
RỦI RO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ RỦI RO VỠ NỢ DOANH NGHIỆP: ẢNH HƯỞNG CỦA PHÁT THẢI CARBON TẠI VIỆT NAM

Phạm Hữu Hà

Học viện Hàng không Việt Nam

Email: haph@vaa.edu.vn

Mã bài: JED-1988

Ngày nhận bài: 09/09/2024

Ngày nhận bài sửa: 26/11/2024

Ngày duyệt đăng: 24/01/2025

DOI: 10.33301/JED.VI.1988

Tóm tắt

Rủi ro biến đổi khí hậu đang nổi lên như một rủi ro đáng kể cho các doanh nghiệp. Nghiên cứu này được thực hiện để làm rõ những tác động của rủi ro biến đổi khí hậu lên rủi ro vỡ nợ doanh nghiệp. Bằng phương pháp bình phương tối thiểu tổng quát (GLS), mẫu nghiên cứu gồm các doanh nghiệp niêm yết tại Việt Nam trong giai đoạn 2012-2022 với tổng 1.321 doanh nghiệp. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các doanh nghiệp có lượng khí thải carbon và cường độ phát thải carbon (đại diện cho rủi ro biến đổi khí hậu) cao sẽ có nhiều khả năng vỡ nợ hơn. Lượng khí thải carbon ít tác động hơn đến khoảng cách vỡ nợ sau cú sốc đại dịch Covid-19. Từ đó, nghiên cứu cung cấp một số hàm ý chính sách như các cơ quan xếp hạng tín dụng, ngân hàng, nhà đầu tư nên đưa rủi ro biến đổi khí hậu vào danh mục đánh giá rủi ro của doanh nghiệp. Đồng thời các doanh nghiệp cần có những biện pháp kịp thời để thích ứng với sản xuất “xanh”, giảm phát thải carbon.

Từ khóa: Khó khăn tài chính, rủi ro biến đổi khí hậu, rủi ro carbon, rủi ro vỡ nợ.

Mã JEL: G22, G24, G28, G3, G32, G33

Climate change risk and corporate default risk: The impact of carbon emissions in Vietnam

Abstract

Climate change risk is emerging as a significant threat to businesses. This study was conducted to clarify the impacts of climate change risk on corporate default risk. Using the Generalized Least Squares (GLS) method, the research sample comprises listed companies in Vietnam during the period 2012–2022, totaling 1,321 firms. The results indicate that firms with higher carbon emissions and carbon emission intensity (representing climate change risk) are more likely to face default. The impact of carbon emissions on the distance to default is less pronounced following the shock of the COVID-19 pandemic. Based on these findings, the study provides several policy implications: credit rating agencies, banks, and investors should incorporate climate change risk into their risk assessment frameworks for businesses. At the same time, companies need to take timely measures to adapt to “green” production and reduce carbon emissions.

Keywords: Carbon risk, climate change, default risk, financial distress.

JEL Codes: G22, G24, G28, G3, G32, G33

1. Giới thiệu

Khi biến đổi khí hậu và sự nóng lên toàn cầu được quy định chặt chẽ hơn bởi các chính phủ (đặc biệt là dưới dạng cơ chế định giá carbon), vì vậy tác động của biến đổi khí hậu ngày càng được quan tâm (Krueger & cộng sự, 2020). Đặc biệt Việt Nam đã tham gia hiệp định Paris 2015 và tại Hội nghị thượng đỉnh COP26 chính phủ Việt Nam đã cam kết phát thải ròng bằng “0” (net zero) vào năm 2050, điều này sẽ dẫn đến áp lực lớn cho các doanh nghiệp Việt Nam và các chủ thể kinh tế khác. Các nghiên cứu gần đây đang làm sáng tỏ tác động của biến đổi khí hậu đối với giá trị tài sản do các ngân hàng và doanh nghiệp nắm giữ. Battiston (2017) phát hiện ra rằng lĩnh vực sử dụng nhiên liệu hóa thạch liên quan đến chính sách khí hậu lớn và có nguy cơ khủng hoảng tài chính cao. Với sự chuyển đổi sang nền kinh tế carbon thấp, rủi ro vỡ nợ của doanh nghiệp có liên quan đến rủi ro biến đổi khí hậu (Battiston & cộng sự, 2023). Nghiên cứu thực nghiệm đề xuất rằng đổi mới công nghệ làm giảm phát thải carbon góp phần cải thiện hiệu suất doanh nghiệp trong bối cảnh biến đổi khí hậu (Bannier & cộng sự, 2022). Các doanh nghiệp chuyển sang sản xuất với carbon thấp có tác động làm giảm rủi ro vỡ nợ (Gutiérrez-López & cộng sự, 2022). Rủi ro biến đổi khí hậu đến từ hai khía cạnh, (i) rủi ro chuyển đổi, (ii) rủi ro vật lý. Rủi ro chuyển đổi đến từ định hướng chuyển đổi nền kinh tế sang phát thải carbon thấp bằng các biện pháp như ban hành các quy định về môi trường, định hướng của nhà nước nhằm trung hòa carbon, xây dựng quy định tính tín chỉ carbon, thay đổi công nghệ, đánh giá lại tài sản và làm tăng chi phí vốn. Ngược lại rủi ro vật lý đến từ các hiện tượng thời tiết cực đoan gây ra do biến đổi khí hậu như nhiệt độ tăng, bão, nước biển dâng, hạn hán, lũ lụt và sóng nhiệt (Network for Greening the Financial System, 2019).

Một vài nghiên cứu trước đây cũng đã cho thấy mối quan hệ đáng kể giữa rủi ro biến đổi khí hậu và rủi ro tín dụng, rủi ro phá sản và tình trạng khó khăn tài chính của doanh nghiệp (Capasso & cộng sự, 2020; Ding & cộng sự, 2023; Feng & cộng sự, 2024). Tuy nhiên, các nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào các nền kinh tế phát triển và chưa nghiên cứu sâu về tác động của rủi ro biến đổi khí hậu đối với các doanh nghiệp tại các quốc gia đang phát triển như Việt Nam. Theo hiểu biết của tác giả, đây là một trong những nghiên cứu thực nghiệm bằng phương pháp định lượng đầu tiên phân tích tác động của rủi ro biến đổi khí hậu đến khoảng cách vỡ nợ của các doanh nghiệp niêm yết Việt Nam. Nghiên cứu này đóng góp cho văn học như sau. Đầu tiên, tác giả điều tra xem liệu rủi ro khí hậu, được đo bằng mức phát thải CO₂ và cường độ carbon, có liên quan đến khoảng cách đến vỡ nợ theo Merton (1974) hay không. Thứ hai, kết quả của tác giả chứng minh các doanh nghiệp có lượng khí thải carbon ít hơn sau cú sốc đại dịch Covid-19 có khả năng vỡ nợ thấp hơn. Cuối cùng, nghiên cứu của tác giả liên kết với lý thuyết về rủi ro tài chính liên quan đến môi trường nhằm cung cấp cho các nhà hoạch định chính sách, nhà quản lý, các ngân hàng và doanh nghiệp có cái nhìn sâu sắc hơn về quản lý rủi ro biến đổi khí hậu ở Việt Nam.

Phần còn lại của bài viết được tổ chức như sau. Phần thứ hai của bài báo xem xét tài liệu và thảo luận về giả thuyết, phần ba trình bày chi tiết về thiết kế nghiên cứu, phần thứ tư cung cấp các kết quả thực nghiệm, phần cuối cùng là kết luận.

2. Tổng quan lý thuyết

Lý thuyết về rủi ro tài chính liên quan đến môi trường tạo ra nền tảng phân loại các tác động khí hậu đối với các doanh nghiệp thành rủi ro liên quan đến khí hậu, chi phí chuyển đổi sang nền kinh tế carbon thấp và nguy cơ trở nên không bền vững trong kịch bản mới (Caldecott & Dericks, 2018). Trong số các rủi ro liên quan đến khí hậu, tác động vật lý là nhóm nổi bật nhất, với tác động trực tiếp đến tài nguyên của doanh nghiệp, với cường độ nghiêm trọng hơn trong kịch bản bất lợi về tỷ lệ thảm họa tự nhiên ngày càng tăng (Barney & Clark, 2007). Trong quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế carbon thấp, chi phí và nợ phải trả cho việc thích ứng với những thay đổi trong chính sách khí hậu để tuân thủ các quy định mới và thay thế công nghệ ngày càng tăng và đối mặt với những thay đổi trong thị hiếu của người tiêu dùng (Hou & cộng sự, 2022). Các lý thuyết giải thích tình trạng khó khăn tài chính của doanh nghiệp trong quá trình chuyển đổi sang phát thải carbon thấp là lý thuyết dựa trên nguồn lực, thể chế và các bên liên quan (Tariq & cộng sự, 2017).

Theo lý thuyết các bên liên quan, các doanh nghiệp sẽ được những ưu đãi nếu đáp ứng đầy đủ nhu cầu và điều kiện của các bên liên quan như chính phủ và chủ nợ (Laplume & cộng sự, 2008). Hiệu suất môi trường của doanh nghiệp và việc tuân thủ các quy định sẽ được đánh giá bởi khách hàng và người tiêu dùng (Kabir & cộng sự, 2021). Do đó, lý thuyết về các bên liên quan ủng hộ quan điểm khoảng cách vỡ nợ thấp hơn (cao

hơn) đối với những doanh nghiệp có hiệu suất carbon kém (tốt hơn).

Trong quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế phát thải carbon thấp, các quy định mới có thể gây áp lực pháp lý đối với các doanh nghiệp phát thải cao, đồng thời có thể đối mặt với rủi ro về danh tiếng, nhà đầu tư và người cho vay thường yêu cầu mức bù đắp rủi ro cao hơn làm doanh thu sụt giảm và chi phí gia tăng, nguy cơ vỡ nợ của các doanh nghiệp này sẽ tăng lên (Wang & cộng sự, 2022). Theo Trinks (2020) ước tính hiệu suất carbon phản ánh mức phát thải carbon của các doanh nghiệp so với các doanh nghiệp cùng ngành và thấy rằng các doanh nghiệp sử dụng hiệu quả carbon có rủi ro hệ thống thấp hơn đáng kể. Xue & cộng sự (2020) nhận thấy rằng các doanh nghiệp ở Anh có hiệu suất quản lý môi trường tốt, như giám sát hiệu suất phát thải, có thể giảm thiểu rủi ro tổng thể và rủi ro đặc trưng của doanh nghiệp một cách hiệu quả.

Đến hiện tại, đã có một số bằng chứng thực nghiệm về ảnh hưởng của phát thải khí nhà kính đối với xác suất vỡ nợ. Capasso & cộng sự (2020) tìm thấy rằng một doanh nghiệp tiếp xúc với rủi ro biến đổi khí hậu với mức phát thải carbon cao hơn sẽ dẫn đến rủi ro vỡ nợ cao hơn. Trong khi Kabir & cộng sự (2021) nhận thấy rằng lượng khí thải ảnh hưởng đến khoảng cách đến vỡ nợ và rủi ro vỡ nợ được giảm thiểu khi doanh nghiệp áp dụng những sáng kiến làm giảm lượng phát thải bằng những cam kết môi trường và các sáng kiến xanh của doanh nghiệp. Một kết quả tương tự được đưa ra bởi Nguyen & Phan (2020), các doanh nghiệp phát thải cao của Úc gần với rủi ro khủng hoảng tài chính hơn sau khi phê chuẩn Nghị định thư Kyoto (tức là áp dụng một quy định môi trường nghiêm ngặt hơn). Tại Việt Nam, cho đến nay chưa có bằng chứng thực nghiệm nào điều tra mối liên hệ tác động giữa rủi ro biến đổi khí hậu và rủi ro vỡ nợ của doanh nghiệp. Tuy nhiên cũng đã có một vài nghiên cứu và khảo sát điều tra tác động của rủi ro biến đổi khí hậu đến doanh nghiệp như Anh & cộng sự (2023) nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu lên hiệu quả trong sản xuất nông nghiệp và kết luận rằng biến đổi khí hậu gây ra mối đe dọa nghiêm trọng đối với ngành nông nghiệp Việt Nam.

Do đó, một phân tích từ góc độ tài chính liên quan đến rủi ro biến đổi khí hậu của doanh nghiệp cần được nghiên cứu cụ thể hơn. Vì vậy tác giả tiến hành nghiên cứu thực nghiệm tại thị trường Việt Nam và đề xuất giả thuyết sau:

H1: Các doanh nghiệp có lượng phát thải carbon cao hơn phải đối mặt với rủi ro vỡ nợ cao hơn.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Dữ liệu nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu của tác giả bao gồm các doanh nghiệp niêm yết trên sàn giao dịch chứng khoán Việt Nam gồm Sở Giao dịch Chứng khoán Thành phố Hồ Chí Minh (HOSE) và Sở Giao dịch Chứng khoán Hà Nội (HNX) và trên Upcom. Sau khi kiểm tra và chuẩn hóa dữ liệu tác giả loại bỏ các doanh nghiệp có dữ liệu ít hơn năm năm tạo ra quy mô mẫu nghiên cứu cuối cùng của tác giả gồm 1.321 doanh nghiệp phi tài chính với 10.653 quan sát theo năm giai đoạn từ năm 2012 - 2022. Dữ liệu tài chính cho nghiên cứu này là dữ liệu thứ cấp được thu thập từ phần mềm FiinPro-X. Dữ liệu tính toán lượng phát thải CO₂ được thu thập từ nguồn số liệu Tổng điều tra kinh tế của Tổng cục Thống kê Việt Nam.

3.2. Đo lường rủi ro vỡ nợ

Để nắm bắt thông tin dựa trên thị trường, mô hình Khoảng cách đến vỡ nợ (Distance-to-Default -DD) được sửa đổi có nguồn gốc từ Byström (2006). Nền tảng của cách tiếp cận dựa trên thị trường là từ mô hình Kealhofer, McQuown & Vasicek (KMV) - Merton (1974) và được phát triển dựa trên lý thuyết quyền chọn của Black & Scholes (1973). Cụ thể, mối quan hệ giữa giá trị thị trường của vốn chủ sở hữu và giá trị thị trường của tài sản được thể hiện như sau:

$$E = V * N(d_1) - e^{-rT} * D * N(d_2) \quad (1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V}{F}\right) + (r + 0.5 \sigma_v^2)T}{\sigma_v \sqrt{T}} \quad (2)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_v \sqrt{T} \quad (3)$$

Trong đó: E là giá trị thị trường của vốn chủ sở hữu của doanh nghiệp, V là giá trị thị trường tài sản của doanh nghiệp, F là giá trị sổ sách các khoản nợ của doanh nghiệp, r là lãi suất phi rủi ro (trong nghiên cứu này sử dụng lãi suất Tín phiếu kho bạc do Chính phủ Việt Nam phát hành), T thời gian đáo hạn nợ của doanh

nghiệp. N là hàm phân phối chuẩn tích lũy. σ_v là biến động giá trị thị trường của tài sản của doanh nghiệp.

Để tính giá trị V và σ_v , tác giả sử dụng một quy trình lập bảng công cụ Solver, ban đầu V được lấy xấp xỉ giá trị thị trường của vốn chủ sở hữu (E) và σ_v bằng σ_e , sau đó tác giả áp dụng Black & Scholes để có được các ước tính tiếp theo về V và σ_v cho đến khi chúng hội tụ (Bharath & Shumway, 2008).

Theo Crosbie & Bohn (2018) thấy rằng trong thực tế các doanh nghiệp thường không vỡ nợ khi giá trị tài sản của họ giảm xuống dưới giá trị nợ sổ sách, vì các doanh nghiệp có một khoảng thời gian để trả nợ dài hạn, vì vậy ngưỡng nợ (D) cho mô hình DD là giá trị của các khoản nợ ngắn hạn cộng với một nửa giá trị sổ sách của các khoản nợ dài hạn chưa thanh toán và đó là ngưỡng vỡ nợ mà tác giả sử dụng trong nghiên cứu này, T là 1 năm, μ là trung bình biến động hàng năm giá trị thị trường của tài sản. Khoảng cách dẫn đến vỡ nợ được thiết lập như sau:

$$DD_{Merton} = \frac{\ln\left(\frac{V}{D}\right) + (\mu - 0.5 \sigma_v^2)T}{\sigma_v \sqrt{T}} \quad (5)$$

Xác suất phá sản của doanh nghiệp (PD) có thể được tính từ khoảng cách đến vỡ nợ (DD) theo mô hình của Merton (1974) bằng cách sử dụng phương pháp phân phối chuẩn, với N là hàm phân phối chuẩn tích lũy như sau:

$$PD = N(-DD) \quad (6)$$

Theo các nghiên cứu trước đây về rủi ro vỡ nợ, xác suất vỡ nợ (PD) được tính toán từ mô hình Merton (1974). Tuy nhiên, xác suất vỡ nợ (PD) thường gần bằng 0 và nằm trong khoảng từ 0 đến 1, không phù hợp để sử dụng làm biến phụ thuộc, để tránh những hạn chế này biến khoảng cách đến vỡ nợ được sử dụng làm biến phụ thuộc trong các mô hình hồi quy (Vu & cộng sự, 2019).

3.3. Đo lường rủi ro biến đổi khí hậu

Dựa vào các phương pháp đo lường trong các tài liệu trước đây. Tác giả sử dụng thang đo phổ biến là lượng khí thải carbon (Emission) và Cường độ phát thải carbon (Carbon Intensity) - được tính bằng lượng phát thải carbon chia cho Tổng Doanh thu điều này nhằm mục đích chuẩn hóa dữ liệu, làm tăng hiệu quả so sánh giữa các doanh nghiệp (Capasso & cộng sự, 2020; Jong & cộng sự, 2022). Theo hướng dẫn của Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) và Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam tác giả tính toán lượng khí thải CO₂ như sau:

$$\text{Khí thải GHG}_{\text{loại nhiên liệu}} = \text{Nhiên liệu tiêu thụ}_{\text{loại nhiên liệu}} \times \text{Hệ số phát thải}_{\text{loại nhiên liệu}}$$

Trong đó:

+ Khí thải bao gồm các loại khí CO₂, CH₄, N₂O đơn vị Kg/TJ;

Bảng 1. Hệ số phát thải CO₂ tính cho Việt Nam

STT	Loại nhiên liệu	Đơn vị	TOE/đơn vị***	1TOE = 0.04187 TJ**	Kg CO ₂ /TJ****	Hệ số Tấn CO ₂ /đơn vị
		1	2	3 = 2 x 0,04187	4	5 = (3x4)/1000
1	Điện	1000 kWh	0,1543			0,7221*
2	Than antraxit	Tấn	0,70	0,029309	98.300	2,881
3	Xăng	1000 lít	0,83	0,0347521	69.300	2,408
4	Dầu hỏa	1000 lít	0,94	0,0393578	71.900	2,830
5	Dầu FO (Fuel Oil)	1000 lít	0,94	0,0393578	77.400	3,046
6	Dầu DO (Diesel Oil)	1000 lít	0,88	0,0368456	74.100	2,730
7	Gas hóa lỏng (LPG)	Tấn	1,09	0,0456383	63.100	2,880
8	Khí thiên nhiên	1000 m ³	0,90	0,037683	56.100	2,114
9	Nhiên liệu phản lực (Jet Fuel)	Tấn	1,05	0,0439635	71.500	3,143

Ghi chú:

* Hệ số phát thải lưới điện Việt Nam năm 2021 (Cục biến đổi khí hậu, 2021)

** Hệ số chuyển đổi năng lượng được tính toán dựa trên giá trị chuyển đổi của 1TOE = 0.04187 TJ bởi Intergovernmental Panel on Climate Change (2006)

*** Các hệ số TOE được tham khảo bởi công văn số 3505/BCT-KHCN, 19/04/2011 (Bộ công thương, 2011)

**** Hệ số phát thải dựa trên danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê khí nhà kính của Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành ngày 10/10/2022 (Bộ tài nguyên và môi trường, 2022)

- + Nhiều liệu tiêu thụ được tính đơn vị Terajoule (TJ);
- + Hệ số phát thải và loại nhiên liệu tiêu thụ được trình bày trong Bảng 1.

Trong nghiên cứu này, do giới hạn thu thập số liệu vì vậy tác giả giới hạn phạm vi tính lượng khí thải CO₂ trong phạm vi 1 và phạm vi 2.

3.4. Các biến kiểm soát trong mô hình

Các biến kiểm soát được xác định trong các tài liệu hiện có về các đặc điểm của doanh nghiệp được tìm thấy để ảnh hưởng đến khoảng cách đến vỡ nợ. Cụ thể, các biến kiểm soát thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Đo lường các biến trong mô hình nghiên cứu

Biến	Kí hiệu	Đo lường	Nguồn
Khoảng cách vỡ nợ	<i>DD</i>	Đo lường theo mô hình KMV của Merton (1974)	(Merton, 1974)
Khí thải CO ₂	<i>Emissions</i>	Ln(Lượng khí thải CO ₂ năm t)	(Capasso & cộng sự, 2020; Ding & cộng sự, 2023)
Cường độ phát thải CO ₂	<i>Carbon Intensity</i>	Lượng khí thải CO ₂ năm t/ Doanh thu năm t	(Capasso & cộng sự, 2020; Ding & cộng sự, 2023)
Quy mô	<i>Size</i>	Ln(Tổng tài sản năm t)	(Ding & cộng sự, 2023)
Lợi nhuận biên	<i>OM</i>	Lợi nhuận hoạt động/Doanh thu	(Tudela & Young, 2005)
Đòn bẩy	<i>DR</i>	Tổng nợ năm t/Tổng tài sản năm t	(Kabir & cộng sự, 2021; Zmijewski, 1984)
Tỷ lệ vốn lưu động	<i>WCR</i>	Vốn lưu động năm t/Tổng tài sản năm t	(Altman, 1968; Ohlson, 1980)
Thu nhập giữ lại	<i>RE</i>	Lợi nhuận giữ lại năm t/Tổng tài sản năm t	(Zeitun & cộng sự, 2007)
Lãi suất	<i>IR</i>	Lãi suất cho vay trung bình năm t	(Laurin & Martynenko, 2009)
Tổng sản phẩm quốc dân	<i>GDP</i>	Tổng sản phẩm quốc dân năm t	(Longstaff & Schwartz, 1995)

Nguồn: Tổng hợp tài liệu của tác giả.

3.5. Mô hình nghiên cứu

Các thử nghiệm cơ bản của tác giả kiểm tra mối quan hệ giữa lượng khí thải carbon và khoảng cách đến vỡ nợ của các doanh nghiệp bằng cách sử dụng mô hình sau:

$$DDit = \alpha + \beta Xit + \mu Yit + \epsilon it \quad (7)$$

trong đó biến phụ thuộc *DD* là khoảng cách đến vỡ nợ của doanh nghiệp *i* trong năm *t*. *Xit* là lượng phát thải CO₂ (*Emissions*) hoặc cường độ phát thải carbon (*Carbon Intensity*), *Yit* là một tập hợp các biến kiểm soát ở cấp độ doanh nghiệp, ngành trong năm *t*, được trình bày trong Bảng 2.

Để kiểm tra thêm rằng lượng khí thải carbon gây ra những thay đổi trong khoảng cách đến vỡ nợ của doanh nghiệp, tác giả sử dụng cú sốc đại dịch Covid-19, sự kiện bất ngờ này là một cú sốc ngoại sinh. Thời kỳ dịch diễn ra các doanh nghiệp bị gián đoạn hoạt động và giảm phát thải carbon lớn trong thời kỳ này (Ray & cộng sự, 2022). Vì vậy, tác giả kỳ vọng thời kỳ đại dịch làm giảm tác động của rủi ro biến đổi khí hậu lên rủi ro vỡ nợ của doanh nghiệp. Đối với kiểm định này, tác giả áp dụng phương pháp khác biệt trong khác biệt (*difference-in-differences*) bằng mô hình:

$$DDit = \alpha + \beta_1 Carbon Intensity_i + \beta_2 Post Event + \beta_3 Carbon Intensity_i \times Post Event + \mu Yit + \epsilon it \quad (8)$$

trong đó biến phụ thuộc *DD* là khoảng cách đến vỡ nợ. Sự kiện (*Post event*) bằng 1 cho các năm 2020 trở về sau và bằng 0 nếu ngược lại. Tất cả các biến khác giống như trong mô hình (7) và được thể hiện trong Bảng 2. Hệ số quan tâm chính là β_3 cho tương tác giữa Cường độ Carbon \times Sự kiện.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Thống kê mô tả

Bảng 3 thể hiện các số liệu thống kê mô tả cho các biến được sử dụng trong bài nghiên cứu của tác giả.

Biến phụ thuộc đại diện cho rủi ro vỡ nợ doanh nghiệp là DD có mức trung bình tương ứng là 8,129 và độ lệch chuẩn tương ứng là 4,38. Về mức phát thải CO₂ của một doanh nghiệp trong giai đoạn nghiên cứu có trung bình mức phát thải CO₂ là khoảng 74 tấn CO₂/năm.

Bảng 3. Thống kê mô tả của các biến

Biến	Nhóm biến	Số quan sát	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
DD	Rủi ro vỡ nợ	10.653	8,129	4,38	-1,987	25,616
Emission Carbon Intensity	Rủi ro biến đổi khí hậu	10.653	4,278	0,910	-1,878	14,044
		10.653	5,583	0,446	0,576	18,012
DR		10.653	0,527	0,310	0,033	2,086
OM	Tỷ số tài chính	10.653	0,304	0,240	-3,018	3,616
RE		10.653	0,496	0,114	-0,293	0,630
WCR		10.653	0,249	0,0928	-1,439	0,742
Size	Đặc điểm doanh nghiệp	10.653	6,280	1,572	2,576	11,209
IR	Chỉ số vĩ mô	10.653	10,307	2,025	3,528	13,040
GDP		10.653	15,578	1,034	14,220	17,071

Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu của tác giả.

Bảng 4 trình bày bảng ma trận về hệ số tương quan giữa các biến phụ thuộc được tác giả sử dụng trong bài nghiên cứu này.

Bảng 4. Hệ số tương quan giữa các biến giải thích trong mô hình

Biến	(1)	(2)	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
(1) Emissions	1,000								
(2) Carbon Intensity	0,0270*	1,000							
(X1) DR	-0,0370*	0,1915*	1,000						
(X2) OM	-0,0685*	0,0136	-0,2319*	1,000					
(X3) RE	-0,1136*	-0,1433*	-	0,2762*	1,000				
(X4) Size	-0,2740*	-0,0053	-0,1617*	0,1254*	-0,0281*	1,000			
(X5) WCR	0,0174	0,0967*	0,3767*	-0,0853*	-0,1607*	-0,1362*	1,000		
(X6) IR	0,0151	-0,2149*	-0,4338*	0,0643*	0,1162*	0,2846*	-0,2271*	1,000	
(X7) GDP	0,0095	-0,2847*	-0,5642*	0,0879*	0,1636*	0,3646*	-0,3087*	0,7949*	1,000

Ghi chú: * thể hiện mức ý nghĩa 5%

Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu của tác giả.

4.2. Kết quả hồi quy

Sau khi kiểm tra hệ số tương quan, vấn đề đa cộng tuyến và tính dừng của dữ liệu, tác giả tiến hành lựa chọn mô hình dựa trên các kiểm định Hausman, kiểm tra hiện tượng phương sai sai số thay đổi và tự tương quan. Cuối cùng tác giả sử dụng hồi quy GLS để khắc phục các khuyết tật của mô hình đã phát hiện. Từ Bảng 5, trong các Mô hình 1 và 2 lượng khí thải carbon có mối quan hệ âm đáng kể (ở mức 1%) với khoảng cách đến vỡ nợ. Các doanh nghiệp tạo ra nhiều khí thải CO₂ hơn phải chịu nhiều chi phí tiềm năng liên quan đến quy định và chi phí hoạt động, do đó cho thấy khoảng cách để vỡ nợ ngắn hơn, các doanh nghiệp không kiểm soát tốt khí thải sẽ bị ảnh hưởng bởi áp lực từ các nhà đầu tư, nhà quản lý và xã hội, dẫn đến giảm khả năng thanh khoản và gia tăng xác suất vỡ nợ, điều này phù hợp với lý thuyết rủi ro tài chính liên quan tới môi trường và được ủng hộ qua các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trước đây (Capasso & cộng sự, 2020; Ding & cộng sự, 2023; Feng & cộng sự, 2024). Tương tự như vậy trong Mô hình 3 và 4, cường độ carbon được sử dụng làm biến phụ thuộc, có kết quả tương tự. Cường độ carbon tác động đáng kể (ở mức 1%) và tương quan nghịch với khoảng cách vỡ nợ. Các kết quả này thấy rằng các doanh nghiệp có mức phát thải carbon và cường độ phát thải carbon cao hơn (tức gặp rủi ro biến đổi khí hậu cao hơn) sẽ dẫn đến xác suất vỡ nợ cao hơn.

Tất cả các biến kiểm soát được sử dụng là các chỉ số dự báo cao cho xác suất vỡ nợ của một doanh nghiệp

Bảng 5. Kết quả hồi quy tác động của rủi ro biến đổi khí hậu lên rủi ro vỡ nợ

Mô hình	(1)	(2)	(3)	(4)
Biến	DD	DD	DD	DD
Emissions (ln)	-0,622*** [-25,88]	-0,181*** [-8,47]		
Carbon Intensity			-0,983*** [-19,02]	-0,131*** [-2,91]
DR	-7,583*** [-77,87]	-3,706*** [-36,61]	-7,759*** [-79,01]	-3,673*** [-36,15]
OM	0,232** [2,33]	0,206** [2,46]	0,445*** [4,42]	0,243*** [2,89]
RE	-10,08*** [-38,33]	-4,322*** [-18,10]	-10,68*** [-40,01]	-4,277*** [-17,68]
Size	0,333*** [20,84]	0,0492*** [3,47]	0,501*** [33,40]	0,0852*** [6,11]
WCR	23,80*** [-91,11]	23,01*** [-104,23]	23,96*** [-90,54]	23,06*** [-104,17]
IR		-0,0535*** [-3,50]		-0,0575*** [-3,76]
GDP		1,828*** [50,51]		1,883*** [52,39]
Hằng số	11,78*** [109,80]	-20,98*** [-16,50]	13,79*** [77,26]	-22,15*** [-16,73]
Hiệu ứng ngành	Có	Có	Có	Có
Hiệu ứng năm	Có	Có	Có	Có
Số quan sát	10.653	10.653	10.653	10.653
Wald chi2	28.223,50	43.942,01	27.165,77	43.619,93
Prob > chi2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Ghi chú: Ký hiệu các mức ý nghĩa: *p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01. Giải thích các biến được trình bày trong Bảng 2

Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu của tác giả.

từ quan điểm tài chính. Mỗi quan hệ nghịch chiều và có ý nghĩa giữa khoảng cách đến vỡ nợ và tỷ lệ nợ (DR) cho thấy rằng khi tỷ lệ nợ tăng, khoảng cách đến vỡ nợ giảm, phản ánh xác suất vỡ nợ tăng lên, điều này phù hợp với lý thuyết đánh đổi, trong đó doanh nghiệp phải cân bằng giữa lợi ích từ việc sử dụng đòn bẩy tài chính (lợi thế thuế từ lãi vay) và chi phí từ nguy cơ phá sản. Lợi nhuận hoạt động biên (OM) là một chỉ số đại diện cho khả năng sinh lời của doanh nghiệp và kết quả cho thấy rằng lợi nhuận càng cao thì xác suất vỡ nợ càng thấp, điều này tương ứng với lý thuyết dòng tiền giải thích rằng doanh nghiệp có khả năng sinh lời tốt thường duy trì được dòng tiền dương, giúp họ đáp ứng các nghĩa vụ tài chính một cách dễ dàng hơn. Xem xét tác động của quy mô doanh nghiệp (Size) thấy rằng quy mô doanh nghiệp càng lớn thì xác suất vỡ nợ càng thấp điều này có thể được giải thích qua lý thuyết thông tin bất cân xứng và lý thuyết chi phí phá sản, các doanh nghiệp lớn thường có vị thế tài chính vững chắc hơn, dễ dàng tiếp cận vốn vay với chi phí thấp hơn do có lịch sử tín dụng tốt và ít rủi ro hơn trong mắt các nhà đầu tư. Cuối cùng, vốn lưu động trên tổng tài sản (WCR) thể hiện khả năng của một doanh nghiệp trả nợ cho các chủ nợ trong ngắn hạn, các doanh nghiệp có vốn lưu động lành mạnh và tích cực sẽ không gặp vấn đề trong việc thanh toán các khoản nợ ngắn hạn vì vậy có khoảng cách đến vỡ nợ lớn hơn. Sử dụng hai biến số vĩ mô là lãi suất cho vay (IR) và GDP tác giả thấy rằng lãi suất càng cao khả năng vỡ nợ càng lớn và dấu hiệu nền kinh tế tăng trưởng với GDP tăng thì xác suất vỡ nợ thấp hơn.

4.3. Phân tích cú sốc đại dịch Covid-19

Mối liên hệ giữa tác động của khí hậu và rủi ro vỡ nợ của doanh nghiệp có thể thay đổi do thay đổi hành vi phát thải carbon của doanh nghiệp. Tác giả coi cú sốc đại dịch Covid-19 đột ngột và làm thay đổi hành vi phát thải carbon của doanh nghiệp do các quy định giãn cách xã hội và giảm hoạt động của doanh nghiệp.

Bảng 6 thể hiện kết quả của mô hình hồi quy. Biến tương tác có hệ số âm có ý nghĩa thống kê ở mức 1% và có mức giảm đáng kể tác động của cường độ phát thải CO₂ của các doanh nghiệp đến khoảng cách vỡ nợ của các doanh nghiệp. Phát hiện như vậy chỉ ra rằng, sau khi thay đổi hành vi phát thải CO₂ do cú sốc đại dịch Covid-19 giảm lượng phát thải CO₂ thì các doanh nghiệp ít gặp nguy cơ phá sản hơn.

Bảng 6. Kết quả hồi quy tác động của rủi ro biến đổi khí hậu lên rủi ro vỡ nợ với cú sốc Covid-19

Mô hình	(1)	(2)
Biến	DD	DD
Carbon Intensity	-1,818*** [-11,44]	-0,291** [-2,21]
Year Post	-3,211*** [-5,66]	-1,805*** [-3,87]
Carbon Intensity * Year Post	-0,564*** [-5,57]	-0,173** [-2,08]
DR	-7,742*** [-78,56]	-3,501*** [-35,00]
OM	0,439*** [4,36]	0,230*** [2,9]
RE	-10,69*** [-39,85]	-4,286*** [-18,06]
Size	0,506*** [33,53]	0,0853*** [6,23]
WCR	23,93*** [-90,54]	22,96*** [105,71]
IR		-0,106*** [-6,96]
GDP		2,095*** [56,82]
Hằng số	38,91*** [8,63]	-16,74*** [-4,42]
Hiệu ứng ngành	Có	Có
Hiệu ứng năm	Có	Có
Số quan sát	10.653	10.653
Wald chi2	27.281,71	45.762,72
Prob > chi2	0,0000	0,0000

Ghi chú: Ký hiệu các mức ý nghĩa: *p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01. Giải thích các biến được trình bày trong Bảng 2

Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu của tác giả.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Các quy định và sự chú ý ngày càng tăng của các chủ thể trong nền kinh tế về các vấn đề biến đổi khí hậu gây ra rủi ro cho các doanh nghiệp có lượng khí thải CO₂ cao. Việc thực thi nghiêm ngặt các luật môi trường hiện hành và các pháp chế nghiêm khắc hơn đối với những doanh nghiệp gây ô nhiễm. Điều này có thể dẫn đến tăng đột biến chi phí và ảnh hưởng đến uy tín tín dụng của doanh nghiệp. Câu hỏi nghiên cứu trọng tâm của bài viết này là liệu lượng khí thải CO₂ có ảnh hưởng đến khoảng cách vỡ nợ của doanh nghiệp hay không. Tác giả tìm thấy bằng chứng thuyết phục cho thấy lượng khí thải có mối liên hệ tiêu cực với khoảng cách dẫn đến vỡ nợ, doanh nghiệp có lượng khí thải CO₂ cao hơn sẽ có xác suất vỡ nợ cao hơn. Những phát hiện này được xác nhận bằng cách sử dụng cả lượng khí thải CO₂ và cường độ carbon. Ngoài ra, tác giả thấy rằng lượng khí thải carbon giảm tác động đến khoảng cách đến vỡ nợ sau cú sốc đại dịch Covid-19 do thay đổi hành vi phát thải của doanh nghiệp vì các biện pháp giãn cách xã hội và gián đoạn sản xuất.

Từ kết quả nghiên cứu tác giả có những hàm ý chính sách sau: Đầu tiên, các cơ quan xếp hạng tín dụng nên đưa mức độ rủi ro khí hậu cao hơn nữa vào việc đánh giá mức độ tin cậy của các doanh nghiệp. Thứ hai, các ngân hàng và tổ chức cho vay nên xem xét lượng khí thải carbon của người đi vay để định giá một cách hiệu quả những rủi ro mà họ đang gặp phải, các sáng kiến về quản lý và giám sát buộc các ngân hàng phải lồng ghép đầy đủ việc xem xét rủi ro khí hậu vào các khuôn khổ quản trị của ngân hàng. Thứ ba, các nhà đầu tư nên xem xét kỹ lưỡng mức độ rủi ro khí hậu của các tổ chức phát hành để nắm bắt và định giá một cách hiệu quả các rủi ro carbon liên quan đến danh mục đầu tư. Thứ tư, đối với doanh nghiệp cần có những biện pháp kịp thời để thích ứng với sản xuất “xanh” thân thiện với môi trường, giảm phát thải carbon. Thứ năm, lượng khí thải carbon và uy tín tín dụng có ý nghĩa rõ ràng đối với sự ổn định tài chính và đã ít nhiều được đưa vào nhiệm vụ của nhiều ngân hàng trung ương nên kết quả của tác giả ủng hộ quan điểm rằng các ngân

hàng trung ương nên quan tâm nhiều hơn đến rủi ro khí hậu.

Cuối cùng, một trong những hạn chế trong phân tích của tác giả là chỉ tập trung vào lượng phát thải phạm vi 1 và 2, lý tưởng nhất là nên xem xét phát thải phạm vi 1, 2 và 3. Tuy nhiên, việc đo lường và ước tính những điều đó hiện nay đang gặp nhiều thách thức về mặt phương pháp. Giới học thuật, nhà đầu tư, doanh nghiệp và cơ quan quản lý nên có những giải pháp nhiều hơn trong tương lai gần để nắm bắt rủi ro khí hậu toàn diện hơn cả về mặt rủi ro chuyển đổi và rủi ro vật lý.

Tài liệu tham khảo

- Altman, E.I. (1968), 'Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy', *The Journal of Finance*, 23(4), 589–609, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x>.
- Anh, D.L.T., Anh, N.T., & Chandio, A.A. (2023), 'Climate change and its impacts on Vietnam agriculture: A macroeconomic perspective', *Ecological Informatics*, 74, 101960, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101960>.
- Bannier, C.E., Bofinger, Y., & Rock, B. (2022), 'Corporate social responsibility and credit risk', *Finance Research Letters*, 44, 102052, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102052>.
- Barney, J.B., & Clark, D.N. (2007), *Resource-Based Theory: Creating and Sustaining Competitive Advantage*, OUP Oxford.
- Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., Schütze, F. & Visentin, G. (2017), 'A climate stress-test of the financial system', *Nature Clim Change* 7, 283–288, DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate3255>.
- Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., & Roncoroni, A. (2023), 'Climate Credit Risk and Corporate Valuation', SSRN Scholarly Paper 4124002, DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4124002>.
- Bharath, Tyler Shumway (2008), 'Forecasting Default with the Merton Distance to Default Model', *The Review of Financial Studies*, 21(3), 1339–1369, DOI: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhn044>.
- Black, F., & Scholes, M. (1973), 'The Pricing of Options and Corporate Liabilities', *Journal of Political Economy*, 81(3), 637–654, DOI: <https://doi.org/10.1086/260062>.
- Bộ công thương (2011), *Danh sách cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm*, ban hành ngày 19 tháng 4 năm 2011.
- Bộ tài nguyên và môi trường (2022), *Công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê khí nhà kính*, ban hành ngày 10 tháng 1 năm 2022.
- Byström, H.N. (2006), 'Merton unraveled: A flexible way of modeling default risk', *The Journal of Alternative Investments*, 8(4), 39-47, DOI: 10.3905/jai.2006.627849.
- Caldecott, B., & Dericks, G. (2018), 'Empirical calibration of climate policy using corporate solvency: A case study of the UK's carbon price support', *Climate Policy*, 18(6), 766–780, DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1382318>.
- Capasso, G., Gianfrate, G., & Spinelli, M. (2020), 'Climate change and credit risk', *Journal of Cleaner Production*, 266, 121634, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121634>.
- Crosbie, P., & Bohn, J. (2019), 'Modeling default risk', In *World Scientific Reference on Contingent Claims Analysis in Corporate Finance: Volume 2: Corporate Debt Valuation with CCA*, 471-506.
- Cục biến đổi khí hậu (2021), *Hệ số phát thải lưới điện Việt Nam 2021*, ban hành ngày 31 tháng 12 năm 2022.
- Curtin, J., McInerney, C., Ó Gallachóir, B., Hickey, C., Deane, P., & Deeney, P. (2019), 'Quantifying stranding risk for fossil fuel assets and implications for renewable energy investment: A review of the literature', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109402, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109402>.
- Ding, X., Li, J., Song, T., Ding, C., & Tan, W. (2023), 'Does carbon emission of firms aggravate the risk of financial distress? Evidence from China', *Finance Research Letters*, 56, 104034, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104034>.
- Dunz, N., Naqvi, A., & Monasterolo, I. (2021), 'Climate sentiments, transition risk, and financial stability in a stock-flow consistent model', *Journal of Financial Stability*, 54, 100872, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100872>.
- Feng, F., Han, L., Jin, J., & Li, Y. (2024), 'Climate Change Exposure and Bankruptcy Risk', *British Journal of Management*, 35(4), 1843–1866, DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12792>.
- Gutiérrez-López, C., Castro, P., & Tascón, M.T. (2022), 'How can firms' transition to a low-carbon economy affect the distance to default?', *Research in International Business and Finance*, 62, 101722, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2022.101722>.

-
- Gianfrate, G., & Lorenzato, G. (2018), 'Stimulating non-bank financial institutions' participation in green investments', ADBI Working Paper No. 860, <https://www.econstor.eu/handle/10419/190281>.
- Hou, D., Chan, K.C., Dong, M., & Yao, Q. (2022), 'The impact of economic policy uncertainty on a firm's green behavior: Evidence from China', *Research in International Business and Finance*, 59, 101544, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101544>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2006), *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, IGES, Japan.
- Jong, M.-C., Soh, A.-N., & Pua, C.-H. (2022), 'Tourism Sustainability: Climate Change and Carbon Dioxide Emissions in South Africa', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(6), 412–417.
- Kabir, M.N., Rahman, S., Rahman, M.A., & Anwar, M. (2021), 'Carbon emissions and default risk: International evidence from firm-level data', *Economic Modelling*, 103, 105617, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105617>.
- Krueger, P., Sautner, Z., & Starks, L.T. (2020), 'The Importance of Climate Risks for Institutional Investors', *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1067–1111, DOI: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz137>.
- Laplume, A.O., Sonpar, K., & Litz, R.A. (2008), 'Stakeholder Theory: Reviewing a Theory That Moves Us', *Journal of Management*, 34(6), 1152–1189, DOI: <https://doi.org/10.1177/0149206308324322>.
- Laurin, M., & Martynenko, O. (2009), 'The influence of macroeconomic factors on the probability of default', presentation at *Lund University*, Sweden, August 28th, 2009.
- Li, F., Xu, X., Li, Z., Du, P., & Ye, J. (2021), 'Can low-carbon technological innovation truly improve enterprise performance? The case of Chinese manufacturing companies', *Journal of Cleaner Production*, 293, 125949, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125949>.
- Longstaff, F.A., & Schwartz, E.S. (1995), 'A Simple Approach to Valuing Risky Fixed and Floating Rate Debt', *The Journal of Finance*, 50(3), 789–819, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb04037.x>.
- Merton, R.C. (1974), 'On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates', *The Journal of Finance*, 29(2), 449–470, DOI: <https://doi.org/10.2307/2978814>.
- Network for Greening the Financial System (2019), *A call for action: Climate change as a source of financial risk*, Banque de France.
- Nguyen, J.H., & Phan, H.V. (2020), 'Carbon risk and corporate capital structure', *Journal of Corporate Finance*, 64, 101713, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2020.101713>.
- Ohlson, J.A. (1980), 'Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy', *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109–131, DOI: <https://doi.org/10.2307/2490395>.
- Ray, R.L., Singh, V.P., Singh, S.K., Acharya, B.S., & He, Y. (2022), 'What is the impact of COVID-19 pandemic on global carbon emissions?', *Science of The Total Environment*, 816, 151503, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151503>.
- Safiullah, M., Kabir, Md. N., & Miah, M.D. (2021), 'Carbon emissions and credit ratings', *Energy Economics*, 100, 105330, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105330>.
- Tariq, A., Badir, Y.F., Tariq, W., & Bhutta, U.S. (2017), 'Drivers and consequences of green product and process innovation: A systematic review, conceptual framework, and future outlook', *Technology in Society*, 51, 8–23, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.06.002>.
- Tudela, M., & Young, G. (2005), 'A merton-model approach to assessing the default risk of UK public companies', *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 08(06), 737–761, DOI: <https://doi.org/10.1142/S0219024905003256>.
- Trinks, A., Mulder, M., & Scholtens, B. (2020), 'An Efficiency Perspective on Carbon Emissions and Financial Performance', *Ecological Economics*, 175, 106632, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106632>.
- Vu, V.T.T., Do, N.H., Dang, H.N., & Nguyen, T.N. (2019), 'Profitability and the Distance to Default: Evidence from Vietnam Securities Market', *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 6(4), 53–63, DOI: <https://doi.org/10.13106/JAFEB.2019.VOL6.NO4.53>.
- Wang, Y., Wu, Z., & Zhang, G. (2022), 'Firms and climate change: A review of carbon risk in corporate finance', *Carbon Neutrality*, 1(1), DOI: <https://doi.org/10.1007/s43979-022-00005-9>.
- Xue, B., Zhang, Z., & Li, P. (2020), 'Corporate environmental performance, environmental management and firm risk', *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1074–1096, DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2418>.
- Zeitun, R., Tian, G. & Keen, K. (2007), 'Default probability for the Jordanian Companies: A Test of Cash Flow Theory', *International Research Journal of Finance and Economics*, 8, 147–162.
- Zmijewski, M.E. (1984), 'Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models', *Journal of Accounting Research*, 22, 59–82, DOI: <https://doi.org/10.2307/2490859>.