

BỘ TÀI CHÍNH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI CHÍNH - MARKETING



TRƯƠNG THỊ HỒNG

**CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC ỨNG DỤNG
CÔNG NGHIỆP 4.0 TRONG CÁC DOANH NGHIỆP
VỪA VÀ NHỎ TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH:
ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TÍCH HỢP TOE - DOI**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ
QUẢN TRỊ KINH DOANH

Thành phố Hồ Chí Minh, 2026.

BỘ TÀI CHÍNH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI CHÍNH - MARKETING



TRƯƠNG THỊ HỒNG

**CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC ỨNG DỤNG
CÔNG NGHIỆP 4.0 TRONG CÁC DOANH NGHIỆP
VỪA VÀ NHỎ TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH:
ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TÍCH HỢP TOE - DOI**

Ngành: Quản trị kinh doanh

Mã ngành: 9340101

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

GVHD 1: PGS.TS TRẦN NGUYỄN NGỌC ANH THƯ

GVHD 2: PGS.TS PHẠM NGỌC DƯỠNG

Thành phố Hồ Chí Minh, 2026.

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan nội dung của đề tài luận án tiến sĩ ***“Các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh: Ứng dụng mô hình tích hợp TOE - DOI”*** là công trình nghiên cứu do chính tác giả thực hiện, dưới sự hỗ trợ và hướng dẫn của tập thể Người hướng dẫn khoa học.

Tôi xin cam đoan rằng các kết quả nghiên cứu trong luận án là trung thực, một phần nội dung của luận án đã được tác giả công bố trên một số tạp chí khoa học trong nước theo quy định chương trình đào tạo tiến sĩ của cơ sở đào tạo, các nội dung còn lại chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào trước đó. Các kết quả nghiên cứu của người khác được sử dụng trong công trình đều được trích dẫn theo đúng quy định.

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 2026.

Nghiên cứu sinh

Trương Thị Hồng

LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin bày tỏ sự kính trọng và lòng biết ơn sâu sắc đến Cô PGS.TS Trần Nguyễn Ngọc Anh Thư và Thầy PGS.TS Phạm Ngọc Dưỡng đã hết mình chỉ dẫn tôi thực hiện và hoàn thành luận án trong suốt thời gian qua. Những hướng dẫn của thầy, cô là hành trang quý báu cho tôi trên con đường nghiên cứu khoa học trong tương lai.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu nhà trường, Viện đào tạo sau đại học, Lãnh đạo khoa Quản trị kinh doanh của trường Đại học Tài chính - Marketing đã nhiệt tình hướng dẫn, hỗ trợ tôi hoàn thành các thủ tục trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu tại trường. Chân thành cảm ơn quý Thầy Cô các Khoa chuyên môn, các Phòng, Ban, Thư viện đã hỗ trợ giúp đỡ tôi trong suốt quá trình nghiên cứu.

Xin chân thành cảm ơn các chuyên gia, doanh nghiệp đã nhiệt tình tham gia các cuộc phỏng vấn, thảo luận nhóm và trả lời bảng khảo sát phục vụ cho nghiên cứu này.

Cuối cùng, lời cảm ơn đặc biệt tôi muốn gửi đến gia đình, người thân, bạn bè, đồng nghiệp đã luôn bên cạnh hỗ trợ, động viên và tạo điều kiện tốt nhất để tôi có thêm thời gian, nghị lực hoàn thành chương trình học tập, nghiên cứu của mình.

Xin chân thành cảm ơn!

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày.... tháng năm 2026.

Nghiên cứu sinh

Trương Thị Hồng

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT	x
DANH MỤC BẢNG	xii
DANH MỤC HÌNH	xvi
TÓM TẮT.....	xviii
ABSTRACT	xix
CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU.....	1
1.1. Sự cần thiết của nghiên cứu	1
1.1.1. Bối cảnh thực tiễn.....	1
1.1.2. Bối cảnh lý thuyết.....	7
1.1.3. Khoảng trống nghiên cứu	15
1.2. Mục tiêu và câu hỏi nghiên cứu	16
1.2.1. Mục tiêu nghiên cứu	16
1.2.2. Câu hỏi nghiên cứu.....	16
1.3. Đối tượng nghiên cứu.....	17
1.4. Phạm vi nghiên cứu	18
1.5. Phương pháp nghiên cứu	19
1.6. Ý nghĩa nghiên cứu	21
1.6.1. Ý nghĩa khoa học.....	21
1.6.2. Ý nghĩa thực tiễn	22
1.7. Kết cấu của luận án	23
TÓM TẮT CHƯƠNG 1	24

CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU	25
2.1. Các khái niệm nghiên cứu	25
2.1.1. Công nghiệp 4.0	25
2.1.1.1 Khái niệm công nghiệp 4.0.....	25
2.1.1.2 Các thành phần công nghệ của công nghiệp 4.0	29
2.1.2. Ứng dụng công nghiệp 4.0	31
2.1.3. Khái niệm doanh nghiệp vừa và nhỏ.....	33
2.2. Các lý thuyết nền tảng	37
2.2.1. Thuyết hành vi dự định (TPB)	37
2.2.2. Mô hình chấp nhận công nghệ (TAM).....	38
2.2.3. Lý thuyết khuyến khích tán đổi mới (DOI).....	39
2.2.4. Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE).....	45
2.2.5. Mô hình tích hợp lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) và lý thuyết khuyến khích tán đổi mới (DOI)	48
2.3. Các nghiên cứu thực nghiệm liên quan đến đề tài	52
2.3.1. Các nghiên cứu nước ngoài	52
2.3.2. Các nghiên cứu trong nước	57
2.4. Các khái niệm trong mô hình nghiên cứu	61
2.4.1. Sẵn sàng công nghệ	61
2.4.2. Sẵn sàng tổ chức.....	65
2.4.3. Sẵn sàng môi trường.....	67
2.4.4. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	70
2.4.5. Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	71
2.4.6. Đặc điểm lãnh đạo.....	72
2.5. Giả thuyết nghiên cứu	73

2.5.1. Mối quan hệ giữa sẵn sàng công nghệ, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	73
2.5.2. Mối quan hệ giữa sẵn sàng tổ chức, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	76
2.5.3. Mối quan hệ giữa sẵn sàng môi trường, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	79
2.5.4. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0	81
2.5.5. Vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo đến các mối quan hệ tác động giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0	85
2.6. Mô hình nghiên cứu đề xuất.....	87
TÓM TẮT CHƯƠNG 2	90
CHƯƠNG 3 QUY TRÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	91
3.1. Quy trình nghiên cứu.....	91
3.2. Nghiên cứu định tính.....	93
3.2.1. Giới thiệu.....	93
3.2.2. Mục đích.....	94
3.2.3. Phương pháp lấy mẫu và cỡ mẫu trong nghiên cứu định tính.....	94
3.2.3.1 Phương pháp lấy mẫu.....	94
3.2.3.2 Cỡ mẫu	94
3.2.4. Đối tượng tham gia trong nghiên cứu định tính	95
3.2.5. Tiến hành nghiên cứu định tính.....	96
3.2.5.1 Thu thập dữ liệu	96
3.2.5.2 Xử lý phân tích dữ liệu thảo luận tay đôi và thảo luận nhóm	97
3.2.6. Kết quả nghiên cứu định tính	98

3.2.6.1 Kết quả thảo luận tay đôi.....	98
3.2.6.2 Kết quả thảo luận nhóm.....	109
3.3. Nghiên cứu định lượng.....	110
3.3.1. Mục đích.....	110
3.3.2. Phương pháp lấy mẫu và cỡ mẫu trong nghiên cứu định lượng	110
3.3.2.1 Phương pháp lấy mẫu.....	110
3.3.2.2 Cỡ mẫu	111
3.3.3. Thu thập dữ liệu định lượng.....	114
3.3.4. Phương pháp phân tích dữ liệu định lượng	115
3.3.4.1 Lựa chọn kỹ thuật phân tích dữ liệu.....	115
3.3.4.2 Đánh giá mô hình đo lường.....	116
3.3.4.3 Đánh giá kiểm định mô hình cấu trúc	119
3.3.4.4 Kiểm định vai trò của biến trung gian.....	121
3.3.4.5 Kiểm định vai trò của biến điều tiết	122
3.3.5. Kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ	122
3.3.5.1 Kết quả thống kê mô tả dữ liệu sơ bộ.....	122
3.3.5.2 Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng công nghệ	123
3.3.5.3 Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng tổ chức	125
3.3.5.4 Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng môi trường	127
3.3.5.5 Kết quả đánh giá mô hình đo lường các khái niệm bậc nhất	129
3.3.5.6 Tổng kết kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ.....	130
TÓM TẮT CHƯƠNG 3	132

CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	133
4.1. Kết quả thống kê mô tả mẫu nghiên cứu.....	133
4.2. Kết quả đánh giá mô hình đo lường	135
4.2.1. Đánh giá mô hình đo lường các thành phần khái niệm bậc 2	136
4.2.1.1 Đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng công nghệ (TR)	136
4.2.1.2 Đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng tổ chức (OR).140	
4.2.1.3 Đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng môi trường (ER)	143
4.2.2. Đánh giá mô hình đo lường các khái niệm bậc nhất.....	146
4.2.3. Đánh giá mô hình đo lường với biến điều tiết đặc điểm lãnh đạo (CEO)	147
4.2.4. Đánh giá mô hình đo lường toàn bộ khái niệm nghiên cứu	149
4.3. Kết quả kiểm định mô hình cấu trúc	153
4.3.1. Kiểm tra đa cộng tuyến	153
4.3.2. Đánh giá sự phù hợp của các mối quan hệ trong mô hình	154
4.3.3. Đánh giá hệ số xác định (R^2).....	156
4.3.4. Đánh giá hệ số tác động (f^2)	157
4.3.5. Đánh giá năng lực dự báo ngoài mẫu (Q^2).....	158
4.3.6. Hệ số NFI và chỉ số SRMR.....	159
4.4. Kiểm định vai trò trung gian của nhân tố mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)	159
4.5. Kiểm định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo (CEO)	161
4.6. Thảo luận kết quả nghiên cứu	163
4.6.1. Thảo luận về thang đo khái niệm bậc nhất và các thành phần của khái niệm bậc hai.....	163

4.6.1.1 Các thành phần sẵn sàng công nghệ.....	163
4.6.1.2 Các thành phần sẵn sàng tổ chức.....	164
4.6.1.3 Các thành phần sẵn sàng môi trường	165
4.6.1.4 Thang đo mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0	166
4.6.1.5 Thang đo nhân tố đặc điểm lãnh đạo.....	167
4.6.2. Thảo luận về kết quả kiểm định giả thuyết nghiên cứu	167
4.6.2.1 Thảo luận về các giả thuyết được chấp nhận	167
4.6.2.2 Thảo luận về kết quả kiểm định vai trò của biến điều tiết	169
TÓM TẮT CHƯƠNG 4	171
CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ HÀM Ý QUẢN TRỊ.....	172
5.1. Kết luận	172
5.2. Hàm ý lý thuyết.....	176
5.3. Hàm ý quản trị.....	177
5.3.1. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định tác động của sẵn sàng công nghệ	177
5.3.2. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định tác động của sẵn sàng tổ chức..	181
5.3.3. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định tác động của sẵn sàng môi trường	185
5.3.4. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	189
5.3.5. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định mối quan hệ tác động của thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	190
5.3.6. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo.....	192
5.4. Hạn chế và hướng nghiên cứu tương lai	192

TÓM TẮT CHƯƠNG 5	194
DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ	195
TÀI LIỆU THAM KHẢO	196
PHỤ LỤC 1: Tổng quan tình hình nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ (2010 – 2024)	- 1 -
PHỤ LỤC 2: Lược khảo một số nghiên cứu kết hợp mô hình TOE - DOI	- 17 -
PHỤ LỤC 3: Lược khảo và tổng hợp các nghiên cứu trước có liên quan	- 20 -
PHỤ LỤC 4: Thang đo các khái niệm nghiên cứu (thang đo gốc)	- 45 -
PHỤ LỤC 5: Phỏng vấn chuyên gia và kết quả	- 52 -
Phụ lục 5a: Dàn bài phỏng vấn chuyên gia	- 52 -
Phụ lục 5b: Danh sách chuyên gia tham gia phỏng vấn.....	- 61 -
Phụ lục 5c: Kết quả phỏng vấn chuyên gia	- 62 -
PHỤ LỤC 6: Thảo luận nhóm.....	- 76 -
Phụ lục 6a: Dàn bài thảo luận nhóm	- 76 -
Phụ lục 6b: Danh sách đáp viên tham gia thảo luận nhóm	- 81 -
Phụ lục 6c: Kết quả thảo luận nhóm	- 81 -
PHỤ LỤC 7: Kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ	- 86 -
PHỤ LỤC 8: Bảng câu hỏi khảo sát chính thức.....	- 93 -
PHỤ LỤC 9: Kết quả nghiên cứu định lượng chính thức	- 100 -

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tiếng Anh	Tiếng Việt
AC	Absorptive capacity	Khả năng hấp thụ
AD	Adoption Industry 4.0	Ứng dụng công nghiệp 4.0
AT	Attitude toward adoption	Thái độ với việc ứng dụng
CEO	CEO Characteristics	Đặc điểm lãnh đạo
CMP	Compatibility	Khả năng tương thích
CP	Competitive Pressure	Áp lực cạnh tranh
DOI	Diffusion of Innovation	Lý thuyết khuếch tán đổi mới
ER	Environment Readiness	Sẵn sàng môi trường
ES	External Support	Sự hỗ trợ từ bên ngoài
FR	Financial resource	Nguồn lực tài chính
GS	Government support	Sự hỗ trợ của chính phủ
GDP	Gross Domestic Product	Tổng sản phẩm quốc nội
GRDP	Gross Regional Domestic Product	Tổng sản phẩm trên địa bàn
INF	Information Technology Infrastructure	Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin
OR	Organization Readiness	Sẵn sàng tổ chức
PLS - SEM	Partial least squares structural equation modeling	Mô hình phương trình cấu trúc dựa trên bình phương tối thiểu từng phần
RA	Relative advantage	Lợi thế tương đối
RL	Industry 4.0 readiness level	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0
SC	Perceived Security	Cảm nhận bảo mật/ an toàn
SEM	Structural Equation Model	Mô hình phương trình cấu trúc

SLR	Systematic literature review	Đánh giá tổng quan tài liệu có hệ thống
SMEs	Small and Medium Enterprise	Doanh nghiệp vừa và nhỏ
TAM	Technology Acceptance Model	Mô hình chấp nhận công nghệ
TOE	Technology - Organization - Environment framework	Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường
TMS	Top management support	Hỗ trợ từ quản lý cấp cao
TPB	Theory of Planned Behaviour	Mô hình thuyết hành vi dự định
TR	Technological Readiness	Sẵn sàng công nghệ
TRA	Theory of reasoned action	Thuyết hành động hợp lý
TRI	Trialability	Khả năng thử nghiệm
VCCI	Vietnam Chamber of Commerce and Industry	Liên đoàn Thương mại và Công nghiệp Việt Nam

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Tổng hợp các khái niệm về công nghiệp 4.0	27
Bảng 2.2: Tiêu chí xác định doanh nghiệp vừa và nhỏ theo số lượng lao động và tổng doanh thu của năm.....	35
Bảng 2.3: Tiêu chí xác định doanh nghiệp vừa và nhỏ theo số lượng lao động và tổng nguồn vốn của năm.....	35
Bảng 2.4: Bảng tổng hợp các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ.....	60
Bảng 2.5: Tổng hợp các giả thuyết nghiên cứu	86
Bảng 2.6: Tổng hợp các biến trong nghiên cứu	88
Bảng 3.1: Tiến độ thực hiện nghiên cứu	93
Bảng 3.2: Kết quả khám phá về mối quan hệ giữa các khái niệm nghiên cứu	99
Bảng 3.3: Nội dung các thang đo sẵn sàng công nghệ sau khi được điều chỉnh.....	100
Bảng 3.4: Nội dung các thang đo sẵn sàng tổ chức sau khi điều chỉnh	102
Bảng 3.5: Nội dung các thang đo sẵn sàng môi trường sau khi điều chỉnh	104
Bảng 3.6: Nội dung điều chỉnh các thang đo khái niệm bậc nhất	107
Bảng 3.7: Tổng hợp các tiêu chí đánh giá mô hình đo lường	119
Bảng 3.8: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo thành phần của nhân tố bậc hai - Sẵn sàng công nghệ.....	124
Bảng 3.9: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo thành phần của khái niệm bậc hai - Sẵn sàng công nghệ	125
Bảng 3.10: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo thành phần của nhân tố bậc hai - Sẵn sàng tổ chức	126
Bảng 3.11: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo thành phần của khái niệm bậc hai - Sẵn sàng tổ chức	127

Bảng 3.12: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo thành phần của nhân tố bậc hai - Sẵn sàng môi trường	128
Bảng 3.13: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo thành phần của khái niệm bậc 2 - Sẵn sàng môi trường	128
Bảng 3.14: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo khái niệm bậc nhất	129
Bảng 3.15: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo bậc nhất	130
Bảng 4.1: Bảng kết quả thống kê mô tả mẫu trong nghiên cứu định lượng.....	134
Bảng 4.2: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo sẵn sàng công nghệ	137
Bảng 4.3: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của các thành phần sẵn sàng công nghệ	138
Bảng 4.4: Hệ số ước lượng của các thành phần thang đo sẵn sàng công nghệ	139
Bảng 4.5: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo sẵn sàng tổ chức	141
Bảng 4.6: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của các thành phần Sẵn sàng tổ chức ...	142
Bảng 4.7: Hệ số ước lượng của các thành phần thang đo sẵn sàng tổ chức.....	143
Bảng 4.8: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo Sẵn sàng môi trường ..	144
Bảng 4.9: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của các thành phần sẵn sàng môi trường	145
Bảng 4.10: Hệ số ước lượng của các thành phần thang đo sẵn sàng môi trường.....	146
Bảng 4.11: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo khái niệm bậc nhất ...	146
Bảng 4.12: Hệ số Fornell - Larcker Criterion của các khái niệm bậc nhất	147
Bảng 4.13: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo biến điều tiết.....	148
Bảng 4.14: Hệ số Fornell - Larcker Criterion của biến điều tiết.....	149
Bảng 4.15: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của toàn bộ thang đo nghiên cứu...	149
Bảng 4.16: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của toàn bộ mô hình nghiên cứu	152
Bảng 4.17: Bảng hệ số VIF	153

Bảng 4.18: Bảng kết quả kiểm định giả thuyết nghiên cứu	154
Bảng 4.19: Kết quả kiểm định Bootstrapping các mô hình khái niệm bậc hai	155
Bảng 4.20: Kết quả hệ số R^2 và R^2 hiệu chỉnh	156
Bảng 4.21: Bảng hệ số tác động f^2	158
Bảng 4.22: Giá trị hệ số Q^2	158
Bảng 4.23: Kết quả NFI và chỉ số SRMR	159
Bảng 4.24: Bảng kết quả mối quan hệ gián tiếp riêng biệt (Specific Indirect Effects)	160
Bảng 4.25: Bảng kết quả mối quan hệ gián tiếp tổng hợp (Total Indirect Effects)	160
Bảng 4.26: Hệ số ước lượng của biến điều tiết lên mối quan hệ giữa RL -> AD và AT->AD	161
Bảng 5.1: Tổng hợp kết quả kiểm định giả thuyết	172
Bảng 5.2: Tổng hợp tác động của các mối quan hệ trong mô hình nghiên cứu	174
Bảng 5.3: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Lợi thế tương đối (RA).....	178
Bảng 5.4: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC).....	179
Bảng 5.5: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Khả năng tương thích (CMP)	180
Bảng 5.6: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Khả năng thử nghiệm (TRI)	181
Bảng 5.7: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS)	182
Bảng 5.8: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Nguồn lực tài chính (FR).....	183
Bảng 5.9: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF).....	184

Bảng 5.10: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Khả năng hấp thụ (AC).....	184
Bảng 5.11: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES)	186
Bảng 5.12: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Áp lực cạnh tranh (CP)	187
Bảng 5.13: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Sự hỗ trợ của chính phủ (GS)	188
Bảng 5.14: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhân tố Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	190
Bảng 5.15: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhân tố Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT).....	191
Bảng 5.16: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhân tố Đặc điểm lãnh đạo (CEO).....	192

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1: Thuyết hành vi dự định - TPB (Ajzen, 1991)	37
Hình 2.2: Mô hình chấp nhận công nghệ TAM (Davis, 1989)	38
Hình 2.3: Các biến xác định tỷ lệ áp dụng đổi mới (Rogers, 1983).....	42
Hình 2.4: Mô hình 5 giai đoạn trong quá trình quyết định đổi mới (Rogers, 1983)	44
Hình 2.5: Lý thuyết khuyến khích đổi mới (Rogers 1995).....	45
Hình 2.6: Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (L. Tornatzky & Fleischer, 1990).....	46
Hình 2.7: Khung lý thuyết nghiên cứu (Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023).....	47
Hình 2.8: Khung phân tích mô hình nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0 (Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023).....	59
Hình 2.9: Mô hình nghiên cứu đề xuất (Nguồn: Tác giả đề xuất, 2023)	87
Hình 3.1: Quy trình nghiên cứu (Tác giả đề xuất, 2022)	91
Hình 3.2: Mỗi quan hệ giữa nhân tố bậc hai sẵn sàng công nghệ với nhân tố sẵn sàng công nghệ đo bởi thang đo đơn	125
Hình 3.3: Mỗi quan hệ giữa nhân tố bậc hai sẵn sàng tổ chức với nhân tố sẵn sàng tổ chức đo bởi thang đo đơn	127
Hình 3.4: Mỗi quan hệ giữa nhân tố bậc hai sẵn sàng môi trường với nhân tố sẵn sàng môi trường đo bởi thang đo đơn.....	129
Hình 4.1: Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng công nghệ	137
Hình 4.2: Quan hệ giữa nhân tố sẵn sàng công nghệ bậc hai với nhân tố sự sẵn sàng công nghệ đo bởi thang đo đơn	139
Hình 4.3: Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng tổ chức.....	140
Hình 4.4: Quan hệ giữa nhân tố sẵn sàng tổ chức bậc hai với nhân tố sẵn sàng tổ chức đo bởi thang đo đơn.....	142
Hình 4.5: Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng môi trường.....	144

Hình 4.6: Quan hệ giữa nhân tố sẵn sàng môi trường bậc hai với nhân tố sẵn sàng môi trường đo bởi thang đo đơn	145
Hình 4.7: Kết quả kiểm định mô hình cấu trúc	155
Hình 4.8: Đánh giá hệ số tác động f^2	157
Hình 4.9: Mô hình cấu trúc với nhân tố điều tiết CEO lên mối quan hệ giữa RL->AD và AT->AD.....	162

TÓM TẮT

Đề tài nghiên cứu này nhằm tìm hiểu và xác định các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) tại địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh. Tác giả dựa trên lý thuyết nền tảng TOE và DOI để xây dựng mô hình nghiên cứu. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong đề tài bao gồm cả nghiên cứu định tính và định lượng. Dữ liệu trong nghiên cứu định tính được thu thập qua các cuộc thảo luận với 7 chuyên gia và thảo luận nhóm với 9 anh/ chị là những nhà quản lý doanh nghiệp, dữ liệu nghiên cứu định lượng được thu thập qua việc khảo sát 353 doanh nghiệp vừa và nhỏ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh. Tác giả sử dụng phương pháp ước lượng bình phương nhỏ nhất từng phần để xử lý và phân tích dữ liệu.

Kết quả kiểm định mô hình đo lường cho thấy sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường là thang đo đa hướng bậc hai, trong đó sẵn sàng công nghệ được cấu tạo bởi các nhân tố thành phần bao gồm: lợi thế tương đối, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm, cảm nhận bảo mật/ an toàn. Sẵn sàng tổ chức gồm các thành phần: sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao, khả năng hấp thụ, nguồn lực tài chính, cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin. Sẵn sàng môi trường được cấu tạo gồm các thành phần: sự hỗ trợ của chính phủ, áp lực cạnh tranh, hỗ trợ từ bên ngoài.

Kết quả kiểm định mô hình cấu trúc cho thấy sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường có mối quan hệ tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với việc ứng dụng, từ đó ảnh hưởng tích cực đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ. Bên cạnh đó, đặc điểm lãnh đạo có vai trò điều tiết thúc đẩy các mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Kết quả nghiên cứu là cơ sở đề xuất các hàm ý quản trị, giúp các nhà quản trị doanh nghiệp đưa ra những giải pháp để triển khai ứng dụng các thành tựu khoa học công nghệ của công nghiệp 4.0, nhằm nâng cao hiệu quả trong hoạt động sản xuất kinh doanh.

Từ khóa: *Sẵn sàng công nghệ; Sẵn sàng tổ chức; Sẵn sàng môi trường; Ứng dụng công nghiệp 4.0; Doanh nghiệp vừa và nhỏ; Lý thuyết TOE-DOI.*

ABSTRACT

This research aims to investigate and identify the factors influencing the adoption of Industry 4.0 by small and medium-sized enterprises (SMEs) in Ho Chi Minh City. The author constructs the research model based on the foundational theories of TOE (Technology-Organization-Environment) and DOI (Diffusion of Innovations). The research methodology used includes both qualitative and quantitative methods. Qualitative data was collected through discussions with 7 experts and focus group discussions with 9 business managers, while quantitative data was collected through surveys of 353 SMEs in Ho Chi Minh City. The author uses the partial least squares estimation method to process and analyze the data.

The results of measurement model assessment validation indicate that technological readiness, organizational readiness, and environmental readiness are second-order constructs. Technological readiness is composed of relative advantages, compatibility, trialability, and perceived security. Organizational readiness includes top management support, absorptive capacity, financial resources, and IT infrastructure. Environmental readiness consists of government support, competitive pressure, and external support.

Results from the structural model demonstrate that technological readiness, organizational readiness, and environmental readiness positively influence both Industry 4.0 readiness and attitudes toward adoption, which in turn application of Industry 4.0 among SMEs. Additionally, leadership characteristics play a moderating role in strengthening the relationships between Industry 4.0 readiness and the adoption of Industry 4.0, as well as between attitudes toward Industry 4.0 adoption and the actual adoption of Industry 4.0. The research results are the basis for proposing managerial implications, helping business managers develop solutions to implement the scientific and technological achievements of Industry 4.0, with the aim of enhancing efficiency in production and business operations.

Keywords: *Technological readiness; Organizational readiness; Environmental readiness; Industry 4.0 adoption; Small and medium-sized enterprises; TOE-DOI theory.*

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1. Sự cần thiết của nghiên cứu

1.1.1. Bối cảnh thực tiễn

Trong bối cảnh công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ, với sự ra đời của hàng loạt công nghệ mới, kết nối tất cả các kiến thức trong lĩnh vực vật lý, kỹ thuật số, sinh học, ảnh hưởng đến tất cả các lĩnh vực, các ngành kinh tế và ngành công nghiệp nói riêng (Hermann, Pentek, & Otto, 2016). Trung tâm của công nghiệp 4.0 nổi lên những đột phá công nghệ trong các lĩnh vực như: Trí tuệ nhân tạo, Robot, Internet kết nối vạn vật, Xe tự lái, Công nghệ in 3D, Công nghệ nano (Schwab, 2017). Công nghiệp 4.0 tối ưu hóa, tự động hóa quy trình, phương thức sản xuất, tạo ra nhiều hình thái kinh doanh khác nhau, lực lượng lao động mới, nhà xưởng thông minh, làm phá vỡ đáng kể những chuỗi giá trị hiện có. Công nghiệp 4.0 cho phép các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) nâng cao năng lực sản xuất và cạnh tranh trên toàn cầu thông qua việc triển khai các công nghệ tiên tiến (Elhusseiny & Crispim, 2022). Bên cạnh đó, khi hành vi người tiêu dùng thay đổi bắt buộc các doanh nghiệp phải thay đổi và thích ứng với công nghệ mới, phù hợp với sự phát triển của công nghiệp 4.0. Ngoài việc phân phối các sản phẩm dịch vụ hiện có, doanh nghiệp còn phải cung cấp thêm các sản phẩm dịch vụ mới, đồng thời các công ty phải xem xét lại cách họ làm kinh doanh và sử dụng các hình thức làm việc khác nhau.

Khả năng tồn tại và duy trì năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp vừa và nhỏ phụ thuộc lớn vào năng lực thích ứng nhanh với những thay đổi trong môi trường kinh doanh, khả năng vận hành hiệu quả, đáng tin cậy, cũng như mức độ ứng dụng công nghệ 4.0 để hỗ trợ quá trình chuyển đổi số (Da Silva và cộng sự, 2022; Ghobakhloo & Ching, 2019). Trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng khốc liệt và môi trường kinh doanh liên tục biến đổi, việc chủ động tiếp cận các sáng kiến đổi mới nhằm thích ứng với những thay đổi về kinh tế, xã hội, chính trị, công nghệ, trở thành nhu cầu tất yếu đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ (Dresch và cộng sự, 2019). Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ đã và đang đặt ra yêu cầu cấp thiết đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ trong việc thích ứng với môi trường công nghệ mới và những biến động của thị trường

(Ghobakhloo & Ching, 2019). Động lực chính thúc đẩy các doanh nghiệp vừa và nhỏ ứng dụng công nghiệp 4.0 là những lợi ích tiềm năng mà các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại. Giống như các doanh nghiệp lớn, doanh nghiệp vừa và nhỏ cần ứng dụng công nghiệp 4.0 để đáp ứng một thị trường năng động, đa dạng, đồng thời đạt được năng suất và chất lượng cao, khả năng phản ứng nhanh, linh hoạt và thời gian đưa sản phẩm ra thị trường ngắn (Da Silva và cộng sự, 2022). Để có thể hội nhập quốc tế, các doanh nghiệp vừa và nhỏ cần phải đáp ứng các tiêu chuẩn toàn cầu về chất lượng, công nghệ, tính bền vững và chi phí (Kumar, Singh, & Dwivedi, 2020). Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 được xem là một giải pháp tiềm năng để đạt được mục tiêu này, nhờ khả năng tích hợp các quy trình nhằm gia tăng giá trị trong toàn bộ chuỗi sản xuất (Ghobakhloo & Ching, 2019).

Tuy nhiên, nếu quá trình triển khai công nghiệp 4.0 đã là một thách thức đối với các doanh nghiệp lớn, thì với các doanh nghiệp vừa và nhỏ còn gặp nhiều khó khăn hơn, do điều kiện môi trường, độ phức tạp công nghệ, sự bất ổn kinh tế và hạn chế về nguồn lực tài chính (Neirotti, Raguseo, & Paolucci, 2018). Quá trình tiếp nhận và triển khai công nghệ mới trong doanh nghiệp vừa và nhỏ có những đặc điểm riêng, khác biệt đáng kể so với các doanh nghiệp quy mô lớn (Ghobakhloo & Ching, 2019). Dù được coi là lực lượng chủ đạo thúc đẩy phát triển kinh tế, nhưng mức độ đầu tư vào đổi mới sáng tạo của doanh nghiệp vừa và nhỏ vẫn còn khiêm tốn và hạn chế (Subramanian, Patil, & Gardas, 2021). Nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ còn thiếu kiến thức và kỹ năng cần thiết để xác định và triển khai các chương trình đổi mới phù hợp.

Ở các nước như Mỹ, Trung Quốc, Nhật Bản và châu Âu đang là những quốc gia dẫn đầu trong việc triển khai và ứng dụng công nghiệp 4.0 (World Economic Forum, 2016). Trong năm 2020, tốc độ truyền thông dữ liệu 5G đã được triển khai và phát triển mạnh mẽ trên toàn cầu, đánh dấu bước đột phá lớn cho công nghiệp 4.0. Các công nghệ mới như Trí tuệ nhân tạo, Blockchain, Internet kết nối vạn vật (IoT), Điện toán đám mây đang được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp để tăng cường hiệu quả sản xuất và quản lý. Trong báo cáo nghiên cứu thị trường công nghiệp 4.0, dự báo 2030 của công ty nghiên cứu thị trường toàn cầu Market Research Future năm 2022: Quy mô thị trường công nghiệp 4.0 được định giá 61,0 tỷ USD vào năm 2021. Thị trường công nghiệp 4.0 được dự đoán sẽ tăng từ 73,81 tỷ USD năm 2022 lên 280 tỷ USD vào năm

2030. Tốc độ tăng trưởng gộp hằng năm (CAGR) là 21% trong thời gian dự báo giai đoạn 2020 - 2030. Trong các năm gần đây, các công ty lớn như Siemens, General Electric và IBM (International Business Machines) đã đầu tư mạnh vào công nghiệp 4.0, với mong muốn đóng góp vào việc cải thiện năng suất, hiệu quả của các ngành công nghiệp khác nhau. Công nghiệp 4.0 được coi là một trong những ngành công nghiệp quan trọng nhất cho sự phát triển kinh tế toàn cầu và sẽ đóng góp đáng kể cho tăng trưởng GDP của các quốc gia trong tương lai.

Ở các nước đang phát triển, như trường hợp Malaysia là một trong những quốc gia tiên phong ở châu Á, đã triển khai chính sách công nghiệp 4.0 nhằm thúc đẩy quá trình chuyển đổi số và hiện đại hóa nền công nghiệp. Ở Malaysia, khu vực doanh nghiệp vừa và nhỏ chiếm 98,5% tổng số doanh nghiệp sản xuất và 42% lực lượng lao động toàn quốc, vì vậy chính phủ Malaysia đã giới thiệu sáng kiến “Industry4WRD” vào năm 2018, với mục tiêu khuyến khích các doanh nghiệp vừa và nhỏ ứng dụng công nghệ công nghiệp 4.0 để cải thiện quy trình kinh doanh và mô hình vận hành. Bên cạnh đó, chính sách quốc gia về cách mạng công nghiệp lần thứ tư được ban hành nhằm thúc đẩy việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Internet vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), blockchain, điện toán đám mây (CC), phân tích dữ liệu lớn (BDA) và sản xuất bồi đắp (AM) trên 10 lĩnh vực chủ chốt, bao gồm sản xuất, xây dựng, nông nghiệp, giáo dục và du lịch. Ngoài ra, Malaysia đã thiết lập mô hình “Industry4WRD Readiness Assessment” nhằm đánh giá mức độ sẵn sàng, hỗ trợ phát triển SMEs và xác định ưu tiên quốc gia về công nghiệp 4.0 (Saleh & Ijab, 2025). Tuy nhiên, quá trình triển khai công nghiệp 4.0 tại Malaysia vẫn đang đối mặt với nhiều thách thức. Các nghiên cứu cho thấy nhiều doanh nghiệp sản xuất chưa hiểu rõ về các kỹ năng và năng lực cần thiết để ứng dụng công nghệ mới, đồng thời gặp khó khăn trong việc tích hợp các hệ thống như trí tuệ nhân tạo và tự động hóa vào quy trình hiện có. Trong khi các doanh nghiệp lớn có nguồn lực tài chính và phòng ban công nghệ thông tin riêng, có thể dễ dàng tiếp cận và triển khai công nghệ mới, thì các SMEs lại phụ thuộc nhiều vào sự hỗ trợ bên ngoài, đặc biệt trong giai đoạn đầu của quá trình chuyển đổi.

Tại Ấn Độ, theo tài liệu nghiên cứu của Roy (2022) khu vực doanh nghiệp siêu nhỏ, nhỏ và vừa (MSME) chiếm hơn 45% sản lượng sản xuất và 40% kim ngạch xuất khẩu, song việc ứng dụng công nghiệp 4.0 còn rất hạn chế. Phần lớn các doanh nghiệp vẫn

dừng ở mức công nghệ 2.0 - 3.0 do thiếu hiểu biết, nguồn vốn, cơ sở hạ tầng công nghệ và nhân lực số. Ấn Độ đã thể hiện quyết tâm mạnh mẽ trong việc thúc đẩy ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chính sách và sáng kiến ở cấp quốc gia. Chính phủ Ấn Độ đã đặt mục tiêu tăng tỷ trọng đóng góp của ngành sản xuất vào GDP từ 16% lên 25% vào năm 2025, thông qua việc triển khai “Chính sách quốc gia về sản xuất tiên tiến (National Policy for Advanced Manufacturing)” và chương trình “Make in India”. Song song đó, nhiều chương trình hỗ trợ về đào tạo kỹ năng và chuyển đổi số cũng được triển khai, như: “Digital MSME”, “Pradhan Mantri Kaushal Vikas Yojna (PMKVY)”, “National Programme on Artificial Intelligence”, nhằm tăng cường năng lực số và khả năng tiếp cận công nghệ cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Tuy nhiên, quá trình triển khai vẫn gặp nhiều thách thức do sự phân hóa lớn về quy mô và năng lực giữa các doanh nghiệp, khiến mức độ sẵn sàng đối với công nghiệp 4.0 còn thấp và chưa đồng đều giữa các lĩnh vực. Có thể thấy rằng Ấn Độ vẫn đang trong giai đoạn đầu của quá trình chuyển đổi sang công nghiệp 4.0, đặc biệt trong khu vực SMEs.

Tại Việt Nam, theo số liệu của Bộ Tài Chính, tính đến hết Quý I năm 2025, Việt Nam có khoảng 900.000 doanh nghiệp, trong đó 98% là doanh nghiệp vừa và nhỏ, cụ thể: doanh nghiệp siêu nhỏ chiếm tới 69,3%; doanh nghiệp nhỏ chiếm 24,5% và chỉ có khoảng 3,5% là doanh nghiệp vừa (Hoàng Thị Hồng, 2025). Theo số liệu của Tổng cục thống kê 03/2025, khu vực kinh tế tư nhân mà trọng tâm là doanh nghiệp vừa và nhỏ luôn có vai trò rất quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội, đóng góp hơn 50% GDP; 30% tổng thu ngân sách nhà nước, tạo ra hơn 40 triệu việc làm (chiếm hơn 82% tổng số lao động trong nền kinh tế). Có thể thấy rằng: Khu vực doanh nghiệp vừa và nhỏ đóng một vai trò quan trọng, được xem là xương sống của nền kinh tế trong việc mở rộng kinh tế của đất nước. Do vậy, trước áp lực cạnh tranh ngày càng gia tăng từ các doanh nghiệp lớn và các đối thủ quốc tế, SMEs không có lựa chọn nào khác ngoài việc ứng dụng công nghiệp 4.0 để tồn tại và phát triển trong bối cảnh mới.

Đánh giá về mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp đối với công nghiệp 4.0, theo kết quả khảo sát của Bộ Công Thương (2018) có 82% doanh nghiệp quan tâm đến công nghiệp 4.0, tuy nhiên trong đó có đến 61% chưa chuẩn bị để sẵn sàng với những thay đổi và 21% doanh nghiệp đang thực hiện những bước thích ứng đầu tiên với công nghiệp 4.0. Tại Hội nghị Diễn đàn Kinh tế Thế giới Asean (WEF Asean, 2018) với chủ đề Asean

4.0, Viện trưởng Viện Nghiên cứu Quản lý Kinh tế trung ương đánh giá: Các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam chưa đủ năng lực cạnh tranh, chưa sẵn sàng tiếp cận công nghệ mới. Nhiều doanh nghiệp còn bị động với các xu thế mới, chưa sẵn sàng chuyển hướng mô hình sản xuất kinh doanh. Trong khi đó việc đổi mới công nghệ có tương quan thuận đến tăng trưởng của doanh nghiệp, tức là việc đổi mới công nghệ có khả năng tăng doanh thu, lợi nhuận và khả năng cạnh tranh cho doanh nghiệp (United Nations University, 2015). Theo báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu năm 2019 của diễn đàn kinh tế thế giới (WEF) cho thấy, trình độ công nghệ của Việt Nam đang xếp hạng 67/141 quốc gia được khảo sát. Với quy mô nhỏ và cơ chế quản lý linh hoạt, doanh nghiệp vừa và nhỏ dễ dàng thích ứng với những thay đổi thị trường để thử nghiệm các ý tưởng mới và không ngừng đổi mới sáng tạo. Tuy nhiên, nhiều chuyên gia vẫn nhận định rằng tiến trình chuyển đổi số, ứng dụng công nghiệp 4.0 trong khu vực SMEs còn khá chậm. Nguyên nhân đến từ việc thiếu nguồn vốn đầu tư, thiếu nhân sự công nghệ trình độ cao và tâm lý ngại thay đổi trong nội bộ doanh nghiệp. Trước những đổi mới liên tục của nền kinh tế khi chịu sự tác động của công nghiệp 4.0, các SMEs của Việt Nam không chỉ đối mặt với thách thức về tài chính, xây dựng nhà xưởng mà còn vướng thủ tục hành chính, phương thức quản trị kinh doanh, hoạch định chiến lược trong sản xuất, thương mại, nông nghiệp và dịch vụ để thích ứng với công nghiệp 4.0. Đặc biệt, thị trường thương mại tự do và làn sóng công nghiệp 4.0 đã và đang đặt ra bài toán nâng cao năng lực cạnh tranh cho các SMEs.

Trong những năm gần đây, Chính phủ đã ban hành nhiều chủ trương chính sách hỗ trợ và thúc đẩy doanh nghiệp vừa và nhỏ chuyển đổi số, tiếp cận với công nghiệp 4.0. Nổi bật nhất là Nghị quyết số 52-NQ/TW ngày 27/9/2019 của Bộ Chính trị, về một số chủ trương, chính sách chủ động tham gia cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Chương trình hành động của Chính phủ theo Nghị quyết số 50/NQ-CP ngày 17/4/2020, đặt mục tiêu tạo môi trường thể chế thuận lợi để doanh nghiệp tiếp cận công nghệ mới. Bên cạnh đó, Chính phủ đã ban hành Chiến lược quốc gia về Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đến năm 2030 và Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030, đã mở ra định hướng cụ thể cho kinh tế số, sản xuất thông minh và đổi mới sáng tạo. Các bộ, ngành như Bộ Công Thương, Bộ Tài Chính còn triển khai nhiều chương trình hỗ trợ kỹ thuật, tư vấn, đào tạo và xây dựng mô hình điểm giúp

doanh nghiệp vừa và nhỏ nâng cấp công nghệ, tối ưu quy trình và tăng năng suất. Nhờ vậy, việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) tại Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể, thể hiện qua việc các SMEs đã bắt đầu ứng dụng các công nghệ như điện toán đám mây, phân tích dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo và Internet vạn vật (IoT) để nâng cao năng suất và sức cạnh tranh. Chỉ số Đổi mới Sáng tạo Toàn cầu (GII) năm 2024 của Việt Nam được xếp hạng 44/133 nền kinh tế, tăng 2 bậc so với năm 2023 (Trần Đắc Hiến và cộng sự, 2024). Trong chương trình “Hỗ trợ doanh nghiệp vừa và nhỏ chuyển đổi số” (SMEdx) do Bộ Tài Chính triển khai thực hiện vào năm 2021 cùng với các bộ, ngành liên quan khác. Kết quả tính đến 2025, chương trình đã hỗ trợ hơn 80.000 doanh nghiệp tiếp cận các nền tảng số trong quản lý tài chính, nhân sự, bán hàng trực tuyến và chăm sóc khách hàng. Một số nền tảng số như: MISA, AMIS (nền tảng quản trị doanh nghiệp tổng thể); Base.vn (nền tảng quản trị công việc); NavaonX (nền tảng marketing số) đã trở thành đối tác chiến lược, giúp các SMEs tiếp cận các giải pháp công nghệ mới.

Tại Thành phố Hồ Chí Minh, trong những năm gần đây, doanh nghiệp vừa và nhỏ đã và đang đóng góp rất nhiều vào tăng trưởng kinh tế của Thành phố. Theo số liệu từ Chi cục thống kê năm 2021, doanh nghiệp vừa và nhỏ chiếm khoảng 98% tổng số doanh nghiệp tại Thành phố, tạo ra hơn 23% GDP và cung cấp việc làm cho khoảng 1/3 lực lượng lao động trong địa phương. Theo Bộ Tài Chính, tính đến tháng 06/2022, Thành phố Hồ Chí Minh có 264.407 doanh nghiệp vừa và nhỏ, chiếm 97,5% số doanh nghiệp trên địa bàn thành phố. Doanh nghiệp vừa và nhỏ không chỉ đóng góp vào tăng trưởng kinh tế của Thành phố, mà còn có vai trò quan trọng trong phát triển bền vững của nền kinh tế Việt Nam. Những số liệu này cho thấy vai trò và sự hiện diện của SMEs là rất quan trọng đối với sự phát triển và tăng trưởng kinh tế của khu vực. Thành phố Hồ Chí Minh được coi là đầu tàu của vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, có tỷ lệ đóng góp lớn cho sự phát triển kinh tế - xã hội của vùng và cả nước. Theo số liệu khảo sát năm 2023 của Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh, có hơn 60% SMEs tại Thành phố Hồ Chí Minh đã ứng dụng công nghệ số trong hoạt động kinh doanh hàng ngày. Trong đó, khoảng 30% SMEs đã sử dụng phần mềm quản lý doanh nghiệp (ERP), 45% sử dụng các nền tảng thương mại điện tử, 55% sử dụng các dịch vụ lưu trữ và xử lý dữ liệu trên nền tảng đám mây. Theo báo cáo của Liên đoàn Thương mại và Công nghiệp

Việt Nam chi nhánh khu vực Thành phố Hồ Chí Minh, tổng đầu tư vào chuyển đổi số của SMEs tại Hồ Chí Minh năm 2023 ước tính đạt khoảng 500 tỷ đồng, tăng 20% so với năm 2022 (VCCI, 2022). Nhiều doanh nghiệp đã đầu tư mạnh vào việc xây dựng hạ tầng công nghệ thông tin, đào tạo nhân lực số và mua sắm phần mềm chuyên dụng. Mặc dù có nhiều tiến bộ, nhưng vẫn còn khoảng 40% SMEs tại Thành phố Hồ Chí Minh gặp khó khăn trong việc triển khai chuyển đổi số do thiếu nguồn lực tài chính, nhân lực, kiến thức công nghệ. Các doanh nghiệp nhỏ thường gặp khó khăn trong việc tiếp cận các dịch vụ tư vấn và hỗ trợ kỹ thuật cần thiết.

Thành phố Hồ Chí Minh là đô thị đặc biệt, trung tâm lớn về kinh tế, văn hóa, giáo dục - đào tạo, khoa học - công nghệ. Vấn đề đặt ra là: Các doanh nghiệp vừa và nhỏ được ví như hạt nhân của nền kinh tế nếu không sẵn sàng ứng dụng các thành tựu khoa học công nghệ của công nghiệp 4.0 sẽ dễ bị tụt hậu bỏ lại phía sau. Công nghiệp 4.0 là một khái niệm mới và hiện đang trong giai đoạn đầu triển khai, vì vậy đề tài nghiên cứu: **“Các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh: Ứng dụng mô hình tích hợp TOE - DOI”** nhằm xác định, làm rõ các nhân tố ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ từ đó đề xuất hàm ý quản trị cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ phát triển trong nền kinh tế số. Hướng tiếp cận này rất quan trọng trong việc giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ phát triển một chiến lược phù hợp để quản lý hiệu quả quá trình chuyển đổi sang hoạt động, sản xuất thông minh (Cimini và cộng sự, 2021). Người ta tin rằng công nghiệp 4.0 có thể giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ nâng cao khả năng cạnh tranh bằng cách xây dựng các hệ sinh thái sản xuất linh hoạt, thông minh, tiết kiệm chi phí, thân thiện với môi trường và có trách nhiệm với xã hội (Kamble và cộng sự, 2020; Srivastava và cộng sự, 2022).

1.1.2. Bối cảnh lý thuyết

Nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ đã thu hút được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học cũng như các chuyên gia, nhà hoạch định doanh nghiệp trong thời gian gần đây. Trong các tài liệu nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 đã chỉ ra rằng nhiều doanh nghiệp sản xuất cân nhắc ứng dụng các công nghệ mới của công nghiệp 4.0 vì những lợi ích và cơ hội mà chúng mang

lại (Kharuddin và cộng sự, 2015). Tăng năng suất và hiệu quả công việc, là yếu tố thúc đẩy quan trọng để triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 (Horváth & Szabó, 2019). Bên cạnh những lợi ích hoạt động, thị trường và cơ hội kinh doanh cũng được coi là lý do khiến các doanh nghiệp cân nhắc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Müller, Kiel, & Voigt, 2018), tuy nhiên các doanh nghiệp khi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 đã gặp phải nhiều thách thức và rào cản tiềm ẩn, cản trở sự quan tâm của các doanh nghiệp trong việc bắt đầu chuyển đổi số (Masood & Sonntag, 2020; Moktadir và cộng sự, 2018) và những rào cản này có thể trực tiếp dẫn đến quyết định không đầu tư vào việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Jensen và cộng sự, 2019). Các doanh nghiệp vừa và nhỏ phải đối mặt với những thách thức ngày càng tăng trong kỷ nguyên số hiện nay, chẳng hạn như sự biến động của thị trường và vòng đời sản phẩm ngắn hơn do nhu cầu thay đổi nhanh chóng của người mua và người tiêu dùng cũng như nhu cầu cấp thiết về sản xuất các sản phẩm thông minh và sáng tạo hơn (Aytac & Wu, 2013). Những thách thức này đã thúc đẩy các doanh nghiệp tìm kiếm các quy trình hoạt động linh hoạt và hiệu quả hơn hiện có, nhờ các công nghệ mới tiên tiến mà gần đây được gọi chung là công nghiệp 4.0.

Xu hướng tự động hóa và trao đổi dữ liệu nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0, bao gồm các sản phẩm công nghệ tiên tiến như: hệ thống thực ảo, kết nối vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), người máy và điện toán đám mây, cho phép các doanh nghiệp phản ứng nhanh hơn trước những thay đổi theo yêu cầu và thực hiện các cấu hình mới dễ dàng hơn hoặc lập lại kế hoạch sản xuất (Kayikci, 2018). Ví dụ: Internet kết nối vạn vật (IoT) cho phép các thiết bị thực hiện hầu hết công việc mà không cần sự can thiệp của con người, mặc dù mọi người có thể tương tác với các thiết bị. Từ đó cho thấy công nghiệp 4.0 có nhiều tác động tích cực đến phát triển kinh tế nói chung và các hoạt động kinh doanh, sản xuất của các doanh nghiệp vừa và nhỏ nói riêng. Những lợi ích được trích dẫn nhiều nhất của công nghiệp 4.0 bao gồm tăng tính linh hoạt trong sản xuất, tùy chỉnh hàng loạt, sản phẩm thông minh, chất lượng tốt hơn và năng suất được cải thiện (Agostini & Nosella, 2019; Kiel và cộng sự, 2017). Công nghiệp 4.0 cho phép các quy trình kinh doanh trở nên nhanh nhẹn, linh hoạt, năng suất và bền vững hơn, với chất lượng được nâng cao và giảm chi phí, cho phép kiểm soát hoạt động hiệu quả (Matt & Rauch, 2020; Yin, Stecke, & Li, 2018). Đây là xu hướng hiện nay về tự động hóa và trao đổi dữ liệu trong các tổ chức, công nghiệp 4.0 đã làm thay đổi bản chất của lực lượng lao động và

cách con người làm việc. Việc ứng dụng và thực hiện công nghiệp 4.0 là điều cần thiết để đạt được sự phát triển kinh tế, môi trường và xã hội (Nara và cộng sự, 2021). Tuy nhiên, những tiến bộ công nghệ nhanh chóng qua công nghiệp 4.0 đã khiến nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ gặp khó khăn trong việc đổi mới và ứng dụng (Ismail và cộng sự, 2023).

Để đánh giá tổng quan tình hình các nghiên cứu hiện nay có liên quan đến chủ đề nghiên cứu, tác giả đã sử dụng phương pháp đánh giá tổng quan tài liệu có hệ thống (Systematic literature review - SLR) và phương pháp trắc lượng thư mục (Bibliometric Analysis) để phân tích các tài liệu khoa học được công bố trên cơ sở dữ liệu Scopus trong giai đoạn từ 2010 – 2024. Căn cứ trên các tiêu chí sàng lọc dữ liệu, như: từ khóa tìm kiếm, thời gian, lĩnh vực, ngôn ngữ xuất bản, loại tài liệu, nghiên cứu giới hạn tìm kiếm đối với tất cả các đóng góp có chứa từ khóa truy vấn của luận án trong tiêu đề, tóm tắt, từ khóa (Phụ lục 1). Kết quả tìm thấy 144 nghiên cứu đã công bố có liên quan đến chủ đề nghiên cứu. Qua việc lược khảo, thực hiện đọc và phân tích nội dung chi tiết các tài liệu, có 62 tài liệu có liên quan gần nhất với chủ đề nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Các tài liệu liên quan được đưa vào phần mềm VOSviewer 1.6.20 để phân tích bản đồ trực quan hóa mạng. Qua phân tích về sự phân bố bài báo theo năm xuất bản, cho thấy xu hướng nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 ngày càng tăng trong giai đoạn từ 2010 đến 2024, số lượng nghiên cứu bắt đầu tăng mạnh sau năm 2020, chứng tỏ giới nghiên cứu khoa học ngày càng quan tâm đến chủ đề nghiên cứu và sự phát triển nhanh chóng của chủ đề này. Các nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 đã được thực hiện ở rất nhiều quốc gia khác nhau trên thế giới. Các nghiên cứu chủ yếu được công bố ở các quốc gia có nền kinh tế đang phát triển, như: Ấn Độ (31 bài báo); Malaysia (25 bài báo); Trung Quốc (17 bài báo), Việt Nam có số lượng nghiên cứu đã công bố là 3 bài báo, cụ thể: (1) “Factors affecting big data adoption: An empirical study in small and medium enterprises in Vietnam” của tác giả Nguyễn Xuân Trường (2022b) (*tạm dịch: Các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng dữ liệu lớn: Nghiên cứu thực nghiệm tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam*); (2) “Readiness of SMEs for Adopt Big Data: An Empirical Study in Vietnam” của nhóm tác giả Nguyen, Liaw, và Xuan-Lam (2022) (*tạm dịch: Mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp vừa và nhỏ trong việc ứng dụng dữ liệu lớn: Nghiên*

cứu thực nghiệm tại Việt Nam); (3) “Factors Affecting Adoption of Industry 4.0 by Small and Medium Sized Enterprises: A Case in Ho Chi Minh City, Vietnam” của nhóm tác giả Nguyễn Xuân Trường và Lưu Quang Khải (2020) (*tạm dịch: Các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ: Trường hợp tại Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*). Nghiên cứu trong nước, tác giả tìm thấy có 2 bài báo nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0, cụ thể: (1) Nghiên cứu ứng dụng mô hình maturity để chuyển đổi sang công nghiệp 4.0 cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa tại Việt Nam của tác giả Nguyễn Danh Nguyên và Nguyễn Đạt Minh (2021); (2) Nhận diện các nhân tố tác động đến triển khai công nghệ 4.0 của doanh nghiệp nhỏ và vừa ở Việt Nam của nhóm tác giả Vũ Thị Thúy Nga và cộng sự (2022). Từ kết quả tổng hợp sản lượng các nghiên cứu hằng năm và khu vực địa lý phân bố (Phụ lục 1) cho thấy: Mặc dù chủ đề nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0 còn sơ khai ở các quốc gia đang phát triển nhưng có xu hướng tăng trưởng về số lượng nghiên cứu. Có rất ít nghiên cứu thực nghiệm xác định các nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở các nền kinh tế đang phát triển như Việt Nam (Parhi và cộng sự, 2022). Mặt khác, qua phân tích các tài liệu nghiên cứu có liên quan đã được công bố, cho thấy xu hướng nghiên cứu theo thời gian, có 4 nhóm chủ đề được quan tâm khi nghiên cứu về công nghiệp 4.0, cụ thể: Nhóm thứ nhất, những nghiên cứu đầu tiên về chủ đề này là tập trung làm rõ khái niệm và các thành phần công nghệ chính của công nghiệp 4.0. Nhóm thứ 2 là nghiên cứu các rào cản, lợi ích và thách thức công nghiệp 4.0 mang lại. Nhóm thứ 3 là nghiên cứu các mô hình trưởng thành, sẵn sàng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Nhóm thứ 4 là nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng các sản phẩm công nghệ cụ thể của công nghiệp 4.0 và tác động của nó đến hiệu quả kinh doanh của SMEs. Trong đó nhóm chủ đề nghiên cứu thứ 4 đề xuất nhiều hướng tiếp cận học thuật liên quan đến sự tham gia của các doanh nghiệp vừa và nhỏ trong nền kinh tế số và bối cảnh công nghiệp 4.0. Các hướng nghiên cứu này bao gồm: (1) các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 và các chiến lược vượt qua các rào cản khi ứng dụng; (2) đánh giá tác động của công nghiệp 4.0 đến năng suất và năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp vừa và nhỏ; (3) xem xét vai trò của đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số trong việc giải quyết các thách thức khi ứng dụng công nghiệp 4.0 trong quản lý chuỗi cung ứng và (4) đánh giá hiệu

quả của các chính sách, chương trình hỗ trợ của chính phủ đối với quá trình ứng dụng công nghiệp 4.0 của khu vực doanh nghiệp vừa và nhỏ. Tuy nhiên, trong các tài liệu tác giả vẫn chưa tìm thấy nghiên cứu thực nghiệm nào dành riêng cho việc tìm hiểu cụ thể các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ (Da Silva và cộng sự, 2022).

Như vậy, luận án xác định khoảng trống nghiên cứu thứ nhất về xu hướng nghiên cứu: Ở trong và ngoài nước, chủ đề nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ còn rất ít và hạn chế trong bối cảnh mới đó là sự phát triển của công nghiệp 4.0.

Lý thuyết liên quan được sử dụng trong các nghiên cứu, nghiên cứu đã lược khảo và thống kê được 26 bài báo sử dụng khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE), còn lại nhiều lý thuyết khác được sử dụng như: Lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI), mô hình chấp nhận công nghệ (TAM), lý thuyết hành vi hoạch định (TPB), thuyết hành động hợp lý (TRA), mô hình chấp nhận và sử dụng công nghệ (UTAUT), lý thuyết dựa trên nguồn lực (RBT),.... Nhưng nhìn chung, các nghiên cứu về ứng công nghiệp 4.0 chủ yếu sử dụng hai khung lý thuyết chính là Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) và lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI). Chẳng hạn như nghiên cứu của Ismail và cộng sự (2023) đã phát triển mở rộng khung lý thuyết TOE để xem xét mối quan hệ tác động của các nhân tố bối cảnh công nghệ, tổ chức, môi trường đến ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các SMEs tại Malaysia. Khung lý thuyết TOE được Wessels và Jokonya (2022) sử dụng để xác định các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng dữ liệu lớn như một dịch vụ trong các SMEs (BdaaS). Nghiên cứu của Yang và cộng sự (2015) đã dựa trên khung lý thuyết TOE để đề xuất mô hình ba trụ cột sẵn sàng đối với ứng dụng phần mềm dựa trên điện toán đám mây như một dịch vụ trong tổ chức (Software-as-a-Service). Lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI) được Pathan và cộng sự (2017) sử dụng để nghiên cứu các nhân tố quyết định sự đổi mới và lan tỏa của việc ứng dụng điện toán đám mây trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Pakistan. Nghiên cứu của Garah, Berrado, và Ouarti (2010) cũng đã sử dụng lý thuyết DOI để nghiên cứu việc ứng dụng điện toán đám mây ở một thị trường mới nổi. Một số công trình nghiên cứu nước ngoài đã có sự kết hợp giữa TOE và DOI với các lý thuyết khác để phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng một sản phẩm công nghệ cụ thể của công nghiệp 4.0 trong các

doanh nghiệp vừa và nhỏ, như trường hợp nghiên cứu của Lutfi và cộng sự (2022) đã kết hợp khung lý thuyết TOE và DOI để nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng phân tích dữ liệu lớn trong kỷ nguyên chuyển đổi số của các SMEs tại Jordan. Nghiên cứu của Christiansen, Haddara, và Langseth (2022) cũng đã sử dụng lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI) và khung lý thuyết Công nghệ - Tổ Chức - Môi trường để nghiên cứu về việc ứng dụng hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp trên nền tảng đám mây (cloud ERP) tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ cũng như các doanh nghiệp lớn. Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ý định ứng dụng công nghệ blockchain trong chuỗi cung ứng của các SMEs tại Ấn Độ, nhóm tác giả Kumar Bhardwaj, Garg, và Gajpal (2021) đã xây dựng mô hình nghiên cứu dựa trên khung lý thuyết tích hợp giữa TOE, DOI và TAM. Ngoài ra, một số nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghệ mới trong các tổ chức doanh nghiệp cũng đã sử dụng thêm các khung lý thuyết tích hợp, như: TOE và UTAUT hoặc TOE và TAM hoặc TAM và TPB. Các công trình nghiên cứu trong nước có liên quan gần nhất với chủ đề nghiên cứu chủ yếu chỉ áp dụng các lý thuyết TOE và DOI riêng lẻ, có một số nghiên cứu đã tích hợp mô hình lý thuyết TOE - TAM như nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trường (2022a, 2022b) để nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng Big data; chuyển đổi số trong các SMEs tại Việt Nam. Trong nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Hồ Chí Minh của Nguyễn Xuân Trường và Lưu Quang Khải (2020) đã xây dựng mô hình nghiên cứu dựa trên khung lý thuyết tích hợp TPB và TAM. Nguyễn Phúc Khoa (2025) cũng đã kế thừa và phát triển các mô hình lý thuyết nền tảng trong nghiên cứu ứng dụng công nghệ, bằng cách tích hợp 3 mô hình TOE, TAM và TPB. Trên cơ sở đó, Nguyễn Phúc Khoa (2025) đã mở rộng mô hình TOE và đề xuất mô hình nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng quyết định ứng dụng công nghệ đột phá tại hệ thống bán lẻ Việt Nam.

Từ những phân tích tổng hợp trên, luận án xác định khoảng trống nghiên cứu thứ hai về mặt lý thuyết như sau: Việc xem xét đánh giá tổng quát các yếu tố tác động đến ứng dụng công nghiệp 4.0 dựa trên mô hình tích hợp TOE - DOI chưa được ứng dụng nhiều ở các nghiên cứu trong nước. Trong khi, hai mô hình lý thuyết TOE và DOI được sử dụng phổ biến để nghiên cứu hành vi chấp nhận công nghệ trong phạm vi tổ chức vì vậy nghiên cứu muốn xem xét mở rộng và đánh giá tác động đồng thời của TOE và DOI

đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Trong bối cảnh các doanh nghiệp vừa và nhỏ, việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 đòi hỏi sự chuẩn bị đầy đủ về các nguồn lực (Jazdi, 2014), đây được xem là một quyết định chiến lược quan trọng đối với các SMEs. Do đó, trước khi tiến hành ra quyết định đầu tư và triển khai, các SMEs cần phải đánh giá một cách toàn diện mức độ sẵn sàng của tổ chức trong việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 (Rajnai and Kocsis, 2018; Schumacher và cộng sự, 2016). Nghiên cứu của Yang và cộng sự (2015), cho rằng: để tổ chức có thể chấp nhận triển khai ứng dụng phần mềm như một dịch vụ (SaaS) dựa trên nền tảng điện toán đám mây, họ cần đạt được mức độ sẵn sàng từ ba khía cạnh cốt lõi, bao gồm: công nghệ, tổ chức, môi trường. Trong một nghiên cứu khác của Ismail và cộng sự (2023) đã tập trung làm rõ mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ, tổ chức, môi trường, mức độ sẵn sàng và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các SMEs tại Malaysia. Trên cơ sở lý thuyết TOE, nghiên cứu đề xuất mô hình khái niệm cho rằng mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 đóng vai trò là biến trung gian trong mối quan hệ giữa các yếu tố bối cảnh công nghệ, tổ chức, môi trường đến ứng dụng công nghiệp 4.0. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ mang tính khái niệm, chưa được kiểm định thực nghiệm, nên các kết quả và mối quan hệ được đề xuất bởi Ismail và cộng sự (2023) chỉ dừng lại ở các giả thuyết lý thuyết. Do vậy cần những nghiên cứu thực nghiệm tại các quốc gia đang phát triển, để kiểm định lại mô hình đề xuất bằng dữ liệu thực tế. Mặt khác, hầu hết các nghiên cứu liên quan mới chỉ áp dụng mô hình lý thuyết TOE để phân tích tác động trực tiếp của các nhân tố thuộc khía cạnh công nghệ, tổ chức, môi trường đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0, và phần lớn các nghiên cứu trước đây dựa trên khung TOE chỉ xem xét riêng lẻ từng nhóm nhân tố (Yang và cộng sự, 2015). Do vậy, một hướng nghiên cứu khác có thể phân tích mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs, phát triển mở rộng khung lý thuyết TOE (Srivastava và cộng sự, 2022). Trong lĩnh vực nghiên cứu hành vi sử dụng công nghệ mới, mô hình chấp nhận công nghệ (TAM) nhấn mạnh rằng thái độ ảnh hưởng trực tiếp đến ý định sử dụng từ đó dẫn đến việc áp dụng thực tế (Davis, 1989). Thái độ là biến tâm lý trung gian quan trọng giữa nhận thức về công nghệ và hành vi sử dụng thực tế. Trong bối cảnh nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0, thái độ là biến trung gian phản ánh tác động của các yếu

tổ thúc đẩy, cản trở đến ứng dụng công nghiệp 4.0 (Virmani và cộng sự, 2023). Do đó, mở rộng khung TOE bằng cách kiểm tra vai trò trung gian của thái độ sẽ giúp lý giải rõ hơn cách các yếu tố công nghệ, tổ chức và môi trường gián tiếp ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Luận án xác định khoảng trống nghiên cứu thứ ba về mối quan hệ tác động gián tiếp của các nhân tố thuộc các bối cảnh trong khung lý thuyết TOE đến ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua nhân tố mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với việc ứng dụng, chưa có nghiên cứu thực nghiệm trong nước kiểm định mối quan hệ tác động này. Cho đến nay, các nghiên cứu trong nước vẫn chưa có cách hiểu chung về việc đánh giá mức độ sẵn sàng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Các nghiên cứu về đổi mới công nghệ thông tin đã chỉ ra rằng đặc điểm của CEO đóng vai trò quan trọng trong quá trình chấp nhận công nghệ. Theo Rogers (1983, 1995), việc hình thành kiến thức về đổi mới dẫn đến thái độ và quyết định chấp nhận hay từ chối đổi mới. Trong tổ chức, các nhà quản lý cấp cao, đặc biệt là CEO, họ thường là người quyết định cuối cùng dựa trên nhu cầu nội tại và thay đổi môi trường. CEO không chỉ định hướng chiến lược mà còn chịu trách nhiệm quản lý việc ứng dụng đổi mới công nghệ, do đó quyết định chấp nhận công nghệ thường phản ánh đặc điểm cá nhân của họ. Nhiều nghiên cứu đã phân tích các đặc điểm CEO ảnh hưởng đến chấp nhận công nghệ. Thong và Yap (1995) xem xét tính đổi mới, thái độ với thay đổi và kiến thức công nghệ của CEO trong doanh nghiệp nhỏ. Damanpour và Schneider (2006) mở rộng nghiên cứu với các yếu tố như tuổi, giới tính, trình độ học vấn, nhiệm kỳ và thái độ đối với đổi mới. Larsen (1993) tập trung vào các nhà quản lý cấp trung và nghiên cứu vai trò của tuổi, nhiệm kỳ và kiến thức công nghệ trong việc triển khai đổi mới công nghệ thông tin. Tác giả tìm thấy vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo trong các nghiên cứu về đánh giá hiệu quả công việc nhưng chưa tìm thấy nghiên cứu nào xem xét vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo trong mối quan hệ tác động giữa mức độ sẵn sàng và ứng dụng công nghiệp 4.0, mối quan hệ giữa thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và ứng dụng công nghiệp 4.0 trong bối cảnh mới.

Luận án xác định khoảng trống nghiên cứu thứ tư về vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo đến mối quan hệ ảnh hưởng giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Từ việc thực hiện phân tích các vấn đề bối cảnh lý thuyết cũng như xác định các khoảng trống nghiên cứu liên quan đến chủ đề. Tác giả cho rằng, đề tài nghiên cứu: **“Các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh: Ứng dụng mô hình tích hợp TOE - DOI”** là thực sự cần thiết. Với kỳ vọng kết quả của luận án sẽ bổ sung và lấp đầy những khoảng trống nghiên cứu được phân tích như trên, đó là lý do tác giả thực hiện đề tài nghiên cứu này.

1.1.3. Khoảng trống nghiên cứu

Từ những phân tích và nhận định được trình bày tại mục 1.1.1 và 1.1.2 luận án xác định bốn khoảng trống nghiên cứu, cụ thể như sau:

Khoảng trống thứ nhất - Xu hướng nghiên cứu: Ở Việt Nam nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ còn rất ít và hạn chế trong bối cảnh mới đó là sự phát triển của công nghiệp 4.0.

Khoảng trống thứ 2 - Về mặt lý thuyết: Mô hình lý thuyết TOE và DOI chủ yếu chỉ được ứng dụng riêng lẻ trong các nghiên cứu liên quan đến chủ đề chấp nhận, ứng dụng các sản phẩm công nghệ mới. Việc xem xét đánh giá tổng quát các nhân tố tác động đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 dựa trên mô hình tích hợp TOE - DOI chưa có nhiều trong các nghiên cứu trong nước.

Khoảng trống thứ ba - Mối quan hệ tác động giữa các nhân tố: Nhân tố mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với việc ứng dụng được xem xét là yếu tố trung gian cho mối quan hệ tác động của các nhân tố bên ngoài và bên trong (công nghệ, môi trường, tổ chức) đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 cần được xem xét đánh giá.

Khoảng trống nghiên cứu thứ tư - Vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo: Nghiên cứu mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 đến biến phụ thuộc ứng dụng công nghiệp 4.0 được

điều tiết bởi nhân tố đặc điểm lãnh đạo (CEO) đây là điểm mới của đề tài mà trong các nghiên cứu trước đây chưa được đề cập đến.

1.2. Mục tiêu và câu hỏi nghiên cứu

1.2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát của đề tài nghiên cứu:

Mục tiêu tổng quát của đề tài nghiên cứu là xác định và phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh trên cơ sở ứng dụng mô hình tích hợp TOE - DOI. Từ đó, đề xuất một số hàm ý quản trị góp phần thúc đẩy việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh.

Nghiên cứu xác định các mục tiêu cụ thể như sau:

- (1) Xác định các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, dựa trên mô hình tích hợp TOE – DOI.
- (2) Kiểm định mức độ ảnh hưởng của các nhân tố thuộc mô hình tích hợp TOE – DOI và các nhân tố khác đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.
- (3) Khám phá và kiểm định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo đến các mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.
- (4) Đề xuất hàm ý quản trị thúc đẩy việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động kinh doanh tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

1.2.2. Câu hỏi nghiên cứu

- (1) Ứng dụng mô hình tích hợp TOE – DOI, các nhân tố nào ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh?

- (2) Mức độ tác động của các nhân tố thuộc mô hình tích hợp TOE – DOI và các nhân tố khác đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 là như thế nào?
- (3) Nhân tố đặc điểm lãnh đạo có vai trò điều tiết trong các mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh hay không?
- (4) Những hàm ý nào có thể được đề xuất cho các nhà quản trị nhằm thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của mình?

1.3. Đối tượng nghiên cứu

- *Đối tượng nghiên cứu:*

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, dựa trên mô hình tích hợp TOE-DOI.

- *Đối tượng khảo sát:*

Đối tượng tham gia trả lời phỏng vấn tay đôi trong giai đoạn nghiên cứu định tính: là các chuyên gia bao gồm nhà nghiên cứu, giảng dạy trong lĩnh vực hành vi tổ chức, am hiểu về lĩnh vực nghiên cứu; các nhà quản lý của doanh nghiệp có ảnh hưởng đến việc ra quyết định ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

Đối tượng tham gia thảo luận nhóm trong giai đoạn nghiên cứu định tính là những người có ảnh hưởng đến việc ra quyết định ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ, bao gồm chủ doanh nghiệp, quản lý cấp trung trở lên, có thể đại diện cho doanh nghiệp tham gia cuộc phỏng vấn.

Đối tượng khảo sát trong giai đoạn nghiên cứu định lượng là các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- *Cơ sở để tác giả lựa chọn đối tượng khảo sát là doanh nghiệp vừa và nhỏ:*

Như đã phân tích trình bày ở mục 1.1.1, doanh nghiệp vừa và nhỏ là động lực kinh tế chính tại Thành phố Hồ Chí Minh, tạo ra phần lớn việc làm, đóng góp vào GRDP và ngân sách thành phố, đồng thời là "mắt xích" quan trọng trong chuỗi cung ứng và gia công cho các doanh nghiệp lớn. Mặc dù, SMEs thường sở hữu năng lực tài chính hạn

chế và triển khai công nghệ trong phạm vi hẹp, dẫn đến khó khăn trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Tuy nhiên, SMEs lại có lợi thế ở cơ cấu tổ chức tinh gọn, ít phức tạp, giúp quá trình triển khai đổi mới diễn ra thuận lợi, có thể bắt đầu từ các ứng dụng thực tiễn đơn giản như số hóa các cấu trúc hiện hữu thông qua cảm biến và mạng lưới giám sát tự động theo thời gian thực với chi phí thấp (Rupp và cộng sự, 2021).

1.4. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi về nội dung nghiên cứu: Là các vấn đề lý thuyết và thực tiễn liên quan đến các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, cụ thể:

Về mặt khái niệm: Nghiên cứu giới hạn phạm vi khái niệm ứng dụng công nghiệp 4.0 ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ là việc triển khai sử dụng các sản phẩm công nghệ tiên tiến của công nghiệp 4.0 vào trong hoạt động sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp, như: ChatGPT, điện toán đám mây, phân tích dữ liệu lớn, công nghệ ERP hoạch định nguồn nhân lực, các phần mềm hỗ trợ quản trị doanh nghiệp có tích hợp trí tuệ nhân tạo.

Nội dung tài liệu nghiên cứu: Do các tài liệu nghiên cứu và kết quả thực nghiệm về ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp vừa và nhỏ còn hạn chế, mặt khác công nghiệp 4.0 có mối liên hệ chặt chẽ với công nghệ thông tin và đổi mới công nghệ, vì vậy trong nghiên cứu này, tác giả đã kế thừa và phân tích các tài liệu nghiên cứu trước đó có liên quan đến ứng dụng công nghệ thông tin, để xác định và làm rõ các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh. Nghiên cứu tập trung vào việc tổng hợp và phân tích các mô hình lý thuyết, các nghiên cứu thực nghiệm có liên quan đến hành vi chấp nhận công nghệ mới của người dùng tổ chức, đặc biệt là hai lý thuyết nền tảng TOE và DOI.

Phạm vi về không gian nghiên cứu: Các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, trong đó: Tiêu chí để xác định loại hình doanh nghiệp vừa và nhỏ căn cứ theo nghị định số 80/2021/NĐ-CP của Chính phủ có hiệu lực từ ngày 15/10/2021; địa giới hành chính của Thành phố Hồ Chí Minh được xác định theo Nghị quyết số 1111/NQ-UBTVQH14 ngày 09/12/2020.

Phạm vi về thời gian nghiên cứu: Nghiên cứu bao gồm các dữ liệu thứ cấp và sơ cấp, phạm vi thời gian nghiên cứu cụ thể như sau:

Dữ liệu thứ cấp được thu thập, tổng hợp và phân tích từ các tài liệu khoa học đã được công bố trong giai đoạn 2010 đến 2025.

Dữ liệu trong giai đoạn nghiên cứu định tính (phỏng vấn chuyên gia và thảo luận nhóm) được thu thập từ tháng 12/2023 đến tháng 03/2024.

Dữ liệu trong nghiên cứu định lượng sơ bộ được thu thập từ tháng 03/2024 đến tháng 04/2024.

Dữ liệu trong nghiên cứu định lượng chính thức được thu thập từ tháng 04/2024 đến tháng 05/2024.

1.5. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lược khảo tài liệu: Nghiên cứu sử dụng phương pháp tổng quan tài liệu có hệ thống (SLR), phương pháp trắc lượng thư mục (Bibliometrics) và sử dụng phần mềm VOSviewer, Microsoft excel để lược khảo, phân tích, tổng hợp các nghiên cứu trước đây và các lý thuyết nền đã được sử dụng, từ đó có một cái nhìn toàn diện, khách quan về chủ đề nghiên cứu ứng dụng công nghệ 4.0 trong doanh nghiệp vừa và nhỏ, để có cơ sở xác định các khoảng trống tri thức. Tác giả đã tìm đọc các tài liệu khoa học được công bố trên các tạp chí uy tín trong và ngoài nước như: Scopus (<https://www.scopus.com>), ISI (<https://mjl.clarivate.com>), cổng truy cập nguồn tin điện tử (<https://db.vista.gov.vn>),... Tác giả thực hiện lược khảo phân tích, tổng hợp chi tiết 144 bài báo được công bố trên các tạp chí thuộc danh mục Scopus, có nội dung liên quan nhất đến chủ đề nghiên cứu nhằm mục đích đánh giá tổng quan và xây dựng mô hình nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện bằng phương pháp nghiên cứu định tính kết hợp với phương pháp nghiên cứu định lượng, đây là phương pháp tốt nhất để xác định mức độ ảnh hưởng của biến độc lập, biến trung gian, biến điều tiết nhằm nâng cao hiệu quả thống kê. Cụ thể:

Phương pháp nghiên cứu định tính: Nghiên cứu định tính cho phép nhà nghiên cứu đi sâu tìm hiểu vấn đề ở các bối cảnh cụ thể, từ đó xây dựng các luận điểm chung

cho nghiên cứu, nhằm xây dựng khung lý thuyết, đề xuất mô hình nghiên cứu, hỗ trợ cho các kết quả định lượng. Trong nghiên cứu này, phương pháp nghiên cứu định tính được trình bày rõ và sử dụng trong chương 3. Phương pháp nghiên cứu định tính được sử dụng trong đề tài thông qua các cuộc phỏng vấn chuyên gia và thảo luận nhóm nhằm khám phá tìm ra các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ, hiệu chỉnh lại nội dung thang đo (biến quan sát) trong mô hình nghiên cứu, để chuẩn bị cho nghiên cứu định lượng sơ bộ. Bên cạnh đó tiến hành nghiên cứu các tình huống trong một số trường hợp điển hình để rút ra những quy luật chung, cụ thể: Tác giả đã thực hiện phỏng vấn tay đôi với 07 chuyên gia là các nhà khoa học có các công trình nghiên cứu liên quan đến chủ đề, lĩnh vực nghiên cứu tác giả thực hiện và các nhà quản trị đã ứng dụng thành công công nghiệp 4.0 vào trong hoạt động của doanh nghiệp. Nội dung phỏng vấn dựa vào dàn bài phỏng vấn đã được tác giả soạn sẵn trên cơ sở nội hàm, các khái niệm, mối quan hệ giữa các nhân tố, và nội dung các thang đo gốc được kế thừa từ các nghiên cứu trước có liên quan. Từ kết quả phỏng vấn chuyên gia, tác giả tiếp tục tiến hành thảo luận nhóm với 9 đáp viên là các anh chị trưởng bộ phận, thuộc cấp quản lý của công ty nhằm mục đích hiệu chỉnh lại nội dung thang đo cho phù hợp với bối cảnh và đối tượng khảo sát trước khi tiến hành nghiên cứu định lượng sơ bộ.

Phương pháp nghiên cứu định lượng: Phương pháp nghiên cứu định lượng được trình bày và sử dụng trong các chương 3 và chương 4, nhằm mục đích lượng hóa, kiểm định mối quan hệ giữa các nhân tố trong mô hình thông qua việc sử dụng các công cụ thống kê toán học, kinh tế lượng. Phần mềm SmartPLS4.1.0.0 được sử dụng để phân tích dữ liệu và kiểm định kết quả. Thu thập dữ liệu qua bảng hỏi khảo sát các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Phương pháp chọn mẫu phi xác suất, lấy mẫu thuận tiện được sử dụng, tiến hành khảo sát thí điểm sơ bộ với cỡ mẫu ($n=188$) để đánh giá độ tin cậy của các thang đo sau đó mới tiến hành nghiên cứu chính thức trên diện rộng với cỡ mẫu ($n=353$).

Ngoài ra, luận án còn sử dụng kết hợp với các phương pháp nghiên cứu khác như: phương pháp tổng hợp, phân tích, so sánh. Các phương pháp này được sử dụng chủ yếu trong chương 1 để nghiên cứu bối cảnh thực tiễn, bối cảnh lý thuyết, xác định các khoảng trống nghiên cứu; trong chương 2 để xác định khung lý thuyết, khung phân tích và đề

xuất mô hình nghiên cứu, các giả thuyết nghiên cứu; trong chương 4 để thảo luận về kết quả nghiên cứu; trong chương 5 để đề xuất các hàm ý quản trị.

1.6. Ý nghĩa nghiên cứu

1.6.1. Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu này đóng góp quan trọng về mặt học thuật trong việc mở rộng và phát triển các mô hình lý thuyết về ứng dụng công nghiệp 4.0 ở cấp độ tổ chức, đặc biệt trong bối cảnh doanh nghiệp vừa và nhỏ tại các nền kinh tế đang phát triển. Trên nền tảng tích hợp hai lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) và lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI), nghiên cứu phát triển một mô hình nghiên cứu toàn diện nhằm giải thích các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Cách tiếp cận tích hợp này không chỉ kế thừa các nghiên cứu trước mà còn khắc phục hạn chế của các mô hình đơn lẻ, vốn thường xem xét các nhân tố công nghệ, tổ chức hoặc môi trường một cách tách rời.

Một đóng góp lý thuyết quan trọng của nghiên cứu là việc xây dựng và kiểm định các cấu trúc đa hướng bậc hai của các khái niệm sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức và sẵn sàng môi trường trong bối cảnh công nghiệp 4.0. Việc xác nhận các cấu trúc này góp phần hoàn thiện hệ thống thang đo, đo lường mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, qua đó cung cấp cơ sở khoa học vững chắc cho các nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực chấp nhận và ứng dụng công nghệ. Kết quả nghiên cứu không chỉ làm rõ bản chất đa chiều của khái niệm sẵn sàng, mà còn góp phần chuẩn hóa các thang đo trong bối cảnh doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Bên cạnh đó, nghiên cứu làm rõ cơ chế tác động của các nhân tố sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức và sẵn sàng môi trường thông qua các nhân tố mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0. Cách tiếp cận này giúp nâng cao năng lực giải thích của mô hình nghiên cứu, đồng thời bổ sung bằng chứng thực nghiệm cho các nghiên cứu về hành vi chấp nhận đổi mới công nghệ ở cấp độ tổ chức. Đặc biệt, việc xác định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo trong mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 đã bổ sung góc nhìn quản trị và hành vi lãnh đạo vào khung lý thuyết, qua đó làm phong phú thêm các nghiên cứu về lãnh đạo trong bối cảnh chuyển đổi số và công nghiệp 4.0.

Cuối cùng, mô hình nghiên cứu là cơ sở để phát triển những nghiên cứu trong tương lai xoay quanh các chủ đề như: Sự tác động của công nghiệp 4.0 đến các lĩnh vực, ngành nghề khác. Những phát hiện của nghiên cứu sẽ góp phần hỗ trợ cho các nghiên cứu phát triển các sản phẩm khoa học, công nghệ nhằm đảm bảo sự phù hợp với sự phát triển của nền kinh tế và được thị trường, doanh nghiệp chấp nhận.

1.6.2. Ý nghĩa thực tiễn

Về phương diện thực tiễn, kết quả nghiên cứu cung cấp các luận cứ khoa học giúp các nhà quản trị doanh nghiệp vừa và nhỏ nhận diện một cách hệ thống các nhân tố then chốt ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Thông qua mô hình nghiên cứu và kết quả kiểm định thực nghiệm, doanh nghiệp có thể đánh giá toàn diện mức độ sẵn sàng của mình trên các khía cạnh công nghệ, tổ chức và môi trường, từ đó xây dựng chiến lược và lộ trình ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với điều kiện nội tại và bối cảnh kinh doanh cụ thể.

Nghiên cứu chỉ ra rằng việc ứng dụng công nghiệp 4.0 hiệu quả không chỉ phụ thuộc vào những giá trị, lợi ích công nghệ mới mang lại, mà còn đòi hỏi sự chuẩn bị đồng bộ về nguồn lực tài chính, khả năng hấp thụ, sự hỗ trợ của lãnh đạo cấp cao, cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin cũng như khả năng tận dụng các yếu tố môi trường bên ngoài. Trên cơ sở đó, các nhà quản trị có thể đưa ra các quyết định đầu tư và triển khai phù hợp, hạn chế rủi ro trong quá trình chuyển đổi, đồng thời gia tăng khả năng ứng dụng thành công các giải pháp công nghiệp 4.0.

Đối với các nhà hoạch định chính sách, nghiên cứu cung cấp bằng chứng thực nghiệm có giá trị nhằm hỗ trợ việc xây dựng và điều chỉnh các chính sách thúc đẩy ứng dụng công nghiệp 4.0 trong khu vực doanh nghiệp vừa và nhỏ. Các kết quả nghiên cứu gợi ý rằng: chính sách hỗ trợ cần được thiết kế theo hướng tổng thể và đồng bộ, kết hợp giữa hỗ trợ tài chính, phát triển hạ tầng công nghệ thông tin, đào tạo nguồn nhân lực và nâng cao năng lực quản trị doanh nghiệp. Ngoài ra, nghiên cứu còn là tài liệu tham khảo hữu ích cho các tổ chức tư vấn và nhà cung cấp giải pháp công nghệ trong việc phát triển và triển khai các sản phẩm, dịch vụ công nghiệp 4.0 phù hợp với nhu cầu và khả năng tiếp nhận của doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Kết quả của nghiên cứu làm sáng tỏ các nhân tố tác động thực sự đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, trả lời câu hỏi: Tại sao các doanh nghiệp vừa và nhỏ vẫn còn thụ động trước sự phát triển của công nghiệp 4.0? Từ đó có những hàm ý quản trị phù hợp giúp các doanh nghiệp vừa và nhỏ tham gia vào công nghiệp 4.0.

1.7. Kết cấu của luận án

Nội dung đề tài nghiên cứu được kết cấu thành 5 chương:

Chương 1: Tổng quan nghiên cứu

Trình bày, cung cấp thông tin tổng quan về đề tài nghiên cứu, gồm các nội dung: Lý do chọn đề tài nghiên cứu, xác định khoảng trống nghiên cứu, mục tiêu, câu hỏi, đối tượng nghiên cứu, phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu, ý nghĩa và kết cấu của luận án.

Chương 2: Cơ sở lý thuyết và mô hình nghiên cứu

Trình bày các khái niệm quan trọng dùng trong nghiên cứu. Tổng quan cơ sở lý thuyết và mô hình nền tảng. Tổng quan các mô hình thực nghiệm trong và ngoài nước có liên quan. Biện luận các giả thuyết, xây dựng thang đo và mô hình nghiên cứu.

Chương 3: Quy trình và phương pháp nghiên cứu

Nội dung chương 3 trình bày cụ thể về phương pháp nghiên cứu nhằm đạt được các mục tiêu nghiên cứu đặt ra, gồm: Quy trình nghiên cứu, phương pháp lấy mẫu, phương pháp thu thập, xử lý, phân tích dữ liệu và đánh giá kết quả.

Chương 4: Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Trình bày các kết quả nghiên cứu bao gồm kết quả nghiên cứu định tính và kết quả nghiên cứu định lượng, những phát hiện và thảo luận kết quả nghiên cứu.

Chương 5: Kết luận và hàm ý quản trị

Tổng hợp kết luận về kết quả nghiên cứu, hàm ý quản trị, hạn chế của đề tài và hướng nghiên cứu trong tương lai.

TÓM TẮT CHƯƠNG 1

Chương 1 tập trung làm rõ bối cảnh nghiên cứu và sự cần thiết của đề tài nghiên cứu, từ đó nhận diện các khoảng trống nghiên cứu về mặt lý thuyết nhằm xác định vấn đề nghiên cứu một cách rõ ràng. Từ vấn đề nghiên cứu, chương một trình bày các nội dung liên quan khác, bao gồm: mục tiêu nghiên cứu, câu hỏi nghiên cứu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu, phân tích ý nghĩa của đề tài nghiên cứu trong việc củng cố và phát triển cơ sở lý thuyết khoa học, cũng như làm rõ những đóng góp thực tiễn của nghiên cứu trong hoạt động kinh doanh của các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh. Cuối cùng, giới thiệu cấu trúc trình bày của luận án nghiên cứu.

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU

2.1. Các khái niệm nghiên cứu

2.1.1. Công nghiệp 4.0

2.1.1.1 *Khái niệm công nghiệp 4.0*

Công nghiệp 4.0 (Industry 4.0) là một sáng kiến chiến lược mới, được giới thiệu lần đầu tiên bởi chính phủ Đức vào năm 2011. Mục tiêu của sáng kiến này là chuyển đổi sản xuất công nghiệp thông qua số hóa và khai thác tiềm năng của các công nghệ mới (Rojko, 2017). Sự phát triển của công nghiệp 4.0 đã mang đến cho các nhà thực hành trong ngành và các nhà nghiên cứu một hy vọng mới trong việc phát triển ngành công nghiệp trên toàn thế giới, cũng như nghiên cứu các khái niệm được sử dụng trong công nghiệp 4.0 (Horváth & Szabó, 2019). Khái niệm công nghiệp 4.0 đã tạo nên cuộc cách mạng công nghệ toàn cầu, nhiều quốc gia trên thế giới đã nhận ra tầm quan trọng của làn sóng này và bắt đầu ứng dụng nó vào trong doanh nghiệp của mình (Sharma và cộng sự, 2024). Trọng tâm của công nghiệp 4.0 là đưa công nghệ thông tin và truyền thông hiện đại, Internet vào trong sản xuất (Matt & Rauch, 2020).

Khái niệm công nghiệp 4.0 là một khái niệm phức tạp và khó định nghĩa một cách thống nhất. Theo Trappey và cộng sự (2016) công nghiệp 4.0 là một khái niệm tổng quát nhằm hỗ trợ sản xuất với các yếu tố của trí tuệ chiến thuật, thông qua việc sử dụng các kỹ thuật và công nghệ như: kết nối vạn vật (IoT), điện toán đám mây, dữ liệu lớn,... Theo Schumacher, Erot & Sihm (2016), công nghiệp 4.0 đề cập đến những tiến bộ công nghệ gần đây, trong đó Internet và các công nghệ hỗ trợ đóng vai trò nền tảng trong việc tích hợp các đối tượng vật lý, con người, máy móc thông minh, dây chuyền sản xuất và quy trình vượt ra ngoài ranh giới tổ chức, để hình thành một chuỗi giá trị mới thông minh, kết nối linh hoạt. Trung tâm Hỗ trợ Nghiên cứu và Đổi mới trong Tổ chức (CEFRIO) dựa trên một tổng quan tài liệu chuyên sâu, đã đưa ra một định nghĩa mang tính toàn cầu hơn, xem công nghiệp 4.0 là tập hợp các sáng kiến nhằm cải thiện quy trình, sản phẩm và dịch vụ, cho phép đưa ra quyết định phi tập trung dựa trên việc thu thập dữ liệu theo thời gian thực (Danjou, Rivest và Pellerin, 2016).

Theo Hermann, Pentek, và Otto (2016) công nghiệp 4.0 là một thuật ngữ bao quát dùng để chỉ các công nghệ và các khái niệm liên quan đến tổ chức chuỗi giá trị. Trong các nhà máy thông minh (Smart Factories) được cấu trúc theo mô-đun của công nghiệp 4.0, các hệ thống vật lý - không gian mạng (CPS) giám sát các quy trình vật lý, tạo ra một bản sao ảo của thế giới vật lý và đưa ra các quyết định phi tập trung. Thông qua Internet vạn vật (IoT), các CPS giao tiếp và phối hợp với nhau cũng như với con người theo thời gian thực. Thông qua Internet dịch vụ (IoS), các dịch vụ nội bộ và dịch vụ liên tổ chức được cung cấp và được sử dụng bởi các chủ thể tham gia vào chuỗi giá trị.

Theo Schwab (2017) bản chất của công nghiệp 4.0 là dựa trên nền tảng công nghệ số và tích hợp các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất; nhấn mạnh những công nghệ đang và sẽ có tác động lớn như: công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự động hóa, người máy,... Công nghiệp 4.0 là xu hướng hiện tại của tự động hóa và trao đổi dữ liệu trong công nghệ sản xuất, bao gồm các hệ thống mạng vật lý, mạng Internet kết nối vạn vật, điện toán đám mây. Công nghiệp 4.0 đề cập đến ý tưởng về các nhà máy thông minh nơi máy móc được tăng cường thông qua kết nối Web và trở thành một hệ thống có thể trực quan hóa toàn bộ chuỗi sản xuất, tự đưa ra quyết định (Murino, Forino, & Nardo, 2020). Các công nghệ mới của công nghiệp 4.0 cho phép tăng cường tự động hóa, cải thiện giao tiếp và tự giám sát máy móc. Công nghiệp 4.0 được coi là một mô hình kỹ thuật xã hội mới phụ thuộc vào sự phát triển, tiếp cận, tích hợp của công nghệ thông tin và truyền thông, với công nghệ tự động hóa để thúc đẩy tích hợp hệ thống đầu cuối trên toàn bộ chuỗi giá trị (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013). Đây là một thuật ngữ chung cho các công nghệ và khái niệm về tổ chức chuỗi giá trị (Hermann, Pentek, & Otto, 2015), có ý nghĩa đối với việc tạo ra giá trị, mô hình kinh doanh, dịch vụ và tổ chức công việc (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013; Schwab, 2017; L. D. Xu, Xu, & Li, 2018).

Trong nghiên cứu của Hizam-Hanafiah, Soomro, và Abdullah (2020) cũng đã khẳng định: về cơ bản công nghiệp 4.0 là một cuộc cách mạng về công nghệ, đó là sự tương tác giữa các công nghệ tiên tiến. Đóng góp quan trọng nhất của công nghiệp 4.0 là hướng tới số hóa các hệ thống sản xuất và phát triển các nhà máy thông minh, điều này không chỉ giúp nâng cao quy trình sản xuất mà còn góp phần giảm chi phí chuỗi cung ứng và giảm chất thải (Dutta và cộng sự, 2020).

Theo Pech và Vrchota (2020) công nghiệp 4.0 được xem là mô hình sản xuất mang tính cách mạng, giữ vai trò quan trọng giúp doanh nghiệp theo đuổi chất lượng và khả năng thích ứng linh hoạt nhằm tăng lợi nhuận và củng cố lợi thế cạnh tranh (Narwane và cộng sự, 2023). Công nghiệp 4.0 đã làm thay đổi căn bản cách thức doanh nghiệp tiếp cận và khai thác thị trường, đồng thời làm biến đổi sâu sắc cơ cấu tổ chức và đặc điểm công việc (Mahmood & Mubarik, 2020). Theo đó là sự xuất hiện của nhiều mô hình kinh doanh mới, dẫn đến sự thay đổi đáng kể trong hệ thống sản xuất truyền thống. Những mô hình kinh doanh mới mang đặc điểm đặc trưng bởi tốc độ phát triển nhanh, tính biến động cao do áp lực cạnh tranh và chu kỳ sống của công nghệ rút ngắn, cùng với đó là động lực tăng trưởng theo cấp số nhân (Mahmood & Mubarik, 2020). Dữ liệu nổi lên như một tài nguyên chiến lược và gần như vô tận, đóng vai trò quyết định cho sự thành công của tổ chức. Nhờ dữ liệu, doanh nghiệp có thể xây dựng các hệ thống thông minh, góp phần nâng cao hiệu quả vận hành, tăng tính linh hoạt, đồng thời mở rộng khả năng tạo ra doanh thu (Da Silva và cộng sự, 2022). Mục tiêu cốt lõi của công nghiệp 4.0 là tăng cường và mở rộng năng lực cạnh tranh bền vững của doanh nghiệp thông qua việc nâng cao tính linh hoạt và hiệu quả trong sản xuất, nhờ vào sự kết nối thông tin, giao tiếp và trí tuệ nhân tạo. Trong bối cảnh đó, doanh nghiệp cần xây dựng chiến lược cụ thể và phù hợp để ứng dụng, triển khai các công nghệ số (Somohano-Rodríguez, Madrid-Guijarro, & López-Fernández, 2022).

Bảng 2.1: Tổng hợp các khái niệm về công nghiệp 4.0

Tác giả (năm)	Khái niệm
Dilberoglu và cộng sự (2017); Mosterman và Zander (2015)	Công nghiệp 4.0 là tập hợp các hệ thống sản xuất thông minh và công nghệ thông tin tiên tiến dựa trên các bộ hệ thống phần mềm tích hợp.
Hermann, Pentek, và Otto (2016)	Công nghiệp 4.0 là một thuật ngữ bao quát dùng để chỉ các công nghệ và các khái niệm liên quan đến tổ chức chuỗi giá trị.
Rüßmann và cộng sự (2015)	Công nghiệp 4.0 bao gồm 9 thành phần công nghệ chính: An ninh mạng, Mô phỏng tương tác ảo, Robot cộng tác, Dữ liệu lớn và phân tích, Điện toán đám mây, Thực tế ảo, Internet vạn vật, Hệ thống mạng vật lý, Giao tiếp giữa máy móc.

Tác giả (năm)	Khái niệm
G. Li, Hou, và Wu (2017)	Công nghiệp 4.0 là tập hợp các công nghệ dựa trên số hóa và kết nối tất cả các đơn vị sản xuất có mặt trong một hệ thống kinh tế.
Schwab (2017)	Bản chất của công nghiệp 4.0 là dựa trên nền tảng công nghệ số và tích hợp các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất; nhấn mạnh những công nghệ đang và sẽ có tác động lớn như: công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự động hóa, người máy,...
Yin, Stecke, và Li (2018)	Công nghiệp 4.0 là một sáng kiến với những đổi mới công nghệ như Internet vạn vật, dữ liệu lớn, điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo, xe điện, công nghệ in 3D, hệ thống vật lý không gian mạng.
Agostini và Nosella (2019); Dalenogare và cộng sự (2018)	Công nghiệp 4.0 là sự thay đổi trong hệ thống sản xuất được cho phép nhờ sự tích hợp của công nghệ thông tin và truyền thông, kết nối vạn vật, máy móc trong hệ thống vật lý không gian mạng.
Hizam-Hanafiah, Soomro, và Abdullah (2020)	Công nghiệp 4.0 là sự tương tác của các công nghệ tiên tiến. Về cơ bản, công nghiệp 4.0 là một cuộc cách mạng về công nghệ.
Rupp và cộng sự (2021)	Công nghiệp 4.0 là việc triển khai hệ thống vật lý mạng (Cyber Physical Systems) để tạo ra các nhà máy thông minh (Smart Factories) thông qua việc sử dụng Internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), điện toán đám mây (Cloud Computing), trí tuệ nhân tạo (AI) và các công nghệ truyền thông cho thông tin và giao tiếp theo thời gian thực trên toàn chuỗi giá trị.
Raj và Jeyaraj (2023)	Cung cấp thông tin theo thời gian thực bằng cách kết nối các hệ thống vật lý và kỹ thuật số.

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Từ những phân tích khái niệm trong các nghiên cứu trước đây, công nghiệp 4.0 trong nghiên cứu này được định nghĩa theo Schwab (2017): Bản chất của công nghiệp 4.0 là dựa trên nền tảng công nghệ số và tích hợp các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất. Công nghiệp 4.0 được đặc trưng bởi việc ứng dụng công

nghe tiên tiến, theo Rüßmann và cộng sự (2015) các công nghệ đó bao gồm: An ninh mạng, Mô phỏng tương tác ảo, Robot cộng tác, Dữ liệu lớn và phân tích, Điện toán đám mây, Thực tế ảo, Internet vạn vật (IoT), Hệ thống mạng vật lý, Giao tiếp giữa máy móc, giúp nâng cao năng suất, hiệu quả, tính linh hoạt và khả năng thích ứng của các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

2.1.1.2 Các thành phần công nghệ của công nghiệp 4.0

Trong nghiên cứu của Zhou và cộng sự (2024), các công nghệ như kết nối vạn vật, trí tuệ nhân tạo, điện toán đám mây, dữ liệu lớn, công nghệ in 3D, robot tự động đóng vai trò là nền tảng của công nghiệp 4.0. Một nghiên cứu khác cũng cho rằng: Công nghiệp 4.0 liên quan đến việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như: trí tuệ nhân tạo (AI), robot, cảm biến và hệ thống điều khiển máy tính hóa, Internet vạn vật, phân tích và dữ liệu lớn, mô phỏng, thực tế ảo và thực tế tăng cường, công nghệ in 3D, an ninh mạng, cùng nhiều công nghệ khác (Khan, Ahmad, & Majava, 2021). Đặc điểm chính của công nghiệp 4.0 là sự hợp tác và tích hợp. Phổ biến nhất là quan điểm theo Rüßmann và cộng sự (2015); Shahzad và cộng sự (2023) đã chỉ ra rằng công nghiệp 4.0 bao gồm 9 thành phần công nghệ chính: An ninh mạng, Mô phỏng tương tác ảo, Robot cộng tác, Dữ liệu lớn và phân tích, Điện toán đám mây, Thực tế ảo, Internet vạn vật, Hệ thống mạng vật lý, Giao tiếp giữa máy móc. Cụ thể:

Kết nối vạn vật (Internet of Things - IoT) là công nghệ cung cấp khả năng kết nối giữa các cảm biến, máy móc, thiết bị di động và con người, tạo điều kiện cho tổ chức tăng cường khả năng tương tác cả bên trong lẫn bên ngoài tổ chức, đồng thời làm cho dữ liệu phổ biến và dễ dàng tiếp cận hơn (Ahuett-Garza & Kurfess, 2018).

Dữ liệu lớn và phân tích (Big data & analytics) là môi trường trong đó một lượng lớn dữ liệu không có cấu trúc, có cấu trúc và bán cấu trúc được lưu trữ, đến từ nhiều nguồn khác nhau và được kết nối thông qua IoT, nhằm cung cấp thông tin chính xác và nhanh chóng, phục vụ cho việc ra quyết định (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

Điện toán đám mây (Cloud computing) là thuật ngữ dùng để chỉ khả năng truy cập từ xa với tốc độ phản hồi cực nhanh đến dữ liệu được lưu trữ ở môi trường bên ngoài, thông qua mạng lưới kết nối của IoT (Zhong và cộng sự, 2017).

Hệ thống mạng vật lý (Cyber-physical systems – CPS): Việc tính toán, kết nối mạng và các quá trình vật lý được tích hợp để hình thành nên một hệ thống CPS. Hệ thống này có khả năng xử lý tín hiệu và điều khiển các quy trình sản xuất bằng máy tính. CPS được sử dụng để quản lý dữ liệu lớn và kiểm soát khả năng kết nối giữa các máy móc, giúp chúng hoạt động độc lập mà không cần sự can thiệp của con người (Bag và cộng sự, 2018). Đây là một trong những trụ cột quan trọng trong khái niệm công nghiệp 4.0 (Jay Lee, Bagheri, & Kao, 2015).

Mô phỏng (Simulation): là quá trình sử dụng các mô hình toán học, phần mềm máy tính hoặc các công nghệ cụ thể để tái hiện lại hoạt động, hành vi hoặc quá trình của một hệ thống thực tế trong môi trường ảo. Việc tích hợp các công cụ máy tính khác nhau cho phép nhà quản lý thiết kế mô phỏng hiệu suất của tất cả các khía cạnh trong hệ thống sản xuất (Luo và cộng sự, 2011). Các công cụ mô hình hóa cho phép phân tích đặc điểm của sản phẩm, hiệu suất của dây chuyền sản xuất, sự phối hợp giữa các mạng lưới sản xuất, từ đó tối ưu hóa toàn bộ các quy trình và hoạt động công nghiệp (Bag và cộng sự, 2018). Trong nghiên cứu của (Scheidegger và cộng sự, 2018), mô phỏng được định nghĩa là quá trình thiết kế mô hình của một hệ thống thực hoặc giả thuyết để mô tả và phân tích các hành vi của hệ thống, đây là phương pháp chính để phân tích các hệ thống sản xuất phức tạp và là phương pháp giải quyết các vấn đề thiết yếu (Negahban & Smith, 2014).

An ninh mạng (Cybersecurity): An ninh mạng bao gồm phần lớn các phương thức phòng thủ được sử dụng để phát hiện và ngăn chặn những kẻ xâm nhập (Kemmerer, 2003). An ninh mạng liên quan đến việc giảm nguy cơ tấn công độc hại vào phần mềm, máy tính và mạng. Các công cụ được sử dụng để phát hiện các đột nhập, ngăn chặn virus, chặn truy cập độc hại, thực thi quyền sử dụng, cho phép liên lạc được mã hóa bất và tắt (Amoroso, 2006). Việc bảo mật số lượng lớn các kênh truyền thông mà không làm giảm hiệu suất của mạng là điều cực kỳ quan trọng để đảm bảo triển khai hiệu quả các chiến lược của công nghiệp 4.0 (Airehrour, Gutierrez, & Ray, 2016).

Robot cộng tác (Collaborative Robots): Robot và công nghệ cảm biến nhúng đang trở nên ngày càng linh hoạt, có khả năng giao tiếp và hợp tác cao (Airehrour, Gutierrez, & Ray, 2016). Việc kết nối với sản phẩm và triển khai các cơ chế cộng tác hiệu quả với

con người sẽ giúp giảm quy mô lô sản xuất xuống chỉ còn là một sản phẩm mà vẫn duy trì được chi phí hợp lý.

Thực tế ảo (Augmented Reality): Việc dữ liệu có sẵn trong các hệ thống nhúng mang đến những phương thức truy cập thông tin mới cho người dùng. Kính thông minh và các công nghệ Thực tế ảo tăng cường (AR) và Thực tế ảo (VR) đang ngày càng được sử dụng trong các quy trình sản xuất. Nhờ đó, chúng có thể mô phỏng một môi trường bao gồm cả đối tượng thực và mô phỏng, từ đó hỗ trợ nâng cao quy trình thiết kế và sản xuất (Jonghwan Lee, Han, & Yang, 2011).

Giao tiếp giữa máy móc (Machine-To-Machine Communication): Các công nghệ giao tiếp đang phát triển nhanh chóng nhờ vào việc sử dụng ngày càng nhiều các máy móc tự động. Dựa trên các giao thức chuẩn, hình thức giao tiếp này cho phép các máy móc tự động trao đổi dữ liệu, phối hợp và đưa ra quyết định mà không cần sự can thiệp của con người. Theo Wang và cộng sự (2016) giao tiếp giữa máy - máy là yếu tố then chốt để quản lý tự động ở các tổ chức trong thời đại công nghiệp 4.0. Việc này giúp tăng tính linh hoạt, giảm thời gian phản hồi và độ trễ, nâng cao hiệu quả và độ chính xác trong quy trình quản lý, sản xuất.

Đặc điểm khác biệt giữa công nghiệp 4.0 và công nghiệp 3.0 là khả năng kết nối giữa công nghệ số, con người và các hệ thống vật lý khác, cũng như sự tích hợp của thế giới vật lý và kỹ thuật số thông qua các hệ thống thực ảo và kết nối vạn vật (Öberg & Graham, 2016).

2.1.2. Ứng dụng công nghiệp 4.0

Công nghiệp 4.0 được thúc đẩy bởi việc ứng dụng các công nghệ sản xuất tiên tiến, nhằm mang lại các giá trị, dịch vụ mới cho khách hàng và chính doanh nghiệp (Agostini & Nosella, 2019). Trong đó, công nghệ sản xuất tiên tiến được xem như một tập hợp công nghệ bao gồm cả phần cứng và phần mềm được liên kết với nhau thông qua công nghệ điện toán tiên tiến, là tiền thân quan trọng thúc đẩy sự phát triển của công nghiệp 4.0. Ứng dụng công nghiệp 4.0 (Adoption Industry 4.0) đề cập đến quá trình số hóa thông qua việc triển khai các công nghệ mới nổi như IoT, big data, CPS, điện toán đám mây, hệ thống thực tế ảo (Parhi và cộng sự, 2022). Theo Ismail và cộng sự (2026), ứng dụng công nghiệp 4.0 liên quan đến việc tích hợp các công nghệ số tiên tiến và thực

hành sản xuất thông minh vào hoạt động của doanh nghiệp. Đây là xu hướng trọng tâm của công nghiệp 4.0, nơi các hệ thống vật lý và kỹ thuật số được tích hợp nhằm xây dựng một môi trường sản xuất kết nối thông minh hơn.

Ứng dụng công nghệ được định nghĩa là việc triển khai lần đầu một sản phẩm mới hoặc sự chấp nhận một công nghệ mới trên cơ sở tự nguyện (Khasawneh, 2008; Oliveira, Thomas, & Espadanal, 2014). Trong nghiên cứu của Thong (1999) đã định nghĩa: Ứng dụng công nghệ thông tin là sử dụng các ứng dụng phần cứng và phần mềm máy tính để hỗ trợ hoạt động, quản lý và ra quyết định trong doanh nghiệp. Các nhà nghiên cứu đã lập luận rằng không thể phát triển một lý thuyết thống nhất về đổi mới do sự khác biệt cơ bản giữa các loại đổi mới (George & Mohr, 1976). Liu, Min, và Ji (2008) đã phân loại việc ứng dụng công nghệ ở ba cấp độ: cá nhân; nhóm và tổ chức. Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 có thể mang lại hướng tích cực đối với trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp và hoạt động bền vững (Kamble, Gunasekaran, & Dhane, 2020; Luthra & Mangla, 2018).

Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 không phải là yêu cầu bắt buộc đối với mọi doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Một SMEs có nên ứng dụng công nghiệp 4.0 hay không, còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: lĩnh vực hoạt động, mục tiêu kinh doanh, nguồn lực sẵn có, môi trường cạnh tranh. Tuy nhiên, có nhiều lý do thuyết phục để SMEs nên cân nhắc chuyển đổi sang công nghiệp 4.0, vì nó mang đến một cách thức kinh doanh mới, phương thức tạo ra giá trị mới, đặc biệt hữu ích đối với các doanh nghiệp sản xuất truyền thống (Mohamed, 2018). Công nghiệp 4.0 đại diện cho một cơ hội mang tính chuyển đổi đối với SMEs. Thông qua việc triển khai các công nghệ tiên tiến và các quy trình dựa trên dữ liệu, SMEs có thể cải thiện đáng kể hiệu quả vận hành. Những công nghệ này cho phép doanh nghiệp sản xuất nhiều hơn nhưng sử dụng ít nguồn lực hơn, từ đó tiết kiệm chi phí – đây là yếu tố đặc biệt quan trọng với các doanh nghiệp quy mô nhỏ, có ngân sách hạn chế. Ngoài ra, công nghiệp 4.0 giúp SMEs tập trung vào việc cung cấp sản phẩm chất lượng cao hơn. Nhờ tự động hóa và giám sát theo thời gian thực, lỗi sản xuất có thể được giảm thiểu, đảm bảo sản phẩm cuối cùng luôn đáp ứng hoặc vượt kỳ vọng của khách hàng. Điều này không chỉ làm tăng sự hài lòng của khách hàng mà còn làm giảm chi phí liên quan đến sửa chữa hoặc đổi trả sản phẩm. Hơn nữa, công nghiệp 4.0 cung cấp cho SMEs những hiểu biết có giá trị về hoạt

động của doanh nghiệp. Khả năng phân tích dữ liệu tích hợp trong các công nghệ này hỗ trợ quá trình ra quyết định chính xác hơn, giúp tăng năng suất và tăng doanh thu (Rüßmann và cộng sự, 2015). Nhờ đó, SMEs có thể phản ứng linh hoạt hơn trước các biến động của thị trường, nâng cao khả năng chống chịu trước những bất ổn và gián đoạn kinh tế. Bên cạnh lợi ích vận hành và tài chính, công nghiệp 4.0 còn hỗ trợ mục tiêu phát triển bền vững. Việc quản lý tài nguyên hiệu quả hơn, giảm lãng phí và tối ưu hóa chuỗi cung ứng đều góp phần vào kết quả môi trường tích cực. Do đó, việc ứng dụng công nghiệp 4.0 không chỉ giúp SMEs tồn tại trong môi trường cạnh tranh hiện nay mà còn tạo tiền đề cho tăng trưởng, đổi mới và nâng cao sự hài lòng của khách hàng. Đây là một công cụ mạnh mẽ giúp SMEs phát triển và duy trì sự phù hợp trong thị trường luôn biến đổi và năng động.

Trong nghiên cứu này, ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa nhỏ đề cập đến việc các doanh nghiệp ứng dụng các sản phẩm khoa học công nghệ vượt trội, hoàn toàn mới của công nghiệp 4.0 vào hoạt động, tổ chức, sản xuất của các doanh nghiệp, như: phân tích dữ liệu lớn, điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo, robot cộng tác, công nghệ thực tế ảo. Khái niệm được kế thừa từ nghiên cứu của (Parhi và cộng sự, 2022).

2.1.3. Khái niệm doanh nghiệp vừa và nhỏ

Khái niệm doanh nghiệp vừa và nhỏ (Small and Medium Enterprise - SMEs):

Hiện nay, khái niệm doanh nghiệp vừa và nhỏ vẫn chưa có một định nghĩa thống nhất mang tính khái quát cho mọi quốc gia. Trên thực tế, chưa tồn tại một khái niệm chung áp dụng cho tất cả các nền kinh tế, cơ quan thống kê hay tổ chức nghiên cứu (Berisha & Pula, 2015). Doanh nghiệp nhỏ và vừa được gọi tên dựa trên tiêu chí phản ánh về quy mô. Tiêu chí phổ biến nhất để phân biệt giữa doanh nghiệp lớn và doanh nghiệp nhỏ là số lượng lao động (Hatten, 2012). Theo Ủy ban châu Âu xác định số lượng lao động là tiêu chí trung tâm trong phân loại doanh nghiệp, đồng thời nhấn mạnh sự cần thiết của việc bổ sung các tiêu chí tài chính nhằm phản ánh đầy đủ quy mô, hiệu quả hoạt động và vị thế của doanh nghiệp so với đối thủ cạnh tranh (European Commission, 2005). Ngân hàng Thế giới (World Bank) sử dụng ba tiêu chí định lượng để định nghĩa doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs), bao gồm: số lượng lao động, tổng tài sản tính bằng

đô la Mỹ và doanh thu hằng năm tính bằng đô la Mỹ (IEG, 2008). Theo đó, một doanh nghiệp phải đáp ứng tiêu chí về số lượng lao động và đồng thời thỏa mãn ít nhất một trong các tiêu chí tài chính thì mới được phân loại là doanh nghiệp siêu nhỏ, nhỏ hoặc vừa. Tại Việt Nam, theo luật hỗ trợ doanh nghiệp nhỏ và vừa 2017, doanh nghiệp nhỏ và vừa hay còn gọi thông dụng là doanh nghiệp vừa và nhỏ bao gồm doanh nghiệp siêu nhỏ, doanh nghiệp nhỏ và doanh nghiệp vừa, có số lao động tham gia bảo hiểm xã hội bình quân năm không quá 200 người và đáp ứng một trong hai tiêu chí: (1) Tổng nguồn vốn không quá 100 tỷ đồng; (2) Tổng doanh thu của năm trước liền kề không quá 300 tỷ đồng. Doanh nghiệp siêu nhỏ, doanh nghiệp nhỏ và doanh nghiệp vừa được xác định theo lĩnh vực Nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản; Công nghiệp và xây dựng; Thương mại và dịch vụ (Chính phủ, 2017).

Đặc điểm, tiêu chí xác định doanh nghiệp vừa và nhỏ:

Tại Việt Nam, căn cứ theo Nghị định số 80/2021/NĐ-CP của Chính phủ có hiệu lực từ ngày 15/10/2021 và thay thế Nghị định số 39/2018/NĐ-CP. Tiêu chí doanh nghiệp vừa và nhỏ được xác định như sau: Doanh nghiệp nhỏ trong lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản; lĩnh vực công nghiệp và xây dựng sử dụng lao động có tham gia bảo hiểm xã hội bình quân năm không quá 100 người và tổng doanh thu của năm không quá 50 tỷ đồng hoặc tổng nguồn vốn của năm không quá 20 tỷ đồng. Doanh nghiệp nhỏ trong lĩnh vực thương mại và dịch vụ sử dụng lao động có tham gia bảo hiểm xã hội bình quân năm không quá 50 người và tổng doanh thu của năm không quá 100 tỷ đồng hoặc tổng nguồn vốn của năm không quá 50 tỷ đồng. Doanh nghiệp vừa trong lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản; lĩnh vực công nghiệp và xây dựng sử dụng lao động có tham gia bảo hiểm xã hội bình quân năm không quá 200 người và tổng doanh thu của năm không quá 200 tỷ đồng hoặc tổng nguồn vốn của năm không quá 100 tỷ đồng. Doanh nghiệp vừa trong lĩnh vực thương mại và dịch vụ sử dụng lao động có tham gia bảo hiểm xã hội bình quân năm không quá 100 người và tổng doanh thu của năm không quá 300 tỷ đồng hoặc tổng nguồn vốn của năm không quá 100 tỷ đồng.

Trong nghiên cứu này, tiêu chí xác định doanh nghiệp vừa và nhỏ sẽ căn cứ theo Nghị định số 80/2021/NĐ-CP của Chính phủ, cụ thể:

**Bảng 2.2: Tiêu chí xác định doanh nghiệp vừa và nhỏ
theo số lượng lao động và tổng doanh thu của năm**

Quy mô Khu vực	Doanh nghiệp siêu nhỏ		Doanh nghiệp nhỏ		Doanh nghiệp vừa	
	Số lao động tham gia BHXH bình quân năm	Tổng doanh thu của năm	Số lao động tham gia BHXH bình quân năm	Tổng doanh thu của năm	Số lao động tham gia BHXH bình quân năm	Tổng doanh thu của năm
I. Nông, lâm nghiệp và thủy sản	10 người trở xuống	3 tỷ đồng trở xuống	100 người trở xuống	50 tỷ đồng trở xuống	200 người trở xuống	200 tỷ đồng trở xuống
II. Công nghiệp và xây dựng	10 người trở xuống	3 tỷ đồng trở xuống	100 người trở xuống	50 tỷ đồng trở xuống	200 người trở xuống	200 tỷ đồng trở xuống
III. Thương mại và dịch vụ	10 người trở xuống	10 tỷ đồng trở xuống	50 người trở xuống	100 tỷ đồng trở xuống	100 người trở xuống	300 tỷ đồng trở xuống

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

**Bảng 2.3: Tiêu chí xác định doanh nghiệp vừa và nhỏ
theo số lượng lao động và tổng nguồn vốn của năm**

Quy mô Khu vực	Doanh nghiệp siêu nhỏ		Doanh nghiệp nhỏ		Doanh nghiệp vừa	
	Số lao động tham gia BHXH bình quân năm	Tổng nguồn vốn của năm	Số lao động tham gia BHXH bình quân năm	Tổng nguồn vốn của năm	Số lao động tham gia BHXH bình quân năm	Tổng nguồn vốn của năm
I. Nông, lâm nghiệp và thủy sản	10 người trở xuống	3 tỷ đồng trở xuống	100 người trở xuống	20 tỷ đồng trở xuống	200 người trở xuống	100 tỷ đồng trở xuống
II. Công nghiệp và xây dựng	10 người trở xuống	3 tỷ đồng trở xuống	100 người trở xuống	20 tỷ đồng trở xuống	200 người trở xuống	100 tỷ đồng trở xuống
III. Thương mại và dịch vụ	10 người trở xuống	3 tỷ đồng trở xuống	50 người trở xuống	50 tỷ đồng trở xuống	100 người trở xuống	100 tỷ đồng trở xuống

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

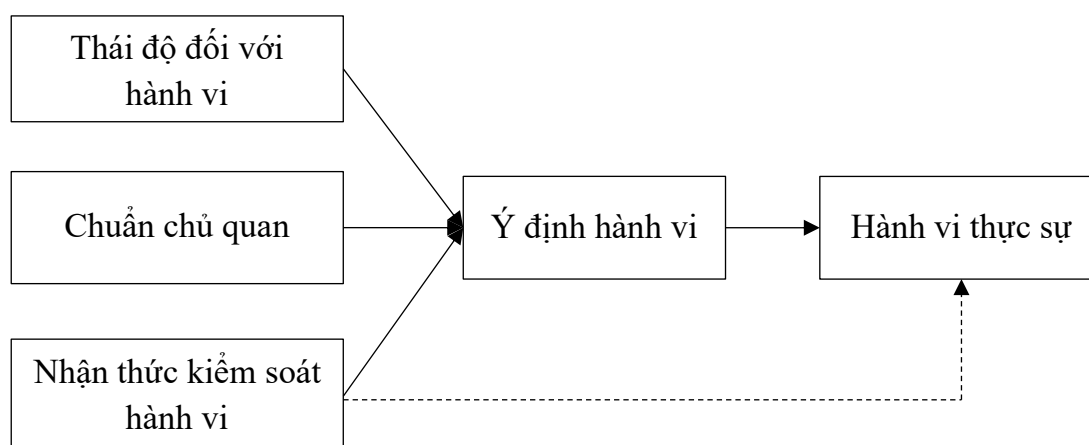
Vai trò của doanh nghiệp vừa và nhỏ:

Các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) đóng vai trò quan trọng trong sự tăng trưởng của tổng sản phẩm quốc nội (GDP) của các quốc gia, được xem là nền tảng cho sự ổn định và khả năng cạnh tranh của bất kỳ nền kinh tế nào vì các tổ chức SMEs liên quan đến cơ sở khách hàng, mang lại việc làm đa dạng nên có ảnh hưởng đến cơ cấu nền kinh tế (Da Silva và cộng sự, 2022). Đặc điểm chung của các doanh nghiệp vừa và nhỏ là có nguồn lực hạn chế về kỹ năng chuyên môn, cơ sở hạ tầng, công nghệ, nguồn lực tài chính (Axmann & Harmoko, 2020). Sự sống còn và khả năng cạnh tranh của SMEs phụ thuộc vào khả năng phản ứng nhanh với sự thay đổi, có thể sử dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 để hỗ trợ chuyển đổi (Ghobakhloo & Ching, 2019). Trong môi trường cạnh tranh năng động ngày nay, sẽ thúc đẩy các công ty tìm kiếm các giải pháp, sáng kiến để chuẩn bị ứng phó với những thay đổi về kinh tế, xã hội, chính trị, sự thay đổi trong cấu trúc tổ chức và công nghệ (Da Silva và cộng sự, 2022). Đặc biệt với sự tiên bộ, phát triển nhanh chóng của công nghệ, các SMEs phải thích ứng với các công nghệ mới và những thay đổi của thị trường để duy trì khả năng cạnh tranh (Ghobakhloo & Ching, 2019). Động lực chính khiến các công ty ứng dụng công nghiệp 4.0 là những lợi ích tiềm năng mà các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại (Ghobakhloo & Ching, 2019). Cũng giống như những doanh nghiệp lớn, các SMEs cũng phải ứng dụng công nghiệp 4.0 để phục vụ một thị trường năng động, không đồng nhất nhằm đạt được năng suất và chất lượng, phản ứng nhanh, linh hoạt, rút ngắn thời gian hoàn thành công việc và các SMEs tin rằng việc ứng dụng công nghiệp 4.0 có thể hỗ trợ để đạt được mục tiêu trên (Gamache, Abdul-Nour, & Baril, 2020). Nếu việc triển khai công nghiệp 4.0 đang là thách thức đối với các doanh nghiệp lớn thì các doanh nghiệp vừa và nhỏ còn gặp nhiều khó khăn hơn trong việc ứng dụng, do điều kiện môi trường, tính chất phức tạp của công nghệ, sự bất ổn về kinh tế và nguồn lực tài chính còn hạn chế (Neirotti, Raguseo, & Paolucci, 2018). Mặc dù SMEs được coi là động lực thúc đẩy phát triển kinh tế nhưng định hướng giá trị đầu tư của họ lại rất khiêm tốn, ngoài ra các công ty còn thiếu kiến thức và kỹ năng cần thiết để xác định các chương trình đổi mới của tổ chức (Ricci, Battaglia, & Neirotti, 2021).

2.2. Các lý thuyết nền tảng

2.2.1. Thuyết hành vi dự định (TPB)

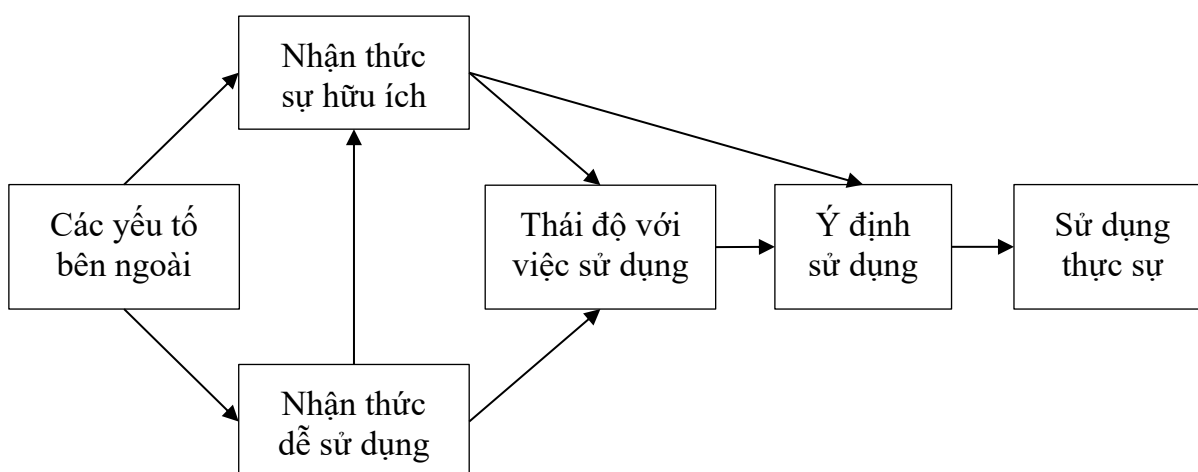
Thuyết hành vi dự định (Theory of Planned Behavior - TPB) của Ajzen (1991) được phát triển từ thuyết hành động hợp lý của Ajzen và Fishbein (1975), nhằm giải thích và dự đoán hành vi có chủ đích của con người trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Thuyết TPB cho rằng: hành vi của một cá nhân không phải là ngẫu nhiên, mà được dẫn dắt bởi ý định hành vi. Trong đó, ý định hành vi bị chi phối bởi ba nhân tố chính, bao gồm: thái độ (attitude toward behavior), chuẩn chủ quan (subjective norm) và nhận thức kiểm soát hành vi (perceived behavior control). Thái độ được định nghĩa là đánh giá tích cực hay tiêu cực đối với hành vi đó. Chuẩn chủ quan hay ảnh hưởng xã hội được định nghĩa là ảnh hưởng của áp lực xã hội đến việc nhận thức thực hiện hoặc không thực hiện hành vi (Ajzen, 1991). Ảnh hưởng xã hội đề cập đến sự ảnh hưởng của những người quan trọng, gần gũi, thân quen đến cá nhân thực hiện hành vi đó. Nhận thức kiểm soát hành vi phản ánh việc dễ dàng hay khó khăn khi thực hiện hành vi và việc thực hiện hành vi đó có bị kiểm soát, hạn chế hay không. Ajzen (1991) đề nghị rằng nhân tố kiểm soát hành vi tác động trực tiếp đến ý định thực hiện hành vi và nếu người tiêu dùng chính xác trong nhận thức của mình, thì kiểm soát hành vi còn dự báo cả hành vi. Theo lý thuyết TPB, khi các yếu tố thái độ đối với hành vi, chuẩn chủ quan càng thuận lợi cũng như sự nhận thức kiểm soát hành vi càng tích cực thì một cá nhân có ý định thực hiện hành vi đó càng mạnh mẽ. Và khi ý định thực hiện hành vi càng chắc chắn thì cơ hội hành vi đó được thực hiện càng cao.



Hình 2.1: Thuyết hành vi dự định - TPB (Ajzen, 1991)

2.2.2. Mô hình chấp nhận công nghệ (TAM)

Mô hình chấp nhận công nghệ (Technology Acceptance Model - TAM) được phát triển bởi Davis (1989), dựa trên thuyết hành động hợp lý (TRA) và thuyết hành vi dự định (TPB) để dự báo hành vi chấp nhận và sử dụng công nghệ mới của người dùng. Đây là một lý thuyết nổi bật trong lĩnh vực hệ thống thông tin. Mục tiêu của TAM là phát triển và thử nghiệm mô hình lý thuyết về tác động của đặc điểm hệ thống đến sự chấp nhận và sử dụng công nghệ của người dùng. Các yếu tố để giải thích và dự đoán hành vi chấp nhận sử dụng công nghệ mới trong mô hình TAM, bao gồm: nhận thức sự hữu ích (perceived usefulness), nhận thức dễ sử dụng (perceived ease of use) và thái độ với việc sử dụng (attitude toward using).



Hình 2.2: Mô hình chấp nhận công nghệ TAM (Davis, 1989)

Nhận thức sự hữu ích được định nghĩa là mức độ mà một cá nhân tin rằng việc sử dụng một hệ thống cụ thể sẽ nâng cao hiệu suất công việc của họ. Nói cách khác, nếu người dùng cảm thấy công nghệ có thể giúp họ hoàn thành công việc một cách hiệu quả hơn, họ sẽ có xu hướng chấp nhận và sử dụng nó. Nhận thức dễ sử dụng được định nghĩa là mức độ một cá nhân tin rằng việc sử dụng một hệ thống cụ thể sẽ không tốn nhiều công sức. Nếu một công nghệ được cho là dễ sử dụng, với giao diện thân thiện và ít cần học hỏi, người dùng sẽ dễ dàng chấp nhận và sử dụng nó. Nhận thức dễ sử dụng có tác động đáng kể đến nhận thức sự hữu ích, vì một hệ thống dễ sử dụng sẽ dẫn đến hiệu suất công việc tăng lên, nghĩa là mang lại tính hữu ích cao cho người dùng. Mặt khác, các yếu tố bên ngoài như ảnh hưởng xã hội là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến nhận thức hữu ích và nhận thức dễ sử dụng. Khi những yếu tố trong TAM được đáp ứng,

người dùng sẽ có thái độ và ý định sử dụng công nghệ. Việc hiểu rõ các yếu tố này sẽ giúp các tổ chức thiết kế công nghệ phù hợp với kỳ vọng của người dùng, từ đó nâng cao tỷ lệ chấp nhận công nghệ và sự hài lòng chung của người dùng.

2.2.3. Lý thuyết khuếch tán đổi mới (DOI)

Lý thuyết khuếch tán đổi mới (Diffusion of Innovation - DOI) là lý thuyết quan trọng trong chuyên ngành truyền thông học, nhằm mục đích giải thích các cơ chế lan truyền và tối đa hóa những ý tưởng cải tiến, nhân rộng các mô hình đổi mới diễn ra trong một cộng đồng, lý thuyết này được phát triển hoàn chỉnh năm 1962 bởi Everett Rogers dựa trên kết quả của 508 nghiên cứu về khuếch tán đổi mới. Lý thuyết phát hiện ra rằng các đặc điểm cá nhân, đặc điểm bên trong của cơ cấu tổ chức và các đặc điểm bên ngoài của tổ chức là những tiền đề quan trọng đối với tính đổi mới của tổ chức. Nhiều nghiên cứu điều tra việc áp dụng ở cấp độ doanh nghiệp sử dụng lý thuyết khuếch tán đổi mới cho thấy rằng sự lan tỏa đổi mới chủ yếu dựa trên: Đặc điểm của công nghệ và nhận thức của người dùng về hệ thống.

Rogers và Shoemaker (1971) tập trung vào sự đổi mới với tư cách là tác nhân chính trong lý thuyết khuếch tán sự đổi mới. Sử dụng các thuộc tính của mô hình đổi mới để giải thích các đặc điểm của đổi mới có thể ảnh hưởng đến việc chấp nhận hoặc từ chối đổi mới (Feder & O'Mara, 1982). Barnett (1979) cho rằng liệu một người có thực sự chấp nhận hay phủ nhận một sự đổi mới cụ thể hay không? Đây là một quyết định được đưa ra sau một loạt suy nghĩ và lập kế hoạch. Rogers (2003) đã mô tả quá trình đổi mới - phân tán là “một quá trình giảm thiểu sự không chắc chắn” và ông đề xuất các thuộc tính của đổi mới giúp giảm bớt sự không chắc chắn về đổi mới. Rogers và Shoemaker (1971) đã quan sát thấy rằng 5 thuộc tính của sự đổi mới chủ yếu liên quan ảnh hưởng đến việc áp dụng đổi mới, gồm: Lợi thế tương đối, Tính tương thích, Độ phức tạp, Khả năng thử nghiệm và Khả năng quan sát. Nhận thức của các cá nhân về 5 đặc điểm này dự đoán tỷ lệ áp dụng các đổi mới (Rogers, 2003).

Lợi thế tương đối: Là sự đổi mới tốt hơn so với những gì đã có trước đây. Một sự đổi mới sẽ chỉ được thông qua nếu nó được coi là tốt hơn ý tưởng, sản phẩm hoặc chương trình mà nó thay thế. Những lợi thế được xem xét có thể là: kinh tế; xã hội; (Rogers, 2003).

Khả năng tương thích: Khả năng tương thích là mức độ mà một sự đổi mới được coi là phù hợp với các giá trị hiện có, kinh nghiệm trong quá khứ và nhu cầu của những người áp dụng tiềm năng. Một sự đổi mới có thể tương thích hoặc không tương thích với các giá trị và niềm tin văn hóa xã hội, với những ý tưởng đã được giới thiệu trước đó hoặc nhu cầu của khách hàng đối với sự đổi mới (Rogers, 2010). Những đổi mới tương thích với các giá trị, chuẩn mực, niềm tin và nhu cầu nhận thức của người dùng dự định sẽ dễ dàng được chấp nhận hơn (Oldenburg & Glanz, 2008).

Độ phức tạp: Độ phức tạp là mức độ mà một sự đổi mới được coi là khó hiểu và khó sử dụng (Rogers, 2010). Sự phức tạp của một sự đổi mới theo cảm nhận của các thành viên trong một hệ thống xã hội có liên quan tiêu cực đến tỷ lệ áp dụng đổi mới. Những đổi mới được coi là dễ sử dụng có nhiều khả năng được áp dụng, trong khi những đổi mới phức tạp hơn ít được áp dụng thành công hơn.

Khả năng thử nghiệm: Khả năng thử nghiệm là mức độ mà một sự đổi mới có thể được thử nghiệm trên cơ sở hạn chế. Khả năng thử nghiệm của một đổi mới theo cảm nhận của các thành viên trong hệ thống xã hội có liên quan tích cực đến tỷ lệ áp dụng đổi mới (Rogers, 2010). Những đổi mới mà người dùng dự định có thể thử nghiệm trên cơ sở hạn chế sẽ được chấp nhận và đồng hóa dễ dàng hơn.

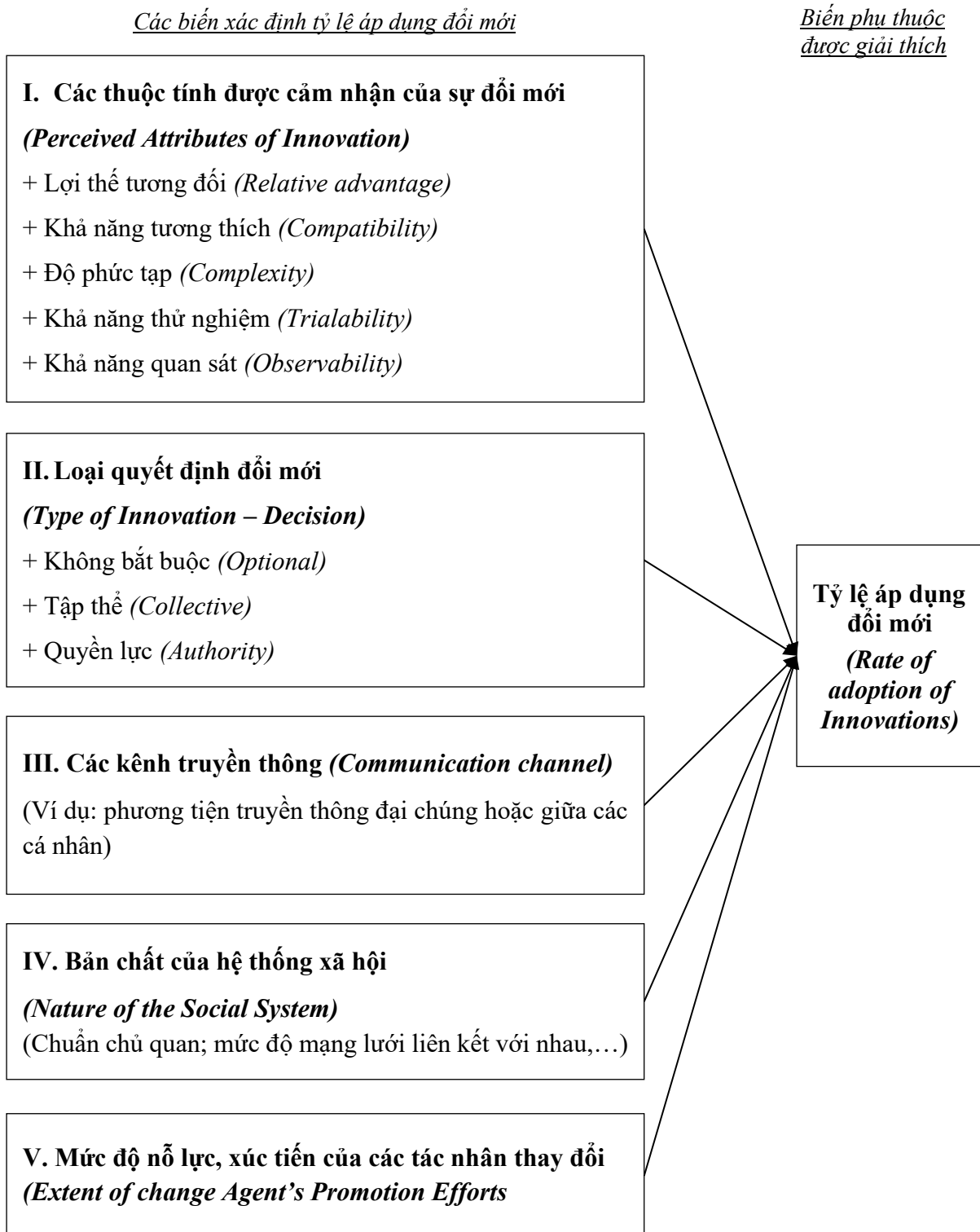
Khả năng quan sát: Khả năng quan sát được là mức độ mà người khác có thể nhìn thấy kết quả của một đổi mới (Rogers, 2010). Nếu lợi ích của một sự đổi mới dễ dàng được xác định và nhìn thấy đối với những người khác nó sẽ được thông qua dễ dàng hơn. Khả năng quan sát được của đổi mới theo cảm nhận của các thành viên của một hệ thống xã hội có mối quan hệ tích cực với tỷ lệ áp dụng đổi mới.

Tỷ lệ áp dụng đổi mới (Rate of adoption of Innovation) là tốc độ tương đối mà một sự đổi mới được các thành viên của một hệ thống xã hội chấp nhận. Tỷ lệ này thường được đo bằng số lượng cá nhân chấp nhận một ý tưởng mới trong một khoảng thời gian xác định, vì vậy tỷ lệ chấp nhận hay tỷ lệ áp dụng đổi mới là một chỉ số về độ dốc của đường cong chấp nhận đổi mới. Các thuộc tính được cảm nhận của một sự đổi mới là một lời giải thích quan trọng về tỷ lệ chấp nhận đổi mới. Trong nghiên cứu của Rogers (1983) từ 49% đến 87% sự khác biệt trong tỷ lệ chấp nhận đổi mới được giải thích bởi năm thuộc tính được cảm nhận của đổi mới, ngoài ra còn có các biến số khác, như: Loại

quyết định đổi mới, bản chất của các kênh truyền thông lan tỏa sự đổi mới ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình ra quyết định đổi mới, bản chất của hệ thống xã hội mà sự đổi mới đang lan tỏa, mức độ thúc đẩy của các tác nhân thay đổi, những nỗ lực phổ biến đổi mới ảnh hưởng đến tỷ lệ áp dụng đổi mới. Nếu nhiều người tham gia trong việc đưa ra quyết định đổi mới thì tốc độ áp dụng đổi mới càng chậm, phương tiện để tăng tốc độ áp dụng đổi mới là cố gắng thay đổi số lượng đơn vị quyết định sao cho ít cá nhân tham gia hơn.

Sự lan tỏa là quá trình theo đó một sự đổi mới được truyền đạt thông qua các kênh nhất định theo thời gian giữa các thành viên của một hệ thống xã hội và Rogers coi phổ biến là những nỗ lực có kế hoạch, có hệ thống được thiết kế để làm cho một chương trình hoặc sự đổi mới được phổ biến rộng rãi hơn cho đối tượng mục tiêu hoặc các thành viên của một hệ thống xã hội (Rogers, 2003). Khuếch tán là một tiến trình đòi hỏi thời gian, bắt đầu khá chậm rãi với một số ít người sử dụng, sau đó được lan truyền nhanh hơn khi nó trở thành xu thế trong cộng đồng và cuối cùng nó diễn ra chậm lại khi đạt đến sự bão hòa về số người sử dụng trong cộng đồng đó. Ryan và Gross (1943) đã tìm thấy năm kiểu người chấp nhận áp dụng đổi mới công nghệ trong quá trình phổ biến công nghệ mới vào hệ thống, cụ thể: Người đổi mới (2,5%); Người dùng sớm (13,5%); Đa số sớm (34%); Đa số muộn (34%); Chậm trễ (16%). Những người đổi mới là những người sẵn sàng tiếp thu những ý tưởng và sản phẩm mới trong khi những người tụt hậu lại hoài nghi về những đổi mới. Những người đổi mới là những người chấp nhận rủi ro mạo hiểm đóng vai trò là người tiên phong cho những người đi sau (Kaasinen, 2005). Các nhà đổi mới giống như những người chấp nhận rủi ro và sẵn sàng thử nghiệm các công nghệ mới ngay từ đầu. Vì vậy họ nên chuẩn bị để đối phó với những đổi mới không có lợi và không thành công, cũng như mức độ không chắc chắn nhất định về đổi mới (Sahin, 2006). Những người chấp nhận sớm là những người đầu tiên trong nhóm của họ chấp nhận và sẵn sàng duy trì vị trí của mình bằng cách đánh giá những đổi mới cho những người khác (Kaasinen, 2005). So với người đổi mới, những người chấp nhận sớm có vai trò đi sau trong quá trình phổ biến của một công nghệ mới hoặc một sự đổi mới. Các nhà lãnh đạo đóng vai trò trung tâm ở hầu hết mọi giai đoạn của quá trình đổi mới, từ khởi xướng đến thực hiện, đặc biệt là trong việc triển khai các nguồn lực thúc đẩy đổi mới. Đa số muộn và những người chậm trễ (tụt hậu) thường là những cá nhân truyền

thống hơn, kinh tế khó khăn hơn, có địa vị thấp hơn, những người này cần có áp lực từ bạn bè để thúc đẩy việc chấp nhận đổi mới (Rogers, 1995), họ là những người dùng hoài nghi với sự đổi mới và chờ đợi khi hầu hết những người khác đã áp dụng thì họ mới chấp nhận.



Hình 2.3: Các biến xác định tỷ lệ áp dụng đổi mới (Rogers, 1983)

Mô hình 5 giai đoạn trong quá trình quyết định đổi mới:

Quá trình ra quyết định đổi mới là quá trình mà qua đó một cá nhân (hoặc đơn vị ra quyết định) đi từ kiến thức ban đầu về một sự đổi mới đến việc hình thành thái độ đối với sự đổi mới, dẫn đến quyết định chấp nhận hoặc từ chối đổi mới, sau đó là việc triển khai thực hiện đổi mới và xác nhận quyết định (Rogers, 1983).

Giai đoạn 1 - Giai đoạn tìm hiểu kiến thức: Đây là bước đầu tiên của quá trình ra quyết định đổi mới. Trong giai đoạn này cá nhân bắt đầu biết về sự tồn tại của việc đổi mới thông qua các kênh truyền thông, giao tiếp. Giai đoạn này sẽ trả lời cho những câu hỏi: Cái gì? Làm thế nào? Tại sao? về đổi mới, các nhân sẽ cố gắng xác định sự đổi mới là gì, cách thức và tại sao nó hoạt động? (Rogers, 2003).

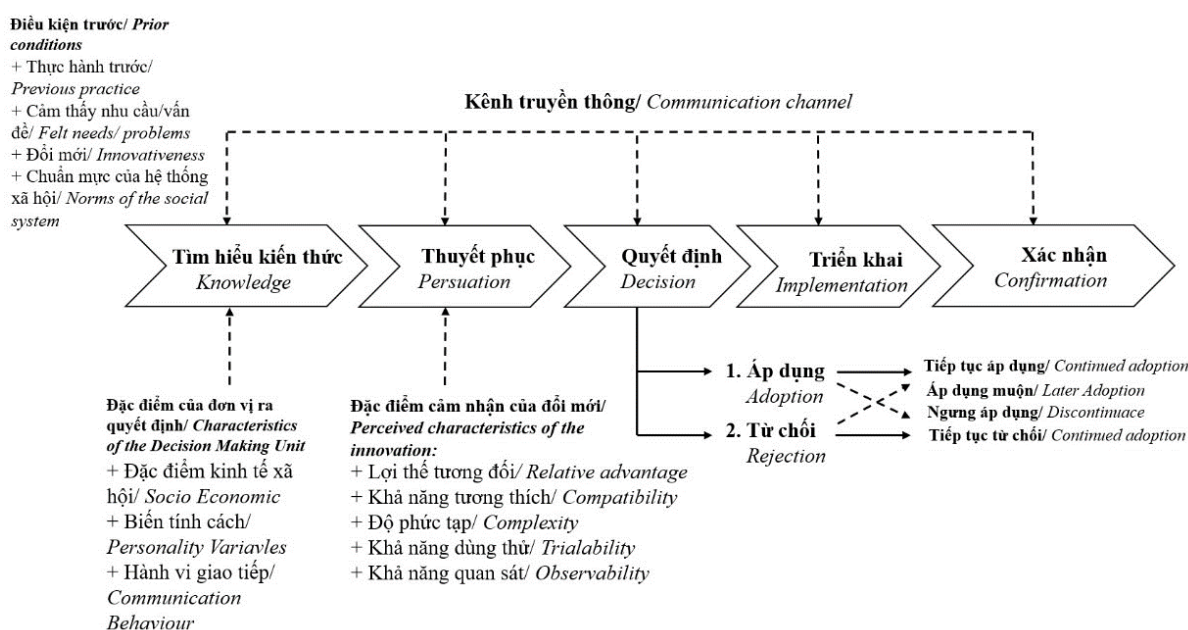
Giai đoạn 2 - Giai đoạn thuyết phục: Giai đoạn thuyết phục xảy ra khi một cá nhân hình thành thái độ thuận lợi hoặc không thuận lợi đối với sự đổi mới (Rogers, 1983). Tuy nhiên, Rogers lập luận rằng việc hình thành thái độ tích cực hay tiêu cực về sự đổi mới có thể không liên quan trực tiếp đến quyết định chấp nhận hay từ chối sự đổi mới. Một người chỉ hình thành thái độ về một sự đổi mới chỉ khi họ nhận thức được sự tồn tại của nó. Trong giai đoạn này, sự không chắc chắn xoay quanh việc áp dụng đổi mới có thể tăng hoặc giảm. Một lời truyền miệng sai hoặc công khai sai có thể làm tăng mức độ không chắc chắn trong khi những phản hồi tích cực từ bạn bè, người thân, đồng nghiệp sẽ làm giảm đáng kể mức độ không chắc chắn.

Giai đoạn 3 - Giai đoạn quyết định: Giai đoạn quyết định xảy ra khi các cá nhân hoặc đơn vị ra quyết định tham gia vào các hoạt động dẫn đến lựa chọn áp dụng hoặc từ chối đổi mới (Rogers, 1983). Nếu một sự đổi mới có thể được thử nghiệm ở quy mô nhỏ hơn hoặc có thể nhiều hơn nữa thì nó sẽ nâng cao cơ hội được các cá nhân áp dụng hoặc chấp nhận, việc chấp nhận hoặc từ chối có thể không phải là vĩnh viễn và cá nhân sau đó có thể thay đổi quyết định của mình, vì vậy Rogers đã đề xuất bốn kết quả của giai đoạn này: Tiếp tục áp dụng; Áp dụng muộn; Ngưng áp dụng; Tiếp tục từ chối.

Giai đoạn 4 - Giai đoạn triển khai: Đây là giai đoạn đưa sự đổi mới áp dụng vào thực tiễn hàng ngày, có thể nói giai đoạn này là một nhiệm vụ khó khăn với người dùng. Sự không chắc chắn về kết quả đổi mới vẫn có thể là một vấn đề ở giai đoạn này. Vì vậy người thực hiện cần hỗ trợ kỹ thuật từ các tác nhân thay đổi và những người khác

để giảm mức độ không chắc chắn về kết quả của đổi mới.

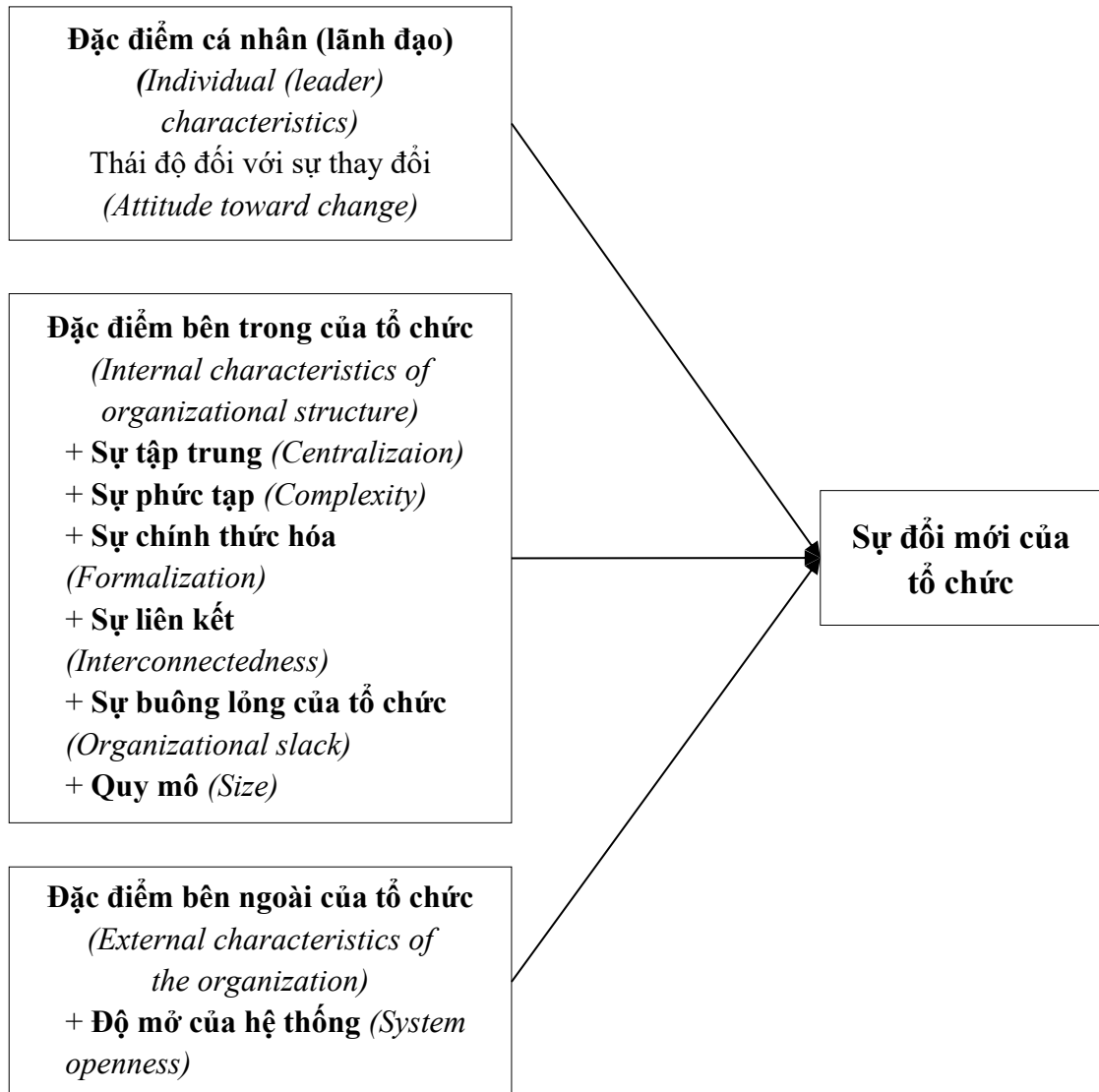
Giai đoạn 5 - Giai đoạn xác nhận: Theo Rogers, ngay cả sau khi quyết định áp dụng một đổi mới được đưa ra, hành vi của con người là tìm kiếm thông tin về đổi mới để cảm thấy có động lực hoặc cắt bỏ đổi mới. Rogers (2003) lập luận rằng ngay cả sau khi quyết định áp dụng được đưa ra, nó vẫn có thể bị đảo ngược nếu cá nhân đó “tiếp xúc với những thông điệp mâu thuẫn về sự đổi mới. Tuy nhiên, cá nhân có xu hướng tránh xa những thông điệp này và tìm kiếm những thông điệp hỗ trợ xác nhận quyết định của mình (Sahin, 2006). Chính trong giai đoạn này, thái độ của một người đối với sự đổi mới được hình thành trong giai đoạn thuyết phục đóng một vai trò rất lớn liệu người đó có tiếp tục chấp nhận việc ngừng đổi mới hay không.



Hình 2.4: Mô hình 5 giai đoạn trong quá trình quyết định đổi mới (Rogers, 1983)

Dựa trên lý thuyết DOI ở cấp độ doanh nghiệp (Rogers, 1995), tính đổi mới có liên quan đến các biến độc lập như đặc điểm cá nhân (lãnh đạo), đặc điểm cơ cấu tổ chức bên trong và đặc điểm bên ngoài của tổ chức (Hình 2.5). Các đặc điểm cá nhân mô tả thái độ của nhà lãnh đạo đối với sự thay đổi. Các đặc điểm bên trong của cơ cấu tổ chức bao gồm các quan sát theo Rogers (1995): Tập trung hóa là mức độ mà quyền lực và sự kiểm soát trong một hệ thống được tập trung vào tay của một số ít cá nhân; Sự phức tạp là mức độ mà các thành viên của tổ chức sở hữu một mức độ kiến thức và chuyên môn tương đối cao; Chính thức hóa là mức độ mà một tổ chức nhấn mạnh các thành viên của

mình tuân theo các quy tắc và thủ tục; Sự kết nối lẫn nhau là mức độ mà các đơn vị trong một hệ thống xã hội được liên kết với nhau bằng mạng lưới giữa các cá nhân; Sự chậm trễ của tổ chức là mức độ mà các nguồn lực không cam kết có sẵn cho một tổ chức; Quy mô là số lượng nhân viên của tổ chức. Đặc điểm bên ngoài của tổ chức đề cập đến tính mở của hệ thống.

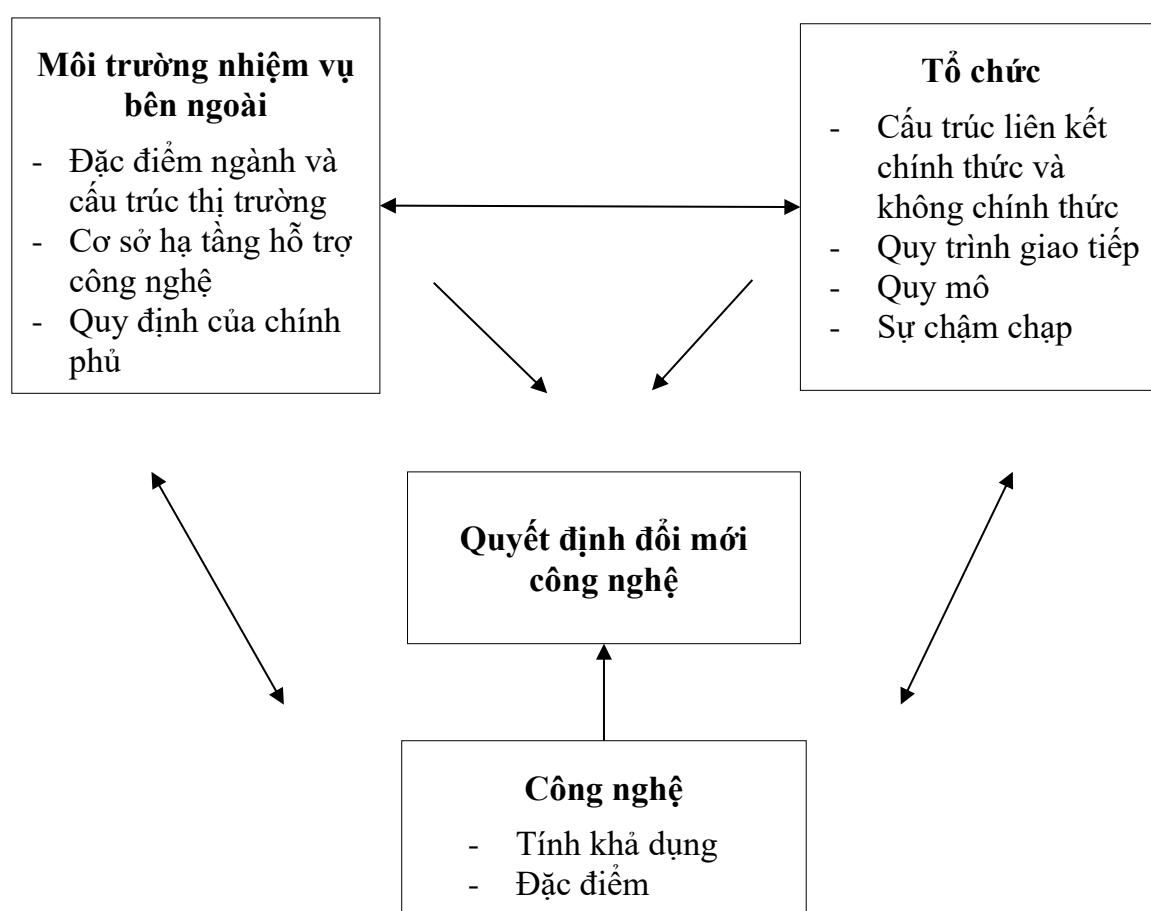


Hình 2.5: Lý thuyết khuếch tán đổi mới (Rogers 1995)

2.2.4. Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE)

Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (Technology - Organization - Environment framework) là một trong những khung nghiên cứu phổ biến về hành vi chấp nhận công nghệ mới của tổ chức doanh nghiệp. Khung TOE được phát hiện vào năm 1990 bởi Tornatzky & Fleicher, xác định ba khía cạnh của bối cảnh doanh nghiệp

có ảnh hưởng đến quá trình áp dụng và triển khai đổi mới công nghệ, bao gồm: bối cảnh công nghệ, bối cảnh tổ chức và bối cảnh môi trường. Bối cảnh công nghệ trong mô hình TOE có nguồn gốc từ Lý thuyết khuyếch tán đổi mới (DOI), mô hình TAM và Lý thuyết về hành vi dự định (TPB), bao gồm các công nghệ hiện tại đang được sử dụng bên trong doanh nghiệp, cũng như tập hợp các công nghệ sẵn có bên ngoài, có thể tìm thấy trên thị trường (Chang và cộng sự, 2020). Bối cảnh tổ chức đề cập đến: phạm vi, quy mô, cơ cấu quản lý của doanh nghiệp. Bối cảnh môi trường là nơi mà công ty phải tiến hành hoạt động kinh doanh của mình bị tác động bởi đối thủ cạnh tranh, các quy định chính sách của chính phủ (Tornatzky, Fleischer, & Chakrabarti, 1990).

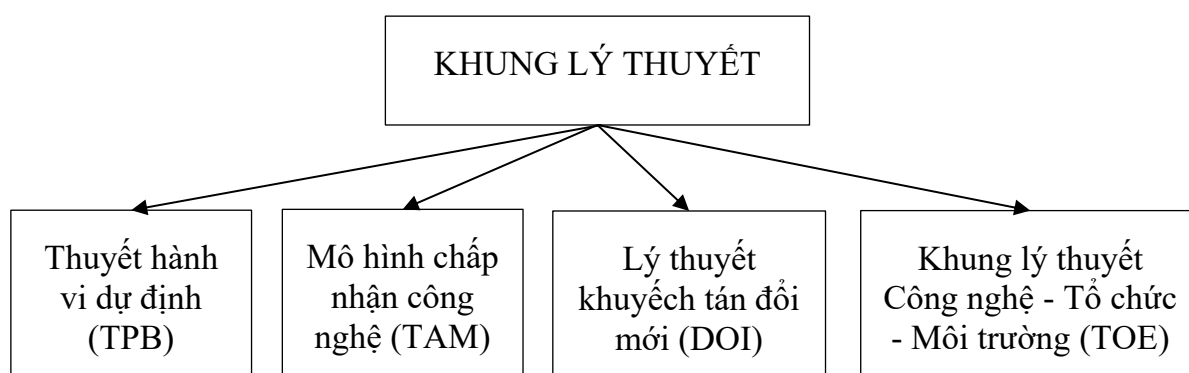


Hình 2.6: Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường
(L. Tornatzky & Fleischer, 1990)

Mô hình TOE được đánh giá là lý thuyết linh hoạt và mạnh mẽ nhất trong việc giải thích quyết định áp dụng công nghệ của các doanh nghiệp (Grant & Yeo, 2018). Không như mô hình DOI chỉ tập trung vào các yếu tố công nghệ, mô hình TOE bao gồm tất cả các yếu tố bên trong và bên ngoài tác động đến việc áp dụng công nghệ trong tổ chức

(Zhu và cộng sự, 2016). Mô hình TOE đã được thử nghiệm trong nhiều bối cảnh khác nhau, bao gồm quản lý quan hệ khách hàng (CRM) (Cruz-Jesus, Pinheiro, & Oliveira, 2019), điện toán đám mây (Hiran & Henten, 2020), blockchain (Clohessy & Acton, 2019), thương mại xã hội (Abed, 2020), tiếp thị truyền thông xã hội (Abbasi và cộng sự, 2022), Internet vạn vật (Asadi và cộng sự, 2021) và chuyển đổi số (Maroufkhani và cộng sự, 2020). Nhiều nghiên cứu đã xác nhận khả năng làm rõ việc áp dụng các công nghệ khác nhau trong môi trường tổ chức. So với các lý thuyết khác thì điểm mạnh của TOE nằm ở việc xem xét tác động cả các yếu tố bên trong và bên ngoài trong một mô hình duy nhất (Maroufkhani, Iranmanesh, & Ghobakhloo, 2022; W. Xu, Ou, & Fan, 2017).

Từ các lý thuyết trên, tác giả tổng hợp khung lý thuyết nghiên cứu như sau:



Hình 2.7: Khung lý thuyết nghiên cứu (Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

Khi nghiên cứu về chấp nhận và ứng dụng công nghệ ở cấp độ cá nhân, TAM giải thích ý định sử dụng dựa trên nhận thức về sự hữu ích và tính dễ sử dụng của công nghệ, trong khi TPB mở rộng cơ chế này thông qua các yếu tố tâm lý - xã hội như chuẩn chủ quan và kiểm soát hành vi cảm nhận. Mối liên hệ giữa TAM và TPB đặc biệt rõ ràng khi nhận thức hữu ích và dễ sử dụng của TAM là yếu tố hình thành thái độ trong TPB, qua đó tác động gián tiếp đến ý định hành vi. Ở góc độ công nghệ, DOI bổ sung cho TAM bằng cách mô tả những đặc tính của đổi mới (lợi thế tương đối, tính tương thích, mức độ phức tạp) - vốn là nguồn gốc tạo nên nhận thức hữu ích và dễ sử dụng. Do đó, DOI lý giải tại sao cá nhân hình thành nhận thức tích cực về công nghệ, còn TAM và TPB mô tả cơ chế tâm lý dẫn đến hành vi sử dụng. Ở cấp độ tổ chức, TOE mở rộng hai lý thuyết trên bằng cách đưa vào các yếu tố bối cảnh bên trong doanh nghiệp và môi

trường bên ngoài như các nguồn lực nội bộ, áp lực cạnh tranh, và hỗ trợ từ chính phủ. Các yếu tố công nghệ trong TOE có thể được giải thích trực tiếp từ DOI, trong khi yếu tố tổ chức và môi trường ảnh hưởng đến mức độ hỗ trợ và điều kiện để nhân viên thực sự sử dụng và thực hành triển khai công nghệ như mô tả trong TPB. Như vậy, các lý thuyết nền tảng TPB, TAM, DOI và TOE cho phép hiểu rõ hơn quá trình hình thành ý định và hành vi ứng dụng công nghệ ở cả cấp độ cá nhân (TPB, TAM) và cấp độ tổ chức (TOE, DOI), đồng thời làm sáng tỏ các đặc tính đổi mới và động lực môi trường tác động đến việc ứng dụng công nghệ trong doanh nghiệp. Trong nghiên cứu tổng hợp các mô hình áp dụng công nghệ thông tin ở cấp độ tổ chức, doanh nghiệp thì lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI) và khung TOE đã giải thích mạnh mẽ hơn trong việc áp dụng công nghệ từ quan điểm của tổ chức (Oliveira & Martins, 2011) vì vậy trong nghiên cứu này tác giả sẽ sử dụng hai mô hình lý thuyết DOI và TOE kết hợp để xây dựng mô hình nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 trong SMEs.

2.2.5. Mô hình tích hợp lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) và lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI)

Các mô hình lý thuyết thường được sử dụng để dự đoán và giải thích hành vi chấp nhận công nghệ, như: Lý thuyết về hành động hợp lý (TRA); Lý Thuyết về hành vi dự định (TPB); Mô hình chấp nhận công nghệ (TAM); Lý thuyết thống nhất về chấp nhận và sử dụng công nghệ (UTAUT) mặc dù những đóng góp của các mô hình này đối với việc áp dụng công nghệ được đánh giá cao, nhưng những mô hình trên chỉ phù hợp để điều tra việc áp dụng, triển khai công nghệ ở cấp độ cá nhân. Khi nghiên cứu về hành vi tổ chức, việc sử dụng mô hình tích hợp hai lý thuyết TOE và DOI là cần thiết và phù hợp, vì hai lý thuyết này bổ sung cho nhau trong việc giải thích các nhân tố ảnh hưởng đến quá trình triển khai, ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Mặt khác, TOE-DOI cung cấp cái nhìn toàn diện về các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs khi xem xét cả những nhân tố bên trong và bên ngoài tác động đến quyết định của tổ chức. Theo Yuwono, Suroso, và Novandari (2024), khung TOE xác định ba khía cạnh, bối cảnh của doanh nghiệp ảnh hưởng đến quá trình chấp nhận và triển khai đổi mới công nghệ: bối cảnh công nghệ, bối cảnh tổ chức, và bối cảnh môi trường. Theo khung TOE, các SMEs cần đánh giá cẩn thận nhu cầu và năng lực công nghệ của mình, tận dụng điểm mạnh tổ chức và khả năng thích ứng, đồng

thời luôn nắm bắt thông tin về các yếu tố bên ngoài như chính sách của chính phủ và nhu cầu thị trường. Điều này giúp SMEs có thể tiếp nhận và hưởng lợi từ việc ứng dụng các công nghệ mới của công nghiệp 4.0. Trong khi, lý thuyết DOI chỉ ra rằng đặc điểm cá nhân, đặc điểm nội tại của cấu trúc tổ chức, và đặc điểm môi trường bên ngoài của tổ chức là những yếu tố quan trọng quyết định tính đổi mới của tổ chức. Lý thuyết DOI giúp hiểu rõ quá trình lan tỏa và tiếp nhận công nghệ mới trong một tổ chức. Khung lý thuyết này khuyến khích các doanh nghiệp SME ứng dụng công nghệ mới để nâng cao hiệu quả hoạt động và năng lực cạnh tranh.

Lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI) và khung Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) đã được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về chấp nhận sử dụng công nghệ và nhận được sự ủng hộ của nhiều nghiên cứu thực nghiệm (Oliveira & Martins, 2011; Wu và cộng sự, 2013). Ở nhiều khía cạnh, quan điểm của TOE có sự trùng lặp với các đặc điểm đổi mới trong DOI đã được Rogers (1995) xác định. Do đó, giá trị của việc kết hợp các bối cảnh nghiên cứu của TOE để củng cố lý thuyết DOI đã được ghi nhận rõ ràng. Bối cảnh công nghệ trong TOE về bản chất tương đồng với quan điểm của Rogers (Rogers, 2003). Các đặc điểm tổ chức bên trong và bên ngoài trong lý thuyết DOI cũng bao gồm các yếu tố giống bối cảnh tổ chức trong TOE. Tuy nhiên, giữa hai lý thuyết cũng có những điểm khác biệt quan trọng: TOE không chỉ rõ vai trò của các đặc điểm cá nhân như sự hỗ trợ từ ban lãnh đạo cấp cao, trong khi DOI lại đề xuất nên đưa yếu tố này vào bối cảnh tổ chức. Ngược lại DOI không xét đến tác động từ bối cảnh môi trường, trong khi TOE lại cung cấp một góc nhìn toàn diện hơn bằng cách kết hợp cả ba bối cảnh: công nghệ, tổ chức, môi trường (Zhu và cộng sự, 2006). Do đó hai lý thuyết này bổ sung cho nhau một cách hiệu quả (Oliveira & Martins, 2011). Không giống như các lý thuyết và mô hình khác trong lĩnh vực nghiên cứu hệ thống thông tin, khung lý thuyết TOE là một lý thuyết chung chỉ gợi ý các bối cảnh ảnh hưởng khác nhau mà không chỉ rõ các biến thành phần trong mỗi bối cảnh tác động (Zhu & Kraemer, 2005). Bối cảnh công nghệ bao gồm các biến số ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghệ mới của một cá nhân, một tổ chức hay một ngành công nghiệp, nó bao gồm năm thuộc tính đổi mới từ lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI) ảnh hưởng đến khả năng ứng dụng một công nghệ mới của tổ chức (Gangwar, Date, & Raoot, 2014). Trong bối cảnh sẵn sàng công nghệ sẽ xem xét tác động của các yếu tố: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Khả

năng thử nghiệm được kế thừa từ mô hình DOI.

Trong nghiên cứu này, tác giả dựa trên lý thuyết DOI và khung Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) để đánh giá toàn diện mức độ sẵn sàng và lợi ích tiềm năng của công nghiệp 4.0, từ đó ảnh hưởng đến việc triển khai, ứng dụng công nghiệp 4.0 trong SMEs. Đây là hai lý thuyết nổi bật được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về chấp nhận công nghệ thông tin. Lý thuyết DOI bao gồm hai khía cạnh: khuếch tán và đổi mới. Khuếch tán được định nghĩa là cách mà những con đường và quá trình cụ thể truyền tải các đổi mới đến những người trong tổ chức theo thời gian. Mỗi thông điệp đều liên quan đến một ý tưởng mới, điều này làm cho hình thức giao tiếp trở nên đặc biệt. Giao tiếp được định nghĩa là cách thiết lập sự hiểu biết chung thông qua việc tạo ra và chia sẻ thông tin giữa các cá nhân. Vì các thông điệp tập trung vào ý tưởng mới, giao tiếp liên quan đến khuếch tán mang tính đặc thù. Bản chất đặc biệt của nó chính là sự mới mẻ của các ý tưởng được truyền tải qua các thông điệp giao tiếp. Đổi mới có thể được định nghĩa là các ý tưởng, phương pháp hoặc đối tượng mà các cá nhân hoặc đơn vị áp dụng nhận thức mới. Việc một ý tưởng có được xem là đổi mới hay không được xác định bởi tính mới của nó, điều này có thể được thể hiện thông qua việc biết đến nó, thuyết phục người khác sử dụng, và quyết định áp dụng. Tuy nhiên, không phải mọi đổi mới đều mong muốn, vì có những đổi mới phù hợp với một số đối tượng áp dụng, nhưng trong những trường hợp khác lại không phù hợp (Rogers, 1983). Rogers đã sử dụng lý thuyết DOI để đề xuất năm đặc tính chính giải thích cách các đổi mới được áp dụng trong tổ chức và cách giảm thiểu sự không chắc chắn liên quan đến đổi mới. Năm đặc tính gồm: Lợi thế tương đối - mức độ cải thiện so với trước; tính tương thích - mức độ dễ dàng tích hợp vào quy trình, hoạt động; độ phức tạp - mức độ khó sử dụng; khả năng quan sát - mức độ mà người khác có thể thấy được đổi mới; khả năng thử nghiệm - mức độ dễ dàng thử nghiệm đổi mới (Oliveira, Thomas, & Espadanal, 2014). Các đặc điểm này mô tả cách tổ chức áp dụng đổi mới. Đến nay, DOI đã được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu về công nghệ và công nghệ thông tin, cũng như trong nhiều lĩnh vực khoa học xã hội như giáo dục, marketing, y tế, và kỹ thuật công nghiệp. Trong nghiên cứu này, năm đặc tính trên sẽ được kết hợp với khung TOE để giải thích việc ứng dụng công nghiệp 4.0, và các đặc điểm này sẽ được đưa vào bối cảnh công nghệ của khung TOE. Trong khi đó, khung TOE được phát triển nhằm phân tích quyết định áp dụng đổi mới của tổ

chức qua ba góc độ: công nghệ, tổ chức và môi trường. Có nhiều tác giả đã đề xuất một khung quan trọng mô tả toàn bộ quá trình doanh nghiệp tiếp cận đổi mới, bao gồm: hình thành ý tưởng, áp dụng, và triển khai cho người dùng (Baker, 2012). Ba yếu tố bối cảnh trong khung TOE ảnh hưởng đến ý định áp dụng hoặc từ chối áp dụng đổi mới của doanh nghiệp. Khái niệm công nghệ trong TOE đề cập đến các công nghệ hiện có được sử dụng nội bộ trong doanh nghiệp và các công nghệ có sẵn bên ngoài trên thị trường có thể phù hợp với một số tổ chức nhất định. Các yếu tố nội bộ chủ yếu bao gồm bối cảnh tổ chức, chẳng hạn như quy mô doanh nghiệp, cơ cấu quản lý, lực lượng lao động và mức độ chính thức hóa. Trong khi đó, bối cảnh môi trường liên quan đến ngành công nghiệp, nhà cung cấp, đối thủ cạnh tranh, đối tác và chính phủ (Tornatzky & Fleischer, 1990). Nhiều nhà nghiên cứu đã áp dụng các ý tưởng này để kiểm nghiệm khung áp dụng đổi mới trong lĩnh vực của họ, đặc biệt là trong việc áp dụng công nghệ. Ví dụ, cách tiếp cận này đã được sử dụng để kiểm tra việc áp dụng trao đổi dữ liệu điện tử, quản trị tri thức, hoạt động kinh doanh trực tuyến, tần số vô tuyến, thương mại điện tử, hệ thống doanh nghiệp và mua sắm điện tử (Awa và cộng sự, 2016). Hơn nữa, việc áp dụng thương mại điện tử bởi các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) ở các quốc gia đang phát triển cũng có thể được giải thích bằng khung TOE (Idris và cộng sự, 2017). Dù ở hình thức nguyên bản hay các phiên bản mở rộng liên quan đến việc áp dụng công nghệ sau này, khung TOE đều rất hữu ích để phân tích cách các đổi mới công nghệ khác nhau được chấp nhận và hòa nhập (Oliveira & Martins, 2010). Các nghiên cứu trước đây đã sử dụng phiên bản tích hợp giữa khung TOE và lý thuyết DOI khi xem xét việc áp dụng các đổi mới và công nghệ khác nhau. Điều này bao gồm cả các yếu tố nội bộ và bên ngoài liên quan đến quyết định áp dụng điện toán đám mây (Sayginer & Ercan, 2020), việc áp dụng công nghệ RFID trong ngành bán lẻ (Paydar & Endut, 2013), việc áp dụng blockchain trong quản lý vận hành và chuỗi cung ứng (Wong và cộng sự, 2019), cũng như xác định các yếu tố sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (Sari & Santoso, 2020).

Mặc dù là một trong những lý thuyết được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu áp dụng đổi mới, lý thuyết DOI có một hạn chế: nó không bao gồm bối cảnh môi trường, trái ngược với khung TOE, xem xét cả các khía cạnh môi trường. Do đó, việc kết hợp khung TOE và lý thuyết DOI sẽ có thể giải thích việc áp dụng đổi mới ở cấp độ doanh nghiệp (Amini & Bakri, 2015). Nói cách khác, TOE và DOI bổ sung cho nhau (Puklavec

và cộng sự, 2018). Ngoài ra, TOE và DOI được công nhận rộng rãi trong việc nghiên cứu áp dụng công nghệ vì chúng có một số điểm tương đồng, chẳng hạn như cả hai đều bao gồm bối cảnh công nghệ và bối cảnh tổ chức. Mô hình TOE thường nhằm xác định các nhóm yếu tố phù hợp, trong khi mô hình DOI giúp nhận diện các yếu tố cụ thể trong từng nhóm (Reza và cộng sự, 2021). So với các mô hình chấp nhận và áp dụng công nghệ khác như thuyết TPB và thuyết TRA, lý thuyết DOI tập trung vào quyết định áp dụng thông qua đặc điểm của tổ chức hơn là vai trò của cá nhân (Taherdoost, 2018).

2.3. Các nghiên cứu thực nghiệm liên quan đến đề tài

Các nghiên cứu thực nghiệm về việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ còn ít và chỉ nghiên cứu riêng lẻ cho một số sản phẩm công nghệ công nghiệp 4.0 cụ thể, như: điện toán đám mây (clouding computer), dữ liệu lớn (big data), thực tế ảo, thực tế tăng cường (AR), hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp, blockchain,... Tác giả đã thu thập và phân tích các nghiên cứu thực nghiệm có liên quan đến đề tài thông qua các trang web khoa học uy tín như: Scoups, Web of science, Google scholar, Cổng thông tin điện tử Cục Thông tin, Thống kê - cơ sở dữ liệu Nasati (science direct, Springer Nature,...), cùng phần mềm VOSviewer,... với các từ khóa tìm kiếm: industry 4.0 application/ industry 4.0 implementation/ industry 4.0 adoption/ big data adoption/ cloud adoption/ big data analytics adoption/ Cloud ERP adoption/ blockchain adoption/ Cloud computing adoption/ artificial intelligence adoption/ SMEs/ Small and Medium Enterprise. Kết quả phân tích đánh giá tổng quan tài liệu được trình bày tại Phụ lục 1. Dưới đây là một số nghiên cứu thực nghiệm từ 2010 đến nay, có liên quan gần nhất với chủ đề nghiên cứu, được tác giả phân tích, trình bày:

2.3.1. Các nghiên cứu nước ngoài

Nghiên cứu của Zhou và cộng sự (2024) đã xác định các yếu tố then chốt quyết định sự thành công khi triển khai các công nghệ của công nghiệp 4.0. Dựa trên khung lý thuyết nền tảng Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) và lý thuyết quan điểm dựa trên thực hành (PBV), nhóm tác giả sử dụng SEM để kiểm định tác động của từng yếu tố riêng lẻ đến việc triển khai công nghiệp 4.0 và fsQCA (fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis) để phân tích sự kết hợp của các yếu tố. Kết quả phân tích dữ liệu khảo sát 202 doanh nghiệp sản xuất tại Trung Quốc cho thấy các yếu tố có ảnh hưởng

rõ đến sự thành công trong việc triển khai công nghiệp 4.0 là: sự hỗ trợ của lãnh đạo cấp cao, năng lực công nghệ (hạ tầng và kỹ năng nhân sự), sự hỗ trợ từ nhà cung cấp và việc triển khai dự án thử nghiệm, trong khi các yếu tố công nghệ, gồm: độ phức tạp và tính tương thích lại tác động không đáng kể. Đặc biệt, phân tích fsQCA chỉ ra rằng không có yếu tố nào đơn lẻ quyết định thành công, mà phải là sự kết hợp của nhiều yếu tố với ba nhóm nổi bật: (1) lãnh đạo cấp cao và năng lực công nghệ, (2) lãnh đạo cấp cao và nhà cung cấp, (3) năng lực công nghệ, nhà cung cấp và dự án thử nghiệm. Nghiên cứu nhấn mạnh rằng doanh nghiệp không cần hoàn hảo ở tất cả các khía cạnh, mà chỉ cần tập trung phát huy nhóm yếu tố phù hợp để đạt hiệu quả trong chuyển đổi số sản xuất, đồng thời cung cấp bằng chứng thực nghiệm quan trọng cho chiến lược triển khai Industry 4.0.

Nghiên cứu của Ismail và cộng sự (2023) tập trung phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng và việc chấp nhận công nghệ công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Malaysia. Nghiên cứu sử dụng khung lý thuyết TOE để xây dựng mô hình khái niệm. Các yếu tố được xem xét gồm: yếu tố công nghệ (chi phí, lợi thế tương đối, độ phức tạp); yếu tố tổ chức (quy mô, nguồn lực, cam kết lãnh đạo); yếu tố môi trường (áp lực cạnh tranh, hỗ trợ chính phủ, nhà cung cấp). Mức độ sẵn sàng được đánh giá dựa trên ba khía cạnh sẵn sàng công nghệ, tổ chức và môi trường. Nghiên cứu nhấn mạnh rằng SMEs ở Malaysia tuy nhận thức được tầm quan trọng của công nghiệp 4.0 nhưng còn hạn chế về vốn, năng lực nhân sự và hỗ trợ từ bên ngoài, do đó khó triển khai toàn diện. Đây là một nghiên cứu định tính góp phần xây dựng mô hình lý thuyết tổng hợp giúp các nhà hoạch định chính sách và doanh nghiệp hiểu rõ các yếu tố thúc đẩy và cản trở việc triển khai công nghiệp 4.0, từ đó xây dựng chiến lược và chính sách hỗ trợ phù hợp để thúc đẩy quá trình chuyển đổi số. Hạn chế của nghiên cứu này mô hình nghiên cứu mà nhóm tác giả đề xuất chưa được kiểm nghiệm bằng kết quả nghiên cứu định lượng nên chưa xác định được mức độ tác động cụ thể của từng yếu tố trong các mối quan hệ tác động, nghiên cứu chỉ mang tính chất khái niệm.

Nghiên cứu của Wong và Kee (2022) nhằm mở rộng hiểu biết về các yếu tố thúc đẩy có ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Malaysia. Dựa trên lý thuyết nguồn lực (RBV), nghiên cứu đã xây dựng một khung nghiên cứu để khảo sát đánh giá các yếu tố: năng lực tổ chức, hỗ trợ thể chế dành

cho SMEs, lợi ích cảm nhận và các yếu tố thị trường như những động lực thúc đẩy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, với quy mô doanh nghiệp được xem như biến điều tiết ảnh hưởng đến các mối quan hệ tác động trong mô hình. Dữ liệu thu thập thông qua khảo sát trực tuyến các chủ sở hữu và nhà quản lý SMEs của 500 doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Malaysia. Kết quả phân tích cho thấy năng lực tổ chức, hỗ trợ thể chế cho SMEs và các yếu tố môi trường có mối quan hệ tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0. Bên cạnh đó, quy mô doanh nghiệp chỉ điều tiết mối quan hệ giữa hỗ trợ thể chế cho SMEs và mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0. Những phát hiện của nghiên cứu này mang lại lợi ích cho các nhà thực hành trong ngành và các nhà hoạch định chính sách mong muốn thúc đẩy hệ sinh thái của doanh nghiệp vừa và nhỏ trong tương lai, đồng thời đóng góp vào chủ đề nghiên cứu công nghiệp 4.0 trong học thuật.

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến áp dụng dịch vụ dữ liệu lớn (BDaaS) trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) của Wessels và Jokonya (2022) cho rằng: cần xem xét đồng thời ba yếu tố công nghệ, tổ chức, môi trường khi áp dụng BDaaS. Trong đó các yếu tố công nghệ gồm: mối quan tâm bảo mật/ quyền riêng tư, sự phức tạp, chi phí và nguồn lực đều ảnh hưởng đến việc chấp nhận BDaaS trong SMEs. Các yếu tố sự sẵn sàng của tổ chức, kiến thức của nhân viên, chi phí tài chính và cơ sở hạ tầng ảnh hưởng đến việc chấp nhận BDaaS trong SMEs. Cuối cùng, nghiên cứu chỉ ra ba yếu tố môi trường: hệ thống pháp luật, năng lực của nhà cung cấp và cạnh tranh cũng có tác động đến việc chấp nhận BDaaS trong SMEs. Nghiên cứu này chủ yếu dựa trên tổng quan tài liệu hệ thống (systematic literature review) với dữ liệu thứ cấp, do đó không mang tính thực nghiệm, nhưng vẫn đóng góp quan trọng vào việc bổ sung tri thức về các yếu tố ảnh hưởng đến việc áp dụng BDaaS trong SMEs. Đồng thời, nghiên cứu cũng gợi mở hướng đi cho các nghiên cứu trong tương lai nhằm kiểm chứng bằng phương pháp định lượng và thực nghiệm.

Nghiên cứu của Maroufkhani, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020) tập trung vào việc xây dựng mô hình thống nhất để giải thích sự chấp nhận công nghệ phân tích dữ liệu lớn trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ, dựa trên khung lý thuyết TOE. Mục tiêu của nghiên cứu là khắc phục khoảng trống nghiên cứu khi phần lớn các nghiên cứu trước đây tập trung vào doanh nghiệp lớn, trong khi SMEs chiếm vai trò quan trọng trong nền kinh tế nhưng lại tụt hậu trong áp dụng phân tích dữ liệu lớn. Nghiên cứu khảo sát 110 SMEs

sản xuất tại Iran và sử dụng phương pháp PLS-SEM để kiểm định mô hình. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các yếu tố công nghệ (lợi thế tương đối, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm, khả năng quan sát, mối quan tâm rủi ro) và các yếu tố sẵn sàng của tổ chức như sự hỗ trợ của lãnh đạo có ảnh hưởng mạnh đến việc chấp nhận công nghệ phân tích dữ liệu lớn. Trong khi các yếu tố môi trường như: áp lực cạnh tranh, hỗ trợ từ bên ngoài, quy định của chính phủ cũng có tác động đến quyết định chấp nhận sử dụng, tuy nhiên mức độ tác động yếu hơn. Bên cạnh đó việc chấp nhận phân tích dữ liệu lớn có tác động đáng kể đến hiệu quả tài chính và hiệu quả thị trường của các SMEs. Nghiên cứu đã xây dựng một mô hình khái niệm thống nhất cho SMEs để hiểu rõ hơn các yếu tố ảnh hưởng đến việc chấp nhận phân tích dữ liệu lớn. Đồng thời, khẳng định SMEs hoàn toàn có thể hưởng lợi từ công nghệ này. Từ đó, cung cấp hàm ý cho chính phủ và nhà hoạch định chính sách trong việc hỗ trợ SMEs phát triển hạ tầng, đào tạo nhân lực và thúc đẩy văn hóa dữ liệu. Nghiên cứu chứng minh rằng công nghệ phân tích dữ liệu lớn là nguồn lực chiến lược giúp SMEs nâng cao năng lực cạnh tranh và hiệu quả kinh doanh, song việc thành công phụ thuộc mạnh vào yếu tố công nghệ và tổ chức nội bộ.

Nghiên cứu của Jensen và cộng sự (2019) đã thảo luận và phân tích về mối quan hệ giữa các yếu tố thúc đẩy cũng như rào cản của công nghệ công nghiệp 4.0 đối với mức độ sẵn sàng và việc triển khai thực hành công nghiệp 4.0 ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Đan Mạch. Nghiên cứu đã cung cấp thêm dữ liệu thực nghiệm về mức độ sẵn sàng và việc áp dụng thực tế công nghiệp 4.0 trong các SMEs cho lĩnh vực nghiên cứu này. Kết quả phân tích dữ liệu khảo sát từ 308 SMEs về mức độ sẵn sàng cho sản xuất số hóa và việc áp dụng công nghệ công nghiệp 4.0 trong sản xuất đã cho thấy: các yếu tố thúc đẩy, tạo động lực như: yêu cầu của khách hàng, áp lực cạnh tranh, chiến lược doanh nghiệp, quy định của pháp luật tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, từ đó tăng mức độ áp dụng, triển khai công nghiệp 4.0 trong SMEs. Nghiên cứu cũng chỉ ra các yếu tố rào cản, như: hạn chế về nguồn lực, nhân lực, an ninh dữ liệu khiến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của SMEs giảm, nhưng điều này lại ảnh hưởng không đáng kể đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp. Mặc dù mức độ sẵn sàng và áp dụng các công nghệ tiên tiến như trí tuệ nhân tạo, thực tế tăng cường, robot tự động vẫn còn thấp, nghiên cứu nhấn mạnh rằng tập trung vào việc gia

tăng động lực sẽ hiệu quả hơn so với chỉ tập trung giải quyết các rào cản.

Kumar và cộng sự (2016) đã sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính, phân tích các tài liệu liên quan và xây dựng mô hình các yếu tố chính ảnh hưởng đến quyết định áp dụng AR của các doanh nghiệp thương mại điện tử. Mô hình nghiên cứu được xây dựng dựa trên nền tảng lý thuyết bối cảnh Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) của Tornatzky và Fleischer (1990). Các yếu tố công nghệ, gồm: năng lực công nghệ, lợi thế tương đối; các yếu tố tổ chức, gồm: kiến thức của nhà quản lý về AR, sức mạnh tài chính của doanh nghiệp, sự ủng hộ của lãnh đạo cấp cao; các yếu tố môi trường, gồm: sự sẵn sàng của người tiêu dùng, áp lực cạnh tranh, là các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định áp dụng AR của các doanh nghiệp thương mại điện tử. Tuy nhiên nghiên cứu chỉ dừng lại ở việc xây dựng mô hình, chưa có dữ liệu thực nghiệm để kiểm tra và đánh giá mối quan hệ tác động của các yếu tố công nghệ, tổ chức, môi trường đến việc ứng dụng công nghệ AR.

Nghiên cứu của Yang và cộng sự (2015) đã tập trung phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến việc áp dụng phần mềm dạng dịch vụ (SaaS) trong tổ chức. Tác giả đã xây dựng mô hình ba sẵn sàng dựa trên lý thuyết TOE: sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường tác động đến mức độ sẵn sàng cho SaaS, từ đó tác động đến thái độ và quyết định ứng dụng SaaS của tổ chức. Sự sẵn sàng công nghệ được đánh giá qua bốn thành phần chính: lợi thế tương đối, khả năng tương thích, dễ sử dụng, khả năng thử nghiệm, khả năng quan sát. Sự sẵn sàng tổ chức được cấu thành bởi hai thành phần chính: Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, sự hỗ trợ của quản lý cấp cao. Cuối cùng, sự sẵn sàng môi trường được đánh giá qua các thành phần: áp lực cạnh tranh, áp lực từ đối tác. Kết quả nghiên cứu chứng minh sẵn sàng công nghệ có ảnh hưởng mạnh đến thái độ và ý định áp dụng SaaS. Trong đó khả năng tương thích là thành phần công nghệ quan trọng hơn cả lợi thế tương đối và dễ sử dụng. Sự sẵn sàng của tổ chức là nhân tố ít ảnh hưởng đến thái độ và ý định nhưng lại là yếu tố có ảnh hưởng trong quyết định áp dụng thực tế, đặc biệt là yếu tố thành phần sự hỗ trợ của quản lý cấp cao. Đối với sự sẵn sàng môi trường thì có tác động đáng kể đến cả hai cấp độ tâm lý và hành vi sử dụng thực tế. Nghiên cứu khẳng định rằng ba trụ cột Công nghệ - Tổ chức - Môi trường đều cần thiết, và thiếu một yếu tố bất kỳ đều có thể làm giảm khả năng chấp nhận SaaS. Đóng góp của nghiên

cứu này là mở rộng khung lý thuyết TOE bằng mô hình ba sẵn sàng (Tripod Readiness) đánh giá mức độ sẵn sàng tổng thể của doanh nghiệp trước khi triển khai công nghệ mới.

Nghiên cứu của (Amini & Bakri, 2015) đã kết hợp giữa đặc tính đổi mới trong lý thuyết DOI và các yếu tố bối cảnh trong khung lý thuyết TOE để nghiên cứu các yếu tố quyết định việc áp dụng điện toán đám mây của SMEs tại Malaysia. Các yếu tố chính được xác định là có vai trò quan trọng trong việc SMEs chấp nhận dịch vụ đám mây, bao gồm: lợi thế tương đối, khả năng tương thích, lo ngại về bảo mật, tiết kiệm chi phí, mức độ sẵn sàng công nghệ, sự hỗ trợ của nhà quản lý cấp cao, áp lực cạnh tranh và sự hỗ trợ từ phía cơ quan quản lý.

2.3.2. Các nghiên cứu trong nước

Nghiên cứu của Lương Đức Thuận (2022) xem xét sự tác động của các yếu tố công nghệ, tổ chức, môi trường đến quyết định chấp nhận kế toán đám mây tại các doanh nghiệp ở Thành phố Hồ Chí Minh dựa trên lý thuyết DOI và TOE. Kết quả phân tích dữ liệu thu thập được từ 135 doanh nghiệp cho thấy có ba yếu tố ảnh hưởng đến quyết định chấp nhận kế toán đám mây là: lợi thế tương đối, năng lực tổ chức và công nghệ thông tin, áp lực cạnh tranh và quan hệ đối tác.

Nghiên cứu của nhóm tác giả Trần Bình Minh, Nguyễn Thị Quế và Trương Thanh Hằng (2025) đã xác định mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến việc áp dụng phân tích dữ liệu lớn trong các doanh nghiệp tại Việt Nam. Phân tích định lượng thực hiện trên dữ liệu khảo sát 330 doanh nghiệp tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy lợi thế tương đối, cơ sở hạ tầng công nghệ, khả năng hấp thụ thông tin, cạnh tranh trong ngành và sự hỗ trợ của các cơ quan nhà nước ảnh hưởng tích cực đến mức độ áp dụng phân tích dữ liệu lớn. Trong đó, cơ sở hạ tầng công nghệ là yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất.

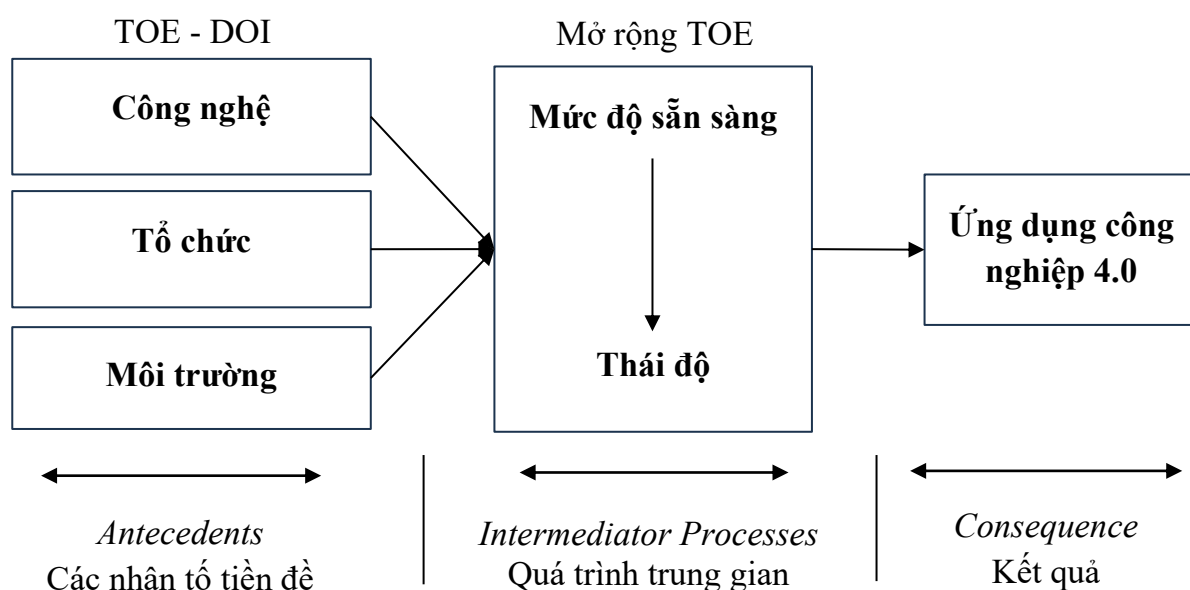
Nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trường (2023) về việc áp dụng chuyển đổi số trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ, đã xem xét mối quan hệ giữa các yếu tố ảnh hưởng đến việc chấp nhận chuyển đổi số của các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) trong bối cảnh Việt Nam bằng phương pháp nghiên cứu hỗn hợp. Nghiên cứu định tính được thực hiện thông qua thảo luận nhóm với 11 người tham gia và khảo sát cắt ngang với 346 bảng câu hỏi hợp lệ. Kết quả cho thấy lợi thế tương đối, lợi ích cảm nhận từ chuyển đổi số, tính tương thích, cảm nhận an toàn bảo mật, áp lực cạnh tranh, sự hỗ trợ của nhà cung

cấp, sự hỗ trợ của lãnh đạo cấp cao, mức độ sẵn sàng đầu tư, nhận thức về tính hữu ích và thái độ đối với việc chấp nhận có tác động đến việc chấp nhận chuyển đổi số trong SMEs tại Việt Nam. Nghiên cứu này đóng góp vào việc mở rộng khung lý thuyết học thuật và kiểm chứng các mối quan hệ nhân quả bằng cách tiếp nhận các đặc điểm mới từ góc nhìn tích hợp giữa TOE và TAM, vượt ra ngoài các mô hình nghiên cứu hiện có.

Nghiên cứu của Nguyen, Liaw, và Xuan-Lam (2022) về sự sẵn sàng của các doanh nghiệp vừa và nhỏ trong việc áp dụng dữ liệu lớn tại Việt Nam. Nghiên cứu đã mô tả mức độ sẵn sàng trong việc áp dụng dữ liệu lớn và xác định các yếu tố quan trọng để đánh giá mức độ sẵn sàng của SMEs tại Việt Nam trong việc áp dụng dữ liệu lớn. Từ đó phân chia doanh nghiệp vừa và nhỏ thành các nhóm cụ thể dựa trên các khía cạnh về mức độ sẵn sàng, nhằm đưa ra các khuyến nghị phù hợp với từng nhóm trong việc áp dụng dữ liệu lớn. Dữ liệu phân tích được thu thập từ 274 doanh nghiệp trong lĩnh vực sản xuất, dịch vụ thông qua bảng câu hỏi khảo sát. Các yếu tố chính xác định mức độ sẵn sàng áp dụng dữ liệu lớn của các SMEs được xác định bằng phương pháp phân tích nhân tố khám phá (EFA). Kết quả cho thấy SMEs đã sẵn sàng áp dụng dữ liệu lớn ở các yếu tố như văn hóa ra quyết định, tương tác khách hàng, bảo mật dữ liệu, chiến lược kinh doanh, nhưng chưa sẵn sàng ở các yếu tố như: nguồn nhân lực, nguồn lực công nghệ, nguồn lực tài chính, hỗ trợ từ chính phủ, hỗ trợ từ nhà cung cấp. Mức độ sẵn sàng cho việc áp dụng dữ liệu lớn được xác định bởi ba khía cạnh: sẵn sàng về nguồn lực, sẵn sàng về quản trị và sẵn sàng môi trường. Nghiên cứu này vẫn còn tồn tại một số hạn chế, như: Nghiên cứu chỉ xem xét chín yếu tố để xác định mức độ sẵn sàng áp dụng dữ liệu lớn. Các nghiên cứu trong tương lai có thể mở rộng và xem xét thêm nhiều khía cạnh khác. Một hạn chế khác có thể kể đến là số lượng SMEs được lựa chọn chỉ thuộc sáu ngành phụ, bỏ qua nhiều lĩnh vực kinh doanh khác như ngân hàng, nông nghiệp, dịch vụ y tế, máy móc và thiết bị,... Do đó, việc mở rộng sang các lĩnh vực này trong các nghiên cứu tương lai là cần thiết.

Nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trường và Lưu Quang Khải (2020) đã dựa trên ba lý thuyết nền TPB, TRA và TAM để xây dựng mô hình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh. Dữ liệu khảo sát 396 SMEs được phân tích, xử lý bằng mô hình cấu trúc bình phương bé nhất từng phần (PLS-SEM) thông qua phần mềm SmartPLS 3. Kết quả

nghiên cứu xác định 12 yếu tố ảnh hưởng, cụ thể: nhận thức sự phát triển nguồn lực, nhận thức tính tức thời, nhận thức tiết kiệm chi phí, nhận thức sự cải thiện chất lượng sản phẩm và nhận thức tiết kiệm thời gian đều đóng góp đáng kể đến nhận thức hữu ích. Nhận thức dễ sử dụng, nguồn lực doanh nghiệp, điều kiện môi trường kinh doanh có ảnh hưởng quan trọng đến ý định áp dụng. Nhận thức tăng cường quan hệ khách hàng và ý định áp dụng cũng có ảnh hưởng đáng kể đến việc ứng dụng thực tế công nghiệp 4.0 của các SMEs tại Thành phố Hồ Chí Minh. Về hạn chế, nghiên cứu thực hiện khảo sát nhóm đối tượng là các nhân sự cấp cao trong doanh nghiệp, như CEO, CMO và các nhà quản lý, nhằm đại diện cho tổ chức. Điều này dẫn đến kết quả nghiên cứu có thể bị chi phối bởi nhận thức chủ quan của nhóm đối tượng khảo sát và chưa thể phản ánh một cách toàn diện thực tiễn hoạt động của doanh nghiệp. Bên cạnh đó, các doanh nghiệp thường không muốn chia sẻ thông tin nội bộ, trong khi nhóm nghiên cứu chưa có biện pháp hiệu quả để khuyến khích họ hợp tác tham gia khảo sát. Vì vậy, các phản hồi thu được có thể chưa phản ánh đầy đủ và chính xác thực trạng ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp. Nghiên cứu thực hiện ở giai đoạn đầu mới chấp nhận sử dụng do vậy các nghiên cứu tương lai có thể tiếp tục nghiên cứu tiếp theo trong giai đoạn sau sử dụng. Từ việc tổng hợp, phân tích các lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm, tác giả xác định khung phân tích của nghiên cứu như sau:



Hình 2.8: Khung phân tích mô hình nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0
 (Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

Bảng 2.4: Bảng tổng hợp các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ

Nguồn	Bối cảnh công nghệ/ Sẵn sàng công nghệ	Bối cảnh tổ chức/ Sẵn sàng tổ chức	Bối cảnh môi trường/ Sẵn sàng môi trường
Abbasi và cộng sự (2022)	- Lợi thế tương đối - Độ phức tạp - Chi phí cảm nhận	- Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao - Khả năng hỗ trợ tài chính - Năng lực nhân viên	- Áp lực cạnh tranh - Áp lực từ khách hàng - Áp lực từ đối tác
Zhou và cộng sự (2024)	- Độ phức tạp - Khả năng tương thích	- Hỗ trợ quản lý cấp cao - Năng lực công nghệ	- Hỗ trợ từ nhà cung cấp
Ismail và cộng sự (2023)	- Lợi thế tương đối - Khả năng tương thích - Độ phức tạp - Khả năng thử nghiệm - Khả năng quan sát	- Cường độ thông tin - Hỗ trợ từ quản lý cấp cao - Năng lực tổ chức - Khả năng hấp thụ	- Áp lực cạnh tranh - Đối tác kinh doanh - Sự hỗ trợ bên ngoài - Sự hỗ trợ từ chính phủ
Wessels và Jokonya (2022)	- Bảo mật, quyền riêng tư - Độ phức tạp - Khả năng tương thích - Chi phí - Lợi thế tương đối - Nguồn lực công nghệ	- Kiến thức nhân viên - Sự sẵn sàng của tổ chức - Chi phí tài chính - Hỗ trợ quản lý cấp cao - Cơ sở hạ tầng - Quy mô công ty	- Cạnh tranh - Áp lực bên ngoài - Pháp luật - Khả năng của nhà cung cấp - Xu hướng thị trường - Nhu cầu khách hàng
Maroufkhani, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020)	- Lợi thế tương đối - Khả năng tương thích - Độ phức tạp - Bảo mật/ an toàn - Khả năng thử nghiệm - Khả năng quan sát	- Hỗ trợ quản lý cấp cao - Sẵn sàng tổ chức	- Áp lực cạnh tranh - Sự hỗ trợ từ bên ngoài - Quy định chính phủ

Nguồn	Bối cảnh công nghệ/ Sẵn sàng công nghệ	Bối cảnh tổ chức/ Sẵn sàng tổ chức	Bối cảnh môi trường/ Sẵn sàng môi trường
K. N. Kumar và cộng sự (2016)	- Năng công nghệ - Lợi thế tương đối	- Kiến thức của người ra quyết định - Sức mạnh tài chính - Hỗ trợ quản lý cấp cao	- Sự sẵn sàng của người tiêu dùng - Áp lực cạnh tranh
Yang và cộng sự (2015)	- Lợi thế tương đối - Tính đơn giản - Khả năng tương thích - Khả năng thử nghiệm	- Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin - Hỗ trợ quản lý cấp cao	- Áp lực từ đối thủ cạnh tranh - Áp lực từ đối tác

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

2.4. Các khái niệm trong mô hình nghiên cứu

2.4.1. Sẵn sàng công nghệ

- **Khái niệm sẵn sàng công nghệ (Technological Readiness - TR)**

Theo Yang và cộng sự (2015) sẵn sàng công nghệ đề cập đến mức độ người dùng trong tổ chức đã chuẩn bị và sẵn lòng áp dụng công nghệ mới dựa trên các đặc điểm của công nghệ mà họ cảm nhận được. Trong các nghiên cứu trước về sự chấp nhận công nghệ, các nhà nghiên cứu đã phát triển khái niệm “sẵn sàng công nghệ” nhằm phản ánh sự cởi mở của người dùng đối với các công nghệ thông tin mới. Tuy nhiên cách đo lường khái niệm này chủ yếu tập trung vào tính cách người dùng và các khía cạnh khả dụng của công nghệ (Parasuraman, 2000).

Sẵn sàng công nghệ là khả năng của doanh nghiệp có thể áp dụng một công nghệ mới, bao gồm cả công nghệ bên trong (cơ sở hạ tầng công nghệ) và bên ngoài (các công nghệ hiện có trên thị trường) liên quan đến tổ chức (Richey, Daugherty, & Roath, 2007).

Sẵn sàng công nghệ được coi là sự sẵn sàng nâng cao các tiêu chuẩn của công nghệ hiện có, đang được sử dụng và bắt tay vào việc sử dụng các công nghệ ở cấp độ cao hơn (Ismail và cộng sự, 2023; Nugroho & Fajar, 2017). Đây cũng chính là khái niệm được tác giả kế thừa và sử dụng trong nghiên cứu này.

- ***Các thành phần sẵn sàng công nghệ***

Theo lý thuyết khuyến khích tán đổi mới (DOI) của Rogers (1995), có một số đặc điểm nội tại của công nghệ làm ảnh hưởng đến quá trình triển khai trong tổ chức. Trong nghiên cứu của Yang và cộng sự (2015) sẵn sàng công nghệ được đo lường bởi bốn thành phần chính, bao gồm: lợi thế tương đối, sự đơn giản, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm. Trong một nghiên cứu khác của Oliveira, Thomas, và Espadanal (2014) sẵn sàng công nghệ đề cập đến các đặc điểm công nghệ sẵn có trong tổ chức phục vụ cho việc triển khai ứng dụng công nghệ mới, bao gồm các khía cạnh cấu trúc và nguồn nhân lực chuyên môn.

Trong nghiên cứu của Ismail và cộng sự (2023), bốn đặc điểm tính cách cảm xúc của người dùng, bao gồm: lạc quan, sáng tạo, không thoải mái, bất an được sử dụng để đo lường sẵn sàng công nghệ. Trong đó, sự lạc quan đề cập đến thái độ tích cực đối với công nghệ và nhận thức rằng công nghệ mang lại lợi ích. Sáng tạo biểu hiện qua việc sẵn sàng tiên phong và dẫn đầu trong việc thử nghiệm công nghệ mới. Cảm giác không thoải mái thể hiện sự lo lắng khi cho rằng công nghệ sẽ khó kiểm soát và người dùng lo lắng, thiếu tự tin đối với công nghệ mới. Sự bất an là cảm giác nghi ngờ, lo ngại về hiệu quả hoạt động của công nghệ. Từ những phân tích trên kết hợp với lý thuyết khuyến khích tán đổi mới (DOI), Ismail và cộng sự (2023) đã đưa ra các thành phần sẵn sàng công nghệ được đo lường qua các đặc điểm đổi mới trong DOI: lợi thế tương đối, khả năng tương thích, độ phức tạp, khả năng thử nghiệm, khả năng quan sát.

Trong nghiên cứu này, khi phân tích các thành phần của sẵn sàng công nghệ tác giả đề cập đến bốn thành phần chính: lợi thế tương đối, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm, cảm nhận bảo mật/ an toàn, kế thừa từ lý thuyết DOI và kết quả nghiên cứu thực nghiệm của Maroufkhani, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020) khi nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghệ công nghiệp 4.0, cụ thể là phân tích dữ liệu lớn trong SMEs. Như vậy, khái niệm sẵn sàng công nghệ cũng chính là một khung đo lường dựa trên khung lý thuyết TOE (Sari & Santoso, 2020).

Lợi thế tương đối (Relative Advantage - RA) được định nghĩa là mức độ mà việc chấp nhận công nghệ có thể nâng cao hiệu quả so với các công nghệ hiện đang được sử dụng trong tổ chức. Đồng thời, đó cũng là những cơ hội và lợi ích mà công nghệ mang

lại cho doanh nghiệp (E. Rogers, 2003; Y. Wu và cộng sự, 2013). Các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 cho phép một tổ chức đạt được lợi thế cạnh tranh, giảm chi phí (Press, 2016) và cơ hội chuyển đổi sang lĩnh vực kinh doanh mới (Ransbotham và cộng sự, 2017).

Trong nghiên cứu của Yadegaridehkordi và cộng sự (2020) lợi thế tương đối được định nghĩa là “mức độ mà một đổi mới được nhận thức là tốt hơn so với ý tưởng mà nó thay thế” và được đánh giá thông qua các nhân tố như cơ hội tiếp thị được cải thiện, khả năng cạnh tranh cao hơn và các dịch vụ bổ sung dành cho người dùng.

Khả năng tương thích (Compatibility - CMP) đề cập đến mức độ mà công nghệ mới phù hợp với các giá trị hiện tại, kinh nghiệm trong quá khứ và nhu cầu sử dụng của người dùng tổ chức (Rogers, 2003; Tornatzky & Fleischer, 1990; Zhou và cộng sự, 2024). Các tổ chức có thể gặp một số vấn đề liên quan đến tính tương thích, chẳng hạn như việc tích hợp các công nghệ của công nghiệp 4.0 với các công nghệ hiện có, điều này là một thách thức trong quá trình ứng dụng công nghiệp 4.0 (Raj và cộng sự, 2020). Việc áp dụng bất kỳ đổi mới nào đều đòi hỏi sự thay đổi cơ bản trong các nhu cầu kỹ thuật và giá trị tổ chức (Verma & Bhattacharyya, 2017). Do đó, việc áp dụng công nghệ công nghiệp 4.0 cần phải phù hợp với các nguồn lực và yêu cầu công nghệ thông tin hiện có của tổ chức. Như vậy, khả năng tương thích đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành sự sẵn sàng công nghệ, nó đòi hỏi sự thích ứng lẫn nhau, trong đó cả công nghệ và tổ chức đều phải trải qua những thay đổi để phù hợp.

Khả năng thử nghiệm (Trialability - TRI) là mức độ mà một cải tiến công nghệ hứa hẹn sẽ được thử nghiệm. Đây là một trong những nhân tố quan trọng đối với những người áp dụng sớm bao gồm cả các doanh nghiệp vừa và nhỏ vì ngay giai đoạn thử nghiệm họ đã đánh giá và biết được tính hiệu quả của công nghệ mới (Maroufkhani và cộng sự, 2020). Khả năng thử nghiệm được định nghĩa là mức độ mà một sự đổi mới có thể được tổ chức thử nghiệm, triển khai dùng thử (Fosso Wamba và cộng sự, 2018).

Việc sử dụng các dự án thử nghiệm thí điểm được xem là cách tiếp cận thận trọng trong quá trình triển khai các sáng kiến công nghệ công nghiệp 4.0 (Tortorella và cộng sự, 2023). Các dự án này thường bắt đầu ở quy mô nhỏ, nhắm vào một hoặc vài quy trình trước khi ứng dụng toàn diện, cho phép doanh nghiệp thử nghiệm và học hỏi mà

không phải chịu rủi ro lớn (Bai, Li, & Xiao, 2022). Dự án thí điểm giúp giảm bớt sự không chắc chắn bằng cách tạo điều kiện cho nhân viên làm quen với công nghệ mới, từ đó xóa tan nỗi lo về những điều chưa biết, xây dựng sự tự tin và tích lũy kinh nghiệm (Bai, Li, & Xiao, 2022). Hơn nữa, nhân viên tham gia vào dự án thí điểm có thể đóng vai trò then chốt trong việc dẫn dắt và đào tạo những người khác trong giai đoạn cài đặt và triển khai ở quy mô toàn diện. Các dự án thí điểm thành công sẽ mở đường cho việc triển khai toàn diện diễn ra suôn sẻ và nhanh chóng hơn, đồng thời giảm thiểu sự gián đoạn đối với quy trình hoạt động, sản xuất và hạn chế những tổn thất tiềm ẩn (Tortorella và cộng sự, 2023).

Cảm nhận bảo mật/ an toàn (Perceived Security - SC)

Bảo mật (Security): Là mức độ mà các hệ thống, dữ liệu và quy trình trong môi trường công nghiệp 4.0 (IoT, AI, big data, cloud, blockchain, robot, CPS...) được bảo vệ trước các nguy cơ tấn công mạng, rò rỉ dữ liệu, truy cập trái phép và các hình thức xâm phạm tính toàn vẹn, tính sẵn sàng và tính bảo mật của thông tin. Bảo mật được định nghĩa là sự an toàn của dịch vụ, trung tâm dữ liệu và phương tiện lưu trữ (Amini & Bakri, 2015).

An toàn (Safety): Là khả năng của công nghệ công nghiệp 4.0 đảm bảo hoạt động ổn định, giảm thiểu rủi ro tai nạn trong môi trường sản xuất và vận hành (ví dụ như robot hợp tác, dây chuyền tự động, hệ thống CPS) nhằm bảo vệ con người, máy móc và môi trường khỏi thiệt hại.

Các học giả như Benitez, Ayala, và Frank (2020); Khanzode, Sarma, và Mangla (2021) đã chỉ ra rằng các rủi ro an ninh mạng của công nghiệp 4.0 đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ chủ yếu bao gồm các vấn đề về quyền sở hữu dữ liệu, bảo mật thông tin, bảo mật phần cứng và các thách thức về lỗ hổng bảo mật. Mối lo ngại về bảo mật là các rủi ro xuất hiện trong gia công phần mềm, liên quan đến việc sử dụng các công cụ, hỗ trợ hợp tác với bên thứ ba trong việc cung cấp các giải pháp ứng dụng công nghiệp 4.0 vì các doanh nghiệp có thể phải chia sẻ dữ liệu của công ty với các nhà cung cấp bên ngoài, đối tác khiến công ty mất quyền kiểm soát thông tin bảo mật (Priyadarshinee và cộng sự, 2017).

Theo Avram (2014) bảo mật và quyền riêng tư là một trong những nhân tố công

nghe quan trọng ảnh hưởng đến sự sẵn sàng công nghệ. Các doanh nghiệp phải đối mặt với nhiều yêu cầu khác nhau trong nỗ lực xử lý dữ liệu cá nhân của khách hàng để đảm bảo quyền riêng tư, bảo mật dữ liệu. Các biện pháp kiểm soát bảo mật/ an toàn thông tin có mối quan hệ tích cực với mức độ sẵn sàng công nghệ trong việc ứng dụng công nghệ 4.0 (Skafi, Yunis, & Zekri, 2020).

Trong một nghiên cứu khác của Amini và Bakri (2015) là cho rằng: các nhà cung cấp các dịch vụ công nghệ của công nghiệp 4.0, như điện toán đám mây, họ có thể bảo vệ dữ liệu của doanh nghiệp an toàn hơn chính các doanh nghiệp. Do vậy tính bảo mật/ an toàn, quyền riêng tư càng cao thì tác động tích cực đến sẵn sàng công nghệ.

2.4.2. Sẵn sàng tổ chức

- ***Khái niệm sẵn sàng tổ chức (Organization Readiness - OR)***

Sẵn sàng tổ chức được định nghĩa là mức độ tiếp cận các nguồn lực cần thiết trong tổ chức để phục vụ cho việc ứng dụng công nghệ mới (Chen, Preston, & Swink, 2015; Iacovou, Benbasat, & Dexter, 1995). Sẵn sàng tổ chức đề cập đến mức độ mà nhân viên được chuẩn bị và sẵn lòng áp dụng công nghệ dựa trên năng lực tiếp nhận đổi mới mà họ cảm nhận được từ tổ chức (Yang và cộng sự, 2015), là khả năng và sự sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc ứng dụng công nghệ mới (Gangwar, 2018). Nó thể hiện năng lực của doanh nghiệp trong việc quản lý và đầu tư cho quá trình áp dụng công nghệ mới, bao gồm năng lực kỹ thuật về công nghệ thông tin và chuyên môn (Taxman và cộng sự, 2014). Sẵn sàng tổ chức là mức độ mà tổ chức có thể cung cấp các nguồn lực để ứng dụng công nghiệp 4.0 (Raj & Jeyaraj, 2023).

Maroufkhani và cộng sự (2020) định nghĩa sẵn sàng tổ chức là mức độ mà các nguồn lực tài chính, công nghệ và nhân lực có kỹ năng có thể tiếp cận được với một tổ chức mong muốn áp dụng một công nghệ. Các nhân tố như nguồn vốn, cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, năng lực phân tích, nguồn nhân lực có kỹ năng, sự hỗ trợ và cam kết của ban lãnh đạo là những nhân tố thành phần then chốt cấu thành nên sự sẵn sàng tổ chức cho việc áp dụng công nghệ thành công (Raut và cộng sự, 2021).

Trong nghiên cứu này, sẵn sàng tổ chức được hiểu là mức độ mà các doanh nghiệp vừa và nhỏ có thể tiếp cận toàn diện với nguồn vốn tài chính, nhân viên có kỹ năng,

nguồn tri thức, năng lực phân tích và cơ sở hạ tầng cần thiết để khai thác tối đa tiềm năng của các công nghệ công nghiệp 4.0.

- ***Các thành phần sẵn sàng tổ chức***

Hỗ trợ từ quản lý cấp cao (Top management support - TMS)

Hỗ trợ của quản lý cấp cao được định nghĩa là mức độ mà các nhà quản lý hiểu và chấp nhận các khả năng công nghệ của một hệ thống công nghệ mới (Maroufkhani và cộng sự, 2020). Hỗ trợ từ quản lý cấp cao đề cập đến mức độ cam kết, hỗ trợ và sự tận tâm mà ban quản lý cấp cao của một tổ chức thể hiện đối với một sáng kiến hoặc quyết định cụ thể (Lada và cộng sự, 2023). Ngoài ra, Ramdani, Chevers, và Williams (2013) định nghĩa sự hỗ trợ của quản lý cấp cao là thái độ tích cực của các giám đốc điều hành (CEO) đối với việc áp dụng công nghệ mới.

Trong nghiên cứu này hỗ trợ quản lý cấp cao (Top Management Support) là mức độ cam kết, tham gia và tạo điều kiện của ban lãnh đạo cấp cao trong tổ chức đối với việc áp dụng, triển khai công nghiệp 4.0. Sự hỗ trợ này thể hiện qua việc cung cấp định hướng chiến lược, phân bổ nguồn lực (tài chính, nhân sự, thời gian), ra quyết định kịp thời, giải quyết các trở ngại và khuyến khích các bộ phận tham gia áp dụng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 trong công việc.

Khả năng hấp thụ (Absorptive capacity - AC)

Khả năng hấp thụ hay năng lực hấp thụ (AC) được hiểu là khả năng của doanh nghiệp trong việc nhận diện giá trị của thông tin mới, tiếp thu và áp dụng nó vào các mục đích thương mại (Cohen & Levinthal, 1990). Theo Zahra & George (2002) khả năng hấp thụ là một tập hợp các quy trình và thói quen tổ chức, qua đó doanh nghiệp tiếp nhận, đồng hóa, chuyển đổi và khai thác tri thức để tạo ra năng lực tổ chức động. Như vậy khả năng hấp thụ hay năng lực hấp thụ (AC) được hiểu là khả năng của doanh nghiệp trong việc nhận diện, tiếp thu, chuyển đổi và khai thác tri thức mới để tạo ra lợi thế tổ chức. Khả năng hấp thụ chịu ảnh hưởng bởi tri thức nền tảng sẵn có và mức độ nỗ lực của doanh nghiệp, được hình thành bởi kiến thức trước đó và hiệu quả của quá trình giao tiếp trong tổ chức. Trong môi trường biến động, khả năng hấp thụ giúp doanh nghiệp dự đoán chính xác tiềm năng của công nghệ mới và tận dụng chúng hiệu quả, từ

đó mang lại lợi nhuận cho doanh nghiệp (Alexiou, Khanagha, & Schippers, 2019; Sharifi, & Najafi-Tavani, 2016). Mức độ khả năng hấp thụ càng cao càng giúp doanh nghiệp nhận ra giá trị của tri thức đổi mới từ bên ngoài, cũng như tiếp nhận, đồng hóa, chuyển đổi và khai thác tri thức đó.

Nguồn lực tài chính (Financial resource - FR)

Nguồn lực tài chính đề cập đến khả năng sẵn sàng trả các khoản chi phí cho việc học hỏi và triển khai công nghệ mới của doanh nghiệp (Lai, Sun, & Ren, 2018). Sức mạnh tài chính của công ty là một nhân tố có ảnh hưởng đến việc áp dụng các công nghệ mới, đây có thể là một ảnh hưởng tích cực hoặc tiêu cực vì đã có những tranh luận về các rào cản lớn trong việc áp dụng đổi mới cũng có thể được coi là nhân tố thúc đẩy công ty đổi mới (Kumar và cộng sự, 2016).

Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (Information Technology Infrastructure - INF) là các nguồn lực hữu hình (tài sản, cơ sở vật chất) và các nguồn lực vô hình (nguồn nhân lực, kỹ năng, kinh nghiệm) mà một công ty sở hữu để thực hiện đổi mới công nghệ (Iacovou, Benbasat, & Dexter, 1995).

Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin có vai trò quan trọng trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của một tổ chức vì nó cung cấp nền tảng phần cứng, phần mềm hỗ trợ, mạng máy tính và cơ sở vật chất cần thiết (Oliveira & Martins, 2010; Yang và cộng sự, 2015). Bên cạnh đó cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin phản ánh khả năng triển khai và vận hành hệ thống thông tin của tổ chức. Một tổ chức có cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin càng hoàn thiện thì tổ chức đó càng dễ dàng ứng dụng công nghiệp 4.0 để cải thiện hiệu quả kinh doanh (Xin & Levina, 2008; Yang và cộng sự, 2015).

2.4.3. Sẵn sàng môi trường

- ***Khái niệm sẵn sàng môi trường (Environment Readiness - ER)***

Sự sẵn sàng môi trường đề cập đến mức độ mà người dùng trong tổ chức được chuẩn bị và sẵn lòng áp dụng công nghệ do cảm nhận được các áp lực từ bên ngoài (Yang và cộng sự, 2015). Sự sẵn sàng môi trường đề cập đến cách tổ chức nhận thức các nhân tố bên ngoài để ứng dụng công nghiệp 4.0 (Alsheibani, Cheung, & Messom, 2018). Các nhân tố bên ngoài như áp lực cạnh tranh và các vấn đề pháp lý là những nhân tố thúc

đẩy việc áp dụng đổi mới (Alsheibani, Cheung, & Messom, 2018; Ifinedo, 2005). Đề cập đến các nhân tố bên ngoài của tổ chức hay nhân tố môi trường, bao gồm: sự hỗ trợ của chính phủ, áp lực cạnh tranh ảnh hưởng đến việc áp dụng các công nghệ mới (Awa & Ojiabo, 2016; Raj & Jeyaraj, 2023).

- ***Các thành phần sẵn sàng môi trường***

Trong nghiên cứu của Maroufkhani, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020), áp lực cạnh tranh, sự hỗ trợ từ bên ngoài và các quy định hay sự hỗ trợ của chính phủ là những nhân tố thành phần, đo lường sự sẵn sàng môi trường, ảnh hưởng đến việc áp dụng công nghệ công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Sự hỗ trợ của chính phủ (Government support - GS)

Sự hỗ trợ của chính phủ đề cập đến các chính sách, luật pháp khuyến khích hỗ trợ doanh nghiệp trong việc áp dụng công nghệ mới (Kumar Bhardwaj, Garg, & Gajpal, 2021). Sự hỗ trợ từ chính phủ được định nghĩa là sự hỗ trợ cần thiết do cơ quan chính phủ cung cấp nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc phổ biến đổi mới công nghệ trong các doanh nghiệp (Zhu, Kraemer, & Xu, 2006). Chính phủ có thể tác động đến việc chấp nhận công nghệ mới thông qua các chính sách về thuế, ưu đãi, hoặc bằng việc thiết lập môi trường pháp lý phù hợp (Williamson, 1980).

Tại Việt Nam, chiến lược quốc gia về công nghiệp 4.0 trong giai đoạn 2021-2030, thủ tướng chính phủ đã ban hành chiến lược này nhằm thúc đẩy chủ động tham gia công nghiệp 4.0 theo tinh thần Nghị quyết 52-NQ/TW. Mục tiêu bao gồm phát triển nền kinh tế số, xây dựng chính phủ điện tử, thành phố thông minh, và nâng cao tiềm lực công nghệ như trí tuệ nhân tạo, IoT, big data, blockchain... Luật và nghị định hỗ trợ doanh nghiệp vừa và nhỏ giúp SMEs, cùng với các quỹ hỗ trợ doanh nghiệp đã tiếp thêm động lực để SMEs thích ứng với công nghiệp 4.0. Bên cạnh đó chính phủ đã đưa ra các văn bản chính sách định hướng về chuẩn hoá và hạ tầng dữ liệu quốc gia, chú trọng xây dựng hệ thống dữ liệu kết nối quốc gia, cải thiện hạ tầng băng thông rộng và bảo đảm an toàn thông tin trong áp dụng các công nghệ hiện đại (Vũ Hồng Nhung, 2020).

Áp lực cạnh tranh (Competitive Pressure - CP)

Áp lực cạnh tranh được định nghĩa là tác động của môi trường bên ngoài đối với

công ty, thúc đẩy doanh nghiệp ứng dụng công nghiệp 4.0. Về bản chất, áp lực cạnh tranh chắc chắn được cảm nhận bởi công ty đến từ các nhà cung cấp, khách hàng và đối thủ cạnh tranh. Áp lực cạnh tranh đề cập đến mối đe dọa mất lợi thế cạnh tranh, điều này thúc đẩy tổ chức áp dụng cải tiến đổi mới (Aboelmaged, 2014). Áp lực của đối thủ cạnh tranh là một nhân tố thúc đẩy sự phổ biến của một cải tiến mới (Yang và cộng sự, 2015). Các nghiên cứu trước đây tập trung vào các doanh nghiệp vừa và nhỏ đã chỉ ra rằng: áp lực buộc các doanh nghiệp phải cạnh tranh và áp dụng công nghệ mới (Asiaei & Rahim, 2019).

Áp lực cạnh tranh là áp lực nội tại và mong muốn đạt được lợi thế cạnh tranh, thúc đẩy các công ty áp dụng đổi mới công nghệ, đồng thời chịu sức ép từ các tác nhân trong chuỗi cung ứng cũng như áp lực từ những phát triển mới trong mô hình kinh doanh và tiêu chuẩn ngành (Wong và cộng sự, 2020).

Công nghiệp 4.0 có khả năng thúc đẩy đổi mới và tạo cơ hội cho cả cá nhân và tổ chức (Fast & Horvitz, 2017), tác động đến quá trình ra quyết định và trải nghiệm của khách hàng. Nghiên cứu của Grandon và Pearson (2004) đã chỉ ra rằng cạnh tranh có tác động đáng kể đến việc áp dụng công nghệ giữa các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Sự hợp tác giữa các doanh nghiệp vừa và nhỏ sẽ giúp giảm áp lực và nâng cao năng lực cạnh tranh.

Sự hỗ trợ từ bên ngoài (External Support - ES)

Hỗ trợ bên ngoài được định nghĩa là “mức độ sẵn có của sự hỗ trợ trong việc triển khai và sử dụng một hệ thống thông tin” (Premkumar & Roberts, 1999). Trong nghiên cứu của Al-Qirim (2007); Gangwar (2018) hỗ trợ bên ngoài được định nghĩa là mức độ mà các nhà cung cấp hoặc bên thứ ba có thể cung cấp hỗ trợ kỹ thuật cho các công ty trong việc áp dụng những đổi mới quan trọng. Nhận được sự hỗ trợ về tài chính hoặc phi tài chính từ các đối tác bên ngoài là nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 vì nó nhấn mạnh SMEs trong việc thúc đẩy khả năng học hỏi từ các nhà cung cấp dịch vụ (Maroufkhani, Iranmanesh, & Ghobakhloo, 2022).

Hỗ trợ bên ngoài có ảnh hưởng tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Trong giai đoạn đầu triển khai các viện nghiên cứu, trường đại học địa phương có thể cung cấp sự hỗ trợ cần thiết để phát triển cơ sở hạ tầng công nghiệp 4.0. Ngoài ra, việc đẩy mạnh

sự hợp tác với các viện nghiên cứu, trường đại học trong các dự án công nghiệp 4.0 sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển các kỹ năng triển khai sử dụng công nghiệp 4.0 (Bag và cộng sự, 2018; Raj & Jeyaraj, 2023).

2.4.4. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (Industry 4.0 readiness level - RL) được định nghĩa là mức độ mà các tổ chức có khả năng tận dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 (Jensen và cộng sự, 2019). Hay nói một cách khác đó là việc các doanh nghiệp được chuẩn bị sẵn sàng về mặt số hóa để triển khai các công nghệ công nghiệp 4.0 (Hizam-Hanafiah, Soomro, & Abdullah, 2020). Sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được sử dụng để mô tả mức độ mà các công ty có thể khai thác và thu được lợi ích từ các công nghệ mới tiên tiến (Jensen và cộng sự, 2019). Jensen và cộng sự (2019) cho rằng các chiều hướng sẵn sàng công nghiệp 4.0 sẽ bao gồm: áp lực phải thay đổi các quy trình hiện có, sẵn sàng chấp nhận rủi ro với các công nghệ, nhân viên có năng lực và động lực phù hợp để làm việc với các công nghệ mới, có sự hỗ trợ từ ban quản lý, lãnh đạo cấp cao về vấn đề tài chính và thái độ đối với việc triển khai.

Theo Weiner (2020) khái niệm sẵn sàng được định nghĩa là trạng thái sẵn sàng cả về mặt tâm lý và hành vi để hành động, tức là có mong muốn và khả năng để thực hiện. Trong đó các thành viên của tổ chức cam kết thực hiện thay đổi áp dụng công nghệ mới và họ tin tưởng vào khả năng của tổ chức có thể thực hiện thành công sự thay đổi đó. Về mặt thực tiễn, việc phân tích một cách có hệ thống khả năng của tổ chức trong việc ứng phó và thực hiện một quá trình chuyển đổi hoặc thay đổi được gọi là đo lường hoặc đánh giá mức độ sẵn sàng. Mục tiêu của đánh giá mức độ sẵn sàng là xác định các rủi ro, cơ hội và những thách thức tiềm ẩn có thể phát sinh khi các quá trình thay đổi được triển khai trong bối cảnh thực tế của tổ chức (liên quan đến quy trình mới, thủ tục mới, cơ cấu tổ chức,...). Ngoài ra, đánh giá mức độ sẵn sàng tạo cơ hội để xử lý các khoảng trống trong tổ chức hiện tại, trước khi triển khai những thay đổi (Pirola, Cimini, & Pinto, 2020). Mục đích khác của đánh giá sự sẵn sàng là để tìm ra các rào cản tiềm ẩn, từ đó cho phép tổ chức xử lý các rào cản trước khi bắt đầu thực hiện dự án thay đổi.

Trong nghiên cứu của Lichtblau và cộng sự (2015) mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp đối với công nghiệp 4.0 được định nghĩa là sự sẵn lòng và năng lực của các doanh

ng nghiệp trong việc triển khai các ý tưởng công nghệ của công nghiệp 4.0 (Lichtblau và cộng sự, 2015).

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 mô tả mức độ chuẩn bị của một tổ chức để đối mặt với những thay đổi lớn nhờ các công nghệ số và tiếp nhận những năng lực, sản phẩm hoặc mô hình kinh doanh mới trong môi trường kinh doanh năng động (Weerabahu, 2023). Trong nghiên cứu của Weerabahu (2023) mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được đo lường qua ba khía cạnh: sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường.

Như vậy, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 đề cập đến xu hướng nắm bắt và sử dụng công nghệ mới của tổ chức. Trong nghiên cứu này, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được định nghĩa là: sự sẵn sàng của các doanh nghiệp cho quá trình chuyển đổi kỹ thuật số theo hướng công nghiệp 4.0 về cam kết quản lý, nguồn lực vận hành và yêu cầu công nghệ. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được đánh giá, phân tích thông qua khung lý thuyết nền tảng TOE với 3 khía cạnh: sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức và sẵn sàng môi trường (Sari & Santoso, 2020).

2.4.5. Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0

Thái độ hành vi là cảm xúc tích cực hoặc tiêu cực của cá nhân về việc thực hiện hành vi mục tiêu (Fishbein & Ajzen, 1975). Thái độ đối với việc sử dụng công nghệ được định nghĩa là phản ứng cảm xúc tổng thể của cá nhân đối với việc sử dụng một hệ thống (Venkatesh và cộng sự, 2003a). Do đó thái độ là kết quả của niềm tin hành vi và đánh giá về kết quả (Ajzen & Fishbein, 2005). Thái độ có thể được giải thích theo 3 phạm trù:

Thái độ tình cảm (affective attitude): thường liên quan đến trạng thái cảm xúc của con người. Thái độ tình cảm là phản ứng của con người khi gặp các mối quan hệ quan trọng với người khác hoặc môi trường (Buijs & Lawrence, 2013). Thái độ tình cảm có xu hướng dựa vào những cảm xúc vốn có trong tổ chức và tập trung vào nhận thức của họ về môi trường tổ chức. Nó liên quan đến cảm giác hài lòng, thiện cảm hoặc sự yêu thích (Bakar và cộng sự, 2020).

Thái độ nhận thức (cognitive attitude): là niềm tin rằng các hành động của tổ chức

có thể đóng góp vào lợi ích chung, cho bản thân và môi trường xung quanh. Nó bao gồm niềm tin, ý tưởng và suy nghĩ liên quan đến một đối tượng, tổ chức, tình huống cụ thể (Bakar và cộng sự, 2020).

Thái độ hành vi (behavioral attitude): là nghĩa vụ mà nhân viên cảm nhận để thay đổi hành vi nhằm đạt được mục đích hoặc lợi ích. Nó liên quan đến trách nhiệm mà nhân viên cảm thấy khi thực hiện theo một giá trị nhất định (Huijts, Molin, & Steg, 2012). Khả năng phản ứng và thực hiện hành động của nhân viên, dù là tiếp cận hay né tránh tình huống, phản ánh bản năng hành vi của họ. Thái độ hành vi ảnh hưởng đến việc ra quyết định và có thể thay đổi cấu trúc của doanh nghiệp (Klimova và cộng sự, 2016).

2.4.6. Đặc điểm lãnh đạo

Trong các nghiên cứu trước đây về doanh nghiệp vừa và nhỏ, CEO được xem là những người đóng vai trò then chốt trong việc đưa ra các quyết định quan trọng, họ vừa là nhà quản lý kiêm chủ sở hữu SMEs (Thong & Yap, 1995). Cụ thể, do CEO trực tiếp quyết định các vấn đề tổng thể của SMEs, nên đặc điểm của CEO được xem là những yếu tố quan trọng trong việc xác định các thay đổi mang tính đổi mới trong các SMEs (Yoon, Lim, & Park, 2020). Trong nghiên cứu về đặc điểm của CEO và đặc điểm tổ chức đối với việc ứng dụng công nghệ thông tin tại các SMEs, Thong và Yap (1995) đã xem xét nhiều yếu tố, trong đó có: tính sáng tạo, đổi mới của CEO, thái độ của CEO đối với sự thay đổi và kiến thức công nghệ của CEO. Trong nghiên cứu này, nhân tố đặc điểm lãnh đạo được xem xét thông qua đặc điểm tính đổi mới sáng tạo của CEO và kiến thức về công nghệ 4.0 của CEO.

- *Tính sáng tạo, đổi mới của CEO*

Tính sáng tạo, đổi mới của CEO phản ánh mức độ sẵn sàng của CEO trong việc chủ động tiếp nhận và ứng dụng các công nghệ mới nhằm cải thiện tổ chức. Nhân tố này đã được chứng minh là có ảnh hưởng đến sự thay đổi của tổ chức, chẳng hạn như việc ứng dụng các hệ thống công nghệ thông tin (Thong, 1999). Giám đốc điều hành, ban lãnh đạo có vai trò quan trọng trong việc xác định thái độ đổi mới của doanh nghiệp nhỏ. Tính đổi mới sáng tạo của ban lãnh đạo là một yếu tố quyết định trong phong cách quản lý doanh nghiệp. Tốc độ thay đổi của một doanh nghiệp vừa và nhỏ không chỉ phụ thuộc vào các yếu tố như quy mô doanh nghiệp hoặc lực lượng thị trường mà còn phụ thuộc

vào khả năng và định hướng phát triển của ban lãnh đạo. Chính vai trò được ban lãnh đạo chấp nhận sẽ quyết định tính đổi mới của doanh nghiệp. Ban lãnh đạo có tính đổi mới, sáng tạo sẽ thích các giải pháp thay đổi cấu trúc, những giải pháp chưa được thử nghiệm và mang tính rủi ro. Khi ban lãnh đạo có ý chí thay đổi, áp dụng việc đổi mới vào trong doanh nghiệp thì các thành viên trong doanh nghiệp mới có thể thực hiện đẩy nhanh việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Như vậy, trong một tổ chức doanh nghiệp nếu ban lãnh đạo càng có tính đổi mới sáng tạo thì khả năng sẵn sàng ứng dụng công nghiệp 4.0 càng cao.

- *Kiến thức về công nghiệp 4.0 của CEO*

Kiến thức công nghiệp 4.0 của CEO phản ánh mức độ hiểu biết, khả năng tiếp cận và năng lực khai thác của CEO đối với các công nghệ số và công nghệ thông minh, như: Internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), trí tuệ nhân tạo (AI), tự động hóa và các hệ thống sản xuất thông minh. Kiến thức này không chỉ bao hàm khả năng sử dụng công nghệ, mà còn thể hiện mức độ nhận thức của CEO về giá trị chiến lược, lợi ích và tác động dài hạn của các công nghệ công nghiệp 4.0 đối với hiệu quả hoạt động và năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp (Yoon, Lim, & Park, 2020). Các nghiên cứu cho thấy, trong quá trình ứng dụng các công nghệ mới, sự thiếu hụt về kiến thức và kỹ năng cần thiết của nhà lãnh đạo có thể làm giảm tốc độ hoặc trì hoãn việc triển khai công nghệ (Abdul Hameed & Counsell, 2012). Ngược lại, khi CEO được trang bị đầy đủ kiến thức và được đào tạo bài bản về lợi ích của các công nghệ số cụ thể, mức độ chấp nhận và ứng dụng các công nghệ này trong doanh nghiệp sẽ gia tăng đáng kể (Thong, 1999).

2.5. Giả thuyết nghiên cứu

2.5.1. Mối quan hệ giữa sẵn sàng công nghệ, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0

Trong nghiên cứu của Wong và Kee (2022) đã chỉ ra rằng một trong những rào cản ảnh hưởng đến việc triển khai công nghiệp 4.0 là do sự thiếu nhận thức về lợi ích và tác động của công nghiệp 4.0 đến SMEs. Doanh nghiệp vừa và nhỏ vẫn còn do dự trong việc áp dụng công nghệ mới vì họ chưa chắc chắn về các lợi ích mà công nghệ mới mang lại. Vì vậy lợi thế tương đối của công nghệ nếu được kiểm chứng thực nghiệm sẽ có ảnh hưởng tích cực đến sự sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của SMEs. Trong một nghiên

cứu khác của Alsheibani, Cheung, và Messom (2018) về chủ đề: “Áp dụng trí tuệ nhân tạo: Mức độ sẵn sàng áp dụng AI ở cấp độ doanh nghiệp” đã tìm thấy mối quan hệ tích cực của lợi thế tương đối, khả năng tương thích ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp. Công nghệ công nghiệp 4.0 cho phép tổ chức đạt được lợi thế cạnh tranh, giảm chi phí, mở ra cơ hội chuyển đổi sang các lĩnh vực kinh doanh mới, tăng doanh thu, nâng cao hiệu quả hoạt động (Ransbotham và cộng sự, 2017). Trong nghiên cứu của Rogers (2003) đã chỉ ra rằng nhận thức lợi ích của sự đổi mới có ảnh hưởng đáng kể đến ý định, sự sẵn sàng chấp nhận công nghệ đổi mới trong tổ chức. Theo Lutfi, Idris, và Mohamad (2016) các doanh nghiệp vừa và nhỏ có xu hướng áp dụng công nghệ nếu họ tin chắc rằng lợi thế của nó hơn bất kỳ công nghệ hiện có nào khác. Nghiên cứu trước đây cũng tìm thấy mối quan hệ tích cực giữa lợi thế tương đối của công nghệ mới và sự sẵn sàng chấp nhận đổi mới (Aboelmaged, 2014; Ifinedo, 2005; Kumar và cộng sự, 2016; Yang và cộng sự, 2015). Bên cạnh đó, một số nghiên cứu cũng đã chỉ mối quan hệ tích cực giữa khả năng tương thích và mức độ sẵn sàng cho các công nghệ của công nghiệp 4.0 (Alsheibani, Cheung, & Messom, 2018). Ifinedo (2005) nhận thấy rằng sự phù hợp lớn hơn giữa quá trình áp dụng và sự lan tỏa của đổi mới công nghệ dẫn đến việc ứng dụng dễ dàng hơn.

Một đổi mới nếu được thử nghiệm sẽ mang lại nhiều trải nghiệm trực tiếp cho người dùng và sẽ thu hút sự chú ý của người dùng tiềm năng (Rogers, 1995). Nếu một công nghệ mới có thể được thử nghiệm, dùng thử trước khi áp dụng thực tế, sẽ giúp người dùng trong tổ chức dễ dàng vượt qua những nghi ngờ của họ (Wu, 2004). Trải nghiệm cá nhân với một đổi mới thông qua trải nghiệm dùng thử là yếu tố quan trọng để những người dùng tiên phong thúc đẩy việc triển khai (Von Hippel, 1986). Xin và Levina (2008) cho rằng một trong những rào cản chính đối với việc áp dụng giải pháp SaaS là sự không chắc chắn liên quan đến khả năng xử lý các nhiệm vụ của tổ chức. Wu và cộng sự (2013) nhận thấy rằng rào cản này có thể được giảm bớt nếu người dùng trong tổ chức có thể dùng thử công nghệ công nghiệp 4.0 và quan sát các tác động của công nghệ đó trong một khoảng thời gian nhất định, từ đó họ sẽ sẵn sàng và yên tâm hơn khi triển khai sử dụng. Hầu hết các nhà cung cấp công nghệ, thực tế đều cung cấp các phiên bản thử nghiệm miễn phí nhằm nâng cao tính trải nghiệm của khách hàng. Do vậy, khả năng thử nghiệm đóng góp tích cực vào mức độ sẵn sàng công nghệ (Yang và cộng sự, 2015).

Nghiên cứu của AL-Shboul (2019) đã sử dụng lý thuyết TOE để chứng minh cảm nhận bảo mật/ an toàn ảnh hưởng tích cực đến mức độ sẵn sàng ứng dụng ERP đám mây của SMEs. Cảm nhận bảo mật/ an toàn là yếu tố thành phần của sẵn sàng công nghệ có ảnh hưởng tích cực đến thái độ và sự sẵn sàng ứng dụng SaaS (Benlian, Koufaris, & Hess, 2011). Người dùng tổ chức sẽ áp dụng công nghệ mới khi cảm nhận được mức độ bảo mật/ an toàn cao.

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 luôn liên quan chặt chẽ đến sự sẵn sàng công nghệ, đây là khía cạnh thúc đẩy việc áp dụng một công nghệ mới. Trong nghiên cứu của Ismail và cộng sự (2023) đã phát hiện ra rằng tính linh hoạt và tính ổn định trong quy trình hoạt động là chìa khóa cho sự sẵn sàng về công nghệ, như một phần của việc sẵn sàng triển khai công nghiệp 4.0. Sự sẵn sàng về mặt công nghệ của doanh nghiệp ảnh hưởng đến khả năng áp dụng công nghệ mới của doanh nghiệp đó. Weerabahu (2023) đã chứng minh rằng sẵn sàng về công nghệ đóng vai trò then chốt trong việc đánh giá mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0. Do vậy, sự sẵn sàng công nghệ của tổ chức cần được nâng cao để thúc đẩy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (Hizam-Hanafiah, Soomro, & Abdullah, 2020).

Trong nghiên cứu về chủ đề chấp nhận dịch vụ điện tử của Chen và Li (2010) đã sử dụng lý thuyết TPB chứng minh rằng sẵn sàng công nghệ có ảnh hưởng tích cực đến thái độ đối với việc sử dụng. Kết quả nghiên cứu của Liljander và cộng sự (2006) cũng đã chỉ ra rằng mức độ sẵn sàng công nghệ ảnh hưởng tích cực đến thái độ đối với việc sử dụng công nghệ tự phục vụ của người dùng. Như vậy, các thành phần của sẵn sàng công nghệ như: lợi thế tương đối, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm, cảm nhận bảo mật/ an toàn của công nghệ có ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0. Nghiên cứu đưa ra giả thuyết H1a, H1b như sau:

Giả thuyết H1a: Sẵn sàng công nghệ có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H1b: Sẵn sàng công nghệ có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.

2.5.2. Mối quan hệ giữa sẵn sàng tổ chức, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0

Tổ chức đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo cấu trúc kinh doanh được thiết lập vững chắc. Trong nhiều vai trò và trách nhiệm mà tổ chức phải thực hiện, sẵn sàng tổ chức là yếu tố cần được quản lý. Việc hiểu rõ mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 trong tổ chức là điều cần thiết để biết được tổ chức đã chuẩn bị tốt đến đâu cho một sự thay đổi lớn. Điều này giúp tổ chức nhận thức được hiệu quả sử dụng các nguồn lực hiện có và tránh những rủi ro hoặc thất bại có thể xảy ra. Các yếu tố trong tổ chức như: mức độ sử dụng thông tin, sự hỗ trợ của lãnh đạo cấp cao, năng lực tổ chức và khả năng tiếp thu công nghệ đều cho thấy tầm quan trọng của các yếu tố nội bộ trong việc xác định mức độ sẵn sàng và khả năng ứng dụng công nghiệp 4.0. Thông thường, mức độ sẵn sàng trong tổ chức phụ thuộc nhiều vào sự hỗ trợ liên tục từ ban lãnh đạo cấp cao. Việc chuyển đổi sang công nghiệp 4.0 sẽ làm thay đổi nhiều mối quan hệ, chẳng hạn như: tổ chức với các khía cạnh liên quan đến môi trường, cộng đồng, chuỗi giá trị. Do đó, các tổ chức cần xây dựng chiến lược của mình phù hợp với những mối quan hệ đang thay đổi này (Sony & Naik, 2020). Các nhà nghiên cứu cho rằng một yếu tố then chốt trong mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 là mức độ hỗ trợ phù hợp từ các nhà quản lý cấp cao (Jensen và cộng sự, 2019), những người đóng vai trò là những người dẫn dắt kiến thức liên quan đến xu hướng công nghệ thông tin. Tổ chức chỉ có thể phát triển và sẵn sàng đối mặt với những rủi ro tiềm ẩn khi có sự chủ động từ các nhà lãnh đạo cấp cao (Nair, Chellasamy, & Singh, 2019). Vì vậy, tổ chức cần xây dựng chiến lược và điều chỉnh sự sẵn sàng của mình sao cho phù hợp với việc áp dụng các công nghệ mới.

Liao, Tu, và Marsillac (2010) đã khẳng định rằng: Các công ty có khả năng hấp thụ tốt sẽ có nhiều khả năng thành công hơn trong việc triển khai công nghệ mới vì họ có nhiều kinh nghiệm liên quan hơn hoặc có cơ sở hạ tầng truyền thông hiệu quả hơn. Đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ, mặc dù họ quay trở lại với các mối quan hệ bên ngoài do thiếu nguồn lực bên trong, nhưng thường xuyên phải vật lộn để tận dụng chúng một cách có mục đích (Agostini & Nosella, 2019), việc áp dụng công nghệ mới thường đặt ra những thách thức, rào cản đáng kể đối với các công ty, vì nó đòi hỏi những thay đổi trong quy trình tổ chức và giao tiếp, khả năng cộng tác của nhân viên trong tổ chức (Ooi và cộng sự, 2018). Sự hợp tác giữa nhân viên với các tác nhân bên ngoài giúp áp dụng

thành công công nghệ mới và thông qua khả năng hấp thụ các công ty mở rộng kiến thức, kỹ năng, cải thiện khả năng của nhân viên để tạo thuận lợi cho việc áp dụng công nghệ mới trong sản xuất (Park, Suh, & Yang, 2007; Schilling, 1998). Các công ty có khả năng nắm bắt và sử dụng kiến thức bên ngoài cao hơn có thể khai thác tối đa tiềm năng hợp tác của họ và tác động của chúng đến việc áp dụng công nghệ mới. Nói cách khác, mức độ công ty có thể biến đổi và sử dụng kiến thức bên ngoài thu được từ các nguồn khác nhau phụ thuộc vào khả năng hấp thụ của tổ chức. Lấy giá trị từ kiến thức này làm nền tảng cho quá trình áp dụng công nghệ mới, nơi mà các công ty đặc biệt các doanh nghiệp vừa và nhỏ không có tất cả các nguồn lực cần thiết trong nội bộ. Việc áp dụng thành công các công nghệ số mới cần những nhân viên có kỹ năng làm việc cùng nhau, chia sẻ kiến thức và hiệu quả này có thể được tăng cường nếu họ cũng có thể tích hợp kiến thức nội bộ của mình với kiến thức bên ngoài có giá trị.

Đánh giá cơ sở hạ tầng công nghệ là bước quan trọng trong quá trình đánh giá mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, bởi việc áp dụng các công nghệ tiên tiến trong hoạt động kinh doanh, sản xuất của doanh nghiệp sẽ nâng cao hiệu quả và năng lực cạnh tranh. Việc triển khai công nghiệp 4.0 đòi hỏi khoản đầu tư ban đầu rất lớn để phát triển cơ sở hạ tầng phù hợp trong các tổ chức (Kamble, Gunasekaran, & Sharma, 2018). Điều này đặc biệt khó thực hiện đối với SMEs do thiếu nguồn vốn để trang bị các công nghệ tự động hóa tiên tiến. Những công nghệ như IoT yêu cầu khoản đầu tư khổng lồ và luôn tiềm ẩn rủi ro thua lỗ về kinh tế. Do đó, sự hỗ trợ tài chính từ ban lãnh đạo cấp cao đóng vai trò là một động lực chính để sẵn sàng triển khai công nghiệp 4.0 (Kamigaki, 2017).

Quản lý cấp cao chịu trách nhiệm đưa ra định hướng tương lai cho công ty, nuôi dưỡng các giá trị và niềm tin của công ty, đồng thời mang lại cho công ty ý thức về bản sắc (Hart, 1992), không chỉ các nhà lãnh đạo dẫn dắt công ty mà họ còn hướng dẫn hành vi của nhân viên. Một số nghiên cứu trước đây đã chứng minh rằng: Sự hỗ trợ quản lý là nền tảng trong việc áp dụng các công nghệ mới (Premkumar & Roberts, 1999), trong sự thành công của dự án đổi mới (Young & Jordan, 2008), trong việc tích hợp công nghệ vào quy trình kinh doanh tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng và sử dụng các công cụ điện toán đám mây (Ooi và cộng sự, 2018). Hỗ trợ quản lý rất quan trọng trong việc ủng hộ áp dụng và sử dụng hệ thống thông tin (Ragu-Nathan và cộng sự, 2004; Tarofder, Marthandan, & Haque, 2010). Muninger, Hammedi, và Mahr (2019) đã chứng minh

rằng các nhà quản lý hàng đầu theo đuổi số hóa công ty cũng đầu tư vào đổi mới, cơ sở hạ tầng kỹ thuật số và phương tiện truyền thông sẵn sàng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Khi các khoản đầu tư công nghệ đã được thực hiện, các nhà quản lý đóng vai trò là người hỗ trợ trực tiếp cho việc áp dụng thành công chúng (Ooi và cộng sự, 2018), vì họ cam kết tạo ra môi trường làm việc lành mạnh, bảo trợ tầm quan trọng của các khoản đầu tư này thông qua các chức năng khác nhau và thúc đẩy nhân viên trở nên khéo léo hơn trong việc sử dụng. Ban lãnh đạo cấp cao đóng vai trò là người hỗ trợ các quá trình xã hội, mang tầm nhìn của công nghiệp 4.0 xuống tận xưởng sản xuất (Erol và cộng sự, 2016), họ thúc đẩy bầu không khí hợp tác, thúc đẩy nhân viên đặt mình vào vị trí của những người cộng tác viên từ các bộ phận khác. Công nghệ số đang phát triển cho phép những cách thức mới để thu thập và phân tích dữ liệu, điều này có thể góp phần cải thiện hiệu suất công ty, nhưng để đạt được kết quả này, các nhà quản lý cần thay đổi văn hóa ra quyết định và tăng mức độ hợp tác trong quá trình ra quyết định (Frisk & Bannister, 2017). Quản lý cấp cao giúp huy động vốn, các nguồn lực cần thiết khi triển khai một công nghệ mới trong tổ chức. Việc áp dụng thành công các công nghệ của công nghiệp 4.0 thường đòi hỏi sự hợp tác tin cậy không chỉ trong nội bộ công ty mà còn với các tác nhân bên ngoài. Áp dụng các mô hình kinh doanh mới đòi hỏi khả năng hợp tác của ban quản lý cấp cao chịu trách nhiệm điều phối và vận hành giao tiếp liên ngành giữa các bộ phận trong nội bộ và liên công ty cũng như các bên liên quan (Kiel và cộng sự, 2017). Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao là nền tảng để thực hiện thành công bất kỳ hoạt động chuỗi cung ứng nào, là điều kiện tiên quyết của tổ chức để áp dụng công nghệ số (Saberri và cộng sự, 2019). Các tổ chức có thể triển khai áp dụng công nghệ mới với tốc độ nhanh hơn so với các tổ chức khác trong cùng ngành là do sự hỗ trợ của ban quản lý (Raj và cộng sự, 2020). Ban lãnh đạo cấp cao phải ủng hộ các sáng kiến trong triển khai công nghiệp 4.0, cung cấp nguồn lực và hỗ trợ cần thiết trong suốt các giai đoạn triển khai. Thực tế, chỉ có lãnh đạo cấp cao mới có quyền quyết định ngân sách, phân bổ nguồn lực cho các hoạt động cụ thể và điều chỉnh lại các ưu đãi để phát triển năng lực liên phòng ban. Nếu thiếu sự hỗ trợ từ lãnh đạo cấp cao sẽ khiến mọi nỗ lực tích hợp trở nên rời rạc và kém hiệu quả. Đồng thời, các nhà quản lý cấp thấp hơn và người lao động trong toàn tổ chức cũng cần được tham gia và cam kết áp dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 (Pirola, Cimini, & Pinto, 2020). Có thể nói rằng sự hỗ trợ của quản lý cấp cao là yếu

tổ hỗ trợ quan trọng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H2a: Sẵn sàng tổ chức có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H2b: Sẵn sàng tổ chức có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.

2.5.3. Môi quan hệ giữa sẵn sàng môi trường, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0

Các yếu tố môi trường và mức độ sẵn sàng đối với công nghiệp 4.0 có mối liên hệ chặt chẽ. Môi trường bên ngoài mang lại cả những thách thức và cơ hội, đòi hỏi các tổ chức SMEs phải ứng phó một cách tích cực, thích nghi với các yêu cầu từ môi trường và điều chỉnh hoạt động sản xuất kinh doanh cho phù hợp. Sự tương tác giữa môi trường và doanh nghiệp, dù là nội bộ hay bên ngoài đều ảnh hưởng đến tính bền vững và khả năng ứng dụng công nghiệp 4.0. Các tổ chức thường phát triển mạnh mẽ và duy trì được tính bền vững kinh tế nhờ vào các tác động của các yếu tố môi trường bên ngoài, chẳng hạn như: áp lực từ đối thủ cạnh tranh, các đối tác kinh doanh, sự hỗ trợ từ bên ngoài doanh nghiệp và chính phủ. Mặt khác, các yếu tố môi trường nội bộ doanh nghiệp có quyền kiểm soát cao hơn và có thể đưa ra các quyết định kinh doanh dựa trên chiến lược và định hướng riêng của mình. Điều này cho thấy mức độ sẵn sàng để ứng dụng công nghiệp 4.0 chịu ảnh hưởng đáng kể từ các yếu tố môi trường, đây có thể là rào cản hoặc động lực thúc đẩy doanh nghiệp. Các nhà nghiên cứu cho thấy mức độ sẵn sàng đối mặt với công nghiệp 4.0 chịu ảnh hưởng tích cực và có ý nghĩa thống kê với các yếu tố môi trường bên ngoài, yếu tố có tính năng động không kém phần quan trọng so với các yếu tố sẵn sàng công nghệ (Ismail và cộng sự, 2023). Chính phủ cần khuyến khích và hỗ trợ các doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp vừa và nhỏ, thông qua việc hướng dẫn về quản lý, công nghệ và mức độ sẵn sàng tổ chức trong việc thích ứng với công nghiệp 4.0 (Sari & Santoso, 2020). Vì các yếu tố môi trường bên ngoài nằm ngoài tầm kiểm soát của tổ chức, nên các tổ chức cần liên tục theo dõi, nghiên cứu và thích nghi với những thay đổi có thể xảy ra. Nhờ đó, quá trình ứng dụng công nghiệp 4.0 có thể diễn ra suôn sẻ.

Sự hỗ trợ của chính phủ và các chính sách số hóa dài hạn có thể giúp SMEs nâng

cao kiến thức, từ đó nâng cao nhận thức về nhu cầu áp dụng cũng như tận dụng được cơ hội để thúc đẩy việc triển khai công nghệ (Jensen và cộng sự, 2019). Kỳ vọng về hiệu suất, kỳ vọng nỗ lực và ảnh hưởng xã hội có thể thúc đẩy các công ty cân nhắc ứng dụng công nghiệp 4.0, nhưng các điều kiện thuận lợi như hỗ trợ của chính phủ có thể đẩy nhanh quyết định của họ (Khin & Kee, 2022). Hỗ trợ từ chính phủ có thể ảnh hưởng tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0, cho phép các công ty có quyền truy cập vào nhiều nguồn lực cần thiết hơn để triển khai công nghiệp 4.0. Trong bối cảnh ứng dụng công nghệ mới, các yếu tố hỗ trợ từ chính phủ, bao gồm: tài trợ, đào tạo và tư vấn công nghệ,... Những cải thiện trong quy định của chính phủ và cơ sở hạ tầng công nghệ có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Raj và cộng sự, 2020). Doanh nghiệp sẵn sàng để áp dụng công nghệ 4.0 khi họ nhận được sự hỗ trợ từ chính phủ về công nghệ và kinh phí để bắt đầu cho dự án đổi mới. Chính sách của chính phủ đã được công nhận là một trong những yếu tố mà doanh nghiệp cần xem xét khi triển khai công nghiệp 4.0. Các vấn đề pháp lý đề cập đến sự hỗ trợ do cơ quan chính phủ cung cấp để khuyến khích áp dụng các đổi mới sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 trong tổ chức. Ở các quốc gia khác nhau, chính sách hỗ trợ của chính phủ là khác nhau. Đề cập đến sự hỗ trợ từ các cơ quan quản lý, ban ngành để tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng các công nghệ mới của công nghiệp 4.0 (Raj & Jeyaraj, 2023). Theo Park và cộng sự (2015), chính sách và sự hỗ trợ của chính phủ có thể đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy các tổ chức chấp nhận dữ liệu lớn. (Yadegaridehkordi và cộng sự, 2020).

Việc áp dụng công nghệ mới là yêu cầu chiến lược để duy trì năng lực cạnh tranh trên thị trường. Trong các nghiên cứu về chuyển đổi công nghệ, đã chứng minh: áp lực cạnh tranh là yếu tố thúc đẩy chính cho sự chuyển đổi công nghệ (Kee & Khin, 2020; Wong & Kee, 2022). Thông qua việc áp dụng công nghệ mới, SMEs có thể đạt được khả năng nắm bắt thị trường tốt hơn, nâng cao hiệu quả vận hành và tiếp cận dữ liệu theo thời gian thực một cách chính xác hơn. Trong bối cảnh kinh tế năng động, SEMs sẽ chuẩn bị cho công nghiệp 4.0 khi họ cảm thấy áp lực cạnh tranh từ đối thủ (Rajnai & Kocsis, 2018).

Hỗ trợ bên ngoài được xác định là một trong những yếu tố then chốt thúc đẩy thành công của đổi mới hệ thống thông tin (Grandon và Pearson, 2004), có thể tác động tích

cực đến việc áp dụng đổi mới hệ thống thông tin (Premkumar và Roberts, 1999). Việc thuê ngoài và hỗ trợ từ bên thứ ba càng gia tăng, các doanh nghiệp càng có nhiều khả năng áp dụng các đổi mới về hệ thống thông tin. Mức độ sẵn sàng của các công ty trong việc áp dụng một đổi mới hệ thống thông tin phụ thuộc vào cách họ nhận thức về sự sẵn có của hỗ trợ từ các nhà cung cấp và bên thứ ba (DeLone, 1988). Premkumar và Roberts (1999) cho rằng các công ty có thể nâng cao khả năng áp dụng đổi mới của mình bằng cách tận dụng việc học hỏi từ kinh nghiệm được quảng bá hoặc cung cấp bởi nhà cung cấp, điều này cuối cùng có thể dẫn đến việc áp dụng đổi mới thành công (Ramdani và cộng sự, 2009). Sự hỗ trợ từ các nhà cung cấp giúp tạo ra nhận thức tích cực về công nghệ và đóng vai trò như một động lực cho việc chấp nhận công nghệ thông tin (Maduku, Mpinganjira, & Duh, 2016).

Giả thuyết H3a: Sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H3b: Sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.

2.5.4. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0

Mức độ sẵn sàng thường được xem là yếu tố then chốt trong việc triển khai và áp dụng bất kỳ công nghệ hay đổi mới nào vào hoạt động kinh doanh. Phần lớn các doanh nghiệp do dự trong việc áp dụng công nghệ vì các vấn đề liên quan đến sự sẵn sàng. Ngoài ra, cần cân nhắc rủi ro nếu việc áp dụng không thành công. Điển hình, trong nghiên cứu của Ali và Miller (2017) đã chỉ ra rằng một trong những nguyên nhân chính khiến việc triển khai hệ thống ERP thất bại là do thiếu sự sẵn sàng. Triển khai công nghiệp 4.0 là một quyết định chiến lược quan trọng, vì vậy trước khi đưa ra quyết định quan trọng này, các doanh nghiệp vừa và nhỏ cần đánh giá mức độ sẵn sàng triển khai công nghiệp 4.0 của tổ chức (Khin & Kee, 2022). Ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ đã bị trì hoãn cho đến khi họ cải thiện được sự sẵn sàng của tổ chức và trải qua áp lực phải áp dụng (Khin & Kee, 2022). Thiếu sự sẵn sàng được xem là lý do chính dẫn đến thất bại trong việc triển khai công nghiệp 4.0. Do vậy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp càng cao thì việc ứng dụng công nghiệp 4.0 càng

cao khi được đánh giá là có liên quan đến doanh nghiệp của họ (Jensen và cộng sự, 2019). Mức độ ứng dụng thực tế công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ có thể được giải thích bằng cách đánh giá mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp. Như vậy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 có tác động tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Ismail và cộng sự, 2023).

Mức độ sẵn sàng và ứng dụng các đổi mới hay công nghệ mới có ảnh hưởng rất lớn đến nhiều yếu tố. Cụ thể: Thông qua bối cảnh công nghệ, các công ty sẽ xác định xem họ có thể có được bất kỳ lợi ích nào từ việc ứng dụng đổi mới công nghệ vào trong quy trình hoạt động, kinh doanh của mình hay không. Đó là bởi vì không phải một yếu tố đơn lẻ nào cấu thành nên sự đổi mới công nghệ, mà đòi hỏi một chuỗi các yếu tố liên quan, phức tạp ảnh hưởng đến nhiều hoạt động, quyết định và hành động của cá nhân và tổ chức, mà hầu hết trong số họ thậm chí không nhận thức được rằng họ là một phần của quá trình đó (Tornatzky & Fleischer, 1990). Công nghệ có thể điều khiển các quy trình kinh doanh và hiệu suất tổ chức theo hướng cải tiến thông qua những nỗ lực liên tục. Để thành công, các doanh nghiệp cần khám phá tiềm năng công nghệ, năng lực cốt lõi của doanh nghiệp. Do đó họ sẽ có được lợi thế liên tục và ngày càng tăng so với các đối thủ cạnh tranh. Trong tình huống này, các công nghệ sử dụng nội bộ và bên ngoài đều có liên quan. Trong đó công nghệ nội bộ đề cập đến công nghệ hiện có của tổ chức mà tổ chức đang sử dụng, công nghệ bên ngoài đề cập đến các công nghệ có sẵn trên thị trường nhưng chưa được doanh nghiệp áp dụng hoặc sử dụng.

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng các yếu tố ảnh hưởng bắt nguồn từ các khía cạnh công nghệ, tổ chức, môi trường ảnh hưởng đến việc áp dụng công nghệ, chẳng hạn như ERP Cloud của các SMEs (Uman và cộng sự, 2019), áp dụng CRM (Cruz-Jesus và cộng sự, 2019), dịch vụ điện toán đám mây (Skafi và cộng sự, 2020). Mức độ sẵn sàng còn có thể ảnh hưởng đến quyết định áp dụng thông qua ba bối cảnh: công nghệ, tổ chức, môi trường. Trong nghiên cứu Ismail và cộng sự (2023), sẵn sàng đề cập đến nguyên nhân tác động và mối liên hệ giữa các khía cạnh công nghệ, tổ chức, môi trường trong việc ứng dụng công nghệ công nghiệp 4.0, đồng thời giải thích mối quan hệ tác động giữa chúng. Điều này là bởi vì sự sẵn sàng thường là tiền đề của việc ứng dụng. Trước khi tiến hành ứng dụng, triển khai công nghệ mới, toàn bộ quá trình đều được thúc đẩy bởi các yếu tố sẵn sàng. Ví dụ điển hình như Đan Mạch, một quốc gia được xem là có

cường độ sử dụng công nghệ thông tin cao so với nhiều nước trong khối OECD, nhưng mức độ sẵn sàng của nước này vẫn còn tương đối thấp. Điều này hàm ý rằng phần lớn các quốc gia OECD, mức độ sẵn sàng vẫn còn thấp mà mọi tổ chức, không chỉ SMEs, đều cần phân bổ nguồn lực để chuẩn bị thích nghi và thay đổi nhằm hòa nhập vào môi trường số, công nghiệp 4.0 (Stentoft và cộng sự, 2019).

Hơn nữa, những quốc gia có năng lực và mức độ sẵn sàng cao trong quá trình số hóa thường là những nước đi đầu trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Castelo-Branco và cộng sự, 2019). Do đó, theo các chuyên gia thực tiễn, những khía cạnh ưu tiên trong mức độ sẵn sàng sẽ tạo điều kiện cho quá trình triển khai công nghiệp 4.0 tại các SMEs diễn ra suôn sẻ (Sriram & Vinodh, 2020).

Việc sẵn sàng cho việc ứng dụng luôn là một chủ đề được các nhà nghiên cứu quan tâm và phân tích sâu rộng, từ đó hình thành nên nhiều mô hình sẵn sàng trong các lĩnh vực khác nhau. Trong một tổng quan về chủ đề này, mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 đã được đánh giá thông qua 158 yếu tố trong mô hình của nhiều tác giả và tổ chức. Trong đó, sáu yếu tố quan trọng nhất được xác định gồm: công nghệ, con người, chiến lược, lãnh đạo, quy trình và đổi mới (Hizam-Hanafiah và cộng sự, 2020). Ví dụ, một nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 cho thấy mức độ sẵn sàng bị ảnh hưởng tích cực và đáng kể bởi các yếu tố liên quan đến kinh tế và môi trường. Trong khi đó, các yếu tố như văn hóa và công nghệ ảnh hưởng tích cực nhưng không đáng kể, còn yếu tố xã hội lại ảnh hưởng tiêu cực và cũng không đáng kể (Maria và cộng sự, 2019). Ngoài ra, mức độ sẵn sàng còn ảnh hưởng đến quyết định áp dụng của doanh nghiệp và dẫn đến việc thực hành công nghiệp 4.0 ở mức độ cao hơn (Stentoft và cộng sự, 2019). Các quyết định áp dụng công nghệ bị ảnh hưởng đáng kể bởi mức độ sẵn sàng, vì mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 càng cao thì sẽ khiến công nghệ được xem là phù hợp với hoạt động kinh doanh hơn và từ đó được triển khai rộng rãi hơn (Stentoft và cộng sự, 2019). Nghiên cứu đưa ra giả thuyết H4a và H4b như sau:

Giả thuyết H4a: Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H4b: Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 tác động tích cực đến ứng dụng công nghiệp 4.0.

Trong nghiên cứu của Bakar và cộng sự (2020) đã chỉ ra rằng: thái độ của tổ chức ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ, nếu doanh nghiệp không có thái độ tích cực đối với công nghiệp 4.0 thì nó sẽ không thực sự hữu ích với họ và cuối cùng cũng sẽ bỏ cuộc giữa chừng, điều này dẫn đến lãng phí thời gian và tài nguyên của doanh nghiệp. Trong lý thuyết hành vi dự định thì thái độ được sử dụng để dự đoán trực tiếp ý định hành vi. Trong khuôn khổ của mô hình chấp nhận công nghệ (TAM) của Davis (1989), cấu trúc của thái độ liên quan chặt chẽ đến ý định hành vi. Mô hình TAM cho rằng việc hiểu sự chấp nhận công nghệ của một cá nhân không chỉ đơn thuần là đo lường việc sử dụng thực tế của họ mà còn là đánh giá các yếu tố thái độ tiềm ẩn thúc đẩy sự chấp nhận này (Huynh & Nguyen, 2024), vì vậy thái độ của lãnh đạo đối với công nghệ mới sẽ là yếu tố quyết định trong việc áp dụng thành công sản phẩm công nghiệp 4.0. Ngoài ra, ý định hành vi cũng là yếu tố quan trọng để kết nối từ thái độ đối với việc sử dụng đến hành động thực tế, đặc biệt khi nói đến việc chấp nhận và sử dụng công nghệ mới.

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm cho thấy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 ảnh hưởng đáng kể đến việc chấp nhận công nghệ đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ (Khayer và cộng sự, 2021; Oliveira, Thomas, & Espadanal, 2014). Khi nhân viên có thái độ tích cực và sẵn sàng cho sự thay đổi của tổ chức, họ dường như sẽ sẵn lòng hơn trong việc thử nghiệm một hệ thống (Kwahk & Lee, 2008). Thái độ của CEO được phát hiện có ý nghĩa không đáng kể đối với việc áp dụng công nghệ mới. Những CEO có thái độ lạc quan trong việc áp dụng công nghệ mới có nhiều khả năng áp dụng hơn. Trong các doanh nghiệp nhỏ, CEO thường là chủ sở hữu và là người ra quyết định duy nhất. Do đó, người ta dự đoán rằng việc CEO đánh giá cao những lợi thế và lợi ích tương đối của công nghệ sẽ là một yếu tố quan trọng quyết định việc áp dụng công nghệ. Có thể là do nhận thức rộng rãi về công nghệ, phần lớn các CEO đều có cái nhìn tích cực về việc áp dụng công nghệ, chính các yếu tố tổ chức và đổi mới khác quyết định việc triển khai công nghệ mới (Abdul Hameed & Counsell, 2012).

Trong mô hình nghiên cứu của Rogers (1983) về quá trình chấp nhận đổi mới của một cá nhân, việc hình thành thái độ thuận lợi hoặc không thuận lợi đối với một đổi mới diễn ra trước khi quyết định áp dụng được đưa ra. Nhận thức, thái độ của CEO về việc ứng dụng công nghiệp 4.0, đổi mới công nghệ có tầm quan trọng hàng đầu. Mức độ

không chắc chắn tồn tại khi việc ứng dụng công nghiệp 4.0 là rủi ro và mỗi CEO sẽ nhận thức mức độ rủi ro hoặc sự không chắc chắn liên quan đến công nghiệp 4.0 một cách khác nhau. Nếu ban lãnh đạo nhận thấy lợi ích của việc ứng dụng công nghiệp 4.0 lớn hơn rủi ro thì doanh nghiệp có nhiều khả năng ứng dụng công nghiệp 4.0 hơn. Trong nghiên cứu của Nickell và Seado (1986) đã phát hiện ra rằng: Trong các doanh nghiệp máy tính hóa, các nhà quản lý cấp cao có xu hướng có thái độ tích cực hơn đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H5: Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 có tác động tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

2.5.5. Vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo đến các mối quan hệ tác động giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0

Ứng dụng công nghiệp 4.0 có ý nghĩa quan trọng trong chiến lược phát triển của doanh nghiệp. Quyết định này liên quan đến hành vi của nhà quản trị, trong khi hành vi của nhà quản trị chịu ảnh hưởng bởi bối cảnh cá nhân của họ (Thong & Yap, 1995). Do đó, các đặc điểm của nhà lãnh đạo có thể đóng vai trò như những yếu tố điều tiết trong mối quan hệ tác động giữa mức độ sẵn sàng và việc ứng dụng công nghiệp 4.0, giữa thái độ đối với việc ứng dụng và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp. Đặc điểm CEO bao gồm nhiều khía cạnh như: kiến thức chuyên môn, kinh nghiệm làm việc, tính sáng tạo, đổi mới. Theo Rogers (1983), thái độ đối với đổi mới được hình thành từ trước khi tổ chức chính thức đưa ra quyết định ứng dụng, qua đó nhấn mạnh vai trò định hướng then chốt của nhận thức và niềm tin của nhà lãnh đạo trong quá trình ra quyết định. Thong & Yap (1995) cũng cho rằng: Tính sáng tạo cùng với mức độ sẵn sàng đón nhận sự thay đổi của CEO được xem là những nhân tố có ảnh hưởng đáng kể đến quyết định và quá trình triển khai công nghệ mới trong doanh nghiệp. Những đặc điểm cá nhân của CEO đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy quá trình ứng dụng và tích hợp công nghệ mới trong tổ chức. Đặc biệt, trình độ và hiểu biết về công nghệ của CEO được xem là yếu tố có mối quan hệ mật thiết với xu hướng chấp nhận cũng như mức độ triển khai các đổi mới công nghệ trong doanh nghiệp (Thong & Yap, 1995). Cụ thể, đặc điểm CEO sẽ ảnh hưởng đến cách nhìn nhận và phản ứng trước những cơ hội cũng như thách thức

mà công nghiệp 4.0 mang lại, từ đó ảnh hưởng đến các mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Ding, Li, & Shen, 2024; J. Li, Greenwood, & Kassem, 2019). Trong nghiên cứu của Ngongo và cộng sự (2019), đặc điểm lãnh đạo là yếu tố điều tiết có ý nghĩa thống kê đối với việc áp dụng các ứng dụng công nghệ chăm sóc sức khỏe di động tại các bệnh viện ở Kenya. Từ đó, nghiên cứu đưa ra giả thuyết:

Giả thuyết H6a: Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Giả thuyết H6b: Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

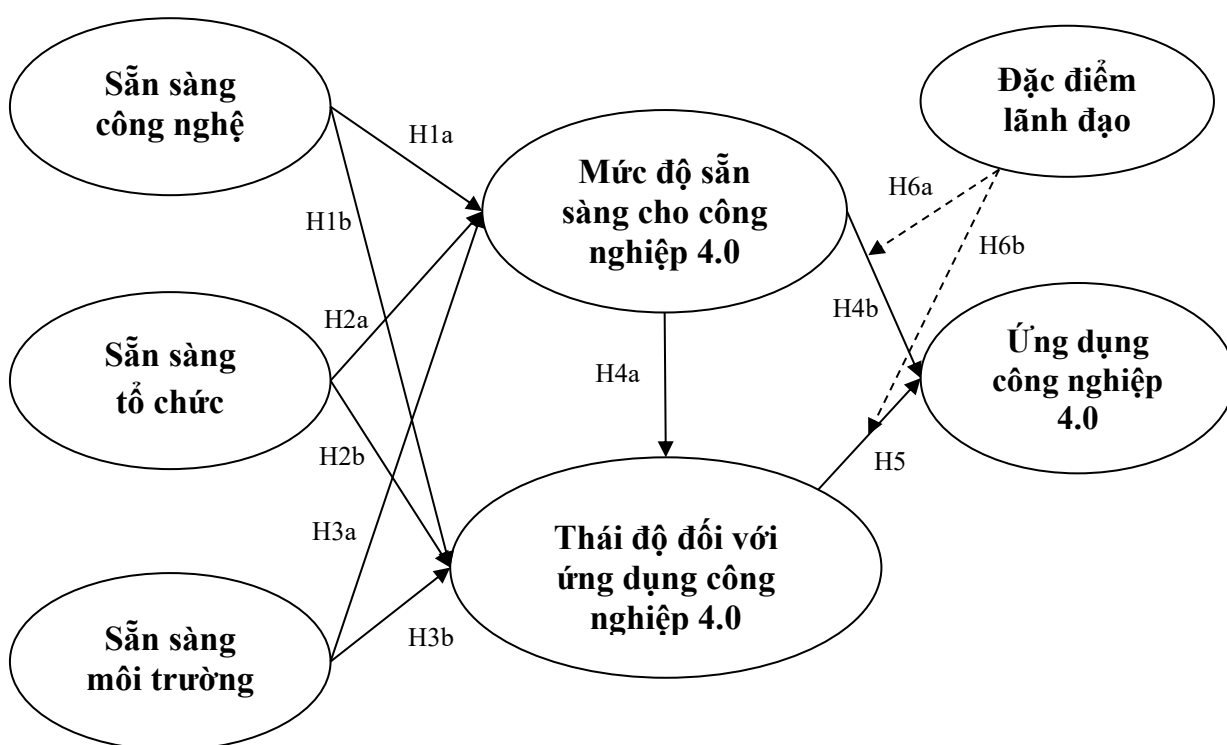
Bảng 2.5: Tổng hợp các giả thuyết nghiên cứu

<i>Kí hiệu</i>	<i>Giải thuyết nghiên cứu</i>
<i>H1a</i>	<i>Sẵn sàng công nghệ có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.</i>
<i>H1b</i>	<i>Sẵn sàng công nghệ có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H2a</i>	<i>Sẵn sàng tổ chức có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.</i>
<i>H2b</i>	<i>Sẵn sàng tổ chức có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H3a</i>	<i>Sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.</i>
<i>H3b</i>	<i>Sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H4a</i>	<i>Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H4b</i>	<i>Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 tác động tích cực đến ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H5</i>	<i>Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 có tác động tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H6a</i>	<i>Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>
<i>H6b</i>	<i>Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>

(Nguồn: Tác giả, 2023)

2.6. Mô hình nghiên cứu đề xuất

Dựa trên khung lý thuyết nền tảng Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) của Tornatzky và Fleischer (1990) và lý thuyết khuyến khích đổi mới (DOI) của Rogers (1983), kế thừa từ mô hình và kết quả nghiên cứu của các tác giả Weerabahu (2023); Ismail và cộng sự (2023); Wong và Kee (2022); Maroufkhani, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020); Jensen và cộng sự (2019); Alsheibani, Cheung, và Messom (2018); Yang và cộng sự (2015), tác giả đề xuất mô hình nghiên cứu: “Các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh”, cụ thể như sau:



Hình 2.9: Mô hình nghiên cứu đề xuất

(Nguồn: Tác giả đề xuất, 2023)

Trong đó biến bậc hai sự sẵn sàng công nghệ không được đo lường trực tiếp mà sẽ được đo lường qua các biến tiềm ẩn bậc một: Lợi thế tương đối (RA); Khả năng tương thích (CMP); Khả năng thử nghiệm (TRI); Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC). Tương tự khái niệm sẵn sàng tổ chức được đo lường qua các biến tiềm ẩn bậc một gồm: Hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS); Khả năng hấp thụ (AC); Nguồn lực tài chính (FR); Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF). Sẵn sàng môi trường được đo lường thông qua các biến: Sự hỗ trợ của chính phủ (GS); Áp lực cạnh tranh (CP); Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES). Mỗi

quan hệ giữa các biến tiềm ẩn bậc hai và bậc một là dạng nguyên nhân (formative). Đặc điểm lãnh đạo có vai trò là biến điều tiết trong mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Bảng 2.6: Tổng hợp các biến trong nghiên cứu

Khái niệm bậc hai	Khái niệm bậc nhất	Ký hiệu	Trích dẫn
Sẵn sàng công nghệ (TR)	Lợi thế tương đối	RA	Lutfi và cộng sự (2022); AlBar & Hoque (2019); Alsheibani, Cheung, và Messom (2018); Kumar và cộng sự (2016); Yang (2015); Chen và cộng sự (2015); Agrawal (2015); Aboelmaged (2014); Ifinedo (2005); Rogers (2003); Premkumar và Roberts (1999)
	Khả năng tương thích	CMP	Ismail và cộng sự (2023); AlBar & Hoque (2019); Agrawal (2015); Chen và cộng sự (2015); Yang (2015); Yan (2009); Ifinedo (2005); Rogers (1995)
	Khả năng thử nghiệm	TRI	Ismail và cộng sự (2023); Kumar Bhardwaj, Garg, và Gajpal (2021); AlBar và Hoque (2019); Kendall và cộng sự (2001)
	Cảm nhận bảo mật/ an toàn	SC	Lutfi và cộng sự (2022); Khanzode và cộng sự (2021); Benitez và cộng sự (2020); Horvath và Szabo (2019); Asiaei & Rahim (2019); Salleh & Janczewski (2016)
Sẵn sàng tổ chức (OR)	Hỗ trợ từ quản lý cấp cao	TMS	Wong và Kee (2022); Muninger và cộng sự (2019); Ooi và cộng sự (2018); Young & Jordan (2008); Premkumar & Roberts (1999); Hart (1992)
	Khả năng hấp thụ	AC	Agostini & Nosella (2019); Ooi và cộng sự (2018); Liao và cộng sự (2010); Zahra & George, (2002); Cohen & Levinthal (1990)
	Nguồn lực tài chính	FR	Lai, Sun, và Ren (2018); Maduku và cộng sự (2016); Lai và cộng sự (2014)

Khái niệm bậc hai	Khái niệm bậc nhất	Ký hiệu	Trích dẫn
Sẵn sàng tổ chức (OR)	Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin	INF	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Ramamurthy (1995)
Sẵn sàng môi trường (ER)	Sự hỗ trợ từ chính phủ	GS	Lutfi và cộng sự (2022); AlBar & Hoque (2019); Agrawal (2015); Hsu và cộng sự (2014); Zhu và cộng sự (2006)
	Áp lực cạnh tranh	CP	AlBar & Hoque (2019); Agrawal (2015); Yap & Thong (1995)
	Sự hỗ trợ từ bên ngoài	ES	Alsheibani, Cheung, và Messom (2018); Premkumar và Roberts (1999)
	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	RL	Maroufkhani và cộng sự (2020); Stenoft và cộng sự (2019); Chen và cộng sự (2015); Diccionary (1989)
	Thái độ đối với ứng dụng công nghệ 4.0	AT	Virmani và cộng sự (2023); AlBar và Hoque (2019); Yang và cộng sự (2015); Ha, Yoon, và Choi (2007)
	Ứng dụng công nghệ 4.0	AD	Virmani và cộng sự (2023); Kamble và cộng sự (2020); AlBar và Hoque (2019); Luthra & Mangla (2018); Liu và cộng sự (2008); Ha, Yoon, và Choi (2007); Thong (1999); Downs & Mohr (1976)
	Đặc điểm lãnh đạo	CEO	Ding, Li, và Shen (2024); Li, Greenwood, và Kassem (2019); Yap & Thong (1995); Nickell & Seado (1986); Rogers (1983)

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

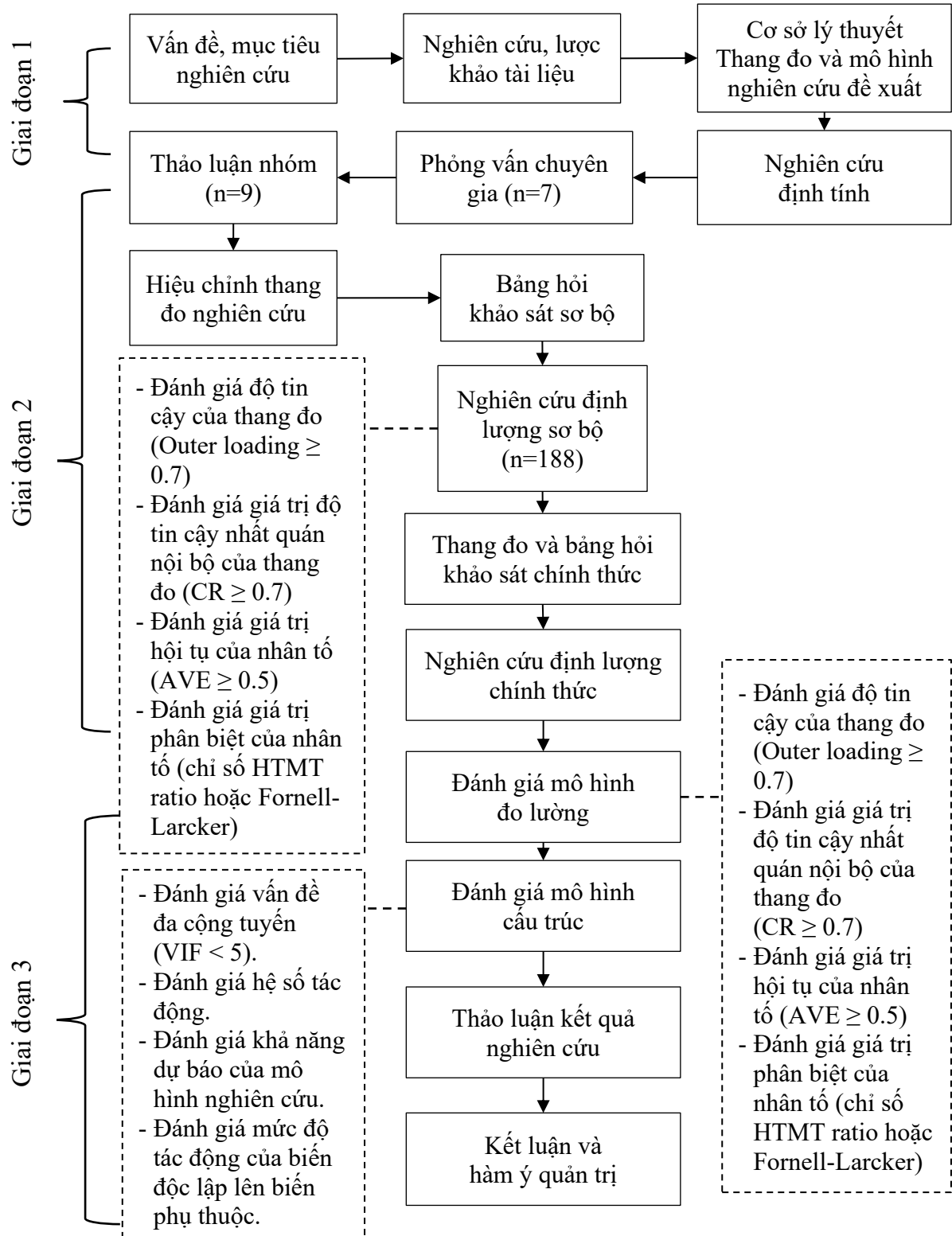
TÓM TẮT CHƯƠNG 2

Chương 2 trình bày nội dung các khái niệm liên quan đến đề tài nghiên cứu và hệ thống hóa cơ sở lý thuyết nền tảng về chấp nhận sử dụng công nghệ mới trong tổ chức. Tác giả đã lược khảo và tổng hợp các kết quả nghiên cứu thực nghiệm có liên quan đến hành vi chấp nhận đổi mới công nghệ. Dựa trên nền tảng các lý thuyết và các công trình nghiên cứu trước đó, đề lập luận về mối quan hệ giữa các nhân tố ảnh hưởng, từ đó đề xuất mô hình và giả thuyết nghiên cứu. Kết quả có 11 giả thuyết nghiên cứu được đề xuất, phản ánh các liên kết tác động giữa bảy yếu tố: sẵn sàng công nghệ (TR), sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER), mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL), thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT), ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) và đặc điểm lãnh đạo (CEO).

CHƯƠNG 3

QUY TRÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Quy trình nghiên cứu



Hình 3.1: Quy trình nghiên cứu (Tác giả đề xuất, 2022)

Quy trình nghiên cứu của luận án được tác giả triển khai qua 3 giai đoạn chính:

Giai đoạn 1: Tổng quan tài liệu nghiên cứu và nghiên cứu định tính

Sau khi đã xác định được vấn đề và mục tiêu nghiên cứu, tác giả tiến hành lược khảo các tài liệu nghiên cứu có liên quan, xác định cơ sở lý thuyết bao gồm: các lý thuyết nền, tổng hợp các khái niệm nghiên cứu. Dựa trên cơ sở lược khảo các nghiên cứu trước để chỉ ra khoảng trống nghiên cứu, cũng như đề xuất mô hình nghiên cứu và kế thừa các thang đo được sử dụng để đo lường các khái niệm nghiên cứu. Việc phân tích, đánh giá tổng quan tài liệu được thực hiện theo phương pháp trắc lượng thư mục và đánh giá tổng quan tài liệu có hệ thống, sử dụng phần mềm VOSviewer 1.6.20 để phân tích bản đồ trực quan mạng cho các tài liệu khoa học có liên quan đến chủ đề nghiên cứu.

Nghiên cứu định tính được thực hiện thông qua kỹ thuật thảo luận tay đôi (phỏng vấn chuyên gia) và thảo luận nhóm nhằm mục đích kiểm tra độ phù hợp của các khái niệm nghiên cứu, cũng như mối quan hệ ảnh hưởng giữa các khái niệm nghiên cứu theo quan điểm của chuyên gia và nhà quản trị doanh nghiệp. Từ đó, điều chỉnh mô hình nghiên cứu, đồng thời giúp khám phá, hiệu chỉnh, bổ sung các thang đo dùng trong nghiên cứu do các thang đo được kế thừa từ các nghiên cứu nước ngoài, ngôn ngữ chính là Tiếng Anh. Kết quả nghiên cứu định tính sẽ là cơ sở để xây dựng bảng câu hỏi phục vụ cho giai đoạn nghiên cứu định lượng sơ bộ.

Giai đoạn 2: Nghiên cứu định lượng sơ bộ

Nghiên cứu định lượng sơ bộ được tiến hành để đánh giá độ tin cậy thang đo, đồng thời kiểm tra giá trị hội tụ, giá trị phân biệt, nhằm mục đích xác định mức độ phù hợp của các thang đo đối với các khái niệm nghiên cứu trước khi triển khai giai đoạn nghiên cứu chính thức. Thông qua phương pháp chọn mẫu phi xác suất cụ thể là phương pháp chọn mẫu thuận tiện, tác giả đã tiến hành khảo sát 188 doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh. Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm SmartPLS4.1.0.0 nhằm đánh giá độ tin cậy và giá trị thang đo. Kết quả của giai đoạn nghiên cứu định lượng sơ bộ là cơ sở để hoàn thiện bảng câu hỏi khảo sát phục vụ cho nghiên cứu định lượng chính thức trên diện rộng.

Giai đoạn 3: Nghiên cứu định lượng chính thức

Nghiên cứu định lượng chính thức được tiến hành nhằm kiểm định giả thuyết và mô hình nghiên cứu chính thức. Tác giả đã tiến hành khảo sát 353 doanh nghiệp vừa và nhỏ, bằng phương pháp chọn mẫu thuận tiện, thông qua bảng câu hỏi khảo sát trực tuyến được trình bày trên Google biểu mẫu: <https://forms.gle/EbDnaSxGZEZfNtE2A>. Dữ liệu khảo sát thu thập được tiến hành mã hóa, phân tích thống kê mô tả, kiểm định theo phương pháp bình phương nhỏ nhất từng phần (PLS-SEM) thông qua đánh giá mô hình đo lường và mô hình cấu trúc. Việc phân tích, đánh giá dữ liệu cũng được sử dụng bằng phần mềm SmartPLS4.1.0.0. Kết quả nghiên cứu được thảo luận dựa trên việc so sánh với các kết quả nghiên cứu trước và nội dung phỏng vấn doanh nghiệp để giải thích kết quả từ thực tiễn, từ đó đề xuất hàm ý quản trị phù hợp.

Bảng 3.1: Tiến độ thực hiện nghiên cứu

Giai đoạn	Nghiên cứu	Cỡ mẫu	Kỹ thuật thu thập dữ liệu	Thời gian	Địa điểm
1	Nghiên cứu định tính	n = 7	Thảo luận tay đôi	12/2023 - 03/2024	Hồ Chí Minh
		n = 9	Thảo luận nhóm	03/2024	Hồ Chí Minh
2	Nghiên cứu định lượng sơ bộ	n = 188	Bảng hỏi trực tuyến	03/2024 - 04/2024	Hồ Chí Minh
3	Nghiên cứu định lượng chính thức	n = 353	Bảng hỏi trực tuyến	04/2024 - 05/2024	Hồ Chí Minh

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

3.2. Nghiên cứu định tính

3.2.1. Giới thiệu

Nghiên cứu định tính được tiến hành khi hiện tượng hoặc vấn đề nghiên cứu còn mới, chưa được làm rõ, hoặc thiếu cơ sở lý thuyết và bằng chứng thực nghiệm để giải thích. Phương pháp này cho phép nhà nghiên cứu thu thập thông tin sâu và có ý nghĩa nhằm mở rộng hiểu biết, khám phá bản chất của vấn đề nghiên cứu (Hà Nam Khánh Giao & Bùi Nhất Vương, 2019). Trong tài liệu nghiên cứu của Nguyễn Thị Tuyết Mai

và Nguyễn Nhật Nguyên (2020) đã giới thiệu nghiên cứu định tính là một cách tiếp cận quan trọng trong nghiên cứu khoa học về mối quan hệ giữa các nhân tố dựa trên dữ liệu định tính, như: những câu chuyện, lời nói, quan sát thực địa,... Trong giai đoạn nghiên cứu định tính, tác giả sử dụng phương pháp thảo luận tay đôi và thảo luận nhóm.

3.2.2. Mục đích

Nghiên cứu định tính được sử dụng cho đề tài nhằm hai mục đích chính: thứ nhất, làm rõ các khái niệm nghiên cứu, thành phần của các khái niệm sẵn sàng công nghệ (TR), sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) và mối quan hệ ảnh hưởng giữa các khái niệm nghiên cứu, từ đó phát triển các giả thuyết và xây dựng mô hình nghiên cứu. Thứ hai, điều chỉnh thang đo cho các khái niệm nghiên cứu về mặt từ ngữ, nội dung, số lượng thang đo để phù hợp với bối cảnh nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0 ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, là cơ sở để thiết kế bảng hỏi khảo sát cho giai đoạn nghiên cứu định lượng.

3.2.3. Phương pháp lấy mẫu và cỡ mẫu trong nghiên cứu định tính

3.2.3.1 Phương pháp lấy mẫu

Theo Kolb (2018) đối tượng tham gia phỏng vấn hay thảo luận nhóm trong nghiên cứu định tính cần được lựa chọn một cách cẩn thận và kỹ lưỡng. Có 3 yếu tố chính cần lưu ý khi lựa chọn mẫu nghiên cứu: (1) đặc điểm nhân khẩu học và tâm lý xã hội học của đối tượng; (2) Kiến thức của đối tượng về chủ đề nghiên cứu; (3) Khu vực địa lý nơi đối tượng sinh sống (địa điểm). Vì vậy, để thu thập được dữ liệu theo mục tiêu nghiên cứu đã đặt ra, đối tượng tham gia nghiên cứu định tính được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu có chủ đích. Nghiên cứu xác định rõ các tiêu chí lựa chọn đối tượng tham gia thảo luận tay đôi và thảo luận nhóm, lập danh sách chi tiết các chuyên gia, người tham dự (đáp viên), đảm bảo được các tiêu chí đã đặt ra, sau đó tiến hành liên hệ mời họ tham gia phỏng vấn. Cuộc phỏng vấn/ thảo luận sẽ được tiến hành khi nhận được sự đồng ý của các chuyên gia/ người tham dự.

3.2.3.2 Cỡ mẫu

Trong nghiên cứu định tính, không có một công thức cụ thể nào để xác định quy mô mẫu (Nguyễn Thị Tuyết Mai & Nguyễn Nhật Nguyên, 2020). Trong nghiên cứu này, cỡ

mẫu được tác giả xác định theo nguyên tắc “bão hòa” về thông tin, nghĩa là số lượng phỏng vấn sẽ dừng lại khi người nghiên cứu hiểu rõ vấn đề nghiên cứu và người tham gia không đưa thêm vấn đề mới, thông tin thu được có sự trùng lặp (Strauss & Corbin, 1990). Kết quả, cỡ mẫu trong giai đoạn thảo luận tay đôi (phỏng vấn chuyên gia) dừng lại khi phỏng vấn 7 chuyên gia, gồm: 4 nhà khoa học, 2 chủ doanh nghiệp vừa và nhỏ (giám đốc công ty), 1 trưởng phòng công nghệ thông tin.

Theo quan điểm của Nguyễn Đình Thọ (2014), cỡ mẫu trong giai đoạn thảo luận nhóm thường tối thiểu là 4 người và tối đa 12 người, lý tưởng nhất là từ 8 người đến 10 người. Để đảm bảo cỡ mẫu cho thảo luận nhóm, nghiên cứu đã lựa chọn và mời được 9 người tham gia thảo luận nhóm.

3.2.4. Đối tượng tham gia trong nghiên cứu định tính

Đối tượng tham gia thảo luận tay đôi là các chuyên gia có kinh nghiệm, hiểu biết sâu về vấn đề nghiên cứu, bao gồm: (1) Các nhà nghiên cứu, giảng viên giảng dạy về hành vi tổ chức, họ am hiểu và có những công trình nghiên cứu liên quan đến chủ đề nghiên cứu của luận án; (2) Chủ doanh nghiệp, quản lý cấp trung, người phụ trách lĩnh vực công nghệ thông tin của doanh nghiệp, có kiến thức thực tiễn về cách vận hành, triển khai công nghệ mới trong tổ chức.

Đối tượng tham gia thảo luận nhóm là các anh/ chị chủ doanh nghiệp, trưởng bộ phận, giữ vị trí quản lý cấp trung trở lên của doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, mỗi công ty mời 1 người đại diện tham gia.

Để xác định đối tượng tham gia thảo luận tay đôi và thảo luận nhóm, nghiên cứu dựa trên các tiêu chí sau:

+ Đối với chuyên gia là nhà khoa học, cần:

- Có học vị tiến sĩ.
- Là giảng viên, giảng dạy các môn học liên quan đến hành vi tổ chức.
- Có ít nhất một công trình nghiên cứu đã công bố có liên quan đến chủ đề nghiên cứu.

+ Đối với nhà quản lý doanh nghiệp, cần:

- Làm việc trong SMEs đã triển khai ứng dụng công nghệ 4.0.

- Vị trí công việc: Quản lý cấp trung trở lên.
- Thâm niên làm việc trong công ty từ 3 năm trở lên.
- Người tham gia đảm bảo yêu cầu không tham gia một cuộc thảo luận tương tự nào trong 6 tháng gần nhất và các đáp viên tham gia thảo luận nhóm không quen biết nhau trước.

3.2.5. Tiến hành nghiên cứu định tính

3.2.5.1 Thu thập dữ liệu

Thảo luận tay đôi (phỏng vấn chuyên gia) là một cuộc thảo luận diễn ra giữa người nghiên cứu và một người tham gia có kiến thức am hiểu về chủ đề nghiên cứu, nhằm khám phá các hiểu biết, quan điểm của người tham gia về vấn đề nghiên cứu. Để thuận tiện cho việc phỏng vấn, cũng như tận dụng tối đa thời gian phỏng vấn, người nghiên cứu đã chuẩn bị sẵn dàn bài thảo luận với các câu hỏi mở để định hướng nội dung cuộc thảo luận (Phụ lục 5a). Cuộc phỏng vấn được thiết kế theo phương pháp phỏng vấn bán cấu trúc vì phương pháp này cho phép người nghiên cứu nắm bắt được suy nghĩ và góc nhìn của người được phỏng vấn, đồng thời giúp người nghiên cứu làm chủ cuộc phỏng vấn, tránh lan man trong quá trình phỏng vấn (Brinkmann & Kvale, 2018). Thời gian tiến hành thảo luận tay đôi bắt đầu từ tháng 12/2023 đến đầu tháng 03/2024. Cuộc thảo luận tay đôi được diễn ra qua hình thức phỏng vấn trực tiếp hoặc online qua cuộc gọi Meeting Zoom. Thời lượng phỏng vấn một chuyên gia là 90 phút.

Thảo luận nhóm là một cuộc thảo luận giữa các đối tượng nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của nhà nghiên cứu nhằm cung cấp thông tin về một chủ đề cụ thể. Do chủ đề nghiên cứu là hành vi ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ, liên quan đến tổ chức của các đáp viên đang làm việc, được đánh giá là vấn đề nhạy cảm, vì vậy việc thảo luận nhóm chỉ dừng lại ở mục đích điều chỉnh từ ngữ và nội dung của các thang đo cho phù hợp với bối cảnh nghiên cứu và đối tượng khảo sát. Thảo luận nhóm được thực hiện qua ứng dụng Meeting Zoom trực tuyến, thời gian thảo luận nhóm diễn ra vào giữa tháng 03/2024. Để bắt đầu cuộc thảo luận nhóm, người nghiên cứu (người điều phối) giới thiệu về mục đích, yêu cầu của buổi thảo luận, cũng như dành thời gian để người tham gia giới thiệu, làm quen, nhằm tạo bầu không khí thoải mái cho cuộc thảo luận. Khuyến khích người tham gia chia sẻ ý kiến trên tinh thần thẳng thắn, thoải mái, không

có ý kiến đúng hoặc sai. Người nghiên cứu tiến hành thảo luận nhóm theo nội dung dàn bài thảo luận nhóm đã được soạn trước (Phụ lục 6a). Người tham gia có thể đưa ý kiến theo thứ tự hoặc bất kỳ khi nào họ có ý tưởng mới cho câu trả lời, đến khi hết ý kiến thì sẽ chuyển sang câu hỏi khác, bám sát nội dung dàn bài thảo luận nhóm để cuộc thảo luận đi đúng hướng. Người nghiên cứu đặt câu hỏi và tương tác với người tham gia theo nguyên tắc “bão hòa” ý kiến, nghĩa là câu hỏi thảo luận sẽ dừng lại khi ghi nhận toàn bộ mọi ý kiến của người tham gia và người nghiên cứu hiểu rõ hết ý nghĩa các câu trả lời của người tham gia (Nguyễn Đình Thọ, 2014).

3.2.5.2 Xử lý phân tích dữ liệu thảo luận tay đôi và thảo luận nhóm

Trong nghiên cứu định tính quá trình thu thập và phân tích dữ liệu không thể tách rời (Nguyễn Đình Thọ, 2014), vì người nghiên cứu cũng là người trực tiếp phỏng vấn và diễn giải ý nghĩa của dữ liệu thu thập được, trong quá trình thu thập dữ liệu người nghiên cứu đã hiểu hết ý nghĩa của dữ liệu.

Dữ liệu phỏng vấn thu thập được trong quá trình thảo luận tay đôi với các chuyên gia đã được người nghiên cứu đọc kỹ lưỡng, soạn lại nội dung chi tiết thảo luận của từng chuyên gia, thực hiện tổng hợp, phân tích và so sánh nội dung các ý kiến thu thập được để tìm ra những điểm tương đồng và những điểm khác biệt khi trao đổi về vấn đề nghiên cứu. Sau đó người nghiên cứu trình bày, diễn giải lại quan điểm về các khái niệm và mối quan hệ giữa các khái niệm nghiên cứu theo góc nhìn chia sẻ của chuyên gia. Cuối cùng, hẹn gặp lại chuyên gia để trao đổi và xin ý kiến phản hồi của chuyên gia về kết quả nghiên cứu mà tác giả đã phân tích, thu thập được.

Dữ liệu thảo luận nhóm được người nghiên cứu tổng hợp và phân tích ngay sau khi cuộc thảo luận nhóm kết thúc. Vì thảo luận nhóm trực tuyến nên người nghiên cứu phải chuyển dữ liệu từ dạng video sang dạng văn bản, đối chiếu lại với bản ghi chép trong quá trình thảo luận. Sau đó tiến hành sắp xếp lại các thông tin, nội dung góp ý điều chỉnh các thang đo theo ý kiến của người tham gia. Tổng hợp nội dung bộ thang đo cuối cùng sau khi đã được điều chỉnh theo kết quả của buổi thảo luận nhóm. Người nghiên cứu gửi lại kết quả cho các thành viên tham gia trong buổi thảo luận để xin ý kiến phản hồi của họ về kết quả cuối cùng được ghi nhận.

3.2.6. Kết quả nghiên cứu định tính

3.2.6.1 Kết quả thảo luận tay đôi

Kết quả thảo luận tay đôi với các chuyên gia được tóm tắt như sau:

Kết quả khám phá các khái niệm nghiên cứu và mối quan hệ giữa các khái niệm

Về khái niệm công nghiệp 4.0, theo quan điểm chuyên gia công nghiệp 4.0 được hiểu là việc ứng dụng các công nghệ số và tự động hóa vào chuỗi giá trị của doanh nghiệp, từ sản xuất, quản lý tồn kho, bán hàng, dịch vụ khách hàng đến quản trị nguồn nhân lực, nhằm đạt được tối ưu năng suất, giảm chi phí, tăng khả năng phản ứng với thị trường và cá nhân hóa sản phẩm, dịch vụ. Với các nhà quản trị doanh nghiệp, công nghiệp 4.0 không chỉ là công nghệ mà là một chiến lược chuyển đổi vận hành. Các thành phần công nghệ công nghiệp 4.0 phổ biến được đánh giá là đã triển khai ứng dụng trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ, gồm: các hệ thống quản trị tích hợp (ERP/ MES/ CRM), các giải pháp đám mây, phân tích dữ liệu lớn, ChatGPT/ Chatbot, in 3D, các giải pháp thanh toán, thương mại điện tử, quản lý bán hàng trực tuyến.

Trong nghiên cứu, tác giả sử dụng thuật ngữ “ứng dụng công nghiệp 4.0” đã được các chuyên gia đồng tình. Các chuyên gia cho rằng: đặc điểm chung của các SMEs là hạn chế về các nguồn lực nên SMEs chỉ có thể lựa chọn, triển khai một số thành phần công nghệ của công nghiệp 4.0 hay những giải pháp phù hợp để tập trung vào hiệu quả kinh doanh, tối ưu việc vận hành. Nói một cách khác, SMEs chỉ có thể sử dụng một phần công nghệ 4.0 vào các hoạt động cụ thể, chứ chưa thể triển khai áp dụng đồng bộ, đầy đủ.

Nhìn chung, các kết quả thảo luận với chuyên gia khám phá về khái niệm nghiên cứu của đề tài khá tương đồng với các cơ sở lý thuyết mà nghiên cứu đã trình bày. Các chuyên gia đồng ý rằng việc tích hợp hai lý thuyết nền TOE-DOI hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu hành vi ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức SMEs. Cách đo lường các khái niệm bậc cao sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường, các chuyên gia đều đồng tình vì xu hướng các nghiên cứu đều cố gắng tìm ra cách đo lường tối giản và phù hợp nhất. Vì hiện tại các nhân tố của các bối cảnh công nghệ, tổ chức, môi trường đang được đo lường và kiểm tra mối quan hệ tác động một cách rời rạc,

khuyến các mô hình nghiên cứu về ứng dụng công nghệ mới trở nên nhiều biến, không tinh gọn, không mang tính khái quát.

Về các mối quan hệ ảnh hưởng giữa các khái niệm nghiên cứu trong mô hình đề xuất, các chuyên gia đều đồng thuận với các giả thuyết nghiên cứu được đưa ra (11/11 giả thuyết). Từ ý kiến của các chuyên gia và kết quả nghiên cứu trong các công trình trước đây, tác giả quyết định giữ nguyên các giả thuyết trong mô hình nghiên cứu. Như vậy mô hình nghiên cứu giữ nguyên các giả thuyết như đề xuất ban đầu (Phụ lục 5).

Bảng 3.2: Kết quả khám phá về mối quan hệ giữa các khái niệm nghiên cứu

Biến nguyên nhân		Biến kết quả	Ý kiến (Đồng ý/ không đồng ý, thuận chiều/ ngược chiều)
Sẵn sàng công nghệ	→	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Sẵn sàng tổ chức	→	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Sẵn sàng môi trường	→	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Sẵn sàng công nghệ	→	Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Sẵn sàng về tổ chức	→	Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Sẵn sàng môi trường kinh doanh	→	Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	→	Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
(Đặc điểm lãnh đạo) X (Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0)	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7
(Đặc điểm lãnh đạo) X (Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0)	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	Đồng ý: 7/7

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả phỏng vấn chuyên gia, 2024)

Phát triển, điều chỉnh thang đo từ kết quả phỏng vấn chuyên gia

Ý kiến nhận xét của các chuyên gia về nội dung của các thang đo nói chung:

Nội dung các thang đo mà tác giả đề xuất cho nghiên cứu đang sử dụng cho một sản phẩm công nghiệp 4.0 cụ thể như phân tích dữ liệu lớn (BDA), hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp phát triển lưu trữ trên nền tảng điện toán đám mây (Cloud ERP), dữ liệu lớn (BD), các sản phẩm công nghệ này đều là thành phần của công nghiệp 4.0. Hầu hết các SMEs hiện nay chỉ đang ứng dụng một phần của công nghiệp 4.0 vào hoạt động sản xuất, kinh doanh, vì vậy để phù hợp và mang tính khái quát với nội dung nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ, các chuyên gia khuyến nghị điều chỉnh lại từ ngữ của các thang đo để chung là ứng dụng công nghệ công nghiệp 4.0 hoặc ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ của công nghiệp 4.0 hoặc ứng dụng công nghiệp 4.0 và giữ lại nội hàm của các thang đo gốc. Ngoài ra thay đổi ngôi xưng hô trong nội dung để phù hợp với người tham gia trả lời khảo sát, cụ thể nội dung các thang đo sẽ được điều chỉnh lại như sau:

Bảng 3.3: Nội dung các thang đo sẵn sàng công nghệ sau khi được điều chỉnh

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Sẵn sàng công nghệ (TR)				
Lợi thế tương đối (RA) <i>Relative advantage</i>	RA1	Dữ liệu lớn cho phép doanh nghiệp của chúng tôi quản lý rủi ro chuỗi cung ứng một cách hợp lý.	Doanh nghiệp của chúng tôi quản trị rủi ro một cách hợp lý nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Agrawal (2015); Lutfi và cộng sự (2022)
	RA2	Dữ liệu lớn sẽ giúp hoạt động kinh doanh của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với các đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường.	Doanh nghiệp của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường kinh doanh nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	
	RA3	Dữ liệu lớn cho phép hoạt động kinh doanh của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác, đúng thời hạn đến người tiêu dùng cuối cùng.	Doanh nghiệp của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác và đúng thời điểm đến khách hàng nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
	RA4	Công nghệ sẽ cho phép chúng tôi cắt giảm chi phí trong hoạt động.	Doanh nghiệp của chúng tôi có thể cắt giảm chi phí trong hoạt động nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Agrawal (2015); Lutfi và cộng sự (2022)
	RA5	Việc ứng dụng công nghệ sẽ cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định.	Doanh nghiệp của chúng tôi được cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	
Khả năng tương thích (CMP) <i>Compatibility</i>	CMP1	Niềm tin/ giá trị hiện tại của tổ chức nhất quán với những thay đổi bởi công nghệ phân tích dữ liệu lớn.	Những thay đổi trong việc triển khai các thành tựu khoa học, kỹ thuật của công nghiệp 4.0 phù hợp với giá trị/ niềm tin hiện có của công ty chúng tôi.	Agrawal (2015)
	CMP2	Công nghệ phân tích dữ liệu lớn tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có.	Các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có của công ty chúng tôi.	
	CMP3	Những thay đổi bởi phân tích dữ liệu lớn phù hợp với thông lệ hiện có.	Triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với thông lệ/ quy định vận hành của công ty chúng tôi.	
	CMP4	Việc triển khai hệ thống phân tích dữ liệu lớn tương thích với kinh nghiệm hiện tại của tổ chức tôi trên các hệ thống tương tự.	Công nghiệp 4.0 tương thích với kinh nghiệm hiện tại của công ty chúng tôi trên các hệ thống đang sử dụng.	
Khả năng thử nghiệm (TRI) <i>Trialability</i>	TRI1	Tổ chức tiến hành thử nghiệm các ứng dụng dịch vụ Cloud ERP trước khi quyết định có sử dụng nó hay không.	Công ty chúng tôi tiến hành thử nghiệm các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trước khi ứng dụng.	AlBar và Hoque (2019); Kendall và cộng sự (2001)
	TRI2	Chúng tôi đã được cho phép sử dụng dịch vụ Cloud ERP trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu nó phù hợp với tổ chức như thế nào.	Công ty chúng tôi được cho phép sử dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu về nó.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Khả năng thử nghiệm (TRI) <i>Trialability</i>	TRI3	Dễ dàng sửa lỗi khi sử dụng cloud ERP.	Công ty chúng tôi dễ dàng sửa lỗi hệ thống nhờ ứng dụng sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.	AlBar và Hoque (2019); Kendall và cộng sự (2001)
Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC) <i>Perceived Security</i>	SC1	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain là an toàn về mặt kỹ thuật.	Việc sử dụng hệ thống dựa trên các công nghệ của công nghiệp 4.0 được bảo đảm an toàn về mặt kỹ thuật.	Lutfi và cộng sự (2022); Salleh & Janczewski (2016)
	SC2	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong ứng dụng.	Việc sử dụng hệ thống dựa trên công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong khi ứng dụng.	
	SC3	Tôi có sự tin tưởng vào hệ thống này.	Chúng tôi tin tưởng vào độ tin cậy của hệ thống các công nghệ công nghiệp 4.0.	
	SC4	Tôi tin rằng hệ thống bảo mật dữ liệu.	Chúng tôi tin rằng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 đảm bảo được tính bảo mật của dữ liệu.	

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Bảng 3.4: Nội dung các thang đo sẵn sàng tổ chức sau khi điều chỉnh

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Sẵn sàng tổ chức (OR)				
Hỗ trợ quản lý cấp cao (TMS) <i>Top Management Support</i>	TMS1	Chủ sở hữu hoặc người quản lý nhiệt tình ủng hộ việc ứng dụng các công nghệ mới này.	Ban lãnh đạo ủng hộ việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Roberts (1999)
	TMS2	Chủ sở hữu hoặc người quản lý đã phân bổ đủ nguồn lực để ứng dụng các công nghệ mới này.	Ban lãnh đạo phân bổ đủ nguồn lực để triển khai công nghiệp 4.0.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Hỗ trợ quản lý cấp cao (TMS) <i>Top Management Support</i>	TMS3	Quản lý đứng đầu nhận thức được lợi ích của những công nghệ mới này.	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi nhận thức được lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Roberts (1999)
	TMS4	Ban quản lý tích cực khuyến khích nhân viên sử dụng các công nghệ mới trong công việc hàng ngày của họ.	Ban lãnh đạo khuyến khích nhân viên ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 vào công việc.	
Khả năng hấp thụ (AC) <i>Absorptive capacity</i>	AC1	Tổ chức của tôi trước đây có kiến thức và kinh nghiệm về các công nghệ liên quan.	Công ty chúng tôi trước đây có đủ kiến thức và kinh nghiệm với các công nghệ liên quan.	Agrawal (2015)
	AC2	Tổ chức của tôi có thể quan tâm đến việc ứng dụng các công nghệ phân tích dữ liệu lớn để đạt được lợi thế cạnh tranh.	Công ty chúng tôi quan tâm đến việc ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 để đạt được lợi thế cạnh tranh.	
	AC3	Nhân viên của bạn có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức bên ngoài.	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức liên quan đến các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	Agostini và Nosella (2019)
	AC4	Nhân viên của bạn có thể xác định tính hữu ích của thông tin và kiến thức bên ngoài.	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng chọn lọc những thông tin và kiến thức bên ngoài hữu ích.	
	AC5	Nhân viên của bạn có thể sử dụng kiến thức hiện có hoặc mới thu được một cách hiệu quả và linh hoạt.	Nhân viên công ty chúng tôi có thể sử dụng kiến thức hiện có một cách hiệu quả và linh hoạt.	
Nguồn lực tài chính (FR) <i>Financial readiness</i>	FR1	Công ty của chúng tôi có nguồn tài chính để ứng dụng phân tích dữ liệu lớn.	Công ty chúng tôi có đủ nguồn lực tài chính để ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0.	Lai, Sun, và Ren (2018)
	FR2	Ngân sách tài chính của chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn.	Ngân sách của công ty chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ cho việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Nguồn lực tài chính (FR) <i>Financial readiness</i>	FR3	Sẽ dễ dàng nhận được hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn từ các ngân hàng địa phương và/hoặc các tổ chức tài chính khác.	Sẽ dễ dàng nhận được sự hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 từ các tổ chức tài chính khác.	Lai, Sun, và Ren (2018)
	FR4	Công ty của chúng tôi sẽ thực hiện phân tích dữ liệu lớn một cách nghiêm túc hơn vì chúng tôi nhận được hỗ trợ tài chính đầy đủ từ các ngân hàng địa phương.	Công ty chúng tôi sẽ triển khai ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 vì chúng tôi nhận được sự hỗ trợ tài chính từ các ngân hàng.	
Cơ sở hạ tầng (INF) <i>Infrastructure</i>	INF1	Tổ chức của chúng tôi có cơ sở hạ tầng CNTT tốt để triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	Công ty chúng tôi có cơ sở hạ tầng tốt để triển khai công nghệ mới.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Ramamurthy (1995)
	INF2	Tổ chức của chúng tôi có sẵn các nguồn lực CNTT (ví dụ: máy tính, internet, v.v.) để triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	Công ty chúng tôi có sẵn các nguồn lực công nghệ thông tin để triển khai các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	
	INF3	Có sự liên kết giữa CNTT và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng ERP trên nền tảng đám mây trong tổ chức của chúng tôi.	Có sự liên kết công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.	

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Bảng 3.5: Nội dung các thang đo sẵn sàng môi trường sau khi điều chỉnh

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Sẵn sàng môi trường				
Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) <i>Government support</i>	GS1	Các chính sách của chính phủ khuyến khích doanh nghiệp của chúng tôi sử dụng công nghệ thông tin mới.	Chính phủ có các chính sách khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ, kỹ thuật của công nghiệp 4.0.	Hsu, Ray, và Li-Hsieh (2014) Lutfi và cộng sự (2022)

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) <i>Government support</i>	GS2	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng dữ liệu lớn trong các hợp đồng mua sắm của chính phủ chẳng hạn như cung cấp hỗ trợ kỹ thuật, đào tạo và tài trợ cho việc ứng dụng dữ liệu lớn.	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.	Hsu, Ray, và Li-Hsieh (2014) Lutfi và cộng sự (2022)
	GS3	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với công nghệ dữ liệu lớn.	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.	
	GS4	Chính phủ thúc đẩy việc sử dụng ERP đám mây thông qua các chương trình khuyến khích.	Chính phủ thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chương trình khuyến khích.	
Áp lực cạnh tranh (CP) <i>Competition intensity</i>	CP1	Sự cạnh tranh giữa các công ty trong ngành công ty đang diễn ra rất mãnh liệt.	Sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong ngành đang diễn ra mạnh mẽ.	Yap & Thong, (1995)
	CP2	Có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường khác với sản phẩm/ dịch vụ của chúng tôi nhưng có cùng chức năng.	Nhờ ứng dụng công nghệ mới, có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường có thể thay thế cho sản phẩm/ dịch vụ mà công ty chúng tôi đang cung cấp.	
	CP3	Tổ chức của tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không ứng dụng công nghệ phân tích dữ liệu lớn.	Công ty chúng tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không triển khai công nghiệp 4.0.	Premkumar & Roberts (1999); AlBar và Hoque (2019)
	CP4	Chúng tôi tin rằng chúng tôi sẽ mất thị phần nếu không ứng dụng ERP đám mây.	Công ty chúng tôi có thể đánh mất thị phần nếu như không triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.	
	CP5	Chúng tôi cảm thấy việc sử dụng những công nghệ này để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết về mặt chiến lược.	Triển khai ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo sau điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES) <i>External Support</i>	ES1	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả các công nghệ này.	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả sản phẩm của công nghiệp 4.0.	Premkumar và Roberts (1999)
	ES2	Các cơ quan cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ này.	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.	
	ES3	Có những cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về những công nghệ mới này.	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về công nghệ của công nghiệp 4.0.	
	ES4	Các nhà cung cấp công nghệ tích cực tiếp thị những công nghệ mới này bằng cách đưa ra các ưu đãi để khuyến khích việc ứng dụng.	Nhà cung cấp công nghệ tích cực khuyến khích doanh nghiệp tôi ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.	
	ES5	Các nhà cung cấp công nghệ quảng bá những công nghệ mới này bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.	Nhà cung cấp công nghệ tích cực quảng bá bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.	

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Ý kiến của chuyên gia về nội dung thang đo cho khái niệm bậc 2:

Để đánh giá và phân tích dữ liệu có các khái niệm bậc cao, chuyên gia có góp ý nội dung thang đo cho 3 khái niệm bậc hai, gồm: sẵn sàng công nghệ (TR); sẵn sàng tổ chức (OR); sẵn sàng môi trường (ER) cần bổ sung thêm một thang đo đánh giá tổng quát cho nội dung của các thành phần, cụ thể bổ sung thêm 3 thang đo khái quát cho 3 khái niệm bậc hai:

- OTTR - Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng công nghệ để ứng dụng công nghiệp 4.0.
- OTOR - Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng tổ chức để ứng dụng công nghiệp 4.0.

- OTER - Nhìn chung các vấn đề về môi trường phù hợp để công ty chúng tôi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.

Ý kiến của chuyên gia về nội dung thang đo cho khái niệm bậc nhất:

Trong các thang đo của các khái niệm bậc nhất, thang đo của nhân tố đặc điểm lãnh đạo (CEO) đang được tác giả sử dụng và kế thừa từ kết quả nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến ứng dụng hệ thống công nghệ thông tin của Thong và Yap (1995). Mặc dù bộ thang đo được xây dựng trong bối cảnh thời kỳ đầu phát triển của máy tính, công nghệ thông tin, tuy nhiên vẫn còn mang lại giá trị, ý nghĩa cho đến ngày nay. Yoon, Lim, và Park (2020) khi nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng trang trại thông minh, ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Internet of Thing vào mô hình các nông trại của Hàn Quốc, cũng đã sử dụng bộ thang đo của Thong và Yap (1995) để đo lường cho nhân tố đặc điểm lãnh đạo. Các chuyên gia cho rằng, đặc điểm lãnh đạo được thể hiện qua kiến thức, tính đổi mới, sáng tạo của người lãnh đạo theo quan điểm của Thong và Yap (1995) là phù hợp. Tuy nhiên cần điều chỉnh lại từ ngữ của các thang đo cho đặc điểm lãnh đạo để phù hợp với bối cảnh phát triển nhanh chóng của các công nghệ hiện nay.

Bảng 3.6: Nội dung điều chỉnh các thang đo khái niệm bậc nhất

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) <i>Organizational Readiness</i>	RL1	Chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.	Doanh nghiệp chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.	Chen và cộng sự (2015)
	RL2	Chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.	Doanh nghiệp chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.	
	RL3	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.	
	RL4	Chúng tôi chịu áp lực phải triển khai công nghiệp 4.0 (từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý, v.v.).	Dưới áp lực đến từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý,... doanh nghiệp chúng tôi phải triển khai công nghiệp 4.0	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Thái độ với việc ứng dụng (AT) <i>Attitude toward adoption</i>	AT1	Các tổ chức hiểu rõ vai trò của cam kết của lãnh đạo cấp cao trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thành công.	Cam kết của lãnh đạo công ty có vai trò quan trọng trong triển khai ứng dụng công nghệ mới.	Virmani và cộng sự (2023)
	AT2	Các tổ chức hiểu được sự cần thiết của việc sắp xếp các chương trình đào tạo, giáo dục cho nhân viên.	Ban lãnh đạo hiểu được tầm quan trọng của việc sắp xếp các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0.	
	AT3	Các tổ chức tự tin rằng họ có thể ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.	Chúng tôi tin rằng: Công ty chúng tôi có thể triển khai ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.	
	AT4	Nhìn chung, chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	Công ty chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai công nghiệp 4.0.	
Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) <i>Adoption Industry 4.0</i>	AD1	Các tổ chức hiểu tầm quan trọng chiến lược của việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Công ty chúng tôi hiểu được tầm quan trọng của việc triển khai công nghiệp 4.0.	Virmani và cộng sự (2023)
	AD2	Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho một tổ chức.	Ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho công ty chúng tôi.	
	AD3	Các tổ chức nhiệt tình đưa các công nghệ công nghiệp 4.0 mới và tiên tiến vào hệ thống của mình.	Công ty chúng tôi sẵn sàng đưa công nghiệp 4.0 vào hệ thống của mình.	
	AD4	Doanh nghiệp của chúng tôi dự định ứng dụng dữ liệu lớn.	Công ty chúng tôi có dự định ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thời gian tới.	Lutfi và cộng sự (2022)
	AD5	Doanh nghiệp của chúng tôi rất muốn giới thiệu dữ liệu lớn cho những doanh nghiệp khác ứng dụng.	Công ty chúng tôi rất muốn giới thiệu công nghiệp 4.0 cho các đối tác sử dụng.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Thang đo điều chỉnh	Nguồn trích dẫn
Đặc điểm ban lãnh đạo (CEO)	CEO1	Tôi muốn tạo ra một cái gì đó mới hơn là cải thiện một cái hiện có.	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi luôn muốn tạo ra cái mới hơn là cải thiện cái hiện có.	Yoon, Lim, và Park (2020); Yap & Thong (1995)
	CEO2	Tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.	
	CEO3	Máy tính tăng năng suất làm việc của nhân viên.	Ban lãnh đạo hiểu rằng: ứng dụng công nghệ 4.0 giúp tăng năng suất làm việc của nhân viên.	
	CEO4	Tôi đã có kinh nghiệm về máy tính.	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi đã có kinh nghiệm về việc sử dụng công nghệ mới.	

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Kết quả phỏng vấn chuyên gia được trình bày chi tiết tại Phụ lục 5c. Nghiên cứu ban đầu đề xuất 63 thang đo để đo lường các khái niệm nghiên cứu, qua kết quả thảo luận tay đôi với các chuyên gia, nghiên cứu đã hình thành bộ thang đo gồm 66 biến quan sát, dùng để đo lường cho 16 khái niệm nghiên cứu, sẽ được sử dụng đưa vào nội dung thảo luận nhóm nhằm hoàn thiện bộ thang đo cho nghiên cứu.

3.2.6.2 Kết quả thảo luận nhóm

Sau khi kết thúc cuộc thảo luận nhóm, tác giả đã nhận được sự đồng thuận cao đối với các nội dung thang đo sau khi đã điều chỉnh với các chuyên gia trong quá trình thảo luận tay đôi. Kết quả nghiên cứu có tổng cộng 66 thang đo, trong đó:

- Sẵn sàng công nghệ (TR) được đo lường qua 4 khái niệm thành phần (17 biến quan sát).
- Sẵn sàng tổ chức (OR) được đo lường qua 4 khái niệm thành phần (17 biến quan sát).
- Sẵn sàng môi trường (ER) được đo lường qua 3 khái niệm thành phần (15 biến quan sát).
- Thang đo về mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) gồm 4 biến quan sát.

- Thang đo thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) gồm 4 biến quan sát.
- Thang đo ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) gồm 5 biến quan sát.
- Thang đo đặc điểm lãnh đạo (CEO) gồm 4 biến quan sát.

Kết quả chi tiết của thảo luận nhóm được trình bày tại Phụ lục 6c.

3.3. Nghiên cứu định lượng

3.3.1. Mục đích

Nghiên cứu định lượng sơ bộ nhằm mục đích hiệu chỉnh lại nội dung thang đo và đánh giá độ tin cậy thang đo trước khi thực hiện giai đoạn nghiên cứu định lượng chính thức. Nghiên cứu định lượng chính thức được thực hiện nhằm mục đích kiểm định mô hình đo lường chính thức, kiểm định, đánh giá các giả thuyết nghiên cứu và mô hình nghiên cứu đề xuất. Do vậy, nghiên cứu định lượng chính thức được thực hiện với quy mô mẫu lớn hơn.

3.3.2. Phương pháp lấy mẫu và cỡ mẫu trong nghiên cứu định lượng

3.3.2.1 Phương pháp lấy mẫu

- ***Kỹ thuật chọn mẫu trong nghiên cứu định lượng sơ bộ:***

Chọn mẫu đề cập đến quá trình chọn một nhóm nhỏ hoặc một phần của tổng thể để thu thập dữ liệu nhằm trả lời các câu hỏi nghiên cứu và đạt được các mục tiêu nghiên cứu (Creswell, 2015). Phương pháp chọn mẫu được phân thành hai loại, gồm chọn mẫu xác suất và chọn mẫu phi xác suất, sự khác biệt giữa hai phương pháp này là sự chọn lựa ngẫu nhiên.

Trong giai đoạn nghiên cứu sơ bộ tác giả áp dụng phương pháp chọn mẫu phi xác suất, cụ thể là kỹ thuật chọn mẫu phỏng đoán (chọn mẫu có chủ đích). Vì đối tượng khảo sát của nghiên cứu là chủ doanh nghiệp hoặc những người có vai trò đưa ra quyết định trong các SMEs ở Việt Nam đã và đang ứng dụng các thành tựu khoa học công nghệ của công nghiệp 4.0. Hiện nay, chưa có dữ liệu đầy đủ về các SMEs đã và đang ứng dụng công nghiệp 4.0, do vậy quần thể nghiên cứu tương đối khó xác định một cách chính xác. Mặt khác, trong giai đoạn nghiên cứu sơ bộ yêu cầu cỡ mẫu không lớn vì vậy căn cứ trên một số tiêu chí đã được xác định trước như người tham gia khảo sát phải là các nhà quản lý, chủ doanh nghiệp vừa và nhỏ đã và đang ứng dụng công nghiệp 4.0,

họ có kiến thức và am hiểu về công nghiệp 4.0 để chọn đơn vị mẫu phù hợp cho nghiên cứu.

- ***Kỹ thuật chọn mẫu trong nghiên cứu định lượng chính thức:***

Trong nghiên cứu định lượng chính thức, tác giả sử dụng kỹ thuật lấy mẫu thuận tiện, đây là một trong các phương pháp chọn mẫu phi xác suất nhằm mục đích tiết kiệm thời gian và chi phí thực hiện. Mặc dù, các nhà khoa học thừa nhận rằng việc chọn mẫu theo phương pháp phi xác suất thì tính đại diện kém hơn so với chọn mẫu theo xác suất nhưng vẫn có giá trị trong nghiên cứu, đặc biệt với trường hợp kiểm định lý thuyết khoa học (Nguyễn Đình Thọ, 2014). Về mặt lý thuyết, dữ liệu thu thập được từ việc chọn mẫu phi xác suất có thể mang lại kết quả chính xác như trường hợp lấy mẫu theo xác suất (Sarstedt và cộng sự, 2017). Việc xác định khung mẫu là việc làm mất nhiều thời gian và chi phí nên khó có thể chọn mẫu theo phương pháp xác suất. Vì vậy, chọn mẫu phi xác suất, cụ thể là phương pháp lấy mẫu thuận tiện sẽ giúp cho nghiên cứu này có thể thu thập dữ liệu dễ dàng trong điều kiện nghiên cứu hạn chế về thời gian cũng như chi phí, nhưng vẫn đảm bảo được tính đại diện của dữ liệu nghiên cứu.

3.3.2.2 Cỡ mẫu

- ***Cỡ mẫu trong nghiên cứu định lượng sơ bộ:***

Theo Hair & cộng sự (2019), các nhà nghiên cứu thường không phân tích yếu tố một mẫu có ít hơn 50 quan sát, và tốt nhất là kích thước mẫu phải là 100 hoặc lớn hơn, nếu số biến quan sát tăng lên thì số quan sát cũng tăng lên. Trong giai đoạn nghiên cứu sơ bộ mục tiêu của phân tích là đánh giá sơ bộ nội dung thang đo, kiểm tra độ tin cậy, giá trị phân biệt, giá trị hội tụ của các thang đo trong nghiên cứu nên cỡ mẫu trên 100 là chấp nhận được. Khảo sát cho nghiên cứu định lượng sơ bộ, tác giả đã thu thập được 188 quan sát hợp lệ từ 188 doanh nghiệp vừa và nhỏ tại địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh.

- ***Cỡ mẫu trong nghiên cứu định lượng chính thức:***

- + ***Xác định cỡ mẫu theo ước lượng tổng thể:*** Theo Yamane Taro (1967), việc xác định kích thước mẫu sẽ được chia làm hai trường hợp: không biết tổng thể và biết được tổng thể, cụ thể:

- a. *Trường hợp không biết quy mô tổng thể*

Chúng ta sẽ sử dụng công thức sau:

$$n = Z^2 \times \frac{p \times (1 - p)}{e^2}$$

Trong đó:

- n : kích thước mẫu cần xác định.
- Z : giá trị tra bảng phân phối Z dựa vào độ tin cậy lựa chọn. Thông thường, độ tin cậy được sử dụng là 95% tương ứng với $Z = 1.96$.
- p : tỷ lệ ước lượng cỡ mẫu n thành công. Thường chúng ta chọn $p = 0.5$ để tích số $p(1-p)$ là lớn nhất, điều này đảm bảo an toàn cho mẫu n ước lượng.
- e : sai số cho phép. Thường ba tỷ lệ sai số hay sử dụng là: ± 01 (1%).

b. Trường hợp biết quy mô tổng thể

Chúng ta sẽ sử dụng công thức sau:

$$n = \frac{N}{1 + N \times e^2}$$

Trong đó:

- n : kích thước mẫu cần xác định.
- N : quy mô tổng thể.
- e : sai số cho phép. Thường ba tỷ lệ sai số hay sử dụng là: ± 01 (1%), ± 0.05 (5%), ± 0.1 (10%), trong đó mức phổ biến nhất là ± 0.05 .

+ *Xác định cỡ mẫu theo ước lượng tổng thể*

Việc xác định cỡ mẫu theo ước lượng tổng thể thường yêu cầu cỡ mẫu lớn. Tuy nhiên, nhà nghiên cứu lại có quỹ thời gian giới hạn và nếu không có nguồn tài chính tài trợ thì khả năng lấy mẫu theo ước lượng tổng thể sẽ khó có thể thực hiện. Do đó, các nhà nghiên cứu thường sử dụng công thức lấy mẫu dựa vào phương pháp định lượng được sử dụng để phân tích dữ liệu. Hai phương pháp yêu cầu cỡ mẫu lớn thường là hồi quy và phân tích nhân tố khám phá (EFA).

+ *Kích thước mẫu theo EFA*

Theo Hair và cộng sự (2014), kích thước mẫu tối thiểu để sử dụng EFA là 50, tốt hơn là từ 100 trở lên. Tỷ lệ số quan sát trên một biến phân tích là 5:1 hoặc 10:1, một số nhà nghiên cứu cho rằng tỷ lệ này nên là 20:1. “Số quan sát” hiểu một cách đơn giản là số phiếu khảo sát hợp lệ cần thiết; “biến đo lường” là một câu hỏi đo lường trong bảng khảo sát. Ví dụ, nếu bảng khảo sát của chúng ta có 30 câu hỏi sử dụng thang đo Likert 5 mức độ (tương ứng với 30 biến quan sát thuộc các nhân tố khác nhau), 30 câu này được sử dụng để phân tích trong một lần EFA. Áp dụng tỷ lệ 5:1, cỡ mẫu tối thiểu sẽ là $30 \times 5 = 150$, nếu tỷ lệ 10:1 thì cỡ mẫu tối thiểu là $30 \times 10 = 300$. Kích thước mẫu này lớn hơn kích thước tối thiểu 50 hoặc 100, vì vậy chúng ta cần cỡ mẫu tối thiểu để thực hiện phân tích nhân tố khám phá EFA là 150 hoặc 300 tùy tỷ lệ lựa chọn dựa trên khả năng có thể khảo sát được.

+ *Kích thước mẫu theo hồi quy*

Đối với kích thước mẫu tối thiểu cho phân tích hồi quy, Green (1991) đưa ra hai trường hợp. Trường hợp một, nếu mục đích phép hồi quy chỉ đánh giá mức độ phù hợp tổng quát của mô hình như R^2 , kiểm định F ... thì cỡ mẫu tối thiểu là $50 + 8m$ (m là số lượng biến độc lập hay còn gọi là predictor tham gia vào hồi quy). Trường hợp hai, nếu mục đích muốn đánh giá các yếu tố của từng biến độc lập như kiểm định t, hệ số hồi quy ... thì cỡ mẫu tối thiểu nên là $104 + m$ (m là số lượng biến độc lập). Lưu ý rằng, m là số biến độc lập chúng ta đưa vào phân tích hồi quy, không phải là số biến quan sát hay số câu hỏi của nghiên cứu. Giả sử chúng ta xây dựng bảng khảo sát gồm 4 biến độc lập (4 thang đo), mỗi thang đo biến độc lập này được đo lường bằng 5 câu hỏi Likert (5 biến quan sát), như vậy tổng cộng chúng ta có 20 biến quan sát. Sau bước phân tích EFA, 4 thang đo này vẫn giữ nguyên như lý thuyết ban đầu, điều này đồng nghĩa có 4 biến độc lập sẽ được sử dụng cho phân tích hồi quy, tức $m = 4$ không phải $m = 20$.

Harris (1985) cho rằng cỡ mẫu phù hợp để chạy hồi quy đa biến phải bằng số biến độc lập cộng thêm ít nhất là 50. Ví dụ, phép hồi quy có 4 biến độc lập tham gia, thì cỡ mẫu tối thiểu phải là $4 + 50 = 54$. Hair và cộng sự (2014) cho rằng cỡ mẫu tối thiểu nên theo tỷ lệ 5:1, tức là 5 quan sát cho một biến độc lập. Như vậy, nếu có 4 biến độc lập tham gia vào hồi quy, cỡ mẫu tối thiểu sẽ là $5 \times 4 = 20$. Tuy nhiên, 5:1 chỉ là cỡ mẫu tối thiểu cần đạt, để kết quả hồi quy có ý nghĩa thống kê cao hơn, cỡ mẫu lý tưởng nên theo

tỷ lệ 10:1 hoặc 15:1. Riêng với trường hợp sử dụng phương pháp đưa biến vào lần lượt Stepwise trong hồi quy, cỡ mẫu nên theo tỷ lệ 50:1.

Nếu một bài nghiên cứu sử dụng kết hợp nhiều phương pháp xử lý thì sẽ lấy kích thước mẫu cần thiết lớn nhất trong các phương pháp. Ví dụ, nếu bài nghiên cứu vừa sử dụng phân tích EFA và vừa phân tích hồi quy. Kích thước mẫu cần thiết của EFA là 200, kích thước mẫu cần thiết của hồi quy là 100, chúng ta sẽ chọn kích thước mẫu cần thiết của nghiên cứu là 200 hoặc từ 200 trở lên. Thường chúng ta sử dụng phân tích EFA cùng với phân tích hồi quy trong cùng một bài luận văn, một bài nghiên cứu. EFA luôn đòi hỏi cỡ mẫu lớn hơn rất nhiều so với hồi quy, chính vì vậy chúng ta có thể sử dụng công thức tính kích thước mẫu tối thiểu cho EFA làm công thức tính kích thước mẫu cho nghiên cứu. Cũng lưu ý rằng, đây là cỡ mẫu tối thiểu, nếu chúng ta sử dụng cỡ mẫu lớn hơn kích thước tối thiểu, nghiên cứu sẽ càng có giá trị.

Đối với mô hình PLS-SEM việc xác định cỡ mẫu rất được quan tâm, theo đó nhà nghiên cứu phải xem xét nền tảng của mô hình, đặc điểm phân phối của dữ liệu, tính chất đo lường của các biến, và độ lớn của các mối quan hệ của chúng khi xác định cỡ mẫu. Hair và cộng sự (2016) gợi ý rằng kích thước mẫu đóng vai trò quan trọng trong việc ước lượng và giải thích kết quả của mô hình phương trình cấu trúc (SEM). Liên quan đến việc áp dụng phương pháp mô hình hóa phương trình cấu trúc (SEM) trong nghiên cứu, Hair và cộng sự (2010) đề xuất rằng cỡ mẫu tối thiểu là từ 100 đến 500 dựa trên độ phức tạp của mô hình và các đặc điểm cơ bản của mô hình đo lường. Ngoài ra, theo đề xuất của Bollen (1989) cỡ mẫu sẽ gấp 5 lần tổng số biến quan sát có trong mô hình nghiên cứu. Kết quả trong mô hình nghiên cứu có tổng số biến quan sát là 66 nên cỡ mẫu tối thiểu là 330 (66×5). Từ cơ sở trên, trong nghiên cứu này tác giả chọn cỡ mẫu mục tiêu là 350.

3.3.3. Thu thập dữ liệu định lượng

- ***Tổ chức thu thập dữ liệu sơ bộ:***

Sau khi có kết quả thang đo hoàn thiện trong bước nghiên cứu định tính, tác giả thiết kế bảng khảo sát cho nghiên cứu định lượng sơ bộ. Bảng hỏi sơ bộ nhằm thu thập dữ liệu để phân tích sơ bộ độ tin cậy của thang đo nên kết cấu bảng hỏi tập trung vào hai nội dung chính. Nội dung thứ nhất là phần câu hỏi gạt lọc dựa trên tiêu chí chọn đối

tượng khảo sát, nội dung thứ hai là các phát biểu thể hiện các biến quan sát của toàn bộ thang đo trong mô hình nghiên cứu. Bảng hỏi sơ bộ sau khi hoàn thành được gửi đến 2 chuyên gia (2 nhà khoa học) để được góp ý. Hai chuyên gia đồng ý với bảng hỏi và đề xuất nên khảo sát thử với một số đáp viên để kiểm tra lại về tính dễ hiểu của các phát biểu. Bảng câu hỏi sơ bộ sau khi hoàn thiện sẽ được gửi đến các đáp viên là các anh chị cấp quản lý, lãnh đạo của các doanh nghiệp vừa và nhỏ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả thu về 188 mẫu trả lời hợp lệ.

- ***Tổ chức thu thập dữ liệu chính thức:***

Việc thu thập dữ liệu trong giai đoạn nghiên cứu định lượng chính thức được thực hiện thông qua phương pháp phỏng vấn trực tuyến và gửi kèm theo bảng câu hỏi khảo sát online được trình bày trên Google biểu mẫu. Trong bảng hỏi, ngoài một số câu hỏi gạn lọc, các câu hỏi chính tập trung vào các khái niệm nghiên cứu được đo lường qua các phát biểu (biến quan sát). Đáp viên được yêu cầu đưa ra các mức độ đồng ý với từng phát biểu theo thang đo Likert 5 điểm được quy ước như sau: 1 - Rất không đồng ý; 2 - Không đồng ý, 3 - Trung lập, 4 - Đồng ý và 5 - Rất đồng ý. Việc sử dụng thang đo Likert năm điểm có ưu điểm dễ phân biệt giữa các mức độ vì thế đáp viên dễ dàng trả lời hơn, giảm thiểu sự bối rối hay khó chịu của đáp viên, giúp gia tăng tỷ lệ phản hồi cũng như nâng cao chất lượng khảo sát (Dawes, 2008). Nội dung bảng hỏi được trình bày tại Phụ lục 8. Kết quả cuối cùng sau khi kiểm tra bảng trả lời thu thập được 353 bảng trả lời hợp lệ, tác giả tiến hành nhập liệu, mã hóa và xử lý phân tích dữ liệu qua phần mềm Smart PLS 4.1.0.0.

3.3.4. Phương pháp phân tích dữ liệu định lượng

3.3.4.1 Lựa chọn kỹ thuật phân tích dữ liệu

Trong nghiên cứu này, kỹ thuật phân tích dữ liệu được sử dụng là phương pháp PLS-SEM, mô hình phương trình cấu trúc dựa trên bình phương tối thiểu từng phần. Vì mục tiêu của nghiên cứu là xác định tác động trực tiếp và gián tiếp giữa sẵn sàng công nghệ; sẵn sàng tổ chức; sẵn sàng môi trường đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức doanh nghiệp thông qua mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0. Mặc dù mô hình nghiên cứu của đề tài không có quá nhiều nhân tố nhưng giữa các nhân tố có mối quan hệ phức tạp. Bên cạnh đó, mô hình đo lường có

đồng thời mô hình kết quả (reflective) và mô hình cấu tạo (formative) vì vậy sử dụng PLS-SEM sẽ phù hợp hơn so với CB-SEM (Ledden và cộng sự, 2007). Ngoài ra, tiêu chuẩn về dữ liệu phân phối chuẩn dự đoán thường khó đạt được do đề tài của luận án áp dụng phương pháp chọn mẫu phi xác suất. Việc chuẩn đoán dữ liệu có thể không đạt phân phối bình thường thì nên sử dụng PLS-SEM (Hair và cộng sự, 2017). Theo Hair và cộng sự (2017) cũng cho rằng nếu kích thước mẫu nghiên cứu từ 250 trở lên thì kết quả phân tích bằng PLS-SEM và CB-SEM là tương tự nhau. Vì vậy trong nghiên cứu này tác giả lựa chọn phương pháp PLS-SEM để xử lý dữ liệu.

3.3.4.2 Đánh giá mô hình đo lường

- **Đánh giá chất lượng biến quan sát**

Hệ số tải ngoài Outer loading của biến quan sát là chỉ số thể hiện mức độ liên kết giữa biến quan sát với biến tiềm ẩn mà nó đo lường. Về bản chất, giá trị Outer loading trong SmartPLS chính là căn bậc hai trị tuyệt đối giá trị R^2 phép hồi quy tuyến tính từ biến tiềm ẩn lên biến quan sát. Theo Hair, Sarstedt, và Ringle (2016) hệ số tải ngoài Outer loading cần lớn hơn hoặc bằng 0.708 thì biến quan sát đó là chất lượng. Vì bình phương của 0.708 bằng 0.5, nghĩa là biến tiềm ẩn đã giải thích được 50% sự biến thiên của các biến quan sát. Như vậy theo Hair, Sarstedt, và Ringle (2016) có thể thấy rằng các nhà nghiên cứu đánh giá một biến quan sát là chất lượng nếu biến tiềm ẩn mẹ giải thích được tối thiểu 50% sự thay đổi của các biến quan sát đó.

Theo Hair và cộng sự (2017), cách để đánh giá chất lượng biến quan sát cho 2 loại thang đo đo lường, cụ thể như sau:

Thang đo kết quả (Reflective): Để đánh giá biến quan sát kết quả có ý nghĩa hay không, chúng ta sẽ phân tích PLS-SEM algorithm để lấy kết quả hệ số tải ngoài (Outer loading). Hair và cộng sự (2017) khuyến nghị hệ số Outer loading để biến quan sát có ý nghĩa tốt là từ 0.7 trở lên. Trong nghiên cứu này, tác giả cho rằng Outer loading dưới 0.4 biến quan sát cần được loại bỏ khỏi mô hình. Khi hệ số này nằm ở đoạn 0.4 đến dưới 0.7 quyết định loại bỏ hay giữ sẽ phụ thuộc vào kết quả khi đánh giá cùng với các chỉ số như độ tin cậy tổng hợp (CR) và tính hội tụ (AVE) của nhân tố đó. Nếu CR hoặc AVE đang dưới ngưỡng đề nghị và việc loại biến quan sát có Outer loading nhỏ hơn 0.7 giúp tăng CR hoặc AVE đạt ngưỡng phù hợp thì chúng ta sẽ loại biến quan sát đó. Nếu

CR và AVE đều đã đạt ngưỡng đề nghị, biến quan sát có Outer loading từ 0.4 đến dưới 0.7 và biến quan sát này được đánh giá là có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu, thì có thể giữ nó lại.

Thang đo nguyên nhân (Formative): Để đánh giá biến quan sát nguyên nhân có ý nghĩa hay không, chúng ta sẽ đánh giá qua trọng số ngoài (Outer weight). Cần phải kiểm định ý nghĩa của Outer weight thông qua kỹ thuật Bootstrapping. Nếu sử dụng mức ý nghĩa 5%, giá trị p-value kiểm định t sự tác động của biến quan sát nguyên nhân nhỏ hơn 0.05 cho thấy biến quan sát đó có ý nghĩa, nếu p-value lớn hơn 0.05, chưa vội kết luận biến bậc một không có ý nghĩa giải thích cho biến bậc hai mà cần xét tiếp hệ số tải ngoài Outer loading của biến bậc một này. Khi trọng số ngoài của biến quan sát nguyên nhân không có ý nghĩa thống kê nhưng hệ số tải ngoài (Outer loading) trên 0.5, biến quan sát có ý nghĩa giải thích cho biến tiềm ẩn. Nếu biến quan sát có p-value ở Outer weights lớn hơn 0.05 và hệ số tải ngoài cũng nhỏ hơn 0.5, biến quan sát không có ý nghĩa giải thích cho biến tiềm ẩn và nên được loại bỏ.

Nếu mô hình vừa có thang đo nguyên nhân, vừa có thang đo kết quả, chúng ta sẽ sử dụng cả 2 phân tích PLS-SEM algorithm và Bootstrapping để đánh giá chất lượng biến quan sát.

- ***Đánh giá độ tin cậy thang đo***

Để đánh giá độ tin cậy thang đo được xác định bởi độ tin cậy chỉ báo và độ tin cậy nhất quán nội bộ. Theo Wong (2013) đã xác định độ tin cậy chỉ báo là bình phương của các hệ số tải của mỗi chỉ báo, nếu giá trị này lớn hơn 0.4 thì dữ liệu đáp ứng độ tin cậy chỉ báo. Theo Fornell và Bookstein (1982), độ tin cậy nhất quán nội bộ của thang đo được đánh giá bằng cách sử dụng chỉ số Cronbach's Alpha và độ tin cậy tổng hợp (CR). Các nghiên cứu với mục đích xác định mối quan hệ tác động của các nhân tố thì Cronbach's Alpha có giá trị lớn hơn hoặc bằng 0.7 biểu thị thang đo có độ tin cậy chấp nhận được. Tuy nhiên theo Hair và cộng sự (2017) thì hệ số Cronbach's Alpha là chỉ số đo lường có xu hướng đánh giá thấp độ tin cậy của thang đo vì vậy với các mô hình PLS thì độ tin cậy tổng hợp sẽ phù hợp hơn. Với các nghiên cứu khẳng định, thì độ tin cậy tổng hợp (CR) lớn hơn hoặc bằng 0.7 (Henseler & Sarstedt, 2013) thì các thang đo đảm bảo độ tin cậy nhất quán nội bộ.

- ***Đánh giá giá trị hội tụ***

Theo Fornell và Larcker (1981) cho rằng giá trị của phương sai trích trung bình (AVE) được sử dụng để đánh giá tính hợp lệ hội tụ của các biến tiềm ẩn. Giá trị hội tụ sẽ được đảm bảo khi AVE lớn hơn 0.5 (Wong, 2013). Hock & Ringle (2010) cũng cho rằng một thang đo đạt giá trị hội tụ nếu AVE đạt từ 0.5 trở lên. Nếu AVE của một biến tiềm ẩn là cao, có nghĩa là biến tiềm ẩn đó giải thích được một phần lớn sự biến động của chỉ báo liên quan đến nó, như vậy mô hình có tính hợp lý cao. Nếu AVE có giá trị thấp thì có nghĩa là biến tiềm ẩn đó không giải thích được một phần lớn sự biến động của các chỉ báo liên quan đến nó, do đó mô hình có tính hợp lệ thấp hơn.

Trước khi đánh giá AVE, chúng ta cần đánh giá chất lượng biến quan sát và kiểm tra độ tin cậy thang đo để loại bỏ các biến quan sát không có ý nghĩa. Nếu một thang đo không đạt giá trị hội tụ, chúng ta cũng loại bỏ lần lượt từng biến quan sát có Outer loading không đạt để cải thiện độ hội tụ. Nếu sau quá trình loại biến, tính hội tụ vẫn không đảm bảo thì có thể kết luận thang đo không đảm bảo tính hội tụ và không sử dụng thang đo cho các phân tích định lượng tiếp theo.

- ***Đánh giá giá trị phân biệt***

Giá trị phân biệt cho thấy tính duy nhất hoặc tính khác biệt của một cấu trúc khi so sánh với các cấu trúc khác trong mô hình. Theo Fornell Larcker (1981) khuyến nghị rằng tính giá trị phân biệt được tìm thấy khi căn bậc hai của AVE cho mỗi biến tiềm ẩn cao hơn các giá trị tương quan khác trong số các cấu trúc khác. Giá trị phân biệt còn được đánh giá qua tiêu chí HTMT (Heterotrait - monotrait) $< 0,85$ (Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015).

Bảng 3.7: Tổng hợp các tiêu chí đánh giá mô hình đo lường

Tiêu chí	Hệ số	Điều kiện	Nguồn
Đánh giá độ tin cậy thang đo	Hệ số Cronbach's Alpha	$\alpha > 0.7$	Hair và cộng sự (2013)
	Độ tin cậy nhất quán nội bộ của thang đo (Composite Reliability - CR)	$CR > 0.7$	Hair và cộng sự (2013)
Đánh giá giá trị hội tụ	Phương sai chích (AVE)	$AVE \geq 0.5$	Hair, Sarstedt, và Ringle (2016)
	Hệ số tải ngoài (Outer loading)	Outer loading > 0.7	Hair và cộng sự (2013)
Đánh giá tính phân biệt	Hệ số Fornell – Larcker Criterion	Tính phân biệt sẽ được đảm bảo khi căn bậc hai chỉ số AVE của một nhân tố lớn hơn tất cả hệ số tương quan của nhân tố đó với các nhân tố khác trong mô hình.	Fornell và Larcker (1981)

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

3.3.4.3 Đánh giá kiểm định mô hình cấu trúc

Đánh giá vấn đề đa cộng tuyến trong mô hình: Đánh giá đa cộng tuyến bước đầu tiên trong phân tích mô hình cấu trúc. Quy trình này là cần thiết để đảm bảo rằng các hệ số đường dẫn được ước tính bằng cách hồi quy các biến nội sinh trên các biến ngoại sinh đính kèm không bị sai lệch. Tiêu chí đánh giá hiện tượng đa cộng tuyến của các biến quan sát bằng cách xem xét các giá trị hệ số phương sai phóng đại (VIF), nếu VIF nhỏ hơn 5 thì không có hiện tượng cộng tuyến (Hair và cộng sự, 2017).

Hệ số xác định (Coefficient of determination - R^2): R^2 còn được gọi là hệ số xác định, là thước đo kích thước ảnh hưởng tổng thể cho mô hình cấu trúc. Giá trị R^2 được định nghĩa là phần trăm sự biến thiên của biến nội sinh được giải thích bởi các biến ngoại sinh (Chin, 2010). R^2 ở các ngưỡng 0,75; 0,5 và 0,25 tương ứng có khả năng dự

báo đáng kể, trung bình hoặc yếu (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011; Henseler, Ringle, & Sinkovics, 2009), mặc dù Hair, Ringle, và Sarstedt (2011) cho rằng trong các nghiên cứu về hành vi, giá trị R^2 là 0,20 được xem là đáng kể và chấp nhận được.

Ước lượng hệ số tác động (path coefficient estimates): Hệ số ước lượng hay hệ số tác động Beta (β) cung cấp thông tin về cường độ của mối quan hệ giữa biến ngoại sinh và biến nội sinh. Giá trị β cũng chỉ ra chiều hướng tác động (thuận hay nghịch) của biến ngoại sinh đến biến nội sinh (Henseler và cộng sự, 2015).

Hệ số mức độ tác động f^2 (Effect size): Hệ số này xem xét sự thay đổi của hệ số xác định khi một khái niệm ngoại sinh bị loại bỏ khỏi mô hình từ đó đánh giá tác động của khái niệm này đến biến nội sinh. Khi f^2 ở các mức 0,02; 0,15 và 0,35 thì có thể kết luận mức độ tác động tương ứng là nhỏ, trung bình và lớn của biến tiềm ẩn ngoại sinh (Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015).

Hệ số đánh giá năng lực dự báo ngoài mẫu (Q^2): Q^2 được coi là chỉ số đánh giá chất lượng tổng thể của mô hình thành phần, nếu tất cả các mô hình thành phần đều có $Q^2 > 0$ thì mô hình cấu trúc tổng thể của nghiên cứu cũng đạt chất lượng tổng thể (Tenenhaus và cộng sự, 2005). Trong mô hình cấu trúc, giá trị Q^2 lớn hơn 0 đối với một biến tiềm ẩn nội sinh cho thấy các khái niệm ngoại sinh có ý nghĩa dự đoán cho các khái niệm nội sinh (Hair và cộng sự, 2017). Kết quả Q^2 cung cấp khả năng dự đoán ở ba mức: nếu $0 < Q^2 < 0.25$ thì mức độ chính xác dự báo thấp; nếu $0.25 \leq Q^2 \leq 0.5$ thì mức độ chính xác dự báo trung bình; nếu $Q^2 > 0.5$ thì mức độ chính xác dự báo cao (Hair và cộng sự, 2019).

Hệ số NFI (Normed Fit Index): NFI là một chỉ số thuộc nhóm các thước đo độ phù hợp tổng thể (goodness-of-fit indices) được sử dụng phổ biến trong phân tích mô hình cấu trúc tuyến tính (SEM). Chỉ số này được đề xuất bởi Bentler và Bonett (1980), nhằm đo lường mức độ cải thiện của mô hình lý thuyết so với mô hình độc lập, tức mô hình giả định không có mối quan hệ nào giữa các biến. NFI được tính bằng tỷ lệ giữa phần giảm giá trị Chi-square của mô hình nghiên cứu so với mô hình độc lập, với giá trị dao động từ 0 đến 1. Mô hình được xem là có độ phù hợp chấp nhận được khi NFI đạt từ 0.90 trở lên, và đạt độ phù hợp tốt khi ≥ 0.95 .

Giá trị SRMR (Standardized Root Mean Square Residual): SRMR là chỉ số phù

hợp mô hình được sử dụng rộng rãi, nhằm đánh giá mức độ tương thích giữa mô hình nghiên cứu và dữ liệu thực nghiệm trong mô hình cấu trúc SEM. Cụ thể, SRMR phản ánh mức độ chênh lệch trung bình giữa ma trận tương quan quan sát được và ma trận tương quan được dự đoán từ mô hình lý thuyết (Henseler, Hubona, & Ray, 2016). SRMR càng thấp cho thấy mô hình càng có độ phù hợp cao với dữ liệu thực tế. Theo Hu và Bentler (1999), giá trị SRMR dưới 0.08 được xem là ngưỡng chấp nhận tốt, trong khi các giá trị từ 0.08 đến 0.10 được coi là chấp nhận được. Ngược lại, SRMR vượt quá 0.10 có thể là dấu hiệu cho thấy mô hình không phù hợp và cần được xem xét điều chỉnh (Henseler, Hubona, & Ray, 2016). Do đó, chỉ số SRMR đóng vai trò như một công cụ hỗ trợ đánh giá độ phù hợp mô hình, góp phần nâng cao tính tin cậy và giá trị giải thích của kết quả nghiên cứu, đặc biệt trong các nghiên cứu áp dụng mô hình PLS-SEM.

3.3.4.4 Kiểm định vai trò của biến trung gian

Một biến được gọi là biến trung gian khi nó tham gia giải thích cho mối quan hệ giữa biến độc lập và biến phụ thuộc (Baron & Kenny, 1986; Nguyễn Đình Thọ, 2011). Kiểm định vai trò của biến trung gian nghĩa là chúng ta sẽ đi đánh giá biến trung gian đó có thực sự can thiệp vào mối quan hệ giữa biến độc lập và biến phụ thuộc hay không, nếu có thì sự can thiệp đó thế nào? Theo Baron và Kenny (1986), để xác định vai trò trung gian cần kiểm tra hệ số tương quan (Hệ số đường dẫn - Path coefficients) giữa biến độc lập và biến phụ thuộc khi không có biến trung gian và khi có biến trung gian. Tác động trung gian được phân thành hai dạng chính là: trung gian một phần và trung gian toàn phần. Trung gian một phần xảy ra khi tác động gián tiếp (indirect effect) và tác động trực tiếp (direct effect) đều có ý nghĩa thống kê. Trung gian toàn phần xảy ra khi tác động gián tiếp có ý nghĩa nhưng tác động trực tiếp hoàn toàn không có ý nghĩa thống kê. Trong nghiên cứu này, để kiểm định vai trò trung gian, tác giả sử dụng kỹ thuật Bootstrapping (Bias corrected bootstrap) thông qua phần mềm SmartPLS4.1.0.0, đây là phương pháp có lực của kiểm định mạnh hơn cũng như phù hợp hơn trong trường hợp thiếu chắc chắn về phân phối của tích quan hệ gián tiếp (Hair và cộng sự, 2021). Ngoài ra, Bootstrapping không có giả định phân phối của dữ liệu và nó có thể được áp dụng cho các mẫu nhỏ với độ tin cậy nhiều hơn, hiệu suất tác động gián tiếp qua bootstrapping có độ nhạy thống kê cao hơn so với các phương pháp kiểm định khác.

3.3.4.5 Kiểm định vai trò của biến điều tiết

Tác động điều tiết (moderation) mô tả một tình huống trong đó mối quan hệ giữa hai khái niệm không phải là hằng số mà phụ thuộc vào giá trị của một biến thứ ba, được gọi là biến điều tiết. Biến điều tiết làm thay đổi cường độ, thậm chí là chiều hướng của mối quan hệ giữa hai khái niệm trong mô hình (Hair và cộng sự, 2017). Biến điều tiết có thể là biến định tính (biến phân loại) hoặc biến định lượng (biến liên tục). Nếu biến điều tiết là biến định tính, muốn đánh giá sự tác động của nó chúng ta sẽ sử dụng phân tích cấu trúc đa nhóm (multigroup analysis) trên SmartPLS. Nếu biến điều tiết là biến định lượng, muốn đánh giá sự tác động của nó chúng ta sẽ sử dụng mô hình có biến tương tác Interaction. Trong nghiên cứu này, biến điều tiết Đặc điểm lãnh đạo là biến định lượng, vì vậy để phân tích biến điều tiết chúng ta sẽ sử dụng mô hình hồi quy biến điều tiết MMR (Moderated Multiple Regression) (Nguyễn Đình Thọ, 2011). Dựa trên 3 mối quan hệ tác động: (1) tác động của biến độc lập (X) lên biến phụ thuộc (Y); (2) tác động của biến điều tiết (W) lên biến phụ thuộc (Y); (3) tác động của tích số ($X*W$) lên biến phụ thuộc (Y). Theo Hair và cộng sự (2013) nếu tác động của tích số ($X*W$) lên biến phụ thuộc (Y) có ý nghĩa thống kê thì có thể kết luận W có sự điều tiết lên mối quan hệ tác động giữa biến độc lập và biến phụ thuộc.

3.3.5. Kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ

3.3.5.1 Kết quả thống kê mô tả dữ liệu sơ bộ

Dữ liệu khảo sát sơ bộ thu được 188 câu trả lời hợp lệ của đáp viên từ 188 doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy, các doanh nghiệp tham gia khảo sát hiện nay đã và đang thực hiện chuyển đổi số, đồng bộ sử dụng hóa đơn điện tử, VNPT eContract, công nghệ Face ID, các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 như: Điện toán đám mây (iCloud, Microsoft 365, Google Workspace, Slack, Google App Engine); Big data (Google Cloud Dataproc, Microsoft Azure HDInsight); Trợ lý ảo (Google Assistant, Cortana, OpenAI, Azure AI,...); Internet of think; Robot;... Tỷ lệ SMEs tham gia khảo sát được thành lập dưới 2 năm chiếm tỷ lệ 19.15%; từ 2 năm đến dưới 5 năm chiếm tỷ lệ cao nhất 28.57%; từ 5 năm đến dưới 10 năm chiếm tỷ lệ 36.17%; từ 10 năm trở lên chiếm 15.96%. Số lượng lao động của doanh nghiệp dưới 10 lao động chiếm tỷ lệ 29.26%; từ 10 đến dưới 50 lao động chiếm tỷ lệ 45.21% cao nhất

trong mẫu; từ 50 lao động đến dưới 200 lao động chiếm 25.53%. Các SMEs tham gia khảo sát chủ yếu có tổng số vốn của năm dưới 20 tỷ đồng, trong đó: Tổng nguồn vốn của SEMs dưới 3 tỷ đồng chiếm 46.81%, từ 3 tỷ đồng đến dưới 20 tỷ đồng chiếm 40.43%. Tổng doanh thu chủ yếu dưới 50 tỷ đồng, gồm: 31.91% là SMEs có doanh thu năm dưới 3 tỷ đồng; 28.19% SMEs có doanh thu năm từ 3 tỷ đồng – dưới 10 tỷ đồng; 14.89% SMEs có doanh thu từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng. Lĩnh vực hoạt động của các doanh nghiệp tham gia khảo sát chủ yếu là Thương mại và dịch vụ chiếm 55.85%; Công nghiệp và xây dựng chiếm 18.09%; Nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản chiếm 5.32% và hoạt động trong cả hai lĩnh vực Công nghiệp và dịch vụ chiếm 20.74%. Doanh nghiệp chỉ hoạt động trong nước chiếm 64.36%; chỉ hoạt động tại thị trường nước ngoài chiếm 7.98%; hoạt động ở cả hai thị trường trong và ngoài nước chiếm 27.66%. Thông tin mẫu khảo sát được trình bày tại Phụ lục 7.

3.3.5.2 Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng công nghệ

Đánh giá độ tin cậy của các thang đo:

Thang đo lợi thế tương đối (RA) bao gồm năm biến quan sát từ RA1 đến RA5, các thang đo có hệ số tải ngoài Outer loading dao động từ 0.779 đến 0.851 nên các thang đo đảm bảo chất lượng. Độ tin cậy tổng hợp (CR) bằng 0.905, hệ số Cronbach's Alpha bằng 0.869 lớn hơn 0.7, vì vậy các thang đo đảm bảo độ tin cậy nhất quán nội bộ (Bảng 3.8).

Thang đo khả năng tương thích (CMP) gồm 4 biến quan sát từ CMP1 đến CMP4, các thang đo đảm bảo chất lượng vì tất cả hệ số Outer loading đều lớn hơn 0.708 và có độ tin cậy tổng hợp (CR) bằng 0.921, Cronbach's Alpha bằng 0.886 do vậy các thang đo đảm bảo độ tin cậy nhất quán nội bộ (Bảng 3.8).

Thang đo khả năng thử nghiệm gồm ba biến quan sát TRI1; TRI2; TRI3, các thang đo có hệ số tải ngoài dao động từ 0.808 đến 0.888 vì vậy đảm bảo chất lượng. Mặt khác, độ tin cậy tổng hợp (CR) bằng 0.892 lớn hơn 0.7 nên các thang đo đảm bảo độ tin cậy nhất quán nội bộ (Bảng 3.8).

Thang đo cảm nhận bảo mật/ an toàn có bốn biến quan sát từ SC1 đến SC4. Hệ số Outer loading của các thang đo đều lớn hơn 0.7 nên các thang đo đảm bảo chất lượng.

Các thang đo đảm bảo độ tin cậy nhất quán nội bộ vì độ tin cậy tổng hợp của các thang đo bằng 0.874 và Cronbach's Alpha đạt giá trị lớn hơn 0.7 (Bảng 3.8).

Bảng 3.8: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo thành phần của nhân tố bậc hai - Sản sàng công nghệ

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	1RA	2CMP	3TRI	4SC	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	1RA1	0.820				0.869	0.905	0.657
	1RA2	0.851						
	1RA3	0.815						
	1RA4	0.779						
	1RA5	0.787						
	2CMP1		0.858			0.886	0.921	0.745
	2CMP2		0.876					
	2CMP3		0.861					
	2CMP4		0.859					
	3TRI1			0.888		0.818	0.892	0.733
	3TRI2			0.870				
	3TRI3			0.808				
	4SC1				0.793	0.808	0.874	0.635
	4SC2				0.811			
	4SC3				0.801			
	4SC4				0.782			

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

Đánh giá tính hội tụ các thang đo:

Kết quả phân tích dữ liệu sơ bộ (Bảng 3.8), giá trị AVE của các nhân tố lợi thế tương đối (0.657), khả năng tương thích (0.745), khả năng thử nghiệm (0.733) và cảm nhận bảo mật/an toàn (0.635) có giá trị AVE > 0.5 vì vậy các thang đo đảm bảo tính hội tụ.

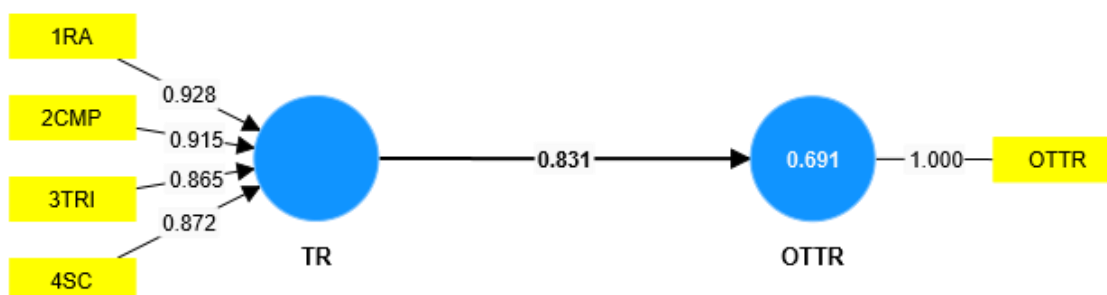
Đánh giá giá trị khác biệt của các nhân tố thành phần:

Trong nghiên cứu này, giá trị phân biệt của thang đo được đánh giá theo điều kiện hệ số Fornell - Larcker. Qua Bảng 3.9, kết quả các hệ số cho thấy căn bậc hai AVE của các nhân tố lớn hơn mối tương quan giữa các cặp biến, vì vậy các nhân tố thành phần của sự sẵn sàng công nghệ đảm bảo tính phân biệt.

Bảng 3.9: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo thành phần của khái niệm bậc hai - Sẵn sàng công nghệ

Nhân tố	1RA	2CMP	3TRI	4SC
1RA	0.811			
2CMP	0.788	0.863		
3TRI	0.750	0.836	0.856	
4SC	0.712	0.728	0.640	0.797

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)



Hình 3.2: Mối quan hệ giữa nhân tố bậc hai sẵn sàng công nghệ với nhân tố sẵn sàng công nghệ đo bởi thang đo đơn

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

Kết quả phân tích cho thấy hệ số đường dẫn giữa nhân tố sẵn sàng công nghệ khi được đo lường bậc hai với nhân tố sự sẵn sàng công nghệ khi đo lường bởi thang đo đơn là 0.831 lớn hơn 0.7 (Hình 3.2), vì vậy đảm bảo mối quan hệ giữa nhân tố bậc hai và các nhân tố bậc nhất thành phần của nhân tố sẵn sàng công nghệ (Hair và cộng sự, 2017).

3.3.5.3 Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng tổ chức

Đánh giá độ tin cậy và tính hội tụ của các thang đo:

Các biến quan sát của các thành phần sẵn sàng tổ chức có hệ số tải ngoài đều lớn

hơn 0.7, cụ thể hệ số tải ngoài (Outer loading) của thành phần sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS) có giá trị từ 0.801 đến 0.856; giá trị hệ số tải ngoài của thành phần khả năng hấp thụ (AC) từ 0.770 đến 0.842; giá trị hệ số tải ngoài của thành phần nguồn lực tài chính (FR) từ 0.777 đến 0.846; giá trị hệ số tải ngoài của thành phần cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF) từ 0.848 đến 0.882. Các giá trị Cronbach's Alpha và CR của các nhân tố thành phần đều lớn 0.7, giá trị AVE dao động từ 0.653 đến 0.750 thỏa điều kiện lớn hơn 0.5 nên có thể kết luận các nhân tố trong mô hình đạt được độ tin cậy nhất quán nội bộ của thang đo và đảm bảo tính hội tụ (Bảng 3.10).

Bảng 3.10: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo thành phần của nhân tố bậc hai - Sẵn sàng tổ chức

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	5TMS	6AC	7FR	8INF	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	5TMS1	0.856				0.857	0.903	0.701
	5TMS2	0.801						
	5TMS3	0.855						
	5TMS4	0.835						
	6AC1		0.770			0.867	0.904	0.653
	6AC2		0.796					
	6AC3		0.819					
	6AC4		0.842					
	6AC5		0.813					
	7FR1			0.846		0.828	0.886	0.660
	7FR2			0.809				
	7FR3			0.777				
	7FR4			0.816				
	8INF1				0.848	0.834	0.900	0.750
	8INF2				0.882			
	8INF3				0.869			

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

Đánh giá giá trị khác biệt của các nhân tố thành phần:

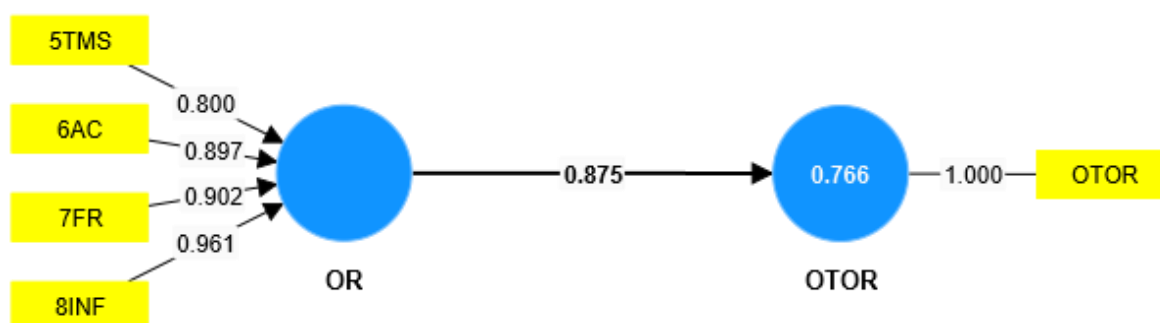
Quá trình kiểm tra tính phân biệt giữa các nhân tố thành phần của sẵn sàng tổ chức đã loại bỏ đi thang đo AC2 vì không thỏa điều kiện giá trị phân biệt. Kết quả bảng hệ số

Fornell - Larcker sau khi loại bỏ biến quan sát AC2 được thể hiện như Bảng 3.11, các nhân tố thành phần của sẵn sàng tổ chức đảm bảo tính phân biệt sau khi loại thang đo AC2.

Bảng 3.11: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo thành phần của khái niệm bậc hai - Sẵn sàng tổ chức

Nhân tố	5TMS	6AC	7FR	8INF
5TMS	0.837			
6AC	0.712	0.827		
7FR	0.719	0.811	0.812	
8INF	0.747	0.803	0.824	0.866

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)



Hình 3.3: Mối quan hệ giữa nhân tố bậc hai sẵn sàng tổ chức với nhân tố sẵn sàng tổ chức đo bởi thang đo đơn

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024).

Kết quả phân tích Hình 3.3 cho thấy hệ số đường dẫn giữa nhân tố sẵn sàng tổ chức khi được đo lường bậc hai với nhân tố sẵn sàng tổ chức khi đo lường bởi thang đo đơn là 0.875 lớn hơn 0.7, vì vậy đảm bảo mối quan hệ giữa nhân tố bậc hai và các nhân tố bậc nhất thành phần của nhân tố sẵn sàng tổ chức (Hair và cộng sự, 2017).

3.3.5.4 Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng môi trường

Đánh giá độ tin cậy và tính hội tụ của các thang đo:

Theo Bảng 3.12, tất cả các hệ số tải ngoài của các khái niệm thành phần sẵn sàng môi trường biến động từ 0.760 đến 0.871 đều cao hơn ngưỡng 0.7, hệ số tin cậy tổng hợp CR của các khái niệm đều lớn hơn 0.7, do vậy kết luận các thang đo khái niệm thành phần của sẵn sàng môi trường đều đạt độ tin cậy nhất quán nội bộ. Kết quả cũng cho

thấy các giá trị trung bình phương sai trích AVE của các biến nghiên cứu đều lớn hơn 0.5, vì vậy các thang đo đều đảm bảo về tính hội tụ.

Bảng 3.12: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo thành phần của nhân tố bậc hai - Sẵn sàng môi trường

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	9GS	10CP	11ES	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	9GS1	0.800			0.856	0.902	0.698
	9GS2	0.871					
	9GS3	0.813					
	9GS4	0.857					
	10CP1		0.760		0.873	0.908	0.664
	10CP2		0.835				
	10CP3		0.830				
	10CP4		0.836				
	10CP5		0.811				
	11ES1			0.786	0.842	0.888	0.614
	11ES2			0.803			
	11ES3			0.856			
	11ES4			0.777			
	11ES5			0.686			

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

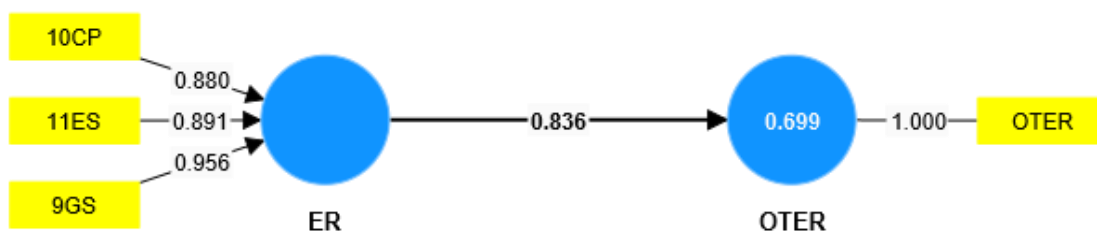
Đánh giá giá trị khác biệt:

Theo Bảng 3.13, kết quả hệ số Fornell - Larcker, các giá trị hệ số tương quan giữa các cặp biến đều nhỏ hơn giá trị đầu cột vì vậy các nhân tố thành phần của sẵn sàng môi trường: GS, CP, ES đều đạt giá trị phân biệt.

Bảng 3.13: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo thành phần của khái niệm bậc 2 - Sẵn sàng môi trường

Nhân tố	9GS	10CP	11ES
9GS	0.836		
10CP	0.803	0.815	
11ES	0.743	0.712	0.784

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)



Hình 3.4: Mối quan hệ giữa nhân tố bậc hai sẵn sàng môi trường với nhân tố sẵn sàng môi trường đo bởi thang đo đơn

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

Theo kết quả phân tích Hình 3.4 cho thấy hệ số đường dẫn giữa nhân tố sẵn sàng môi trường khi được đo lường bậc hai với nhân tố sẵn sàng môi trường khi đo lường bởi thang đo đơn là 0.836 lớn hơn 0.7, vì vậy đảm bảo mối quan hệ giữa nhân tố bậc hai và các nhân tố bậc nhất là thành phần của nhân tố sẵn sàng môi trường (Hair và cộng sự, 2017).

3.3.5.5 Kết quả đánh giá mô hình đo lường các khái niệm bậc nhất

Đánh giá độ tin cậy và tính hội tụ các thang đo:

Mô hình đo lường các khái niệm bậc nhất bao gồm 4 khái niệm AD, AT, RL, CEO. Theo Bảng 3.14, các thang đo của các khái niệm bậc nhất đều có hệ số Outer loading lớn hơn 0.7, mặt khác độ tin cậy tổng hợp (CR) của các nhân tố dao động từ 0.777 đến 0.893 lớn hơn 0.7 nên các thang đo đều đạt độ tin cậy và giá trị hội tụ.

Bảng 3.14: Hệ số tải ngoài và kết quả kiểm định độ tin cậy các thang đo khái niệm bậc nhất

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	AD	AT	RL	CEO	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	AD1	0.872				0.893	0.922	0.703
	AD2	0.813						
	AD3	0.899						
	AD4	0.825						
	AD5	0.776						
	AT1		0.789			0.845	0.896	0.683
	AT2		0.858					
	AT3		0.825					
	AT4		0.833					

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	AD	AT	RL	CEO	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	RL1			0.844		0.859	0.904	0.703
	RL2			0.854				
	RL3			0.834				
	RL4			0.821				
	CEO2				0.775	0.777	0.869	0.690
	CEO3				0.879			
	CEO4				0.885			

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

Đánh giá giá trị khác biệt:

Quá trình đánh giá giá trị phân biệt của các nhân tố, biến quan sát CEO1 đã bị loại khỏi mô hình vì không thỏa điều kiện phân biệt. Bảng 3.15 kết quả đánh giá giá trị phân biệt của bốn khái niệm bậc nhất sau khi loại bỏ thang đo CEO1. Theo tiêu chuẩn hệ số Fornell - Larcker (chỉ số in đậm) đạt yêu cầu, các giá trị đều lớn hơn tương quan giữa các khái niệm.

Bảng 3.15: Bảng hệ số Fornell - Larcker Criterion các thang đo bậc nhất

Nhân tố	AD	AT	CEO	RL
AD	0.838			
AT	0.757	0.826		
CEO	0.828	0.731	0.848	
RL	0.771	0.800	0.708	0.838

(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024)

3.3.5.6 Tổng kết kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ

Thông qua nghiên cứu định lượng sơ bộ với 188 mẫu quan sát được xử lý dữ liệu bởi phần mềm Smart PLS. Kết quả đánh giá các thang đo đạt yêu cầu về độ tin cậy và giá trị để tiến hành nghiên cứu chính thức. Kết quả phân tích dữ liệu định lượng sơ bộ để đánh giá thang đo cụ thể như sau:

Đối với thang đo của các thành phần sẵn sàng công nghệ, không có thang đo nào bị loại bỏ. Thang đo lợi thế tương đối gồm 5 biến quan sát: RA1, RA2, RA3, RA4, RA5. Thang đo khả năng tương thích gồm 4 biến quan sát: CMP1, CMP2, CMP3, CMP4.

Thang đo khả năng thử nghiệm gồm 3 biến quan sát: TRI1, TRI2, TRI3. Thang đo cảm nhận bảo mật/an toàn gồm 4 biến quan sát: SC1, SC2, SC3, SC4.

Đối với thang đo của các thành phần sẵn sàng tổ chức, đã loại bỏ 1 biến quan sát AC2, như vậy thang đo của sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao gồm 4 biến quan sát: TSM1, TSM2, TSM3, TSM4. Thang đo khả năng tương thích gồm 4 biến quan sát: AC1, AC3, AC4, AC5. Thang đo nguồn lực tài chính gồm 4 biến quan sát: FR1, FR2, FR3, FR4. Thang đo cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin gồm 3 biến quan sát: INF1, INF2, INF3.

Sẵn sàng môi trường được đo lường qua 3 nhân tố thành phần sự hỗ trợ của chính phủ, áp lực cạnh tranh và sự hỗ trợ từ bên ngoài, với tổng số biến quan sát 14 biến quan sát. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được đo lường qua 4 biến quan sát: RL1, RL2, RL3, RL4. Thang đo nhân tố thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 gồm 4 biến quan sát: AT1, AT2, AT3, AT4, nhân tố ứng dụng công nghiệp 4.0 gồm 5 biến quan sát: AD1, AD2, AD3, AD4, AD5. Biến điều tiết đặc điểm lãnh đạo bị loại bỏ 1 biến quan sát là CEO1 do không thỏa điều kiện tính phân biệt với các nhân tố trong mô hình, vì vậy đặc điểm lãnh đạo được đo lường qua 3 biến quan sát CEO2, CEO3, CEO4.

Như vậy sau quá đánh giá dữ liệu sơ bộ tổng có 3 khái niệm bậc 2 và 15 khái niệm bậc nhất với 64 biến quan sát được giữ lại cho giai đoạn nghiên cứu chính thức (loại 2 biến quan sát không đạt yêu cầu).

TÓM TẮT CHƯƠNG 3

Chương 3 đã trình bày chi tiết về quy trình thực hiện nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu, phương pháp thu thập và xử lý dữ liệu. Nghiên cứu định tính được thực hiện thông qua phỏng vấn chuyên gia và thảo luận nhóm nhằm hiệu chỉnh nội dung các thang đo trong nghiên cứu. Nghiên cứu định lượng được thực hiện qua hai giai đoạn: nghiên cứu định lượng sơ bộ và nghiên cứu định lượng chính thức. Kết quả, mô hình nghiên cứu gồm 3 khái niệm bậc 2 và 15 khái niệm bậc nhất, với 64 biến quan sát được giữ lại cho giai đoạn nghiên cứu chính thức.

CHƯƠNG 4

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Kết quả thống kê mô tả mẫu nghiên cứu

Kết quả khảo sát thu về 458 phiếu trả lời, nghiên cứu sàng lọc và giữ lại 353 phiếu trả lời hợp lệ từ 353 doanh nghiệp vừa và nhỏ để nhập liệu và phân tích dữ liệu, 105 phiếu trả lời bị loại do có nhiều câu trả lời gần như giống nhau về điểm số đánh giá các biến quan sát, hoặc vi phạm các điều kiện sàng lọc của nghiên cứu. Các thông tin về đặc điểm doanh nghiệp được tiến hành phân tích thống kê mô tả. Hầu hết các SMEs tham gia khảo sát đều đã và đang thực hiện chuyển đổi số, sử dụng các phần mềm, sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0, điển hình như: Điện toán đám mây (Ví dụ: iCloud, Microsoft 365, Google Workspace, Salesforce, Slack, Google App Engine...) (chiếm tỷ lệ 51.6%); Big data (Ví dụ: Google Cloud Dataproc, Microsoft Azure HDInsight;...) (chiếm tỷ lệ 24.1%); Phần mềm quản lý doanh nghiệp (ERP) (37.8%); Trợ lý ảo (Ví dụ: Google Assistant, Cortana, OpenAI, Azure AI,...) (26.9%); Chat GPT (43.3%); Internet of Think (16.1%). Kết quả thống kê mô tả cho thấy, về số năm tuổi của doanh nghiệp, có 52 SMEs hoạt động dưới 2 năm chiếm tỷ lệ 14.73%, 115 SMEs hoạt động từ 2 năm đến 5 năm chiếm tỷ lệ 32.58%, có 139 doanh nghiệp hoạt động từ 5 năm đến dưới 10 năm chiếm tỷ lệ 39.38% và cuối cùng SMEs hoạt động từ 10 năm trở lên có 47 SMEs chiếm tỷ lệ 13.31%. Về số lượng lao động, kết quả cho thấy có 29.18% doanh nghiệp SMEs có số lao động dưới 10 lao động, từ 10 lao động đến dưới 50 lao động có 159 doanh nghiệp, chiếm tỷ lệ 45.04%. SMEs có từ 50 lao động đến 200 lao động chiếm 25.78%. Về tổng nguồn vốn của năm dưới 3 tỷ đồng chiếm tỷ trọng cao nhất 47.31%. Tiếp theo là nguồn vốn từ 3 tỷ đồng - dưới 20 tỷ đồng chiếm tỷ lệ 33.71%, nguồn vốn từ 20 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng chiếm tỷ lệ 15.30%. Về tổng doanh thu của năm, các SMEs tham gia khảo sát chủ yếu có mức doanh thu năm dưới 3 tỷ đồng, chiếm 39.94%; mức doanh thu từ 3 tỷ đồng đến 10 tỷ đồng, chiếm 30.88%. Từ 10 tỷ đồng - 50 tỷ đồng chiếm 13.88%. Lĩnh vực hoạt động chính của doanh nghiệp, kết quả khảo sát ghi nhận có 16 SMEs hoạt động trong lĩnh vực Nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản chiếm 4.53%. Trong lĩnh vực Thương mại và dịch vụ có 221 doanh nghiệp tham gia trả lời khảo sát, chiếm 62.61% và 69 SMEs hoạt động trong cả hai lĩnh vực công nghiệp và dịch vụ chiếm 19.55%. Về thị trường hoạt động, kết quả thống kê cho thấy, có 249 SME

hoạt động ở thị trường trong nước, chiếm 70.54%. SMEs hoạt động tại thị trường nước ngoài có 24 doanh nghiệp, chiếm 6.80% và có 80 SMEs hoạt động tại cả thị trường trong và ngoài nước, chiếm 22.66% (Bảng 4.1).

Bảng 4.1: Bảng kết quả thống kê mô tả mẫu trong nghiên cứu định lượng

Đặc điểm doanh nghiệp khảo sát		Tần suất	Tỷ lệ (%)
Số năm tuổi của doanh nghiệp	Dưới 2 năm	52	14.73%
	Từ 2 đến dưới 5 năm	115	32.58%
	Từ 5 năm đến dưới 10 năm	139	39.38%
	Từ 10 năm trở lên	47	13.31%
	Tổng	353	100%
Số lao động của doanh nghiệp	Dưới 10 lao động	103	29.18%
	Từ 10 lao động đến dưới 50 lao động	159	45.04%
	Từ 50 lao động đến dưới 200 lao động	91	25.78%
	Tổng	353	100%
Tổng nguồn vốn của năm	Dưới 3 tỷ đồng	167	47.31%
	Từ 3 tỷ đồng đến dưới 20 tỷ đồng	119	33.71%
	Từ 20 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng	54	15.30%
	Từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng	13	3.68%
	Tổng	353	100%
Tổng doanh thu của năm	Dưới 3 tỷ đồng	141	39.94%
	Từ 3 tỷ đồng đến dưới 10 tỷ đồng	109	30.88%
	Từ 10 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng	49	13.88%
	Từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng	31	8.78%

Đặc điểm doanh nghiệp khảo sát		Tần suất	Tỷ lệ (%)
	Từ 100 tỷ đồng đến dưới 200 tỷ đồng	16	4.53%
	Từ 200 tỷ đồng đến dưới 300 tỷ đồng	7	1.98%
	Tổng	353	100%
Lĩnh vực kinh doanh	Nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản	16	4.53%
	Công nghiệp và xây dựng	47	13.31%
	Thương mại và dịch vụ	221	62.61%
	<i>Khác</i> : Công nghiệp và dịch vụ	69	19.55%
	Tổng	353	100%
Thị trường hoạt động kinh doanh	Chỉ hoạt động tại thị trường trong nước	249	70.54%
	Chỉ hoạt động tại thị trường nước ngoài	24	6.80%
	Hoạt động ở cả thị trường trong nước và ngoài nước	80	22.66%
	Tổng	353	100%

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.2. Kết quả đánh giá mô hình đo lường

Mô hình nghiên cứu của luận án có bảy khái niệm nghiên cứu, cụ thể: (1) Sẵn sàng công nghệ (TR) là một khái niệm bậc hai gồm bốn biến tiềm ẩn cấu tạo (formative) được hình thành bởi: lợi thế tương đối (RL), khả năng tương thích (CMP), khả năng thử nghiệm (TRI), cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC). (2) Sẵn sàng tổ chức (OR) là khái niệm bậc hai được định hình bởi bốn biến tiềm ẩn cấu tạo (formative): sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TSM), khả năng tương thích (AC), nguồn lực tài chính (FR), cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF). (3) Sẵn sàng môi trường (ER) là khái niệm bậc hai gồm ba biến tiềm ẩn cấu tạo (formative) được hình thành bởi: sự hỗ trợ của chính phủ (GS), áp

lực cạnh tranh (CP), sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES). (4) Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) là khái niệm bậc một và được đánh giá thông qua thang đo kết quả (reflective) với 4 biến quan sát. (5) Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) là khái niệm bậc một được đánh giá thông qua 4 biến quan sát dạng thang đo kết quả (reflective). (6) Ứng dụng công nghiệp 4.0 là khái niệm bậc một thang đo kết quả (reflective) với 5 biến quan sát. (7) Đặc điểm lãnh đạo (CEO) là khái niệm bậc một thang đo kết quả (reflective) với 3 biến quan sát.

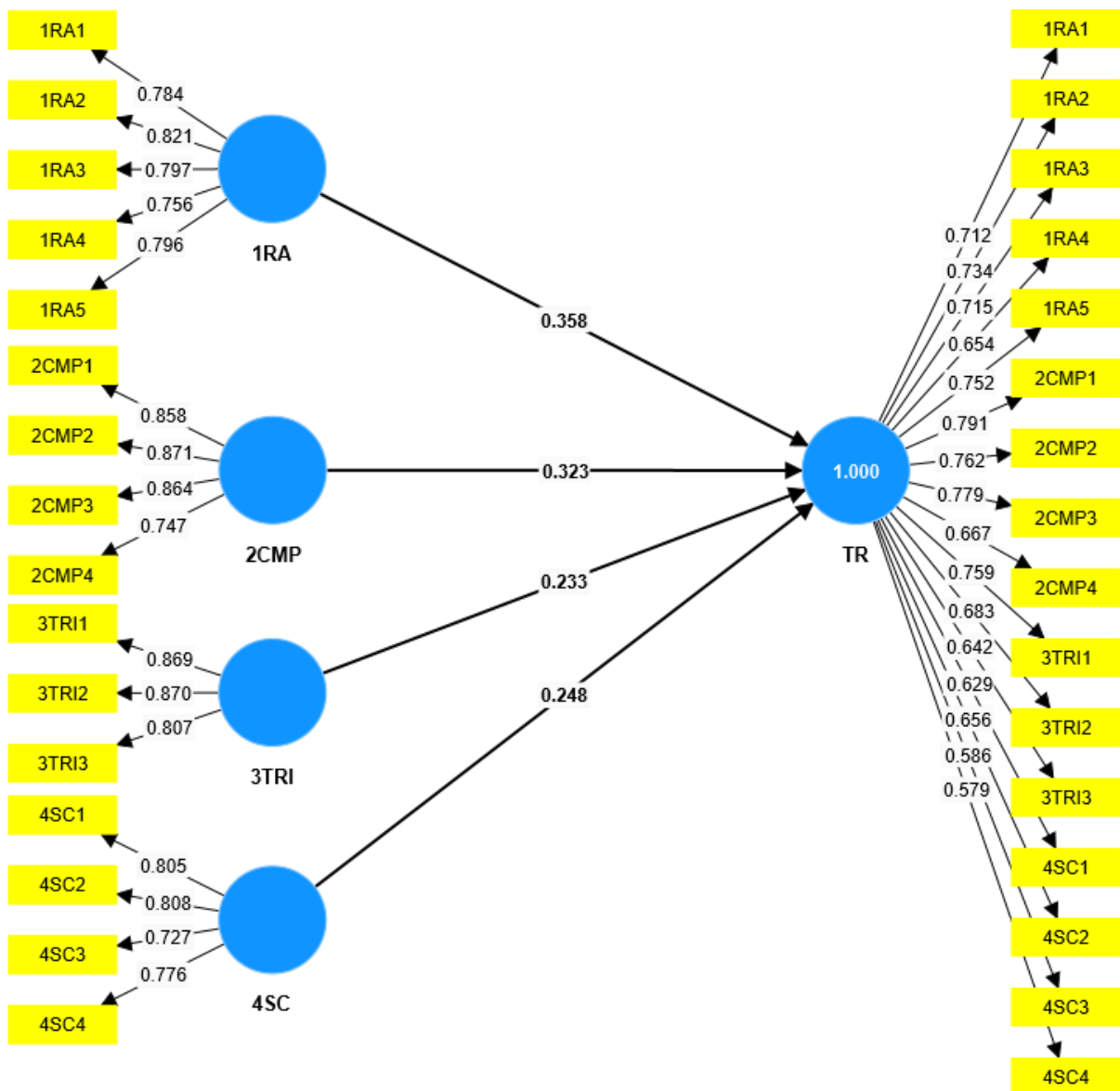
Mô hình cấu trúc bậc cao của luận án được xác định là loại mô hình bậc cao (HOC - High Order Construct) dạng kết quả - cấu tạo (reflective - formative), trong đó các khái niệm bậc hai (HOC) đại diện cho khái niệm nghiên cứu tổng quát của các biến bậc một (LOC – Lower Order Construct), mối quan hệ giữa khái niệm bậc hai và bậc một là nguyên nhân (formative). Các khái niệm bậc cao đóng vai trò là các biến ngoại sinh, để đo lường các khái niệm bậc hai, nghiên cứu áp dụng phương pháp tiếp cận hai giai đoạn (Hair và cộng sự, 2017), cụ thể: giai đoạn 1, sử dụng kỹ thuật biến quan sát lặp lại để thực hiện đánh giá mô hình đo lường cho các biến bậc một (LOC), lấy dữ liệu trọng số của các LOC để bổ sung vào dữ liệu phục vụ cho giai đoạn tiếp theo; giai đoạn 2, vẽ diagram mới biểu diễn các biến LOC được tính từ trọng số nhân tố ở giai đoạn 1 và đánh giá mô hình đo lường diagram giai đoạn hai và mô hình cấu trúc của biến bậc hai (HOC).

4.2.1. Đánh giá mô hình đo lường các thành phần khái niệm bậc 2

4.2.1.1 Đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng công nghệ (TR)

Mô hình đo lường sẵn sàng công nghệ (TR) là thang đo bậc hai dạng cấu tạo được hình thành từ 4 thành phần khái niệm tiềm ẩn bậc nhất dạng kết quả, bao gồm: lợi thế tương đối (RA), khả năng tương thích (CMP), khả năng thử nghiệm (TRI), cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC).

Theo kết quả Hình 4.1 và Bảng 4.2, tất cả các hệ số tải ngoài của các khái niệm thành phần sẵn sàng công nghệ (TR) đều có giá trị lớn hơn 0.7 do vậy các thang đo đảm bảo độ tin cậy. Hệ số tin cậy tổng hợp (CR) của các nhân tố thành phần bậc nhất có giá trị dao động từ 0.861 đến 0.903 lớn hơn 0.7, do vậy các thang đo đạt độ tin cậy nhất quán nội bộ. Kết quả cũng cho thấy giá trị trung bình phương sai trích (AVE) của các biến nghiên cứu đều lớn hơn 0.5 nên các thang đo đều đạt yêu cầu về giá trị hội tụ.



Hình 4.1: Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng công nghệ

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Bảng 4.2: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo sẵn sàng công nghệ

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	1RA	2CMP	3TRI	4SC	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	1RA1	0.784				0.850	0.893	0.626
	1RA2	0.821						
	1RA3	0.797						
	1RA4	0.756						
	1RA5	0.796						

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	1RA	2CMP	3TRI	4SC	Cronbach's Alpha	CR	AVE
	2CMP1		0.858			0.856	0.903	0.700
	2CMP2		0.871					
	2CMP3		0.864					
	2CMP4		0.747					
	3TRI1			0.869		0.807	0.886	0.721
	3TRI2			0.870				
	3TRI3			0.807				
	4SC1				0.805	0.787	0.861	0.608
	4SC2				0.808			
	4SC3				0.727			
	4SC4				0.776			

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

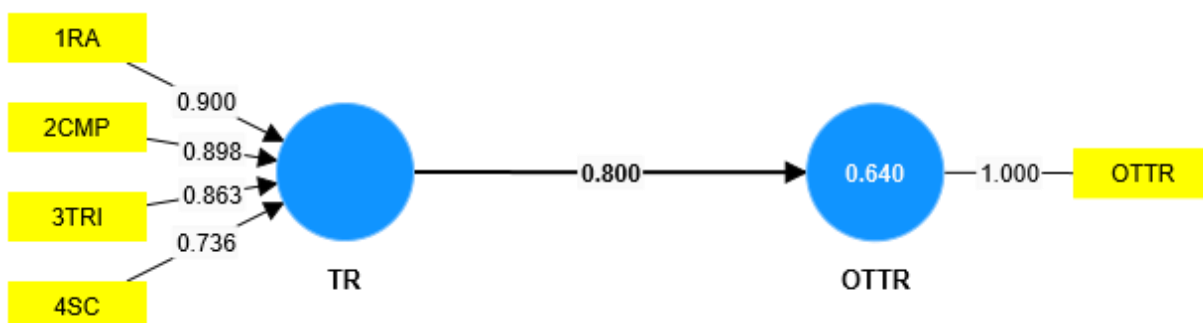
Kết quả kiểm tra giá trị phân biệt: Hệ số Fornell - Larcker được thể hiện qua Bảng 4.3 cho thấy giá trị căn bậc hai của trung bình phương sai trích (AVE) của một nhân tố (chỉ số in đậm theo đường chéo) đều có giá trị lớn hơn hệ số tương quan lớn nhất của nhân tố đó và các nhân tố khác. Như vậy, các giá trị căn bậc hai AVE đều thỏa mãn điều kiện đánh giá mức độ chính xác về sự phân biệt của các biến tiềm ẩn trong mô hình đo lường.

Bảng 4.3: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của các thành phần sẵn sàng công nghệ

Nhân tố	1RA	2CMP	3TRI	4SC
1RA	0.791			
2CMP	0.724	0.836		
3TRI	0.669	0.699	0.849	
4SC	0.626	0.618	0.496	0.779

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024).

Kết quả Hình 4.2 cho thấy rằng mô hình đo lường cấu tạo của sẵn sàng công nghệ (TR) có hệ số đường dẫn là 0.800 lớn hơn 0.7 và $R^2 = 0.640$. Như vậy đảm bảo được rằng giữa biến bậc hai và các khái niệm thành phần bậc nhất có mối quan hệ chặt chẽ.



Hình 4.2: Quan hệ giữa nhân tố sẵn sàng công nghệ bậc hai với nhân tố sự sẵn sàng công nghệ đo bởi thang đo đơn

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Kết quả các chỉ số tổng hợp và kiểm định về mức độ đóng góp của các thành phần sẵn sàng công nghệ được trình bày qua Bảng 4.4 cho thấy: trọng số của các khái niệm thành phần có ý nghĩa thống kê trong mô hình đo lường sẵn sàng công nghệ ($P\text{-value} < 0.5$). Như vậy thang đo sẵn sàng công nghệ có 4 thành phần, theo thứ tự đóng góp từ cao xuống thấp như sau: Lợi thế tương đối (0.354), Khả năng tương thích (0.315), Khả năng thử nghiệm (0.328), Cảm nhận bảo mật/ an toàn (0.157).

Bảng 4.4: Hệ số ước lượng của các thành phần thang đo sẵn sàng công nghệ

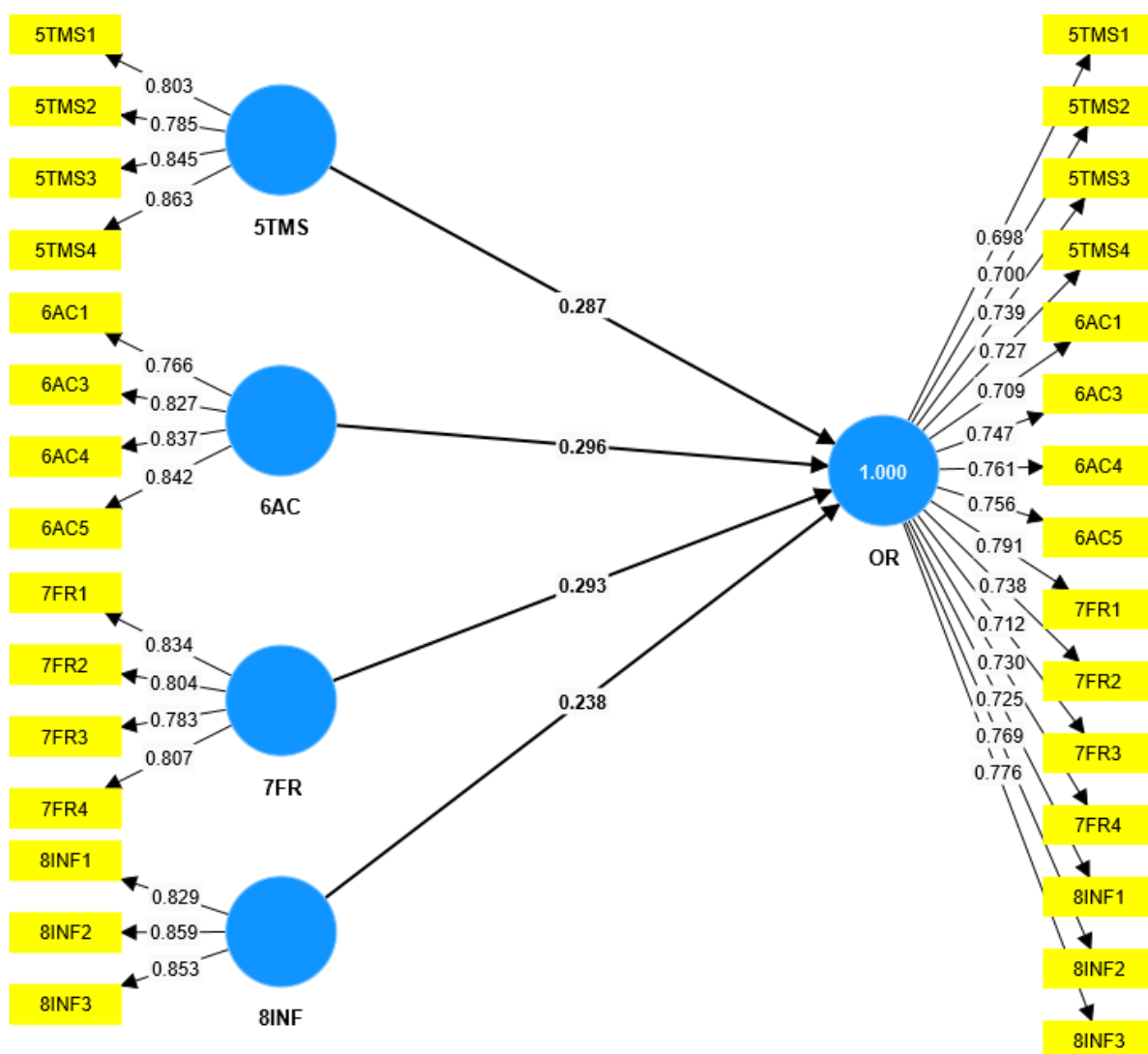
Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics ($ O/STDEV $)	P values
1RA -> TR	0.354	0.355	0.085	4.165	0.000
2CMP -> TR	0.315	0.311	0.087	3.612	0.000
3TRI -> TR	0.328	0.324	0.079	4.170	0.000
4SC -> TR	0.157	0.161	0.072	2.183	0.029

Trong đó: RA – Lợi thế tương đối; CMP - Khả năng tương thích; TRI - Khả năng thử nghiệm; SC - Cảm nhận bảo mật/ an toàn; TR – Sẵn sàng công nghệ

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.2.1.2 Đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng tổ chức (OR)

Các biến quan sát của các thành phần sẵn sàng tổ chức (OR) có hệ số tải ngoài (Outer loading) đều lớn hơn 0.7 vì vậy các thang đo này đạt độ tin cậy, cụ thể: giá trị tải ngoài của thành phần hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS) từ 0.785 đến 0.863, giá trị hệ số tải ngoài của thành phần khả năng hấp thụ (AC) từ 0.766 đến 0.842, giá trị hệ số tải ngoài của thành phần nguồn lực tài chính (FR) từ 0.783 đến 0.834, giá trị hệ số tải ngoài của thành phần cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF) từ 0.829 đến 0.859 (Hình 4.3 và Bảng 4.5).



Hình 4.3: Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng tổ chức

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Bảng 4.5: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo sẵn sàng tổ chức

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	5TMS	6AC	7FR	8INF	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	5TMS1	0.803				0.842	0.894	0.680
	5TMS2	0.785						
	5TMS3	0.845						
	5TMS4	0.863						
	6AC1		0.766			0.835	0.890	0.670
	6AC3		0.827					
	6AC4		0.837					
	6AC5		0.842					
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	7FR1			0.834		0.822	0.882	0.652
	7FR2			0.804				
	7FR3			0.783				
	7FR4			0.807				
	8INF1				0.829	0.804	0.884	0.718
	8INF2				0.859			
	8INF3				0.853			

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

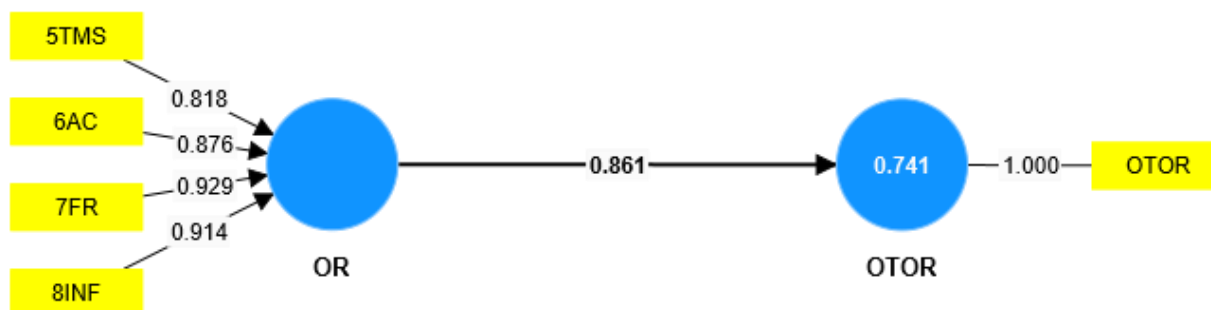
Theo kết quả tổng hợp Bảng 4.5 và Hình 4.3 các giá trị Cronbach's Alpha và giá trị độ tin cậy tổng hợp (CR) của các thành phần sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao, khả năng hấp thụ, nguồn lực tài chính, cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin đều lớn hơn 0.7 nên có thể kết luận rằng các chỉ báo có độ tin cậy nhất quán nội bộ tốt. Các nhân tố đảm bảo giá trị phương sai trích trung bình AVE lớn hơn 0.5 vì vậy các thang đo đảm bảo giá trị hội tụ.

Bảng 4.6: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của các thành phần Sẵn sàng tổ chức

Thang đo	5TMS	6AC	7FR	8INF
5TMS	0.824			
6AC	0.689	0.819		
7FR	0.720	0.797	0.807	
8INF	0.705	0.762	0.779	0.847

Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024.

Theo kết quả Bảng 4.6 hệ số Fornell - Larcker của các thành phần sẵn sàng tổ chức có giá trị căn bậc hai của trung bình phương sai trích (AVE) của mỗi biến tiềm ẩn (chỉ số in đậm theo đường chéo) đều có giá trị lớn hơn hệ số tương quan cao nhất của biến tiềm ẩn đó và các biến tiềm ẩn khác trong mô hình. Như vậy, các giá trị căn bậc hai AVE đều thỏa mãn điều kiện đánh giá mức độ chính xác về sự phân biệt của các biến tiềm ẩn trong mô hình đo lường. Vì vậy kết luận các nhân tố thành phần của sẵn sàng tổ chức đảm bảo tính phân biệt.



Hình 4.4: Quan hệ giữa nhân tố sẵn sàng tổ chức bậc hai với nhân tố sẵn sàng tổ chức đo bởi thang đo đơn

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Hệ số đường dẫn của mô hình đo lường cấu tạo sẵn sàng tổ chức có giá trị bằng 0.861 lớn hơn 0.7 và $R^2 = 0.741$ (Hình 4.4), chứng tỏ rằng các khái niệm thành phần bậc nhất có mối quan hệ chặt chẽ với khái niệm bậc hai sẵn sàng tổ chức.

Bảng 4.7: Hệ số ước lượng của các thành phần thang đo sẵn sàng tổ chức

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
5TMS -> OR	0.129	0.132	0.057	2.253	0.024
6AC -> OR	0.126	0.125	0.062	2.035	0.042
7FR -> OR	0.518	0.517	0.066	7.797	0.000
8INF -> OR	0.318	0.317	0.057	5.576	0.000

Trong đó: TMS - Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao; AC - Khả năng hấp thụ; FR - Nguồn lực tài chính; INF - Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin; OR - Sẵn sàng tổ chức.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Thông qua kỹ thuật bootstrapping để kiểm định xem các biến quan sát nguyên nhân hay các khái niệm thành phần bậc nhất có thực sự đóng góp vào việc hình thành biến tiềm ẩn sẵn sàng tổ chức hay không? Kết quả trọng số ngoài (Outer weight) được trình bày qua Bảng 4.7 cho thấy các giá trị P-value của TMS, AC, FR, INF nhỏ hơn 0,05 như vậy bốn biến thành phần của sẵn sàng tổ chức có ý nghĩa trong mô hình. Trong đó nhân tố nguồn lực tài chính (FR) có đóng góp lớn nhất vào sẵn sàng tổ chức vì có trọng số ngoài cao nhất 0.518, sau đó đến cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF) có trọng số ngoài bằng 0.318, tiếp theo là sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS) có giá trị trọng số ngoài bằng 0.129 và cuối cùng là khả năng hấp thụ (AC) có trọng số ngoài nhỏ nhất là 0.126.

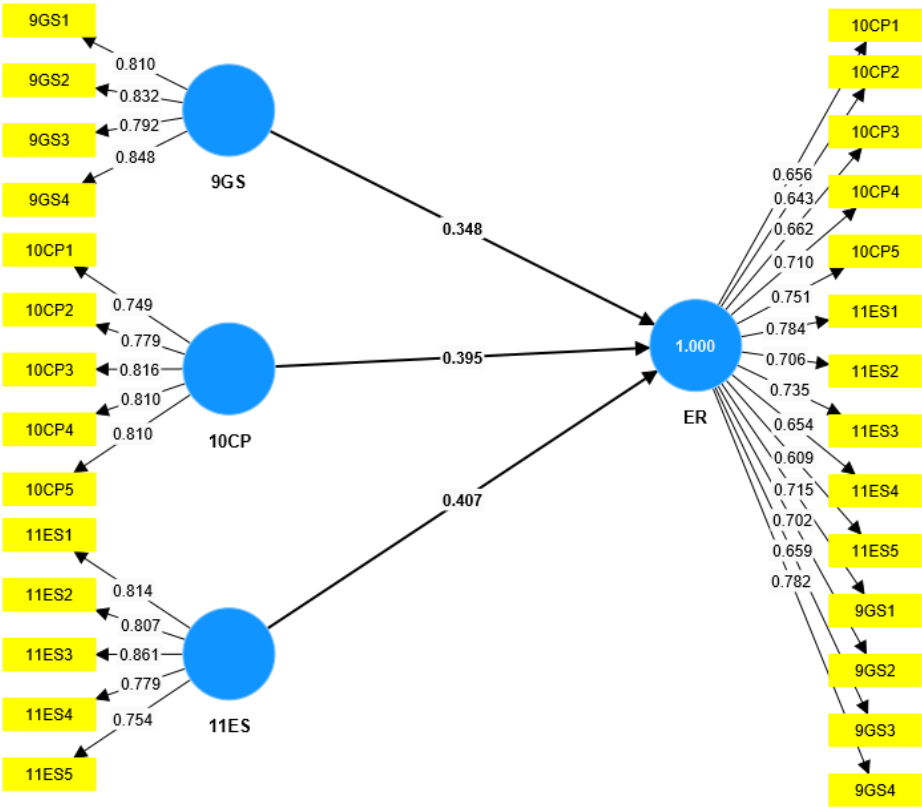
4.2.1.3 Đánh giá mô hình đo lường với thang đo sẵn sàng môi trường (ER)

Theo Bảng 4.8 các biến quan sát của các khái niệm thành phần: sự hỗ trợ của chính phủ (GS), áp lực cạnh tranh (CP), sự hỗ trợ bên ngoài (ES) có hệ số tải ngoài (Outer loading) đều lớn hơn 0.7 vì vậy các biến quan sát đảm bảo chất lượng, đạt độ tin cậy. Mặt khác hệ số Cronbach's Alpha và giá trị CR đều lớn hơn 0.7 nên các thang đo đạt độ tin cậy nhất quán nội bộ. Phương sai trích trung bình AVE của các yếu tố thành phần có giá trị lớn hơn 0.5 nên các thang đo của các nhân tố thành phần đảm bảo tính hội tụ.

Bảng 4.8: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo Sẵn sàng môi trường

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	9GS	10CP	11ES	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	9GS1	0.810			0.842	0.892	0.674
	9GS2	0.832					
	9GS3	0.792					
	9GS4	0.848					
	10CP1		0.749		0.855	0.895	0.629
	10CP2		0.779				
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	10CP3		0.816		0.855	0.895	0.629
	10CP4		0.810				
	10CP5		0.810				
	11ES1			0.814	0.868	0.901	0.646
	11ES2			0.807			
	11ES3			0.861			
	11ES4			0.779			
	11ES5			0.754			

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)



Hình 4.5: Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng môi trường
(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

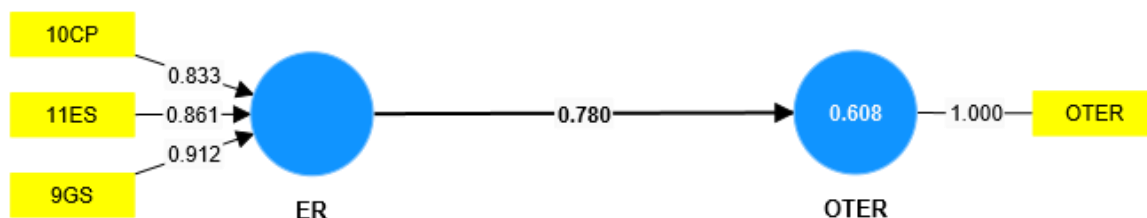
Bảng 4.9 cho thấy giá trị căn bậc hai AVE (0.821; 0.793; 0.804) nằm đầu mỗi cột lớn hơn hệ số tương quan giữa các biến tiềm ẩn với nhau nên tính phân biệt giữa các thang đo của các khái niệm sự hỗ trợ từ chính phủ, áp lực cạnh tranh, sự hỗ trợ từ bên ngoài được đảm bảo.

Bảng 4.9: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của các thành phần sẵn sàng môi trường

Thang đo	9GS	10CP	11ES
9GS	0.821		
10CP	0.651	0.793	
11ES	0.659	0.600	0.804

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Theo kết quả Hình 4.6 sẵn sàng môi trường có mối quan hệ chặt chẽ với các khái niệm thành phần vì có hệ số đường dẫn lớn hơn 0.7 ($0.780 > 0.7$) và $R^2=0.608$ thỏa điều kiện giải thích được hơn 50% sự biến thiên của các biến thành phần.



Hình 4.6: Quan hệ giữa nhân tố sẵn sàng môi trường bậc hai với nhân tố sẵn sàng môi trường đo bởi thang đo đơn

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Kết quả kiểm định đánh giá mối quan hệ tác động của các khái niệm thành phần: sự hỗ trợ của chính phủ (GS), áp lực cạnh tranh (CP), sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES) đối với khái niệm bậc hai sẵn sàng môi trường (OR) cho thấy ba biến bậc nhất này có ý nghĩa trong mô hình ($p\text{-value} < 0.05$). Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) có đóng góp tốt nhất vào sẵn sàng môi trường vì có trọng số ngoài cao nhất 0.470, tiếp theo là sự hỗ trợ từ bên ngoài (0.368) và cuối cùng là áp lực cạnh tranh (0.306).

Bảng 4.10: Hệ số ước lượng của các thành phần thang đo sẵn sàng môi trường

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
10CP -> ER	0.306	0.304	0.080	3.829	0.000
11ES -> ER	0.368	0.367	0.080	4.580	0.000
9GS -> ER	0.470	0.470	0.078	6.023	0.000

Trong đó: CP - Áp lực cạnh tranh; ES - Sự hỗ trợ từ bên ngoài; GS - Sự hỗ trợ của chính phủ; ER - Sẵn sàng môi trường.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.2.2. Đánh giá mô hình đo lường các khái niệm bậc nhất

Hệ số tải ngoài của các thang đo mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL), thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT), ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) dao động từ 0.756 đến 0.875, tất cả đều có giá trị lớn hơn 0.7 vì vậy các thang đo đảm bảo chất lượng và độ tin cậy (Bảng 4.11). Các nhân tố mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL); thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) và ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) có hệ số Cronbach's Alpha lần lượt là 0.865; 0.810; 0.875 lớn hơn 0,7 và CR cũng lớn hơn 0.7 nên các thang đo của các nhân tố này đảm bảo độ tin cậy nhất quán nội bộ. Giá trị phương sai trích trung bình (AVE) của RL, AT, AD lần lượt là 0.712; 0.638; 0.668 lớn hơn 0.5 nên thỏa mãn điều kiện giá trị hội tụ.

Bảng 4.11: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo khái niệm bậc nhất

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	AD	AT	RL	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	AD1	0.804			0.875	0.909	0.668
	AD2	0.806					
	AD3	0.875					
	AD4	0.840					
	AD5	0.756					

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	AD	AT	RL	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	AT1		0.787		0.810	0.876	0.638
	AT2		0.818				
	AT3		0.800				
	AT4		0.788				
	RL1			0.838	0.865	0.908	0.712
	RL2			0.864			
	RL3			0.845			
	RL4			0.828			

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Theo kết quả hệ số Fornell - Larcker (Bảng 4.12) các khái niệm bậc nhất: mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL), thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT), ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) thỏa mãn điều kiện đạt giá trị phân biệt vì căn bậc hai của AVE (các giá trị đường chéo in đậm) lớn hơn hệ số tương quan giữa các biến tiềm ẩn với nhau.

Bảng 4.12: Hệ số Fornell - Larcker Criterion của các khái niệm bậc nhất

Thang đo	AD	AT	RL
AD	0.817		
AT	0.731	0.798	
RL	0.722	0.747	0.844

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.2.3. Đánh giá mô hình đo lường với biến điều tiết đặc điểm lãnh đạo (CEO)

Các thang đo của biến điều tiết đặc điểm lãnh đạo (CEO) có giá trị hệ số Outer loading là: 0.867; 0.840; 0.847 lớn hơn 0.7 nên các thang đo đảm bảo chất lượng, độ tin cậy (Bảng 4.13).

Bảng 4.13: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của thang đo biến điều tiết

Tiêu chí đánh giá	Thang đo	AD	AT	CEO	ER	OR	RL	TR
Hệ số tải ngoài (Outer loading)	9GS				0.795			
	10CP				0.807			
	11ES				0.949			
	1RA							0.892
	2CMP							0.895
	3TRI							0.790
	4SC							0.826
	5TMS					0.928		
	6AC					0.868		
	7FR					0.889		
	8INF					0.873		
	AD1	0.804						
	AD2	0.807						
	AD3	0.874						
	AD4	0.841						
	AD5	0.755						
	AT1		0.787					
	AT2		0.818					
	AT3		0.800					
	AT4		0.788					
	RL1						0.838	
	RL2						0.864	
	RL3						0.845	
	RL4						0.828	
	CEO2			0.867				
	CEO3			0.840				
	CEO4			0.847				

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Bảng 4.14 kết quả hệ số Fornell - Larcker, xét giá trị phân biệt của nhân tố điều tiết CEO với các nhân tố khác cho thấy các hệ số tương quan giữa các biến tiềm ẩn với CEO có giá trị thấp hơn các giá trị căn bậc hai AVE ở đầu mỗi cột vì vậy CEO thỏa mãn điều kiện đảm bảo tính phân biệt với các nhân tố tiềm ẩn khác.

Bảng 4.14: Hệ số Fornell - Larcker Criterion của biến điều tiết

Thang đo	AD	AT	CEO	RL
AD	0.817			
AT	0.731	0.798		
CEO	0.297	0.142	0.851	
RL	0.721	0.747	0.138	0.844

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.2.4. Đánh giá mô hình đo lường toàn bộ khái niệm nghiên cứu

Bảng 4.15 cho thấy tất cả các thang đo đều có hệ số tải ngoài lớn hơn 0.7, các giá trị CR lớn hơn 0.7 nên tất cả các biến tiềm ẩn đều đạt độ tin cậy nhất quán nội bộ. Kết quả cũng cho thấy tất cả các giá trị phương sai trích trung bình AVE đều lớn hơn 0.5 nên các thang đo đều đạt yêu cầu về giá trị hội tụ.

Bảng 4.15: Hệ số tải ngoài và kết quả độ tin cậy của toàn bộ thang đo nghiên cứu

Khái niệm nghiên cứu	Thang đo	Outer loading	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Lợi thế tương đối (RA)	RA1	0.784	0.850	0.893	0.626
	RA2	0.822			
	RA3	0.797			
	RA4	0.755			
	RA5	0.796			
Khả năng tương thích (CMP)	CMP1	0.858	0.856	0.903	0.700
	CMP2	0.871			
	CMP3	0.864			
	CMP4	0.747			

Khái niệm nghiên cứu	Thang đo	Outer loading	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Khả năng thử nghiệm (TRI)	TRI1	0.869	0.807	0.886	0.721
	TRI2	0.870			
	TRI3	0.807			
Bảo mật/ an toàn (SC)	SC1	0.805	0.784	0.861	0.608
	SC2	0.808			
	SC3	0.727			
	SC4	0.776			
Sự hỗ trợ của lãnh đạo cấp cao (TMS)	TMS1	0.802	0.842	0.894	0.680
	TMS2	0.785			
	TMS3	0.845			
	TMS4	0.863			
Khả năng hấp thụ (AC)	AC1	0.766	0.835	0.890	0.670
	AC3	0.827			
	AC4	0.837			
	AC5	0.842			
Nguồn lực tài chính (FR)	FR1	0.835	0.822	0.882	0.652
	FR2	0.804			
	FR3	0.783			
	FR4	0.807			
Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF)	INF1	0.829	0.804	0.884	0.718
	INF2	0.859			
	INF3	0.853			
Sự hỗ trợ từ chính phủ (GS)	GS1	0.811	0.839	0.892	0.674
	GS2	0.832			
	GS3	0.792			
	GS4	0.848			
Áp lực cạnh tranh (CP)	CP1	0.749	0.853	0.895	0.629
	CP2	0.779			
	CP3	0.816			
	CP4	0.810			
	CP5	0.810			

Khái niệm nghiên cứu	Thang đo	Outer loading	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES)	ES1	0.814	0.863	0.901	0.646
	ES2	0.806			
	ES3	0.861			
	ES4	0.780			
	ES5	0.755			
Thái độ đối với việc áp dụng (AT)	AT1	0.787	0.810	0.876	0.638
	AT2	0.821			
	AT3	0.800			
	AT4	0.785			
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	RL1	0.838	0.865	0.908	0.712
	RL2	0.865			
	RL3	0.844			
	RL4	0.828			
Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	AD1	0.804	0.875	0.909	0.668
	AD2	0.807			
	AD3	0.874			
	AD4	0.841			
	AD5	0.755			
Đặc điểm lãnh đạo (CEO)	CEO2	0.867	0.811	0.888	0.725
	CEO3	0.840			
	CEO4	0.847			

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Kết quả kiểm định giá trị phân biệt của các thang đo được trình bày trong Bảng 4.16, tiêu chuẩn hệ số Fornell - Larcker cũng đạt yêu cầu, các giá trị đều lớn hơn tương quan giữa các khái niệm, điều này chứng tỏ các khái niệm đều đạt giá trị phân biệt.

Bảng 4.16: Hệ số Fornell – Larcker Criterion của toàn bộ mô hình nghiên cứu

Nhân tố	10CP	11ES	1RA	2CMP	3TRI	4SC	5TMS	6AC	7FR	8INF	9GS	AD	AT	CEO	RL
10CP	0.793														
11ES	0.600	0.804													
1RA	0.496	0.613	0.791												
2CMP	0.531	0.608	0.724	0.836											
3TRI	0.448	0.523	0.669	0.699	0.849										
4SC	0.431	0.545	0.626	0.618	0.496	0.779									
5TMS	0.545	0.631	0.689	0.682	0.540	0.586	0.824								
6AC	0.442	0.577	0.612	0.618	0.572	0.551	0.689	0.819							
7FR	0.483	0.605	0.628	0.636	0.516	0.551	0.720	0.797	0.807						
8INF	0.474	0.580	0.624	0.571	0.539	0.526	0.705	0.762	0.779	0.847					
9GS	0.651	0.659	0.505	0.501	0.465	0.464	0.529	0.509	0.496	0.497	0.821				
AD	0.616	0.666	0.611	0.595	0.556	0.552	0.723	0.621	0.653	0.672	0.565	0.817			
AT	0.607	0.690	0.688	0.624	0.582	0.596	0.672	0.641	0.626	0.648	0.609	0.730	0.798		
CEO	0.149	0.184	0.140	0.084	0.086	0.056	0.173	0.013	0.038	0.074	0.111	0.297	0.142	0.851	
RL	0.597	0.726	0.651	0.717	0.603	0.643	0.682	0.625	0.671	0.626	0.579	0.721	0.747	0.138	0.844

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.3. Kết quả kiểm định mô hình cấu trúc

4.3.1. Kiểm tra đa cộng tuyến

Kiểm tra vấn đề đa cộng tuyến của toàn bộ biến quan sát trong mô hình dựa theo chỉ số VIF của từng biến quan sát. Kết quả hệ số VIF được trình bày trong Bảng 4.17 cho thấy tất cả các chỉ số đều nhỏ hơn 5. Như vậy, các biến quan sát đo lường cái khái niệm bậc một và các khái niệm bậc hai không gặp vấn đề cộng tuyến.

Bảng 4.17: Bảng hệ số VIF

Thang đo	VIF	Thang đo	VIF	Thang đo	VIF	Thang đo	VIF
1RA1	2.049	5TMS1	1.744	9GS1	1.766	AD1	2.042
1RA2	2.407	5TMS2	1.640	9GS2	2.069	AD2	2.047
1RA3	2.004	5TMS3	2.417	9GS3	1.716	AD3	2.672
1RA4	1.779	5TMS4	2.409	9GS4	2.415	AD4	2.328
1RA5	2.209	6AC1	1.547	10CP1	1.820	AD5	1.694
2CMP1	2.701	6AC3	2.140	10CP2	1.855	AT1	1.600
2CMP2	2.572	6AC4	1.949	10CP3	2.225	AT2	1.774
2CMP3	2.601	6AC5	2.374	10CP4	2.388	AT3	1.640
2CMP4	1.821	7FR1	2.396	10CP5	1.882	AT4	1.621
3TRI1	1.843	7FR2	1.698	11ES1	2.509	CEO2	1.759
3TRI2	1.976	7FR3	1.863	11ES2	1.971	CEO3	1.786
3TRI3	1.814	7FR4	1.728	11ES3	2.480	CEO4	1.774
4SC1	1.816	8INF1	1.656	11ES4	1.970	RL1	1.996
4SC2	1.658	8INF2	1.810	11ES5	1.880	RL2	2.303
4SC3	1.542	8INF3	2.424			RL3	2.058
4SC4	1.635					RL4	1.933

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.3.2. Đánh giá sự phù hợp của các mối quan hệ trong mô hình

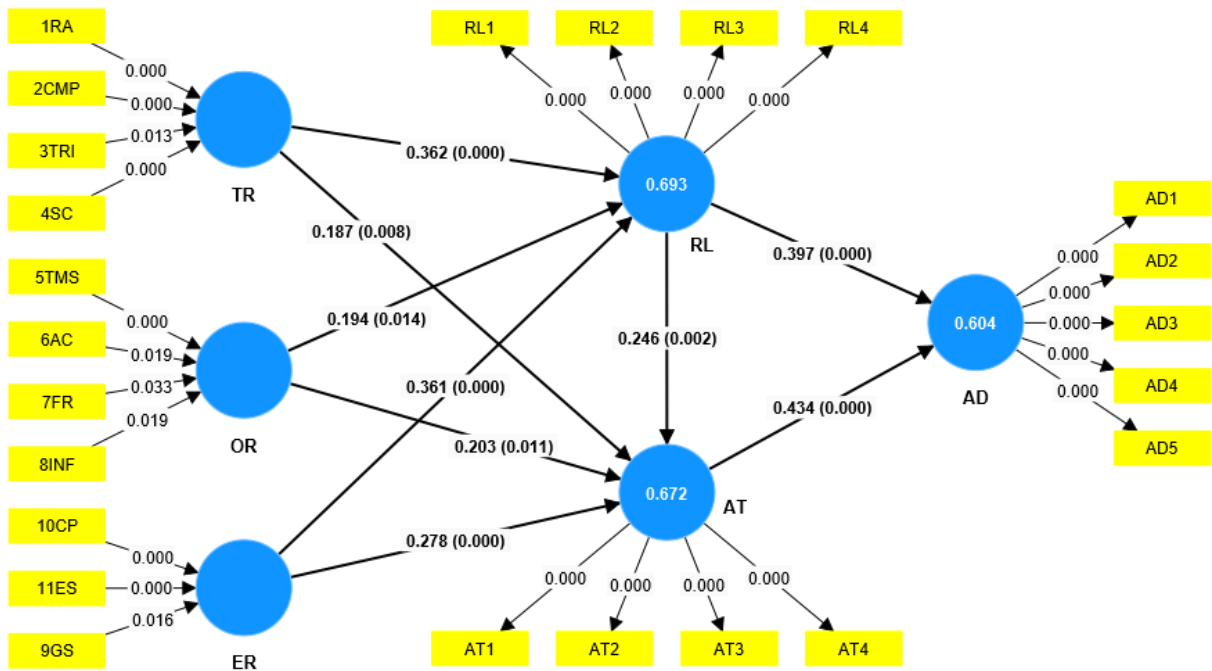
Kết quả ước lượng mô hình cấu trúc và kiểm định giả thuyết nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 4.18 cho thấy tất cả các giả thuyết H1a, H1b, H2a, H2b, H3a, H3b, H4a, H4b, H5 đều được chấp nhận ở mức ý nghĩa 0.05 vì tất cả các giá trị P-value của các mối quan hệ tác động đều nhỏ hơn 0.05. Dựa vào các hệ số chuẩn hóa cho thấy sẵn sàng công nghệ (TR), sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) có ảnh hưởng tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) và thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) ($\beta = 0.362$, $\beta = 0.187$, $\beta = 0.194$, $\beta = 0.203$, $\beta = 0.361$, $\beta = 0.278$). Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) có tác động cùng chiều đến thái độ đối với việc ứng dụng (AT) và ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) ($\beta = 0.246$, $\beta = 0.397$). Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) có tác động cùng chiều đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) ($\beta = 0.434$).

Bảng 4.18: Bảng kết quả kiểm định giả thuyết nghiên cứu

Giả thuyết	Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	P values	Kết luận
H1a	TR -> RL	0.362	0.359	0.078	0.000	Chấp nhận
H1b	TR -> AT	0.187	0.187	0.070	0.008	Chấp nhận
H2a	OR -> RL	0.194	0.197	0.079	0.014	Chấp nhận
H2b	OR -> AT	0.203	0.208	0.080	0.011	Chấp nhận
H3a	ER -> RL	0.361	0.360	0.060	0.000	Chấp nhận
H3b	ER -> AT	0.278	0.275	0.072	0.000	Chấp nhận
H4a	RL -> AT	0.246	0.241	0.077	0.002	Chấp nhận
H4b	RL -> AD	0.397	0.396	0.067	0.000	Chấp nhận
H5	AT -> AD	0.434	0.434	0.069	0.000	Chấp nhận

Trong đó: TR – Sẵn sàng công nghệ; OR – Sẵn sàng tổ chức; ER – Sẵn sàng môi trường; RL - Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; AT - Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0; AD - Ứng dụng công nghiệp 4.0.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)



Hình 4.7: Kết quả kiểm định mô hình cấu trúc

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024).

Theo Bảng 4.19, độ chệch (bias) giữa hệ số ước lượng gốc và hệ số trung bình Bootstrapping bằng 0 hoặc rất nhỏ, như vậy các ước lượng trong mô hình có thể kết luận là đáng tin cậy. Về vai trò đóng góp của các thành phần cấu tạo nên sẵn sàng công nghệ (TR) thì khả năng tương thích (CMP) có đóng góp mạnh nhất (0.332), đối với sẵn sàng tổ chức (OR) thì sự hỗ trợ của ban lãnh đạo (TMS) có đóng góp mạnh nhất (0.487), đối với sẵn sàng môi trường (ER) thì sự hỗ trợ từ bên ngoài (ER) có đóng góp mạnh nhất (0.658).

Bảng 4.19: Kết quả kiểm định Bootstrapping các mô hình khái niệm bậc hai

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
1RA -> TR	0.328	0.327	0.072	4.544	0.000
2CMP -> TR	0.332	0.331	0.069	4.781	0.000
3TRI -> TR	0.177	0.181	0.071	2.486	0.013
4SC -> TR	0.328	0.325	0.060	5.421	0.000
5TMS -> OR	0.487	0.489	0.078	6.222	0.000
6AC -> OR	0.202	0.200	0.086	2.345	0.019
7FR -> OR	0.215	0.212	0.101	2.134	0.033

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
8INF -> OR	0.208	0.210	0.089	2.352	0.019
9GS -> ER	0.163	0.158	0.068	2.408	0.016
10CP -> ER	0.306	0.308	0.079	3.872	0.000
11ES -> ER	0.658	0.658	0.071	9.200	0.000

Trong đó: RA – Lợi thế tương đối; CMP - Khả năng tương thích; TRI - Khả năng thử nghiệm; SC - Cảm nhận bảo mật/ an toàn; TR – Sẵn sàng công nghệ; TMS - Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao; AC - Khả năng hấp thụ; FR - Nguồn lực tài chính; INF - Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin; OR - Sẵn sàng tổ chức; CP - Áp lực cạnh tranh; ES - Sự hỗ trợ từ bên ngoài; GS - Sự hỗ trợ của chính phủ; ER - Sẵn sàng môi trường.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.3.3. Đánh giá hệ số xác định (R^2)

Giá trị R^2 càng cao cho thấy mức độ dự báo của các biến ngoại sinh đến biến nội sinh càng chính xác. Tuy nhiên, giá trị R^2 hiệu chỉnh (R-square adjusted) được sử dụng thay cho tiêu chuẩn R^2 để tránh sai lệch hoặc thổi phồng mức độ dự báo trong nghiên cứu.

Bảng 4.20: Kết quả hệ số R^2 và R^2 hiệu chỉnh

Biến nội sinh	R-square	R-square adjusted
Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.604	0.601
Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.672	0.668
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.693	0.690

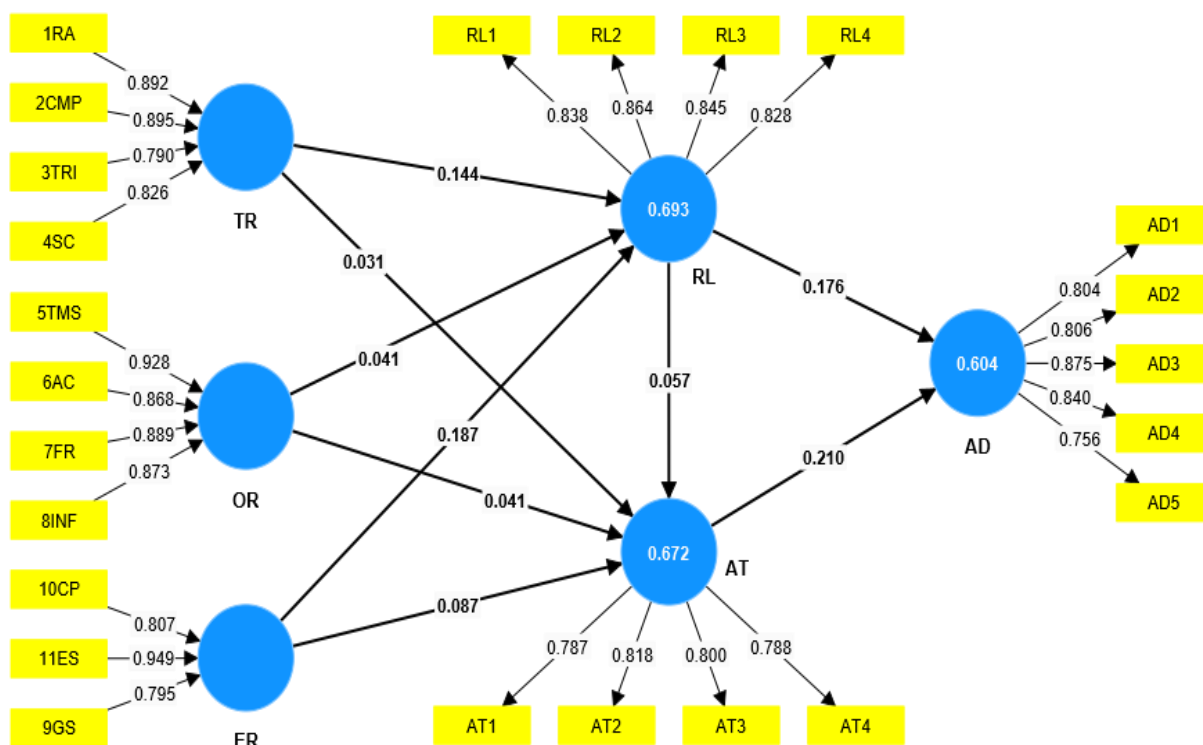
(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Theo Bảng 4.20, R^2 hiệu chỉnh của biến ngoại sinh đến biến phụ thuộc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) là 0.601 thể hiện các nhân tố trong mô hình giải thích được 60.10% biến thiên của biến phụ thuộc. Trong đó sẵn sàng công nghệ (TR), sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) giải thích được 66.80% sự biến thiên của thái độ đối với việc ứng dụng (AT) và 69% mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp cho công nghiệp 4.0 (RL).

4.3.4. Đánh giá hệ số tác động (f^2)

Để định lượng cường độ của các mối quan hệ mô hình cấu trúc, độ lớn ảnh hưởng f^2 được sử dụng. Khác với các hệ số đường dẫn, f^2 là kết quả của việc hồi quy một biến nội sinh trên các biến ngoại sinh trực tiếp của nó, độ lớn ảnh hưởng của f^2 biểu thị sự thay đổi trong giá trị R^2 khi một biến ngoại sinh cụ thể bị loại bỏ khỏi mô hình. Để đánh giá tầm quan trọng của biến ngoại sinh, Cohen (1988) cho rằng ngưỡng của độ lớn ảnh hưởng f^2 lần lượt là 0.02; 0.15 và 0.35 tương ứng thể hiện cho hiệu quả tác động nhỏ, trung bình, mạnh. Giá trị độ lớn ảnh hưởng của f^2 nhỏ hơn 0.02 cho thấy biến ngoại sinh không có tác động nào đến biến nội sinh tương ứng.

Theo kết quả Hình 4.8 và Bảng 4.21 cho thấy các giá trị f^2 của tất cả các mối quan hệ tác động của biến nội sinh và biến ngoại sinh tương ứng. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) có mức độ tác động trung bình đến ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD). Sẵn sàng công nghệ (TR) và sẵn sàng môi trường (OR) có mức độ tác động trung bình đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL). Những mối quan hệ còn lại có mức độ tác động nhỏ.



Hình 4.8: Đánh giá hệ số tác động f^2

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024).

Bảng 4.21: Bảng hệ số tác động f^2

Mối quan hệ tác động	Hệ số f^2	Mối quan hệ tác động	Hệ số f^2
TR -> RL	0.144	ER -> AT	0.087
TR -> AT	0.031	RL -> AT	0.057
OR -> RL	0.041	RL -> AD	0.176
OR -> AT	0.041	AT -> AD	0.210
ER -> RL	0.187		

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.3.5. Đánh giá năng lực dự báo ngoài mẫu (Q^2)

Giá trị R^2 là chỉ số đại diện cho năng lực giải thích của các biến độc lập lên một biến phụ thuộc của tập dữ liệu mẫu đang phân tích (Hair và cộng sự, 2019). Nhưng R^2 không phản ánh được năng lực dự báo của mô hình bởi tính dự báo sẽ liên quan đến tính chất dữ liệu ngoài mẫu nghiên cứu. Để đo lường khả năng dự báo của mô hình, Geisser (1974) và Stone (1974) đã đề xuất chỉ số Q^2 là hệ số đánh giá năng lực dự báo ngoài mẫu. Hệ số này được dùng cho mô hình đo lường kết quả để đánh giá chất lượng tổng thể của mô hình cấu trúc thành phần (Tenenhaus và cộng sự, 2005). Nếu tất cả các mô hình thành phần đều có $Q^2 > 0$ thì mô hình cấu trúc tổng thể của nghiên cứu đạt chất lượng tổng thể. Hair và cộng sự (2019) đưa ra các ngưỡng mức độ của Q^2 tương ứng với khả năng dự báo của mô hình, cụ thể lần lượt là 0; 0.25 và 0.5 tương ứng với khả năng dự báo mẫu ngoài thấp, trung bình và cao. Theo Bảng 4.22 kết quả hệ số dự báo Q^2 cho thấy khả năng dự báo mẫu ngoài của mô hình ở mức trung bình, trong đó khả năng dự báo mạnh nhất thuộc về mô hình có chứa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) vì có giá trị Q^2 cao nhất ($Q^2 = 0.480$).

Bảng 4.22: Giá trị hệ số Q^2

Nhân tố	SSO	SSE	$Q^2 (=1-SSE/SSO)$
AD	1,765.000	1,071.730	0.393
AT	1,412.000	824.516	0.416
RL	1,412.000	733.555	0.480

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.3.6. Hệ số NFI và chỉ số SRMR

Dựa trên kết quả phân tích trong Bảng 4.23, các chỉ số đo lường độ phù hợp mô hình đều đạt ngưỡng chấp nhận. Cụ thể, chỉ số SRMR của mô hình ước lượng đạt 0.053 (< 0.08) (Hu & Bentler, 1999), cho thấy sai số chuẩn hoá thấp giữa ma trận tương quan thực tế và mô hình dự đoán. Bên cạnh đó, hệ số NFI của mô hình ước lượng đạt 0.889. Theo quy ước, $NFI > 0.90$ được coi là tốt, từ 0.80 - 0.89 là chấp nhận được. Do vậy với $NFI = 0.889$, mô hình nghiên cứu nằm sát ngưỡng 0.90, nghĩa là đạt mức phù hợp khá tốt, gần đạt chuẩn tốt. NFI phản ánh mức độ cải thiện đáng kể của mô hình so với mô hình độc lập. Như vậy, các kết quả này cho thấy mô hình nghiên cứu có độ phù hợp tốt với dữ liệu thực tế, đảm bảo độ tin cậy.

Bảng 4.23: Kết quả NFI và chỉ số SRMR

	Saturated model	Estimated model
SRMR	0.042	0.053
d-ULS	0.521	0.850
d-G	0.343	0.382
Chi-square	663.119	713.230
NFI	0.897	0.889

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.4. Kiểm định vai trò trung gian của nhân tố mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)

Dựa vào bảng kết quả các mối quan hệ gián tiếp riêng biệt (Bảng 4.24), các giá trị P-value đều nhỏ hơn 0.05 như vậy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) có vai trò trung gian trong mối quan hệ tác động từ sẵn sàng công nghệ (TR), sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD).

**Bảng 4.24: Bảng kết quả mối quan hệ gián tiếp riêng biệt
(Specific Indirect Effects)**

Mối quan hệ gián tiếp	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P - values
TR -> RL -> AD	0.144	0.141	0.035	4.071	0.000
TR -> AT -> AD	0.081	0.082	0.034	2.378	0.017
TR -> RL -> AT -> AD	0.038	0.037	0.016	2.472	0.013
OR -> RL -> AD	0.077	0.080	0.037	2.068	0.039
OR -> AT -> AD	0.088	0.091	0.041	2.148	0.032
OR -> RL -> AT -> AD	0.021	0.020	0.010	1.964	0.050
ER -> RL -> AD	0.144	0.143	0.033	4.294	0.000
ER -> AT -> AD	0.120	0.119	0.036	3.354	0.001
ER -> RL -> AT -> AD	0.038	0.037	0.014	2.804	0.005

Trong đó: TR – Sản sàng công nghệ; OR – Sản sàng tổ chức; ER – Sản sàng môi trường; RL - Mức độ sản sàng cho công nghiệp 4.0; AT - Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0; AD - Ứng dụng công nghiệp 4.0.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

**Bảng 4.25: Bảng kết quả mối quan hệ gián tiếp tổng hợp
(Total Indirect Effects)**

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
TR -> AD	0.264	0.261	0.046	5.700	0.000
OR -> AD	0.178	0.184	0.055	3.239	0.001
ER -> AD	0.299	0.294	0.040	7.390	0.000

Trong đó: TR – Sản sàng công nghệ; OR – Sản sàng tổ chức; ER – Sản sàng môi trường; AD - Ứng dụng công nghiệp 4.0.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

Mối quan hệ gián tiếp tổng hợp sẽ bằng tất cả các mối quan hệ gián tiếp riêng biệt (Specific Indirect Effects) cộng lại. Theo kết quả Bảng 4.25 tác động tổng hợp từ sản

sàng công nghệ (TR) đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) có P - Value bằng 0.000 nhỏ hơn 0.05. Như vậy, tồn tại mối quan hệ gián tiếp từ sẵn sàng công nghệ (TR) đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD). Tương tự, tác động tổng hợp từ sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) có P-value cũng nhỏ hơn 0.05 nên tồn tại mối quan hệ gián tiếp từ sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD).

4.5. Kiểm định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo (CEO)

Kết quả P-value kiểm định t của đặc điểm lãnh đạo (CEO) tác động điều tiết đến mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) (CEO x RL -> AD); đặc điểm lãnh đạo (CEO) tác động điều tiết đến mối quan hệ giữa thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) (CEO x AT -> AD) lần lượt bằng 0.000 và 0.040, đều nhỏ hơn 0.05, như vậy tác động điều tiết này có ý nghĩa thống kê. Có thể kết luận rằng nhân tố đặc điểm lãnh đạo (CEO) có vai trò điều tiết sự tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) lên việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) và mối quan hệ tác động giữa Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Vậy giả thuyết H6a và H6b được chấp nhận. Mặt khác hệ số điều tiết mang dấu dương cho thấy nhân tố đặc điểm lãnh đạo có vai trò điều tiết tích cực, như vậy đặc điểm lãnh đạo sẽ làm mạnh hơn mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) lên việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) và thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) lên AD việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Bảng 4.26).

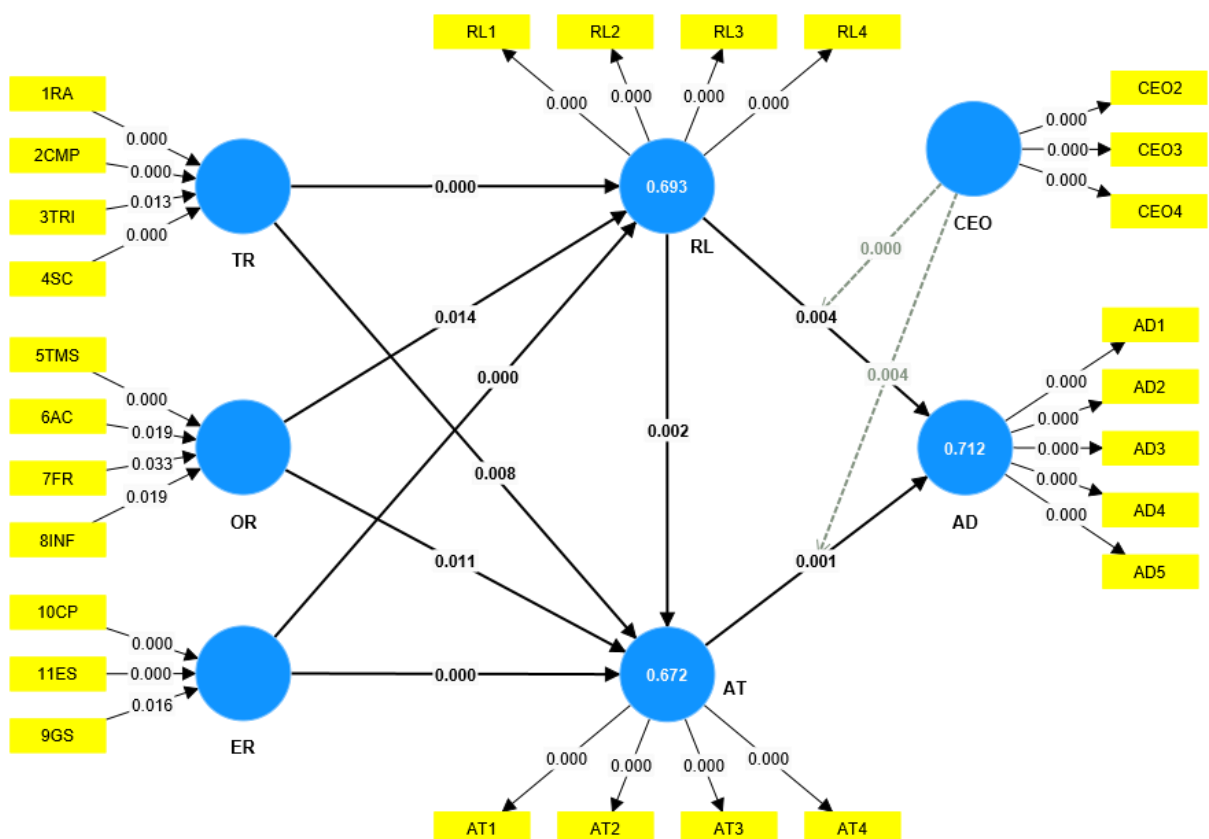
Bảng 4.26: Hệ số ước lượng của biến điều tiết lên mối quan hệ giữa RL -> AD và AT->AD

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
TR -> RL	0.362	0.359	0.078	4.615	0.000
TR -> AT	0.187	0.187	0.070	2.649	0.008
OR -> RL	0.194	0.197	0.079	2.457	0.014
OR -> AT	0.203	0.208	0.080	2.549	0.011

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
ER -> RL	0.361	0.360	0.060	6.039	0.000
ER -> AT	0.278	0.275	0.072	3.848	0.000
RL -> AT	0.246	0.241	0.077	3.176	0.002
RL -> AD	0.185	0.193	0.063	2.921	0.004
AT -> AD	0.215	0.222	0.062	3.456	0.001
CEO x RL -> AD	0.258	0.251	0.070	3.673	0.000
CEO x AT -> AD	0.197	0.188	0.068	2.908	0.004

Trong đó: TR – Sẵn sàng công nghệ; OR – Sẵn sàng tổ chức; ER – Sẵn sàng môi trường; RL - Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; AT - Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0; AD - Ứng dụng công nghiệp 4.0; CEO – Đặc điểm lãnh đạo.

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)



Hình 4.9: Mô hình cấu trúc với nhân tố điều tiết CEO lên mối quan hệ giữa RL->AD và AT->AD

(Nguồn: Kết quả xử lý dữ liệu khảo sát của tác giả, 2024)

4.6. Thảo luận kết quả nghiên cứu

4.6.1. Thảo luận về thang đo khái niệm bậc nhất và các thành phần của khái niệm bậc hai

Dựa trên cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu thực nghiệm trước đây đã hỗ trợ việc biện luận và xây dựng khái niệm sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường là các khái niệm bậc hai. Kết quả phân tích thang đo nghiên cứu cũng cho thấy rằng sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường là các khái niệm phức tạp được đo lường thông qua các nhân tố thành phần. Kết quả kiểm định mô hình đo lường của các khái niệm bậc hai và các khái niệm bậc một cho thấy các thang đo đạt được độ tin cậy và tính giá trị nhất định, cụ thể: giá trị hội tụ, giá trị phân biệt, tính đơn hướng, giá trị nội dung, giá trị liên hệ lý thuyết. Bên cạnh đó, giữa các khái niệm bậc một và bậc hai trong nghiên cứu không vi phạm đa cộng tuyến. So với các nghiên cứu trước đây như Abbasi và cộng sự (2022); Maroufkhani và cộng sự (2020) thường đo lường các khái niệm sẵn sàng công nghệ, tổ chức, môi trường qua các khái niệm riêng lẻ bậc một, thì trong nghiên cứu này việc đo lường sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường là thang đo bậc hai trong nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức, đây là điểm mới của đề tài nghiên cứu, có ưu điểm giúp cho nghiên cứu giảm thiểu được số lượng giả thuyết nghiên cứu trong mô hình, nghĩa là giảm độ phức tạp của mô hình, đảm bảo nguyên tắc tối giản trong nghiên cứu khoa học nhưng vẫn đạt được mục tiêu của đề tài nghiên cứu.

4.6.1.1 Các thành phần sẵn sàng công nghệ

Liên quan đến các thành phần của sẵn sàng công nghệ, kết quả của nghiên cứu ủng hộ bốn thành phần theo nghiên cứu của Maroufkhani, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020); Hiran và Henten (2020); Yang và cộng sự (2015); đó là lợi thế tương đối, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm, cảm nhận bảo mật/ an toàn. Các biến quan sát được điều chỉnh phù hợp với bối cảnh nghiên cứu doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Khả năng tương thích là mức độ mà một công nghệ mới được coi là phù hợp với các giá trị hiện có, kinh nghiệm trong quá khứ và nhu cầu sử dụng của doanh nghiệp. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng khả năng tương thích đóng vai trò quan trọng nhất trong việc

hình thành sẵn sàng công nghệ của SMEs, điều này phù hợp với những phát hiện của Yang và cộng sự (2015) khi nghiên cứu về việc áp dụng dịch vụ điện toán đám mây của doanh nghiệp. Khả năng tương thích có liên quan chặt chẽ với các thủ tục hiện có và cơ cấu của tổ chức.

Thành phần đóng góp cao thứ hai trong sẵn sàng công nghệ là lợi thế tương đối và cảm nhận bảo mật/ an toàn. Lợi thế tương đối đề cập đến mức độ mà việc sử dụng một công nghệ mới được cho là cung cấp nhiều lợi ích hơn cho tổ chức (Hiran & Henten, 2020). Liên quan đến công nghiệp 4.0, các sản phẩm công nghệ mới mang lại nhiều lợi thế hơn so với các công nghệ cũ trước đây, thúc đẩy SMEs sẵn sàng hơn cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Cảm nhận bảo mật/ an toàn là mối quan tâm của SMEs khi ứng dụng công nghiệp 4.0. Do thiếu sự tin tưởng đối với các nhà cung cấp công nghệ, nên SMEs sợ phải chuyển giao dữ liệu nhạy cảm của công ty, do vậy mối lo ngại về vấn đề bảo mật càng lớn thì việc áp dụng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 sẽ giảm và ngược lại nếu vấn đề bảo mật/ an toàn được nâng cao thì SMEs sẽ triển khai các công nghệ mới nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động.

Cuối cùng là khả năng thử nghiệm cho phép các doanh nghiệp vừa và nhỏ hiểu được cách sử dụng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0, từ đó giải quyết được vấn đề lo ngại của SMEs về sự phức tạp của công nghệ, cũng như giải quyết các vấn đề lớn trở ngại trước khi triển khai công nghiệp 4.0 (Maroufkhani, Wan Ismail, & Ghobakhloo, 2020). Kết quả nghiên cứu định tính cho thấy SMEs sẽ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 nếu được cung cấp bản dùng thử của sản phẩm công nghệ đó.

4.6.1.2 Các thành phần sẵn sàng tổ chức

Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao, khả năng hấp thụ, nguồn lực tài chính và cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin là các thành phần của sẵn sàng tổ chức. Kết quả kiểm định mô hình nghiên cứu chính thức đã chỉ ra rằng thành phần sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao được đánh giá là có vai trò đóng góp lớn nhất vào sẵn sàng tổ chức, tiếp theo là nguồn lực tài chính, cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin và khả năng hấp thụ. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Jafri và cộng sự (2024); Srivastava và cộng sự (2022); Maroufkhani và cộng sự (2020); Cruz-Jesus, Pinheiro, và Oliveira (2019).

Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao là yếu tố quan trọng đối với SMEs trong việc áp dụng các loại sản phẩm công nghệ mới. Chủ sở hữu hoặc người quản lý cấp cao của doanh nghiệp vừa và nhỏ là những người ra quyết định chính và tầm nhìn của họ quyết định mức độ hỗ trợ cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Maroufkhani và cộng sự, 2020). Các nhà quản lý cấp cao của SMEs là người thúc đẩy sự thay đổi của tổ chức bằng cách truyền đạt và khuyến khích nhân viên thực hiện các thay đổi thông qua các giá trị, tầm nhìn chiến lược rõ ràng cho công ty (Cruz-Jesus, Pinheiro, & Oliveira, 2019). Hơn nữa sự hỗ trợ của quản lý cấp cao có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình học tập và phổ biến công nghệ trong toàn công ty (Asiaei & Rahim, 2019).

Nguồn lực tài chính là một trong những yếu tố của tổ chức ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (Jafri và cộng sự, 2024). Các doanh nghiệp vừa và nhỏ sẽ khó có thể triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 nếu không có đủ nguồn lực tài chính.

Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin tiên tiến sẽ hỗ trợ quá trình tích hợp ứng dụng công nghiệp 4.0. Các doanh nghiệp vừa và nhỏ có sẵn nền tảng công nghệ thông tin sẽ sẵn sàng cho việc triển khai công nghiệp 4.0 hơn.

Vì sự phát triển nhanh chóng của công nghiệp 4.0 nên các tổ chức cần có khả năng hấp thụ kiến thức và chuyển giao kiến thức đó thành kiến thức của tổ chức. Khả năng hấp thụ thể hiện những nỗ lực của SMEs trong việc học hỏi kiến thức và kết hợp chúng vào mô hình kinh doanh của họ (Raj & Jeyaraj, 2023). Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng khả năng hấp thụ có đóng góp vào sự sẵn sàng về mặt tổ chức của doanh nghiệp để triển khai công nghiệp 4.0.

4.6.1.3 Các thành phần sẵn sàng môi trường

Sẵn sàng môi trường là khái niệm bậc hai được đo lường qua các khái niệm thành phần gồm áp lực cạnh tranh, sự hỗ trợ từ bên ngoài, sự hỗ trợ từ chính phủ. Kết quả nghiên cứu này có cùng quan điểm với các nghiên cứu trước đây như: Lutfi và cộng sự (2022), Maroufkhani, Iranmanesh, và Ghobakhloo (2022); Raj và Jeyaraj (2023). Theo kết quả kiểm định mô hình chính thức, sự hỗ trợ từ bên ngoài có đóng góp quan trọng nhất trong việc giải thích sẵn sàng môi trường, tiếp theo là áp lực cạnh tranh và cuối cùng là sự hỗ trợ từ chính phủ.

Sự hỗ trợ từ bên ngoài đóng vai trò quan trọng trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 ở SMEs, kết quả nghiên cứu này phù hợp với những phát hiện của Ghobakhloo (2020); Maroufkhani, Iranmanesh, và Ghobakhloo (2022). Nếu các nhà cung cấp sản phẩm, dịch vụ của công nghiệp 4.0 có thể đào tạo và hỗ trợ kỹ thuật để giải quyết mối quan tâm của các nhà quản lý SMEs về việc thiếu các kỹ năng, kiến thức trong việc triển khai công nghệ thì SMEs sẽ sẵn sàng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 hơn.

Áp lực cạnh tranh là cảm nhận áp lực đến từ đối thủ cạnh tranh được công nhận là động lực thúc đẩy SMEs triển khai công nghiệp 4.0 (Cruz-Jesus, Pinheiro, & Oliveira, 2019). Khi sự cạnh tranh trên thị trường tăng lên, SMEs có xu hướng tìm kiếm các giải pháp để đạt được lợi thế cạnh tranh bền vững thông qua các công nghệ tiên tiến (Melville, Kraemer, & Gurbaxani, 2004). Vì vậy áp lực cạnh tranh là yếu tố môi trường quan trọng ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ (Lada và cộng sự, 2023).

Sự hỗ trợ của chính phủ có thể cung cấp các ưu đãi về thuế, các chương trình hỗ trợ, thúc đẩy hệ sinh thái cho công nghiệp 4.0 như hoạt động nghiên cứu và phát triển, cơ sở hạ tầng, điều này tạo nên môi trường sẵn sàng cho việc triển khai công nghiệp 4.0 ở các SMEs. Kết quả nghiên cứu nhất quán với các nghiên cứu trước đây của Raj và Jeyaraj (2023).

4.6.1.4 Thang đo mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0

Thang đo mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được kế thừa và phát triển từ Chen, Preston, và Swink (2015). Kết quả kiểm định chính thức thang đo cho thấy bốn biến quan sát của thang đo mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 đạt giá trị nội dung, giá trị phân biệt, giá trị hội tụ và giá trị liên hệ lý thuyết. Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 được đánh giá qua sự tin tưởng, cam kết, hỗ trợ của ban lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp, bốn thang đo của khái niệm thái độ được phát triển từ các thang đo trong nghiên cứu của Virmani và cộng sự (2023). Khái niệm ứng dụng công nghiệp 4.0 được đo lường qua năm biến quan sát kế thừa từ Virmani và cộng sự (2023) và Lutfi và cộng sự (2022). Các thang đo trong nghiên cứu đều đạt yêu cầu về độ tin cậy và giá trị của thang đo.

4.6.1.5 Thang đo nhân tố đặc điểm lãnh đạo

Kết quả kiểm định thang đo chính thức của đặc điểm lãnh đạo đã loại bỏ một biến quan sát CEO1 do không đạt điều kiện tính phân biệt với các nhân tố trong mô hình, có ba biến quan sát được giữ lại thỏa mãn các điều kiện yêu cầu về đánh giá mô hình đo lường. Các thang đo được kế thừa từ nghiên cứu của Thong và Yap (1995).

4.6.2. Thảo luận về kết quả kiểm định giả thuyết nghiên cứu

Nghiên cứu đề xuất 11 giả thuyết, kết quả kiểm định và đánh giá mô hình cấu trúc tuyến tính có 11/11 giả thuyết được chấp nhận ở mức ý nghĩa 0.05.

4.6.2.1 Thảo luận về các giả thuyết được chấp nhận

Giả thuyết H1a, H2a và H3a được chấp nhận cho thấy các doanh nghiệp vừa và nhỏ càng có sự sẵn sàng về mặt công nghệ, tổ chức và môi trường thì mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 càng cao. Trong nghiên cứu của Hizam-Hanafiah, Soomro, và Abdullah (2020) đã chỉ ra rằng sự sẵn sàng công nghệ của SMEs cần được nâng cao để tăng mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0. Sẵn sàng công nghệ được đo lường qua bốn yếu tố chính bao gồm lợi thế tương đối, khả năng tương thích, khả năng thử nghiệm, cảm nhận bảo mật/ an toàn. Khi các doanh nghiệp vừa và nhỏ nhận thức được những lợi ích mà công nghệ mới mang lại như quản trị rủi ro tốt hơn, phản ứng linh hoạt trước những thay đổi của môi trường kinh doanh, cắt giảm và tiết kiệm chi phí trong hoạt động, cung cấp dịch vụ đúng thời điểm đến khách hàng, nâng cao hiệu quả kinh doanh. Việc thử nghiệm, triển khai dùng thử một công nghệ mới vào hoạt động của tổ chức đóng vai trò như một tổ chức tiên phong dẫn đầu về tư duy, đổi mới. Nếu một công nghệ mới đảm bảo các vấn đề an toàn và bảo mật thì sẽ giảm mối lo ngại và sự nghi ngờ về tính bảo mật của công nghệ đó, giúp doanh nghiệp tự tin và sẵn sàng cho việc ứng dụng. Ngoài ra, một công nghệ mới phù hợp với các giá trị, quy định vận hành, cơ sở hạ tầng của tổ chức thì SMEs sẽ tự tin và sẵn sàng hơn cho việc triển khai. Như vậy sự sẵn sàng của công nghệ như là một phần của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (Samaranayake, Ramanathan, & Laosirihongthong, 2017).

Tổ chức đóng vai trò đảm bảo hoạt động kinh doanh được thiết lập tốt vì vậy đánh giá sự sẵn sàng về mặt tổ chức là rất quan trọng, để biết SMEs cần chuẩn bị như thế nào

để đối mặt với những thay đổi lớn khi triển khai công nghiệp 4.0, từ đó tránh được những rủi ro thất bại tiềm ẩn. Các yếu tố trong tổ chức như sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao, năng lực tổ chức và khả năng hấp thụ nhấn mạnh tầm quan trọng của các yếu tố tổ chức quyết định đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của các SMEs. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 trong tổ chức phụ thuộc nhiều vào sự hỗ trợ liên tục từ ban quản lý, lãnh đạo công ty. Các nhà nghiên cứu cho rằng yếu tố quan trọng của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 là mức độ hỗ trợ thích hợp từ các nhà quản lý cấp cao (Jensen và cộng sự, 2019), những người đóng vai trò thúc đẩy tri thức liên quan đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức. Các tổ chức chỉ đạt được điểm mà họ có thể mở rộng và sẵn sàng đối mặt với rủi ro nhờ vào sáng kiến từ các nhà quản lý dẫn dắt (Nair, Chellasamy, & Singh, 2019).

Sẵn sàng môi trường và mức độ sẵn sàng công nghiệp 4.0 có mối quan hệ chặt chẽ. Môi trường kinh doanh mang đến những thách thức và cơ hội, đòi hỏi tổ chức phải đối mặt tích cực, thích nghi với các yêu cầu của môi trường và thay đổi hoạt động một cách phù hợp. Tương tác giữa môi trường doanh nghiệp, cả bên trong và bên ngoài sẽ ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của tổ chức. Tổ chức sẽ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 nhờ ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài như áp lực cạnh tranh, sự hỗ trợ của chính phủ, sự hỗ trợ từ bên ngoài như nhà cung cấp, đối tác. Các nghiên cứu trước đây cũng đã khẳng định mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 chịu ảnh hưởng đáng kể từ các yếu tố môi trường, có thể đóng vai trò như rào cản hoặc động lực thúc đẩy. Chính phủ cần thúc đẩy và hỗ trợ các doanh nghiệp vừa và nhỏ thông qua việc hướng dẫn về các khía cạnh quản lý, công nghệ cũng như sự sẵn sàng của tổ chức trong việc thích nghi với công nghiệp 4.0 (Sari & Santoso, 2020). Như vậy giả thuyết H1a, H2a, H3a ủng hộ các nghiên cứu trước đây khi xem xét đánh giá mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của SMEs.

Giả thuyết H1b, H2b, H3b được chấp nhận chứng tỏ rằng khi các SMEs sẵn sàng về mặt công nghệ, tổ chức, môi trường thì họ sẽ có thái độ tích cực đối với ứng dụng công nghiệp 4.0. Trong nghiên cứu của Bakar và cộng sự (2020) đã chỉ ra rằng một số yếu tố thành phần của sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức, cụ thể: Khi tổ chức nhận thức rằng việc triển khai công nghiệp 4.0 mang lại lợi ích cho công ty và việc sử dụng

một công nghệ mới mang lại sự hài lòng và thuận lợi cho nhân viên trong công việc thì họ sẽ có thái độ tích cực trong việc triển khai công nghiệp 4.0. Chính sách hỗ trợ của chính phủ tác động tích cực đến thái độ của tổ chức, bằng cách đưa ra các chính sách mới tạo điều kiện, khuyến khích để SMEs ứng dụng công nghiệp 4.0. Sự cam kết của ban lãnh đạo cấp cao trong việc triển khai công nghiệp 4.0 ảnh hưởng tích cực đến thái độ của tổ chức.

Giả thuyết H4a và H4b được chấp nhận chứng tỏ mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs. Kết quả kiểm định giả thuyết H4a và H4b tương đồng với kết quả nghiên cứu của Yang và cộng sự (2015). Trong nghiên cứu này, mức độ sẵn sàng được hiểu là nguyên nhân và kết quả, cũng như mối liên hệ giữa các khía cạnh công nghệ, tổ chức, môi trường đối với việc tiếp nhận và ứng dụng công nghiệp 4.0. Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của tổ chức thường sẽ dẫn đến việc ứng dụng thực tế. Trước khi ứng dụng vào tổ chức, toàn bộ quá trình triển khai đều phụ thuộc vào các yếu tố sẵn sàng thúc đẩy quyết định ứng dụng. Sự sẵn sàng đối với việc ứng dụng đã liên tục được nghiên cứu và xem xét, dẫn đến sự phát triển của các mô hình sẵn sàng trong nhiều lĩnh vực khác nhau nói chung và công nghiệp 4.0 nói riêng. Mức độ và phạm vi sẵn sàng càng cao thì mức độ thực hành ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức càng cao (Jensen và cộng sự, 2019).

Giả thuyết H5 được chấp nhận cho thấy thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 có vai trò quan trọng, ảnh hưởng tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các SMEs. Thái độ tích cực của tổ chức đối với công nghiệp 4.0 có thể thúc đẩy mạnh mẽ việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức. Điều này phù hợp với các tài liệu nghiên cứu trước đây của Bakar và cộng sự (2020); Huỳnh và Nguyen (2024). Theo nội dung mô hình chấp nhận công nghệ TAM mở rộng (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989) thái độ đối với việc áp dụng ảnh hưởng đến hành vi sử dụng thực sự. Tổ chức và nhân viên trong tổ chức có nhiều khả năng thực hiện một hành vi nếu họ có thái độ tích cực (Bakar và cộng sự, 2020).

4.6.2.2 Thảo luận về kết quả kiểm định vai trò của biến điều tiết

L luận án đã kiểm định tác động vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo trong

các mối quan hệ tác động giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 và mối quan hệ tác động giữa thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Trong nghiên cứu của Abdul Hameed & Counsell (2012) cho rằng: quyết định chiến lược của một tổ chức về việc chấp nhận hay từ chối một đổi mới thường phản ánh đặc điểm cá nhân của các nhà quản lý cấp cao. Kết quả giả thuyết H6a và H6b được chấp nhận, khẳng định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo, khi việc ứng dụng công nghiệp 4.0 không chỉ phụ thuộc vào mức độ sẵn sàng về nguồn lực và công nghệ, mà phụ thuộc mạnh mẽ vào đặc điểm lãnh đạo, trong đó mức độ sẵn sàng và thái độ của tổ chức phát huy vai trò ảnh hưởng mạnh mẽ khi được hỗ trợ bởi tư duy, năng lực và cam kết của lãnh đạo cấp cao. Nhưng vậy kết quả giả thuyết H6a và H6b ủng hộ các kết quả nghiên cứu của Thong & Yap (1995); Rogers (1983); J. Li, Greenwood, & Kassem, (2019); Ngongo và cộng sự (2019); Ding, Li, & Shen (2024).

TÓM TẮT CHƯƠNG 4

Chương 4 đã trình bày kết quả kiểm định thang đo của các khái niệm nghiên cứu, kết quả kiểm định các giả thuyết cũng như thảo luận các kết quả nghiên cứu và so sánh kết quả này với các nghiên cứu trước đây. Kết quả phân tích thang đo cho thấy các khái niệm nghiên cứu đạt được độ tin cậy và giá trị nhất định. Kết quả kiểm định mối quan hệ giữa các khái niệm nghiên cứu trong mô hình khẳng định 11/11 giả thuyết nghiên cứu được chấp nhận.

CHƯƠNG 5

KẾT LUẬN VÀ HÀM Ý QUẢN TRỊ

5.1. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định các nhân tố ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các SMEs tại Thành phố Hồ Chí Minh, dựa trên mô hình tích hợp TOE - DOI. Mô hình tích hợp TOE - DOI đã được xác nhận là phù hợp cho nghiên cứu này cũng như để giải quyết các lĩnh vực quan trọng tương tự liên quan đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Mô hình nghiên cứu được kiểm tra bằng cách sử dụng mô hình phương trình cấu trúc. Kết quả, từ các thang đo đạt được trong giai đoạn nghiên cứu định tính, với tổng cộng 66 biến quan sát, nghiên cứu định lượng sơ bộ với 188 mẫu quan sát được tiến hành nhằm kiểm định sơ bộ thang đo. Kết quả phân tích thang đo sơ bộ cho thấy 66 thang đo ban đầu với tổng cộng 15 khái niệm bậc một được đo lường bởi 64 biến quan sát, loại 2 biến quan sát. Kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ được sử dụng làm cơ sở thiết kế bảng khảo sát cho giai đoạn nghiên cứu chính thức, với dữ liệu khảo sát chính thức 353 mẫu quan sát là các SMEs tại Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả kiểm định thang đo chính thức không có thang đo nào bị loại bỏ, mô hình gồm 3 khái niệm bậc hai, 15 khái niệm bậc một với 64 biến quan sát. Kết quả kiểm định mô hình cấu trúc cho thấy trong 11 giả thuyết của mô hình đề xuất cả 11 giả thuyết được chấp nhận có mức ý nghĩa thống kê < 0.05 .

Bảng 5.1: Tổng hợp kết quả kiểm định giả thuyết

Giả thuyết nghiên cứu	Kết quả
Sẵn sàng công nghệ có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Sẵn sàng công nghệ có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Sẵn sàng tổ chức có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Sẵn sàng tổ chức có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận

Giả thuyết nghiên cứu	Kết quả
Sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Sẵn sàng môi trường có tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 tác động tích cực đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 tác động tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 có tác động tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận
Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Chấp nhận

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Kết quả nghiên cứu đã khám phá và kiểm định mô hình đo lường các khái niệm sẵn sàng công nghệ (TR); sẵn sàng tổ chức (OR); sẵn sàng môi trường (ER) là các khái niệm bậc hai. Trong đó sẵn sàng công nghệ (TR) được đo lường bởi bốn thành phần, với thứ tự vai trò quan trọng cụ thể như sau: khả năng tương thích (CMP) có vai trò đóng góp quan trọng nhất vào tạo dựng nên sẵn sàng công nghệ, kế tiếp là lợi thế tương đối (RA), cảm nhận bảo mật/ an toàn, cuối cùng là khả năng dùng thử. Sẵn sàng tổ chức (OR) cũng được đo lường bởi bốn thành phần, trong đó sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS) có ảnh hưởng mạnh nhất, tiếp đến là khả năng tài chính (FR), cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF), khả năng hấp thụ (AC). Tương tự, sẵn sàng môi trường (ER) được đo lường qua ba thành phần chính, theo thứ tự ảnh hưởng lần lượt là: sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES); áp lực cạnh tranh (AP), cuối cùng là sự hỗ trợ từ chính phủ (GS). Sẵn sàng công nghệ (TR) có tác động mạnh nhất đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0. Sẵn sàng môi trường (ER) có tác động mạnh nhất đến thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0, kế tiếp là sẵn sàng tổ chức (OR). Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 tác động

mạnh đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã kiểm định vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo (CEO) trong các mối quan hệ tác giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs.

Bảng 5.2: Tổng hợp tác động của các mối quan hệ trong mô hình nghiên cứu

Mối quan hệ tác động	Hệ số chuẩn hóa	P- value
Lợi thế tương đối (RA) -> Sẵn sàng công nghệ (TR)	0.328	0.000
Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC) -> Sẵn sàng công nghệ (TR)	0.328	0.000
Khả năng tương thích (CMP) -> Sẵn sàng công nghệ (TR)	0.332	0.000
Khả năng dùng thử (TRI) -> Sẵn sàng sẵn sàng công nghệ (TR)	0.177	0.013
Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS) -> Sẵn sàng tổ chức (OR)	0.487	0.000
Khả năng tài chính (7FR) -> Sẵn sàng tổ chức (OR)	0.215	0.033
Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (8INF) -> Sẵn sàng tổ chức (OR)	0.208	0.019
Khả năng hấp thụ (AC) -> Sẵn sàng tổ chức (OR)	0.202	0.019
Sự hỗ trợ từ bên ngoài (11ES) -> Sẵn sàng môi trường (ER)	0.658	0.000
Áp lực cạnh tranh (10CP) -> Sẵn sàng môi trường (ER)	0.306	0.000
Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) -> Sẵn sàng môi trường (ER)	0.163	0.016
Sẵn sàng công nghệ (TR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.362	0.000
Sẵn sàng công nghệ (TR) -> Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)	0.187	0.008
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)	0.203	0.011
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.194	0.014
Sẵn sàng môi trường (ER) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.361	0.000
Sẵn sàng môi trường (ER) -> Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)	0.278	0.000

Mối quan hệ tác động	Hệ số chuẩn hóa	P- value
Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.434	0.000
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.397	0.000
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)	0.246	0.002
Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (CEO x RL -> AD)	0.258	0.000
Đặc điểm lãnh đạo có tác động tích cực đến mối quan hệ giữa thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (CEO x AT -> AD)	0.197	0.004

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Kết quả nghiên cứu đã trả lời được tất cả các câu hỏi nghiên cứu, cụ thể:

Đối với câu hỏi nghiên cứu 1: Ứng dụng mô hình tích hợp TOE - DOI, các nhân tố nào ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh? Kết quả nghiên cứu đã khẳng định Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 có ảnh hưởng tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Bên cạnh đó, Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và Thái độ đối với việc ứng dụng chịu ảnh hưởng tích cực bởi các nhân tố xoay quanh tổ chức, gồm: Sẵn sàng công nghệ, Sẵn sàng tổ chức, Sẵn sàng môi trường (được xây dựng từ khung lý thuyết TOE - DOI).

Đối với câu hỏi nghiên cứu 2: Mức độ tác động của các nhân tố thuộc mô hình tích hợp TOE - DOI và các nhân tố khác đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 là như thế nào? Nghiên cứu đã xác định mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ đối với việc ứng dụng có mức độ tác động trung bình đến ứng dụng công nghiệp 4.0. Khả năng tương thích có vai trò quan trọng trong việc hình thành sẵn sàng công nghệ của SMEs. Hỗ trợ từ quản lý cấp cao được đánh giá là có vai trò đóng góp lớn nhất vào sẵn sàng tổ chức. Sự hỗ trợ từ bên ngoài là thành phần quan trọng nhất giải thích sẵn sàng môi trường.

Đối với câu hỏi nghiên cứu 3: Nhân tố đặc điểm lãnh đạo có vai trò điều tiết trong các mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 hay không? Kết quả nghiên cứu đã kiểm định giả thuyết vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo đến các mối quan hệ tác động giữa mức độ sẵn sàng công nghiệp và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 là có ý nghĩa thống kê.

Đối với câu hỏi nghiên cứu 4: Những hàm ý nào có thể được đề xuất cho các nhà quản trị nhằm thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của mình? Từ kết quả kiểm định mô hình nghiên cứu, tác giả đã đưa ra một số đóng góp về mặt lý thuyết và một số hàm ý quản trị, được trình bày chi tiết tại mục 5.2 và 5.3.

Như vậy nghiên cứu đã đạt được tất cả các mục tiêu đặt ra khi trả lời được các câu hỏi nghiên cứu, cụ thể:

Đạt được mục tiêu thứ nhất: Xác định các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, dựa trên mô hình tích hợp TOE - DOI.

Đạt được mục tiêu thứ hai: Kiểm định mức độ ảnh hưởng của các nhân tố thuộc mô hình tích hợp TOE - DOI và các nhân tố khác đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Đạt được mục tiêu thứ ba: Khám phá và kiểm định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo đến các mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Đạt được mục tiêu thứ tư: Đề xuất hàm ý quản trị thúc đẩy việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động kinh doanh tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

5.2. Hàm ý lý thuyết

Dựa trên nền tảng khung lý thuyết tích hợp TOE và DOI, nghiên cứu đã mang đến bằng chứng thực nghiệm, xác định mối quan hệ tác động giữa sẵn sàng công nghệ (TR),

sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL), thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT) và việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) của doanh nghiệp vừa và nhỏ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) có tác động tích cực đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) của tổ chức SMEs. Doanh nghiệp thật sự sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và có thái độ tích cực đối với việc triển khai khi thật sự đã sẵn sàng về cả ba khía cạnh công nghệ, tổ chức và môi trường. Ban lãnh đạo doanh nghiệp là những người sáng tạo, có kiến thức và am hiểu về công nghệ, cùng với thái độ ủng hộ tích cực thì mỗi quan hệ tác động từ sẵn sàng đến việc ứng dụng triển khai sẽ càng mạnh mẽ. Kết quả nghiên cứu đã góp phần bổ sung cho những mặt hạn chế trong khung lý thuyết TOE và DOI khi nghiên cứu về ứng dụng công nghệ mới trong tổ chức. Các yếu tố môi trường có ảnh hưởng tích cực đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của tổ chức vì vậy sự hỗ trợ từ các tổ chức trong cộng đồng sẽ có những đóng góp quan trọng thúc đẩy SMEs tham gia vào công nghiệp 4.0. Các nhà hoạch định, quản lý có thể triển khai đào tạo cho nhân viên nhằm nâng cao năng lực tổ chức trong việc triển khai công nghiệp 4.0.

5.3. Hàm ý quản trị

Nghiên cứu sẽ hữu ích cho các nhà nghiên cứu học thuật cũng như các chuyên gia trong việc hiểu các vấn đề liên quan đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Các yếu tố được xác định sẽ hỗ trợ các nhà nghiên cứu trong việc xác định các vấn đề, cũng như có được hướng dẫn thêm về việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs. Ngoài ra, nghiên cứu giúp các nhà quản lý doanh nghiệp hiểu các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0, dựa vào kết quả nghiên cứu, các nhà hoạch định có thể xây dựng các chiến lược và khuyến nghị để ứng dụng công nghiệp 4.0. Các nhà cung cấp dịch vụ có thể sử dụng các phát hiện của nghiên cứu để cải thiện và tiếp thị hiệu quả.

5.3.1. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định tác động của sẵn sàng công nghệ

Thông tin về trọng số hệ số tải nhân tố, giá trị trung bình, độ lệch chuẩn của các thang đo cho các nhân tố thành phần liên quan đến sẵn sàng công nghệ, gợi ý về một số hàm ý để tăng sẵn sàng công nghệ của SMEs, cụ thể:

Bảng 5.3: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Lợi thế tương đối (RA)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Lợi thế tương đối				
1RA1	Doanh nghiệp của chúng tôi quản trị rủi ro một cách hợp lý nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	0.784	3.977	0.745
1RA2	Doanh nghiệp của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường kinh doanh nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	0.821	3.955	0.748
1RA3	Doanh nghiệp của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác và đúng thời điểm đến khách hàng nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	0.797	4.011	0.741
1RA4	Doanh nghiệp của chúng tôi có thể cắt giảm chi phí trong hoạt động nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	0.756	3.932	0.835
1RA5	Doanh nghiệp của chúng tôi được cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	0.796	3.969	0.754

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Thứ nhất, nhân tố thành phần Lợi thế tương đối được đánh giá ở mức cao, thể hiện qua giá trị các trọng số đều lớn hơn 0.75 và giá trị trung bình xấp xỉ 4.0 (Bảng 5.3). Kết quả này cho thấy các SMEs nhận thức tương đối rõ ràng về những lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại, như nâng cao khả năng phản ứng trước biến động thị trường, cá nhân hóa sản phẩm, hỗ trợ ra quyết định và giảm chi phí vận hành. Vì vậy các nhà quản lý SMEs cần tiếp tục nhấn mạnh và lượng hóa lợi ích cụ thể của công nghệ 4.0 gắn với mục tiêu kinh doanh ngắn hạn (tăng doanh thu, tiết kiệm chi phí, cải thiện hiệu suất),

qua đó tạo động lực đầu tư và giảm tâm lý e ngại rủi ro vốn phổ biến trong khu vực SMEs.

Bảng 5.4: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Cảm nhận bảo mật/ an toàn				
4SC1	Việc sử dụng hệ thống dựa trên các công nghệ của công nghiệp 4.0 được bảo đảm an toàn về mặt kỹ thuật.	0.805	4.170	0.749
4SC2	Việc sử dụng hệ thống dựa trên công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong khi ứng dụng.	0.808	4.139	0.749
4SC3	Chúng tôi tin tưởng vào độ tin cậy của hệ thống các công nghệ công nghiệp 4.0	0.727	4.144	0.717
4SC4	Chúng tôi tin rằng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 đảm bảo được tính bảo mật của dữ liệu	0.776	4.054	0.706

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Thứ hai, nhân tố thành phần Cảm nhận về bảo mật/ an toàn có giá trị trung bình cao trên 4.0 (Bảng 5.4), cho thấy các SMEs tương đối tin tưởng vào độ an toàn, ổn định và bảo mật của các hệ thống công nghệ 4.0. Tuy nhiên, trọng số chưa thực sự vượt trội phản ánh rằng vẫn tồn tại những lo ngại tiềm ẩn về rủi ro an ninh mạng và bảo mật dữ liệu. Do đó, hàm ý quản trị quan trọng là các SMEs cần đầu tư ở mức phù hợp vào an toàn thông tin, xây dựng các chính sách bảo mật cơ bản, nâng cao nhận thức của nhân viên và lựa chọn nhà cung cấp công nghệ uy tín, thay vì chạy theo các giải pháp phức tạp, tốn kém vượt quá khả năng tài chính.

Thứ ba, nhân tố thành phần Khả năng tương thích cũng được đánh giá tích cực với trọng số cao (0.747 – 0.871) và giá trị trung bình chủ yếu trên mức 3.9 (Bảng 5.5). Điều

này phản ánh rằng các giải pháp công nghiệp 4.0 nhìn chung phù hợp với hệ thống, quy trình và kinh nghiệm vận hành hiện có của SMEs. Từ góc độ quản trị, các doanh nghiệp nên ưu tiên lựa chọn các công nghệ có khả năng tích hợp linh hoạt, triển khai theo lộ trình từng bước, tránh đầu tư dàn trải hoặc thay đổi đột ngột. Đồng thời, việc chuẩn hóa quy trình nội bộ và nâng cấp hạ tầng công nghệ thông tin nền tảng sẽ giúp gia tăng mức độ tương thích, giảm chi phí chuyển đổi và gián đoạn hoạt động.

Bảng 5.5: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Khả năng tương thích (CMP)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Khả năng tương thích				
2CMP1	Những thay đổi trong việc triển khai các thành tựu khoa học, kỹ thuật của công nghiệp 4.0 phù hợp với giá trị/ niềm tin hiện có của công ty chúng tôi.	0.858	4.068	0.750
2CMP2	Các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có của công ty chúng tôi.	0.871	3.929	0.777
2CMP3	Triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với thông lệ/ quy định vận hành của công ty chúng tôi.	0.864	3.977	0.710
2CMP4	Công nghiệp 4.0 tương thích với kinh nghiệm hiện tại của công ty chúng tôi trên các hệ thống đang sử dụng.	0.747	3.853	0.801

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Thứ tư, nhân tố thành phần Khả năng thử nghiệm được đánh giá tương đối cao, với trọng số đều trên 0.8 (Bảng 5.5), cho thấy SMEs có điều kiện và xu hướng thử nghiệm công nghệ trước khi áp dụng chính thức. Đây là một lợi thế quan trọng giúp giảm thiểu rủi ro tài chính và kỹ thuật trong bối cảnh nguồn lực hạn chế. Hàm ý quản trị là SMEs nên áp dụng chiến lược “thử nghiệm – học hỏi – mở rộng”, triển khai các dự án thí điểm quy mô nhỏ, tận dụng sự hỗ trợ từ nhà cung cấp công nghệ, các chương trình hỗ trợ của nhà nước hoặc hiệp hội ngành nghề để giảm chi phí và nâng cao hiệu quả thử nghiệm.

Bảng 5.6: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Khả năng thử nghiệm (TRI)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Khả năng thử nghiệm				
3TRI1	Công ty chúng tôi tiến hành thử nghiệm các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trước khi ứng dụng.	0.869	3.966	0.763
3TRI2	Công ty chúng tôi được cho phép sử dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu về nó.	0.870	3.847	0.824
3TRI3	Công ty chúng tôi dễ dàng sửa lỗi hệ thống nhờ ứng dụng sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0.	0.807	3.788	0.830

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Như vậy, SMEs có mức độ sẵn sàng công nghệ khá tốt cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Tuy nhiên, để chuyển đổi từ mức độ sẵn sàng thành ứng dụng hiệu quả và bền vững, các nhà quản lý SMEs cần tập trung vào việc khai thác lợi thế tương đối, đảm bảo tính tương thích với nguồn lực hiện có, tăng cường thử nghiệm có kiểm soát và chủ động quản trị rủi ro bảo mật. Đây là những định hướng quản trị then chốt giúp SMEs nâng cao năng lực cạnh tranh trong bối cảnh chuyển đổi số và công nghiệp 4.0. Để thúc đẩy sự sẵn sàng công nghệ của các SMEs, thì các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 cần phải tương thích với các nền tảng, nguồn lực trong SMEs, các doanh nghiệp cần nhận thức và hiểu rõ những lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại và những vấn đề cảm nhận bảo mật/ an toàn của dữ liệu khi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0. Thúc đẩy sự sẵn sàng công nghệ của tổ chức bằng cách cung cấp các phiên bản sản phẩm trải nghiệm và triển khai dùng thử. Từ kết quả trên các nhà cung cấp, phát triển công nghệ có cơ sở để phát triển và cải thiện sản phẩm phù hợp với SMEs.

5.3.2. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định tác động của sẵn sàng tổ chức

Mức độ sẵn sàng tổ chức của doanh nghiệp vừa và nhỏ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 được phản ánh thông qua bốn thành phần chính gồm sự hỗ trợ từ quản lý cấp

cao, khả năng hấp thụ, nguồn lực tài chính và cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin. Từ kết quả phân tích các giá trị trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường các nhân tố thành phần, nghiên cứu đưa ra một số hàm ý quản trị quan trọng như sau:

Bảng 5.7: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao				
5TMS1	Ban lãnh đạo ủng hộ việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.	0.803	3.941	0.793
5TMS2	Ban lãnh đạo phân bổ đủ nguồn lực để triển khai công nghiệp 4.0.	0.785	3.904	0.731
5TMS3	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi nhận thức được lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại.	0.845	4.042	0.753
5TMS4	Ban lãnh đạo khuyến khích nhân viên ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 vào công việc.	0.863	4.105	0.724

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao được đánh giá ở mức tương đối cao, thể hiện qua các hệ số trọng số dao động từ 0.785 đến 0.863 và giá trị trung bình đều xấp xỉ hoặc vượt ngưỡng 4.0 (Bảng 5.7). Điều này cho thấy ban lãnh đạo SMEs nhìn chung có nhận thức tích cực về lợi ích của công nghiệp 4.0, sẵn sàng ủng hộ, phân bổ nguồn lực và khuyến khích nhân viên ứng dụng công nghệ vào công việc. Hàm ý quản trị đặt ra là vai trò định hướng và cam kết của lãnh đạo cấp cao cần tiếp tục được củng cố thông qua việc tích hợp mục tiêu ứng dụng công nghiệp 4.0 vào chiến lược phát triển doanh nghiệp, đồng thời thể hiện sự đồng hành cụ thể bằng các quyết định đầu tư, cơ chế khuyến khích và truyền thông nội bộ nhất quán.

Nguồn lực tài chính được đánh giá ở mức khá, với các hệ số trọng số từ 0.783 đến 0.834 và giá trị trung bình đều trên 4.0 (Bảng 5.8). Mặc dù vậy, đây vẫn được xem là một trong những yếu tố nhạy cảm đối với SMEs do hạn chế về quy mô và khả năng tiếp

cận vốn. Kết quả này hàm ý rằng các doanh nghiệp có nhận thức và mức độ sẵn sàng nhất định về tài chính cho ứng dụng công nghiệp 4.0, song cần có chiến lược phân bổ nguồn lực hợp lý. Vì vậy SMEs nên ưu tiên các dự án công nghệ có hiệu quả kinh tế rõ ràng, triển khai theo lộ trình từng bước, đồng thời tận dụng các nguồn hỗ trợ tài chính từ nhà nước, tổ chức tín dụng, đối tác và khách hàng để giảm áp lực vốn đầu tư ban đầu.

Bảng 5.8: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Nguồn lực tài chính (FR)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Nguồn lực tài chính				
7FR1	Công ty chúng tôi có đủ nguồn lực tài chính để ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0	0.834	4.099	0.668
7FR2	Ngân sách của công ty chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ cho việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	0.804	4.150	0.671
7FR3	Sẽ dễ dàng nhận được sự hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 từ các tổ chức tài chính khác.	0.783	4.235	0.709
7FR4	Công ty chúng tôi sẽ triển khai ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 vì chúng tôi nhận được sự hỗ trợ tài chính từ các ngân hàng.	0.807	4.139	0.686

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin được đánh giá ở mức tương đối tốt, với các trọng số đều lớn hơn 0.82 và giá trị trung bình xấp xỉ 3.9 – 4.0 (Bảng 5.9). Điều này cho thấy SMEs đã có những nền tảng công nghệ nhất định để triển khai các giải pháp công nghiệp 4.0, đồng thời bước đầu chú trọng đến sự liên kết giữa công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh. Tuy nhiên, mức độ sẵn sàng này vẫn chưa được đánh giá cao. Do đó, các doanh nghiệp cần tiếp tục đầu tư nâng cấp hạ tầng công nghệ thông tin theo hướng linh hoạt, đồng bộ và có khả năng mở rộng, đồng thời bảo đảm sự liên kết chặt chẽ giữa chiến lược công nghệ và mục tiêu phát triển dài hạn của doanh nghiệp.

Bảng 5.9: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin				
8INF1	Công ty chúng tôi có cơ sở hạ tầng tốt để triển khai công nghệ mới.	0.829	3.932	0.703
8INF2	Công ty chúng tôi có sẵn các nguồn lực công nghệ thông tin để triển khai các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	0.859	3.946	0.652
8INF3	Có sự liên kết công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.	0.853	3.955	0.684

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Bảng 5.10: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Khả năng hấp thụ (AC)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Khả năng hấp thụ				
6AC1	Công ty chúng tôi trước đây có đủ kiến thức và kinh nghiệm với các công nghệ liên quan.	0.766	3.938	0.758
6AC3	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức liên quan đến các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	0.827	4.176	0.692
6AC4	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng chọn lọc những thông tin và kiến thức bên ngoài hữu ích.	0.837	4.161	0.681
6AC5	Nhân viên công ty chúng tôi có thể sử dụng kiến thức hiện có một cách hiệu quả và linh hoạt.	0.842	4.085	0.672

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024).

Cuối cùng, Khả năng hấp thụ của tổ chức được phản ánh thông qua các chỉ số có trọng số cao (0.766 – 0.842) và giá trị trung bình trên mức 4.0 đối với hầu hết các biến quan sát (Bảng 5.10). Kết quả này cho thấy SMEs có nền tảng tương đối tốt về kiến thức, kỹ năng và khả năng học hỏi, tiếp thu và vận dụng các tri thức công nghệ mới. Điều này hàm ý rằng năng lực con người là một nguồn lực quan trọng trong quá trình chuyển đổi công nghệ. Về mặt quản trị, các SMEs cần chú trọng đầu tư vào đào tạo, phát triển kỹ năng số và khuyến khích văn hóa học hỏi liên tục, nhằm nâng cao khả năng hấp thụ và chuyển hóa tri thức công nghệ thành hiệu quả hoạt động thực tiễn.

Có thể thấy rằng SMEs có mức độ sẵn sàng tổ chức tương đối thuận lợi cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0, đặc biệt ở khía cạnh nhận thức và cam kết của lãnh đạo cũng như năng lực hấp thụ tri thức. Tuy nhiên, để nâng cao hiệu quả ứng dụng và tạo lợi thế cạnh tranh bền vững, các doanh nghiệp cần tăng cường vai trò dẫn dắt của quản lý cấp cao, phát triển nguồn nhân lực chất lượng, phân bổ nguồn lực tài chính hợp lý và từng bước hoàn thiện cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin phù hợp với đặc thù và năng lực của SMEs. Ban lãnh đạo của SMEs đóng vai trò là người định hướng chiến lược, tạo động lực và thúc đẩy triển khai công nghệ mới của tổ chức. Sự hỗ trợ của ban lãnh đạo không chỉ về mặt tài chính mà còn thể hiện qua sự cam kết, khả năng quản lý thay đổi và tạo môi trường thuận lợi cho việc đổi mới, triển khai công nghiệp 4.0. Do vậy cần tăng cường vai trò của nhà lãnh đạo, thúc đẩy họ trong việc triển khai công nghiệp 4.0. Bên cạnh đó tổ chức nên xây dựng các chương trình đào tạo liên quan đến triển khai công nghiệp 4.0 nhằm nâng cao kiến thức và kỹ năng cho nhân viên trong việc triển khai một sản phẩm công nghệ mới. Xây dựng môi trường thúc đẩy sáng tạo, khuyến khích việc thử nghiệm và học hỏi ở nhân viên. Việc triển khai công nghiệp 4.0 ở các SME cần có sự chuẩn bị kỹ lưỡng về nguồn lực tài chính và cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin để hỗ trợ việc triển khai. Do vậy cần xác định kỹ các công nghệ cần đầu tư dựa trên lợi ích dài hạn và tính khả thi về mặt tài chính. Tìm kiếm những nguồn lực bổ sung từ các chương trình hỗ trợ của chính phủ hoặc các quỹ đầu tư, hợp tác.

5.3.3. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định tác động của sẵn sàng môi trường

Mức độ sẵn sàng về môi trường đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs

được đo lường thông qua ba thành phần chính gồm: sự hỗ trợ từ bên ngoài, áp lực cạnh tranh và sự hỗ trợ của chính phủ.

Bảng 5.11: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Sự hỗ trợ từ bên ngoài				
11ES1	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả sản phẩm của công nghiệp 4.0.	0.814	3.867	0.754
11ES2	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.	0.807	3.878	0.789
11ES3	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về công nghệ của công nghiệp 4.0.	0.861	3.870	0.771
11ES4	Nhà cung cấp công nghệ tích cực khuyến khích doanh nghiệp tối ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.	0.779	3.892	0.760
11ES5	Nhà cung cấp công nghệ tích cực quảng bá bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.	0.754	3.850	0.755

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Sự hỗ trợ từ bên ngoài (bao gồm các đối tác, nhà cung cấp công nghệ, hiệp hội ngành nghề và cộng đồng doanh nghiệp) được đánh giá ở mức cao, với các trọng số từ 0.754 đến 0.861 và giá trị trung bình dao động quanh mức 3.85 – 3.89 (Bảng 5.11). Điều này cho thấy vai trò ngày càng quan trọng của mạng lưới quan hệ bên ngoài trong việc hỗ trợ SMEs tiếp cận tri thức, kỹ năng và giải pháp công nghệ 4.0. Hàm ý quản trị là các SMEs cần tăng cường liên kết và hợp tác chiến lược với các nhà cung cấp công nghệ, tổ chức đào tạo, hiệp hội ngành nghề và các doanh nghiệp trong cùng hệ sinh thái. Thông

qua hợp tác, SMEs có thể giảm chi phí đầu tư ban đầu, nâng cao khả năng học hỏi và rút ngắn thời gian triển khai công nghệ mới.

Bảng 5.12: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Áp lực cạnh tranh (CP)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Áp lực cạnh tranh				
10CP1	Sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong ngành đang diễn ra mạnh mẽ.	0.749	4.017	0.824
10CP2	Nhờ ứng dụng công nghệ mới, có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường có thể thay thế cho sản phẩm/ dịch vụ mà công ty chúng tôi đang cung cấp.	0.779	3.861	0.800
10CP3	Công ty chúng tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không triển khai công nghiệp 4.0.	0.816	3.878	0.810
10CP4	Công ty chúng tôi có thể đánh mất thị phần nếu như không triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.	0.810	3.853	0.786
10CP5	Triển khai ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết.	0.810	3.935	0.748

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Tiếp theo, nhân tố áp lực cạnh tranh được đánh giá khá cao ảnh hưởng đến sẵn sàng môi trường, thể hiện qua các giá trị trung bình trên mức 3.85 và trọng số từ 0.749 đến 0.816 (Bảng 5.12). Kết quả này phản ánh bối cảnh cạnh tranh ngày càng gay gắt của thị trường Việt Nam, nơi mà đổi mới công nghệ và ứng dụng công nghiệp 4.0 trở thành điều kiện quan trọng để duy trì năng lực cạnh tranh, tránh mất thị phần và tụt hậu so với đối thủ. Vì vậy, SMEs cần xem áp lực cạnh tranh như một động lực thúc đẩy đổi mới, chủ động đầu tư và ứng dụng công nghệ 4.0 nhằm cải thiện năng suất, chất lượng sản phẩm và tốc độ phản ứng với thị trường. Việc chậm trễ trong chuyển đổi công nghệ có thể làm gia tăng rủi ro mất lợi thế cạnh tranh trong trung và dài hạn.

Bảng 5.13: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các biến quan sát đo lường nhân tố thành phần Sự hỗ trợ của chính phủ (GS)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
Sự hỗ trợ của chính phủ				
9GS1	Chính phủ có các chính sách khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ, kỹ thuật của công nghiệp 4.0.	0.810	3.941	0.698
9GS2	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.	0.832	3.881	0.736
9GS3	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.	0.792	3.870	0.749
9GS4	Chính phủ thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chương trình khuyến khích.	0.848	3.858	0.700

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Cuối cùng, Sự hỗ trợ của chính phủ được đánh giá ở mức tương đối tích cực, với các hệ số trọng số dao động từ 0.792 đến 0.848 và giá trị trung bình xấp xỉ 3.9 (Bảng 5.13). Điều này cho thấy các SMEs ghi nhận vai trò của chính phủ thông qua các chính sách khuyến khích, ưu đãi, chương trình hỗ trợ và khung pháp lý liên quan đến ứng dụng công nghiệp 4.0. Tuy nhiên, mức độ đánh giá chưa thực sự cao phản ánh thực tế rằng việc tiếp cận và thụ hưởng chính sách vẫn còn những hạn chế nhất định. Do vậy, SMEs cần chủ động hơn trong việc theo dõi, tiếp cận và tận dụng các chương trình hỗ trợ của nhà nước, đồng thời nâng cao năng lực tuân thủ và quản trị pháp lý, đặc biệt liên quan đến bảo mật dữ liệu và quyền riêng tư - những vấn đề ngày càng quan trọng trong môi trường số tại Việt Nam.

Tổng hợp lại, kết quả nghiên cứu cho thấy môi trường bên ngoài tại Việt Nam đang tạo ra cả cơ hội lẫn sức ép đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs. Do đó, các

SMEs cần có cách tiếp cận chủ động và linh hoạt, trong đó tận dụng hiệu quả các chính sách hỗ trợ của chính phủ, xem áp lực cạnh tranh như một động lực đổi mới và khai thác tối đa các nguồn lực hỗ trợ từ bên ngoài. Cách tiếp cận này sẽ giúp SMEs tại Việt Nam nâng cao mức độ sẵn sàng môi trường, từ đó thúc đẩy quá trình ứng dụng công nghiệp 4.0 một cách hiệu quả và bền vững. Để thúc đẩy mức độ sẵn sàng của SMEs cho công nghiệp 4.0 và thái độ tích cực đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 thì sự hỗ trợ từ các nguồn lực bên ngoài, cũng như sự hỗ trợ từ chính phủ có vai trò quan trọng. Các doanh nghiệp công nghệ, nhà cung cấp giải pháp phần mềm hoặc phần cứng có thể cung cấp hỗ trợ kỹ thuật, tư vấn chiến lược, và triển khai công nghệ. Các viện nghiên cứu, hiệp hội ngành nghề hoặc cộng đồng doanh nghiệp là nguồn thông tin quan trọng giúp tổ chức học hỏi và áp dụng thành công. Áp lực cạnh tranh trên thị trường là nhân tố thúc đẩy SMEs triển khai công nghiệp 4.0.

5.3.4. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0

Kết quả Bảng 5.14 cho thấy: điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0 (RL2) có trọng số cao nhất (0,864), chứng tỏ năng lực tài chính giữ vai trò then chốt trong việc hình thành mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của SMEs. Điều này hàm ý rằng, nếu không có nguồn lực tài chính đủ mạnh, doanh nghiệp khó có thể ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thực tiễn. Bên cạnh đó, năng lực của nhân viên khi làm việc với các công nghệ công nghiệp 4.0 (RL3) cũng có trọng số cao (0,845), nhấn mạnh vai trò trung tâm của nguồn nhân lực trong quá trình chuyển đổi số và chuyển đổi công nghệ. Kết quả này cho thấy đầu tư vào đào tạo và nâng cao kỹ năng cho người lao động là điều kiện không thể thiếu để doanh nghiệp sẵn sàng tiếp nhận và vận hành các công nghệ mới. Ngoài ra, mức độ sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0 (RL1) với trọng số 0,838 phản ánh tầm quan trọng của tư duy đổi mới và văn hóa chấp nhận rủi ro trong doanh nghiệp. Cuối cùng, áp lực từ khách hàng, nhà cung cấp và cơ quan quản lý (RL4) cũng góp phần đáng kể (0,828) vào mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, cho thấy môi trường bên ngoài đóng vai trò thúc đẩy doanh nghiệp thay đổi và thích ứng với công nghiệp 4.0. Từ các kết quả trên, hàm ý quản trị được rút ra là doanh nghiệp cần tiếp cận việc ứng dụng công nghiệp 4.0 theo hướng toàn diện và đồng bộ, không chỉ chú trọng đến nguồn lực tài chính mà cần quan tâm đến phát triển năng lực nhân sự, xây dựng văn

hóa đổi mới và chấp nhận rủi ro, đồng thời chủ động thích ứng với các áp lực từ môi trường bên ngoài. Đặc biệt, trong bối cảnh các doanh nghiệp vừa và nhỏ, việc nâng cao mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 cần gắn liền với vai trò định hướng, cam kết và năng lực của lãnh đạo, nhằm đảm bảo rằng các nguồn lực sẵn có được khai thác hiệu quả và chuyển đổi thành hành động ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thực tiễn.

Bảng 5.14: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhân tố Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
RL1	Doanh nghiệp chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.	0.838	3.895	0.659
RL2	Doanh nghiệp chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.	0.864	3.972	0.685
RL3	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.	0.845	3.972	0.668
RL4	Dưới áp lực đến từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý,... doanh nghiệp chúng tôi phải triển khai công nghiệp 4.0	0.828	3.972	0.685

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

5.3.5. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định mối quan hệ tác động của thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0

Kết quả Bảng 5.15 cho thấy các biến quan sát đo lường thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 đều có trọng số khá cao, dao động từ 0,787 đến 0,818, qua đó khẳng định thang đo có độ tin cậy và mức độ hội tụ tốt. Trong đó, nhận thức của ban lãnh đạo về tầm quan trọng của việc tổ chức các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0 (AT2) có trọng số cao nhất (0,818), có thấy rằng thái độ tích cực của lãnh đạo thể hiện rõ nhất thông qua hành động đầu tư vào phát triển nguồn nhân lực. Điều này phản ánh rằng: thái độ không chỉ dừng lại ở nhận thức hay niềm tin, mà cần được cụ thể hóa bằng các chính sách và chương trình hỗ trợ thực tế. Mặt khác, niềm tin của doanh nghiệp vào khả năng triển khai thành công công nghiệp 4.0 (AT3) với trọng số 0,800 cho thấy yếu tố tự tin của tổ chức đóng vai trò quan trọng trong việc thúc

đẩy hành vi ứng dụng công nghệ mới. Khi doanh nghiệp tin tưởng vào năng lực nội tại của mình, khả năng ra quyết định đầu tư và triển khai công nghiệp 4.0 sẽ cao hơn. Ngoài ra, cam kết của lãnh đạo đối với việc triển khai công nghệ mới (AT1) và thái độ tích cực chung của doanh nghiệp đối với công nghiệp 4.0 (AT4) cũng có trọng số tương đối cao (lần lượt là 0,787 và 0,788), cho thấy vai trò trung tâm của cam kết và định hướng từ lãnh đạo cấp cao trong việc hình thành thái độ tích cực đối với ứng dụng công nghiệp 4.0. Từ các kết quả trên, hàm ý quản trị quan trọng được rút ra là: để thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0, doanh nghiệp cần chú trọng xây dựng và duy trì thái độ tích cực ở cả cấp lãnh đạo và tổ chức. Cụ thể, lãnh đạo doanh nghiệp cần thể hiện rõ cam kết chiến lược thông qua việc đầu tư vào đào tạo, truyền thông nội bộ và tạo dựng niềm tin về khả năng triển khai thành công công nghiệp 4.0. Đồng thời, doanh nghiệp cần khuyến khích văn hóa học hỏi và sẵn sàng thay đổi, qua đó chuyển hóa thái độ tích cực thành các quyết định và hành động ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thực tiễn. Đặc biệt, trong bối cảnh các doanh nghiệp vừa và nhỏ, thái độ của lãnh đạo có vai trò mang tính quyết định, bởi nó định hướng nhận thức, phân bổ nguồn lực và mức độ chấp nhận rủi ro trong toàn bộ quá trình chuyển đổi sang công nghiệp 4.0.

Bảng 5.15: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhân tố Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
AT1	Cam kết của lãnh đạo công ty có vai trò quan trọng trong triển khai ứng dụng công nghệ mới.	0.787	3.989	0.710
AT2	Ban lãnh đạo hiểu được tầm quan trọng của việc sắp xếp các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0.	0.818	4.017	0.634
AT3	Chúng tôi tin rằng: Công ty chúng tôi có thể triển khai ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.	0.800	3.949	0.680
AT4	Công ty chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai công nghiệp 4.0.	0.788	4.000	0.673

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024).

5.3.6. Hàm ý quản trị từ kết quả kiểm định vai trò điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo

Bảng 5.16: Trọng số tải nhân tố, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nhân tố Đặc điểm lãnh đạo (CEO)

Thang đo	Phát biểu mô tả các khái niệm (biến quan sát)	Trọng số	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
CEO2	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.	0.782	3.204	0.978
CEO3	Ban lãnh đạo hiểu rằng: ứng dụng công nghiệp 4.0 giúp tăng năng suất làm việc của nhân viên.	0.792	3.190	0.953
CEO4	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi đã có kinh nghiệm về việc sử dụng công nghệ mới.	0.718	3.343	0.984

(Nguồn: Tổng hợp từ kết quả nghiên cứu của tác giả, 2024)

Đặc điểm lãnh đạo có vai trò điều tiết tích cực trong mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng; thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0 đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vì vậy dựa trên những điểm mạnh nổi bật, nhà lãnh đạo có thể truyền cảm hứng xuống nhân viên cấp dưới, khuyến khích sự sáng tạo, kích thích những ý tưởng mới cho nhân viên, xây dựng một môi trường làm việc năng động. Ngoài ra nhà lãnh đạo cần thể hiện sự ủng hộ và sẵn sàng chấp nhận rủi ro khi thử nghiệm các giải pháp công nghệ mới, sự cam kết mạnh mẽ từ ban lãnh đạo sẽ tạo động lực cho toàn bộ tổ chức triển khai ứng dụng các thành tựu khoa học của công nghiệp 4.0.

5.4. Hạn chế và hướng nghiên cứu tương lai

Mặc dù nghiên cứu đã đạt được một số kết quả nhất định, tuy nhiên đề tài nghiên cứu không tránh khỏi những hạn chế, vì vậy một số định hướng nghiên cứu tiếp theo cũng được đề xuất để khắc phục các hạn chế trong nghiên cứu này, cụ thể:

Thứ nhất, hạn chế về phạm vi nghiên cứu, nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các SMEs, chỉ được giới hạn thu thập dữ liệu tại khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Các nghiên cứu trong tương lai có thể mở rộng phạm vi

thu thập dữ liệu để kiểm định lại mối quan hệ tác động giữa các nhân tố.

Thứ hai, hạn chế trong phương pháp lấy mẫu, nghiên cứu thu thập dữ liệu bằng phương pháp lấy mẫu thuận tiện, do đó khả năng khái quát hóa kết quả nghiên cứu bị hạn chế. Các nghiên cứu tương lai có thể kết hợp nhiều kỹ thuật lấy mẫu, hoặc áp dụng các phương pháp lấy mẫu xác suất để đảm bảo tính đại diện cho tổng thể mẫu nghiên cứu.

Thứ ba, kết quả kiểm định vai trò trung gian cho thấy có tồn tại mối quan hệ tác động trung gian giữa các nhân tố sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0, vì vậy các nghiên cứu tương lai có thể kiểm định kỹ hơn vai trò trung gian của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 và thái độ ứng dụng đối với mối quan hệ tác động của sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức, sẵn sàng môi trường đến ứng dụng công nghiệp 4.0 của tổ chức doanh nghiệp vừa và nhỏ.

TÓM TẮT CHƯƠNG 5

Trong chương 5, nghiên cứu đã trình bày kết luận, những đóng góp về mặt lý thuyết và thực tiễn, hàm ý quản trị của nghiên cứu, cũng như những hạn chế của nghiên cứu này và hướng nghiên cứu trong tương lai.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

- **Đề tài cấp cơ sở:**

- Tên đề tài: *“Nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng đến chấp nhận chuyển đổi số của các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Việt Nam”*. Mã số: CS-69-22.
- Vai trò tham gia thực hiện đề tài của NCS: Thành viên.
- Thời gian thực hiện - nghiệm thu: 2022 – 2023.

- **Bài báo khoa học:**

- (1) Trương Thị Hồng & Trần Nguyễn Ngọc Anh Thư. (2024). Vai trò đặc điểm lãnh đạo: Từ sự sẵn sàng đến quyết định áp dụng công nghiệp 4.0 tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ. *Tạp chí Kinh tế dự báo*. e-ISSN: 2734-9365.
- (2) Trương Thị Hồng & Trần Nguyễn Ngọc Anh Thư. (2025). Tác động của sự sẵn sàng ứng dụng công nghệ công nghiệp 4.0 trong hoạt động quản lý chuỗi cung ứng ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại TP. Hồ Chí Minh. *Quản lý nhà nước*. e-ISSN: 2815-5831.
- (3) Trương Thị Hồng. (2025). Tổng quan tài liệu về ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ qua phương pháp phân tích trắc lượng thư mục. *Quản lý nhà nước*. e-ISSN: 2815-5831.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu Tiếng Việt:

- Bộ Công Thương (2018). Chỉ 82% doanh nghiệp Việt đang ở vị trí mới nhập cuộc CMCN 4.0. *Tạp chí công thương*.
- Hà Nam Khánh Giao và Bùi Nhất Vương (2019). *Phương pháp nghiên cứu khoa học trong kinh doanh - Cập nhật SmartPLS*. TP.HCM: Nhà xuất bản Tài chính.
- Hiền, T. Đ., Thắng, Đ. M., Tuấn, V. A., Anh, N. P., Định, P. C., Hà, V. T. T., . . . Yên, T. T. H. (2024). *Khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo việt nam 2024*: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- Huynh, C. M., & Nguyen, M. Q. B. (2024). *Factors Influencing Blockchain Adoption in Logistics: A Customer-Centric Study in Vietnam*. Published in: MPRA Paper
- Lương Đình Thuận. (2022). Nhân tố tác động đến quyết định chấp nhận kế toán đám mây trong các doanh nghiệp tại Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí khoa học Thương Mại*.
- Văn phòng chính phủ. (2017). *Luật hỗ trợ doanh nghiệp nhỏ và vừa số 04/2017/QH14*. Cổng thông tin điện tử Chính phủ.
- Nguyễn Phúc Khoa (2025). Xây dựng mô hình nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng quyết định ứng dụng công nghệ đột phá tại hệ thống bán lẻ Việt Nam. *Kinh tế và dự báo*.
- Nguyễn Đình Thọ (2011). *Phương pháp nghiên cứu khoa học trong kinh doanh: Thiết kế và thực hiện*. TP.HCM: Nhà xuất bản Lao động - Xã hội.
- Nguyễn Đình Thọ (2014). *Giáo trình phương pháp nghiên cứu khoa học trong kinh doanh*. TP.HCM: Nhà xuất bản Tài chính.
- Nguyễn Thị Mai và Nguyễn Nhật Nguyên (2020). *Nghiên cứu định tính nguyên lý và thực hành trong quản lý kinh tế và quản trị kinh doanh*. Hà Nội: Nhà xuất bản Đại học Kinh tế quốc dân.
- Nguyen, G. T., Liaw, S.-Y., & Xuan-Lam, D. (2022). Readiness of SMEs for adopt big data: an empirical study in Vietnam. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 11(1), 509-521.
- Nguyễn Danh Nguyên và Nguyễn Đạt Minh (2021). Nghiên cứu ứng dụng mô hình maturity để chuyển đổi sang công nghiệp 4.0 cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa tại Việt Nam. *Tạp chí công thương*, 12.
- Võ Hồng Nhung (2020). Development of Vietnamese SMEs in the context of Industrial Revolution 4.0. *Industry and Trade Magazine*.

- Trần Bình Minh, Nguyễn Thị Quế, & Trương Thanh Hằng (2025). Các nhân tố ảnh hưởng đến việc áp dụng phân tích dữ liệu lớn: Nghiên cứu tại Việt Nam. *Tạp chí Kinh tế và Phát triển*(334), 23-32.
- Truong, N. X. (2022a). Adopting digital transformation in small and medium enterprises: An empirical model of Influencing factorsbased on TOE-TAM integrated. *Journal of Finance-Marketing Research*, 45-57.
- Truong, N. X. (2022b). Factors affecting big data adoption: An empirical study in small and medium enterprises in Vietnam. *International Journal of Asian Business and Information Management (IJABIM)*, 13(1), 1-21.
- Truong, N. X. (2023). Adopting digital transformation in small and medium enterprises: An empirical model of Influencing factorsbased on TOE-TAM integrated. *Tạp chí Nghiên cứu Tài chính-Marketing*, 13(6), 45-57. doi:10.52932/jfm.vi72.352
- Truong, X. N., & Khai, L. Q. (2020). Factors affecting adoption of industry 4.0 by small- and medium-sized enterprises: A case in Ho Chi Minh city, Vietnam. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(6), 255-264.
- Vũ Thị Thúy Nga, Nguyễn Thị Thuý Quỳnh, TrầnThị Xuân Anh và Dương Ngân Hà (2022). Nhận diện các nhân tố tác động đến triển khai công nghệ 4.0 của doanh nghiệp nhỏ và vừa ở Việt Nam. *Tạp chí nghiên cứu Tài Chính kế toán*, 03, 224.

Tài liệu Tiếng Anh:

- Abbasi, G. A., Rahim, N. F. A., Wu, H., Iranmanesh, M., & Keong, B. N. C. (2022). Determinants of SME's social media marketing adoption: competitive industry as a moderator. *Sage Open*, 12(1), 21582440211067220. doi:10.1177/21582440211067220
- Abdul Hameed, M., & Counsell, S. (2012). Assessing the influence of environmental and CEO characteristics for adoption of information technology in organizations. *Journal of technology management & innovation*, 7(1), 64-84.
- Abed, S. S. (2020). Social commerce adoption using TOE framework: An empirical investigation of Saudi Arabian SMEs. *International Journal of Information Management*, 53, 102118. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2020.102118
- Aboelmaged, M. G. (2014). Predicting e-readiness at firm-level: An analysis of technological, organizational and environmental (TOE) effects on e-maintenance readiness in manufacturing firms. *International Journal of Information Management*, 34(5), 639 - 651. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2014.05.002
- Agostini, L., & Nosella, A. (2019). The adoption of Industry 4.0 technologies in SMEs: results of an international study. *Management Decision*, 58(4), 625 - 643. doi:10.1108/MD-09-2018-0973

- Agrawal, K. P. (2015). Investigating the determinants of Big Data Analytics (BDA) adoption in Asian emerging economies. *Academy of Management Journal*. doi:doi.org/10.5465/ambpp.2015.11290abstract
- Ahuett-Garza, H., & Kurfess, T. (2018). A brief discussion on the trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and Smart manufacturing. *Manufacturing Letters*, 15, 60-63.
- Airehrour, D., Gutierrez, J., & Ray, S. K. (2016). Secure routing for internet of things: A survey. *Journal Of Network And Computer Applications*, 66, 198-213.
- Ajzen, & Fishbein. (2005). The influence of attitudes on behavior. *The Handbook of Attitudes*. Erlbaum, Mahwah.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211. doi:10.1016/0749-5978(91)90020-T
- Al-Qirim, N. (2007). The adoption of eCommerce communications and applications technologies in small businesses in New Zealand. *Electronic Commerce Research and Applications*, 6(4), 462-473.
- AL-Shboul, M. d. A. (2019). Towards better understanding of determinants logistical factors in SMEs for cloud ERP adoption in developing economies. *Business Process Management Journal*, 25(5), 887-907. doi:10.1108/BPMJ-01-2018-0004
- AlBar, A. M., & Hoque, M. R. (2019). Factors affecting cloud ERP adoption in Saudi Arabia: An empirical study. *Information Development*, 35(1), 150-164. doi:10.1177/0266666917735677
- Alexiou, A., Khanagha, S., & Schippers, M. C. (2019). Productive organizational energy mediates the impact of organizational structure on absorptive capacity. *Long Range Planning*, 52(2), 155 - 172. doi:10.1016/j.lrp.2018.02.001
- Alshamaila, Y., Papagiannidis, S., & Li, F. (2013). Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework. *Journal of enterprise information management*, 26(3), 250 - 275. doi:10.1108/17410391311325225
- Alsheibani, S., Cheung, Y., & Messom, C. (2018). *Artificial intelligence adoption: AI-readiness at firm-level*. Paper presented at the Pacific Asia Conference on Information Systems 2018, Japan. <https://aisel.aisnet.org/pacis2018/37/>
- Amini, M., & Bakri, A. (2015). Cloud computing adoption by SMEs in the Malaysia: A multi-perspective framework based on DOI theory and TOE framework. *Journal of Information Technology & Information Systems Research (JITISR)*, 9(2), 121-135.

- Amoroso, E. (2006). *Cyber Security*. United States: Silicon Press.
- Arnold, C., & Voigt, K.-I. (2019). Determinants of industrial internet of things adoption in German manufacturing companies. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 16(06), 1950038. doi:10.1142/S021987701950038X
- Asadi, S., Nilashi, M., Iranmanesh, M., Hyun, S. S., & Rezvani, A. (2021). Effect of internet of things on manufacturing performance: A hybrid multi-criteria decision-making and neuro-fuzzy approach. *Technovation*, 118, 102426. doi:10.1016/j.technovation.2021.102426
- Asiaei, A., & Rahim, N. Z. A. (2019). A multifaceted framework for adoption of cloud computing in Malaysian SMEs. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 10(3), 708 - 750. doi:10.1108/jstpm-05-2018-0053
- Asrol, M. (2024). Industry 4.0 Adoption in Supply Chain Operations: A Systematic Literature Review. *International Journal Of Technology*, 15(3). doi:10.14716/ijtech.v15i3.5958
- Avram, M.-G. (2014). Advantages and challenges of adopting cloud computing from an enterprise perspective. *Procedia Technology*, 12, 529-534.
- Awa, H. O., & Ojiabo, O. U. (2016). A model of adoption determinants of ERP within TOE framework. *Information Technology & People*, 29(4), 901-930. doi:10.1108/ITP-03-2015-0068
- Axmann, B., & Harmoko, H. (2020). Industry 4.0 readiness assessment: Comparison of tools and introduction of new tool for SME. *Tehnički glasnik*, 14(2), 212-217. doi:10.31803/tg-20200523195016
- Aytac, B., & Wu, S. D. (2013). Characterization of demand for short life-cycle technology products. *Annals of Operations Research*, 203(1), 255 - 277. doi:10.1007/s10479-010-0771-5
- Bag, S., Telukdarie, A., Pretorius, J. H. C., & Gupta, S. (2018). Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1410-1450. doi:10.1108/BIJ-03-2018-0056
- Bai, C., Li, H. A., & Xiao, Y. (2022). Industry 4.0 technologies: Empirical impacts and decision framework. *Production And Operations Management*.
- Bakar, M. F. A., Talukder, M., Quazi, A., & Khan, I. (2020). Adoption of sustainable technology in the Malaysian SMEs sector: does the role of government matter? *Information*, 11(4), 215. doi:10.3390/info11040215
- Barnett, T. (1979). Why are bureaucrats slow adopters? The case of water management in the Gezira scheme. *Sociologia Ruralis*, 19(1), 60 - 70. doi:10.1111/j.1467-9523.1979.tb00671.x

- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of personality and social psychology*, 51(6), 1173.
- Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2020). Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, 228, 107735. doi:10.1016/j.ijpe.2020.107735
- Benlian, A., Koufaris, M., & Hess, T. (2011). Service quality in software-as-a-service: Developing the SaaS-Qual measure and examining its role in usage continuance. *Journal Of Management Information Systems*, 28(3), 85-126.
- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588.
- Berisha, G., & Pula, J. S. (2015). Defining Small and Medium Enterprises: a critical review. *Academic Journal of Business, Administration, Law and Social Sciences*, 1(1), 17-28.
- Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological Methods & Research*, 17(3), 303-316. doi:10.1177/0049124189017003004
- Bracci, E., Tallaki, M., Ievoli, R., & Diplotti, S. (2022). Knowledge, diffusion and interest in blockchain technology in SMEs. *Journal of Knowledge Management*, 26(5), 1386-1407. doi:10.1108/JKM-02-2021-0099
- Brinkmann, S., & Kvale, S. (2018). *Doing Interviews* (M. Steele Ed. Second ed.): SAGE Publications Ltd. doi: 10.4135/9781529716665
- Buijs, A., & Lawrence, A. (2013). Emotional conflicts in rational forestry: towards a research agenda for understanding emotions in environmental conflicts. *Forest Policy and Economics*, 33, 104-111.
- Chang, Y.-W., Hsu, P. Y., Huang, S. H., & Chen, J. (2020). Determinants of switching intention to cloud computing in large enterprises. *Data Technologies and Applications*, 54(1), 16-33.
- Chen, D. Q., Preston, D. S., & Swink, M. (2015). How the use of big data analytics affects value creation in supply chain management. *Journal of Management Information Systems*, 32(4), 4 - 39. doi:10.1080/07421222.2015.1138364
- Chen, S. C., & Li, S. H. (2010). Consumer adoption of e-service: Integrating technology readiness with the theory of planned behavior. *African Journal of Business Management*, 4(16), 3556.

- Chin, W. W. (2010). How to write up and report PLS analyses. In V., Esposito Vinzi, W. W., Chin, J., Henseler, H. Wang, (Eds.), *Handbook of partial least squares. Berlin: Springer*, 655-690.
- Chong, A. Y. L., Lin, B., Ooi, K.-B., & Raman, M. (2009). Factors affecting the adoption level of c-commerce: An empirical study. *Journal of Computer Information Systems*, 50(2), 13 - 22. doi:10.1080/08874417.2009.11645380
- Christiansen, V., Haddara, M., & Langseth, M. (2022). Factors affecting cloud ERP adoption decisions in organizations. *Procedia Computer Science*, 196, 255 - 262. doi:10.1016/j.procs.2021.12.012
- Clohessy, T., & Acton, T. (2019). Investigating the influence of organizational factors on blockchain adoption: An innovation theory perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 119(7), 1457 - 1491. doi:10.1108/IMDS-08-2018-0365
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.): Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128 - 152. doi:10.2307/2393553
- Creswell, J. W. (2015). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. New York: Pearson.
- Cruz-Jesus, F., Pinheiro, A., & Oliveira, T. (2019). Understanding CRM adoption stages: empirical analysis building on the TOE framework. *Computers in Industry*, 109, 1-13. doi:10.1016/j.compind.2019.03.007
- Da Silva, N. A., Abreu, J. L., Orsolin Klingenberg, C., Antunes Junior, J. A. V., & Lacerda, D. P. (2022). Industry 4.0 and micro and small enterprises: systematic literature review and analysis. *Production & Manufacturing Research*, 10(1), 696-726. doi:10.1080/21693277.2022.2124466
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394. doi:10.1016/j.ijpe.2018.08.019
- Dam, N. A. K., Le Dinh, T., & Menvielle, W. (2019). A systematic literature review of big data adoption in internationalization. *Journal of Marketing Analytics*, 7, 182-195. doi:10.1057/s41270-019-00054-7
- Damanpour, F., & Schneider, M. (2006). Phases of the adoption of innovation in organizations: effects of environment, organization and top managers 1. *British Journal of Management*, 17(3), 215-236.

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003. doi:10.1287/mnsc.35.8.982
- Dawes, J. (2008). Do data characteristics change according to the number of scale points used? An experiment using 5-point, 7-point and 10-point scales. *International Journal of Market Research*, 50(1), 61-104.
- Denning, J., & Liyanage, K. (2022). Systematic Literature Review of Industry 4.0 Implementation Frameworks Focusing on Applicability in Manufacturing SMEs. In *Advances in Manufacturing Technology XXXV* (Vol. 25, pp. 17-24).
- Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., & Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 545-554. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.148
- Ding, G., Li, Z., & Shen, H. (2024). Digital finance and enterprise trade and investment: The moderating effect of CEO characteristics. *Finance Research Letters*, 64, 105471.
- Dresch, A., Veit, D. R., de Lima, P. N., Lacerda, D. P., & Collatto, D. C. (2019). Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 69-87.
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhvani, R., & Singh, R. K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs—a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 30(3), 289-314.
- Elhusseiny, H. M., & Crispim, J. (2022). SMEs, Barriers and Opportunities on adopting Industry 4.0: A Review. *Procedia Computer Science*, 196, 864-871.
- European Commission. (2005). *The new SME definition: User guide and model declaration: Office for Official*. Publications of the European Communities.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., & Sihn, W. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *Procedia Cirp*, 54, 13 - 18. doi:10.1016/j.procir.2016.03.162
- Fast, E., & Horvitz, E. (2017). *Long-term trends in the public perception of artificial intelligence*. Paper presented at the In Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence.

- Feder, G., & O'Mara, G. T. (1982). On information and innovation diffusion: a Bayesian approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(1), 145 - 147. doi:10.2307/1241186
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. United States of America, Canada: Addison-Wesley.
- Fornell, C., & Bookstein, F. L. (1982). Two structural equation models: LISREL and PLS applied to consumer exit-voice theory. *Journal of Marketing Research*, 19(4), 440 - 452. doi:10.1177/002224378201900406
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. doi:10.1177/002224378101800104
- Fosso Wamba, S., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., & Ngai, E. (2018). Big data analytics in logistics and supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 478-484.
- Frisk, J. E., & Bannister, F. (2017). Improving the use of analytics and big data by changing the decision-making culture: A design approach. *Management Decision*, 55(10), 2074-2088. doi:10.1108/MD-07-2016-0460
- Gamache, S., Abdul-Nour, G., & Baril, C. (2020). Evaluation of the influence parameters of Industry 4.0 and their impact on the Quebec manufacturing SMEs: The first findings. *Cogent Engineering*, 7(1), 1771818. doi:10.1080/23311916.2020.1771818
- Gangwar, H. (2018). Understanding the determinants of big data adoption in India: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information Resources Management Journal (IRMJ)*, 31(4), 1-22.
- Gangwar, H., Date, H., & Raoot, A. (2014). Review on IT adoption: insights from recent technologies. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(4), 488-502. doi:10.1108/JEIM-08-2012-0047
- Garah, W. E., Berrado, A., & Ouarti, N. E. (2010). *Cloud computing adoption in an emerging market*. Paper presented at the Business Transformation through Innovation and Knowledge Management: An Academic Perspective - Proceedings of the 14th International Business Information Management Association Conference.
- Geisser, S. (1974). A predictive approach to the random effect model. *Biometrika*, 61(1), 101-107.

- George W. Downs, J., & Mohr, L. B. (1976). Conceptual issues in the study of innovation. *Administrative Science Quarterly*, 21(4), 700 - 714. doi:10.2307/2391725
- Ghobakhloo, M. (2020). Determinants of information and digital technology implementation for smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 58(8), 2384-2405. doi:10.1080/00207543.2019.1630775
- Ghobakhloo, M., & Ching, N. T. (2019). Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs. *Journal of Industrial Information Integration*, 16, 100107. doi:10.1016/j.jii.2019.100107
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: a systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(6), 1029-1058. doi:10.1108/JMTM-12-2021-0505
- Grant, D., & Yeo, B. (2018). A global perspective on tech investment, financing, and ICT on manufacturing and service industry performance. *International Journal of Information Management*, 43, 130-145. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2018.06.007
- Ha, I., Yoon, Y., & Choi, M. (2007). Determinants of adoption of mobile games under mobile broadband wireless access environment. *Information & management*, 44(3), 276-286. doi:10.1016/j.im.2007.01.001
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis*. UK: Always learning: Pearson Education Limited London.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. (2010). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Pearson Education. In: Inc.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis* (Vol. 6): Cengage
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2017). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). *Thousand Oaks: Sage*.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing theory and Practice*, 19(2), 139-152.
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24.
- Hair, J. F., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2016). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks: CA: Sage Publications.

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis: Pearson new international edition PDF eBook*. Pearson Higher Ed.
- Hamdan, I. K., Aziguli, W., Zhang, D., Sumarliah, E., & Usmanova, K. (2022). Forecasting blockchain adoption in supply chains based on machine learning: evidence from Palestinian food SMEs. *British Food Journal*, 124(12), 4592-4609. doi:10.1108/BFJ-05-2021-0535
- Hart, S. L. (1992). An integrative framework for strategy-making processes. *Academy of Management Review*, 17(2), 327-351. doi:10.5465/amr.1992.4279547
- Hatten, T. S. (2012). *Small Business Management Entrepreneurship and Beyond 5th*. In: South-Western, Cengage Learning.
- Henseler, J., Hubona, G., & Ray, P. A. (2016). Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 116(1), 2-20.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43, 115-135. doi:10.1007/s11747-014-0403-8
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. In *New challenges to international marketing* (pp. 277-319): Emerald Group Publishing Limited.
- Henseler, J., & Sarstedt, M. (2013). Goodness-of-fit indices for partial least squares path modeling. *Computational Statistics*, 28, 565-580.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review. *Technische Universität Dortmund*, 45, 1-15. doi:10.13140/RG.2.2.29269.22248
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. Paper presented at the In 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS), Koloa, HI, USA.
- Hiran, K. K., & Henten, A. (2020). An integrated TOE–DoI framework for cloud computing adoption in the higher education sector: case study of Sub-Saharan Africa, Ethiopia. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11, 441-449. doi:10.1007/s13198-019-00872-z
- Hizam-Hanafiah, M., Soomro, M. A., & Abdullah, N. L. (2020). Industry 4.0 readiness models: a systematic literature review of model dimensions. *Information*, 11(7), 364. doi:10.3390/info11070364

- Horváth, D., & Szabó, R. Z. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 119-132. doi:10.1016/j.techfore.2019.05.021
- Hsu, P. F., Ray, S., & Li-Hsieh, Y.-Y. (2014). Examining cloud computing adoption intention, pricing mechanism, and deployment model. *International Journal of Information Management*, 34(4), 474-488. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2014.04.006
- Hu, L. t., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.
- Hughes, L., Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Williams, M. D., & Raghavan, V. (2022). Perspectives on the future of manufacturing within the Industry 4.0 era. *Production Planning & Control*, 33(2-3), 138-158. doi:10.1080/09537287.2020.1810762
- Huijts, N. M., Molin, E. J., & Steg, L. (2012). Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 525-531.
- Iacovou, C. L., Benbasat, I., & Dexter, A. S. (1995). Electronic data interchange and small organizations: Adoption and impact of technology. *MIS quarterly*, 19(4), 465-485. doi:10.2307/249629
- IEG (2008). Financing micro, small, and medium enterprises: An independent evaluation of IFC's experience with financial intermediaries in frontier countries. *World Bank Publications-Books*.
- Ifinedo, P. (2005). Measuring Africa's e-readiness in the global networked economy: A nine-country data analysis. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 1(1), 53-71.
- Iqbal, M., Kazmi, S. H. A., Manzoor, A., Soomrani, A. R., Butt, S. H., & Shaikh, K. A. (2018). *A study of big data for business growth in SMEs: Opportunities & Challenges*. Paper presented at the 2018 International conference on computing, mathematics and engineering technologies (iCoMET).
- Ismail, S. N. A., Mohamed, W. N., Omar, K., Mat, N. H. N., & Saputra, J. (2023). A Conceptual Analysis of the Technology, Organisation, Environment, Readiness and Industry 4.0 Adoption in Malaysia Small and Medium Enterprises. *Theoretical and Practical Research in Economic Fields*, 14(1), 175-185. doi:10.14505/tpref.v14.1(27).14

- Ismail, S. N. A., Mohamed, W. N., Omar, K., Mat, N. H. N., & Saputra, J. (2026). Technology and industry 4.0 adoption in small and medium enterprises: The mediating role of readiness. *Multidisciplinary Reviews*, 9(1), 2026008-2026008.
- Jafri, J. A., Mohd Amin, S. I., Abdul Rahman, A., & Mohd Nor, S. (2024). A systematic literature review of the role of trust and security on Fintech adoption in banking. *Heliyon*, 10(1), e22980. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e22980
- Jayeola, O., Sidek, S., Abd Rahman, A., Mahomed, A. S. B., & Hu, J. (2022). Cloud computing adoption in small and medium enterprises (SMEs): A systematic literature review and directions for future research. *International Journal of Business and Society*, 23(1), 226-243.
- Jensen, K. W., Stentoft, J., Philipsen, K., & Haug, A. (2019). *Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: a SME perspective with empirical evidence*. Paper presented at the Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences.
- Kaasinen, E. (2005). *User acceptance of mobile services: Value, ease of use, trust and ease of adoption* (VTT Publications No. 566). Tampere University of Technology.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. *Final Report of the Industrie*, 4(0), 82.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319-1337. doi:10.1080/00207543.2019.1630772
- 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.
- Kamigaki, T. (2017). Object-oriented RFID with IoT: a design concept of information systems in manufacturing. *Electronics*, 6(1), 14.
- Karuppiyah, K., Sankaranarayanan, B., D'Adamo, I., & Ali, S. M. (2023). Evaluation of key factors for industry 4.0 technologies adoption in small and medium enterprises (SMEs): An emerging economy context. *Journal Of Asia Business Studies*, 17(2), 347-370.
- Kaur, J., Kumar, S., Narkhede, B. E., Dabić, M., Rathore, A. P. S., & Joshi, R. (2024). Barriers to blockchain adoption for supply chain finance: the case of Indian SMEs. *Electronic Commerce Research*, 24(1), 303-340.

- Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia manufacturing*, 21, 782-789. doi:10.1016/j.promfg.2018.02.184
- Kee, D., & Khin, S. (2020). Strategies for preparing manufacturing SMEs for Industry 4.0: a case of Malaysia. *Test Engineering and Management: Kuala Lumpur, Malaysia*, 8153-8158.
- Kemmerer, R. A. (2003). *Cybersecurity*. Paper presented at the 25th International Conference on Software Engineering, 2003. Proceedings., Portland, OR, USA.
- Kendall, J. D., Tung, L. L., Chua, K. H., Ng, C. H. D., & Tan, S. M. (2001). Receptivity of Singapore's SMEs to electronic commerce adoption. *The Journal of Strategic Information Systems*, 10(3), 223-242. doi:10.1016/S0963-8687(01)00048-8
- Khan, I. S., Ahmad, M. O., & Majava, J. (2021). Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126655.
- Khanzode, A. G., Sarma, P. R. S., & Mangla, S. K. (2021). Modeling the Industry 4.0 adoption for sustainable production in Micro, Small & Medium Enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123489. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123489
- Khasawneh, A. M. (2008). Concepts and measurements of innovativeness: The case of information and communication technologies. *International Journal of Arab Culture, Management and Sustainable Development*, 1(1), 23-33. doi:10.1504/IJACMSD.2008.020487
- Khayer, A., Jahan, N., Hossain, M. N., & Hossain, M. Y. (2021). The adoption of cloud computing in small and medium enterprises: a developing country perspective. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 51(1), 64-91.
- Khayer, A., Talukder, M. S., Bao, Y., & Hossain, M. N. (2020). Cloud computing adoption and its impact on SMEs' performance for cloud supported operations: A dual-stage analytical approach. *Technology in Society*, 60, 101225. doi:10.1016/j.techsoc.2019.101225
- Khin, S., & Kee, D. M. H. (2022). Factors influencing Industry 4.0 adoption. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(3), 448 - 467. doi:10.1108/JMTM-03-2021-0111
- 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. doi:10.1142/S1363919617400151

- Klimova, A., Rondeau, E., Andersson, K., Porras, J., Rybin, A., & Zaslavsky, A. (2016). An international Master's program in green ICT as a contribution to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 135, 223-239.
- Kolb, B. (2018). *Marketing research: A concise introduction* (2nd edition ed.): London: Sage.
- Kumar Bhardwaj, A., Garg, A., & Gajpal, Y. (2021). Determinants of blockchain technology adoption in supply chains by small and medium enterprises (SMEs) in India. *Mathematical Problems In Engineering*, 2021(1), 5537395.
- Kumar, D., Samalia, H. V., & Verma, P. (2017). Exploring suitability of cloud computing for small and medium-sized enterprises in India. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 24(4), 814-832.
- Kumar, K. N., Chandra, S., Bharati, S., & Manava, S. (2016). *Factors Influencing Adoption of Augmented Reality Technology for E-Commerce*. Paper presented at the The Pacific Asia Conference on Information Systems.
- Kumar, N., Singh, M., Upreti, K., & Mohan, D. (2021). *Blockchain adoption intention in higher education: role of trust, perceived security and privacy in technology adoption model*. Paper presented at the International Conference on Emerging Technologies and Intelligent Systems.
- Kumar, R., Singh, R., & Dwivedi, Y. (2020). Application of Industry 4.0 technologies in Indian SMEs for sustainable growth: Analysis of challenges. *Journal of Cleaner Production*, 257(124063), 1-13.
- Kwahk, K. Y., & Lee, J.-N. (2008). The role of readiness for change in ERP implementation: Theoretical bases and empirical validation. *Information & Management*, 45(7), 474-481.
- Lada, S., Chekima, B., Karim, M. R. A., Fabeil, N. F., Ayub, M. S., Amirul, S. M., . . . Zaki, H. O. (2023). Determining factors related to artificial intelligence (AI) adoption among Malaysia's small and medium-sized businesses. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(4), 100144.
- Lai, Y., Sun, H., & Ren, J. (2018). Understanding the determinants of big data analytics (BDA) adoption in logistics and supply chain management: An empirical investigation. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 676-703. doi:10.1108/IJLM-06-2017-0153
- Larsen, T. J. (1993). Middle managers' contribution to implemented information technology innovation. *Journal of management information systems*, 10(2), 155-176.

- Ledden, L., Kalafatis, S. P., & Samouel, P. (2007). The relationship between personal values and perceived value of education. *Journal of Business Research*, 60(9), 965-974.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Lee, J., Han, S., & Yang, J. (2011). Construction of a computer-simulated mixed reality environment for virtual factory layout planning. *Computers in Industry*, 62(1), 86-98.
- Leong, L. Y., Hew, J. J., Lee, V. H., Tan, G. W. H., Ooi, K. B., & Rana, N. P. (2023). An SEM-ANN analysis of the impacts of Blockchain on competitive advantage. *Industrial Management & Data Systems*, 123(3), 967-1004.
- Li, G., Hou, Y., & Wu, A. (2017). Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods. *Chinese Geographical Science*, 27, 626-637. doi:10.1007/s11769-017-0890-x
- Li, J., Greenwood, D., & Kassem, M. (2019). Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases. *Automation in Construction*, 102, 288-307.
- Liao, K., Tu, Q., & Marsillac, E. (2010). The role of modularity and integration in enhancing manufacturing performance: An absorptive capacity perspective. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7), 818-838. doi:10.1108/17410381011077937
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., . . . Schröter, M. (2015). *Industrie 4.0 Readiness [eng.]*: Impuls-Stiftung.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*.
- Liljander, V., Gillberg, F., Gummerus, J., & Van Riel, A. (2006). Technology readiness and the evaluation and adoption of self-service technologies. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 13(3), 177-191.
- Liu, Z., Min, Q., & Ji, S. (2008). *A comprehensive review of research in IT adoption*. Paper presented at the 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Dalian, China.
- Lorente-Martínez, J., Navío-Marco, J., & Rodrigo-Moya, B. (2020). Analysis of the adoption of customer facing InStore technologies in retail SMEs. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 57, 102225. doi:10.1016/j.jretconser.2020.102225

- Luo, X., Li, W., Tu, Y., Xue, D., & Tang, J. (2011). Operator allocation planning for reconfigurable production line in one-of-a-kind production. *International Journal of Production Research*, 49(3), 689-705.
- Lutfi, A., Alsyouf, A., Almaiah, M. A., Alrawad, M., Abdo, A. A. K., Al-Khasawneh, A. L., . . . Saad, M. (2022). Factors influencing the adoption of big data analytics in the digital transformation era: Case study of Jordanian SMEs. *Sustainability*, 14(3), 1802. doi:10.3390/su14031802
- Lutfi, A. A., Idris, K. M., & Mohamad, R. (2016). The influence of technological, organizational and environmental factors on accounting information system usage among Jordanian small and medium-sized enterprises. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(7), 240-248.
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168-179. doi:10.1016/j.psep.2018.04.018
- Maduku, D. K., Mpinganjira, M., & Duh, H. (2016). Understanding mobile marketing adoption intention by South African SMEs: A multi-perspective framework. *International Journal of Information Management*, 36(5), 711-723. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.018
- Mahmood, T., & Mubarik, M. S. (2020). Balancing innovation and exploitation in the fourth industrial revolution: Role of intellectual capital and technology absorptive capacity. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120248.
- Maroufkhani, P., Iranmanesh, M., & Ghobakhloo, M. (2022). Determinants of big data analytics adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs). *Industrial Management & Data Systems*, 123(1), 278 - 301. doi:10.1108/IMDS-11-2021-0695
- Maroufkhani, P., Iranmanesh, M., & Ghobakhloo, M. (2023). Determinants of big data analytics adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs). *Industrial Management & Data Systems*, 123(1), 278-301.
- Maroufkhani, P., Tseng, M.-L., Iranmanesh, M., Ismail, W. K. W., & Khalid, H. (2020). Big data analytics adoption: Determinants and performances among small to medium-sized enterprises. *International Journal of Information Management*, 54, 102190. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2020.102190
- Maroufkhani, P., Wan Ismail, W. K., & Ghobakhloo, M. (2020). Big data analytics adoption model for small and medium enterprises. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 11(4), 483-513.

- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121, 103261. doi:10.1016/j.compind.2020.103261
- Matias, J. B., & Hernandez, A. A. (2021). Cloud computing adoption intention by MSMEs in the Philippines. *Global Business Review*, 22(3), 612-633.
- Matt, D. T., & Rauch, E. (2020). SME 4.0: The role of small-and medium-sized enterprises in the digital transformation. In D. T. Matt, V. Modrák, & H. Zsifkovits (Eds.), *Industry 4.0 for SMEs* (pp. 3-36): Palgrave Macmillan, Cham.
- Melville, N., Kraemer, K., & Gurbaxani, V. (2004). Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *MIS Quarterly*, 283-322. doi:10.2307/25148636
- Mocanu, C., Matei, M. M. M., & Năstasă, A. (2023). *Patterns of Artificial Intelligence Adoption in Small and Medium Businesses*. Paper presented at the Griffiths School of Management and IT Annual Conference on Business, Entrepreneurship and Ethics.
- Mohamed, M. (2018). Challenges and benefits of industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256-265.
- Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S., & Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 730-741. doi:10.1016/j.psep.2018.04.020
- Mosterman, P. J., & Zander, J. (2015). Industry 4.0 as a cyber-physical system study. *Software & Systems Modeling*, 15, 17-29. doi:10.1007/s10270-015-0493-x
- Mukhopadhyay, S., Singh, R. K., & Jain, T. (2024). Developing big data enabled Marketing 4.0 framework. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), 100214. doi:10.1016/j.jjime.2024.100214
- Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K.-I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 247. doi:10.3390/su10010247
- Muninger, M. I., Hammedi, W., & Mahr, D. (2019). The value of social media for innovation: A capability perspective. *Journal of Business Research*, 95, 116-127. doi:10.1016/j.jbusres.2018.10.012
- Murino, T., Forino, D., & Nardo, M. (2020). The evolution of man-machine interaction: The role of human in Industry 4.0 paradigm. *Production & Manufacturing Research*, 8(1), 20-34. doi:10.1080/21693277.2020.1737592

- Nair, J., Chellasamy, A., & Singh, B. B. (2019). Readiness factors for information technology adoption in SMEs: testing an exploratory model in an Indian context. *Journal Of Asia Business Studies*, 13(4), 694-718. doi:10.1108/JABS-09-2018-0254
- Najafi-Tavani, S., Sharifi, H., & Najafi-Tavani, Z. (2016). Market orientation, marketing capability, and new product performance: The moderating role of absorptive capacity. *Journal of Business Research*, 69(11), 5059-5064. doi:10.1016/j.jbusres.2016.04.080
- Nara, E. O. B., Costa, M. B. d., Baierle, I. C., Schaefer, J. L., Benitez, G. B., Santos, L. M. A. L. d., & Benitez, L. B. (2021). Expected impact of industry 4.0 technologies on sustainable development: A study in the context of Brazil's plastic industry. *Sustainable Production And Consumption*, 25, 102-122. doi:10.1016/j.spc.2020.07.018
- Narwane, V. S., Raut, R. D., Mangla, S. K., Gardas, B. B., Narkhede, B. E., Awasthi, A., & Priyadarshinee, P. (2023). Mediating role of cloud of things in improving performance of small and medium enterprises in the Indian context. *Annals of Operations Research*, 329(1), 69-98.
- Negahban, A., & Smith, J. S. (2014). Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(2), 241-261. doi:10.1016/j.jmsy.2013.12.007
- Neirotti, P., Raguseo, E., & Paolucci, E. (2018). How SMEs develop ICT-based capabilities in response to their environment: Past evidence and implications for the uptake of the new ICT paradigm. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(1), 10-37.
- Ngongo, B. P., Ochola, P., Ndegwa, J., & Katuse, P. (2019). The moderating role of top executives' sex, level of education and knowledge on adoption of mobile health applications by hospitals in Kenya. *Journal of Healthcare Leadership*, 115-126.
- Nickell, G. S., & Seado, P. C. (1986). The impact of attitudes and experience on small business computer use. *American Journal of Small Business*, 10(4), 37-48. doi:10.1177/104225878601000404
- Nugroho, M. A., & Fajar, M. A. (2017). Effects of technology readiness towards acceptance of mandatory web-based attendance system. *Procedia Computer Science*, 124, 319-328.
- Öberg, C., & Graham, G. (2016). How smart cities will change supply chain management: a technical viewpoint. *Production Planning & Control*, 27(6), 529-538. doi:10.1080/09537287.2016.1147095

- Oldenburg, B., & Glanz, K. (2008). Diffusion of innovations. In K. Glanz, B. K. Rimer, & K. Viswanath (Eds.), *Health behavior and health education: Theory, research* (Vol. 4, pp. 313-333). San Francisco: Jossey-Bass.
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2010). Understanding e-business adoption across industries in European countries. *Industrial Management & Data Systems*, 110(9), 1337-1354. doi:10.1108/02635571011087428
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011). Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1), 110 - 121.
- Oliveira, T., T., & Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1), 110-121.
- Oliveira, T., Thomas, M., & Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information & Management*, 51(5), 497-510.
- Ooi, K.-B., Lee, V.-H., Tan, G. W.-H., Hew, T.-S., & Hew, J.-J. (2018). Cloud computing in manufacturing: The next industrial revolution in Malaysia? *Expert Systems with Applications*, 93, 376-394. doi:10.1016/j.eswa.2017.10.009
- Parasuraman, A. (2000). Technology Readiness Index (TRI) a multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies. *Journal of Service Research*, 2(4), 307-320.
- Parhi, S., Joshi, K., Wuest, T., & Akarte, M. (2022). Factors affecting Industry 4.0 adoption—A hybrid SEM-ANN approach. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108062. doi:10.1016/j.cie.2022.108062
- Park, J. H., Suh, H.-J., & Yang, H.-D. (2007). Perceived absorptive capacity of individual users in performance of Enterprise Resource Planning (ERP) usage: The case for Korean firms. *Information & Management*, 44(3), 300-312. doi:10.1016/j.im.2007.02.001
- Parthasarathy, V., & Kumar, V. (2016). Determinants of cloud computing adoption by SMEs. *International Journal of Business Information Systems*, 22(3), 375-395.
- Pathan, Z. H., Jianqiu, Z., Akram, U., Khan, M. K., Latif, Z., & Tunio, M. Z. (2017). Innovation-diffusion determinants of cloud-computing adoption by Pakistani SMEs. *Human Systems Management*, 36(3), 197-209.
- Pech, M., & Vrchota, J. (2020). Classification of small-and medium-sized enterprises based on the level of industry 4.0 implementation. *Applied Sciences*, 10(15), 5150.

- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2020). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045-1083.
- Polites, G. L., Roberts, N., & Thatcher, J. (2012). Conceptualizing models using multidimensional constructs: a review and guidelines for their use. *European Journal of Information Systems*, 21(1), 22-48.
- Premkumar, G., & Ramamurthy, K. (1995). The role of interorganizational and organizational factors on the decision mode for adoption of interorganizational systems. *Decision Sciences*, 26(3), 303-336. doi:10.1111/j.1540-5915.1995.tb01431.x
- Premkumar, G., & Roberts, M. (1999). Adoption of new information technologies in rural small businesses. *Omega*, 27(4), 467-484. doi:10.1016/S0305-0483(98)00071-1
- Priyadarshinee, P., Raut, R. D., Jha, M. K., & Kamble, S. S. (2017). A cloud computing adoption in Indian SMEs: Scale development and validation approach. *The Journal of High Technology Management Research*, 28(2), 221-245. doi:10.1016/j.hitech.2017.10.010
- Qin, X., Shi, Y., Lyu, K., & Mo, Y. (2020). Using a TAM-TOE model to explore factors of Building Information Modelling (BIM) adoption in the construction industry. *Journal Of Civil Engineering And Management*, 26(3), 259-277.
- Ragu-Nathan, B. S., Apigian, C. H., Ragu-Nathan, T. S., & Tu, Q. (2004). A path analytic study of the effect of top management support for information systems performance. *Omega*, 36(6), 459-471. doi:10.1016/j.omega.2004.03.001
- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Jabbour, A. B. L. d. S., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, 224, 107546. doi:10.1016/j.ijpe.2019.107546
- Raj, A., & Jeyaraj, A. (2023). Antecedents and consequents of industry 4.0 adoption using technology, organization and environment (TOE) framework: A meta-analysis. *Annals of Operations Research*, 322(1), 101-124. doi:10.1007/s10479-022-04942-7
- Rajnai, Z., & Kocsis, I. (2018). *Assessing industry 4.0 readiness of enterprises*. Paper presented at the 2018 IEEE 16th world symposium on applied machine intelligence and informatics (SAMI).
- Ramdani, B., Chevers, D., & Williams, D. A. (2013). SMEs' adoption of enterprise applications: A technology-organisation-environment model. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 20(4), 735-753.

- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. (2017). Reshaping business with artificial intelligence: Closing the gap between ambition and action. *MIT Sloan Management Review*, 59(1).
- Raut, R., Narwane, V., Kumar Mangla, S., Yadav, V. S., Narkhede, B. E., & Luthra, S. (2021). Unlocking causal relations of barriers to big data analytics in manufacturing firms. *Industrial Management & Data Systems*, 121(9), 1939-1968.
- Ricci, R., Battaglia, D., & Neirotti, P. (2021). External knowledge search, opportunity recognition and industry 4.0 adoption in SMEs. *International Journal of Production Economics*, 240, 108234.
- Richey, R. G., Daugherty, P. J., & Roath, A. S. (2007). Firm technological readiness and complementarity: capabilities impacting logistics service competency and performance. *Journal of Business Logistics*, 28(1), 195-228. doi:10.1002/j.2158-1592.2007.tb00237.x
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations 5th*. In: Free press.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of Innovations 3rd E Rev*: New York: Free Press; London: Collier Macmillan.
- Rogers, E. M. (1995). Diffusion of Innovations: modifications of a model for telecommunications. In M.-W. Stoetzer & D.-K. A. Mahler (Eds.), *Die diffusion von innovationen in der telekommunikation* (Vol. 17, pp. 25-38): Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International journal of interactive mobile technologies*, 11(5).
- Roy, S. (2022). "Industry 4.0 and MSMEs in India: An Opportunity and Government initiatives. *Neuroquantology*, 20(11), 6175 - 6181. doi:10.14704/NQ.2022.20.11.NQ66615
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R., & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135. doi:10.1080/00207543.2018.1533261

- Sahin, I. (2006). Detailed review of Rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on Rogers' theory. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5(2), 14-23.
- Saleem, I., Al-Breiki, N. S. S., & Asad, M. (2024). The nexus of artificial intelligence, frugal innovation and business model innovation to nurture internationalization: A survey of SME's readiness. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(3), 100326.
- Saleem, I., Hoque, S. M. S., Tashfeen, R., & Weller, M. (2023). The interplay of AI adoption, IoT edge, and adaptive resilience to explain digital innovation: evidence from German family-Owned SMEs. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(3), 1419-1430.
- Saleh, N. I., & Ijab, M. T. (2025). IR4. 0 Readiness Model for SMEs: A Cross-Sector Analysis in Malaysia. *Results in Engineering*, 107479.
- Samaranayake, P., Ramanathan, K., & Laosirihongthong, T. (2017). *Implementing industry 4.0 - A technological readiness perspective*. Paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM).
- Sari, R. P., & Santoso, D. T. (2020). Readiness factor identification on Kabupaten Karawang SMEs towards industry 4.0 era. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Industri*, 22(1), 65-74. doi:10.9744/jti.22.1.65-74
- Sarstedt, M., Bengart, P., Shaltoni, A. M., & Lehmann, S. (2017). The use of sampling methods in advertising research: a gap between theory and practice. *International Journal of Advertising*, 37(4), 650 – 663.
- Scheidegger, A. P. G., Pereira, T. F., Oliveira, M. L. M. d., Banerjee, A., & Montevechi, J. A. B. (2018). An introductory guide for hybrid simulation modelers on the primary simulation methods in industrial engineering identified through a systematic review of the literature. *Computers & Industrial Engineering*, 124, 474-492. doi:10.1016/j.cie.2018.07.046
- Schilling, M. A. (1998). Technological lockout: An integrative model of the economic and strategic factors driving technology success and failure. *Academy of management Review*, 23(2), 267-284. doi:10.5465/amr.1998.533226
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. United States: Crown Business.
- Senarathna, I., Wilkin, C., Warren, M., Yeoh, W., & Salzman, S. (2018). Factors that influence adoption of cloud computing: An empirical study of Australian SMEs. *Australasian Journal of Information Systems*, 22.
- Shahzad, A., bin Zakaria, M. S. A., Kotzab, H., Makki, M. A. M., Hussain, A., & Fischer, J. (2023). Adoption of fourth industrial revolution 4.0 among Malaysian

- small and medium enterprises (SMEs). *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-14.
- Sharma, N. K., Kumar, V., Verma, P., Sharma, M., Al Khalil, A., & Daim, T. (2024). Industry 4.0 factors affecting SMEs towards sustainable manufacturing. *Technology in Society*, 79, 102746.
- Shetty, J. P., & Panda, R. (2023). Cloud adoption in Indian SMEs—an empirical analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 30(4), 1345-1366.
- Shqair, M. I., & Altarazi, S. A. (2022). Evaluating the status of SMEs in Jordan with respect to Industry 4.0: a pilot study. *Logistics*, 6(4), 69.
- Skafi, M., Yunis, M. M., & Zekri, A. (2020). Factors influencing SMEs' adoption of cloud computing services in Lebanon: An empirical analysis using TOE and contextual theory. *IEEE Access*, 8, 79169-79181.
- Somohano-Rodríguez, F. M., Madrid-Guijarro, A., & López-Fernández, J. M. (2022). Does Industry 4.0 really matter for SME innovation? *Journal of Small Business Management*, 60(4), 1001-1028.
- Sony, M., & Naik, S. (2020). Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 27(7), 2213-2232. doi:10.1108/BIJ-09-2018-0284
- Srivastava, D. K., Kumar, V., Ekren, B. Y., Upadhyay, A., Tyagi, M., & Kumari, A. (2022). Adopting Industry 4.0 by leveraging organisational factors. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121439. doi:10.1016/j.techfore.2021.121439
- Stentoft, J., Adsbøll Wickstrøm, K., Philipsen, K., & Haug, A. (2021). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning & Control*, 32(10), 811-828.
- Stevens, S. S. (1951). Mathematics, measurement, and psychophysics. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology* (pp. 1 - 49). Wiley.
- Stone, M. (1974). Cross-validatory choice and assessment of statistical predictions. *Journal of the royal statistical society: Series B (Methodological)*, 36(2), 111-133.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research*: Sage publications.
- Subramanian, G., Patil, B. T., & Gardas, B. B. (2021). Evaluation of enablers of cloud technology to boost industry 4.0 adoption in the manufacturing micro, small and medium enterprises. *Journal of Modelling in Management*, 16(3), 944-962.

- Tarofder, A. K., Marthandan, G., & Haque, A. (2010). Critical factors for diffusion of web technologies for supply chain management functions: Malaysian perspective. *European Journal of Social Sciences*, 12(3), 409.
- Taxman, F. S., Henderson, C., Young, D., & Farrell, J. (2014). The impact of training interventions on organizational readiness to support innovations in juvenile justice offices. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 41(2), 177-188.
- Tenenhaus, M., Vinzi, V. E., Chatelin, Y.-M., & Lauro, C. (2005). PLS path modeling. *Computational statistics & data analysis*, 48(1), 159-205.
- Thong, J. Y. L. (1999). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187 - 214. doi:10.1080/07421222.1999.11518227
- Thong, J. Y. L., & Yap, C. S. (1995). CEO characteristics, organizational characteristics and information technology adoption in small businesses. *Omega*, 23(4), 429-442. doi:10.1016/0305-0483(95)00017-I
- Tornatzky, L., & Fleischer, M. (1990). *The process of technology innovation*. Lexington books.
- Tornatzky, L. G., Fleischer, M., & Chakrabarti, A. (1990). *Processes of technological innovation*: Lexington books.
- Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Hines, P., Antony, J., & Samson, D. (2023). Myths and facts of industry 4.0. *International Journal of Production Economics*, 255, 108660.
- Trigueros-Preciado, S., Pérez-González, D., & Solana-González, P. (2013). Cloud computing in industrial SMEs: Identification of the barriers to its adoption and effects of its application. *Electronic Markets*, 23, 105-114.
- Usman, U. M. Z., Ahmad, M. N., & Zakaria, N. H. (2019). The determinants of adoption of cloud-based ERP of Nigerian's SMEs manufacturing sector using TOE framework and DOI theory. *International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)*, 15(3), 27-43.
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A glimpse. *Procedia manufacturing*, 20, 233-238. doi:10.1016/j.promfg.2018.02.034
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003a). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425 - 478.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003b). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 425-478.
- Verma, S., & Bhattacharyya, S. S. (2017). Perceived strategic value-based adoption of Big Data Analytics in emerging economy: A qualitative approach for Indian firms. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(3), 354-382.
- Virmani, N., Sharma, S., Kumar, A., & Luthra, S. (2023). Adoption of industry 4.0 evidence in emerging economy: Behavioral reasoning theory perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 188, 122317. doi:10.1016/j.techfore.2023.122317
- Von Hippel, E. (1986). Lead users: a source of novel product concepts. *Management Science*, 32(7), 791-805.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805.
- Wang, Y. M., Wang, Y.-S., & Yang, Y.-F. (2010). Understanding the determinants of RFID adoption in the manufacturing industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5), 803 - 815. doi:10.1016/j.techfore.2010.03.006
- Weerabahu, S. (2023). *Industry 4.0 readiness of organisations towards the success of digital supply chain adoption* (Doctoral dissertation, Western Sydney University). Western Sydney University ResearchDirect.
- Weiner, B. J. (2020). A theory of organizational readiness for change. In *Handbook on Implementation Science* (pp. 215-232): Edward Elgar Publishing.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.
- Wessels, T., & Jokonya, O. (2022). Factors affecting the adoption of big data as a service in SMEs. *Procedia Computer Science*, 196, 332 - 339. doi:10.1016/j.procs.2021.12.021
- Williamson, O. E. (1979). Transaction-cost economics: the governance of contractual relations. *The journal of Law and Economics*, 22(2), 233-261. doi:doi.org/10.1086/466942
- Williamson, O. E. (1980). *Organizational innovation: The transaction cost approach*: University of Pennsylvania, Center for the Study of Organizational Innovation.

- Wong, A. P. H., & Kee, D. M. H. (2022). Driving Factors of Industry 4.0 Readiness among Manufacturing SMEs in Malaysia. *Information*, 13(12), 552. doi:10.3390/info13120552
- Wong, K. K. K. (2013). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) techniques using SmartPLS. *Marketing Bulletin*, 24(1), 1-32.
- Wong, L. W., Leong, L. Y., Hew, J. J., Tan, G. W. H., & Ooi, K. B. (2020). Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs. *International Journal of Information Management*, 52, 101997.
- Wu, C. (2004). A readiness model for adopting Web services. *Journal of Enterprise Information Management*, 17(5), 361-371.
- Wu, Y., Cegielski, C. G., Hazen, B. T., & Hall, D. J. (2013). Cloud computing in support of supply chain information system infrastructure: understanding when to go to the cloud. *Journal of Supply Chain Management*, 49(3), 25-41.
- Xin, M., & Levina, N. (2008). *Software-as-a-service model: Elaborating client-side adoption factors*. Paper presented at the Proceedings of the 29th International Conference on Information Systems, Paris, France.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. doi:10.1080/00207543.2018.1444806
- Xu, W., Ou, P., & Fan, W. (2017). Antecedents of ERP assimilation and its impact on ERP value: A TOE-based model and empirical test. *Information Systems Frontiers*, 19, 13-30. doi:10.1007/s10796-015-9583-0
- Yadegaridehkordi, E., Nilashi, M., Shuib, L., Nasir, M. H. N. B. M., Asadi, S., Samad, S., & Awang, N. F. (2020). The impact of big data on firm performance in hotel industry. *Electronic Commerce Research and Applications*, 40, 100921. doi:doi.org/10.1016/j.elerap.2019.100921
- Yang, Z., Sun, J., Zhang, Y., & Wang, Y. (2015). Understanding SaaS adoption from the perspective of organizational users: A tripod readiness model. *Computers in Human Behavior*, 45, 254-264. doi:10.1016/j.chb.2014.12.022
- Yap, C. S., & Thong, J. Y. L. (1995). CEO Characteristics, Organizational Characteristics and Information Technology Adoption in Small Businesses. *Omega*, 23(4), 429 - 442. doi:10.1016/0305-0483(95)00017-I
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861. doi:10.1080/00207543.2017.1403664

- Yoon, C., Lim, D., & Park, C. (2020). Factors affecting adoption of smart farms: The case of Korea. *Computers in Human Behavior*, 108, 106309.
- Young, R., & Jordan, E. (2008). Top management support: Mantra or necessity? *International Journal of Project Management*, 26(7), 713-725. doi:10.1016/j.ijproman.2008.06.001
- Yu, F., & Schweisfurth, T. (2020). Industry 4.0 technology implementation in SMEs—A survey in the Danish-German border region. *International Journal of Innovation Studies*, 4(3), 76-84. doi:10.1016/j.ijis.2020.05.001
- Yuwono, T., Suroso, A., & Novandari, W. (2024). Information and communication technology in SMEs: a systematic literature review. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 31.
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185-203. doi:10.5465/amr.2002.6587995
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630.
- Zhou, H., Zhou, B., Nie, Z., & Zheng, L. (2024). Identifying Key Success Factors for Industry 4.0 Implementation: An Empirical Analysis Using SEM and fsQCA. *Applied Sciences*, 14(12), 5244.
- Zhu, K., Dong, S., Xu, S. X., & Kraemer, K. L. (2006). Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies. *European Journal of Information Systems*, 15(6), 601 - 616. doi:10.1057/palgrave.ejis.3000650
- Zhu, K., & Kraemer, K. L. (2005). Post-adoption variations in usage and value of e-business by organizations: cross-country evidence from the retail industry. *Information Systems Research*, 16(1), 61-84. doi:10.1287/isre.1050.0045
- Zhu, K., Kraemer, K. L., & Xu, S. (2006). The process of innovation assimilation by firms in different countries: a technology diffusion perspective on e-business. *Management Science*, 52(10), 1557-1576. doi:10.1287/mnsc.1050.0487

PHỤ LỤC 1: Tổng quan tình hình nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ (2010 – 2024)

1. Nguồn dữ liệu và phương pháp tìm kiếm

Nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ đã thu hút được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học cũng như các chuyên gia, nhà hoạch định doanh nghiệp trong thời gian gần đây. Có nhiều nghiên cứu về việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ đã được thực hiện trên thế giới. Để xem xét, đánh giá thực trạng tình hình các nghiên cứu hiện nay về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ, tác giả thực hiện phân tích tổng quan tài liệu từ các nghiên cứu trước nhằm mục đích tìm ra các khoảng trống học thuật, hướng nghiên cứu mới trong lĩnh vực ứng dụng công nghiệp 4.0. Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá tổng quan tài liệu có hệ thống (Systematic literature review - SLR) và phương pháp trắc lượng thư mục (Bibliometric Analysis) để đánh giá, phân tích tài liệu khoa học từ cơ sở dữ liệu Scopus trong giai đoạn từ 2010 - 2024. Các tiêu chí sàng lọc và kết quả tìm kiếm được thể hiện qua Bảng PL1.

Bảng PL1: Kết quả phân tích và sàng dữ liệu từ Scopus giai đoạn 2010 – 2024

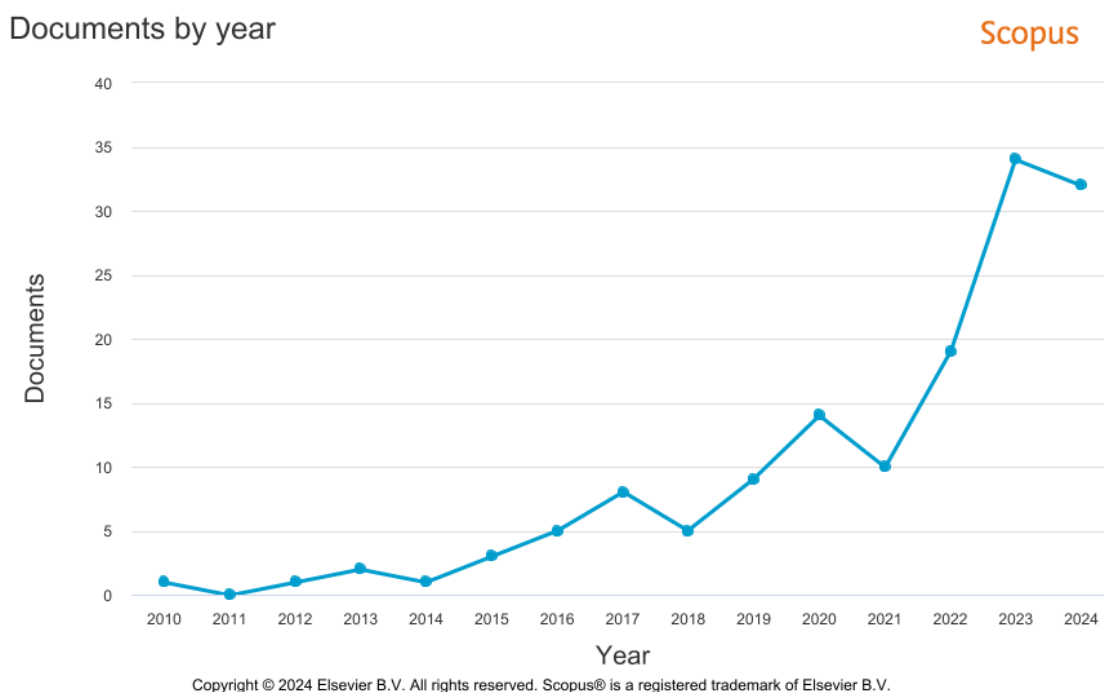
Tiêu chí đánh giá, sàng lọc tài liệu	Số lượng nghiên cứu
Từ khóa và cú pháp tìm kiếm từ nguồn dữ liệu Scopus: (“industry 4.0 application*” or “industry 4.0 implementation*” or “industry 4.0 adoption*” or “big data adoption” or “cloud adoption” or “big data analytics adoption” or “Cloud ERP adoption” or “blockchain adoption” or “Cloud computing adoption” or “artificial intelligence adoption”) and (“SMEs” or “Small and Medium Enterprise”) Các bài viết được xuất bản từ 2010 – 2024.	9183
Ngôn ngữ tiếng anh	9121
Thuộc các lĩnh vực: Business, Management and Accounting/ Economics, Econometrics and Finance	4463
Loại tài liệu: bài báo/ bài đánh giá/ bài kỷ yếu	4051
Sàng lọc theo chủ đề, tóm tắt và từ khóa có liên quan đến ứng dụng công nghiệp	144

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Kết quả tổng cộng có 9.183 tài liệu được xác định từ cơ sở dữ liệu Scopus dựa trên loại tài liệu và loại nguồn. Có 4.051 tài liệu nghiên cứu liên quan đến lĩnh vực quản trị kinh doanh, kinh tế, tài chính, được xuất bản bằng tiếng anh và các dữ liệu truy xuất là các bài báo, bài đánh giá, kỷ yếu hội nghị được đăng trên các tạp chí. Nghiên cứu giới hạn tìm kiếm đối với tất cả các đóng góp có chứa từ khóa truy vấn của luận án trong tiêu đề, tóm tắt, từ khóa và truy vấn được 144 tài liệu có liên quan, các tài liệu này được sử dụng đưa vào phần mềm VOSviewer 1.6.20 để phân tích bản đồ trực quan hóa mạng. Tác giả thực hiện đọc, phân tích nội dung các tài liệu, có 62 tài liệu có liên quan đến chủ đề nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong các SMEs.

2. Sản lượng nghiên cứu hàng năm và khu vực địa lý phân bố

Sản lượng nghiên cứu hằng năm



Hình PL1: Biểu đồ sản lượng nghiên cứu khoa học về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 trong giai đoạn 2010 – 2024

(Nguồn: Dữ liệu Scopus giai đoạn 2010 – 2024)

Phân tích về sự phân bố bài báo theo năm xuất bản (Hình PL1 và Bảng PL2), cho thấy xu hướng nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 ngày càng tăng trong giai đoạn từ 2010 đến 2024, số lượng nghiên cứu bắt đầu tăng mạnh sau năm 2020, trong

giai đoạn 2020 cho đến nay số lượng nghiên cứu là 109 bài chiếm 76% sản lượng nghiên cứu trong toàn bộ giai đoạn từ 2010 - 2024, gấp khoảng 28 lần so với số lượng nghiên cứu trong giai đoạn từ 2010 - 2014 và gấp khoảng 4 lần so với số lượng nghiên cứu trong giai đoạn 2015 - 2019. Từ số liệu trên, chứng tỏ giới nghiên cứu khoa học ngày càng quan tâm đến chủ đề về ứng dụng công nghiệp 4.0 và sự phát triển nhanh chóng của chủ đề này.

Sự tăng trưởng liên tục của các ấn phẩm có thể được quan sát bắt đầu từ năm 2020, số lượng nghiên cứu cao nhất là vào năm 2023 với 34 ấn phẩm. Giai đoạn 2020 – 2023 là thời gian diễn ra dịch Covid-19, ảnh hưởng của giãn cách xã hội đã làm thay đổi hành vi tiêu dùng cũng như quy trình hiệu quả làm việc trong tổ chức vì vậy việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp đã được quan tâm nhiều hơn.

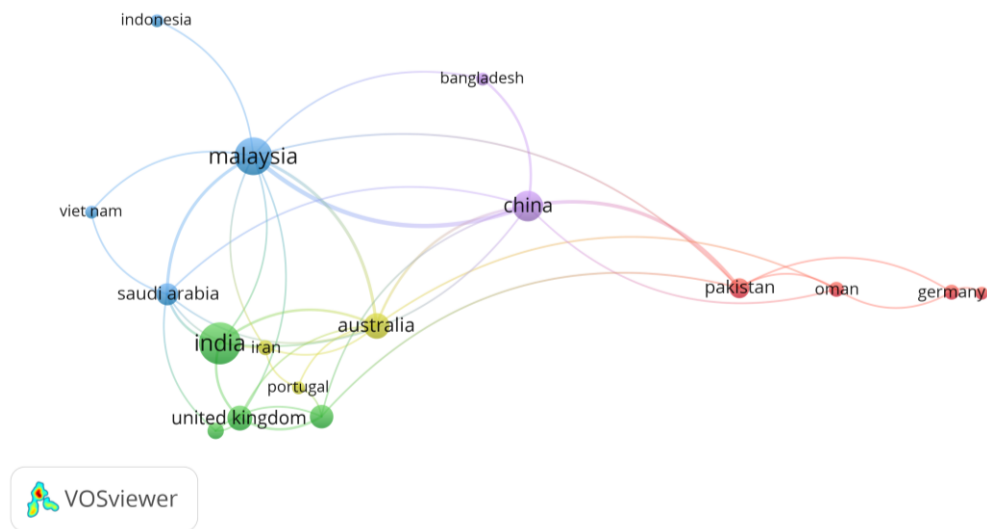
Bảng PL2: Số lượng sản phẩm khoa học về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 trong giai đoạn 2010 - 2024

Năm	Số bài báo	Năm	Số bài báo	Năm	Số bài báo
2024	32	2019	9	2014	1
2023	34	2018	5	2013	2
2022	19	2017	8	2012	1
2021	10	2016	5	2011	0
2020	14	2015	3	2010	1
Tổng số bài trong giai đoạn (2021 – 2024)	109	Tổng số bài trong giai đoạn (2015 – 2019)	30	Tổng số bài trong giai đoạn (2010 – 20214)	5

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả từ nguồn dữ liệu Scopus, 2024)

Số lượng nghiên cứu theo khu vực quốc gia:

Qua kết quả phân tích Hình PL2 và Bảng PL3, nhìn chung nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0 đã được thực hiện ở rất nhiều quốc gia khác nhau trên thế giới. Các nhà nghiên cứu từ 57 quốc gia khác nhau đã góp phần vào việc xuất bản các tài liệu được truy xuất từ năm 2010 đến 2024. Các quốc gia có số lượng nghiên cứu nhiều nhất về chủ đề này là Ấn Độ (31 bài báo); Malaysia (25 bài báo); Trung Quốc (17 bài báo).



Hình PL2: Bản đồ các quốc gia thực hiện nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0
(Nguồn: Kết quả phân tích từ phần mềm VOSviewer)

Bảng PL3, tổng hợp các quốc gia có số lượng nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 nhiều nhất trong giai đoạn 2010 – 2024, cho thấy: các nghiên cứu chủ yếu được công bố ở các quốc gia có nền kinh tế đang phát triển. Điều này chứng tỏ: chủ đề nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0 đang được quan tâm ở các quốc gia đang phát triển. Trong đó có Việt Nam, với số lượng nghiên cứu đã công bố là 3 bài báo, có số lượng trích dẫn là 99.

Bảng PL3: Bảng tổng hợp các quốc gia có số lượng nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 nhiều nhất trong giai đoạn 2010 - 2024

Khu vực	Số bài báo ($n \geq 3$)	Số trích dẫn (Citations)	Tổng độ mạnh liên kết (Total link strength)
India (Ấn Độ)	31	558	8
Malaysia	25	1332	15
China (Trung Quốc)	17	1062	15
Australia (Úc)	12	556	9
United kingdom	11	700	7
Italy	10	226	5
Saudi arabia	9	460	8
Pakistan	7	121	6

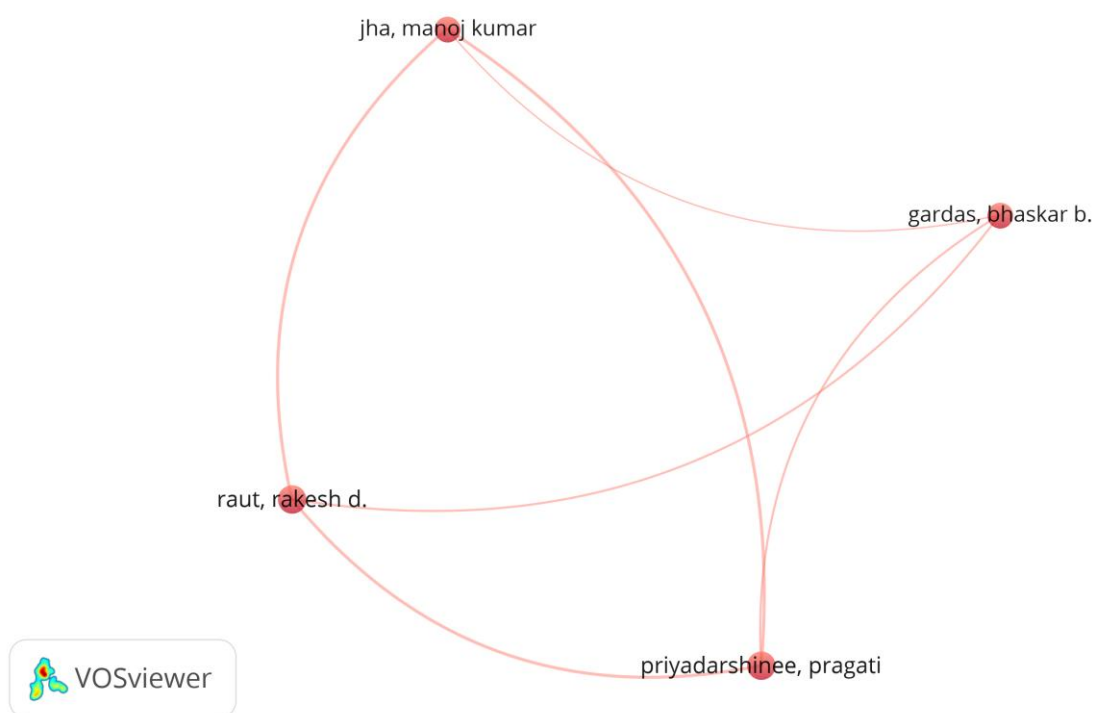
Khu vực	Số bài báo ($n \geq 3$)	Số trích dẫn (Citations)	Tổng độ mạnh liên kết (Total link strength)
United states	5	34	3
Thái Lan	4	45	0
Việt Nam	3	99	1
Indonesia	3	39	1

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả từ dữ liệu Scopus, 2024)

3. Phân tích trực quan mạng lưới đồng tác giả và các tạp chí xuất bản

Mạng lưới đồng tác giả:

Kết quả phân tích trực quan mạng lưới đồng tác giả (Hình PL3), có 439 tác giả thực hiện về chủ đề nghiên cứu này, các tác giả có năng suất tối thiểu 4 tài liệu và tổng số trích dẫn tối thiểu là 1 hiển thị bằng kỹ thuật VOSviewer được trình bày qua Hình PL3. Bản đồ gồm 4 vòng tròn, mỗi vòng tròn được kết nối với nhau cho thấy các tác giả có sự liên kết hợp tác chặt chẽ trong nghiên cứu.



Hình PL3: Bản đồ trực quan hóa mạng lưới đồng tác giả

(Nguồn: Kết quả phân tích từ phần mềm VOSviewer)

Tác giả có năng suất cao nhất so với số lượng công trình đã công bố cao nhất là Priyadarshinee, Pragati (5 công bố, 195 trích dẫn) và tác giả Raut, Rakesh D. (5 công bố, 218 trích dẫn).

Bảng PL4: Top 10 các tác giả có số lượng bài nghiên cứu nhiều nhất về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0

STT	Tác giả	Số bài báo (n≥2)	Số lượng trích dẫn	Tổng độ mạnh liên kết
1	Priyadarshinee, Pragati	5	195	10
2	Raut, Rakesh D.	5	218	10
3	Jha, Manoj Kumar	4	160	9
4	Gardas, Bhaskar B.	4	192	5
5	Maroufkhani, Parisa	3	419	1
6	Leong, Lai-Ying	2	516	4
7	Ooi, Keng-Boon	2	516	4
8	Tan, Garry Wei-Han	2	516	4
9	Warren, Matthew	2	110	6
10	Yeoh, William	2	110	6

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả từ dữ liệu Scopus, 2024)

Các tạp chí công bố phổ biến:

Bảng PL5 liệt kê 10 tạp chí hàng đầu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các SMEs. Các nghiên cứu có liên quan đến chủ đề được xuất bản chủ yếu trên các tạp chí International Journal of Business Information Systems (6 bài), tạp chí Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity (3 bài), International Journal of Business Information Systems (3 bài) và nhiều tạp chí khác.

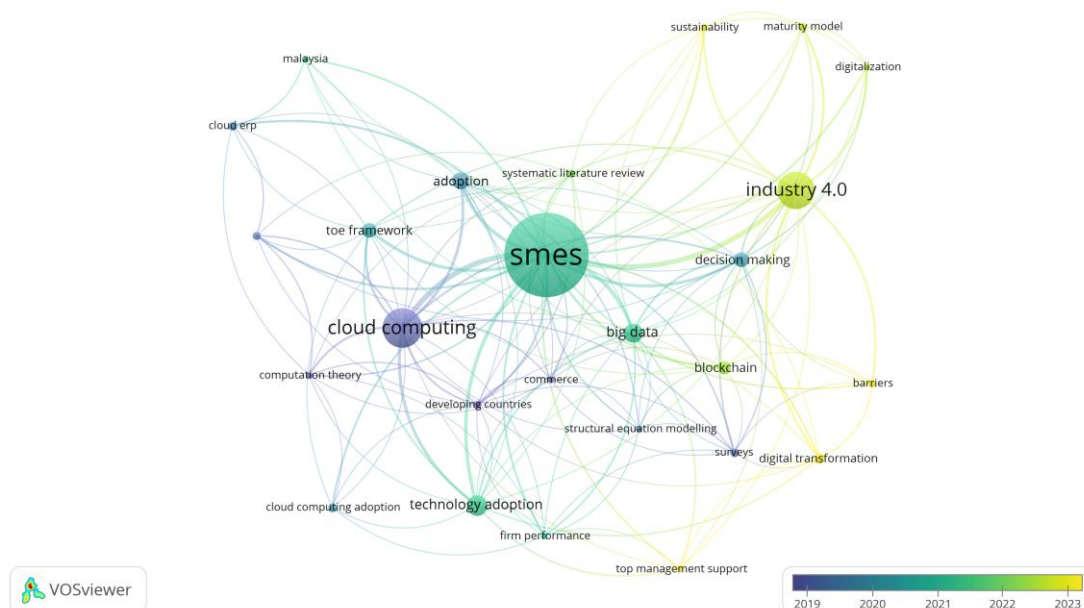
Bảng PL5: Top 10 tạp chí có số lượng nghiên cứu công bố nhiều nhất về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0

STT	Tạp chí	Số bài báo (n≥3)	Số lượng trích dẫn	Tổng độ mạnh liên kết
1	Australasian Journal of Information Systems	3	142	220
2	Benchmarking	3	104	308
3	Cogent Business and Management	3	24	41
4	Industrial Management and Data Systems	3	387	193
5	International Journal of Business Information Systems	6	152	394
6	Journal of High Technology Management Research	3	148	331
7	Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity	4	77	26
8	Journal of Science and Technology Policy Management	3	194	293
9	Serbian Journal of Management	3	7	3
10	Springer Proceedings in Business and Economics	3	0	5

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả từ dữ liệu Scopus, 2024)

4. Phân tích trực quan mạng từ khóa

Phân tích mạng lưới từ khóa xuất trong các nghiên cứu có thể sử dụng để xác định hướng phát triển của lĩnh vực nghiên cứu đó. Kết quả VOSviewer thống kê có 446 từ khóa tác giả. Các từ khóa với số lần xuất hiện là 5 gồm các từ khóa như: SMEs, điện toán đám mây, công nghiệp 4.0, big data, áp dụng công nghệ, khung lý thuyết TOE là những từ khóa được xuất hiện nhiều nhất trong các nghiên cứu (Hình PL4 & Bảng PL6). Các vòng tròn trong một cụm màu gợi ý một chủ đề tương tự giữa các nghiên cứu. Mỗi hình tròn đại diện cho một lĩnh vực nghiên cứu liên quan.



Hình PL4: Bản đồ trực quan hóa mạng lưới từ khóa

(Nguồn: Kết quả phân tích từ phần mềm VOSviewer)

Như vậy đối với nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp vừa và nhỏ có rất nhiều từ khóa và các chủ đề nhỏ, qua kết quả phân tích trực quan mạng lưới từ khóa, có thể gom thành bốn nhóm nghiên cứu chính: (1) nhóm nghiên cứu về việc áp dụng điện toán đám mây trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ (15 bài báo); (2) nhóm nghiên cứu về các yếu tố rào cản, thách thức và cơ hội trong việc triển khai một số sản phẩm của công nghiệp 4.0 (blockchain, big data, điện toán đám mây,...) (52 bài báo); (3) nhóm nghiên cứu đánh giá tổng quan các mô hình trưởng thành, sẵn sàng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của các SMEs (15 bài báo); (4) nhóm nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 và tác động của nó đến hiệu quả kinh doanh của doanh nghiệp (62 bài báo).

Bảng PL6: Số lần xuất hiện của các từ khóa nghiên cứu liên quan đến chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0

Từ khóa cụm 1	Số lần xuất hiện	Từ khóa cụm 2	Số lần xuất hiện
Adoption	15	Barriers	6
Cloud computing	42	Blockchain	11
Cloud erp	7	Commerce	5
Computation theory	5	Developing countries	6

Từ khóa cụm 1	Số lần xuất hiện	Từ khóa cụm 2	Số lần xuất hiện
Enterprise resource planning	6	Digital transformation	8
Malaysia	5	Structural equation modelling	5
SMEs	104	Surveys	7
TOE framework	13		
Từ khóa cụm 3	Số lần xuất hiện	Từ khóa cụm 4	Số lần xuất hiện
Decision making	13	Top management support	5
Digitalization	5	Big data	17
Industry 4.0	39	Cloud computing adoption	7
Maturity model	6	Technology adoption	19
Systematic literature review	6	Firm performance	5
Sustainability	5		

(Nguồn: Tổng hợp, phân tích của tác giả, 2024)

Bảng PL7 liệt kê 10 bài cáo nghiên cứu liên quan đến chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 có số lượng trích dẫn cao nhất trong dữ liệu phân tích.

Bảng PL7: Top 10 nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 có số lượng trích dẫn nhiều nhất từ 2010 - 2024

STT	Tác giả	Tên đề tài nghiên cứu	Số trích dẫn
1	Trigueros-Preciado, Pérez-González, và Solana-González (2013)	Cloud computing in industrial SMEs: Identification of the barriers to its adoption and effects of its application	107
2	Stentoft và cộng sự (2021)	Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers	246
3	Ricci, Battaglia, và Neirotti (2021)	External knowledge search, opportunity recognition and industry 4.0 adoption in SMEs	93

STT	Tác giả	Tên đề tài nghiên cứu	Số trích dẫn
4	Maroufkhani và cộng sự (2020)	Big data analytics adoption: Determinants and performances among small to medium-sized enterprises	249
5	Khayer và cộng sự (2020)	Cloud computing adoption and its impact on SMEs' performance for cloud supported operations: A dual-stage analytical approach	192
6	Alshamaila, Papagiannidis, và Li (2013)	Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework	600
7	L.-W. Wong và cộng sự (2020)	Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs	487
8	Clohessy và Acton (2019)	Investigating the influence of organizational factors on blockchain adoption: An innovation theory perspective	273
9	Maroufkhani và cộng sự (2020)	Big data analytics adoption model for small and medium enterprises	85
10	Senarathna và cộng sự (2018)	Factors that influence adoption of cloud computing: An empirical study of Australian SMEs	84

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả từ dữ liệu Scopus, 2024)

5. Tổng hợp các lý thuyết sử dụng trong các tài liệu nghiên cứu

Qua phân tích, đánh giá có 62 bài báo nghiên cứu liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng đến việc áp dụng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 của SMEs, ngoại trừ 32 bài nghiên cứu có sử dụng các mô hình lý thuyết liên quan đến áp dụng công nghệ, như: TAM, TPB, UTAUT, TOE, DOI, lý thuyết dựa nguồn lực (RBT) và lý thuyết chi phí giao dịch (TCT) thì hầu hết các bài báo nghiên cứu còn lại được phân tích thực hiện theo phương pháp định tính, đánh giá tổng quan và không sử dụng bất kỳ mô hình lý thuyết

nào. Phương pháp phân tích dữ liệu chủ yếu được sử dụng trong các bài nghiên cứu là mô hình cấu trúc bình phương nhỏ nhất từng phần (PLS-SEM).

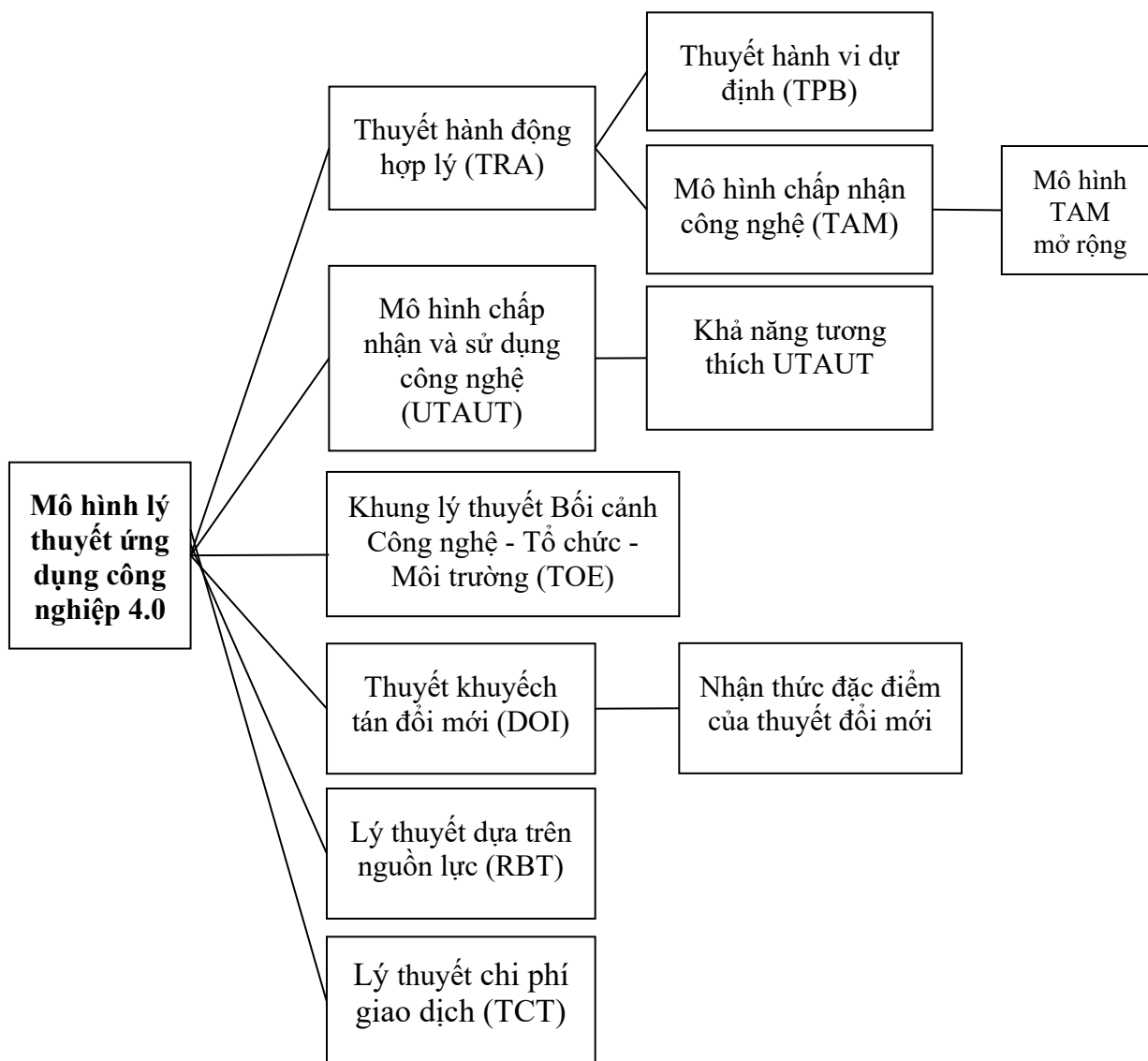
Bảng PL8: Tổng hợp các mô hình, lý thuyết trong nghiên cứu ứng dụng công nghiệp 4.0

STT	Viết tắt	Lý thuyết/ Khung lý thuyết	Tác giả	Số lượng nghiên cứu
1	TRA	Thuyết hành động hợp lý <i>Theory of reasoned action</i>	Fishbein và Ajzen (1975)	3/32
2	TPB	Lý thuyết hành vi hoạch định <i>Theory of planned behavior</i>	I. Ajzen (1991)	4/32
3	TAM	Mô hình chấp nhận công nghệ <i>Technology acceptance model</i>	Davis (1989)	3/32
4	TAM2	Mô hình chấp nhận công nghệ 2 <i>Technology acceptance model 2</i>	Venkatesh và Davis (2000)	3/32
5	TAM3	Mô hình chấp nhận công nghệ 3 <i>Technology acceptance model 3</i>	Venkatesh và Bala (2008)	3/32
6	UTAUT	Mô hình chấp nhận và sử dụng công nghệ <i>Unified theory of acceptance and use of technology</i>	Venkatesh và cộng sự (2003b)	1/32
7	DOI	Lý thuyết khuếch tán đổi mới <i>Theory of diffusion of innovations</i>	Everett M. Rogers (1995)	3/32
8	TOE	Khung lý thuyết bối cảnh Tổ chức – Công nghệ - Môi trường <i>Technology – Organization - Environment framework</i>	L. Tornatzky và Fleischer (1990)	26/32
9	RBT	Lý thuyết dựa trên nguồn lực <i>Resource-based theory</i>	Wernerfelt (1984)	1/32
10	TCT	Lý thuyết chi phí giao dịch <i>Transaction-cost economics</i>	Williamson (1979)	1/32

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Khung lý thuyết Công nghệ - Tổ chức - Môi trường (TOE) được thống kê là sử dụng nhiều nhất trong các nghiên cứu (26 bài báo) tiếp theo là lý thuyết khuếch tán đổi mới (DOI) (3 bài báo). Các mô hình lý thuyết khác được sử dụng tích hợp với TOE và DOI

để phân tích các yếu tố tác động đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp, như: sự kết hợp giữa các lý thuyết TOE và DOI hoặc TOE, DOI và TAM hoặc TOE và UTAUT hoặc TOE và TAM hoặc TAM và TPB. Nhìn chung lý thuyết TOE và DOI là hai lý thuyết được áp dụng nhiều nhất trong nghiên cứu về chủ đề ứng dụng công nghiệp 4.0 của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Có thể lý giải rằng khung lý thuyết TOE đánh giá khái quát đầy đủ các bối cảnh công nghệ, tổ chức, môi trường tác động đến doanh nghiệp nên khiến nó vượt trội hơn hẳn so với các mô hình khác, còn DOI thể hiện các yếu tố đặc trưng cho công nghệ tác động đến quyết định đổi mới công nghệ của tổ chức. Hơn nữa, giá trị bổ sung của DOI cho các yếu tố công nghệ của TOE được cho là lý do khiến chúng được tích hợp nhiều hơn (Jayeola và cộng sự, 2022).



Hình PL5: Khung lý thuyết ứng dụng công nghiệp 4.0
(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

6. Tổng hợp các yếu tố tác động đến ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các tài liệu nghiên cứu

Trong các nghiên cứu trước, nghiên cứu về sản phẩm công nghệ điện toán đám mây (cloud computing) được quan tâm nhiều nhất chiếm 42%; nghiên cứu về phân tích dữ liệu lớn chiếm 12.5%; công nghệ blockchain chiếm 11.8%; Trí tuệ nhân tạo chiếm 4.9%; nghiên cứu chung về các sản phẩm công nghiệp 4.0 chiếm 28.8%.

Bảng PL9: Tổng hợp các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 được nghiên cứu trong các tài liệu

STT	Công nghệ	Số bài báo nghiên cứu	Nguồn
1	Điện toán đám mây	61/144	Shetty và Panda (2023) Khayer và cộng sự (2021); Matias và Hernandez (2021); Khayer và cộng sự (2020); Priyadarshinee và cộng sự (2017); Alshamaila, Papagiannidis, và Li (2013); Trigueros-Preciado, Pérez-González, và Solana-González (2013); Parthasarathy và Kumar (2016); D. Kumar, Samalia, và Verma (2017); Usman, Ahmad, và Zakaria (2019); Asiaei và Rahim (2019); AL-Shboul (2019)
2	Phân tích dữ liệu lớn	18/144	Maroufkhani, Iranmanesh, và Ghobakhloo (2023); Yadegaridehkordi và cộng sự (2020); Maroufkhani và cộng sự (2020); Iqbal và cộng sự (2018); Dam, Le Dinh, và Menvielle (2019)
3	Blockchain	17/144	Hamdan và cộng sự (2022); Kaur và cộng sự (2024); Leong và cộng sự (2023); Bracci và cộng sự (2022); Clohessy và Acton (2019); L.-W. Wong và cộng sự (2020)
4	Trí tuệ nhân tạo	7/144	Saleem, Al-Breiki, và Asad (2024); Saleem và cộng sự (2023); Mocanu, Matei, và Năstăsă (2023); Lada và cộng sự (2023)
5	Nói chung về công nghiệp 4.0	41/144	Shqair và Altarazi (2022); Yu và Schweisfurth (2020); Denning và Liyanage (2022); Ismail và cộng sự (2023); Ricci, Battaglia, và Neirotti (2021); Stentoft và cộng sự (2021)

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024)

Phân tích tổng hợp các yếu tố có ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ thông qua đánh giá tài liệu tổng quan các mô hình trưởng thành và sẵn sàng của doanh nghiệp SMEs trong việc triển khai công nghiệp 4.0, các yếu tố tác động được phân tích dựa trên bốn tiêu chí: mức độ sẵn sàng, mức độ trưởng thành, các yếu tố động lực và các yếu tố rào cản ảnh hưởng đến triển khai công nghiệp 4.0 (Shqair & Altarazi, 2022). Tuy nhiên không có công nghệ nào trong số các công nghệ được nghiên cứu của công nghiệp 4.0 đạt đến mức độ trưởng thành. Các yếu tố như: yêu cầu của khách hàng, giảm chi phí, áp lực của đối thủ cạnh tranh, cải thiện năng suất chất lượng được coi là những động lực chính ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0. Trong khi thiếu nhận thức và kiến thức được coi là rào cản ảnh hưởng đến việc triển khai (Shqair & Altarazi, 2022). Trong nghiên cứu của Parhi và cộng sự (2022) về đề tài các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0, trường hợp nghiên cứu các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Ấn Độ đã chỉ ra rằng các yếu tố: cơ sở hạ tầng phần mềm (SI); tính linh hoạt của hệ thống (SF); độ chính xác hoạt động (OA); khả năng kỹ thuật (TC) ảnh hưởng đến ý định ứng dụng công nghiệp 4.0. Việc ứng dụng Công nghiệp 4.0 phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm cả yếu tố bên trong và bên ngoài. Các yếu tố nội tại, chẳng hạn như phát triển kỹ năng của nhân viên, phát triển cơ sở hạ tầng công nghệ, khả năng phần mềm, cũng như các yếu tố bên ngoài, chẳng hạn như sự phối hợp giữa các nhà cung cấp, yêu cầu của khách hàng, đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai Công nghiệp 4.0 (Parhi và cộng sự, 2022). Bên cạnh đó, ứng dụng Công nghiệp 4.0 còn chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố của tổ chức, như thái độ tích cực đối với đổi mới, chiến lược của tổ chức (Ghobakhloo, 2020). Sự phụ thuộc vào các nhân tố quyết định tài chính như đầu tư vào cơ sở hạ tầng hiện có, tài trợ cho các sáng kiến cải tiến của nhà cung cấp và vai trò của các bên liên quan là một khía cạnh quan trọng khác để ứng dụng Công nghiệp 4.0 (S. S. Kamble, Gunasekaran, & Sharma, 2018).

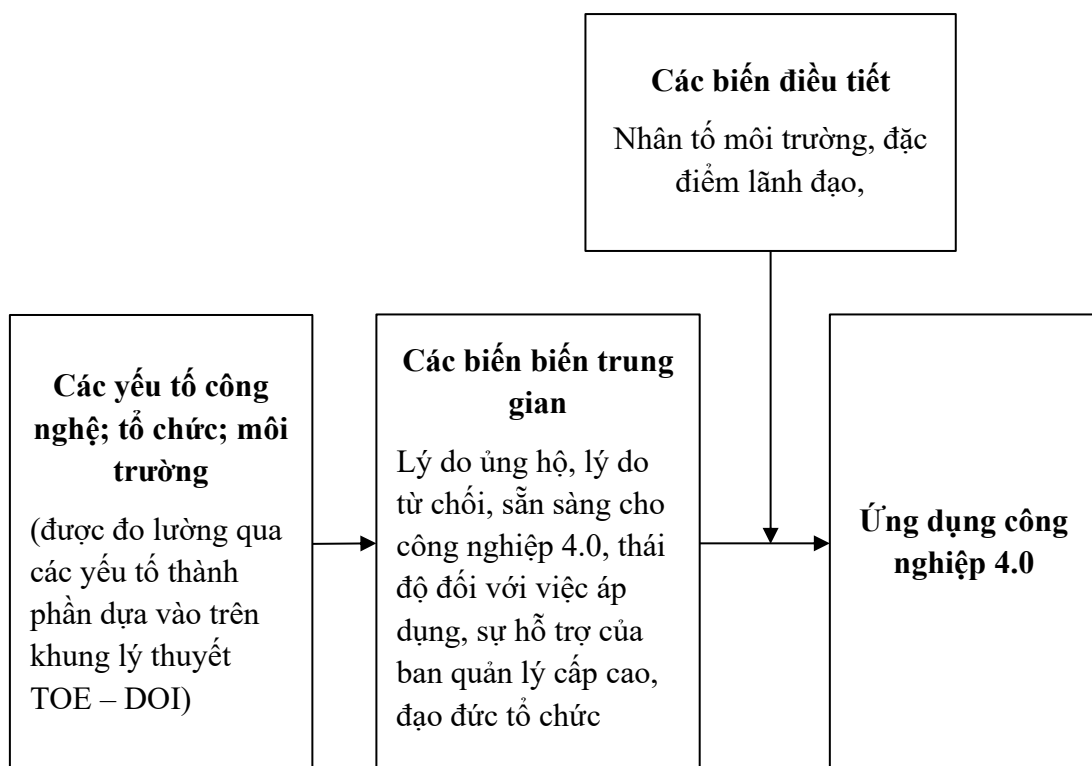
Trong số 43 bài nghiên cứu dựa trên các nền tảng lý thuyết về ứng dụng công nghiệp 4.0, đặc biệt là khung lý thuyết TOE. Các yếu tố công nghệ, tổ chức, môi trường sử dụng trong các nghiên cứu được tổng hợp qua Bảng PL10.

Bảng PL10: Các yếu tố tác động đến ứng dụng công nghiệp 4.0 theo khung lý thuyết TOE - DOI

STT	Nguồn	Yếu tố công nghệ	Yếu tố tổ chức	Yếu tố môi trường
1	Ismail và cộng sự (2023)	Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Khả năng thử nghiệm; Khả năng quan sát	Cường độ thông tin; Hỗ trợ từ quản lý cấp cao; Năng lực tổ chức; Khả năng hấp thụ	Áp lực cạnh tranh; Đối tác kinh doanh; Hỗ trợ bên ngoài; Hỗ trợ chính phủ
2	Wessels và Jokonya (2022)	Mối lo ngại về bảo mật/quyền riêng tư, sự phức tạp, chi phí và tài nguyên	Sự sẵn sàng của tổ chức, kiến thức của nhân viên, chi phí tài chính, cơ sở hạ tầng	Pháp luật, khả năng của nhà cung cấp, cạnh tranh
3	Raj và Jeyaraj (2023)	Nhận thức hữu ích; Nhận thức dễ sử dụng; Khả năng tương thích.	Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Khả năng hấp thụ; Lean Principles; Hỗ trợ cơ sở hạ tầng; Chuyên gia; Niềm tin	Ảnh hưởng xã hội; Sự hỗ trợ của chính phủ; Sự hỗ trợ bên ngoài
4	Mukhopadhyay, Singh, và Jain (2024)	Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Lợi thế tương đối	Sự hỗ trợ của ban lãnh đạo; Sự sẵn sàng của tổ chức; Quy mô doanh nghiệp	Áp lực cạnh tranh
5	Asiaei và Rahim (2019)	Bảo mật dữ liệu, Sẵn sàng về công nghệ	Sự hỗ trợ của ban quản lý cấp cao, Tính sáng tạo	Áp lực cạnh tranh
6	A. Lutfi và cộng sự (2022)	Lợi thế tương đối, Độ phức tạp, Bảo mật	Hỗ trợ quản lý cấp cao, Sự sẵn sàng của tổ chức	Hỗ trợ của chính phủ
7	Srivastava và cộng sự (2022)	Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích	Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Nguồn lực nội bộ; Năng lực của đội ngũ giảng viên	Hỗ trợ của chính phủ; Áp lực của ngành
8	Kumar Bhardwaj, Garg, và Gajpal (2021)	Sự sẵn sàng công nghệ	Sự hỗ trợ quản lý cấp cao Bảo mật, an toàn Mối quan tâm về chi phí	Chính sách của chính phủ Sự hỗ trợ của đối tác

STT	Nguồn	Yếu tố công nghệ	Yếu tố tổ chức	Yếu tố môi trường
9	Lorente-Martínez, Navío-Marco, và Rodrigo-Moya (2020)	Nhận thức hữu ích (Hiệu quả; Cảm nhận chất lượng dịch vụ; Khả năng tương thích) Nhận thức dễ sử dụng (Độ phức tạp; Thoải mái khi sử dụng)	Đặc điểm lãnh đạo (Thái độ đối với việc áp dụng; Sự hỗ trợ của ban lãnh đạo; Mức độ sáng tạo) Tính khả dụng của công nghệ; Nhận thức nguồn lực tài chính)	Áp lực cạnh tranh Thái độ của khách hàng Nhận thức về sự sẵn sàng
10	Arnold và Voigt (2019)	Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Nhận thức những thách thức;	Quy mô doanh nghiệp; Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Khả năng hấp thụ;	Áp lực cạnh tranh; Sự không chắc chắn của môi trường kinh doanh; Nhận thức sự hỗ trợ từ bên ngoài.

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024).



Hình PL6: Tổng hợp các biến được sử dụng trong các tài liệu nghiên cứu về ứng dụng công nghiệp 4.0

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2024).

PHỤ LỤC 2: Lược khảo một số nghiên cứu kết hợp mô hình TOE - DOI

Nghiên cứu & Tác giả	Biến phân tích	Phương pháp nghiên cứu	Dữ liệu và bối cảnh	Kết quả của nghiên cứu	Hạn chế của nghiên cứu
Mô hình tích hợp về việc áp dụng hệ thống thông tin trong các doanh nghiệp nhỏ (Thong, 1999)	+ Đặc điểm CEO: Tính sáng tạo, đổi mới của CEO; Hiểu biết của CEO về hệ thống thông tin. + Đặc điểm hệ thống thông tin: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Sự phức tạp của hệ thống thông tin. + Đặc điểm tổ chức: Quy mô doanh nghiệp; Kiến thức của nhân viên về hệ thống thông tin; Cường độ thông tin. + Đặc điểm môi trường: Cạnh tranh.	- Kiểm định T, phân tích nhân tố (FA); - Phân tích phân biệt (DA); - Partial least squares (PLS)	166 doanh nghiệp nhỏ	+ Đặc điểm CEO; Đặc điểm của hệ thống thông tin; Đặc điểm tổ chức có tầm quan trọng hàng đầu trong việc quyết định áp dụng hệ thống thông tin. + Cường độ thông tin và cạnh tranh không ảnh hưởng trực tiếp đến quyết định áp dụng hệ thống thông tin, tuy nhiên có khả năng ảnh hưởng gián tiếp thông qua các đặc điểm được nhận thức của hệ thống thông tin.	+ Không thể đo lường trực tiếp nhận thức của CEO tại thời điểm áp dụng hệ thống thông tin. + Do tính chất cắt ngang của nghiên cứu nên hướng của quan hệ nhân quả chỉ có thể được suy ra, cần nghiên cứu theo chiều dọc để xác định mối quan hệ nhân quả rõ ràng hơn. + Việc vận hành hóa mức độ áp dụng hệ thống thông tin có thể được tăng cường nếu lực lượng đầu tư cho hệ thống được đo lường. + Một số biến số khác có thể ảnh hưởng đến việc áp dụng như: Khả năng thử nghiệm.
Phổ biến đổi mới trong bối cảnh toàn cầu: Các yếu tố	+ Đặc điểm đổi mới: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Chi phí; Mối quan tâm về an ninh.	Phân tích nhân tố khẳng định CFA; mô hình nhân tố bậc hai; SEM	1415 công ty từ 6 quốc	+ Khả năng tương thích là động lực mạnh nhất ảnh hưởng đến quyết định áp dụng kinh doanh điện tử.	+ Nghiên cứu áp dụng thiết kế cắt ngang, vì vậy chỉ có thể kiểm tra mối liên hệ giữa các

quyết định quá trình áp dụng chuyển đổi số của các nước Châu Âu (<i>Zhu và cộng sự, 2006</i>)	+ TOE: Năng lực công nghệ; Quy mô tổ chức; Áp lực cạnh tranh; Sự sẵn sàng của đối tác.		gia Châu Âu	+ Mối lo ngại về an ninh và vượt xa chi phí là các yếu tố cản trở việc áp dụng. + Năng lực công nghệ; sự sẵn sàng của đối tác và áp lực cạnh tranh có ảnh hưởng đáng kể đến việc áp dụng kinh doanh điện tử.	cấu trúc chứ không phải mối quan hệ nhân quả của chúng. + Ngoài các đặc điểm đổi mới và yếu tố bối cảnh được xem xét trong nghiên cứu thì vẫn có thể có các yếu tố khác.
Hiểu các yếu tố quyết định đến việc áp dụng nhận dạng qua tần số vô tuyến (RFID) trong ngành sản xuất (Y. M. Wang, Wang, & Yang, 2010)	+ Bối cảnh công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Sự phức tạp. + Bối cảnh tổ chức: Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Quy mô doanh nghiệp; Năng lực công nghệ. + Bối cảnh môi trường: Áp lực cạnh tranh; Áp lực đối tác thương mại; Cường độ thông tin.	Phân tích nhân tố (FA); hồi quy logistic	Khảo sát qua email 133 công ty sản xuất tại Đài Loan	+ Việc một công ty có triển khai RFID trong ngành sản xuất hay không phụ thuộc vào bối cảnh công nghệ, tổ chức và môi trường của công ty. + Cường độ thông tin, độ phức tạp, khả năng tương thích, quy mô công ty, áp lực cạnh tranh, áp lực đối tác thương mại được coi là những yếu tố quyết định quan trọng đối với việc áp dụng, trong đó cường độ và độ phức tạp của thông tin là những yếu tố cản trở việc áp dụng RFID. + Lợi thế tương đối, hỗ trợ của ban quản lý cấp cao, năng lực công nghệ là những yếu tố ảnh hưởng không đáng kể đến việc áp dụng RFID.	+ Số lượng mẫu ít, không đủ để khái quát hóa cho toàn bộ ngành sản xuất trên thế giới. + Nghiên cứu này sử dụng kỹ thuật hồi quy logistic để xác định các yếu tố dự báo phân biệt giữa người chấp nhận và người không chấp nhận, kỹ thuật này chỉ tập trung vào mối quan hệ duy nhất giữa các biến độc lập và biến phụ thuộc, vì vậy mối tương quan giữa các biến độc lập không được phân tích trong nghiên cứu này.

Các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ áp dụng hợp tác thương mại: trường hợp nghiên cứu thực nghiệm (Chong và cộng sự, 2009)	+ Thuộc tính đổi mới: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Độ phức tạp. + Bối cảnh môi trường: Kỳ vọng về xu hướng thị trường; Áp lực cạnh tranh. + Văn hóa chia sẻ thông tin: Niềm tin; Phân phối thông tin; Giải thích thông tin. + Sự sẵn sàng của tổ chức: Hỗ trợ của ban lãnh đạo cấp cao; Tính khả thi; Đặc điểm người phụ trách dự án.	Phân tích nhân tố (FA); Mô hình hồi quy OLS	109 doanh nghiệp tại Malaysia	+ Văn hóa chia sẻ thông tin, sự sẵn sàng của tổ chức và môi trường bên ngoài có liên quan tích cực đến mức độ áp dụng thương mại điện tử. + Yếu tố đổi mới được coi là một yếu tố quyết định không đáng kể đối với việc áp dụng thương mại điện tử. + Văn hóa chia sẻ thông tin, sự sẵn sàng của tổ chức và môi trường bên ngoài được cho là có liên quan chặt chẽ với việc áp dụng hợp tác thương mại.	+ Hạn chế về khu vực nghiên cứu và kích thước mẫu. Có thể mở rộng nghiên cứu so sánh giữa các quốc gia. + Có rủi ro là các yếu tố quan trọng khác chưa được đưa vào mô hình. Các biến bổ sung như sức mạnh của đối tác đã được thực hiện trong các nghiên cứu hiện tại về áp dụng hợp tác thương mại có thể được kiểm tra thêm trong nghiên cứu này. + Chưa xem xét lợi ích về mặt tài chính, hoạt động, mối quan hệ của việc triển khai hợp tác thương mại.
Việc áp dụng Công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp nhỏ và vừa (SMEs) tại Malaysia (Shahzad và cộng sự, 2023)	+ Công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích. + Tổ chức: Sự sẵn sàng của tổ chức, Sự hỗ trợ từ lãnh đạo cấp cao. + Môi trường: Áp lực cạnh tranh; Quy định chính phủ. + Ứng dụng công nghiệp 4.0.	PLS-SEM	123 SMEs tại Malaysia	Kết quả nghiên cứu xác nhận rằng lợi thế tương đối, khả năng tương thích, áp lực cạnh tranh và sự hỗ trợ của lãnh đạo cấp cao là các yếu tố dự báo quan trọng ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Số lượng mẫu còn hạn chế, chưa thể đại diện được hết cho SMEs tại Malaysia. Các mẫu khảo sát trải rộng trên tất cả các lĩnh vực và không tập trung vào ngành sản xuất, nơi công nghệ cách mạng công nghiệp 4.0 được áp dụng nhiều nhất.

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023)

PHỤ LỤC 3: Lược khảo và tổng hợp các nghiên cứu trước có liên quan

STT	Tác giả	Tên bài báo	Sản phẩm/ Bối cảnh/ Phạm vi	Phương pháp nghiên cứu	Cỡ mẫu/ Đối tượng khảo sát	Lý thuyết nền	Biến độc lập	Biến trung gian	Biến phụ thuộc	Biết điều tiết	Kết quả nghiên cứu	Hạn chế/ Hướng nghiên cứu tương lai
1	Asrol (2024)	Industry 4.0 Adoption in Supply Chain Operations: A Systematic Literature Review	Đánh giá tổng quan tài liệu về mức độ sẵn sàng và trưởng thành của việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong chuỗi cung ứng	Đánh giá tài liệu có hệ thống. VOSviewer Phương pháp PRISMA	525 bài báo						1. Nghiên cứu này đã đề xuất năm khía cạnh toàn diện để nắm bắt các hoạt động chuỗi cung ứng: công nghệ và cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (IT), tích hợp và phối hợp chuỗi cung ứng, hoạt động sản xuất và tồn kho, lãnh đạo và nguồn nhân lực, và tính bền vững.	1. Nghiên cứu tương lai cần xác minh và phân tích thực nghiệm là cần thiết để hiểu sâu sắc hơn về sự sẵn sàng và mô hình trưởng thành của công nghiệp 4.0
2	Virmani và cộng sự (2023)	Adoption of industry 4.0 evidence in emerging economy: Behavioral reasoning	Tổ chức doanh nghiệp ở các ngành sản xuất	Định lượng	215 phản hồi được thu thập từ các ngành sản xuất	Lý thuyết lý do hành vi (BRT)	1. Giá trị	1. Thái độ đối với việc áp dụng 2. Lý do ủng hộ	Ý định ứng dụng công nghiệp 4.0	Loại hình doanh nghiệp	1. Lý do ủng hộ (RF) có mối quan hệ tích cực với thái độ và ý định.	1. Kết quả nghiên cứu chỉ được tính toán cho các ngành công nghiệp ở Ấn Độ, nên không thể tổng quát hóa và kết quả có thể thay đổi tùy theo vị trí địa lý.

		theory perspective	tại Ấn Độ					3. Lý do từ chối			2. Lý do phản đối (RA) không có mối quan hệ đáng kể với ý định. 3. Thái độ đóng vai trò trung gian toàn phần giữa lý do phản đối và ý định. 4. Lý do phản đối có vai trò trung gian toàn phần giữa giá trị và thái độ.	Ngoài ra, do dữ liệu theo chiều cắt ngang được thu thập và phân tích, kết quả có thể bị thiên lệch do ảnh hưởng của yếu tố xã hội. 2. Nghiên cứu tương lai có thể kiểm chứng trên phạm vi toàn cầu và trong các lĩnh vực công nghiệp khác.
3	Ismail và cộng sự (2023)	A Conceptual Analysis of the Technology, Organisation, Environment, Readiness and Industry 4.0 Adoption in Malaysia Small and Medium Enterprises	SMEs tại Malaysia	Định tính	Tài liệu học thuật, bài báo	Lý thuyết DOI Khung lý thuyết TOE	1. Công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Khả năng thử nghiệm; Khả năng quan sát 2. Tổ chức: Cường độ thông tin; Hỗ trợ từ quản lý cấp cao; Năng lực tổ chức;	Sẵn sàng công nghiệp 4.0	Ứng dụng công nghiệp 4.0		1. Đề xuất khung nghiên cứu để xác định mối quan hệ giữa công nghệ, tổ chức, môi trường đến ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua trung gian sự sẵn sàng	1. Hạn chế về phạm vi tài liệu. 2. Hướng nghiên cứu tương lai: Bài báo này đề xuất xem xét cách công nghệ, tổ chức, môi trường, sự sẵn sàng cho Công nghiệp 4.0 và việc ứng dụng Công nghiệp 4.0 có liên quan với nhau như thế nào? Bổ sung thêm các nghiên cứu thực nghiệm để đánh giá khung nghiên cứu này.

							Khả năng hấp thụ 3. Môi trường: Áp lực cạnh tranh; Đối tác kinh doanh; Hỗ trợ bên ngoài; Hỗ trợ chính phủ					
4	Wessels và Jokonya (2022)	Factors affecting the Adoption of Big Data as a Service in SMEs	Big data SMEs	Định tính Phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu (SLR)	40 bài paper trên các tạp chí uy tín Giai đoạn 2014 – 2020	Khung lý thuyết TOE	1. Bối cảnh công nghệ: Bảo mật; Độ phức tạp; Khả năng tương thích; Chi phí; Lợi thế tương đối; Tài nguyên công nghệ 2. Bối cảnh tổ chức: Kiến thức nhân viên; Sẵn sàng tổ chức; Chi phí tài chính; Hỗ trợ quản lý cấp cao; Cơ sở hạ tầng;	Áp dụng Bdaas		1. Các yếu tố công nghệ: mối lo ngại về bảo mật/quyền riêng tư, sự phức tạp, chi phí và tài nguyên; 2. Các yếu tố tổ chức: Sự sẵn sàng của tổ chức, kiến thức của nhân viên, chi phí tài chính và cơ sở hạ tầng; 3. Các yếu tố môi trường: pháp luật, khả năng của nhà cung cấp và cạnh tranh ảnh hưởng đến việc áp dụng BDaaS trong SMMEs	1. Các nghiên cứu tiếp theo có thể kiểm định lại các mối quan hệ bằng phương pháp định lượng 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc áp dụng BDaaS trong các SMEMs bằng cách sử dụng các phương pháp nghiên cứu khác	

							Quy mô doanh nghiệp 3. Bối cảnh môi trường: Cạnh tranh; Áp lực bên ngoài; Pháp luật; Khả năng nhà cung cấp; Xu hướng thị trường; Nhu cầu khách hàng					
5	Raj và Jeyaraj (2023)	Antecedents and consequents of industry 4.0 adoption using technology, organization and environment (TOE) framework: A meta-analysis	Tổng hợp khung lý thuyết	Định tính	22 Tài liệu học thuật, bài báo khoa học	Khung lý thuyết TOE	1. Bối cảnh công nghệ: Nhận thức hữu ích; Nhận thức dễ sử dụng; Khả năng tương thích. 2. Bối cảnh tổ chức: Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Khả năng hấp thụ; Lean Principles; Hỗ trợ cơ sở hạ tầng; Chuyên gia; Niềm tin 3. Bối cảnh môi trường: Ảnh hưởng xã hội; Sự hỗ trợ của chính	Ứng dụng công nghiệp 4.0	Hệ quả từ việc triển khai công nghiệp 4.0: Hiệu suất hoạt động; Hiệu quả tài chính; Tính bền vững; Tích hợp		Nghiên cứu xác định 12 tiền đề đại diện cho các bối cảnh công nghệ, tổ chức, môi trường và 4 hệ quả từ việc triển khai công nghiệp 4.0	1. Hạn chế về nguồn dữ liệu phân tích, và số lượng bài báo phân tích. Nghiên cứu tương lai có thể mở rộng thêm các nguồn dữ liệu khác và tăng cỡ mẫu nghiên cứu 2. Nghiên cứu này không bao gồm phân tích tổng hợp của yếu tố điều tiết. Các nghiên cứu trong tương lai có thể xem xét tác động của các yếu tố điều tiết tiềm năng như văn hóa tổ

							phủ; Sự hỗ trợ bên ngoài					chức; đặc điểm lãnh đạo,... 3. Nghiên cứu này đã sử dụng khuôn khổ TOE để nắm bắt các tiền đề của việc ứng dụng công nghiệp 4.0. Các nghiên cứu trong tương lai có thể cố gắng kết hợp các quan điểm lý thuyết khác để có thêm hiểu biết sâu sắc hoặc đưa ra các giải thích lý thuyết khác nhau về việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức.
6	Maroufkhan, Iranmanesh, và Ghobakhloo (2022)	Determinants of big data analytics adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs)	Big data Analytics (BDA) SMEs	Định lượng: Kỹ thuật phát tích hồi quy bình phương nhỏ nhất một phần (PLS)	117 SMEs trong lĩnh vực sản xuất	Khung lý thuyết TOE	Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Sẵn sàng tổ chức	Sự hỗ trợ quản lý cấp cao	Áp dụng công nghệ phân tích dữ liệu lớn	Nhân tố môi trường	Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao làm trung gian cho mối quan hệ tác động giữa các yếu tố công nghệ và tổ chức đến áp dụng BDA những ảnh hưởng của các yếu tố Các yếu tố môi trường có vai trò điều tiết trong mối quan hệ tác	Mô hình TOE đã được tái cấu trúc và kiểm nghiệm trong bối cảnh áp dụng BDA, mẫu nghiên cứu giới hạn ở các doanh nghiệp SMEs. Các nghiên cứu tương lai cần kiểm định lại vai trò trung gian của Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao và vai trò điều tiết của yếu tố môi trường. Có thể mở rộng kiểm nghiệm mô hình ở các

											động của khả năng tương thích và sự sẵn sàng của tổ chức đến sự hỗ trợ của quản lý cấp cao doanh nghiệp quy mô lớn. Nghiên cứu thực hiện đánh giá tổng quan tài liệu chi tiết từ góc độ của TOE, mặc dù quy trình này được áp dụng rộng rãi nhưng vẫn còn hạn chế về dữ liệu vì vậy có thể thực hiện bổ sung tích hợp thêm các phương pháp khác, như lấy ý kiến chuyên gia để đánh giá một cách tổng quan hơn. Mức độ trưởng thành an ninh mạng là một yếu tố quan trọng giúp triển khai công nghiệp 4.0 vì vậy nghiên cứu tương lai có thể xem xét đánh giá vai trò của các rủi ro và khả năng bảo mật, an ninh mạng trong quy trình áp dụng triển khai BDA của SMEs.	
7	A. Lutfi và cộng sự (2022)	Factors influencing the adoption of big data analytics in	Big data (BD) SMEs tại Jordanian	Định lượng: PLS-SEM	116 SMEs tham gia khảo sát	Lý thuyết DOI và khung lý	1. Yếu tố công nghệ: Lợi thế tương đối		Áp dụng BD		Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng lợi thế tương đối, độ phức tạp, 1. Hạn chế về cỡ mẫu và đối tượng khảo sát. Nghiên cứu tương lai có thể xem xét nghiên cứu	

		the digital transformation era: Case study of Jordanian SMEs				thuyết TOE	Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Bảo mật 2. Yếu tố tổ chức: Sự hỗ trợ quản lý cấp cao Sự sẵn sàng của tổ chức 3. Yếu tố môi trường: Áp lực cạnh tranh; Quy định của chính phủ.			bảo mật, hỗ trợ quản lý cấp cao, sự sẵn sàng của tổ chức và hỗ trợ của chính phủ ảnh hưởng đến việc áp dụng BD, trong khi áp lực cạnh tranh và khả năng tương thích đường như có ảnh hưởng không đáng kể.	việc áp dụng BD ở các loại hình doanh nghiệp khác. Mở rộng nghiên cứu ở các quốc gia khác. 2. Dữ liệu thu thập cắt ngang nên hạn chế trong việc kiểm định các mối quan hệ nhân quả của các biến. 3. Nghiên cứu tương lai có thể xem xét thêm các yếu tố tác động tiềm năng khác, như: Hỗ trợ của nhà cung cấp; Văn hóa tổ chức; ảnh hưởng của đồng nghiệp; các biện kiểm soát khác, như: quy mô, lĩnh vực kinh doanh, độ tuổi của doanh nghiệp.
8	Mukhopadhyay, Singh, và Jain (2024)	Adoption of technology applications in organized retail outlets in India: A TOE model	Các doanh nghiệp trong ngành bán lẻ tại Ấn Độ	Định lượng: PLS-SEM	134 doanh nghiệp	Khung lý thuyết TOE	1. Bối cảnh công nghệ. 2. Bối cảnh tổ chức. 3. Bối cảnh môi trường.	Ý định áp dụng công nghệ		1. Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Lợi thế tương đối được xác định là các khía cạnh cần thiết trong bối cảnh công nghệ. 2. Sự hỗ trợ của ban lãnh	1. Dữ liệu cắt ngang thường chỉ ra thực tế là các mối liên hệ nhân quả được công nhận có thể khác nhau giữa các quốc gia, khu vực, ngành và lĩnh vực hoặc có thể không áp dụng được trong tương lai. Do đó, để tăng cường tác động của quan hệ nhân quả,

											đạo; Sự sẵn sàng của tổ chức; Quy mô là các yếu tố chi phối trong bối cảnh tổ chức. 3. Áp lực cạnh tranh có ý nghĩa đáng kể trong bối cảnh môi trường. 4. Các bối cảnh công nghệ; tổ chức; môi trường có tác động đáng kể đến ý định sử dụng công nghệ 4.0 trong các tổ chức bán lẻ tại Ấn Độ	cần bắt đầu các nghiên cứu theo chiều dọc. 2. Để hiểu rõ hơn về việc áp dụng công nghệ cho lĩnh vực bán lẻ có tổ chức, mô hình lý thuyết đã phát triển có thể được sử dụng làm nền tảng cho nghiên cứu trong tương lai. Có thể mở rộng nghiên cứu sang các lĩnh vực khác. 3. Trong tương lai, mô hình nghiên cứu cần được sửa đổi thêm bằng cách bổ sung một số biến/yếu tố với cuộc điều tra thực nghiệm chặt chẽ hơn. 4. Nghiên cứu được thực hiện trong một khu vực địa lý hạn chế và do đó, trong tương lai, một nghiên cứu xuyên quốc gia có thể được tiến hành để có được kết quả toàn diện. 5. Nghiên cứu có thể tập trung vào một số áp dụng công nghệ cụ thể

												(như: ERP, quản lý quan hệ khách hàng (CRM), v.v.) để hiểu ý định áp dụng của các nhà bán lẻ.
9	Christians en, Haddara, và Langseth (2022)	Factors Affecting Cloud ERP Adoption Decisions in Organizations	Hoạch định nguồn nhân lực doanh nghiệp trên nền tảng đám mây (Cloud ERP)	Định tính: Phân tích tài liệu có hệ thống	Bài báo khoa học	Lý thuyết DOI và TOE	1. Đặc điểm đối mới: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Khả năng thử nghiệm; Khả năng quan sát 2. Các yếu tố công nghệ: Chất lượng hệ thống; Bảo mật; Ràng buộc nhà cung cấp; Khả năng truy cập dữ liệu. 3. Các yếu tố tổ chức: Lợi thế tài chính; Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao. 4. Các yếu tố môi trường: Áp lực cạnh tranh; Môi trường pháp lý		Quyết định áp dụng Cluod ERP		Nghiên cứu xác định khung lý thuyết gồm 13 yếu tố tác động đến quyết định áp dụng Cloud ERP của tổ chức.	Tổng quan nghiên cứu xác định một khoảng trống liên quan đến việc thiếu các nghiên cứu trong bối cảnh của các doanh nghiệp lớn và sự thiếu phân biệt giữa các tổ chức vừa và nhỏ, điều này có thể được nghiên cứu sâu hơn trong tương lai.
10	Srivastava và cộng sự (2022)	Adopting Industry 4.0 by leveraging organisational factors	Ứng dụng công nghiệp 4.0 trong	Định lượng	134 phản hồi từ đội ngũ giảng	Khung lý thuyết TOE	Yếu tố công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích		Ứng dụng nhà máy học tập	Các yếu tố kiểm soát: Loại hình sở	Việc ứng dụng Công nghiệp 4.0 không tương quan với lợi thế	Nghiên cứu trong tương lai có thể xem xét các khía cạnh khác của việc ứng dụng Công nghiệp

			các viện giáo dục kỹ thuật (TEIs)		viên trong các viện giáo dục kỹ thuật khác nhau tại Ấn Độ		Yếu tố tổ chức: Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Nguồn lực nội bộ; Năng lực của đội ngũ giảng viên Yếu tố môi trường: Hỗ trợ của chính phủ; Áp lực của ngành		dựa trên công nghiệp 4.0	hữu; độ tuổi	tương đối và áp lực của ngành. Các yếu tố tổ chức, môi trường ảnh hưởng đến quyết định ứng dụng Công nghiệp 4.0 trong TEI.	4.0 bằng các lăng kính lý thuyết khác nhau. Nghiên cứu trong tương lai có thể xem xét mối liên hệ giữa những thách thức của quá trình chuyển đổi số và mức độ sẵn sàng của TEI đối với Công nghiệp 4.0
11	Kumar Bhardwaj, Garg, và Gajpal (2021)	Determinants of blockchain technology adoption in supply chains by small and medium enterprises (SMEs) in India	Sản phẩm công nghệ Blockchain in trong chuỗi cung ứng của SMEs tại các tiểu bang phía Bắc Ấn Độ.	Định lượng: Phân tích nhân tố xác nhận (CFA) và mô hình phương trình cấu trúc (SEM)	216 SMEs tại các tiểu bang phía bắc Ấn Độ	1. Mô hình TAM 2. Lý thuyết DOI Khung lý thuyết TOE	1. Đặc điểm đối mới: Lợi thế tương đối Khả năng tương thích Mức độ phức tạp 2. Bối cảnh công nghệ: Sự sẵn sàng công nghệ 3. Bối cảnh tổ chức: Sự hỗ trợ quản lý cấp cao Bảo mật, an toàn Mối quan tâm về chi phí 3. Bối cảnh môi trường:		Ý định áp dụng công nghệ Blockchain		1. Kết quả cho thấy lợi thế tương đối, khả năng tương thích của công nghệ, mức độ sẵn sàng của công nghệ, sự hỗ trợ của ban quản lý cấp cao, tính hữu ích được nhận thức và sự hỗ trợ của nhà cung cấp có ảnh hưởng tích cực đến ý định của các SME Ấn Độ trong việc áp dụng công nghệ blockchain 2. Mức độ phức tạp của	1. Nghiên cứu tương lai có thể thu thập dữ liệu theo chiều dọc để khám phá các yếu tố tác động đến việc áp dụng công nghệ Blockchain trong chuỗi cung ứng trên các loại tổ chức khác nhau. 2. Mở rộng khung lý thuyết TAM-TOE-DOI tích hợp được đề xuất khám phá thêm các yếu tố quyết định việc áp dụng Blockchain.

							Chính sách của chính phủ Sự hỗ trợ của đối tác 4. Đặc điểm cá nhân Nhận thức hữu ích Nhận thức dễ sử dụng				công nghệ và mối quan tâm về chi phí đóng vai trò là yếu tố cản trở đối với việc áp dụng công nghệ của các doanh nghiệp vừa và nhỏ 3. Mối quan tâm về bảo mật, nhận thức về tính dễ sử dụng và Quy định của chính phủ, không ảnh hưởng đến ý định áp dụng công nghệ.	
12	Lorente-Martínez, Navío-Marco, và Rodrigo-Moya (2020)	Analysis of the adoption of customer facing InStore technologies in retail SMEs	Công nghệ hướng tới khách hàng trong cửa hàng (CFIST) SMEs	Định lượng:	164 mẫu khảo sát SMEs	TOE TAM	1. Bối cảnh công nghệ: Nhận thức hữu ích (Hiệu quả; Cảm nhận chất lượng dịch vụ; Khả năng tương thích) Nhận thức dễ sử dụng (Độ phức tạp; Thoải mái khi sử dụng) 2. Bối cảnh tổ chức:		Ý định áp dụng công nghệ CFIST		1. Thái độ của CEO đối với công nghệ là yếu tố tiên đoán mạnh mẽ nhất về ý định áp dụng CFIST trong SMEs. 2. Sự tương thích có ảnh hưởng tiêu cực đến ý định áp dụng CFIST. Kết quả này không đồng nhất với	1. Nghiên cứu tập chung vào một tập hợp các công nghệ CFIST thay vì một công nghệ đơn lẻ, cụ thể nên có thể làm mờ các kết quả và gây hiểu nhầm cho đáp viên tham gia khảo sát. 2. Hạn chế về cỡ mẫu nghiên cứu. 3. Nghiên cứu tương lai có thể mở rộng đối tượng và phạm vi nghiên đề xem

							Đặc điểm lãnh đạo (Thái độ đối với việc áp dụng; Sự hỗ trợ của ban lãnh đạo; Mức độ sáng tạo) Tính khả dụng của công nghệ; Nhận thức nguồn lực tài chính) 3. Bối cảnh môi trường Áp lực cạnh tranh Thái độ của khách hàng Nhận thức về sự sẵn sàng				những kết quả nghiên cứu trước đây. 3. Nhận thức hữu ích và nhận thức dễ sử dụng có ảnh hưởng tích cực đến ý định áp dụng CFIST của các SME.	xét đánh giá sự khác biệt trong việc áp dụng công nghệ giữa các ngành bán lẻ khác nhau, loại hình doanh nghiệp khác nhau. 4. Có thể xem xét đánh giá việc áp dụng trên một sản phẩm công nghệ cụ thể.
13	Qin và cộng sự (2020)	Using a TAM-TOE model to explore factors of Building Information Modelling (BIM) adoption in the construction industry	Áp dụng công nghệ mô hình thông tin công trình (BIM) của các doanh nghiệp trong ngành xây dựng ở Trung Quốc	Phương pháp ra quyết định dựa trên thực nghiệm và đánh giá. (DEMATEL)	120 bảng khảo sát được phân tích	TAM TOE	1. Yếu tố công nghệ 2. Yếu tố kinh tế 3. Yếu tố tổ chức 4. Yếu tố môi trường	1. Nhận thức hữu ích 2. Nhận thức dễ sử dụng Ý định sử dụng BIM	Quyết định áp dụng BIM		1. Chính sách hỗ trợ từ chính phủ đóng vai trò quan trọng trong việc áp dụng BIM ở Trung Quốc. 2. Các yếu tố thuộc các bối cảnh công nghệ, kinh tế, tổ chức, môi trường, như: Tính tương thích; Áp lực cạnh tranh; Lợi tức đầu tư;	Nghiên cứu tiến hành phân tích chuyên sâu các biến số có tác động đến việc triển khai BIM trong ngành xây dựng ở Trung Quốc. Tuy nhiên mối quan hệ giữa các biến số có sự thay đổi theo sự phát triển của công nghệ BIM vì vậy các nghiên cứu tương lai có thể cập nhật các mô hình và kết quả nhằm xác định các vấn đề chính ở các giai

											Tính phổ biến; Tiêu chuẩn hóa BIM; có thể thúc đẩy sự thay đổi của các biến khác sau đó tác động đến ý định sử dụng BIM của công ty.	đoạn khác nhau trong việc áp dụng BIM.
14	Bakar và cộng sự (2020)	Adoption of Sustainable Technology in the Malaysian SMEs Sector: Does the Role of Government Matter?	SMEs tại Malaysia	PLS - SEM	263 SMEs	Lý thuyết hành động hợp lý (TRA)	Chính sách của chính phủ; Sự hỗ trợ của chính phủ; Trợ cấp của chính phủ	Thái độ của tổ chức; Đạo đức của tổ chức	Áp dụng công nghệ bền vững		Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng các chính sách và trợ cấp của chính phủ là quan trọng trong việc giải thích nhận thức của các SME Malaysia về việc áp dụng công nghệ bền vững. Thái độ tổ chức và đạo đức tổ chức có khả năng dự đoán việc áp dụng công nghệ bền vững của SMEs.	Các nghiên cứu tương lai có thể xem xét vai trò của chính phủ đối với việc ứng dụng công nghệ 4.0 trong bối cảnh các tổ chức, quy mô lớn. Các nghiên cứu tương lai có thể bổ sung xem xét thêm các yếu tố tác động khác.
15	Jensen và cộng sự (2019)	Drivers and Barriers for Industry 4.0	SMEs	Định lượng; Phương	308 SMEs		Động lực thúc đẩy công nghiệp	Sẵn sàng cho	Triển khai công		Các yếu tố thúc đẩy công nghiệp 4.0 có	Nghiên cứu trong tương lai cần phân tích sự khác biệt về

		Readiness and Practice: A SME Perspective with Empirical Evidence		pháp hồi quy			4.0; Rào cản công nghiệp 4.0	công nghiệp 4.0	nghiệp 4.0		vai trò thúc đẩy mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp. Các yếu tố rào cản công nghiệp 4.0 làm giảm mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp. Mối quan hệ đáng kể giữa mức độ sẵn sàng của Công nghiệp 4.0 và việc thực hành thực tế Công nghiệp 4.0.	sự sẵn sàng và triển khai công nghiệp 4.0 giữa các ngành công nghiệp và các quốc gia. Nghiên cứu trong tương lai có thể cung cấp các nghiên cứu chi tiết hơn về việc liệu một số công nghệ của công nghiệp 4.0 có thể sử dụng hiệu quả hơn ở một số ngành so với các ngành khác hay không? Có thể xem xét thêm các yếu tố ảnh hưởng khác.
16	Asiaei và Rahim (2019)	A multifaceted framework for adoption of cloud computing in Malaysian SMEs.	Điện toán đám mây SMEs Malaysia	Định tính: Đánh giá tổng qua tài liệu; phòng vấn chuyên gia Định lượng: PLS- SEM	209 SMEs của Malaysia	Khung lý thuyết TOE	Bối cảnh công nghệ: Bảo mật dữ liệu; Sự sẵn sàng công nghệ; Tiết kiệm chi phí Bối cảnh tổ chức: Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Tính sáng tạo/đổi mới Bối cảnh môi trường: Áp lực cạnh tranh; Hỗ trợ pháp lý	Ý định áp dụng Điện toán đám mây	Quyết định sử dụng thực tế	Biến kiểm soát: Độ tuổi; Loại hình; Vị trí	Kết quả nghiên cứu cho thấy bảo mật dữ liệu, mức độ sẵn sàng về công nghệ, sự hỗ trợ của ban quản lý cấp cao, áp lực cạnh tranh và tính sáng tạo là những yếu tố quan trọng nhất trong việc dự đoán việc áp dụng điện toán đám mây	Việc tập trung vào các doanh nghiệp vừa và nhỏ của Malaysia có thể làm giảm khả năng khái quát hóa của các phát hiện. Các nghiên cứu trong tương lai có thể kiểm định lại mối liên hệ giữa các yếu tố được nêu bật trong nghiên cứu này cũng như các lĩnh vực nghiên cứu có liên quan khác.

										tại các SMEs của Malaysia Kết quả chỉ ra rằng ý định áp dụng điện toán đám mây có thể đóng vai trò trung gian giữa các yếu tố TOE và việc sử dụng điện toán đám mây thực tế	Dữ liệu thu thập cắt ngang nên thiếu giá trị làm rõ theo thời gian. Các nghiên cứu trong tương lai có thể tiến hành khảo sát theo chiều dọc để khám phá các mối quan hệ liên quan, quan hệ nhân quả.
17	Arnold và Voigt (2019)	Determinants of industrial internet of things adoption in German manufacturing companies	Kết nối vạn vật trong công nghiệp (IIoT)	Định lượng: hồi quy logistic	197 doanh nghiệp sản xuất tại Đức	Khung lý thuyết TOE	1. Yếu tố công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Nhận thức những thách thức; 2. Yếu tố tổ chức: Quy mô doanh nghiệp; Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Khả năng hấp thụ; 3. Yếu tố môi trường:		Áp dụng IIoT	1. Lợi thế tương đối và khả năng tương thích có tác động tích cực đến quyết định áp dụng IIoT. 2. Nhận thức những thách thức không có ảnh hưởng đáng kể đến việc áp dụng IIoT. 3. Quy mô tổ chức không phải là yếu tố dự báo về việc áp dụng công nghệ của tổ chức.	1. Nghiên cứu chỉ chọn mẫu là các doanh nghiệp sản xuất của Đức. Vì IIoT cũng có liên quan đến nhiều công ty hoạt động trong các lĩnh vực khác nhau vì vậy nghiên cứu tương lai có thể xem xét đánh giá ở các lĩnh vực, khu vực quốc gia khác. 2. Các yếu tố ảnh hưởng được phân tích trong nghiên cứu này, chỉ đại diện cho một phần nhỏ các yếu tố quyết định đến việc áp dụng công nghệ. Do đó các nghiên cứu tương lai có thể xem xét đánh giá đến các

							Áp lực cạnh tranh; Sự không chắc chắn của môi trường kinh doanh; Nhận thức sự hỗ trợ từ bên ngoài.				4. Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao ảnh hưởng tích cực đến quyết định áp dụng. Khả năng tương thích ảnh hưởng không đáng kể đến quyết định của tổ chức 5. Sự không chắc chắn của môi trường; áp lực cạnh tranh có ảnh hưởng tích cực đến quyết định áp dụng. Sự hỗ trợ từ bên ngoài lại ảnh hưởng không đáng	yếu tố khác, ví dụ: cơ cấu tổ chức, văn hóa tổ chức, các yếu tố mới được xác định trong bối cảnh IIoT.
18	Alsheibani, Cheung, và Messom (2018)	Artificial Intelligence Adoption: AI-readiness at Firm-Level	Trí tuệ nhân tạo (AI)	Định tính: đánh giá tổng quan tài liệu, bài báo khoa học, phỏng vấn	Các quản lý từ cấp trung trở lên của các SMEs	Lý thuyết DOI và TOE	Sự sẵn sàng về công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích Sự sẵn sàng về tổ chức: Sự hỗ trợ của quản lý cấp cao; Quy mô tổ chức; Nguồn lực	Sự sẵn sàng cho AI	Áp dụng AI		Nghiên cứu xây dựng khung nghiên cứu về sự sẵn sàng cho AI trong các SMEs tại Úc	Có thể triển khai các nghiên cứu thực nghiệm trong tương lai để kiểm định lại khung mô hình lý thuyết mà nghiên cứu đề xuất.

							Sự sẵn sàng về môi trường: Áp lực cạnh tranh; Quy định của chính phủ					
19	A. A. Lutfi, Idris, và Mohamad (2016)	The Influence of Technological, Organizational and Environmental Factors on Accounting Information System Usage among Jordanian Small and Medium-sized Enterprises	Hệ thống thông tin kế toán (AIS) SMEs tại Jordanian	Định lượng: PLS-SEM	187 SMEs	Khung lý thuyết TOE	Bối cảnh công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích Bối cảnh tổ chức: Sự sẵn sàng tổ chức; Cam kết của lãnh đạo Bối cảnh môi trường: Áp lực cạnh tranh; Sự hỗ trợ của chính phủ; Mạng lưới (các yếu tố phi chính thức)		Sử dụng AIS		Khả năng tương thích có ảnh hưởng mạnh mẽ đến việc áp dụng AIS của SMEs. Lợi thế tương đối ảnh hưởng không đáng kể đến việc áp dụng AIS trong tổ chức. Mức độ tham gia của ban lãnh đạo vào việc sử dụng AIS có ảnh hưởng tích cực đến việc sử dụng. Công ty có nhiều nguồn lực hơn thì sẽ triển khai AIS Các yếu tố môi trường có ảnh hưởng tích cực đến việc sử dụng AIS	Đối tượng nghiên cứu chỉ giới hạn ở các doanh nghiệp SMEs ở Jordanian. Nghiên cứu trong tương lai có thể mở rộng đối tượng, lĩnh vực và phạm vi. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu cắt ngang, nên mỗi nhân quả giữa các yếu tố chưa được thiết lập. Có thể khám phá thêm tác động của các yếu tố khác đến việc sử dụng AIS, như: Văn hóa tổ chức; quy mô công ty; hỗ trợ bên ngoài. Nghiên cứu trong tương lai có thể tìm hiểu bức tranh toàn diện hơn về sự khuếch tán và tác động sau khi áp dụng của AIS, bằng cách kết hợp các yếu tố TOE, để đánh giá AISU như một giai đoạn quan trọng của việc tạo ra tác

												động ở cấp độ công ty.
20	Yang và cộng sự (2015)	Understanding SaaS adoption from the perspective of organizational users: A tripod readiness model	Software-as-a-service (SaaS) Cloud Người dùng tổ chức	Định lượng: PLS-SEM	173 doanh nghiệp	Khung lý thuyết TOE DOI TAM	Sự sẵn sàng về tổ chức: Cơ sở hạ tầng CNTT; Hỗ trợ quản lý cấp cao. Sự sẵn sàng về công nghệ: Lợi thế tương đối; Sự đơn giản; Khả năng thử nghiệm; Khả năng tương thích. Sự sẵn sàng về môi trường: Áp lực đối thủ cạnh tranh; Áp lực đối tác.	Sự sẵn sàng SaaS	+ Thái độ đối với việc sử dụng SaaS + Ý định sử dụng SaaS		Tổ chức áp dụng SaaS, họ cần phẩm sẵn sàng 3 khía cạnh công nghệ, tổ chức, môi trường.	Hạn chế về quy mô mẫu nên không thể thực hiện phân tích đa nhóm; hạn chế về phạm vi nghiên cứu. Nghiên cứu chỉ thực hiện ở 1 quốc gia nên có thể không đại diện được cho các quốc gia khác. Nghiên cứu tương lai có thể mở rộng thu thập cỡ mẫu lớn hơn. Ngoài các đặc điểm tổ chức, nghiên cứu tương lai có thể xem xét thêm các yếu tố đặc điểm của nhà lãnh đạo, những người tham gia vào quyết định của tổ chức.
21	Agrawal (2015)	Investigating the determinants of Big Data Analytics (BDA) adoption in Asian emerging economies	Phân tích dữ liệu lớn (BDA) Bối cảnh doanh nghiệp từ 2 nền kinh tế mới nổi	Định lượng: Hồi quy Logistic	106 tổ chức doanh nghiệp	Khung TOE Lý thuyết DOI Lý thuyết thể chế	1. Yếu tố công nghệ: Độ phức tạp Khả năng tương thích Lợi thế tương đối 2. Yếu tố tổ chức:		Áp dụng BDA		1. Độ phức tạp; Tính tương thích; Sự hỗ trợ pháp lý, Quy mô tổ chức; Cường độ cạnh tranh; Sự bất ổn của môi trường là các yếu tố quan trọng ảnh	1. Nghiên cứu còn hạn chế về phạm vi và kích thước mẫu do vậy chưa khái quát hóa được kết quả cho các khu vực khác trên thế giới. Do vậy nghiên cứu tương lai có thể mở

			lớn của châu Á là Trung Quốc và Ấn Độ				Năng lực nguồn lực công nghệ Quy mô tổ chức Khả năng hấp thụ 3. Yếu tố môi trường Sự bất ổn về môi trường Cường độ cạnh tranh Pháp lý hỗ trợ				hướng đến quyết định áp dụng BDA trong đó Độ phức tạp và Sự hỗ trợ pháp lý là các yếu tố tác động mạnh nhất. 2. Lợi thế tương đối; Năng lực hấp thụ; Năng lực công nghệ là các yếu tố ảnh hưởng không đáng kể đến quyết định áp dụng.	rộng phạm vi nghiên cứu. 2. Nghiên cứu chỉ tập trung vào mối quan hệ đơn lẻ giữa biến độc lập và biến phụ thuộc, các mối quan hệ giữa các biến độc lập chưa được phân tích. Nghiên cứu tương lai có thể mở rộng để đánh giá một chuỗi các mối quan hệ phụ thuộc trong mô hình dự đoán để nâng cao hiểu biết về mối quan hệ nhân quả và sự tương tác giữa các yếu tố dự đoán.
22	Amini và Bakri (2015)	Cloud computing adoption by SMEs in the Malaysia: A multi-perspective framework based on DOI theory and TOE framework	Điện toán đám mây (CC) Doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Malaysia	Định tính và định lượng (PLS-SEM)	Khảo sát 22 doanh nghiệp, thu về 77 phiếu hợp lệ	Lý thuyết DOI và Khung TOE	Lợi thế tương đối Khả năng tương thích Bảo mật an toàn Tiết kiệm chi phí Sự sẵn sàng công nghệ Sự hỗ trợ quản lý cấp cao Áp lực cạnh tranh Chính sách hỗ trợ		Áp dụng công nghệ điện toán đám mây		Kết quả của nghiên cứu này đã cho thấy lợi thế tương đối, khả năng tương thích, mối quan tâm về bảo mật, tiết kiệm chi phí, mức độ sẵn sàng của công nghệ, hỗ trợ của nhà quản lý cấp cao, áp lực cạnh tranh	Số lượng mẫu phân tích của nghiên cứu còn hạn chế về mặt số lượng. Nghiên cứu tương lai có thể mở rộng phạm vi và thu thập số lượng mẫu lớn hơn để kết quả nghiên cứu mang tính khái quát hơn.

											và hỗ trợ theo quy định đã được chứng minh là có ảnh hưởng đáng kể đến việc áp dụng CC cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ	
23	Lada và cộng sự (2023)	Determining factors related to artificial intelligence (AI) adoption among Malaysia's small and medium-sized businesses	Trí tuệ nhân tạo (AI), SMEs Malaysia	Định lượng, PLS-SEM	196 đáp viên đại diện cho các SMEs		Yếu tố bên trong: Cam kết của ban lãnh đạo cấp cao; Sự sẵn sàng của tổ chức; Khả năng thích ứng của nhân viên; Yếu tố bên ngoài: Áp lực cạnh tranh Sự hỗ trợ bên ngoài		Áp dụng trí tuệ nhân tạo		Cam kết của ban lãnh đạo cấp cao; sự sẵn sàng của tổ chức tác động tích cực đến áp dụng AI của doanh nghiệp Áp lực cạnh tranh; khả năng thích ứng của nhân viên; sự hỗ trợ bên ngoài có tác động không đáng kể đến áp dụng AI	Hạn chế khác của nghiên cứu là quy mô mẫu nhỏ. Các nghiên cứu tương lai có thể mở rộng phạm vi nghiên cứu. Các nghiên cứu trong tương lai nên xem xét khả năng chấp nhận công nghệ AI từ một quan điểm khác, chẳng hạn như AI trong phát triển sản phẩm, hỗ trợ khách hàng, bán hàng và quảng cáo.
24	Yadegarid ehkordi và cộng sự (2020)	The impact of big data on firm performance in hotel industry	Big data; Nhà quản lý, chủ sở hữu của SMEs trong lĩnh vực nhà hàng khách	Định lượng; PLS - SEM		TOE; HOT-fit	Yếu tố công nghệ: Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Lợi thế tương đối Chi phí áp dụng Yếu tố tổ chức: Sự hỗ trợ của ban	Áp dụng Big data	Hiệu suất doanh nghiệp		Khả năng tương thích; lợi thế tương đối; hỗ trợ từ ban quản lý; nguồn lực tổ chức; quy mô tổ chức; áp lực bên ngoài; hỗ	Nghiên cứu tương lai có thể xem xét tác động của các biến nghiên cứu đến hiệu suất công ty và vai trò trung gian của áp dụng dữ liệu lớn. Đối tượng nghiên cứu của đề

			sản tại Malaysia				quan lý; Nguồn lực tổ chức; Quy mô tổ chức Yếu tố môi trường: Áp lực bên ngoài; Hỗ trợ từ bên ngoài; Mối quan tâm đến bảo mật và quyền riêng tư; Con người: Thay đổi hiệu quả; Chuyên môn về công nghệ thông tin.				trợ từ bên ngoài; mối quan tâm về bảo mật và quyền riêng tư; chuyên môn về công nghệ thông tin là các yếu tố quan trọng quyết định việc áp dụng dữ liệu lớn.	tài là quản lý/ chủ khách sạn vì vậy nghiên cứu tương lai có thể xem xét đến các bên liên quan khác
25	Maroufkhan, Wan Ismail, và Ghobakhloo (2020)	Big data analytics adoption model for small and medium enterprises	Big data	Định lượng PLS-SEM	112 SMEs sản xuất tại Iran	TOE; Lý thuyết nguồn lực	Yếu tố công nghệ: Lợi thế tương đối; Khả năng tương thích; Độ phức tạp; Rủi ro sử dụng; Khả năng thử nghiệm; Khả năng quan sát. Yếu tố tổ chức: Sự hỗ trợ của ban lãnh đạo;	Áp dụng phân tích dữ liệu lớn	Hiệu suất tài chính; Hiệu suất môi trường		Tác động trung gian của áp dụng phân tích dữ liệu lớn trong mối quan hệ giữa bối cảnh môi trường; tổ chức; công nghệ và hiệu suất doanh nghiệp. Các yếu tố công nghệ, tổ chức, môi trường là những yếu tố quyết định quan trọng đối với việc áp dụng phân tích	Hạn chế về phạm vi nghiên cứu tại bối cảnh các SMEs ở Iran. Nghiên cứu tương lai có thể kiểm định mô hình trong bối cảnh các quốc gia khác. Có thể xem xét thêm các yếu tố tác động khác của bối cảnh công nghệ, tổ chức, môi trường vì mô hình TOE linh động.

							Sẵn sàng tổ chức Yếu tố môi trường: Áp lực cạnh tranh; Sự hỗ trợ từ bên ngoài; Quy định chính phủ.				dữ liệu lớn của các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Iran.	
26	AL-Shboul (2019)	Towards better understanding of determinants logistical factors in SMEs for cloud ERP adoption in developing economies	Cloud ERP Các nước đang phát triển (Jordan, Lebanon, Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất, Ai Cập, Oman, Kuwait và Thổ Nhĩ Kỳ)	Định lượng, phân tích hồi quy logistic	131 giám đốc điều hành, quản lý công nghệ thông tin	TOE, DOI	Đặc điểm đổi mới: Lợi thế tương đối Khả năng tương thích Độ phức tạp Tạo giá trị Bối cảnh công nghệ Sẵn sàng công nghệ Mối quan tâm về bảo mật Rào cản kỹ thuật Bối cảnh tổ chức Hỗ trợ quản lý cấp cao Sẵn sàng của tổ chức	Áp dụng Cloud ERP		Các yếu tố: khả năng tương thích, Sẵn sàng công nghệ, rào cản kỹ thuật, sự hỗ trợ quản lý cấp cao, sẵn sàng tổ chức, áp lực cạnh tranh, quy mô doanh nghiệp là những yếu tố quyết định quan trọng tác động đến áp dụng cloud ERP Các yếu tố: lợi thế tương đối, tính phức tạp, giá trị tạo ra, tình trạng doanh nghiệp, hỗ trợ chính phủ, cơ sở hạ	Nghiên cứu trong tương lai có thể kết hợp nhiều mô hình lý thuyết để đánh giá tổng quan các yếu tố tác động đến áp dụng cloud ERP, Nghiên cứu còn hạn chế trong mối quan hệ giữa các biến độc lập và việc sử dụng các biến kiểm soát, điều tiết chưa được phân tích trong nghiên cứu. Vì vậy, các nghiên cứu tương lai có thể xem xét thêm các mối quan hệ tác động giữa các biến	

							Quy mô doanh nghiệp Tình trạng doanh nghiệp Bối cảnh môi trường Áp lực cạnh tranh Sự hỗ trợ của chính phủ Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin				tăng có tác động không đáng kể.	
27	Khayer và cộng sự (2021)	The adoption of cloud computing in small and medium enterprises: a developing country perspective	Cloud computing; SMEs	Định lượng, SEM	372 SMEs	TOE, UTAUT	Hiệu quả kỳ vọng Nỗ lực kỳ vọng Khả năng hấp thụ Sẵn sàng công nghệ Áp lực cạnh tranh Chính sách hỗ trợ Quyền riêng tư và bảo mật dữ liệu Nhận thức niềm tin	Áp dụng dịch vụ điện toán đám mây	Hiệu suất công ty	Biến kiểm soát: quy mô công ty; lĩnh vực kinh doanh; tuổi doanh nghiệp	Hiệu suất kỳ vọng; nỗ lực kỳ vọng; Khả năng hấp thụ; Bảo mật và quyền riêng tư dữ liệu; Sự tin tưởng; Sự sẵn sàng công nghệ tác động đến áp dụng điện toán đám mây. Áp lực cạnh tranh; Chính sách hỗ trợ ảnh hưởng không đáng kể đến áp dụng dịch vụ điện toán đám mây	Hạn chế về phạm vi nghiên cứu. Nghiên cứu tiếp cận dữ liệu theo chiều dọc. Nghiên cứu tương lai có thể thực hiện trên quy mô mẫu lớn hơn.

											của doanh nghiệp	
28	Shetty và Panda (2023)	Cloud adoption in Indian SMEs – an empirical analysis	Cloud computing; SMEs	Định lượng, mô hình cấu trúc SEM	317 SMEs Ấn Độ	TOE	Nhận thức hữu ích; Nhận thức dễ sử dụng; Sự sẵn sàng công nghệ; Hỗ trợ của ban quản lý cấp cao; Sự tin tưởng; Khả năng tương thích; Áp lực cạnh tranh;		Áp dụng điện toán đám mây		Nhận thức hữu ích; Nhận thức dễ sử dụng; sự sẵn sàng cho công nghệ; hỗ trợ từ quản lý cấp cao, sự tin tưởng tác động đến áp dụng CC; Khả năng tương thích; áp lực cạnh tranh ảnh hưởng không đáng kể Hiệu quả kinh tế đạt được thông qua việc giảm chi phí giao dịch nhờ áp dụng CC"	Mô hình tích hợp có thể cung cấp không gian cho các chiều hướng mới dựa trên danh mục và khu vực địa lý của các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Bài báo không đề cập đến quan điểm chuỗi cung ứng của việc áp dụng điện toán đám mây
29	Shqair và Altarazi (2022)	Evaluating the status of SMEs in Jordan with respect to Industry 4.0: a pilot study	Công nghiệp 4.0, SMEs	Định tính	SRL	Đánh giá tổng quan tài liệu	Các nước đang phát triển hầu hết đều thiếu nhận thức và kiến thức về công nghiệp 4.0 4 tiêu chí đánh giá việc ứng dụng công nghiệp 4.0: Mức độ sẵn sàng; mức độ trưởng		Ứng dụng công nghiệp 4.0		Kết quả: các doanh nghiệp tại Jordan chưa đủ trưởng thành cũng như chưa sẵn sàng để ứng dụng công nghiệp 4.0. Các yếu tố động lực: yêu cầu của khách	Một trong những hạn chế lớn của nghiên cứu này là số lượng câu trả lời trong bảng câu hỏi còn ít. Khuyến nghị là tăng quy mô mẫu và có sự tham gia của nhiều lĩnh vực khác nhau.

							thành; động lực và rào cản				hàng, giảm chi phí, đối thủ cạnh tranh sử dụng, cải thiện năng suất, cải thiện chất lượng. Các yếu tố rào cản: thiếu nhận thức và kiến thức.	Một số yếu tố cản trở được tìm thấy trong nghiên cứu này cần được điều tra thêm là thiếu bảo vệ dữ liệu, thiếu lực lượng lao động có trình độ, thiếu nguồn tài chính và thiếu sự hỗ trợ của chính phủ

PHỤ LỤC 4: Thang đo các khái niệm nghiên cứu (thang đo gốc)

Trong nghiên cứu, thang đo là công cụ mà các nhà nghiên cứu sử dụng để đo lường một khái niệm quan tâm. Thang đo các khái niệm trong nghiên cứu này được thừa kế từ các nghiên cứu trước, tác giả đã dịch ra Tiếng Việt nhờ sự hỗ trợ dịch thuật của một giảng viên khoa ngoại ngữ của Trường đại học Tài chính - Marketing. Khái niệm sẵn sàng công nghệ (TR), sẵn sàng tổ chức (OR), sẵn sàng môi trường (ER) là các cấu trúc bậc hai được kế thừa và phát triển từ thang đo gốc của Yang và cộng sự (2015); Polites, Roberts, và Thatcher (2012). Sẵn sàng công nghệ (TR) bao gồm bốn thành phần chính: lợi thế tương đối (RA), khả năng tương thích (CMP), khả năng thử nghiệm (TRI) (Agrawal, 2015; AlBar & Hoque, 2019), cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC) (Lutfi và cộng sự, 2022). Tương tự sẵn sàng tổ chức (OR) gồm bốn thành phần chính: hỗ trợ từ quản lý cấp cao (TMS), khả năng hấp thụ (AC) (Agostini & Nosella, 2019; AlBar & Hoque, 2019; Ooi và cộng sự, 2018; Premkumar & Roberts, 1999), nguồn lực tài chính (FR), cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (INF) (AlBar & Hoque, 2019; Premkumar & Ramamurthy, 1995). Sự sẵn sàng môi trường (ER) được đo lường qua ba thành phần chính: sự hỗ trợ của chính phủ (GS), áp lực cạnh tranh (CP) và sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES) (Agrawal, 2015; AlBar & Hoque, 2019; Lutfi và cộng sự, 2022).

Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng thang đo khoảng, thang đo thứ bậc và thang đo định danh (Stevens, 1951). Thang đo khoảng được sử dụng trong nghiên cứu là thang đo Likert (Likert, 1932) hay còn được gọi là thang đo lấy tổng, dùng để đo lường một tập hợp các phát biểu của một khái niệm trong nghiên cứu. Thang Likert đo lường mức độ đồng ý của nhóm đối tượng nghiên cứu, câu trả lời biến thiên từ hoàn toàn phản đối (Rất không đồng ý) đến hoàn toàn đồng ý (Rất đồng ý), với mức điểm là 5. Dạng thang đo định danh là thang đo dùng để xếp loại, nó không có ý nghĩa về mặt lượng, mục đích sử dụng thang đo này để mô tả đặc điểm của đối tượng nghiên cứu, như: lĩnh vực và thị trường hoạt động. Thang đo thứ bậc được dùng để so sánh thứ tự, không có ý nghĩa về mặt lượng, mục đích sử dụng thang đo này trong nghiên cứu là sắp xếp đặc điểm của mẫu, như: tuổi doanh nghiệp, số lượng lao động.

Bảng câu hỏi nghiên cứu được tác giả thiết kế thành bốn phần: Phần 1 - mô tả giới thiệu về việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp vừa và nhỏ, Phần 2 - gan

lọc, tác giả sử dụng các câu hỏi gạn lọc để lựa chọn đúng đối tượng nghiên cứu là những người ở cấp quản lý hoặc chủ sở hữu của doanh nghiệp và doanh nghiệp hiện đang ứng dụng một số sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0. Phần 3 - nội dung chính, để thu thập ý kiến của đáp viên tham gia khảo sát, câu hỏi được xây dựng đơn nghĩa, dễ hiểu, đúng nội hàm của các khái niệm trong nghiên cứu. Phần 4 - thông tin chung, các câu hỏi thu thập thông tin về đặc điểm của mẫu, như: số lượng lao động, độ tuổi doanh nghiệp, lĩnh vực ngành nghề, thị trường hoạt động.

Bảng PL11: Tổng hợp thang đo gốc sử dụng trong nghiên cứu

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Tạm dịch	Nguồn trích dẫn
Sẵn sàng công nghệ (TR)				
Lợi thế tương đối (RA) <i>Relative advantage</i>	RA1	BD enables our business to appropriately manage supply chain risks.	Dữ liệu lớn cho phép doanh nghiệp của chúng tôi quản lý rủi ro chuỗi cung ứng một cách hợp lý.	Agrawal (2015); Lutfi và cộng sự (2022)
	RA2	BD would enable our business to respond faster than competitors would to changing environments.	Dữ liệu lớn sẽ giúp hoạt động kinh doanh của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với các đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường.	
	RA3	BD would enable our business to deliver product precisely on-time delivery to final customers.	Dữ liệu lớn cho phép hoạt động kinh doanh của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác, đúng thời hạn đến người tiêu dùng cuối cùng.	
	RA4	The technology will allow us to cut costs in our operations.	Công nghệ sẽ cho phép chúng tôi cắt giảm chi phí trong hoạt động.	
	RA5	Adoption of the technology will provide timely information for decision making.	Việc ứng dụng công nghệ sẽ cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định.	
Khả năng tương thích (CMP) <i>Compatibility</i>	CMP1	Existing beliefs/values of my organization are consistent with the changes introduced by BDA technology.	Niềm tin/ giá trị hiện tại của tổ chức nhất quán với những thay đổi bởi công nghệ phân tích dữ liệu lớn.	Agrawal (2015)
	CMP2	BDA technology is compatible with existing infrastructure.	Công nghệ phân tích dữ liệu lớn tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có.	
	CMP3	The changes introduced by BDA are consistent with existing practices.	Những thay đổi bởi phân tích dữ liệu lớn phù hợp với thông lệ hiện có.	
	CMP4	The development of BDA system is compatible with the existing experiences of my organization on similar systems.	Việc triển khai hệ thống phân tích dữ liệu lớn tương thích với kinh nghiệm hiện tại của tổ chức tôi trên các hệ thống tương tự.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Tạm dịch	Nguồn trích dẫn
Khả năng thử nghiệm (TRI) <i>Trialability</i>	TRI1	The organization conducts experiment on cloud ERP service applications before deciding whether to use it.	Tổ chức tiến hành thử nghiệm các ứng dụng dịch vụ Cloud ERP trước khi quyết định có sử dụng nó hay không.	AlBar và Hoque (2019); Kendall và cộng sự (2001)
	TRI2	We were allowed to use cloud ERP services on an experimental basis long enough to understand how it fits into the organization.	Chúng tôi đã được cho phép sử dụng dịch vụ Cloud ERP trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu nó phù hợp với tổ chức như thế nào.	
	TRI3	It is easy to correct mistakes when using cloud ERP.	Dễ dàng sửa lỗi khi sử dụng Cloud ERP.	
Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC) <i>Perceived Security</i>	SC1	Use of the blockchain-based system is technically secure.	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain là an toàn về mặt kỹ thuật.	Kumar và cộng sự (2021); Lutfi và cộng sự (2022); Abed (2020); Salleh & Janczewski (2016)
	SC2	Use of the blockchain-based system is robust in terms of application.	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong ứng dụng.	
	SC3	I have confidence in the system.	Tôi có sự tin tưởng vào hệ thống này.	
	SC4	I believe in the system for the confidentiality of data.	Tôi tin rằng hệ thống bảo mật dữ liệu.	
Sẵn sàng tổ chức (OR)				
Hỗ trợ quản lý cấp cao (TMS) <i>Top Management Support</i>	TMS1	The owner or manager enthusiastically supports the adoption of these new technologies.	Chủ sở hữu hoặc người quản lý nhiệt tình ủng hộ việc ứng dụng các công nghệ mới này.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Roberts (1999)
	TMS2	The owner or manager has allocated adequate resources to adoption of these new technologies.	Chủ sở hữu hoặc người quản lý đã phân bổ đủ nguồn lực để ứng dụng các công nghệ mới này.	
	TMS3	Top management is aware of the benefits of these new technologies.	Quản lý đứng đầu nhận thức được lợi ích của những công nghệ mới này.	
	TMS4	To management actively encourages employees to use the new technologies in their daily tasks.	Ban quản lý tích cực khuyến khích nhân viên sử dụng các công nghệ mới trong công việc hàng ngày của họ.	
Khả năng hấp thụ (AC) <i>Absorptive capacity</i>	AC1	My organization has prior knowledge and experience with related technologies.	Tổ chức của tôi trước đây có kiến thức và kinh nghiệm về các công nghệ liên quan.	Agrawal (2015)
	AC2	My organization is likely to be interested in assimilating the BDA technologies in order to gain competitive advantage.	Tổ chức của tôi có thể quan tâm đến việc ứng dụng các công nghệ phân tích dữ liệu lớn để đạt được lợi thế cạnh tranh.	
	AC3	Your employees have the capability to search for external information and knowledge.	Nhân viên của bạn có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức bên ngoài.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Tạm dịch	Nguồn trích dẫn
Khả năng hấp thụ (AC) <i>Absorptive capacity</i>	AC4	Your employees can identify the usefulness of external information and knowledge.	Nhân viên của bạn có thể xác định tính hữu ích của thông tin và kiến thức bên ngoài.	Agostini và Nosella (2019)
	AC5	Your employees can effectively and flexibly utilize extant or newly acquired knowledge.	Nhân viên của bạn có thể sử dụng kiến thức hiện có hoặc mới thu được một cách hiệu quả và linh hoạt.	
Nguồn lực tài chính (FR) <i>Financial readiness</i>	FR1	Our firm would have the financial resources for adopting big data analytics.	Công ty của chúng tôi có nguồn tài chính để ứng dụng phân tích dữ liệu lớn.	Lai, Sun, và Ren (2018)
	FR2	Our financial budgets would be significant enough to support the adoption of big data analytics.	Ngân sách tài chính của chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn.	
	FR3	It would be easy to obtain financial support for big data analytics adoption from local banks and/or other financial institutions.	Sẽ dễ dàng nhận được hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn từ các ngân hàng địa phương và/hoặc các tổ chức tài chính khác.	
	FR4	Our firm would take big data analytics more seriously because of the adequate financial support we receive from local banks.	Công ty của chúng tôi sẽ thực hiện phân tích dữ liệu lớn một cách nghiêm túc hơn vì chúng tôi nhận được hỗ trợ tài chính đầy đủ từ các ngân hàng địa phương.	
Cơ sở hạ tầng (INF) <i>Infrastructure</i>	INF1	Our organization has a good ICT infrastructure for implementing cloud ERP.	Tổ chức của chúng tôi có cơ sở hạ tầng CNTT tốt để triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Ramamurthy (1995)
	INF2	Our organization has the available IT resources (i.e., computer, internet, etc.) to implement cloud ERP.	Tổ chức của chúng tôi có sẵn các nguồn lực CNTT (ví dụ: máy tính, internet, v.v.) để triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	
	INF3	There is an alignment between IT and business strategy in adopting cloud ERP in our organization.	Có sự liên kết giữa CNTT và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng ERP trên nền tảng đám mây trong tổ chức của chúng tôi.	
Sẵn sàng môi trường kinh doanh				
Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) <i>Government support</i>	GS1	The governmental policies encourage our business to adopt new information technology.	Các chính sách của chính phủ khuyến khích doanh nghiệp của chúng tôi sử dụng công nghệ thông tin mới.	Hsu, Ray, và Li-Hsieh (2014) Lutfi và cộng sự (2022)
	GS2	The government provides incentives for adopting BD in government procurements and contracts such as offering technical support, training, and funding for BD adoption.	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng dữ liệu lớn trong các hợp đồng mua sắm của chính phủ chẳng hạn như cung cấp hỗ trợ kỹ thuật, đào tạo và tài trợ cho việc ứng dụng dữ liệu lớn.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Tạm dịch	Nguồn trích dẫn
Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) <i>Government support</i>	GS3	There are some business laws to deal with the security and privacy concerns over the BD technologies.	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với công nghệ dữ liệu lớn.	Hsu, Ray, và Li-Hsieh (2014) Lutfi và cộng sự (2022)
	GS4	The government drives the use of cloud ERP through incentive programs.	Chính phủ thúc đẩy việc sử dụng ERP đám mây thông qua các chương trình khuyến khích.	
Áp lực cạnh tranh (CP) <i>Competition intensity</i>	CP1	The rivalry among companies in the industry my company is operating in is very intense.	Sự cạnh tranh giữa các công ty trong ngành công ty đang diễn ra rất mãnh liệt.	Yap & Thong, (1995)
	CP2	There are many products/services in the market which are different from ours but perform the same functions.	Có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường khác với sản phẩm/ dịch vụ của chúng tôi nhưng có cùng chức năng.	
	CP3	My organization would have faced competitive disadvantage if BDA technology had not been adopted.	Tổ chức của tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không ứng dụng công nghệ phân tích dữ liệu lớn.	Premkumar & Roberts (1999); AlBar và Hoque (2019)
	CP4	We believe we will lose our market share if we do not adopt cloud ERP.	Chúng tôi tin rằng chúng tôi sẽ mất thị phần nếu không ứng dụng ERP đám mây.	
	CP5	We feel it is a strategic necessity to use these technologies to compete in the marketplace.	Chúng tôi cảm thấy việc sử dụng những công nghệ này để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết về mặt chiến lược.	
Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES) <i>External Support</i>	ES1	There are businesses in the community which provide technical support for effective use of these technologies.	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả các công nghệ này.	Premkumar và Roberts (1999)
	ES2	Community agencies provide incentives for adoption of these technologies.	Các cơ quan cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ này.	
	ES3	There are agencies in the community who provide training on these new technologies.	Có những cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về những công nghệ mới này.	
	ES4	Technology vendors actively market these new technologies by providing incentives for adoption.	Các nhà cung cấp công nghệ tích cực tiếp thị những công nghệ mới này bằng cách đưa ra các ưu đãi để khuyến khích việc ứng dụng.	
	ES5	Technology vendors promote these new technologies by offering free training sessions.	Các nhà cung cấp công nghệ quảng bá những công nghệ mới này bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Tạm dịch	Nguồn trích dẫn
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) <i>Organizational Readiness</i>	RL1	We have the willingness to take risks to experiment with Industry 4.0.	Chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.	Jensen và cộng sự (2019); Chen và cộng sự (2015)
	RL2	We have economic freedom to work with Industry 4.0.	Chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.	
	RL3	Our employees have the right competencies to work with Industry 4.0.	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.	
	RL4	We experience a pressure to work with Industry 4.0 (e.g. from customers, suppliers, authorities etc.).	Chúng tôi chịu áp lực phải triển khai công nghiệp 4.0 (từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý, v.v.).	
Thái độ với việc ứng dụng (AT) <i>Attitude toward adoption</i>	AT1	Organizations understand the role of top management commitment in successful I4.0 adoption.	Các tổ chức hiểu rõ vai trò của cam kết của lãnh đạo cấp cao trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thành công.	Virmani và cộng sự (2023)
	AT2	Organizations understand the necessity of arranging training and educational programs for employees.	Các tổ chức hiểu được sự cần thiết của việc sắp xếp các chương trình đào tạo, giáo dục cho nhân viên.	
	AT3	Organizations are confident that they can successfully adopt I4.0.	Các tổ chức tự tin rằng họ có thể ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.	
	AT4	Overall, we have a favorable attitude toward cloud ERP implementation.	Nhìn chung, chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	
Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) <i>Adoption Industry 4.0</i>	AD1	Organizations understand the strategic importance of I4.0 adoption.	Các tổ chức hiểu tầm quan trọng chiến lược của việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Virmani và cộng sự (2023)
	AD2	I4.0 adoption will bring brand image and status to an organization.	Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho một tổ chức.	
	AD3	Organizations are enthusiastic about bringing new and advanced I4.0 technologies into their systems.	Các tổ chức nhiệt tình đưa các công nghệ công nghiệp 4.0 mới và tiên tiến vào hệ thống của mình.	
	AD4	Our business intends to adopt BD.	Doanh nghiệp của chúng tôi dự định ứng dụng dữ liệu lớn.	Lutfi và cộng sự (2022)
	AD5	Our business would highly recommend BD for others to adopt.	Doanh nghiệp của chúng tôi rất muốn giới thiệu dữ liệu lớn cho những doanh nghiệp khác ứng dụng.	

Tên biến	Ký hiệu	Thang đo gốc	Tạm dịch	Nguồn trích dẫn
Đặc điểm ban lãnh đạo (CEO)	CEO1	I would sooner create something new than improve something existing.	Tôi muốn tạo ra một cái gì đó mới hơn là cải thiện một cái hiện có.	Yoon, Lim, và Park (2020); Yap & Thong (1995)
	CEO2	I often risk doing things differently.	Tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.	
	CEO3	Computers increase the productivity of my employees.	Máy tính tăng năng suất làm việc của nhân viên.	
	CEO4	I have had the computer experience	Tôi đã có kinh nghiệm về máy tính.	

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2023).

PHỤ LỤC 5: Phỏng vấn chuyên gia và kết quả

Phụ lục 5a: Dàn bài phỏng vấn chuyên gia

Giới thiệu: Xin chào Quý Ông/ Bà/ Anh/ Chị/ Thầy/ Cô.....

Tôi/ em là Trương Thị Hồng, hiện đang là NCS của trường Đại học Tài chính – Marketing. Hôm nay tôi/ em rất cảm ơn Quý Anh/ Chị/ Thầy/ Cô chuyên gia đã dành thời gian tham gia đóng góp ý kiến cho đề tài nghiên cứu của tôi/ em với chủ đề: “Các nhân tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng Công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh: Ứng dụng mô hình tích hợp TOE-DOI”. Các ý kiến của Anh/ Chị/ Thầy/ Cô rất hữu ích và có giá trị cho nghiên cứu này. Tôi/ em xin cam kết mọi ý kiến của Anh/ Chị/ Thầy/ Cô chuyên gia chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu và các thông tin liên quan đến cá nhân của Chuyên gia sẽ được bảo mật thông tin, không gây ảnh hưởng đến hình ảnh, uy tín cá nhân của Chuyên gia. Tôi/ em rất mong nhận được ý kiến đóng góp của Quý Chuyên gia.

Nội dung thảo luận:

1/ Khám phá quan điểm của Chuyên gia về các sản phẩm của công nghiệp 4.0 và vấn đề triển khai công nghiệp 4.0 hiện nay ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Câu hỏi 1: Theo quan điểm của chuyên gia định nghĩa như thế nào về công nghiệp 4.0?

Câu hỏi 2: Các sản phẩm công nghiệp 4.0 nào đang được triển khai ứng dụng ở các doanh nghiệp hiện nay?

Câu hỏi 3: Lợi ích của việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 là gì? Tại sao doanh nghiệp vừa và nhỏ nên đẩy mạnh việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 vào doanh nghiệp của mình?

Câu hỏi 3: Chuyên gia đánh giá như thế nào về việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ ở Thành phố Hồ Chí Minh hiện nay?

2/ Khám phá những cơ hội, thách thức, rào cản khi doanh nghiệp vừa và nhỏ triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0

Câu hỏi 1: Theo chuyên gia các doanh nghiệp vừa và nhỏ khi triển khai công nghiệp 4.0 sẽ có được những cơ hội gì?

Câu hỏi 2: Những thách thức và rào cản khi một SMEs triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 là gì?

Câu hỏi 3: Vậy những nhân tố nào sẽ tác động mạnh mẽ đến quyết định ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ?

3/ Khám phá quan điểm Chuyên gia về khái niệm, vai trò và các thành phần đo lường khái niệm sẵn sàng của công nghệ

Câu hỏi 1: Theo Chuyên gia Sẵn sàng công nghệ là gì? Các tiêu chí để đánh giá sự sẵn sàng công nghệ của tổ chức?

Câu hỏi 2: Sẵn sàng công nghệ có vai trò gì trong việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs?

Câu 3: Xin cho biết quan điểm của chuyên gia về các thang đo/ biến quan sát dưới đây về các thành phần để đánh giá sẵn sàng công nghệ? Chuyên gia có đề xuất gì về các thang đo/ biến quan sát này không (loại bỏ; đồng ý; điều chỉnh lại từ ngữ; bổ sung thêm biến)? Vì sao? Nội dung khác?

4/ Khám phá quan điểm Chuyên gia về khái niệm, vai trò và các thành phần đo lường khái niệm Sẵn sàng tổ chức

Câu hỏi 1: Theo Chuyên gia Sẵn sàng tổ chức là gì? Các tiêu chí để đánh giá Sẵn sàng tổ chức trong việc triển khai công nghiệp 4.0?

Câu hỏi 2: Sẵn sàng tổ chức có vai trò gì trong việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs?

Câu 3: Xin cho biết quan điểm của chuyên gia về các thang đo/ biến quan sát dưới đây về các thành phần để đánh giá sẵn sàng tổ chức? Chuyên gia có đề xuất gì về các thang đo/ biến quan sát này không (loại bỏ; đồng ý; điều chỉnh lại từ ngữ; bổ sung thêm biến)? Vì sao? Nội dung khác?

5/ Khám phá quan điểm Chuyên gia về khái niệm, vai trò và các thành phần đo lường khái niệm Sẵn sàng môi trường

Câu hỏi 1: Theo Chuyên gia Sẵn sàng môi trường là gì? Các tiêu chí để đánh giá Sự sẵn sàng môi trường của tổ chức?

Câu hỏi 2: Sẵn sàng môi trường có vai trò gì trong việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 của SMEs?

Câu 3: Xin cho biết quan điểm của chuyên gia về các thang đo/ biến quan sát dưới đây về các thành phần để đánh giá sẵn sàng môi trường? Chuyên gia có đề xuất gì về các thang đo/ biến quan sát này không (loại bỏ; đồng ý; điều chỉnh lại từ ngữ; bổ sung thêm biến)? Vì sao? Nội dung khác?

6/ Khám phá quan điểm của Chuyên gia về khái niệm, vai trò và cách thức đo lường Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp vừa và nhỏ

Câu hỏi 1: Chuyên gia có thể cho biết: Một doanh nghiệp đã sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 thì họ có khả năng đi đến quyết định ứng dụng hay không? Vậy mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được định nghĩa như thế nào?

Câu hỏi 2: Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 sẽ được đo lường bằng cách nào?

Câu hỏi 3: Xin cho biết quan điểm của chuyên gia về các thang đo/ biến quan sát dưới đây về các thành phần của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0? Chuyên gia có đề xuất gì về các thang đo/ biến quan sát này không (loại bỏ; đồng ý; điều chỉnh lại từ ngữ; bổ sung thêm biến)? Vì sao? Nội dung khác?

7/ Khám phá quan điểm của Chuyên gia về khái niệm, vai trò và cách thức đo lường thái độ với việc ứng dụng của doanh nghiệp cho việc triển khai công nghiệp 4.0

Câu hỏi 1: Theo chuyên gia, thái độ với việc ứng dụng của ban lãnh đạo công ty có tác động như thế nào đến việc triển khai công nghiệp 4.0 của SMEs?

Câu hỏi 2: Xin cho biết quan điểm của chuyên gia về các thang đo/ biến quan sát dưới đây về các thành phần của thái độ với việc ứng dụng? Chuyên gia có đề xuất gì về các thang đo/ biến quan sát này không (loại bỏ; đồng ý; điều chỉnh lại từ ngữ; bổ sung thêm biến)? Vì sao? Nội dung khác?

8/ Khám phá quan điểm chuyên gia về khái niệm, vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo đối với mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0.

Câu hỏi 1: Theo chuyên gia, lãnh đạo doanh nghiệp cần có những đặc điểm gì để thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp?

Câu hỏi 2: Chuyên gia đánh giá như thế nào về mối quan hệ điều tiết của nhân tố đặc điểm lãnh đạo đến mối quan hệ tác động của mức độ sẵn sàng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0?

Câu hỏi 3: Xin cho biết quan điểm của chuyên gia về các thang đo/ biến quan sát dưới đây về các thành phần của Đặc điểm lãnh đạo? Chuyên gia có đề xuất gì về các thang đo/ biến quan sát này không (loại bỏ; đồng ý; điều chỉnh lại từ ngữ; bổ sung thêm biến)? Vì sao? Nội dung khác?

9/ Khám phá mối quan hệ giữa các khái niệm

Dưới đây là các khái niệm nghiên cứu được sử dụng trong đề tài, xin chuyên gia hãy cho biết tác động giữa các nhân tố này, biến nào là biến nguyên nhân và biến nào là biến kết quả? Vì sao?

Biến nguyên nhân		Biến kết quả	Ý kiến (Đồng ý/ không đồng ý, thuận chiều/ ngược chiều)
Sẵn sàng công nghệ	→	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	
Sẵn sàng tổ chức	→	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	
Sẵn sàng môi trường kinh doanh	→	Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	
Sẵn sàng công nghệ	→	Thái độ với việc ứng dụng công nghiệp 4.0	
Sẵn sàng về tổ chức	→	Thái độ với việc ứng dụng công nghiệp 4.0	
Sẵn sàng môi trường kinh doanh	→	Thái độ với việc ứng dụng công nghiệp 4.0	
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	→	Thái độ với việc ứng dụng công nghiệp 4.0	

Biến nguyên nhân		Biến kết quả	Ý kiến (Đồng ý/ không đồng ý, thuận chiều/ ngược chiều)
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	
Thái độ với việc ứng dụng	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	
(Đặc điểm lãnh đạo) X (Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0)	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	
(Đặc điểm lãnh đạo) X (Thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0)	→	Ứng dụng công nghiệp 4.0	

10/ Điều chỉnh biến thành phần đo lường khái niệm Sẵn sàng công nghệ; Sẵn sàng tổ chức; Sẵn sàng môi trường

Dưới đây là các biến thành phần đo lường các khái niệm Sẵn sàng về công nghệ; Sẵn sàng về tổ chức; Sẵn sàng về môi trường, xin chuyên gia hãy cho ý kiến về mối quan hệ đo lường của các biến thành phần và khái niệm trên (đồng ý giữ, không đồng ý giữ, chỉnh sửa)

Biến nguyên nhân		Biến kết quả	Ý kiến (Đồng ý/ không đồng ý, thuận chiều/ ngược chiều)
Lợi thế tương đối	→	Sẵn sàng công nghệ	
Khả năng tương thích	→	Sẵn sàng công nghệ	
Khả năng thử nghiệm	→	Sẵn sàng công nghệ	
Cảm nhận bảo mật/ an toàn	→	Sẵn sàng công nghệ	
Hỗ trợ từ quản lý cấp cao	→	Sẵn sàng tổ chức	
Khả năng hấp thụ	→	Sẵn sàng tổ chức	
Nguồn lực tài chính	→	Sẵn sàng tổ chức	
Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin	→	Sẵn sàng tổ chức	
Sự hỗ trợ của chính phủ	→	Sẵn sàng môi trường	
Áp lực cạnh tranh	→	Sẵn sàng môi trường	
Sự hỗ trợ từ bên ngoài	→	Sẵn sàng môi trường	

11/ Điều chỉnh thang đo trong nghiên cứu

Dưới đây là các phát biểu nội dung thang đo trong nghiên cứu, xin chuyên gia hãy cho ý kiến đánh giá về nội dung thang đo (đồng ý giữ, không đồng ý giữ, chỉnh sửa)

STT	Phát biểu	Nguồn	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ	Thay đổi và điều chỉnh
Lợi thế tương đối <i>Đánh giá về mặt lợi ích mà các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại cho doanh nghiệp</i>					
1	Dữ liệu lớn cho phép doanh nghiệp của chúng tôi quản lý rủi ro chuỗi cung ứng một cách hợp lý.	Agrawal (2015); A. Lutfi và cộng sự (2022)			
2	Dữ liệu lớn sẽ giúp hoạt động kinh doanh của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với các đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường.				
3	Dữ liệu lớn cho phép hoạt động kinh doanh của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác, đúng thời hạn đến người tiêu dùng cuối cùng.				
4	Công nghệ sẽ cho phép chúng tôi cắt giảm chi phí trong hoạt động.				
5	Việc ứng dụng công nghệ sẽ cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định.				
Khả năng tương thích <i>Đánh giá mức độ khả năng tương thích với hệ thống, quy trình vận hành của doanh nghiệp khi triển khai sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0</i>					
6	Niềm tin/ giá trị hiện tại của tổ chức nhất quán với những thay đổi bởi công nghệ phân tích dữ liệu lớn.	Agrawal (2015)			
7	Công nghệ phân tích dữ liệu lớn tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có.				
8	Những thay đổi bởi phân tích dữ liệu lớn phù hợp với thông lệ hiện có.				
9	Việc triển khai hệ thống phân tích dữ liệu lớn tương thích với kinh nghiệm hiện tại của tổ chức tôi trên các hệ thống tương tự.				
Khả năng thử nghiệm <i>Đánh giá mức độ khả năng triển khai thử nghiệm các sản phẩm công nghiệp 4.0 vào doanh nghiệp</i>					
10	Tổ chức tiến hành thử nghiệm các ứng dụng dịch vụ Cloud ERP trước khi quyết định có sử dụng nó hay không.	AlBar và Hoque (2019); Kendall và cộng sự (2001)			
11	Chúng tôi đã được cho phép sử dụng dịch vụ Cloud ERP trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu nó phù hợp với tổ chức như thế nào.				
12	Dễ dàng sửa lỗi khi sử dụng cloud ERP.				

Cảm nhận bảo mật/ an toàn					
<i>Đánh giá mức độ bảo mật/ an toàn của công nghệ công nghiệp 4.0</i>					
13	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain là an toàn về mặt kỹ thuật.	Lutfi và cộng sự (2022); Salleh & Janczewski (2016)			
14	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong ứng dụng.				
15	Tôi có sự tin tưởng vào hệ thống này.				
16	Tôi tin rằng hệ thống bảo mật dữ liệu.				
Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao					
<i>Đánh giá sự hỗ trợ của ban quản lý, lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0</i>					
17	Chủ sở hữu hoặc người quản lý nhiệt tình ủng hộ việc ứng dụng các công nghệ mới này.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Roberts (1999)			
18	Chủ sở hữu hoặc người quản lý đã phân bổ đủ nguồn lực để ứng dụng các công nghệ mới này.				
19	Quản lý đứng đầu nhận thức được lợi ích của những công nghệ mới này.				
20	Ban quản lý tích cực khuyến khích nhân viên sử dụng các công nghệ mới trong công việc hàng ngày của họ				
Khả năng hấp thụ					
<i>Đánh giá khả năng hấp thụ trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của công ty anh chị</i>					
21	Tổ chức của tôi trước đây có kiến thức và kinh nghiệm về các công nghệ liên quan.	Agrawal (2015); Agostini và Nosella (2019)			
22	Tổ chức của tôi có thể quan tâm đến việc ứng dụng các công nghệ phân tích dữ liệu lớn để đạt được lợi thế cạnh tranh.				
23	Nhân viên của bạn có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức bên ngoài.				
24	Nhân viên của bạn có thể xác định tính hữu ích của thông tin và kiến thức bên ngoài.				
25	Nhân viên của bạn có thể sử dụng kiến thức hiện có hoặc mới thu được một cách hiệu quả và linh hoạt.				
Nguồn lực tài chính					
<i>Đánh giá về nguồn lực tài chính để triển khai công nghệ của công nghiệp 4.0</i>					
26	Công ty của chúng tôi có nguồn tài chính để ứng dụng phân tích dữ liệu lớn.	Lai, Sun, và Ren (2018)			
27	Ngân sách tài chính của chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn.				

28	Sẽ dễ dàng nhận được hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn từ các ngân hàng địa phương và/hoặc các tổ chức tài chính khác.				
29	Công ty của chúng tôi sẽ thực hiện phân tích dữ liệu lớn một cách nghiêm túc hơn vì chúng tôi nhận được hỗ trợ tài chính đầy đủ từ các ngân hàng địa phương.				
Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin					
Đánh giá về cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin cho việc triển khai công nghiệp 4.0					
30	Tổ chức của chúng tôi có cơ sở hạ tầng CNTT tốt để triển khai ERP trên nền tảng đám mây.	AlBar & Hoque (2019); Premkumar & Ramamurthy (1995)			
31	Tổ chức của chúng tôi có sẵn các nguồn lực CNTT (ví dụ: máy tính, internet, v.v.) để triển khai ERP trên nền tảng đám mây.				
32	Có sự liên kết giữa CNTT và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng ERP trên nền tảng đám mây trong tổ chức của chúng tôi.				
Sự hỗ trợ từ chính phủ					
Đánh giá mức độ hỗ trợ của chính phủ trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp					
33	Các chính sách của chính phủ khuyến khích doanh nghiệp của chúng tôi sử dụng công nghệ thông tin mới.	Hsu, Ray, và Li-Hsieh (2014) A. Lutfi và cộng sự (2022)			
34	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng dữ liệu lớn trong các hợp đồng mua sắm của chính phủ chẳng hạn như cung cấp hỗ trợ kỹ thuật, đào tạo và tài trợ cho việc ứng dụng dữ liệu lớn.				
35	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với công nghệ dữ liệu lớn.				
36	Chính phủ thúc đẩy việc sử dụng ERP đám mây thông qua các chương trình khuyến khích.				
Áp lực cạnh tranh					
Đánh giá về áp lực cạnh tranh khi triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp					
37	Sự cạnh tranh giữa các công ty trong ngành công ty đang diễn ra rất mãnh liệt.	(Yap & Thong, 1995)			
38	Có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường khác với sản phẩm/ dịch vụ của chúng tôi nhưng có cùng chức năng.				
39	Tổ chức của tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không ứng dụng công nghệ phân tích dữ liệu lớn.				
40	Chúng tôi tin rằng chúng tôi sẽ mất thị phần nếu không ứng dụng ERP đám mây.				

41	Chúng tôi cảm thấy việc sử dụng những công nghệ này để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết về mặt chiến lược.				
Sự hỗ trợ từ bên ngoài					
Đánh giá sự hỗ trợ từ bên ngoài trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp					
42	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả các công nghệ này.	Premkumar và Roberts (1999)			
43	Các cơ quan cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ này.				
44	Có những cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về những công nghệ mới này.				
45	Các nhà cung cấp công nghệ tích cực tiếp thị những công nghệ mới này bằng cách đưa ra các ưu đãi để khuyến khích việc ứng dụng.				
46	Các nhà cung cấp công nghệ quảng bá những công nghệ mới này bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.				
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0					
Đánh giá mức độ sẵn sàng các nguồn lực cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp					
47	Chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.	Jensen và cộng sự (2019); Chen và cộng sự (2015)			
48	Chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.				
49	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.				
50	Chúng tôi chịu áp lực phải triển khai công nghiệp 4.0 (từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý, v.v.).				
Thái độ đối với việc ứng dụng					
Đánh giá về thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp					
51	Các tổ chức hiểu rõ vai trò của cam kết của lãnh đạo cấp cao trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thành công.	Virmani và cộng sự (2023)			
52	Các tổ chức hiểu được sự cần thiết của việc sắp xếp các chương trình đào tạo, giáo dục cho nhân viên.				
53	Các tổ chức tự tin rằng họ có thể ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.				
54	Nhìn chung, chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai ERP trên nền tảng đám mây.				
Ứng dụng công nghiệp 4.0					
Đánh giá việc ứng dụng, triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp					
55	Các tổ chức hiểu tầm quan trọng chiến lược của việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	Virmani và cộng sự (2023)			

56	Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho một tổ chức.				
57	Các tổ chức nhiệt tình đưa các công nghệ công nghiệp 4.0 mới và tiên tiến vào hệ thống của mình.				
58	Doanh nghiệp của chúng tôi dự định ứng dụng dữ liệu lớn.				
59	Doanh nghiệp của chúng tôi rất muốn giới thiệu dữ liệu lớn cho những doanh nghiệp khác ứng dụng.				
Đặc điểm Ban lãnh đạo <i>Đánh giá về ảnh hưởng của đặc điểm ban lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0</i>					
60	Tôi muốn tạo ra một cái gì đó mới hơn là cải thiện một cái hiện có.	A. Lutfi và cộng sự (2022); Yap & Thong (1995)			
61	Tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.				
62	Máy tính tăng năng suất làm việc của nhân viên.				
63	Tôi đã có kinh nghiệm về máy tính.				

Phụ lục 5b: Danh sách chuyên gia tham gia phỏng vấn

STT	Mã số	Nghề nghiệp/ chức vụ	Nơi công tác	Học vấn	Thâm niên
1	CG1	Giảng viên chính	Trường đại học tài chính Marketing	Tiến sĩ	13 năm
2	CG2	Giảng viên	Trường đại học tài chính Marketing	Tiến sĩ	12 năm
3	CG3	Giảng viên	Trường đại học tài chính Marketing	Tiến sĩ	15 năm
4	CG4	Giảng viên	Trường đại học mở Thành phố Hồ Chí Minh	Tiến sĩ	6 năm
5	CG5	Giám đốc	Công ty TNHH Change Interaction	Thạc sĩ	11 năm
6	CG6	Giám đốc	Phòng khám đa khoa Quốc tế Nhân Hậu	Thạc sĩ	5 năm
7	CG7	Trưởng phòng công nghệ thông tin	Công ty TNHH CS Teleocom	Đại học	4 năm

Phụ lục 5c: Kết quả phỏng vấn chuyên gia

1. Thảo luận của chuyên gia về tình hình triển khai công nghiệp 4.0 ở các SMEs hiện nay, những lợi ích công nghiệp 4.0 mang lại. Cơ hội thách thức, rào cản khi SMEs triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.

Các chuyên gia đánh giá việc triển khai công nghiệp 4.0 ở Doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs) tại Việt Nam còn chậm, đang ở giai đoạn đầu của quá trình chuyển đổi số công nghiệp 4.0. Việc triển khai công nghiệp 4.0 trong SMEs nhìn chung mới dừng lại ở mức độ từng phần, chủ yếu tập trung vào số hoá quy trình cơ bản như quản trị doanh nghiệp, giám sát sản xuất hoặc tự động hóa ở quy mô nhỏ. Mặc dù mức độ ứng dụng chưa đồng đều, Công nghiệp 4.0 đem lại nhiều lợi ích rõ rệt cho SMEs, bao gồm cải thiện năng suất và chất lượng, tối ưu chi phí vận hành, tăng khả năng phản ứng với nhu cầu thị trường, nâng cao tính minh bạch và năng lực cạnh tranh. Đồng thời, bối cảnh chuyển đổi số mở ra nhiều cơ hội mới như khả năng tham gia sâu hơn vào chuỗi cung ứng toàn cầu, tiếp cận mô hình sản xuất linh hoạt, thâm nhập thị trường mới và tận dụng các chính sách hỗ trợ chuyển đổi số.

Tuy vậy, SMEs cũng đối diện nhiều thách thức và rào cản trong quá trình triển khai, điển hình là chi phí đầu tư ban đầu cao, thiếu hụt nhân lực có trình độ công nghệ, hạn chế về hạ tầng kỹ thuật số, khó khăn trong quản trị dữ liệu, lo ngại về an ninh mạng, cùng với tâm lý e ngại thay đổi trong nội bộ doanh nghiệp. Các yếu tố này khiến nhiều doanh nghiệp dù nhận thức rõ lợi ích vẫn chưa mạnh dạn thực hiện chuyển đổi toàn diện. Còn nhiều thách thức nhưng việc thay đổi là không thể tránh khỏi để tồn tại và phát triển.

2. Khái niệm và thang đo Sẵn sàng công nghệ (TR)

Trong nghiên cứu về chấp nhận và triển khai công nghệ ở cấp độ tổ chức, sẵn sàng công nghệ được xem là yếu tố then chốt dự báo khả năng doanh nghiệp tiếp nhận thành công các công nghệ mới. Theo quan điểm chuyên gia, dưới góc nhìn của hai lý thuyết phổ biến là TOE và DOI, khái niệm này được diễn giải theo hai cách bổ sung cho nhau. Theo góc tiếp cận của TOE, sẵn sàng công nghệ nằm trong bối cảnh công nghệ, phản ánh mức độ doanh nghiệp đã có các điều kiện kỹ thuật cần thiết để triển khai đổi mới, bao gồm hạ tầng CNTT, năng lực tích hợp hệ thống, kinh nghiệm số hóa trước đây và

sự phù hợp giữa công nghệ hiện có với công nghệ dự định áp dụng. Sự sẵn sàng này mang tính “nội lực công nghệ”, cho thấy doanh nghiệp có đang ở trạng thái đủ nền tảng để hấp thụ và vận hành công nghệ mới hay không. Trong khi đó, theo lý thuyết DOI, sẵn sàng công nghệ không chỉ dựa trên nền tảng kỹ thuật mà còn phụ thuộc vào nhận thức của tổ chức về đặc tính của đổi mới, bao gồm: lợi thế tương đối (relative advantage), mức độ phù hợp (compatibility), độ phức tạp (complexity), khả năng thử nghiệm (trialability) và khả năng quan sát kết quả (observability). Từ quan điểm DOI, một doanh nghiệp có thể được xem là sẵn sàng về công nghệ khi họ nhận thức rằng đổi mới mang lại giá trị cao, dễ tích hợp với quy trình hiện tại, không quá phức tạp và có thể thử nghiệm trước khi triển khai toàn diện. Điều này nhấn mạnh rằng sẵn sàng công nghệ không chỉ là vấn đề “có công nghệ”, mà còn là “sẵn lòng ứng dụng công nghệ”, dựa trên cách doanh nghiệp đánh giá đặc tính của đổi mới.

Khái niệm Sẵn sàng công nghệ trong nghiên cứu được xem là một biến tiềm ẩn bậc hai dạng cấu tạo (second order formative latent variable), được đo lường qua 4 thành phần là 4 biến tiềm ẩn dạng phản ánh (reflective latent variables). Các thành phần sẵn sàng công nghệ được kế thừa từ thang đo của Yang và cộng sự (2015); Agrawal (2015); AlBar & Hoque (2019); Lufi và cộng sự (2022).

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo sẵn sàng công nghệ:

Khái niệm	Nội dung ý kiến
Lợi thế tương đối (RA) <i>Relative advantage</i>	Dữ liệu lớn cho phép doanh nghiệp của chúng tôi quản lý rủi ro chuỗi cung ứng một cách hợp lý. => <i>Doanh nghiệp của chúng tôi quản trị rủi ro một cách hợp lý nhờ ứng dụng công nghệ 4.0.</i> Dữ liệu lớn sẽ giúp hoạt động kinh doanh của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với các đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường. => <i>Doanh nghiệp của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường kinh doanh nhờ việc ứng dụng công nghệ 4.0.</i> Dữ liệu lớn cho phép hoạt động kinh doanh của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác, đúng thời hạn đến người tiêu dùng cuối cùng.

	=> Doanh nghiệp của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác và đúng thời điểm đến khách hàng nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0. Công nghệ sẽ cho phép chúng tôi cắt giảm chi phí trong hoạt động. => Doanh nghiệp của chúng tôi có thể cắt giảm chi phí trong hoạt động nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0. Việc ứng dụng công nghệ sẽ cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định. => Doanh nghiệp của chúng tôi được cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.
Khả năng tương thích (CMP) Compatibility	Niềm tin/ giá trị hiện tại của tổ chức nhất quán với những thay đổi bởi công nghệ phân tích dữ liệu lớn. => Những thay đổi trong việc triển khai các thành tựu khoa học, kỹ thuật của công nghiệp 4.0 phù hợp với giá trị/ niềm tin hiện có của công ty chúng tôi. Công nghệ phân tích dữ liệu lớn tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có. => Các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có của công ty chúng tôi. Những thay đổi bởi phân tích dữ liệu lớn phù hợp với thông lệ hiện có. => Triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với thông lệ/ quy định vận hành của công ty chúng tôi. Việc triển khai hệ thống phân tích dữ liệu lớn tương thích với kinh nghiệm hiện tại của tổ chức tôi trên các hệ thống tương tự. => Công nghiệp 4.0 tương thích với kinh nghiệm hiện tại của công ty chúng tôi trên các hệ thống đang sử dụng.
Khả năng thử nghiệm (TRI) Trialability	Tổ chức tiến hành thử nghiệm các ứng dụng dịch vụ Cloud ERP trước khi quyết định có sử dụng nó hay không. => Công ty chúng tôi tiến hành thử nghiệm các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trước khi ứng dụng. Chúng tôi đã được cho phép sử dụng dịch vụ Cloud ERP trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu nó phù hợp với tổ chức như thế nào.

	=> Công ty chúng tôi được cho phép sử dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu về nó. Đễ dàng sửa lỗi khi sử dụng cloud ERP. => Công ty chúng tôi dễ dàng sửa lỗi hệ thống nhờ ứng dụng sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0.
Cảm nhận bảo mật/ an toàn (SC) <i>Perceived Security</i>	Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain là an toàn về mặt kỹ thuật. => Việc sử dụng hệ thống dựa trên các công nghệ của công nghiệp 4.0 được bảo đảm an toàn về mặt kỹ thuật. Việc sử dụng hệ thống dựa trên blockchain mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong ứng dụng. => Việc sử dụng hệ thống dựa trên công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong khi ứng dụng. Tôi có sự tin tưởng vào hệ thống này. => Chúng tôi tin tưởng vào độ tin cậy của hệ thống các công nghệ công nghiệp 4.0. Tôi tin rằng hệ thống bảo mật dữ liệu. => Chúng tôi tin rằng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 đảm bảo được tính bảo mật của dữ liệu. Bổ sung thêm thang đo đánh giá tổng quát sẵn sàng công nghệ: - Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng công nghệ để ứng dụng công nghiệp 4.0.

3. Khái niệm và thang đo Sẵn sàng tổ chức (OR)

Theo các chuyên gia, trong nghiên cứu đổi mới công nghệ ở cấp độ doanh nghiệp, sẵn sàng tổ chức được xem là yếu tố then chốt quyết định khả năng doanh nghiệp tiếp nhận và triển khai thành công công nghiệp 4.0. Dưới góc tiếp cận của lý thuyết TOE, sẵn sàng tổ chức phản ánh mức độ doanh nghiệp có đủ nguồn lực, cấu trúc quản trị và động lực nội bộ để hỗ trợ quá trình đổi mới. Các yếu tố thường được xem là cốt lõi gồm: nguồn lực tài chính, nhân sự có năng lực công nghệ, phong cách lãnh đạo, văn hóa đổi mới và mức độ cam kết của ban lãnh đạo đối với chuyển đổi số.... Theo TOE, một tổ chức được xem là “sẵn sàng” khi họ có đủ năng lực nội tại để triển khai, hấp thụ và duy trì công nghệ mới của công nghiệp 4.0 một cách hiệu quả. Trong khi đó, dưới góc nhìn của lý thuyết DOI, sẵn sàng tổ chức lại được lý giải thông qua yếu tố nhận thức và thái

độ của tổ chức đối với đổi mới. DOI nhấn mạnh rằng tổ chức sẽ chỉ sẵn sàng triển khai công nghệ khi họ có nhận thức tích cực về các đặc tính của đổi mới như: lợi thế tương đối, tính phù hợp, mức độ phức tạp, khả năng thử nghiệm và khả năng quan sát kết quả. Ngoài các đặc tính của đổi mới, DOI còn đề cập đến vai trò của cấu trúc tổ chức. Điều này cho thấy sẵn sàng tổ chức theo DOI không chỉ phụ thuộc vào nguồn lực vật chất mà còn dựa trên tâm thế tổ chức đối với việc thay đổi. Từ hai cách tiếp cận trên, thang đo sẵn sàng tổ chức được xây dựng theo hướng tích hợp, vừa nhấn mạnh yếu tố nguồn lực (TOE), vừa phản ánh nhận thức về đổi mới (DOI). Trong nghiên cứu này, sẵn sàng tổ chức được đo thường qua các nhân tố thành phần, gồm: Hỗ trợ quản lý cấp cao; Khả năng hấp thụ; Nguồn lực tài chính; Cơ sở hạ tầng. Các chuyên gia đồng ý rằng: khi kết hợp TOE và DOI, sẵn sàng tổ chức được nhìn nhận đầy đủ hơn: một doanh nghiệp có thể có nguồn lực mạnh nhưng vẫn chưa “sẵn sàng” nếu họ không nhận thấy lợi ích của đổi mới; ngược lại, họ có thể rất ủng hộ đổi mới nhưng thiếu nguồn lực để triển khai. Vì vậy, việc đo lường sẵn sàng tổ chức theo cách tiếp cận tích hợp TOE – DOI giúp nhận diện chính xác điểm mạnh, điểm yếu và mức độ sẵn sàng thực tế của doanh nghiệp, đặc biệt là trong bối cảnh SMEs vốn hạn chế về tài chính, nhân lực và hệ thống quản trị. Điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc xây dựng lộ trình chuyển đổi số hiệu quả và phù hợp với năng lực của doanh nghiệp khi triển khai ứng dụng công nghệ 4.0.

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo sẵn sàng tổ chức:

Khái niệm	Nội dung ý kiến
Hỗ trợ quản lý cấp cao (TMS) Top Management Support	Chủ sở hữu hoặc người quản lý nhiệt tình ủng hộ việc ứng dụng các công nghệ mới này. => Ban lãnh đạo ủng hộ việc ứng dụng công nghệ 4.0 trong tổ chức của chúng tôi. Chủ sở hữu hoặc người quản lý đã phân bổ đủ nguồn lực để ứng dụng các công nghệ mới này. => Ban lãnh đạo phân bổ đủ nguồn lực để triển khai công nghệ 4.0. Quản lý đứng đầu nhận thức được lợi ích của những công nghệ mới này. => Ban lãnh đạo công ty chúng tôi nhận thức được lợi ích mà công nghệ 4.0 mang lại.

	Ban quản lý tích cực khuyến khích nhân viên sử dụng các công nghệ mới trong công việc hàng ngày của họ => <i>Ban lãnh đạo khuyến khích nhân viên ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 vào công việc.</i>
Khả năng hấp thụ (AC) <i>Absorptive capacity</i>	Tổ chức của tôi trước đây có kiến thức và kinh nghiệm về các công nghệ liên quan. => <i>Công ty chúng tôi trước đây có đủ kiến thức và kinh nghiệm với các công nghệ liên quan.</i> Tổ chức của tôi có thể quan tâm đến việc ứng dụng các công nghệ phân tích dữ liệu lớn để đạt được lợi thế cạnh tranh. => <i>Công ty chúng tôi quan tâm đến việc ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 để đạt được lợi thế cạnh tranh.</i> Nhân viên của bạn có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức bên ngoài. => <i>Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức liên quan đến các sản phẩm của công nghiệp 4.0.</i> Nhân viên của bạn có thể xác định tính hữu ích của thông tin và kiến thức bên ngoài. => <i>Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng chọn lọc những thông tin và kiến thức bên ngoài hữu ích.</i> Nhân viên của bạn có thể sử dụng kiến thức hiện có hoặc mới thu được một cách hiệu quả và linh hoạt. => <i>Nhân viên công ty chúng tôi có thể sử dụng kiến thức hiện có một cách hiệu quả và linh hoạt.</i>
Nguồn lực tài chính (FR) <i>Financial readiness</i>	Công ty của chúng tôi có nguồn tài chính để ứng dụng phân tích dữ liệu lớn. => <i>Công ty chúng tôi có đủ nguồn lực tài chính để ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0.</i> Ngân sách tài chính của chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn. => <i>Ngân sách của công ty chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ cho việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0.</i>

	Sẽ dễ dàng nhận được hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng phân tích dữ liệu lớn từ các ngân hàng địa phương và/hoặc các tổ chức tài chính khác. => Công ty của chúng tôi sẽ thực hiện phân tích dữ liệu lớn một cách nghiêm túc hơn vì chúng tôi nhận được hỗ trợ tài chính đầy đủ từ các ngân hàng địa phương. => <i>Công ty chúng tôi sẽ triển khai ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 vì chúng tôi nhận được sự hỗ trợ tài chính từ các ngân hàng.</i>
Cơ sở hạ tầng (INF) Infrastructure	Tổ chức của chúng tôi có cơ sở hạ tầng CNTT tốt để triển khai ERP trên nền tảng đám mây. => <i>Công ty chúng tôi có cơ sở hạ tầng tốt để triển khai công nghệ mới.</i> Tổ chức của chúng tôi có sẵn các nguồn lực CNTT (ví dụ: máy tính, internet, v.v.) để triển khai ERP trên nền tảng đám mây. => <i>Công ty chúng tôi có sẵn các nguồn lực công nghệ thông tin để triển khai các sản phẩm của công nghiệp 4.0.</i> Có sự liên kết giữa CNTT và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng ERP trên nền tảng đám mây trong tổ chức của chúng tôi. => <i>Có sự liên kết công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.</i> Bổ sung thêm thang đo đánh giá tổng quát cho sẵn sàng tổ chức: - <i>Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng tổ chức để ứng dụng công nghiệp 4.0.</i>

4. **Khái niệm và thang đo Sẵn sàng môi trường (ER)**

sẵn sàng môi trường là mức độ mà bối cảnh bên ngoài của doanh nghiệp, bao gồm: thị trường, đối thủ cạnh tranh, khách hàng, đối tác và chính sách nhà nước, tạo điều kiện thuận lợi hoặc thúc đẩy việc ứng dụng công nghệ mới. Sẵn sàng môi trường thể hiện áp lực bên ngoài buộc doanh nghiệp phải đổi mới để duy trì năng lực cạnh tranh, đồng thời phản ánh mức độ hỗ trợ từ cơ sở hạ tầng và hệ sinh thái công nghệ. Các yếu tố trong bối cảnh môi trường như áp lực cạnh tranh, yêu cầu đổi mới của khách hàng, sự hỗ trợ của nhà cung cấp công nghệ và khung pháp lý thuận lợi thường được xem là nền tảng để doanh nghiệp đánh giá khả năng sẵn sàng triển khai công nghệ mới.

Từ góc nhìn của lý thuyết DOI, đã phát triển khái niệm sẵn sàng môi trường liên quan đến đặc điểm của hệ thống xã hội trong đó doanh nghiệp đang hoạt động. DOI nhấn mạnh vai trò của norms (chuẩn mực ngành), cấu trúc mạng lưới giữa các tổ chức, mức độ lan truyền thông tin về đổi mới và mức độ chấp nhận đổi mới của toàn thị trường. Khi hệ sinh thái ngành có mức độ đổi mới cao, khi các tổ chức trong mạng lưới có xu hướng chấp nhận công nghệ mới, và khi thông tin về đổi mới dễ dàng lan truyền, doanh nghiệp sẽ được xem là có mức độ “sẵn sàng môi trường” cao hơn. Nói cách khác, DOI nhấn mạnh sự ảnh hưởng của các lực lan truyền đổi mới trong cộng đồng doanh nghiệp.

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo sẵn sàng môi trường:

Khái niệm	Nội dung ý kiến
Sự hỗ trợ của chính phủ (GS) Government support	Các chính sách của chính phủ khuyến khích doanh nghiệp của chúng tôi sử dụng công nghệ thông tin mới. => <i>Chính phủ có các chính sách khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ, kỹ thuật của công nghiệp 4.0.</i> Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng dữ liệu lớn trong các hợp đồng mua sắm của chính phủ chẳng hạn như cung cấp hỗ trợ kỹ thuật, đào tạo và tài trợ cho việc ứng dụng dữ liệu lớn. => <i>Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.</i> Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với công nghệ dữ liệu lớn. => <i>Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.</i> Chính phủ thúc đẩy việc sử dụng ERP đám mây thông qua các chương trình khuyến khích. => <i>Chính phủ thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chương trình khuyến khích.</i>
Áp lực cạnh tranh (CP) Competition intensity	Sự cạnh tranh giữa các công ty trong ngành công ty đang diễn ra rất mãnh liệt. => <i>Sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong ngành đang diễn ra mạnh mẽ.</i> Có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường khác với sản phẩm/ dịch vụ của chúng tôi nhưng có cùng chức năng. => <i>Nhờ ứng dụng công nghệ mới, có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường có thể thay thế cho sản phẩm/ dịch vụ mà công ty chúng tôi đang cung cấp.</i> Tổ chức của tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không ứng dụng công nghệ phân tích dữ liệu lớn.

	=> Công ty chúng tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không triển khai công nghiệp 4.0. Chúng tôi tin rằng chúng tôi sẽ mất thị phần nếu không ứng dụng ERP đám mây. => Công ty chúng tôi có thể đánh mất thị phần nếu như không triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0. Chúng tôi cảm thấy việc sử dụng những công nghệ này để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết về mặt chiến lược. => Triển khai ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết.
Sự hỗ trợ từ bên ngoài (ES) <i>External Support</i>	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả các công nghệ này. => Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả sản phẩm của công nghiệp 4.0. Các cơ quan cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ này. => Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0. Có những cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về những công nghệ mới này. => Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về công nghệ của công nghiệp 4.0. Các nhà cung cấp công nghệ tích cực tiếp thị những công nghệ mới này bằng cách đưa ra các ưu đãi để khuyến khích việc ứng dụng. => Nhà cung cấp công nghệ tích cực khuyến khích doanh nghiệp tôi ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0. Các nhà cung cấp công nghệ quảng bá những công nghệ mới này bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí. => Nhà cung cấp công nghệ tích cực quảng bá bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí. Bổ sung thang đo đánh giá tổng quát sẵn sàng môi trường: - Nhìn chung các vấn đề về môi trường phù hợp để công ty chúng tôi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.

5. Khái niệm và thang đo Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 được hiểu là khả năng của doanh nghiệp trong việc tiếp cận, triển khai và khai thác hiệu quả các công nghệ số, hệ thống thông minh nhằm cải thiện hoạt động, đổi mới quy trình và nâng cao năng lực cạnh tranh. Khái niệm này phản ánh mức độ mà doanh nghiệp có thể tích hợp các công nghệ đặc trưng của

công nghiệp 4.0 như Internet vạn vật, phân tích dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, hệ thống thực ảo, điện toán đám mây và tự động hóa vào trong hoạt động sản xuất, kinh doanh.

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0:

Tên biến	Thang đo điều chỉnh
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) Organizational Readiness	Chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0. => <i>Doanh nghiệp chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.</i> Chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0. => <i>Doanh nghiệp chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.</i> Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0. => <i>Không có ý kiến</i> Chúng tôi chịu áp lực phải triển khai công nghiệp 4.0 (từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý, v.v.). => <i>Dưới áp lực đến từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý,... doanh nghiệp chúng tôi phải triển khai công nghiệp 4.0</i>

6. **Khái niệm và thang đo Thái độ với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (AT)**

Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 được hiểu là mức độ đánh giá tích cực hay tiêu cực của tổ chức (nhà quản trị, nhân viên) đối với việc chấp nhận và triển khai các công nghệ thuộc công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp. Khái niệm này phản ánh cảm nhận chung của tổ chức về mức độ hữu ích, tính giá trị, sự phù hợp, mức độ thoải mái, cũng như niềm tin rằng việc ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại kết quả tích cực cho hoạt động sản xuất, kinh doanh. Thái độ là yếu tố cốt lõi trong các mô hình chấp nhận công nghệ như TRA, TAM của Fishbein và Davis, và được xem như biến trung tâm dự đoán ý định hành vi áp dụng đổi mới. Trong bối cảnh công nghiệp 4.0, thái độ hình thành từ việc nhận thức được lợi ích, sự phù hợp với nhu cầu của doanh nghiệp, niềm tin vào khả năng tạo ra giá trị, và cảm xúc tích cực đối với sự thay đổi công nghệ.

Dựa trên lý thuyết chấp nhận công nghệ và khuếch tán đổi mới (DOI), thang đo thái độ (AT) thường bao gồm các nhóm biến quan sát phản ánh cảm xúc, đánh giá và niềm tin của người ra quyết định đối với công nghiệp 4.0. Thứ nhất, nhóm biến đánh giá lợi ích thể hiện niềm tin rằng công nghiệp 4.0 sẽ nâng cao hiệu quả, cải thiện quy trình, hỗ trợ ra quyết định và tăng năng lực cạnh tranh. Thứ hai, nhóm biến cảm xúc tích cực phản ánh mức độ hứng thú, tin tưởng và sẵn lòng tham gia vào quá trình chuyển đổi số. Thứ ba, nhóm đánh giá sự phù hợp đề cập đến nhận thức rằng công nghệ 4.0 phù hợp với nhu cầu, văn hóa và bối cảnh hoạt động của doanh nghiệp.

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo Thái độ với việc ứng dụng:

Tên biến	Thang đo điều chỉnh
Thái độ với việc ứng dụng (AT) <i>Attitude toward adoption</i>	Các tổ chức hiểu rõ vai trò của cam kết của lãnh đạo cấp cao trong việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thành công. => <i>Cam kết của lãnh đạo công ty có vai trò quan trọng trong triển khai ứng dụng công nghệ mới.</i> Các tổ chức hiểu được sự cần thiết của việc sắp xếp các chương trình đào tạo, giáo dục cho nhân viên. => <i>Ban lãnh đạo hiểu được tầm quan trọng của việc sắp xếp các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0.</i> Các tổ chức tự tin rằng họ có thể ứng dụng thành công công nghiệp 4.0. => <i>Chúng tôi tin rằng: Công ty chúng tôi có thể triển khai ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.</i> Nhìn chung, chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai ERP trên nền tảng đám mây. => <i>Công ty chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai công nghiệp 4.0.</i>

7. Khái niệm và thang đo ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)

Ứng dụng công nghiệp 4.0 được hiểu là mức độ mà doanh nghiệp triển khai, tích hợp và sử dụng các công nghệ đặc trưng của Công nghiệp 4.0 trong hoạt động sản xuất, kinh doanh nhằm nâng cao năng suất, tối ưu quy trình và tạo ra giá trị mới. Việc ứng dụng này bao gồm cả việc đưa công nghệ vào thử nghiệm, vận hành thực tế và tích hợp

vào hệ thống quản trị của doanh nghiệp. Theo lý thuyết khuếch tán đổi mới (DOI) của và khung lý thuyết TOE, ứng dụng công nghiệp 4.0 là giai đoạn mà đổi mới được chấp nhận và triển khai thực tế, thể hiện qua hành vi sử dụng, mức độ đầu tư và phạm vi ứng dụng công nghệ trong doanh nghiệp.

Trong bối cảnh công nghiệp 4.0, ứng dụng công nghệ không chỉ dừng lại ở việc thử nghiệm mà còn bao gồm mức độ tích hợp, mở rộng, và chuyển đổi quy trình dựa trên các công nghệ như IoT, dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo, điện toán đám mây, robot tự động, và hệ thống thực ảo. Do đó, ứng dụng công nghiệp 4.0 được xem là thước đo phản ánh khả năng chuyển đổi số thực chất của doanh nghiệp, khác với các yếu tố sẵn sàng vốn chỉ phản ánh tiềm năng hoặc ý định.

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo ứng dụng công nghiệp 4.0

Tên biến	Thang đo điều chỉnh
Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD) <i>Adoption Industry 4.0</i>	Các tổ chức hiểu tầm quan trọng chiến lược của việc ứng dụng công nghiệp 4.0. => Công ty chúng tôi hiểu được tầm quan trọng của việc triển khai công nghiệp 4.0. Việc ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho một tổ chức. => Ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho công ty chúng tôi. Các tổ chức nhiệt tình đưa các công nghệ công nghiệp 4.0 mới và tiên tiến vào hệ thống của mình. => Công ty chúng tôi sẵn sàng đưa công nghiệp 4.0 vào hệ thống của mình. Doanh nghiệp của chúng tôi dự định ứng dụng dữ liệu lớn. => Công ty chúng tôi có dự định ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thời gian tới. Doanh nghiệp của chúng tôi rất muốn giới thiệu dữ liệu lớn cho những doanh nghiệp khác ứng dụng. => Công ty chúng tôi rất muốn giới thiệu công nghiệp 4.0 cho các đối tác sử dụng.

8. *Khái niệm và thang đo Đặc điểm lãnh đạo (CEO)*

Đặc điểm lãnh đạo được hiểu là tập hợp những phẩm chất, hành vi và năng lực cá nhân của nhà lãnh đạo ảnh hưởng trực tiếp đến cách họ định hướng, ra quyết định và thúc đẩy tổ chức đạt được mục tiêu. Theo quan điểm chuyên gia: đặc điểm lãnh đạo không chỉ bao gồm các phẩm chất bẩm sinh, mà còn phản ánh tư duy chiến lược, khả năng đổi mới, tinh thần hỗ trợ nhân viên và năng lực quản trị thay đổi. Trong bối cảnh chuyển đổi số và Công nghiệp 4.0, đặc điểm lãnh đạo giữ vai trò ảnh hưởng, vì lãnh đạo là người tạo động lực, phân bổ nguồn lực, chấp nhận rủi ro và thúc đẩy tổ chức tiếp nhận các công nghệ mới.

Ý kiến của chuyên gia về việc điều chỉnh thang đo đặc điểm lãnh đạo:

Tên biến	Thang đo điều chỉnh
Đặc điểm ban lãnh đạo (CEO)	=> <i>Tôi muốn tạo ra một cái gì đó mới hơn là cải thiện một cái hiện có.</i> Ban lãnh đạo công ty chúng tôi luôn muốn tạo ra cái mới hơn là cải thiện cái hiện có. => <i>Tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.</i> Ban lãnh đạo công ty chúng tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt. => <i>Máy tính tăng năng suất làm việc của nhân viên.</i> Ban lãnh đạo hiểu rằng: ứng dụng công nghiệp 4.0 giúp tăng năng suất làm việc của nhân viên. => <i>Tôi đã có kinh nghiệm về máy tính.</i> Ban lãnh đạo công ty chúng tôi đã có kinh nghiệm về việc sử dụng công nghệ mới.

9. *Ý kiến của chuyên gia về các mối quan hệ tác động giữa các nhân tố trong mô hình nghiên cứu tác giả đề xuất*

Mô hình nghiên cứu đề xuất làm rõ các nhân tố ảnh hưởng đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, thái độ với việc ứng dụng, từ đó ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp vừa và nhỏ. Trước hết, sẵn sàng công nghệ, sẵn sàng tổ chức và sẵn sàng môi trường được xem là ba tiền đề quan trọng, tác động trực tiếp đến mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (H1a, H2a, H3a) và đồng thời ảnh hưởng đến thái

độ của tổ chức (nhà quản trị) đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 (H1b, H2b, H3b). Điều này phản ánh rằng doanh nghiệp càng có nền tảng công nghệ tốt, hệ thống tổ chức phù hợp và môi trường kinh doanh thuận lợi thì càng sẵn sàng tiếp nhận triển khai các công nghệ mới; đồng thời nhà quản trị cũng sẽ có thái độ tích cực hơn với quá trình thực hiện đổi mới. Mô hình giả định rằng mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 không chỉ chi phối trực tiếp đến thái độ ứng dụng (H4a) mà còn ảnh hưởng đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thực tế của doanh nghiệp (H4b). Bên cạnh đó, thái độ đối với việc ứng dụng cũng được xem là yếu tố thúc đẩy quan trọng đối với hành vi ứng dụng công nghiệp 4.0 (H5), phù hợp với các lý thuyết hành vi như TPB, TAM. Cuối cùng, đặc điểm lãnh đạo, như tư duy đổi mới, định hướng chiến lược hay khả năng hỗ trợ nhân viên, có tác động trực tiếp đến mối quan hệ giữa mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0; thái độ đối với việc ứng dụng và việc triển khai ứng dụng thực tế (H6a; H6b), nhấn mạnh vai trò điều tiết của đặc điểm lãnh đạo trong quá trình chuyển đổi sang công nghiệp 4.0. Tổng thể mô hình mô tả một hệ thống tác động đa chiều, được xây dựng dựa trên nền tảng lý thuyết TOE – DOI là hoàn toàn phù hợp, việc mở rộng mô hình TOE – DOI, mô hình bổ sung thêm nhân tố mức độ sẵn sàng và thái độ đối với ứng dụng công nghiệp 4.0, kết hợp với vai trò đặc điểm lãnh đạo tạo nên sự thành công của việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.

PHỤ LỤC 6: Thảo luận nhóm

Phụ lục 6a: Dàn bài thảo luận nhóm

Chào các Anh/ Chị, tôi là Trương Thị Hồng hiện là NCS đã học tập tại Trường đại học Tài chính – Marketing. Tôi rất vui và cảm ơn anh/ chị đã dành thời gian tham gia buổi thảo luận nhóm ngày hôm nay. Hiện tôi đang thực hiện đề tài nghiên cứu liên quan đến việc ứng dụng công nghiệp 4.0 tại các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh. Mục đích của nghiên cứu này nhằm tìm hiểu các nhân tố ảnh hưởng đến ứng dụng công nghiệp 4.0 vào hoạt động sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp. Vì vậy buổi thảo luận ngày hôm nay nhằm ghi nhận các ý kiến đóng góp của anh chị. Thời gian dự kiến cho buổi thảo luận là 120 phút (giải lao 15 phút).

Nội dung thảo luận

1/ Khám phá quan điểm của các nhà lãnh đạo, cấp quản lý doanh nghiệp về việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp của mình.

Câu hỏi 1: Hiện nay doanh nghiệp của anh chị có đang áp dụng một số sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 hay không? Hãy kể tên?

Câu hỏi 2: Theo anh/ chị việc triển khai công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp của anh/ chị có cần thiết hay không? Tại sao?

Câu hỏi 3: Anh/ chị hãy chia sẻ một số yếu tố tác động đến việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp của anh/ chị?

Câu hỏi 4: Việc triển khai công nghiệp 4.0 tại doanh nghiệp của anh/ chị đang gặp phải những khó khăn, thách thức, rào cản nào?

Câu hỏi 5: Doanh nghiệp của anh / chị đã chuẩn bị những gì trước khi triển khai công nghiệp 4.0?

Câu hỏi 6: Anh chị đánh giá như thế nào về mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 của công ty anh chị? Các nhân tố về sẵn sàng công nghệ, tổ chức, môi trường kinh doanh là gì? Tổ chức đã làm gì để sẵn sàng cho việc triển khai công nghiệp 4.0?

Câu hỏi 7: Anh chị có nghĩ rằng thái độ với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của ban lãnh đạo là yếu tố quan trọng trong việc triển khai công nghiệp 4.0? Tại sao?

Câu hỏi 8: Đặc điểm và vai trò của ban lãnh đạo, quản lý cấp cao trong việc triển khai công nghiệp 4.0?

2/ Điều chỉnh thang đo

Dưới đây là các phát biểu thể hiện nội dung/ tiêu chí đánh giá của từng yếu tố/ khái niệm dùng trong nghiên cứu. Anh/ chị vui lòng đọc kỹ và đóng góp ý kiến cho nội dung các tiêu chí bằng cách đồng ý; loại bỏ; thay đổi điều chỉnh lại nội dung cho phù hợp theo quan điểm của anh/ chị.

STT	Phát biểu	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ	Thay đổi và điều chỉnh
Lợi thế tương đối <i>Đánh giá về mặt lợi ích mà các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại cho doanh nghiệp</i>				
1	Doanh nghiệp của chúng tôi quản trị rủi ro một cách hợp lý nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.			
2	Doanh nghiệp của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường kinh doanh nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.			
3	Doanh nghiệp của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác và đúng thời điểm đến khách hàng nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.			
4	Doanh nghiệp của chúng tôi có thể cắt giảm chi phí trong hoạt động nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.			
5	Doanh nghiệp của chúng tôi được cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.			
Khả năng tương thích <i>Đánh giá mức độ khả năng tương thích với hệ thống, quy trình vận hành của doanh nghiệp khi triển khai sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0</i>				
6	Những thay đổi trong việc triển khai các thành tựu khoa học, kỹ thuật của công nghiệp 4.0 phù hợp với giá trị/ niềm tin hiện có của công ty chúng tôi.			
7	Các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có của công ty chúng tôi.			
8	Triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với thông lệ/ quy định vận hành của công ty chúng tôi.			
9	Công nghiệp 4.0 tương thích với kinh nghiệm hiện tại của công ty chúng tôi trên các hệ thống đang sử dụng.			
Khả năng thử nghiệm <i>Đánh giá mức độ khả năng triển khai thử nghiệm các sản phẩm công nghiệp 4.0 vào doanh nghiệp</i>				
10	Công ty chúng tôi tiến hành thử nghiệm các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trước khi ứng dụng.			

11	Công ty chúng tôi được cho phép sử dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu về nó.			
12	Công ty chúng tôi dễ dàng sửa lỗi hệ thống nhờ ứng dụng sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0.			
Cảm nhận bảo mật/ an toàn <i>Đánh giá mức độ bảo mật/ an toàn của công nghệ công nghiệp 4.0</i>				
13	Việc sử dụng hệ thống dựa trên các công nghệ của công nghiệp 4.0 được bảo đảm an toàn về mặt kỹ thuật.			
14	Việc sử dụng hệ thống dựa trên công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong khi ứng dụng.			
15	Chúng tôi tin tưởng vào độ tin cậy của hệ thống các công nghệ công nghiệp 4.0.			
16	Chúng tôi tin rằng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 đảm bảo được tính bảo mật của dữ liệu.			
17	Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng công nghệ để ứng dụng công nghiệp 4.0.			
Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao <i>Đánh giá sự hỗ trợ của ban quản lý, lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0</i>				
18	Ban lãnh đạo ủng hộ việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.			
19	Ban lãnh đạo phân bổ đủ nguồn lực để triển khai công nghiệp 4.0.			
20	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi nhận thức được lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại.			
21	Ban lãnh đạo khuyến khích nhân viên ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 vào công việc.			
Khả năng hấp thụ <i>Đánh giá khả năng hấp thụ trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của công ty anh chị</i>				
22	Công ty chúng tôi trước đây có đủ kiến thức và kinh nghiệm với các công nghệ liên quan.			
23	Công ty chúng tôi quan tâm đến việc ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 để đạt được lợi thế cạnh tranh.			
24	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức liên quan đến các sản phẩm của công nghiệp 4.0.			
25	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng chọn lọc những thông tin và kiến thức bên ngoài hữu ích.			
26	Nhân viên công ty chúng tôi có thể sử dụng kiến thức hiện có một cách hiệu quả và linh hoạt.			
Nguồn lực tài chính <i>Đánh giá về nguồn lực tài chính để triển khai công nghệ của công nghiệp 4.0</i>				
27	Công ty chúng tôi có đủ nguồn lực tài chính để ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0.			

28	Ngân sách của công ty chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ cho việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0.			
29	Sẽ dễ dàng nhận được sự hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 từ các tổ chức tài chính khác.			
30	Công ty chúng tôi sẽ triển khai ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 vì chúng tôi nhận được sự hỗ trợ tài chính từ các ngân hàng.			
Cơ sở hạ tầng				
<i>Đánh giá về cơ sở hạ tầng cho việc triển khai công nghiệp 4.0</i>				
31	Công ty chúng tôi có cơ sở hạ tầng tốt để triển khai công nghệ mới.			
32	Công ty chúng tôi có sẵn các nguồn lực công nghệ thông tin để triển khai các sản phẩm của công nghiệp 4.0.			
33	Có sự liên kết công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.			
34	Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng tổ chức để ứng dụng công nghiệp 4.0.			
Sự hỗ trợ từ chính phủ				
<i>Đánh giá mức độ hỗ trợ của chính phủ trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>				
35	Chính phủ có các chính sách khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ, kỹ thuật của công nghiệp 4.0.			
36	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.			
37	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.			
38	Chính phủ thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chương trình khuyến khích.			
Áp lực cạnh tranh				
<i>Đánh giá về áp lực cạnh tranh khi triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>				
39	Sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong ngành đang diễn ra mạnh mẽ.			
40	Nhờ ứng dụng công nghệ mới, có nhiều sản phẩm/ dịch vụ trên thị trường có thể thay thế cho sản phẩm/ dịch vụ mà công ty chúng tôi đang cung cấp.			
41	Công ty chúng tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không triển khai công nghiệp 4.0.			
42	Công ty chúng tôi có thể đánh mất thị phần nếu như không triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.			
43	Triển khai ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết.			

Sự hỗ trợ từ bên ngoài***Đánh giá sự hỗ trợ từ bên ngoài trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp***

44	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả sản phẩm của công nghiệp 4.0.			
45	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.			
46	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về công nghệ của công nghiệp 4.0.			
47	Nhà cung cấp công nghệ tích cực khuyến khích doanh nghiệp tôi ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.			
48	Nhà cung cấp công nghệ tích cực quảng bá bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.			
49	Nhìn chung các vấn đề về môi trường phù hợp để công ty chúng tôi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.			

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0***Đánh giá mức độ sẵn sàng các nguồn lực cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp***

50	Doanh nghiệp chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.			
51	Doanh nghiệp chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.			
52	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.			
53	Dưới áp lực đến từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý,... doanh nghiệp chúng tôi phải triển khai công nghiệp 4.0			

Thái độ đối với việc ứng dụng***Đánh giá về thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp***

54	Cam kết của lãnh đạo công ty có vai trò quan trọng trong triển khai ứng dụng công nghệ mới.			
55	Ban lãnh đạo hiểu được tầm quan trọng của việc sắp xếp các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0.			
56	Chúng tôi tin rằng: Công ty chúng tôi có thể triển khai ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.			
57	Công ty chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai công nghiệp 4.0.			

Ứng dụng công nghiệp 4.0***Đánh giá việc ứng dụng, triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp***

58	Công ty chúng tôi hiểu được tầm quan trọng của việc triển khai công nghiệp 4.0.			
59	Ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho công ty chúng tôi.			
60	Công ty chúng tôi sẵn sàng đưa công nghiệp 4.0 vào hệ thống của mình.			

61	Công ty chúng tôi có dự định ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thời gian tới.			
62	Công ty chúng tôi rất muốn giới thiệu công nghiệp 4.0 cho các đối tác sử dụng.			
Đặc điểm ban lãnh đạo <i>Đánh giá về ảnh hưởng của đặc điểm ban lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0</i>				
63	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi luôn muốn tạo ra cái mới hơn là cải thiện cái hiện có.			
64	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.			
65	Ban lãnh đạo hiểu rằng: ứng dụng công nghiệp 4.0 giúp tăng năng suất làm việc của nhân viên.			
66	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi đã có kinh nghiệm về việc sử dụng công nghệ mới.			

Phụ lục 6b: Danh sách đáp viên tham gia thảo luận nhóm

STT	Họ và tên	Chức vụ	Học vấn	Thâm niên
1	Trần Thị Hoài Trinh	Trưởng phòng	Đại học	12 năm
2	Võ Ngọc Cường	Chủ doanh nghiệp	Đại học	17 năm
3	Nguyễn Thị Ngọc Hiền	Giám đốc kinh doanh	Đại học	7 năm
4	Huỳnh Tường Vi	Trưởng phòng	Đại học	4 năm
5	Hồ Thị Khoa Trang	Giám đốc	Đại học	19 năm
6	Trần Thái Ngọc Vương	Trưởng phòng	Đại học	6 năm
7	Trương Thanh Chuẩn	Trưởng Phòng	Đại học	11 năm
8	Nguyễn Minh Thuận	Chủ doanh nghiệp	Cao đẳng	3 năm
9	Nguyễn Hải Nam	Chủ doanh nghiệp	Thạc sĩ	15 năm

Phụ lục 6c: Kết quả thảo luận nhóm

Ý kiến về thang đo thành phần sẵn sàng công nghệ:

Nhân tố	Nội dung thang đo	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ
Lợi thế tương đối	Doanh nghiệp của chúng tôi quản trị rủi ro một cách hợp lý nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Doanh nghiệp của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường kinh doanh nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Doanh nghiệp của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác và đúng thời điểm đến khách hàng nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Doanh nghiệp của chúng tôi có thể cắt giảm chi phí trong hoạt động nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9

Lợi thế tương đối	Doanh nghiệp của chúng tôi được cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
Khả năng tương thích	Những thay đổi trong việc triển khai các thành tựu khoa học, kỹ thuật của công nghiệp 4.0 phù hợp với giá trị/ niềm tin hiện có của công ty chúng tôi.	9/9	0/9
	Các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có của công ty chúng tôi.	9/9	0/9
	Triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với thông lệ/ quy định vận hành của công ty chúng tôi.	9/9	0/9
	Công nghiệp 4.0 tương thích với kinh nghiệm hiện tại của công ty chúng tôi trên các hệ thống đang sử dụng.	9/9	0/9
Khả năng thử nghiệm	Công ty chúng tôi tiến hành thử nghiệm các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trước khi ứng dụng.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi được cho phép sử dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu về nó.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi dễ dàng sửa lỗi hệ thống nhờ ứng dụng sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
Cảm nhận bảo mật/ an toàn	Việc sử dụng hệ thống dựa trên các công nghệ của công nghiệp 4.0 được bảo đảm an toàn về mặt kỹ thuật.	9/9	0/9
	Việc sử dụng hệ thống dựa trên công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong khi ứng dụng.	9/9	0/9
	Chúng tôi tin tưởng vào độ tin cậy của hệ thống các công nghệ công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Chúng tôi tin rằng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 đảm bảo được tính bảo mật của dữ liệu.	9/9	0/9
	Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng công nghệ để ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9

Ý kiến về thang đo thành phần sẵn sàng tổ chức:

Nhân tố	Nội dung thang đo	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ
Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao	Ban lãnh đạo ủng hộ việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.	9/9	0/9
	Ban lãnh đạo phân bổ đủ nguồn lực để triển khai công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi nhận thức được lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại.	9/9	0/9
	Ban lãnh đạo khuyến khích nhân viên ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 vào công việc.	9/9	0/9
Khả năng hấp thụ	Công ty chúng tôi trước đây có đủ kiến thức và kinh nghiệm với các công nghệ liên quan.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi quan tâm đến việc ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 để đạt được lợi thế cạnh tranh.	9/9	0/9
	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức liên quan đến các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng chọn lọc những thông tin và kiến thức bên ngoài hữu ích.	9/9	0/9

	Nhân viên công ty chúng tôi có thể sử dụng kiến thức hiện có một cách hiệu quả và linh hoạt.	9/9	0/9
Nguồn lực tài chính	Công ty chúng tôi có đủ nguồn lực tài chính để ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Ngân sách của công ty chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ cho việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Sẽ dễ dàng nhận được sự hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 từ các tổ chức tài chính khác.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi sẽ triển khai ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 vì chúng tôi nhận được sự hỗ trợ tài chính từ các ngân hàng.	9/9	0/9
Cơ sở hạ tầng	Công ty chúng tôi có cơ sở hạ tầng tốt để triển khai công nghệ mới.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi có sẵn các nguồn lực công nghệ thông tin để triển khai các sản phẩm của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Có sự liên kết công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.	9/9	0/9
	Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng tổ chức để ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9

Ý kiến về thang đo thành phần sẵn sàng môi trường:

Nhân tố	Nội dung thang đo	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ
Sự hỗ trợ từ chính phủ	Chính phủ có các chính sách khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ, kỹ thuật của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.	8/9	1/9 (quy trình thủ tục để xin phê duyệt còn phức tạp khiến doanh nghiệp không tiếp cận được chính sách hỗ trợ)
	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Chính phủ thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chương trình khuyến khích.	9/9	0/9

Nhân tố	Nội dung thang đo	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ
Áp lực cạnh tranh	Sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong ngành đang diễn ra mạnh mẽ.	9/9	0/9
	Nhờ ứng dụng công nghệ mới, có nhiều sản phẩm/dịch vụ trên thị trường có thể thay thế cho sản phẩm/dịch vụ mà công ty chúng tôi đang cung cấp.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không triển khai công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi có thể đánh mất thị phần nếu như không triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Triển khai ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết.	9/9	0/9
Sự hỗ trợ từ bên ngoài	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả sản phẩm của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về công nghệ của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Nhà cung cấp công nghệ tích cực khuyến khích doanh nghiệp tôi ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Nhà cung cấp công nghệ tích cực quảng bá bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.	9/9	0/9
	Nhìn chung các vấn đề về môi trường phù hợp để công ty chúng tôi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.	9/9	0/9

Ý kiến về thang đo mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0, Thái độ đối với việc ứng dụng, Ứng dụng công nghiệp 4.0 và Đặc điểm lãnh đạo:

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0	Doanh nghiệp chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Doanh nghiệp chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Dưới áp lực đến từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý,... doanh nghiệp chúng tôi phải triển khai công nghiệp 4.0	9/9	0/9

Nhân tố	Nội dung thang đo	Đồng ý giữ	Không đồng ý giữ
Thái độ đối với việc ứng dụng	Cam kết của lãnh đạo công ty có vai trò quan trọng trong triển khai ứng dụng công nghệ mới.	9/9	0/9
	Ban lãnh đạo hiểu được tầm quan trọng của việc sắp xếp các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Chúng tôi tin rằng: Công ty chúng tôi có thể triển khai ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
Ứng dụng công nghiệp 4.0	Công ty chúng tôi hiểu được tầm quan trọng của việc triển khai công nghiệp 4.0.	9/9	0/9
	Ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho công ty chúng tôi.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi sẵn sàng đưa công nghiệp 4.0 vào hệ thống của mình.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi có dự định ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thời gian tới.	9/9	0/9
	Công ty chúng tôi rất muốn giới thiệu công nghiệp 4.0 cho các đối tác sử dụng.	8/9	1/9 (vì vấn đề cạnh tranh nên không muốn chia sẻ công nghệ)
Đặc điểm ban lãnh đạo	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi luôn muốn tạo ra cái mới hơn là cải thiện cái hiện có.	8/9	1/9 (cải tiến nâng cấp những công nghệ đang sử dụng)
	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.	8/9	1/9 (khi họ tin rằng điều khác biệt mang lại lợi ích cho công ty)
	Ban lãnh đạo hiểu rằng: ứng dụng công nghiệp 4.0 giúp tăng năng suất làm việc của nhân viên.	9/9	0/9
	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi đã có kinh nghiệm về việc sử dụng công nghệ mới.	9/9	0/9

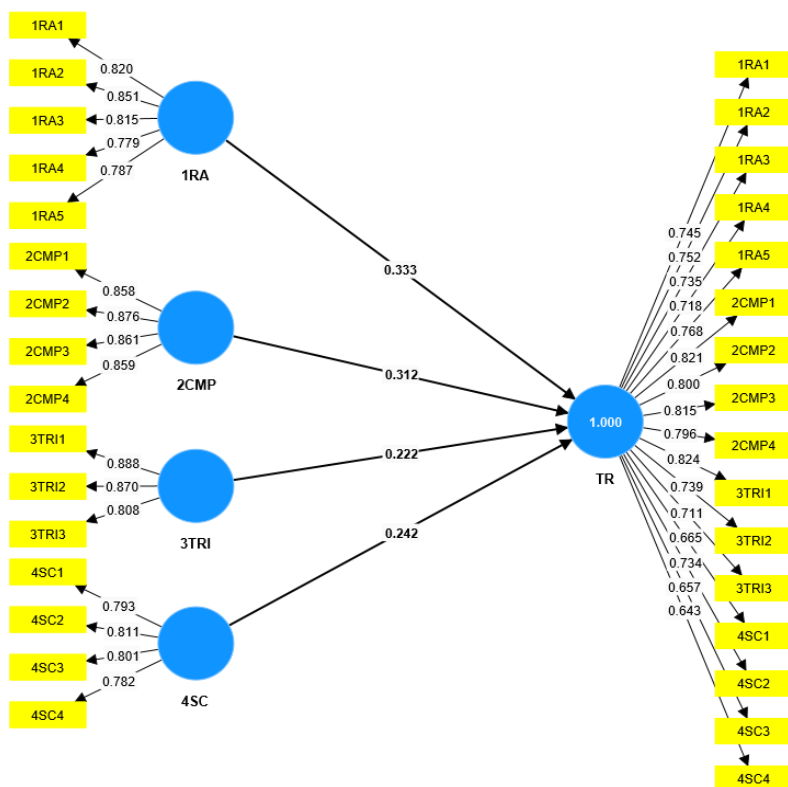
PHỤ LỤC 7: Kết quả nghiên cứu định lượng sơ bộ

Kết quả thống kê mô tả mẫu khảo sát sơ bộ

Đặc điểm doanh nghiệp khảo sát		Tần suất	Tỷ lệ (%)
Số năm tuổi của doanh nghiệp	Dưới 2 năm	36	19.15%
	Từ 2 đến dưới 5 năm	54	28.72%
	Từ 5 năm đến dưới 10 năm	68	36.17%
	Từ 10 năm trở lên	30	15.96%
Số lao động của doanh nghiệp	Dưới 10 lao động	55	29.26%
	Từ 10 lao động đến dưới 50 lao động	85	45.21%
	Từ 50 lao động đến dưới 200 lao động	48	25.53%
Tổng nguồn vốn của năm	Dưới 3 tỷ đồng	88	46.81%
	Từ 3 tỷ đồng đến dưới 20 tỷ đồng	76	40.43%
	Từ 20 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng	18	9.57%
	Từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng	6	3.19%
Tổng doanh thu của năm	Dưới 3 tỷ đồng	60	31.91%
	Từ 3 tỷ đồng đến dưới 10 tỷ đồng	53	28.19%
	Từ 10 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng	39	20.74%
	Từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng	28	14.89%
	Từ 100 tỷ đồng đến dưới 200 tỷ đồng	5	2.67%
	Từ 200 tỷ đồng đến dưới 300 tỷ đồng	3	1.60%
Lĩnh vực kinh doanh	Nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản	10	5.32%
	Công nghiệp và xây dựng	34	18.09%
	Thương mại và dịch vụ	105	55.85%
	Khác: Công nghiệp và dịch vụ	39	20.74%
Thị trường hoạt động kinh doanh	Chỉ hoạt động tại thị trường trong nước	121	64.36%
	Chỉ hoạt động tại thị trường nước ngoài	15	7.98%
	Hoạt động ở cả thị trường trong nước và ngoài nước	52	27.66%

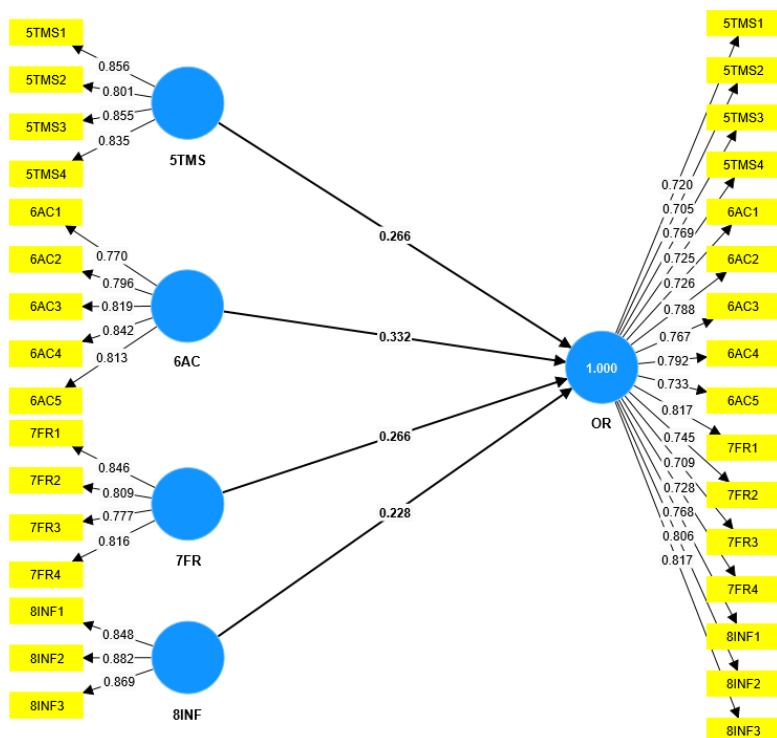
(Nguồn: Phân tích dữ liệu của tác giả, 2024).

Kết quả hệ số tải ngoài của các thành phần Sẵn sàng công nghệ.

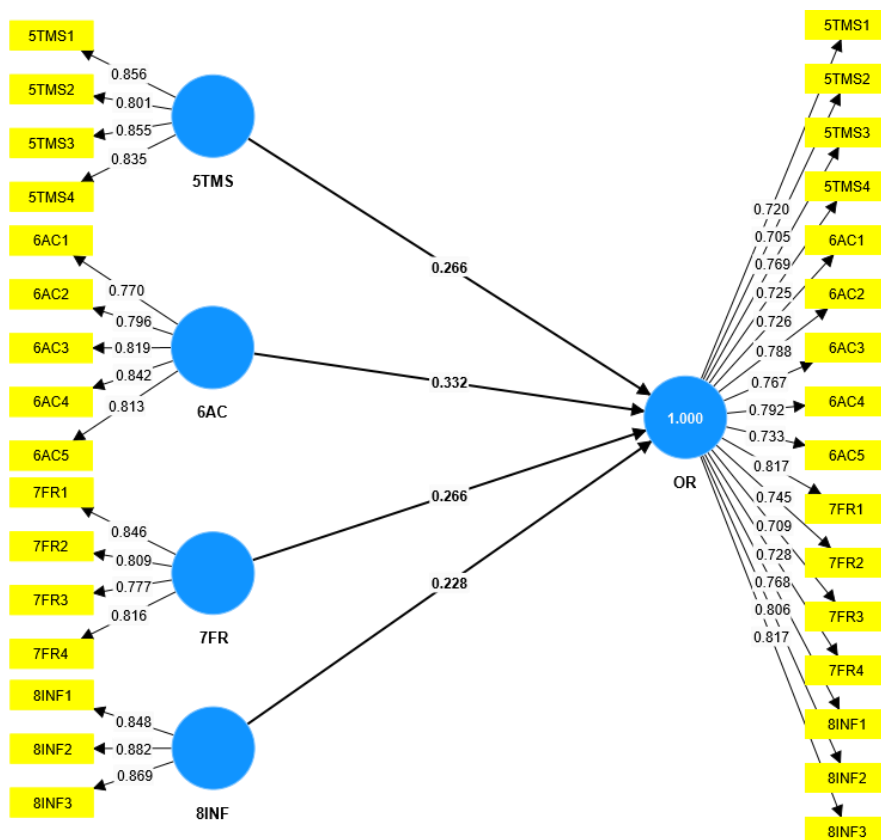


Kết quả hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng tổ chức.

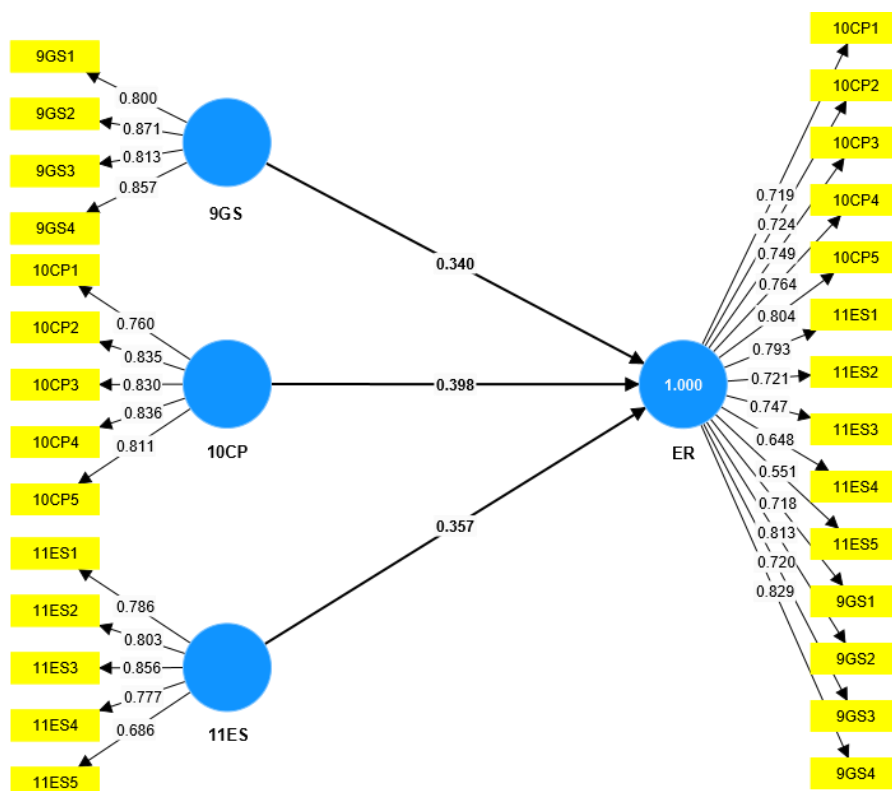
Hệ số tải Outer loading của các thang đo thành phần Sự sẵn sàng tổ chức khi chưa loại bỏ thang đo AC2:



Hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng tổ chức, sau khi loại bỏ thang đo AC2:



Kết quả hệ số tải ngoài của các thành phần sẵn sàng môi trường:



Outer loading – Matric:

Outer loadings - Matrix						6AC5		0.813				
						6AC5					0.733	
						7FR1			0.846			
5TMS1	0.856					7FR1					0.817	
5TMS1					0.720	7FR2					0.745	
5TMS2					0.705	7FR2			0.809			
5TMS2	0.801					7FR3			0.777			
5TMS3					0.769	7FR3					0.709	
5TMS3	0.855					7FR4			0.816			
5TMS4					0.725	7FR4					0.728	
5TMS4	0.835					8INF1					0.768	
6AC1					0.726	8INF1				0.848		
6AC1		0.770				8INF2				0.882		
6AC2		0.796				8INF2					0.806	
6AC2					0.788	8INF3					0.817	
6AC3					0.767	8INF3				0.869		
6AC3		0.819										
6AC4		0.842										
6AC4					0.792							

Construct reliability and validity – Overview:

Construct reliability and validity - Overview					
	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)	
5TMS	0.857	0.859	0.903	0.701	
6AC	0.867	0.868	0.904	0.653	
7FR	0.828	0.831	0.886	0.660	
8INF	0.834	0.835	0.900	0.750	
OR	0.950	0.951	0.956	0.575	

Discriminate validity:

Bảng hệ số Fornell – Larcker, kiểm tra giá trị phân biệt giữa các nhân tố thành phần của Sự sẵn về tổ chức.

Discriminant validity - Fornell-Larcker criterion						
	5TMS	6AC	7FR	8INF	OR	
5TMS	0.837					
6AC	0.741	0.808				
7FR	0.719	0.846	0.812			
8INF	0.747	0.831	0.824	0.866		
OR	0.873	0.943	0.925	0.921	0.758	

Construct reliability and validity – Overview:

Construct reliability and validity – Overview					
	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)	
5TMS	0.857	0.858	0.903	0.701	
6AC	0.845	0.847	0.896	0.684	
7FR	0.828	0.831	0.886	0.660	
8INF	0.834	0.835	0.900	0.750	
OR	0.947	0.948	0.953	0.573	

Discriminate validity:

Discriminant validity – Fornell-Larcker criterion						
	5TMS	6AC	7FR	8INF	OR	
5TMS	0.837					
6AC	0.712	0.827				
7FR	0.719	0.811	0.812			
8INF	0.747	0.803	0.824	0.866		
OR	0.876	0.917	0.923	0.921	0.757	

Kết quả đánh giá mô hình đo lường với thang đo của biến điều tiết đặc điểm lãnh đạo (CEO) khi chưa loại bỏ thang đo CEO1.

Hệ số tải Outer loading của các thang đo đặc điểm lãnh đạo CEO1; CEO2; CEO3; CEO4.

Thang đo	AD	AT	CEO	ER	OR	RL	TR
9GS				0.879			
10CP				0.893			
11ES				0.944			
1RA							0.885
2CMP							0.932
3TRI							0.906
4SC							0.866
5TMS					0.907		
6AC					0.883		
7FR					0.848		
8INF					0.936		

AD1	0.867						
AD2	0.805						
AD3	0.900						
AD4	0.827						
AD5	0.787						
AT1		0.789					
AT2		0.858					
AT3		0.825					
AT4		0.833					
CEO1			0.742				
CEO2			0.813				
CEO3			0.840				
CEO4			0.832				
RL1						0.844	
RL2						0.854	
RL3						0.834	
RL4						0.821	

Construct reliability and validity – Overview:

Nhân tố	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
AD	0.893	0.898	0.922	0.703
AT	0.845	0.846	0.896	0.683
CEO	0.823	0.832	0.882	0.652
RL	0.859	0.860	0.904	0.703

Construct reliability and validity – Overview				
	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
AD	0.893	0.898	0.922	0.703
AT	0.845	0.846	0.896	0.683
CEO	0.823	0.832	0.882	0.652
RL	0.859	0.860	0.904	0.703

Discriminate validity:

Bảng hệ số Fornell – Larcker cho kết quả nhân CEO chưa đảm bảo điều kiện thoả tính phân biệt với các nhân tố khác. Vì vậy nghiên cứu đã tiến hành kiểm tra loại CEO1.

Nhân tố	AD	AT	CEO	RL
AD	0.838			
AT	0.756	0.826		
CEO	0.841	0.720	0.808	
RL	0.770	0.800	0.711	0.838

Discriminant validity - Fornell-Larcker criterion

	AD	AT	CEO	RL	
AD	0.838				
AT	0.756	0.826			
CEO	0.841	0.720	0.808		
RL	0.770	0.800	0.711	0.838	

PHỤ LỤC 8: Bảng câu hỏi khảo sát chính thức

BẢNG HỎI KHẢO SÁT ĐỊNH LƯỢNG

Mã số:.....

Ngày:.....

Phần 1:

Chào Anh/Chị.

Hiện nay, tôi đang thực hiện đề tài nghiên cứu liên quan đến việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Thành phố Hồ Chí Minh, với mong muốn kết quả nghiên cứu sẽ đóng góp cho các nhà hoạch định chính sách, giới nghiên cứu, giới thực hành doanh nghiệp có cái nhìn sâu sắc để đưa ra giải pháp thúc đẩy việc triển khai công nghiệp 4.0 nhằm tăng hiệu quả kinh doanh cho doanh nghiệp và nền kinh tế đất nước, tạo công ăn việc làm, phát triển xã hội. Rất mong Quý Anh/Chị dành chút thời gian để tham gia khảo sát, chia sẻ những quan điểm với các phát biểu được nêu trong bảng khảo sát. Chúng tôi xin cam đoan mọi câu trả lời của anh/chị chỉ phụ vụ cho mục đích nghiên cứu của đề tài. Xin chân thành cảm ơn các anh/chị.

Câu 1: Anh/ chị có tham gia đóng góp ý kiến hoặc biểu quyết trong những vấn đề liên quan đến chiến lược phát triển, hoạt động của doanh nghiệp không?

- ☐ Có -> Tiếp tục khảo sát
- ☐ Không -> Dừng khảo sát

Câu 2: Chức vụ hiện tại của anh/ chị tại công ty?

- ☐ Trưởng phòng/ Trưởng bộ phận
- ☐ Giám đốc
- ☐ Tổng giám đốc
- ☐ Chủ doanh nghiệp

Câu 3: Doanh nghiệp của Anh/ chị có đã và đang ứng dụng công nghiệp 4.0 hay không? (Ứng dụng một số sản phẩm công nghệ như: Trợ lý ảo; Big data; Điện toán đám mây; Trí tuệ nhân tạo; Chat GPT; Thực tế ảo; Kết nối vạn vật; Robot; Chuyển đổi số;...)

- ☐ Có -> Tiếp tục khảo sát
- ☐ Không -> Dừng khảo sát

Câu 4: Sản phẩm công nghiệp 4.0 mà doanh nghiệp của anh/ chị đang ứng dụng là:

- ☐ Chuyển đổi số
- ☐ Điện toán đám mây (iCloud)
- ☐ Big data
- ☐ Chatbot
- ☐ Chat GPT
- ☐ Trợ lý ảo
- ☐ Kết nối vạn vật (Internet of Think)
- ☐ Hệ thống tích hợp
- ☐ Trí tuệ nhân tạo
- ☐ Robot
- ☐ Khác:

Phần 2:

Anh (chị) vui lòng cho biết mức độ đồng ý của mình về các phát biểu dưới đây, thể hiện quan điểm cá nhân của anh/ chị về việc triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 tại doanh nghiệp mà các anh/ chị đang công tác. Các mức độ đồng ý được đánh giá từ thấp đến cao và quy ước như sau:

1	2	3	4	5
Rất không đồng ý	Không đồng ý	Trung lập	Đồng ý	Rất đồng ý

STT	Phát biểu	1	2	3	4	5
Lợi thế tương đối: Đánh giá về mặt lợi ích mà các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại cho doanh nghiệp						
1	Doanh nghiệp của chúng tôi quản trị rủi ro một cách hợp lý nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.					
2	Doanh nghiệp của chúng tôi phản ứng nhanh hơn so với đối thủ cạnh tranh trước sự thay đổi của môi trường kinh doanh nhờ việc ứng dụng công nghiệp 4.0.					
3	Doanh nghiệp của chúng tôi cung cấp sản phẩm một cách chính xác và đúng thời điểm đến khách hàng nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.					
4	Doanh nghiệp của chúng tôi có thể cắt giảm chi phí trong hoạt động nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.					
5	Doanh nghiệp của chúng tôi được cung cấp thông tin kịp thời cho việc ra quyết định nhờ ứng dụng công nghiệp 4.0.					

Khả năng tương thích:***Đánh giá mức độ khả năng tương thích với hệ thống, quy trình vận hành của doanh nghiệp khi triển khai sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0***

6	Những thay đổi trong việc triển khai các thành tựu khoa học, kỹ thuật của công nghiệp 4.0 phù hợp với giá trị/ niềm tin hiện có của công ty chúng tôi.					
7	Các sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0 tương thích với cơ sở hạ tầng hiện có của công ty chúng tôi.					
8	Triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0 phù hợp với thông lệ/ quy định vận hành của công ty chúng tôi.					
9	Công nghiệp 4.0 tương thích với kinh nghiệm hiện tại của công ty chúng tôi trên các hệ thống đang sử dụng.					

Khả năng thử nghiệm:***Đánh giá mức độ khả năng triển khai thử nghiệm các sản phẩm công nghiệp 4.0 vào doanh nghiệp***

10	Công ty chúng tôi tiến hành thử nghiệm các sản phẩm của công nghiệp 4.0 trước khi ứng dụng.					
11	Công ty chúng tôi được cho phép sử dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trên cơ sở thử nghiệm đủ lâu để hiểu về nó.					
12	Công ty chúng tôi dễ dàng sửa lỗi hệ thống nhờ ứng dụng sản phẩm, công nghệ của công nghiệp 4.0.					

Cảm nhận bảo mật/ an toàn***Đánh giá mức độ bảo mật/ an toàn của công nghệ công nghiệp 4.0***

13	Việc sử dụng hệ thống dựa trên các công nghệ của công nghiệp 4.0 được bảo đảm an toàn về mặt kỹ thuật.					
14	Việc sử dụng hệ thống dựa trên công nghệ của công nghiệp 4.0 mang lại sự ổn định và độ tin cậy cao trong khi ứng dụng.					
15	Chúng tôi tin tưởng vào độ tin cậy của hệ thống các công nghệ công nghiệp 4.0.					
16	Chúng tôi tin rằng các sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0 đảm bảo được tính bảo mật của dữ liệu.					
17	Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng công nghệ để ứng dụng công nghiệp 4.0.					

Sự hỗ trợ từ quản lý cấp cao:***Đánh giá sự hỗ trợ của ban quản lý, lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0***

18	Ban lãnh đạo ủng hộ việc ứng dụng công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.					
19	Ban lãnh đạo phân bổ đủ nguồn lực để triển khai công nghiệp 4.0.					
20	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi nhận thức được lợi ích mà công nghiệp 4.0 mang lại.					
21	Ban lãnh đạo khuyến khích nhân viên ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0 vào công việc.					

Khả năng hấp thụ:						
<i>Đánh giá khả năng hấp thụ trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của công ty anh chị</i>						
22	Công ty chúng tôi trước đây có đủ kiến thức và kinh nghiệm với các công nghệ liên quan.					
23	Công ty chúng tôi quan tâm đến việc ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 để đạt được lợi thế cạnh tranh.					
24	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng tìm kiếm thông tin và kiến thức liên quan đến các sản phẩm của công nghiệp 4.0.					
25	Nhân viên công ty chúng tôi có khả năng chọn lọc những thông tin và kiến thức bên ngoài hữu ích.					
26	Nhân viên công ty chúng tôi có thể sử dụng kiến thức hiện có một cách hiệu quả và linh hoạt.					
Nguồn lực tài chính:						
<i>Đánh giá về nguồn lực tài chính để triển khai công nghệ của công nghiệp 4.0</i>						
27	Công ty chúng tôi có đủ nguồn lực tài chính để ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0.					
28	Ngân sách của công ty chúng tôi đủ lớn để hỗ trợ cho việc ứng dụng các sản phẩm của công nghiệp 4.0.					
29	Sẽ dễ dàng nhận được sự hỗ trợ tài chính cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 từ các tổ chức tài chính khác.					
30	Công ty chúng tôi sẽ triển khai ứng dụng các thành tựu của công nghiệp 4.0 vì chúng tôi nhận được sự hỗ trợ tài chính từ các ngân hàng.					
Cơ sở hạ tầng:						
<i>Đánh giá về cơ sở hạ tầng cho việc triển khai công nghiệp 4.0</i>						
31	Công ty chúng tôi có cơ sở hạ tầng tốt để triển khai công nghệ mới.					
32	Công ty chúng tôi có sẵn các nguồn lực công nghệ thông tin để triển khai các sản phẩm của công nghiệp 4.0.					
33	Có sự liên kết công nghệ thông tin và chiến lược kinh doanh trong việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 trong tổ chức của chúng tôi.					
34	Nhìn chung công ty chúng tôi đã sẵn sàng tổ chức để ứng dụng công nghiệp 4.0.					
Sự hỗ trợ từ chính phủ:						
<i>Đánh giá mức độ hỗ trợ của chính phủ trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>						
35	Chính phủ có các chính sách khuyến khích doanh nghiệp ứng dụng các thành tựu khoa học, công nghệ, kỹ thuật của công nghiệp 4.0.					
36	Chính phủ cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng các công nghệ của công nghiệp 4.0 trong doanh nghiệp.					

37	Có một số luật kinh doanh giải quyết các vấn đề liên quan đến bảo mật và quyền riêng tư đối với sản phẩm công nghệ của công nghiệp 4.0.					
38	Chính phủ thúc đẩy việc ứng dụng công nghiệp 4.0 thông qua các chương trình khuyến khích.					
Áp lực cạnh tranh:						
<i>Đánh giá về áp lực cạnh tranh khi triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>						
39	Sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong ngành đang diễn ra mạnh mẽ.					
40	Nhờ ứng dụng công nghệ mới, có nhiều sản phẩm/dịch vụ trên thị trường có thể thay thế cho sản phẩm/dịch vụ mà công ty chúng tôi đang cung cấp.					
41	Công ty chúng tôi sẽ gặp bất lợi trong cạnh tranh nếu không triển khai công nghiệp 4.0.					
42	Công ty chúng tôi có thể đánh mất thị phần nếu như không triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.					
43	Triển khai ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0 để cạnh tranh trên thị trường là điều cần thiết.					
Sự hỗ trợ từ bên ngoài:						
<i>Đánh giá sự hỗ trợ từ bên ngoài trong việc triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>						
44	Có những doanh nghiệp trong cộng đồng cung cấp hỗ trợ kỹ thuật để sử dụng hiệu quả sản phẩm của công nghiệp 4.0.					
45	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp các ưu đãi cho việc ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.					
46	Các cơ quan trong cộng đồng cung cấp đào tạo về công nghệ của công nghiệp 4.0.					
47	Nhà cung cấp công nghệ tích cực khuyến khích doanh nghiệp tôi ứng dụng sản phẩm của công nghiệp 4.0.					
48	Nhà cung cấp công nghệ tích cực quảng bá bằng cách cung cấp các buổi đào tạo miễn phí.					
49	Nhìn chung các vấn đề về môi trường phù hợp để công ty chúng tôi triển khai ứng dụng công nghiệp 4.0.					
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0						
<i>Đánh giá mức độ sẵn sàng cho việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>						
50	Doanh nghiệp chúng tôi sẵn sàng chấp nhận rủi ro để thử nghiệm công nghiệp 4.0.					
51	Doanh nghiệp chúng tôi có đủ điều kiện kinh tế để triển khai công nghiệp 4.0.					
52	Nhân viên của chúng tôi có đủ năng lực để làm việc với công nghiệp 4.0.					
53	Dưới áp lực đến từ khách hàng, nhà cung cấp, cơ quan quản lý,... doanh nghiệp chúng tôi phải triển khai công nghiệp 4.0					

Thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0:						
<i>Đánh giá về thái độ đối với việc ứng dụng công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>						
54	Cam kết của lãnh đạo công ty có vai trò quan trọng trong triển khai ứng dụng công nghệ mới.					
55	Ban lãnh đạo hiểu được tầm quan trọng của việc sắp xếp các chương trình đào tạo cho nhân viên để triển khai công nghiệp 4.0.					
56	Chúng tôi tin rằng: Công ty chúng tôi có thể triển khai ứng dụng thành công công nghiệp 4.0.					
57	Công ty chúng tôi có thái độ tích cực đối với việc triển khai công nghiệp 4.0.					
Ứng dụng công nghiệp 4.0:						
<i>Đánh giá việc ứng dụng, triển khai công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp</i>						
58	Công ty chúng tôi hiểu được tầm quan trọng của việc triển khai công nghiệp 4.0.					
59	Ứng dụng công nghiệp 4.0 sẽ mang lại hình ảnh và vị thế thương hiệu cho công ty chúng tôi.					
60	Công ty chúng tôi sẵn sàng đưa công nghiệp 4.0 vào hệ thống của mình.					
61	Công ty chúng tôi có dự định ứng dụng công nghiệp 4.0 trong thời gian tới.					
62	Công ty chúng tôi rất muốn giới thiệu công nghiệp 4.0 cho các đối tác sử dụng.					
Đặc điểm ban lãnh đạo:						
<i>Đánh giá về ảnh hưởng của đặc điểm ban lãnh đạo trong việc triển khai công nghiệp 4.0</i>						
63	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi luôn muốn tạo ra cái mới hơn là cải thiện cái hiện có.					
64	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi thường mạo hiểm làm những điều khác biệt.					
65	Ban lãnh đạo hiểu rằng: ứng dụng công nghiệp 4.0 giúp tăng năng suất làm việc của nhân viên.					
66	Ban lãnh đạo công ty chúng tôi đã có kinh nghiệm về việc sử dụng công nghệ mới.					

Câu 5: Xin cho biết số năm thành lập của công ty Anh/ Chị?

- ☐ Dưới 2 năm
- ☐ Từ 2 đến 5 năm
- ☐ Từ 5 đến 10 năm
- ☐ Trên 10 năm

Câu 6: Số lao động hiện tại của công ty anh/ chị là?

- ☐ Dưới 10 lao động
- ☐ Từ 10 đến dưới 50 lao động
- ☐ Từ 50 đến 200 lao động
- ☐ Trên 200 lao động

Câu 7: Tổng nguồn vốn trong năm của công ty anh/ chị ở mức nào?

- ☐ Dưới 3 tỷ đồng
- ☐ Từ 3 tỷ đồng đến dưới 20 tỷ đồng
- ☐ Từ 20 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng
- ☐ Từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng
- ☐ Trên 100 tỷ đồng

Câu 8: Tổng doanh thu trong năm của doanh nghiệp ở mức nào?

- ☐ Dưới 3 tỷ đồng
- ☐ Từ 3 tỷ đồng đến dưới 10 tỷ đồng
- ☐ Từ 10 tỷ đồng đến dưới 50 tỷ đồng
- ☐ Từ 50 tỷ đồng đến dưới 100 tỷ đồng
- ☐ Từ 100 tỷ đồng đến dưới 200 tỷ đồng
- ☐ Từ 200 tỷ đồng đến dưới 300 tỷ đồng
- ☐ Trên 300 tỷ đồng

Câu 9: Lĩnh vực hoạt động kinh doanh của công ty anh/ chị là?

- ☐ Nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản
- ☐ Công nghiệp và xây dựng
- ☐ Thương mại và dịch vụ
- ☐ Khác:.....

Câu 10: Thị trường hoạt động kinh doanh của công ty anh/ chị?

- ☐ Chỉ trong nước
- ☐ Chỉ xuất khẩu
- ☐ Cả trong và ngoài nước

Câu 11: Anh/ chị đang công tác tại công ty:.....

Xin chân thành cảm ơn Quý anh/ chị đã tham gia khảo sát của chúng tôi!

PHỤ LỤC 9: Kết quả nghiên cứu định lượng chính thức

Kết quả Bootstrap – Phân tích mô hình cấu trúc

Path coefficients – Mean, STDEV, T values, P values

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
Sẵn sàng công nghệ (TR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.362	0.359	0.078	4.615	0.000
Sẵn sàng công nghệ (TR) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.187	0.187	0.070	2.649	0.008
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.194	0.197	0.079	2.457	0.014
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.203	0.208	0.080	2.549	0.011
Sẵn sàng môi trường (ER) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.361	0.360	0.060	6.039	0.000
Sẵn sàng môi trường (ER) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.278	0.275	0.072	3.848	0.000
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.246	0.241	0.077	3.176	0.002
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.397	0.396	0.067	5.905	0.000
Thái độ đối với việc ứng dụng (AT) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.434	0.434	0.069	6.308	0.000

Path coefficients - Mean, STDEV, T values, p values						
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O /STDEV)	P values	
AT -> AD	0.434	0.434	0.069	6.308	0.000	
ER -> AT	0.278	0.275	0.072	3.848	0.000	
ER -> RL	0.361	0.360	0.060	6.039	0.000	
OR -> AT	0.203	0.208	0.080	2.549	0.011	
OR -> RL	0.194	0.197	0.079	2.457	0.014	
RL -> AD	0.397	0.396	0.067	5.905	0.000	
RL -> AT	0.246	0.241	0.077	3.176	0.002	
TR -> AT	0.187	0.187	0.070	2.649	0.008	
TR -> RL	0.362	0.359	0.078	4.615	0.000	

Confidence Intervals

Mối quan hệ tác động	Original sample (O)	Sample mean (M)	2.50%	97.50%
Sẵn sàng công nghệ (TR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.362	0.359	0.205	0.510
Sẵn sàng công nghệ (TR) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.187	0.187	0.046	0.324
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.194	0.197	0.045	0.358
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.203	0.208	0.060	0.371
Sẵn sàng môi trường (ER) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.361	0.360	0.244	0.479
Sẵn sàng môi trường (ER) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.278	0.275	0.127	0.416
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.246	0.241	0.088	0.392
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.397	0.396	0.265	0.526
Thái độ đối với việc ứng dụng (AT) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.434	0.434	0.294	0.563

Path coefficients - Confidence intervals					
	Original sample (O)	Sample mean (M)	2.5%	97.5%	
AT -> AD	0.434	0.434	0.294	0.563	
ER -> AT	0.278	0.275	0.127	0.416	
ER -> RL	0.361	0.360	0.244	0.479	
OR -> AT	0.203	0.208	0.060	0.371	
OR -> RL	0.194	0.197	0.045	0.358	
RL -> AD	0.397	0.396	0.265	0.526	
RL -> AT	0.246	0.241	0.088	0.392	
TR -> AT	0.187	0.187	0.046	0.324	
TR -> RL	0.362	0.359	0.205	0.510	

Confidence Intervals Bias Corrected

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Bias	2.50%	97.50%
Sẵn sàng công nghệ (TR) - > Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.362	0.359	-0.002	0.209	0.514
Sẵn sàng công nghệ (TR) - > Thái độ đối với việc áp dụng (AT)	0.187	0.187	0.001	0.041	0.321
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.194	0.197	0.004	0.039	0.352
Sẵn sàng tổ chức (OR) -> Thái độ đối với việc áp dụng (AT)	0.203	0.208	0.005	0.056	0.366
Sẵn sàng môi trường (ER) - > Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL)	0.361	0.360	-0.002	0.251	0.484
Sẵn sàng môi trường (ER) - > Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.278	0.275	-0.003	0.132	0.421

Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Thái độ đối với việc ứng dụng (AT)	0.246	0.241	-0.005	0.100	0.402
Mức độ sẵn sàng cho công nghiệp 4.0 (RL) -> Ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.397	0.396	-0.002	0.268	0.528
Thái độ đối với việc ứng dụng (AT) -> Quyết định ứng dụng công nghiệp 4.0 (AD)	0.434	0.434	0.000	0.289	0.558

Path coefficients - Confidence intervals bias corrected						
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Bias	2.5%	97.5%	
AT -> AD	0.434	0.434	-0.000	0.289	0.558	
ER -> AT	0.278	0.275	-0.003	0.132	0.421	
ER -> RL	0.361	0.360	-0.002	0.251	0.484	
OR -> AT	0.203	0.208	0.005	0.056	0.366	
OR -> RL	0.194	0.197	0.004	0.039	0.352	
RL -> AD	0.397	0.396	-0.002	0.268	0.528	
RL -> AT	0.246	0.241	-0.005	0.100	0.402	
TR -> AT	0.187	0.187	0.001	0.041	0.321	
TR -> RL	0.362	0.359	-0.002	0.209	0.514	

Kết quả kiểm định vai trò biến trung gian

Total indirect effects - Mean, STDEV, T values, p values						
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O /STDEV)	P values	
ER -> AD	0.303	0.298	0.041	7.386	0.000	
ER -> AT	0.089	0.086	0.031	2.848	0.004	
OR -> AD	0.186	0.191	0.057	3.262	0.001	
OR -> AT	0.047	0.048	0.025	1.878	0.060	
RL -> AD	0.106	0.103	0.034	3.118	0.002	
TR -> AD	0.263	0.260	0.048	5.536	0.000	
TR -> AT	0.089	0.086	0.034	2.601	0.009	

Specific indirect effects - Mean, STDEV, T values, p values						
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O /STDEV)	P values	
ER -> AT -> AD	0.120	0.119	0.036	3.354	0.001	
TR -> RL -> AD	0.144	0.141	0.035	4.071	0.000	
OR -> AT -> AD	0.088	0.091	0.041	2.148	0.032	
TR -> RL -> AT	0.089	0.086	0.034	2.601	0.009	
RL -> AT -> AD	0.106	0.103	0.034	3.118	0.002	
TR -> AT -> AD	0.081	0.082	0.034	2.378	0.017	
ER -> RL -> AT -> AD	0.038	0.037	0.014	2.804	0.005	
OR -> RL -> AT -> AD	0.021	0.020	0.010	1.964	0.050	
TR -> RL -> AT -> AD	0.038	0.037	0.016	2.472	0.013	
ER -> RL -> AD	0.144	0.143	0.033	4.294	0.000	
ER -> RL -> AT	0.089	0.086	0.031	2.848	0.004	
OR -> RL -> AD	0.077	0.080	0.037	2.068	0.039	
OR -> RL -> AT	0.047	0.048	0.025	1.878	0.060	

Kết quả kiểm định vai trò biến điều tiết

Path coefficients - Mean, STDEV, T values, p values						
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O /STDEV)	P values	
AT -> AD	0.215	0.222	0.062	3.456	0.001	
CEO -> AD	0.059	0.065	0.046	1.294	0.196	
ER -> AT	0.278	0.275	0.072	3.848	0.000	
ER -> RL	0.361	0.360	0.060	6.039	0.000	
OR -> AT	0.203	0.208	0.080	2.549	0.011	
OR -> RL	0.194	0.197	0.079	2.457	0.014	
RL -> AD	0.185	0.193	0.063	2.921	0.004	
RL -> AT	0.246	0.241	0.077	3.176	0.002	
TR -> AT	0.187	0.187	0.070	2.649	0.008	
TR -> RL	0.362	0.359	0.078	4.615	0.000	
CEO x AT -> AD	0.197	0.188	0.068	2.908	0.004	
CEO x RL -> AD	0.258	0.251	0.070	3.673	0.000	

Path coefficients - Confidence intervals

	Original sample (O)	Sample mean (M)	2.5%	97.5%	
AT -> AD	0.215	0.222	0.103	0.348	
CEO -> AD	0.059	0.065	-0.022	0.158	
ER -> AT	0.278	0.275	0.127	0.416	
ER -> RL	0.361	0.360	0.244	0.479	
OR -> AT	0.203	0.208	0.060	0.371	
OR -> RL	0.194	0.197	0.045	0.358	
RL -> AD	0.185	0.193	0.069	0.320	
RL -> AT	0.246	0.241	0.088	0.392	
TR -> AT	0.187	0.187	0.046	0.324	
TR -> RL	0.362	0.359	0.205	0.510	
CEO x AT -> AD	0.197	0.188	0.051	0.318	
CEO x RL -> AD	0.258	0.251	0.104	0.381	

Path coefficients - Confidence intervals bias corrected

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Bias	2.5%	97.5%	
AT -> AD	0.215	0.222	0.006	0.092	0.337	
CEO -> AD	0.059	0.065	0.005	-0.029	0.150	
ER -> AT	0.278	0.275	-0.003	0.132	0.421	
ER -> RL	0.361	0.360	-0.002	0.251	0.484	
OR -> AT	0.203	0.208	0.005	0.056	0.366	
OR -> RL	0.194	0.197	0.004	0.039	0.352	
RL -> AD	0.185	0.193	0.008	0.054	0.304	
RL -> AT	0.246	0.241	-0.005	0.100	0.402	
TR -> AT	0.187	0.187	0.001	0.041	0.321	
TR -> RL	0.362	0.359	-0.002	0.209	0.514	
CEO x AT -> AD	0.197	0.188	-0.010	0.067	0.331	
CEO x RL -> AD	0.258	0.251	-0.007	0.116	0.389	