061	−6,553	0,000	Chấp nhận
H ₂	ADOPT ← EXB	−0,135	0,034	−3,929	0,000	Chấp nhận
H ₃	SCC ← ADOPT	0,334	0,076	4,372	0,000	Chấp nhận
H ₄	OP ← ADOPT	0,353	0,071	4,973	0,000	Chấp nhận
H ₅	SCC ← INB	−0,294	0,064	−4,610	0,000	Chấp nhận
H ₆	SCC ← EXB	−0,188	0,036	−5,233	0,000	Chấp nhận
H ₇	OP ← EXB	−0,075	0,032	−2,381	0,017	Chấp nhận
H ₈	OP ← INB	−0,364	0,063	−5,778	0,000	Chấp nhận
H ₉	OP ← SCC	0,141	0,062	2,266	0,023	Chấp nhận

Ghi chú: Mã hóa các biến được trình bày trong Bảng 1.

5. Thảo luận kết quả nghiên cứu



Ghi chú: Mã hóa các biến được trình bày trong Bảng 1.

Hình 3. Kết quả phân tích mô hình cấu trúc tuyến tính

Mối quan hệ giữa ứng dụng CN 4.0 với năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động đã được một số nghiên cứu khẳng định. Trên cơ sở lý thuyết dự phòng và RBV, một số phát hiện được khẳng định thông qua các kết quả của nghiên cứu này. Các rào cản có mối quan hệ tiêu cực với việc ứng dụng CN 4.0. Kết quả thu được ngược lại với phát hiện của Kamble và cộng sự (2018), các rào cản bên trong tác động đến ứng dụng CN 4.0 nhiều hơn các rào cản bên ngoài. Nguyên nhân có thể do CN 4.0 tại Việt Nam được quan tâm nhiều nhưng mới chỉ trong giai đoạn đầu, các chính sách vĩ mô, cơ sở hạ tầng... phục vụ CN 4.0 chưa hoàn thiện nên việc ứng dụng CN 4.0 chủ yếu phụ thuộc vào nội lực của doanh nghiệp.

Tortorella và Fettermann (2017) cho rằng hiệu quả hoạt động các doanh nghiệp ứng dụng CN 4.0 đang trở nên tốt hơn. Kết quả nghiên cứu xác nhận tác động tích cực của việc ứng dụng CN 4.0 lên năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động. Điều này nhất quán với Huang và cộng sự (2019) khi cho rằng việc áp dụng CN 4.0 có lợi cho doanh nghiệp.

Nghiên cứu này cũng đánh giá tác động trực tiếp của các rào cản đối với năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động. Kết quả cho thấy các rào cản ảnh hưởng tiêu cực đến năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động. Do đó, khi ứng dụng CN 4.0, các rào cản phải được giải quyết vì chúng ảnh hưởng tiêu cực đến năng lực chuỗi cung ứng cũng như hiệu quả hoạt động.

Kết quả nghiên cứu này cung cấp những thông tin quan trọng, một cái nhìn sâu sắc cho các nhà quản trị đang quan tâm đến ứng dụng CN 4.0 cho doanh nghiệp. Xác định đúng lộ trình hành động thông qua việc triển khai các nguồn lực để vượt qua các rào cản là bắt buộc dành cho lãnh đạo doanh nghiệp (Tortorella & Fettermann, 2017). Nghiên cứu cung cấp bằng chứng cho thấy việc ứng dụng CN 4.0 sẽ cải thiện hiệu quả hoạt động và do đó, các nhà quản trị phải xây dựng tầm nhìn, chiến lược và lộ trình thực hiện. Các doanh nghiệp đang trong quá trình ứng dụng có thể lưu ý những phát hiện

của nghiên cứu này vì các rào cản có thể ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu quả hoạt động. Nghiên cứu này cũng bổ sung thêm bằng chứng thực nghiệm từ bối cảnh ngành dệt may, nơi có những thách thức khi ứng dụng CN 4.0 đang hiện diện.

6. Kết luận và hàm ý đề xuất

6.1. Kết luận

Nghiên cứu này đã áp dụng mô hình cấu trúc để kiểm tra ảnh hưởng của các rào cản đối với việc ứng dụng CN 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động của các doanh nghiệp dệt may. Để đạt được mục tiêu, nghiên cứu đã dựa trên quan điểm lý thuyết RBV và cách tiếp cận dự phòng. Qua phân tích thấy rằng, các rào cản bên trong có ý nghĩa hơn các rào cản bên ngoài về mặt tác động đến áp dụng CN 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động. Ứng dụng CN 4.0 có tác động tích cực, nâng cao việc sử dụng nguồn lực trong toàn bộ hoạt động và chuỗi cung ứng của doanh nghiệp. Ngoài ra, khi xem xét ảnh hưởng của các rào cản, kết quả cho thấy chúng ảnh hưởng tiêu cực đến năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp. Nghiên cứu này cung cấp bằng chứng thực nghiệm và bổ sung thêm luận cứ cho các nghiên cứu trong ứng dụng CN 4.0. Tuy nhiên, hạn chế của nghiên cứu là chỉ nghiên cứu trong ngành dệt may và của một quốc gia duy nhất. Nghiên cứu trong tương lai có thể xem xét mở rộng nhiều ngành và cũng có thể bao gồm các doanh nghiệp cùng ngành từ các quốc gia khác. Một phân tích liên ngành hoặc xuyên quốc gia có thể cho chúng ta hiểu được tác động của các rào cản đối với ứng dụng CN 4.0, năng lực chuỗi cung ứng và hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp sâu sắc hơn.

6.2. Hàm ý đề xuất

Để giảm thiểu những rào cản trên và triển khai ứng dụng CN 4.0 thành công, phát triển hoạt động kinh doanh bền vững thông qua việc sử dụng nguồn lực có hiệu quả trong toàn bộ hoạt động và chuỗi cung ứng của doanh nghiệp, tác giả đề xuất hàm ý như sau:

Thứ nhất, lãnh đạo các doanh nghiệp cần thay đổi nhận thức về ứng dụng CN 4.0, vì nó không chỉ đơn giản là ứng dụng công nghệ mà phải bắt đầu từ mô hình kinh doanh và tư duy lãnh đạo. Nâng cao nhận thức của lãnh đạo các doanh nghiệp về CN 4.0 để có những quyết sách phù hợp với năng lực và khả năng tài chính của doanh nghiệp.

Thứ hai, các doanh nghiệp cần huy động có chiến lược các nguồn lực bên trong trong quá trình áp dụng CN 4.0. Cả nguồn lực hữu hình và vô hình phải được doanh nghiệp sử dụng để tạo ra lợi thế cạnh tranh bền vững (Barney, 1991). Để vượt qua và hạn chế tác động từ các rào cản bên trong, các doanh nghiệp cần đầu tư phát triển khoa học và công nghệ trong lĩnh vực dệt may, kết hợp chặt chẽ công nghệ dệt may với công nghệ chế tạo máy, ứng dụng công nghệ thông tin, hệ thống quản lý điện toán đám mây, công nghệ AI trong mọi hoạt động.

Thứ ba, đào tạo nhân lực để nâng cao kỹ năng. Song song với việc nâng cấp kiến thức và kỹ năng của nhân lực ngành dệt may, cần tổ chức đào tạo nguồn nhân lực phục vụ ứng dụng CN 4.0 vào ngành dệt may thông qua việc mở thêm các ngành đào tạo theo hướng liên ngành để tiếp cận CN 4.0.

Thứ tư, giảm thiểu sự tác động tiêu cực từ rào cản bên ngoài bằng các chính sách. Chính phủ có thể tạo điều kiện thuận lợi và tăng cường quá trình ứng dụng CN 4.0 bằng cách xây dựng hệ thống cơ

sở hạ tầng cần thiết cho nó. Sự can thiệp chính sách thông qua tập trung thể chế hóa việc ứng dụng và tăng cường hỗ trợ để giảm bớt tác động tiêu cực của các rào cản bên ngoài. Cần có kế hoạch cụ thể và khả thi để xây dựng chính sách hỗ trợ doanh nghiệp dệt may dựa trên bằng chứng thực tiễn trong quá trình ứng dụng CN 4.0. Trong bối cảnh hiện nay, các chính sách sâu rộng phải được đặt ra theo hướng số hóa nhằm thúc đẩy hiệu quả hoạt động của ngành dệt may. Các chính sách phải kết hợp giữa các nhà cung cấp công nghệ, chính quyền các cấp và các doanh nghiệp dệt may nhằm tạo động lực ứng dụng CN 4.0 trong nước.

Tài liệu tham khảo

- Bagchi, P. K. (2001). Measuring the supply chain competency of nations: The case of India. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 2(1), 52–59.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Bogoviz, A. V., Osipov, V. S., Chistyakova, M. K., & Borisov, M. Y. (2019). Comparative analysis of formation of industry 4.0 in developed and developing countries. *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century* (pp. 155–164). Springer. doi: 10.1007/978-3-319-94310-7_15
- Bonilla, S. H., Silva, H. R., Terra da Silva, M., Franco Gonçalves, R., & Sacomano, J. B. (2018). Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability*, 10(10), 3740.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Stank, T. P., & Keller, S. B. (2000). How supply chain competency leads to business success. *Supply Chain Management Review*, 4(4), 70–78.
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119790.
- Choon Tan, K., Kannan, V. R., Hsu, C. C., & Keong Leong, G. (2010). Supply chain information and relational alignments: Mediators of EDI on firm performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(5), 377–394.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2004). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Control*. Upper Saddle River, NJ.: Pearson Education Inc.
- Churchill Jr, G. A. (1979). A paradigm for developing better measures of marketing constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64–73.
- Coates, T. T., & McDermott, C. M. (2002). An exploratory analysis of new competencies: A resource based view perspective. *Journal of Operations Management*, 20(5), 435–450.
- Donaldson, L. (2001). *The Contingency Theory of Organizations*. Sage. doi: 10.4135/9781452229249
- Ellinger, A., Shin, H., Northington, W. M., Adams, F. G., Hofman, D., & O'Marah, K. (2012). The influence of supply chain management competency on customer satisfaction and shareholder value. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(3), 249–262.
- Ellram, L. M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships. *Journal of Purchasing and materials Management*, 26(4), 8–14.
- Flynn, B. B., & Saladin, B. (2006). Relevance of Baldrige constructs in an international context: A study of national culture. *Journal of Operations Management*, 24(5), 583–603.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26.
- Ganesan, V., Maragatham, G., & Lavanya, U. S. (2016). A study of IoT in SCM and its nodes in multimodal business process. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(21), 1–7.

- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936.
- Green Jr, K. W., Inman, R. A., Birou, L. M., & Whitten, D. (2014). Total JIT (T–JIT) and its impact on supply chain competency and organizational performance. *International Journal of Production Economics*, 147, 125–135.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis* (7th ed.). Upper Side River, NJ: Prentice Hall.
- Hoàng Trọng, & Chu Nguyễn Mộng Ngọc. (2008). *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS-tập 1*. NXB Hồng Đức.
- Huang, Z., Kim, J., Sadri, A., Dowey, S., & Dargusch, M. S. (2019). Industry 4.0: Development of a multi-agent system for dynamic value stream mapping in SMEs. *Journal of Manufacturing Systems*, 52, 1–12.
- Jabbour, C. J. C., de Sousa Jabbour, A. B. L., Govindan, K., De Freitas, T. P., Soubihia, D. F., Kannan, D., & Latan, H. (2016). Barriers to the adoption of green operational practices at Brazilian companies: Effects on green and operational performance. *International Journal of Production Research*, 54(10), 3042–3058.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2018). Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. *Computers in Industry*, 101, 107–119.
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740015.
- Kumar, S., & Kropp, J. (2006). Studying the operational efficiencies of a multi-product supply chain using excel spreadsheet model. *Technovation*, 26(10), 1186–1200.
- Kumar, R., Singh, R. K., & Dwivedi, Y. K. (2020). Application of industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. *Journal of Cleaner Production*, 275, 124063.
- Makkonen, H., Pohjola, M., Olkkonen, R., & Koponen, A. (2014). Dynamic capabilities and firm performance in a financial crisis. *Journal of Business Research*, 67(1), 2707–2719.
- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121, 103261.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136.
- Nunnally, J. C., & Burnstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill
- Nwaiwu, F., Duduci, M., Chromjakova, F., & Otekhile, C. A. F. (2020). Industry 4.0 concepts within the Czech SME manufacturing sector: An empirical assessment of critical success factors. *Business: Theory and Practice*, 21(1), 58–70.
- Ortt, J. R., & Van der Duin, P. A. (2008). The evolution of innovation management towards contextual innovation. *European Journal of Innovation Management*, 11(4), 522–538.
- Penrose, E. T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. New York: John Wiley.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96–114.
- Post, J. E., & Altman, B. W. (2017). Managing the environmental change process: Barriers and opportunities 1. In *Managing Green Teams* (pp. 84–101). Routledge.

- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. L., & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: An empirical study on European manufacturers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102, 3963–3976.
- Rossit, D. A., Tohmé, F., & Frutos, M. (2019). Industry 4.0: Smart scheduling. *International Journal of Production Research*, 57(12), 3802–3813.
- Somsuk, N., & Laosirihongthong, T. (2014). A fuzzy AHP to prioritize enabling factors for strategic management of university business incubators: Resource-based view. *Technological Forecasting and Social Change*, 85, 198–210.
- Sousa, R., & Voss, C. A. (2008). Contingency research in operations management practices. *Journal of Operations Management*, 26(6), 697–713.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1996). *Using Multivariate Statistics*. Northridge, Cal.: Harper Collins.
- Torn, I. A. R., & Vaneker, T. H. (2019). Mass personalization with industry 4.0 by SMEs: A concept for collaborative networks. *Procedia Manufacturing*, 28, 135–141.
- Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2975–2987.
- Wisner, J. D. (2003). A structural equation model of supply chain management strategies and firm performance. *Journal of Business Logistics*, 24(1), 1–26.
- Yalabik, B., & Fairchild, R. J. (2011). Customer, regulatory, and competitive pressure as drivers of environmental innovation. *International Journal of Production Economics*, 131(2), 519–527.