تأثير التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية: دراسة حالة ميناء سفاجا[1]

مروة محمد فكرى الديب

باحثة دكتوراه

كلية النقل الدولي واللوجستيات

الأكاديمية العربية للعلوم والتكتولوجيا والنقل البحري

جمهورية مصر العربية

marwa.eldeeb2010@gmail.com

أ.د. خالد السقطي

أستاذ النقل الدولى واللوجستيات وسلاسل الإمداد

عميد كلية النقل الدولي واللوجستيات

الأكاديمية العربية للعلوم والتكتولوجيا والنقل البحري

جمهورية مصر العربية

khaled.sakty@aast.edu

أ.د. مصطفى عبد الحافظ

عميد كلية النقل الدولى واللوجستيات

فرع جنوب الوادى (سابقاً)

الأكاديمية العربية للعلوم والتكتولوجيا والنقل البحري

جمهورية مصر العربية

mahafez55@gmail.com

ملخص البحث

استهدفت الدراسة الحالية قياس تأثير التحول الرقمي على تحسين الكفاءة التشغيلية: دراسة تطبيقية على ميناء سفاجا، بالاعتماد على أسلوب العينة العشوائية، التى تكونت من 108 مفردة، وقد تم تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية SPSS Version 28 و Smart-PLS Version 4، وأظهرت النتائج إلى وجود علاقة ذو دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وبين تحسين الكفاءة التشغيلية؛ لذلك توصي الدراسة أن من الضروري على إدارة ميناء سفاجا إعطاء الأولوية للاستثمار في مبادرات التحول الرقمى والاستمرار فى توسيع نطاق التحول، وإدراكها كاستثمار حيوي يحقق عائداً مرتفعاً، ويتم ذلك من خلال أربعة مراحل؛وهم مرحلة التأسيس، ومرحلة التنفيذ التدريجي، ومرحلة النضج، والتحسن المستمر، و مرحلة التحسين المستمر والابتكار الرقمي.

الكلمات الدالة

التحول الرقمي، الكفاءة التشغيلية، ميناء سفاجا

[1] تم تقديم البحث في 2025/8/1، وتم قبوله للنشر في 2025/8/13.

(1) المقدمة

شهدت العقود الأخيرة تطورًا كبيرًا في تقنيات التحول الرقمي، مما أحدث تحولًا جذريًا في طريقة تشغيل المؤسسات والمرافق الحيوية بما في ذلك الموانئ البحرية، كما تعتبر المكون الرئيسي في تيسير عملية التجارة وأساساً فى النظام الاقتصادى العالمى (Salah, 2024)، وتعتبر الموانىء البوابة الأساسية للأسواق العالمية؛ فهى من العوامل الرئيسية التى تساعد فى حركة البضائع عبر القارات، وأصبح من المُلح على الموانىء أن تتبنى التقنيات الحديثة؛ لضمان بقاءها فى المنافسة، وتحقيق أكبر قدر من الكفاءة فى العمليات التشغيلية (Al-Khabouli, 2024)، ويتضمن القطاع البحري من خلال دمج التقنيات الحديثة المتمثلة فى تحليلات البيانات الضخمة، والذكاء الاصطناعى وإنترنت الأشياء، وسلاسل الكتل كل ذلك يعد محور؛ لتحسين السلامة والاستدامة والكفاءة، مما يؤدى إلى تحسين الخدمات اللوجستية، والمراقبة فى الوقت الفعلى للسفن والبضائع والصيانة التنبؤية؛ فينتج منه تقليل الأخطاء البشرية، وخفض التكاليف التشغيلية (Margaretha, Syuzairi, Mahadiansar, 2024 &) وعلى الرغم من الإدراك التام للدور المحوري الذي يلعبه التحول الرقمي في تعزيز كفاءة الموانئ المصرية،

تكمن المشكلة في أن هناك تحديات قائمة لا تزال تعرقل تحقيق الاستفادة القصوى من مواردها التشغيلية، هذه المشكلة البحثية تنبع من التناقض بين الأهمية المتزايدة للتحول الرقمي في القطاع البحري، والواقع الذي يشير إلى عدم التغلب الكامل على بعض العقبات، وبناءاً على ما سبق يمكن تلخيص مشكلة الدراسة في التساؤلات الأتية:

السؤال الرئيسي وهو كيف يؤثر التحول الرقمي على تحسين الكفاءة التشغيلية لميناء سفاجا؟ ويتفرع منه عدة أسئلة فرعية

- ما هي الوضعية الحالية لتطبيق تقنيات التحول الرقمي في ميناء سفاجا؟
- ما العوائق والتحديات التي تواجه تنفيذ التحول الرقمي في الميناء؟
- كيف تؤثر تقنيات التحول الرقمي على سرعة ودقة العمليات التشغيلية؟
- ما هى الفوائد المتوقعة من تبني تقنيات التحول الرقمي في الموانئ المصرية؟
- ما هي أفضل الممارسات العالمية التي يمكن الاستفادة منها لتعزيز التحول الرقمي في الموانئ؟في ضوء هذه المشكلة وتحدياتها يسعى البحث إلى تحقيق:

أهداف محددة وهى تحسين جودة الخدمات المقدمة للمواطن المصرى، و تعزيز التنافسية للموانئ المصرية، تحديد نقاط الضعف والقصور التي أثرت على القدرة التنافسية لميناء سفاجا، الوصول إلى رؤى ومقترحات لتطبيق التحول الرقمي ودورها فى تعزيز الكفاءة التشغيلية فى ميناء سفاجا وبناءً على هذه المشكلة وتحدياتها تكمن:

أهمية الدراسة في أهميتها العلمية من خلال المساهمة في إثراء المكتبة المصرية و العربية؛ حيث تساهم فى سد فجوة الدراسات التي تناولت تأثير التحول الرقمي على الموانئ، مع التركيز على ميناء سفاجا بشكل خاص، كما

تعمل على تطوير المهارات البحثية للباحث في كتابة التقارير العلمية وفي تحليل البيانات، ومن ضمن الدوافع الاهتمام الشخصى والشغف بقطاع النقل البحري في الموانئ المصرية ، بينما تكمن الأهمية العملية في معرفة كيف يساعد التحول الرقمي الموانىء على البقاء فى المنافسة المحلية والدولية مما يجذب المزيد من الاستثمارات والشحنات؛ وبالتالي يدفع عجلة التنمية الأقتصادية لأنه يشجع الاستثمار، ويعمل على خلق فرص عمل جديدة فى قطاعات النقل والتجارة واللوجستيات، كما أنه يساهم فى الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية؛ فيعمل على تقليل التكاليف، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وخفض الانبعاثات الكربونية وترشيد الموارد، بالإضافة إلى أنه يساعد فى الحد من الفساد الحكومى.

(2) أدبيات الدراسة

(2-1) التحول الرقمي

سيتم استعراض التعريف من خلال ثلاثة محاور مختلفة وهي، رؤى الباحثين، تعاريف الشركات العالمية، والتطبيق الخاص بالموانئ، حيث إن التحول الرقمى عبارة عن "عملية إستخدام التقنيات الرقمية لإنشاء عمليات تجارية جديدة، أو تعديل الثقافة وتجارب العملاء؛ لتلبية متطلبات الأعمال والسوق المتغيره" (Mahboub, Sadok, Chehri, & Saadane, 2023, p. 4571). أما من منظور الشركة العالمية McKinsey الرائدة فى مجال الاستثمارات فعرفته بأنه "عملية تهدف إلى تحسين المؤسسة من خلال إحداث تغييرات مهمة في خصائصها؛ من خلال مجموعات من المعلومات و الحوسبة والاتصالات وتقنيات الإتصال، ويُفهم التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي، والذي يقوده عادة الرئيس التنفيذي وفريق الإدارة العليا على أنه عملية مستمرة تهدف إلى تطوير القدرات التنظيمية والقائمة على التكنولوجية هذه القدرات بدورها تمكّن الشركة من التحسين المستمر في جانبين أساسيين: تجربة العملاء من جهة، وخفض تكاليف الوحدة من جهة أخرى، وفي نهاية المطاف تسعى هذه العملية إلى الحفاظ على ميزة تنافسية مستدامة بمرور الوقت، والتي تُعد المصدر الأساسي لهذه الميزة والغاية النهائية من التحول"(Lamarre, Smaje, & Zemmel, 2023, p. 2) ، ومن زاوية أخرى عرّف التحول الرقمي في سياق الموانئ بأنه "تغيير طريقة عملها لتكون أكثر كفاءة وفعالية، وتتيح منصات إدارة الموانئ الرقمية مراقبة أنشطة الموانئ في الوقت الفعلي؛ مما يسهل اتخاذ القرارات القائمة على البيانات، بالإضافة إلى ذلك تساهم أنظمة التخطيط والتنسيق الرقمية في تقليل أوقات الانتظار، وتحسين تخصيص الموارد، وتقليل الاختناقات اللوجستية، لقد مكّن تنفيذ التقنيات مثل إنترنت الأشياء (IoT) من زيادة الرؤية وإمكانية تتبع البضائع عبر سلسلة التوريد،؛ مما أدى إلى تحسين المزامنة بين الجهات الفاعلة المعنية من شركات الشحن إلى شركات الخدمات اللوجستية وسلطات الموانئ" (Gonzalez, Orive, Cabrero, & Flores, 2024, p. 10).

ولتحقيق هذا التحول يتطلب الأمر مجموعة من المتطلبات الرئيسية؛ حيث قسمت دراسة (Al-Ghanam 2023) متطلبات التحول الرقمي إلى ثلاثة أقسام وهي : المتطلبات البشرية والمتطلبات التقنية والمتطلبات الإجرائية لأمن المعلومات؛ حيث تتمثل المتطلبات البشرية في القيادة الرقمية، فعرفها الباحث (Mahmoud 2022) بأنها "تستكشف الأبتكارات اللازمة لدعم التحول الرقمي"، وأضافت دراسة (2024) Saadawi أن

الأشخاص الذين يتمتعون بمهارات تكنولوجية إلى خمس مهارات، المهارة الأولى تتعلق بالتواصل والعمل مع الآخرين باستخدام التكنولوجيا، والمهارة الثانية تتمثل فى كيفية حل المشكلات التقنية عن طريق التكنولوجيا، و المهارة الثالثة تتضمن كيفية حماية البيانات والأجهزة من القرصنة التقنية، والمهارة الرابعة تشمل إنشاء محتوى مثل النصوص والصور مقاطع الفديو، والمهارة الأخيرة تضم كيفية البحث عن المعلومات وتحليلها باستخدام التكنولوجيا، أما البُعد التكنولوجى ذكرت أنواعه دراسة (2024) Al-Shaibani وهى إنترنت الأشياء، و الروبوتات الألية، والتكنولوجيا السحابية، والبيانات المفتوحة، والذكاء الاصطناعي وسلسلة الكتل، و البُعد الأخير متمثل فى أمن المعلومات الذى يتضمن قسمين :الأول الأمن السيبراني هو عبارة عن " مجموعة أدوات تقنية تنظيمية وإجرائية والعديد من الممارسات التي تهدف إلى حماية الأجهزة الحاسوبية والممتلكات الإلكترونية، وما تتضمنه من معلومات من تلف أو تغيير أو أختراق وسرقة، وكذلك احتمالية الوقوع فى تعطيل أثناء الوصول إلى الخدمات والمعلومات" .(Al-Omari, Al-Turki, & Othman, 2024)، والقسم الثاني من بعد أمن المعلومات هي الحوكمة "تعني كيفية إدارة مجموعة أو منظمة ؛ ويشمل ذلك وضع القواعد، وتحديد الأولويات، وضمان عمل الجميع معاً بسلاسة" (Gonzalez, et al., 2024). ويُعزى أهمية التحول الرقمي التي وضحتها دراسة كلاً من(Abu Omar, 2023; Al-Saqti & Al-Shamsi 2024; Ezzat, 2021;Ghanem, 2022) على أن التحول الرقمي يساهم فى سرعة انتشار، وتوسع الشركة وزيادة الحصة السوقية؛ من خلال تقليل التكاليف وتحسين الكفاءة وذلك عن طريق المساهمة فى توسيع قاعدة العملاء حيث تُمكن المؤسسة من مباشرة ومتابعة أعمالها عبر شبكة الإنترنت بغرض التحديث والتطوير، وتساعد المنظمات على سرعة التأقلم مع التغيير والتطوير السريع (Al-Shamsi, 2024)، وأتفق كلاً من(Abu Omar, 2023; Lakshmi & Krishna, 2024) بأنه يمد المؤسسة بميزة تنافسية ؛ حيث فسرت دراسة Abu Omar (2023) الحصول على ميزة تنافسية يكون نتيجة التواصل مع العديد من الشركات من خلال المواقع الرقمية وقياس الأداء من جانب فريق مخصص لإدارة أعمال المؤسسة بالتحول الرقمي، كما يساعد المؤسسة على توجيه استراتيجيتها نتيجة الاطلاع على عروض السوق ، وتحديد اتجاهات المستهلكين فى العمليات اللوجستية تجاه سلعة أو خدمة محددة، بينما أضاف(2024) .Lakshmi et al أهميته من زاوية أخرى وهى الموارد البشرية؛ حيث أفاد بأنه يساعد الشركات فى سهولة اتخاذ القرار لعملية التوظيف نتيجة سرعة ودقة البيانات، وبالتالي استقطاب أفضل المواهب، وأضاف (2022) Ghanem ، بأنه يقلل من الوقت والجهد والتكاليف التشغيلية و يساهم في زيادة الإبداع والتطور، ويساعد المسئولين على تتبع سير العمل وبالتالي زيادة الأرباح و أتفق كلاً من(Al-Shaibani, 2024; Nazl, 2024) بأنه يساعد فى الحفاظ على المستندات من التمزق والضياع، والتقليل من الاستخدام الورقي، ورفع مستوى الحوكمة والشفافية، وتقليل الأخطاء وبالتالي تقليل التكاليف وتطوير الأداء، كما يساعد فى الوصول إلى أهداف الاستدامة وتعزيز حماية البيئة (Al-Saqti & Ezzat, 2021)، وبالانتقال إلى الأهمية الخاصة بقطاع الموانئ فإنها تساعد على التسليم الآمن للبضائع، وتقصير وقت انتظار السفن بالموانئ، وسهولة الإجراءات اللوجستية والجمركية، واستخدام البيانات الضخمة فى التعامل مع الحاويات، والمساعدة في اتخاذ القرارات السريعة عند مواجهة حالات الطوارئ، كل هذا يؤدى إلى تحسين كفاءة التشغيل وإرضاء العملاء (Hsu, Huang, Huynh, & Huang, 2024)

(2-2) الكفاءة التشغيلية

تم تعريف الكفاءة التشغيلية بأنها "هي القدرة على إنجاز المزيد من الإنتاج باستخدام موارد أقل، من خلال تحسين العمليات وتقليل الهدر، وقياسها بنسب تعكس العلاقة بين المدخلات والمخرجات في المؤسسة"(Osama, 2025, p. 40) ، وفي هذا السياق تبرز إعادة الهيكلة التكنولوجية كعامل حاسم في تطوير الكفاءة التشغيلية للموانئ، حيث تعمل على زيادة إنتاجية الموانئ، وخفض التكاليف، والعمل على سرعة ودقة معالجة البضائع، وتقليل الوقت المستغرق لتحميل وتفريغ السفن (Hafez, Amzarba, & Qardash, 2023) .وتتكون الكفاءة التشغيلية من ثلاثة أبعاد: أولها البعد الاقتصادي الذي يرى Morsi, Farag, and Marai (2024) أنه لا يقتصر على الأداء المالي التقليدي؛ بل يُسهم في التنمية الاقتصادية، أما البعد الثاني فهو البعد التشغيلي الذي ربطه الباحث باستخدام التقنيات الحديثة التي تُحسّن التخزين، وتسريع عمليات التحميل والتفريغ؛ مما يزيد من كفاءة الموانئ، كما يُساعد على تتبع الشاحنات والحاويات أثناء وجودها في الموانئ؛ مما يُقلل من السرقة والتلف، ومن خلال تحليل البيانات يُسهم في تحسين كفاءة التخطيط والتنبؤ؛ وبالتالي تحسين استخدام الموارد في الموانئ، كما يُسهّل التعاون والتنسيق من خلال تبادل المعلومات بين الموانئ و كلاً من الجهات الحكومية، وبين الموانئ والشركات؛ كل هذا يُؤدي إلى المرونة في مواجهة التغيير(Hatim, 2023)، أما البعد الثالث وهو البعد البيئي حيث ذكرت (Abdo, 2023) بأنه " كافة الاستراتيجيات المنفذة لزيادة كفاءة العمليات الإنتاجية؛ بهدف تقليل التأثير السلبى على البيئة، كما يعتبر أفضل الأدوات لتعزيز التحول من التنمية الغير مستدامة إلى التنمية المستدامة والسعي لخلق تناغم بين البيئة والاقتصاد".

(3-2) العلاقة بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية

يُعد التحول الرقمي المحرك الأساسي لتحسين الكفاءة التشغيلية في القطاعات المختلفة وهو ما أثبتته عدد كبير من الدراسات السابقة في العلاقة بينهما ليست مجرد افتراض بل هي واقع ملموس؛ حيث أظهرت دراسات متعددة كيف تؤثر التقنيات الرقمية على الكفاءة التشغيلية حيث ألقت دراسة Ruby and Aiten (2024) الضوء على تقبل المستهلكين للذكاء الاصطناعي في قطاع السياحة مشيرة إلى أهمية أمن البيانات والخصوصية كعقبتين رئيسيتين، وفي سياق أعم، تناولت دراسة Zahid (2024) دور استراتيجيات التحول الرقمي في خفض الوقت وزيادة الكفاءة التشغيلية والتسويقية مع الإشارة إلى تحديات مثل مقاومة الموظفين للتحول الرقمي، و أثبتت دراسة Abdo (2023) وجود علاقة إيجابية بين تطبيق سلاسل الكتل والقضاء على الاحتيال في شركات التأمين، ودعماً لهذا التوجه قدمت دراسة Gohil and Thakker (2021) إسهاماً حول دور العقود الذكية في تحقيق استدامة سلاسل التوريد وأوصت بضرورة تكاملها مع تقنيات أخرى مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي لتحسين الأداء، وعلى المستوى المؤسسي حللت دراسة Teng, Wu, and Yang (2022) أداء التحول الرقمي في الشركات الصغيرة والمتوسطة؛ ووجدت أن له علاقة موجبة على الأداء التشغيلي، انتقل التركيز في عدد من الدراسات إلى قطاع الموانئ؛ حيث أكدت هذه الأبحاث على أن التحول الرقمي يمثل ضرورة حيوية لتعزيز الكفاءة التشغيلية؛ فقد وضعت دراسة Ferreira (2024)خارطة طريق شاملة للتحول الرقمي لزيادة المرونة في الموانىء مؤكدةً أن الاستثمار في التقنيات الحديثة يزيد من الشفافية ويحسن التعاون، وبالمثل بحثت

دراسة Nedjoua and Beatrice (2023) في كيفية مساهمة الثورة الصناعية الرابعة في تحسين أداء الموانئ البحرية الجزائرية؛ وخلصت إلى أن أتمتة سلاسل التوريد توفر الوقت والموارد، وأكدت الدراسات الحديثة على أهمية التحول الرقمي للموانئ؛ فقد ركزت دراسة Priya et al. (2024) على كيفية تحويل الموانئ التقليدية إلى موانئ ذكية موضحة أن تتبع الحاويات، ومراقبة السفن؛ يعزز الأمن، ويحسن التخطيط اللوجستي ولهذا السبب؛ أوصت دراسة Ezgeta and Mehanović (2022) بضرورة النظر إلى التحول الرقمي كمنهج شامل ومتكامل بدلاً من كونه مجرد حدث تقني معزول وبالتالى يعزز الكفاءة والاستدامة والسلامة، وفي نفس السياق أبرزت دراسة Al-Shaibani (2024) أهمية إعادة الهيكلة التكنولوجية في تحسين أداء ميناء الملك عبد العزيز.

وعلى الصعيد المحلي حللت دراسة Youssef et al. (2024) أثر تطبيق معايير الموانئ الذكية على الأداء التشغيلي لميناء شرق بورسعيد مؤكدة وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية، كما ناقش Saleh et al. (2022) أهمية إدارة تكاليف اللوجستيات في تعزيز الميزة التنافسية لميناء دمياط. وفيما يخص الجوانب الأمنية والمعلوماتية، ركزت دراسة Golgota and Çerma (2024) على تقييم مخاطر الأمن السيبراني في ميناء دوريس مشيرة إلى أن التقنيات الرقمية تساهم في رفع الكفاءة التشغيلية لكنها تتطلب نهجاً متوازناً للأمن، وتناولت دراسة Lu and Xu (2024) أهمية تكامل المعلومات في الموانئ لمواجهة التحديات غير المتوقعة، مقترحةً نموذجاً لتقاسم الإيرادات بين الميناء وشركة التكنولوجيا لتحويل الموانئ إلى موانئ ذكية.

الفجوة البحثية

اختلاف النتائج: بالرغم من الإجماع الواسع على الآثار الإيجابية للتحول الرقمي، إلا أن هناك اختلاف في النتائج التي توصلت إليها بعض الدراسات؛ حيث أشارت دراسات مثل Ezgeta and Mehanović (2022) على العلاقة الموجبة بين التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية، خلافًا لذلك أفادت دراسة Agüero et al. (2023) إلى وجود علاقة عكسية بسبب عدم الاستغلال الأمثل للبنية التحتية المتاحة؛ هذا التناقض يؤكد أن العلاقة ليست خطية بسيطة بل هي أشبه بمنحنى على شكل حرف"U" كما توصلت دراس Teng et al. (2022) ؛ مما يعني أن هناك نقطة قد يبدأ عندها الأداء في التراجع إذا لم يتم التحكم في عملية التحول بفاعلية، كما لاحظت تباينًا في النتائج تبعاً لطبيعة الصناعة كما أوضحت دراسة *Kozhakhmetova* et al. (2025) أن الاعتماد على الذكاء الاصطناعي يختلف من قطاع لآخر: هذا الاختلاف يؤكد أن نتائج التحول الرقمي ليست عامة بل تعتمد على خصائص كل قطاع وطبيعة عملياته هذه التباينات في النتائج دفعتني إلى إدراك أهمية دراسة هذا التحول في قطاع محدد وهو الموانئ، وأن ميكنة العمليات هي جوهر التحول كما أشارت دراسات Nedjoua and Béatrice (2023) التي أكدت أن الأتمتة تزيد من الكفاءة. لكنني وجدت أن هذا وحده لا يكفي، فالعنصر البشري هو مفتاح النجاح: حيث كشفت دراسات مثل زاهد (2023) عن تحديات مثل مقاومة الموظفين، وهو ما أكد لي ضرورة إدراج محور ميكنة الموارد البشرية في دراستي، كما لاحظت أن المكتبة البحثية المصرية التي تتناول هذا الموضوع في السياق المصري شحيحة، خاصة في ميناء سفاجا؛ هذا النقص فتح أمامي مجالًا واسعًا لتقديم مساهمة تطبيقية ملموسة، تُقدم نتائج كمية ونوعية ذات قيمة عملية للمسؤولين في هذا القطاع، بالإضافة إلى أن معظم الدراسات قدمت فائدة كل تقنية من التقنيات الحديثة على حدة، ولكن لا يوجد دراسات تقارن بين فوائد التقنيات الحديثة بشكل تفصيلي، وأيهما يقدم أفضل النتائج في تحسين

الكفاءة التشغيلية واقتراح أولوية تطبيق تقنية معينة للبدء بشكل تدريجي، فضلًا عن الدراسات التى أوضحت أن الموانئ الحديثة لم تعد تعمل في جزر معزولة بل أصبح الميناء جزءاً من منظومة متكاملة: حيث إن التكامل سواء كان بين الجمارك و الميناء كما ذكر تقرير منظمة الجمارك العالمية (2023)، أو بين التقنيات المختلفة مثل والحوسبة السحابية و إنترنت الأشياء ، هو ما يمنحها القدرة على المنافسة؛ هذا الإدراك قادني إلى تصميم دراستى لتركز على هذا التكامل كعنصر حاسم في تحقيق الكفاءة، بالإضافة إلى قلة الدراسات التي توضح التكاليف المطلوبة لتنفيذ هذه التقنيات، وكيف يمكن قياس العائد على الاستثمار وتكاليف الصيانه وغيرها، كما يلاحظ بوجود نقص في الدراسات طويلة الأمد التي تتبع التغيرات بشكل مستمر لتقييم التأثير الدقيق للتحول الرقْميّ، علاوة على ذلك ندرة الدراسات التي تقارن بين الموانئ الناشئة وبين الموانئ الذكية العالمية، و ركزت معظم الدراسات على الموانئ الكبيرة متجاهلة أهمية الموانئ المتوسطة والصغيرة في سلاسل التوريد.

(3) حدود الدراسة

(3-1) الحدود الموضوعية

ركزت الدراسة على تأثير التحول الرقمي من منظور ميكنة العمليات، وميكنة الموارد البشرية، والتكامل بين الأنظمة المميكنة وتأثيرهم على تقليل الوقت وخفض التكاليف وزيادة الإنتاجية.

(3-2) الحدود المكانية

تم اختيار ميناء سفاجا على البحر الأحمر كدراسة حالة؛ ويعود هذا الاختيار إلى طبيعة الميناء، كونه ميناءً متعدد الخدمات؛ إذ يعمل على نقل الركاب، ويستوعب عمليات الشحن والتفريغ، ومناولة مختلف أنواع البضائع؛ مما يجعل دراسة الحالة بيئةً سريةً ومتكاملةً لدراسة أثر التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية ضمن نطاق واسع من أنشطة الموانئ.

(3-3) الحدود البشرية

اقتصرت الدراسة في جمع البيانات على المديرين والموظفين في الأقسام التشغيلية والإدارية.

(3-4) الحدود الزمانية

تم جمع البيانات الميدانية من خلال استبيان إلكتروني خلال عام 2025 ، وتزامن جمع البيانات أثناء فترة التغيرات الجوهرية لقطاع النقل والموانئ فى تنفيذ مجموعة المشاريع التطويرية لميناء سفاجا.

(4) فرضيات الدراسة

(4-1) الفرض الرئيسي

وفقًا لما أظهرته الدراسات السابقة التي أبرزت الأثر الإيجابي للتحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية في مختلف القطاعات فإنه يفترض:

وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة للتحول الرقمي بأبعاده (ميكنة العمليات، ميكنة الموارد البشرية، والتكامل بين الأنظمة) على تحسين الكفاءة التشغيلية (تقليل الوقت، تقليل التكاليف، وزيادة الإنتاجية) في ميناء سفاجا.

(2-4) الفروض الفرعية التالية:

1- بناءً على ما توصلت إليه دراسة Zahid (2024) أن التحول الرقمي يساعد في خفض الوقت وإنجاز الأعمال، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى الأول: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة لميكنة العمليات وتقليل الوقت في ميناء سفاجا.

2- استنادًا إلى ما أكدت عليه دراسة Saleh et al. (2022) حول أهمية الإدارة الرشيدة للموارد اللوجستية في خفض التكاليف، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى الثانى: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة لميكنة العمليات وتقليل التكاليف في ميناء سفاجا.

3- تماشيًا مع نتائج دراسة Al-Shaibani (2024) التي أشارت إلى أن إعادة الهيكلة التكنولوجية تساعد على الزيادة الإنتاجية، فإنه يفترض :

الفرض الفرعى الثالث: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة لميكنة العمليات وزيادة الإنتاجية في ميناء سفاجا.

4- في ضوء ما أوضحته الدراسات السابقة من أن الموارد البشرية تشكل تحديًا في عملية التحول الرقمي (Ferreira, 2024)، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى الرابع: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة لميكنة إدارة الموارد البشرية وتقليل الوقت في ميناء سفاجا.

5- نظرًا لتأثير التكنولوجيا على خفض تكاليف التشغيل وفقًا لما جاء في دراسة(Priya et al., 2024) ، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى الخامس: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة لميكنة إدارة الموارد البشرية وتقليل التكاليف في ميناء سفاجا.

6- بما أن التحول الرقمي يُعزز كفاءة العمليات التشغيلية(Nedjoua & Beatrice, 2023) ، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى السادس: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة لميكنة إدارة الموارد البشرية وزيادة الإنتاجية في ميناء سفاجا.

7- وفقًا لنتائج دراسة Lu and Xu (2024) التي أكدت على أهمية تكامل المعلومات في تحسين الخدمات وزيادة الكفاءة، فإنه يفترض :

الفرض الفرعى السابع: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة للتكامل بين الأنظمة المميكنة وتقليل الوقت في ميناء سفاجا.

8- على ضوء ما أشار إليه دراسة Gohil and Thakker (2021) بضرورة تكامل التقنيات الحديثة لخفض التكاليف التشغيلية، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى الثامن: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة للتكامل بين الأنظمة المميكنة وتقليل التكاليف في ميناء سفاجا.

9- في ضوء ما أوصت به دراسة Golgota and Çerma (2024) من أن التقنيات الرقمية تساهم في زيادة الكفاءة التشغيلية، فإنه يفترض:

الفرض الفرعى التاسع: وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة للتكامل بين الأنظمة المميكنة وزيادة الإنتاجية في ميناء سفاجا.

(5) منهجية البحث

تتناول متغيرات نموذج الدراسة، منهج الدراسة، مجتمع الدراسة، وعينة الدراسة، ثم عرض لكيفية بناء أداة الدراسة والتأكد من صدق وثبات أداة الدراسة (الاستبانة)، والتحليل العاملي

(5-1) متغيرات نموذج الدراسة

المتغير المستقل: التحول الرقمي ويتكون من الأبعاد التالية : ميكنة العمليات – الموارد البشرية – التكامل بين الأنظمة المميكنة.

المتغير التابع : الكفاءة التشغيلية ويتكون من الأبعاد التالية: تقليل الوقت – تقليل التكاليف – زيادة الانتاجية.

(5-2) منهج الدراسة

فى هذه الدراسة تم الجمع بين المنهجين الاستدلالي والاستقرائي للوصول إلى فهم شامل ومتعمق؛ فقد ساهم المنهج الاستدلالي فى الاختبار والتحقق من صحة ما ورد من نظريات وفرضيات في الدراسات السابقة حول التحول الرقمي وتاثيره على المؤسسات ثم صياغة الفرضيات ثم تم عمل استبيان بهدف الوصول إلى نتائج محددة فى ميناء سفاجا من خلال التحليل الإحصائي لهذه النتائج (العام إلى الخاص)، تم اتباع المنهج الاستقرائي حيث تم جمع بيانات استكشافية أولية حول الوضع الراهن لميناء سفاجا من خلال اسئلة الاستبيانات حول تصورات العاملين للتحديات الحالية التى تواجه ميناء سفاجا وأبرز مظاهر التحول الرقمى التى شهدتها الميناء وما هي الفرص المتاحة لتطبيق تقنيات الحديثة في الميناء (من الخاص إلى العام).

(5-3) مجتمع الدراسة

مجتمع الدراسة هو جميع أفراد موضوع مشكلة الدراسة، فبناءً على مشكلة الدراسة وأهدافها؛ المجتمع متمثل في العاملين بميناء سفاجا (الإدارة العليا والوسطى والموظفين).

(4-5)عينة الدراسة

تم تحديد عينة من مجتمع الدراسة لتمثيل المجتمع ككل، وقد اعتمدت الدراسة على أسلوب العينة العشوائية بهدف إعطاء كل مفردة من مفردات المجتمع نفس الفرصة في الاختيار كمفردة من مفردات العينة وبصورة عشوائية، وبالتالي تكون آراء الدراسة معبرة تمامًا عن آراء العاملين بميناء سفاجا، وقد تم تحديد حجم العينة (108) طبقًا لقانون حجم العينة بمعلومية حجم المجتمع كما يلي، وبمراجعة الاستمارات الواردة فقد حصلت الباحثة على عدد 108 استمارة من التوزيع الإلكترونيّ:

$$n^* = \frac{\left(\frac{z}{d}\right)^2 (P) * (Q)}{1 + \frac{1}{N}\left[\left(\frac{z}{d}\right)^2 (P) * (Q) - 1\right]}$$

حيث إنَّ:

N)) = حجم المجتمع

Z)) = الدرجة المعيارية عند نسبة الخطأ 5% (1.96) مستوى ثقة 95%.

P) =) نسبة الاستجابة المتوقعة من المجتمع المراد دراسته، وفي حالة عدم المعرفة لتلك النسبة فإنه يستخدم أكبر نسبة ممكنة (50%).

Q)) = نسبة عدم الاستجابة المتوقعة (النسبة المكملة 1-P).

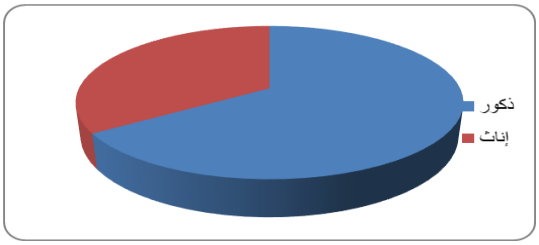
d)) = خطأ المعاينة عند (0.05).

وبتطبيق المعادلة السابقة تكونت عينة الدراسة الأساسية من (108) من العاملين بميناء سفاجا، بمراجعة الاستبيانات المستلمة، حصل الباحث على (108) استبيانات من التوزيع الإلكتروني، تم وصف خصائص عينة الدراسة من حيث الجنس، والمؤهل، والمستوى الوظيفي، وعدد سنوات الخبرة، باستخدام التكرارات والنسب المئوية لكل منها، وذلك على النحو التالي:

- من حيث النوع:

جدول 1: التوزيع العددي والنسب المئوية من حيث النوع

النوع	العدد	النسبة %
ذكور	71	65.7%
إناث	37	34.3%
الإجمالي	108	100%



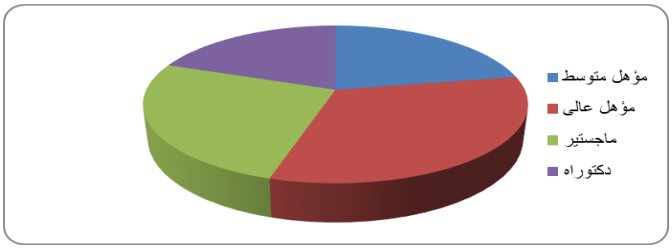
شكل 1: رسم بياني يصف العينة من حيث النوع

يتضح من جدول (1) وشكل (2) أن الذكور تمثل نسبة (65.7%)، بينما بلغت نسبة الإناث (34.3%) من أفراد عينة الدراسة.

- من حيث المؤهل:

جدول 2: التوزيع العددي والنسبي من حيث المؤهل

المؤهل	العدد	النسبة %
مؤهل متوسط	24	22.3 %
مؤهل عالى	35	32.4%
ماجستير	28	25.9 %
دكتوراه	21	19.4 %
الإجمالي	108	100%



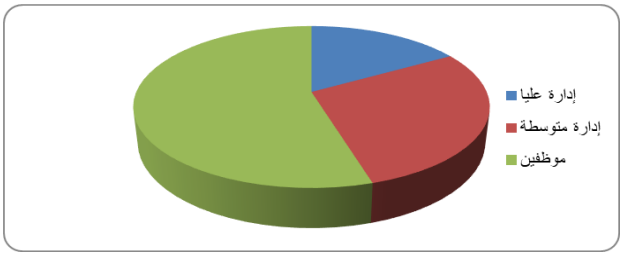
شكل 2: رسم بياني يصف العينة من حيث المؤهل

ويتضح من الجدول (2) والشكل (2) أن الحاصلين على مؤهل متوسط يمثلون نسبة (22.3%)، بينما الحاصلين على مؤهل أعلى يمثلون نسبة (32.4%)، والحاصلين على درجة الماجستير يمثلون نسبة (25.9%)، والحاصلين على درجة الدكتوراه يمثلون نسبة (19.4%) من أفراد عينة الدراسة.

- من حيث المستوى الوظيفى:

جدول 3: التوزيع العددي والنسب من حيث المستوى الوظيفى

المستوى الوظيفى	العدد	النسبة %
إدارة عليا	18	16.7 %
إدارة متوسطة	31	28.7 %
موظفين	59	54.6 %
الإجمالي	108	100%



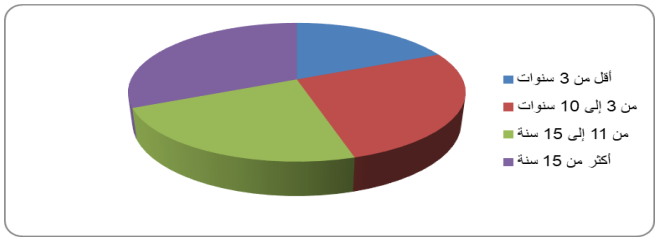
شكل 3: رسم بياني لوصف العينة من حيث المستوى الوظيفي

يتضح من جدول (3) وشكل (3) أن عدد العاملين بالإدارة العليا يمثلون نسبة (16.7%) بينما عدد العاملين بالإدارة المتوسطة يمثلون نسبة (28.7%)، وعدد الموظفين يمثلون نسبة (54.6%) من أفراد عينة الدراسة.

- من حيث سنوات الخبرة

جدول 4: التوزيع العددي والنسب المئوية من حيث سنوات الخبرة

عدد سنوات الخبرة	العدد	النسبة %
أقل من 3 سنوات	20	18.5 %
من 3 إلى 10 سنوات	29	26.7 %
من 11 إلى 15 سنوات	25	23.2 %
أكثر من 15 سنة	34	31.6 %
الإجمالي	108	100%



شكل 4: رسم بياني لوصف العينة من حيث سنوات الخبرة

ويتضح من الجدول (4) والشكل (4) أن عدد سنوات الخبرة أقل من 3 سنوات تمثل نسبة مئوية قدرها (18.5%)، ومن 3 إلى 10 سنوات تمثل نسبة مئوية قدرها (26.7%)، ومن 11 إلى 15 سنة تمثل نسبة مئوية قدرها (23.2%)، وأكثر من 15 سنة تمثل نسبة مئوية قدرها (31.6%) من أفراد عينة الدراسة.

(5-5) أداة الدراسة

الاستبانة : وقد أولت الدراسة أهتماماً في صياغتها عبارات الاستبانة البساطة، والسهولة قدر المستطاع، بحيث تكون مفهومة للعامة المبحوثين، وهى عبارة عن مجموعة من الأسئلة المتعلقة بمتغيرات البحث، ويشمل هذا القسم على عدد (30) فقرة تعبر عن المتغير المستقل وعدد (28) فقرة تعبر عن المتغير التابع كالتالي:

المتغير المستقل : التحول الرقمي ويتكون من 3 أبعاد كالتالي:

- البعد الأول: ميكنة العمليات ويتكون من عدد (9) فقرات.

- البعد الثاني: ميكنة إدارة الموارد البشرية ويتكون من عدد (10) فقرات.
- البعد الثالث: التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة ويتكون من عدد (11) فقرات.

المتغير التابع : تحسين الكفاءة التشغيلية ويتكون من 3 أبعاد كالتالي:

- البعد الأول: تقليل الوقت ويتكون من عدد (11) فقرات.
- البعد الثاني: تقليل التكاليف ويتكون من عدد (8) فقرات.
- البعد الثالث: زيادة الإنتاجية ويتكون من عدد (9) فقرات

كما حرصت الباحثة عند صياغة العبارات التي أجاب عنها على أن تكون متوافقة مع مقياس ليكرت الخماسي. وقد رُمّزت العبارات كما هو موضح في الجدول التالي:

أولا: التحول الرقمي

وقد تم تحديد عدد عبارات كل بعد من أبعاد التحول الرقمي كما يلي:

جدول 5: تكويد أبعاد التحول الرقمي

التكويد	أبعاد التحول الرقمي	عدد العبارات
X1	ميكنة العمليات	Q1 to Q9
X2	ميكنة إدارة الموارد البشرية	Q10 to Q19
X3	التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	Q20 to Q30

ثانياً: تحسين الكفاءة التشغيلية

كما تم تحديد عدد عبارات بعد تحسين الكفاءة التشغيلية كما يلي:

جدول 6: تكويد محور تحسين الكفاءة التشغيلية

التكويد	المتغير التابع	عدد العبارات
Y1	تقليل الوقت	Q31 to Q41
Y2	تقليل التكاليف	Q42 to Q49
Y3	زيادة الإنتاجية	Q50 to Q58

اعتمدت الباحثة على تصميم قائمة الاستقصاء، وتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس استجابات المبحوثين لفقرات الاستبانة حسب الجدول رقم (3-3):

جدول 7: درجات مقياس ليكرت الخماسي

الاستجابة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
الدرجة	5	4	3	2	1

وبذلك يكون الوزن النسبي لكل درجة استجابة في هذه الحالة هو (20%) يتناسب مع هذه الاستجابة، وتم حساب مدى المقياس الخماسي المستخدم للمحور الكلى في الدراسة حيث أن طول الفئة 80.0 وفقا صياغة المعادلة التالية، كما يمكن توضيح مدى متوسطات القياس فى إطار مقياس ليكرت كما بالجدول رقم رقم (7).

وبذلك يكون الوزن النسبي لكل درجة استجابة في هذه الحالة (20%) متناسبًا مع هذه الاستجابة. وقد تم حساب مدى المقياس الخماسي المستخدم للمحور الكلي في الدراسة، حيث بلغ طول الفئة 80.0، وذلك وفقًا لصياغة المعادلة التالية. كما يمكن توضيح مدى متوسطات القياس في إطار مقياس ليكرت، كما هو موضح في الجدول رقم (7).

طول الفئة = (الحد الاعلى – الحد الادنى)/ عدد الفئات

طول الفئة = (5 – 1)/ 5 = 0.80

جدول 8: مدى متوسطات القياس في إطار مقياس ليكرت

الحد الأدنى	الحد الأقصى	الاتجاه
1.00	1.79	تميل الاتجاهات إلى (غير موافق بشدة)
1.80	2.59	تميل الاتجاهات إلى (غير موافق)
2.60	3.39	تميل الاتجاهات إلى (محايد)
3.40	4.19	تميل الاتجاهات إلى (موافق)
4.20	5.00	تميل الاتجاهات إلى (موافق بشدة)

(6) المعالجة الإحصائية

تم تفريغ البيانات من استمارة الاستقصاء وتصفيتها وتبويبها لتسهيل عملية تحليلها وذلك لاستخلاص النتائج والمؤشرات منها حول موضوع الدراسة باستخدام وسائل إحصائية مناسبة تتفق مع الفروض الأساسية الخاصة بالدراسة وقد تم استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:-

- التحليل العاملي التوكيدي.
- معاملات ألفا كرونباخ (الثبات) – معاملات الثبات المركب.
- التوزيع التكراري والنسبي.
- المقاييس الإحصائية الوصفية (المتوسط – الانحراف المعياري – معامل الاختلاف).
- معامل الارتباط.
- نمذجة المعادلات الهيكلية.

التحليل العاملي Factor Analysis

(6-1) صدق أداة البحث

يقصد بصدق التحليل العاملي مدى اتساق كل فقرة من فقرات الاستقصاء مع المجال الذي تنتمي إليه هذه الفقرة، حيث يتم قياس مدى تشبع الفقرات على المحور الكلي للمقياس الذي تنتمي إليه، وقد تم استخدام التحليل العاملي مع التركيز على بعض المقاييس مثل متوسط التباين المفسرة، والتحقق من ذلك تم استخدام التحليل العاملي التوكيدي من خلال حزم البرامج الإحصائيةSmart PLS ، ولدراسة الصدق التمييزي للمحاور ومدى تحميل العبارات بالفعل على المحور المعد لقياسه، فقد تم استخدام حزم البرامج الإحصائية Smart

PLS فالصلاحية هي تقييم ما إذا كان البعد يقيس مفهوم ما هو معد لقياسه ويتم تقييم صلاحية البناء من خلال تحديد المصداقية التقاربية والتمييزية.

الصدق التقاربي :Convergent Validity يتم إنشاء الصلاحية المتقاربة عندما تتقارب العناصر في مقياس معين لتمثيل البنية الأساسية،يتم حساب AVE على أنه متوسط الأحمال التربيعية لكل مؤشر مرتبط بالبنية إحصائيًا ، ويتم تحديد الصلاحية التقاربية عندما يكون متوسط التباين المستخرج (AVE)> 0.50.

الصدق التمييزي Discriminant Validity: تم إنشاء الصلاحية التمييزية للتأكد من تميز محاور الدراسة، يُظهر أن محاور الدراسة لها هويتها الفردية ولا ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالمحاور الأخرى في الدراسة، تم تحديد الصلاحية التمييزية في SMART-PLS باستخدام تقنيتين مختلفتين.

معيار فورنيل ولاركر Fornell-Larcker: وفقًا لمعيار فورنيل ولاركير، يتم تحديد الصلاحية التمييزية إذا كان الجذر التربيعي لمتوسط التباين المفسر AVE لمحور معين أكبر من ارتباطه بجميع الأبعاد الأخرى (صف – عمود) على ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة وقيم المتغيرات الأخرى عن 0.10 إذا كانت قيمة معامل فرونيل أقل.

جدول 9: نتائج معيار فورنيل ولاركير (الصدق التمييزي) لأبعاد الدراسة

	التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	تقليل التكاليف	تقليل الوقت	زيادة الإنتاجية	ميكنة إدارة الموارد البشرية	ميكنة العمليات
التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	0.785					
تقليل التكاليف	0.683	0.739				
تقليل الوقت	0.839	0.722	0.804			
زيادة الإنتاجية	0.802	0.787	0.805	0.727		
ميكنة إدارة الموارد البشرية	0.854	0.637	0.766	0.746	0.754	
ميكنة العمليات	0.843	0.599	0.797	0.756	0.847	0.754

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج Smart-PLS4

يوضح الجدول (9) نتيجة اختبار معيار فورنيل ولاركير كأحد اختبارات الصدق التمييزي، وقد تبين أن:

- معامل ميكنة العمليات قد بلغت قيمته 0.754 حيث من المفترض أن تكون أكبر من معاملات الأبعاد الأخرى صفاً وعموداً (أو ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة والقيم الأخرى عن 0.10 إذا كانت هي الأقل) والتي تراوحت بين 0.599 و 0.847 ومن ثم فإنه لا يوجد تداخل بين عبارات هذا البعد مع الأبعاد الأخرى.
- معامل ميكنة إدارة الموارد البشرية قد بلغت قيمته 0.754 حيث من المفترض أن تكون أكبر من معاملات الأبعاد الأخرى صفاً وعموداً (أو ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة والقيم الأخرى عن 0.10 إذا كانت هي الأقل) والتي تراوحت بين 0.637 و 0.854، ومن ثم فإنه لا يوجد تداخل بين عبارات هذا البعد مع الأبعاد الأخرى.

- معامل التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة قد بلغت قيمته 0.785 حيث من المفترض أن تكون أكبر من معاملات الأبعاد الأخرى صفاً وعموداً (أو ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة والقيم الأخرى عن 0.10 إذا كانت هي الأقل) والتي تراوحت بين 0.683 و 0.854، ومن ثم فإنه لا يوجد تداخل بين عبارات هذا البعد مع الأبعاد الأخرى.
- معامل تقليل الوقت قد بلغت قيمته 0.804 حيث من المفترض أن تكون أكبر من معاملات الأبعاد الأخرى صفاً وعموداً (أو ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة والقيم الأخرى عن 0.10 إذا كانت هي الأقل) والتي تراوحت بين 0.722 و 0.839، ومن ثم فإنه لا يوجد تداخل بين عبارات هذا البعد مع الأبعاد الأخرى.
- معامل تقليل التكاليف قد بلغت قيمته 0.739 حيث من المفترض أن تكون أكبر من معاملات الأبعاد الأخرى صفاً وعموداً (أو ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة والقيم الأخرى عن 0.10 إذا كانت هي الأقل) والتي تراوحت بين 0.599 و 0.787 ومن ثم فإنه لا يوجد تداخل بين عبارات هذا البعد مع الأبعاد الأخرى.
- معامل زيادة الإنتاجية قد بلغت قيمته 0.727 حيث من المفترض أن تكون أكبر من معاملات الأبعاد الأخرى صفاً وعموداً (أو ألا يزيد الفارق بين تلك القيمة والقيم الأخرى عن 0.10 إذا كانت هي الأقل) والتي تراوحت بين 0.746 و 0.805 ومن ثم فإنه لا يوجد تداخل بين عبارات هذا البعد مع الأبعاد الأخرى.
- التحميلات المتقاطعة Cross loadings: وفقًا لعمليات التحميل المتقاطعة ، يجب أن يكون لعنصر معين أحمال أعلى على البناء الأصلي الخاص به مقارنة بالأبعاد الأخرى في الدراسة. إذا تم تحميل عنصر جيدًا على بنية أخرى مقارنة بالبناء الأصلي الخاص به ، فهناك مشكلات تتعلق بالصلاحية التمييزية، يشير الاختلاف في التحميل الأقل من 0.10 أيضًا إلى أن العنصر يتم تحميله على البنية الأخرى وبالتالي يمكن أن يكون تهديدًا للصلاحية التمييزية.

جدول 10: معاملات التحميل المتقاطعة لأبعاد الدراسة

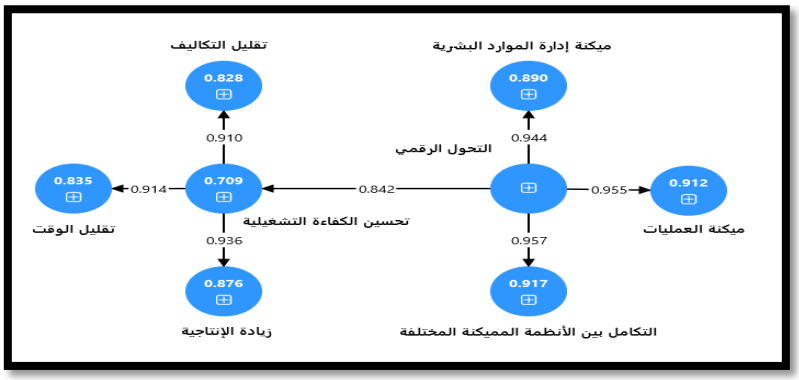
العبارات	ميكنة العمليات	ميكنة إدارة الموارد البشرية	التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	تقليل الوقت	تقليل التكاليف	زيادة الإنتاجية
Q1	0.669	0.591	0.591	0.487	0.475	0.593
Q2	0.624	0.555	0.608	0.736	0.573	0.596
Q3	0.805	0.637	0.648	0.474	0.330	0.502
Q4	0.652	0.460	0.489	0.402	0.252	0.470
Q5	0.787	0.707	0.697	0.691	0.522	0.626
Q6	0.833	0.708	0.759	0.624	0.438	0.571
Q7	0.803	0.707	0.702	0.621	0.507	0.620
Q8	0.768	0.654	0.753	0.696	0.505	0.568
Q9	0.813	0.683	0.700	0.649	0.444	0.584
Q10	0.618	0.623	0.560	0.557	0.553	0.543
Q11	0.680	0.694	0.628	0.587	0.417	0.514
Q12	0.651	0.805	0.670	0.628	0.420	0.560
Q13	0.552	0.685	0.531	0.534	0.484	0.454
Q14	0.707	0.788	0.697	0.503	0.424	0.588
Q15	0.551	0.767	0.604	0.560	0.477	0.537
Q16	0.747	0.852	0.765	0.670	0.559	0.674

العبارات	ميكنة العمليات	ميكنة إدارة الموارد البشرية	التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	تقليل الوقت	تقليل التكاليف	زيادة الإنتاجية
Q17	0.609	0.824	0.640	0.594	0.429	0.501
Q18	0.550	0.681	0.561	0.504	0.456	0.532
Q19	0.689	0.790	0.734	0.622	0.593	0.691
Q20	0.696	0.660	0.836	0.642	0.585	0.666
Q21	0.730	0.723	0.820	0.651	0.543	0.594
Q22	0.561	0.624	0.633	0.525	0.339	0.474
Q23	0.683	0.754	0.758	0.619	0.424	0.513
Q24	0.688	0.647	0.815	0.692	0.650	0.728
Q25	0.787	0.712	0.823	0.697	0.489	0.689
Q26	0.693	0.621	0.821	0.698	0.657	0.667
Q27	0.714	0.663	0.784	0.669	0.545	0.655
Q28	0.575	0.634	0.743	0.699	0.677	0.660
Q29	0.747	0.657	0.766	0.687	0.479	0.597
Q30	0.721	0.672	0.817	0.657	0.511	0.670
Q31	0.587	0.493	0.582	0.749	0.472	0.634
Q32	0.662	0.651	0.680	0.774	0.577	0.692
Q33	0.736	0.723	0.756	0.854	0.672	0.738
Q34	0.562	0.597	0.618	0.802	0.604	0.562
Q35	0.688	0.664	0.714	0.885	0.569	0.613
Q36	0.707	0.662	0.747	0.838	0.551	0.673
Q37	0.567	0.492	0.595	0.756	0.539	0.614
Q38	0.767	0.694	0.766	0.831	0.616	0.643
Q39	0.621	0.603	0.696	0.865	0.679	0.716
Q40	0.716	0.702	0.741	0.838	0.601	0.709
Q41	0.378	0.436	0.472	0.617	0.472	0.491
Q42	0.261	0.344	0.319	0.328	0.593	0.465
Q43	0.328	0.392	0.415	0.415	0.771	0.598
Q44	0.545	0.516	0.557	0.525	0.739	0.638
Q45	0.489	0.486	0.559	0.614	0.810	0.736
Q46	0.454	0.558	0.453	0.461	0.683	0.471
Q47	0.461	0.483	0.591	0.646	0.803	0.594
Q48	0.565	0.567	0.633	0.626	0.750	0.594
Q49	0.394	0.411	0.460	0.593	0.741	0.517
Q50	0.570	0.546	0.602	0.603	0.528	0.745
Q51	0.528	0.506	0.531	0.468	0.427	0.621
Q52	0.689	0.679	0.754	0.704	0.668	0.813
Q53	0.496	0.484	0.557	0.519	0.691	0.719
Q54	0.433	0.520	0.494	0.438	0.471	0.593
Q55	0.586	0.603	0.589	0.681	0.536	0.784
Q56	0.649	0.593	0.651	0.676	0.547	0.848
Q57	0.479	0.449	0.468	0.504	0.379	0.640
Q58	0.489	0.486	0.559	0.614	0.810	0.736

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول السابق معاملات التحميل لكل فقرة من فقرات أبعاد الدراسة مع مراعاة مشاكل التحميل وحذف العبارات ذات معاملات التحميل الضعيفة والتي لم تعبر عن المحور بشكل جيد، فقد تبين أن الفقرات تم تحميلها على كل بعد بالقدر الكافي لتصبح أبعاد الدراسة كما موضح بالجدول، حيث تراوحت قيم معاملات التحميل لبعد

ميكنة العمليات بين 0.624 و 0.833، كما تراوحت قيم معاملات التحميل لبعد ميكنة إدارة الموارد البشرية بين 0.623 و 0.852. ولبعد التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة بين 0.633 و 0.836، كما تراوحت قيم معاملات التحميل لبُعد تقليل الوقت بين 0.617 و 0.885، ولبعد تقليل التكاليف بين 0.593 و 0.810، ولبعد زيادة الإنتاجية بين 0.593 و 0.848، وكانت جميعها ذات معاملات تحميل مرتفعة تعبر وبقوة عن المحور المعد لقياسه ومن ثم فلا يمكن حذف أيا من عبارات هذه المحاور.



شكل 5: التحليل العاملي التوكيدي لأبعاد الدراسة

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج Smart-PLS4

(2-6) معامل الثبات

يقصد بالثبات أنه إذا ما أعيد اختبار أو سؤال مفردات عينة البحث مرة أخرى فإننا نحصل على نفس الإجابات، وبمعنى آخر أنه يمكن الاعتماد على استمارة الاستقصاء المستخدمة في البحث من حيث ثبات النتائج التي يتم التوصل إليها إذا ما تكررت عملية القياس بنفس القائمة وتحت نفس الظروف، وقد تم قياسه من خلال معامل الثبات المركب، وتتراوح قيمته من (0-1)، وكلما اقتربت قيمته من الواحد الصحيح كلما كان المقياس أدق ويمكن الاعتماد عليه لتحليل البيانات، بينما انخفاض قيمته عن (0.70) يدل على انخفاض الثبات وهو الحد الأدنى المقبول لمعامل الثبات.

جدول 11: الثبات المركب – متوسط التباين المفسر لأبعاد الدراسة

Construct reliability and validity	معامل الثبات ألفا كرونباخ	معامل الثبات المركب	متوسط التباين المفسر
	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	0.937	0.946	0.617
تقليل التكاليف	0.880	0.905	0.546
تقليل الوقت	0.944	0.952	0.647
زيادة الإنتاجية	0.886	0.909	0.528
ميكنة إدارة الموارد البشرية	0.914	0.929	0.569
ميكنة العمليات	0.903	0.922	0.569

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج Smart-PLS4

يوضح الجدول رقم (11) قيم معاملات الثبات ألفا كرونباخ والثبات المركب لأبعاد الدراسة، وكانت جميعها أكبر من (.700) حيث تراوحت قيم معامل الثبات بين 0.880 و 0.944 ، وهى نسب مرتفعة تعطى ثقة لدى الباحثة فى النتائج المتحصلة عليها من التحليل؛ حيث أنه إذا أعيد تكرار سؤال أفراد العينة مرة أخرى فإننا نحصل على نفس الاستجابة بنسب تتراوح بين 88.0% و 94.4%. كما تراوحت قيم معاملات الثبات المركب بين 0.905 و 0.952 وهي لا تختلف كثيراً عما توصلت إليه معاملات الثبات ألفا كرونباخ، وبدراسة متوسط التباين المفسر فقد تراوحت بين 0.528 و 0.647 وهو ما يشير إلى أن فقرات تلك الأبعاد تساهم بنسبة تفسير تتراوح بين 52.8% و 64.7% من أي تغير يطرأ على تلك الأبعاد وكانت جميعها أكبر من 50%، وعليه يمكن الأخذ بتلك الآراء والاستناد إلى ما يتم الحصول عليه آراء ومن نتائج اختبارات الفروض.

(7) الاستنتاجات والتوصيات

تناول هذا الجزء عرض نتائج الدراسة الميدانية ومناقشتها عن طريق عرض إجابات أفراد العينة على عبارة الاستبانة، واستخراج نتائج الإحصاءات الوصفية لمحاور الدراسة وأيضاً التحقق من صحة الفرضيات على النحو التالى:

(7-1) توصيف العينة طبقا لاتجاهات الآراء

(7-1-1)على مستوى أبعاد التحول الرقمي

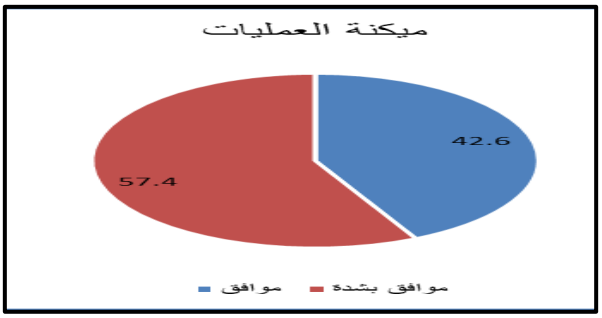
- **ميكنة العمليات**

جدول 12: توصيف اتجاهات العينة لبُعد ميكنة العمليات

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
يحسن تطبيق نظام ميكنة قوي من جاذبية الميناء لشركات الشحن واللوجستيات	4.519	0.603	13.35	90.37	1
يؤدي سوء استخدام ميكنة العمليات إلى تعقيدها بدلاً من تبسيطها.	4.139	0.826	19.95	82.78	9
يؤدي تطبيق نظام الميكنة إلى تقليل الجهد والوقت البشري	4.463	0.603	13.50	89.26	3
تقلل المعدات المميكنة من الأخطاء التشغيلية	4.315	0.679	15.73	86.30	7
تساعد ميكنة العمليات في تطوير إدارة المخاطر في الميناء	4.426	0.567	12.81	88.52	4
يساعد استخدام الأنظمة المميكنة من كفاءة إدارة الميناء	4.361	0.633	14.52	87.22	6
تساعد ميكنة العمليات في تسريع عمليات الشحن والتفريغ	4.398	0.563	12.79	87.96	5
تساعد ميكنة العمليات في زيادة الشفافية في إجراءات الميناء	4.287	0.656	15.31	85.74	8
تسهل ميكنة العمليات فى الميناء تبادل المعلومات و البيانات بين مختلف الأطراف العاملة بالميناء	4.491	0.538	11.98	89.81	2
ميكنة العمليات	4.378	0.470	10.73	87.55	

المصدر: إعداد الباحث من نتائج برنامج SPSS

يتضح من الجدول رقم (12)، أن عينة الدراسة اتجهت نحو الموافقة بشدة مع محور ميكنة العمليات بانحراف معياري قدره 0.470، كما بلغ المتوسط الحسابي لهذا المتغير 4.378 بأهمية نسبية 87.55%، كما بلغت نسبة الموافقة الشديدة 57.4%، واتجهت الاستجابات نحو الموافقة بنسبة 42.6%، وتشير النتائج إلى وجود تشتت ضعيف بين استجابات أفراد العينة، حيث بلغ معامل الاختلاف 10.73%، مما يعكس مدى التجانس بين آراء عينة البحث والدراسة في الموافقة بشدة مع محور ميكنة العمليات، جاءت العبارة (يحسن تطبيق نظام ميكنة قوي من جاذبية الميناء لشركات الشحن واللوجستيات) في المرتبة الأولى ، من حيث الموافقة بمتوسط مرجح 4.519، يلي ذلك العبارة (تسهل ميكنة العمليات فى الميناء تبادل المعلومات و البيانات بين مختلف الأطراف العاملة بالميناء) في المرتبة الثانية بمتوسط مرجح 4.491، وصولاً إلى (يؤدي سوء استخدام ميكنة العمليات إلى تعقيدها بدلاً من تبسيطها) بأقل درجة موافقة في المرتبة التاسعة بمتوسط مرجح 4.139.



شكل 6: التوزيع النسبي لاستجابات العينة طبقاً لبعد ميكنة العمليات

- **ميكنة إدارة الموارد البشرية**

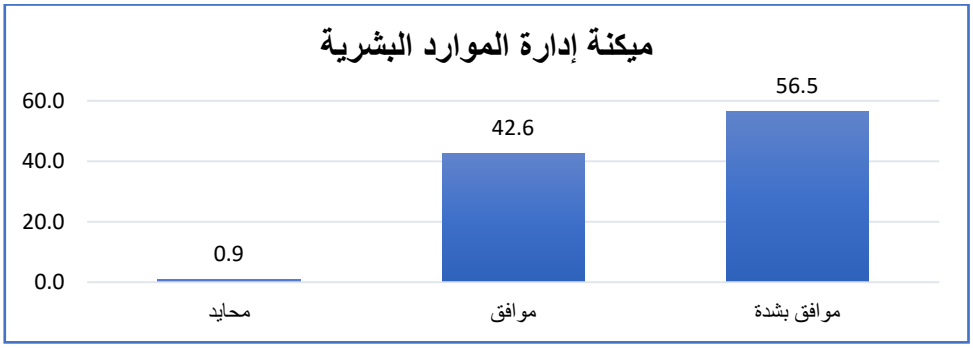
جدول 13: توصيف اتجاهات العينة لبعد ميكنة إدارة الموارد البشرية

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
يعتبر تطبيق أنظمة مميكنة لإدارة الموارد البشرية أمراً مهماً فى تطوير العمليات التشغيلية في الميناء	4.361	0.603	13.83	87.22	3
تؤدى الأنظمة المميكنة إلى تقليل المهام اليدوية للعاملين	4.241	0.695	16.40	84.81	10
يؤدي استخدام التقنيات الحديثة في إدارة شؤون الموظفين إلى تعزيز الشفافية في الإجراءات	4.380	0.622	14.21	87.59	2
تساهم ميكنة الموارد البشرية في خلق فرص عمل جديدة للمتخصصين فى تحليل البيانات وأنظمة الموارد البشرية المميكنة	4.324	0.593	13.72	86.48	8
يساعد التدريب المستمر على استخدام الأنظمة الحديثة فى رفع مهارات العاملين بالميناء	4.463	0.554	12.42	89.26	1
تعزز ميكنة الموارد البشرية من اتخاذ القرارات الاستراتيجية في الميناء	4.352	0.585	13.44	87.04	4

يساهم تطبيق أنظمة الموارد البشرية المميكنة في تسريع معاملات الموظفين (مثل الإجازات، الرواتب، إلخ)	4.343	0.598	13.78	86.85	6
تساعد الأنظمة المميكنة على الشفافية والعدالة فى إدارة الموارد البشرية	4.296	0.714	16.61	85.93	9
يساهم استخدام التكنولوجيا في إدارة الموارد البشرية في تطوير أساليب إدارة المواهب والكفاءات في الميناء	4.343	0.583	13.42	86.85	5
يؤدي تطبيق تقنيات التكنولوجيا الحديثة في إدارة الموارد البشرية إلى تقليل الجهد والوقت	4.343	0.583	13.42	86.85	7
ميكنة إدارة الموارد البشرية	4.344	0.461	10.61	86.89	

المصدر: إعداد الباحثة من نتائج برنامج SPSS

يتضح من الجدول رقم (13) أن عينة الدراسة اتجهت نحو الموافقة بشدة مع محور ميكنة إدارة الموارد البشرية بانحراف معياري قدره 0.461، كما بلغ المتوسط الحسابي لهذا المتغير 4.344 بأهمية نسبية 86.89%، أما الموارد البشرية وجاءت في العبارة "يساعد التدريب المستمر على استخدام الأنظمة الحديثة في رفع مهارات العاملين بالميناء" في المرتبة الأولى بمتوسط 4.463، مما يعكس إدراكاً عالياً لأهمية التدريب في تعزيز المهارات. يلي ذلك العبارة (يؤدي استخدام التقنيات الحديثة في إدارة شؤون الموظفين إلى تعزيز الشفافية في الإجراءات) في المرتبة الثانية بمتوسط مرجح 4.380، وصولاً إلى العبارة "تؤدي الأنظمة المميكنة إلى تقليل المهام اليدوية للعاملين") بأقل درجة موافقة في المرتبة العاشرة والأخيرة بمتوسط 4.241. وتشير النتائج إلى وجود تشتت ضعيف بين استجابات أفراد العينة، حيث بلغ معامل الاختلاف 10.61%، مما يعكس مدى التجانس بين آراء عينة البحث والدراسة في الموافقة بشدة مع محور ميكنة إدارة الموارد البشرية.



شكل 7 : رسم توضيحي التوزيع النسبي لاستجابات العينة طبقاً لبعد ميكنة إدارة الموارد البشرية

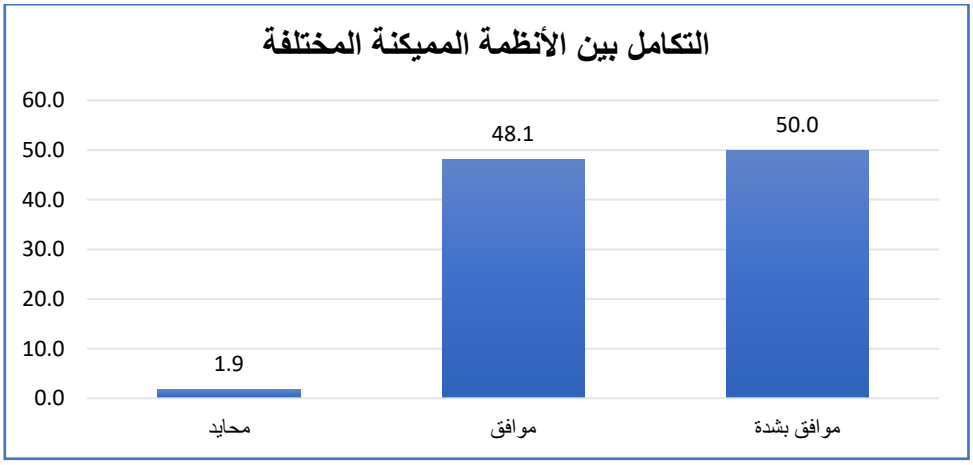
- **التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة**

جدول 14: توصيف اتجاهات العينة لبعد التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
يعـزز التكامـل بـين الأنظمـة المميكنـة قـدرة تتبـع حركـة السـفن والبضائع في الميناء	4.435	0.534	12.05	88.70	2
يقلل تكامل الأنظمة المميكنة في الميناء من إدخال البيانات اليدوية ، مما يحسن من دقة البيانات	4.343	0.566	13.04	86.85	7
يقلل ضعف حماية البيانات من فعالية تكامل الأنظمة	4.389	0.653	14.89	87.78	6
يساهم التكامل بين الأنظمة المميكنة فى تحسين سرعة اتخاذ القرار	4.407	0.597	13.53	88.15	5
تكامـل الأنظمـة المميكنـة يسـاعد في تحسـين المسـاحات التخزينيـة وإدارة المخزون في الميناء	4.417	0.613	13.89	88.33	3
يساهم التكامل بين الأنظمة المميكنة في تقليل الأخطاء الناتجة عن اختلاف البيانات بين الأنظمة المختلفة في الميناء	4.333	0.611	14.11	86.67	8
الاسـتثمار في تكامـل الأنظمـة مميكنـة يُعتبرأولويـة لتحسـين الكفـاءة التشغيلية في الميناء	4.417	0.566	12.81	88.33	4
يضمن تكامل الأنظمة المميكنة استمرار العمل والحماية من تلف المعدات بفضل الصيانة التقنية	4.278	0.653	15.27	85.56	10
تكامل الأنظمة المميكنة يؤدى الى إدارة مركزية لأمن المعلومات مما يحافظ على السياسيات الأمنية ومراقبتها	4.287	0.642	14.98	85.74	9
تكامـل الأنظمـة المميكنـة يسـاعد في خفـض التكـاليف التشـغيلية للميناء على المدى الطويل	4.259	0.778	18.26	85.19	11
يسـهم الـربط الإلكترونى فى التنسـيق بـين جميـع الأطـراف العاملـة بالميناء	4.463	0.554	12.42	89.26	1
التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة	4.366	0.480	11.00	87.32	

المصدر: إعداد الباحث من نتائج برنامج SPSS

يتضح من الجدول رقم (14) أن عينة الدراسة اتجهت نحو الموافقة بشدة مع محور التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة بانحراف معياري قدره 0.480، كما بلغ المتوسط الحسابي لهذا المتغير 4.366 بأهمية نسبية 87.32%، جاءت العبارة (يسهم الربط الإلكترونى فى التنسيق بين جميع الأطراف العاملة بالميناء) في المرتبة الأولى، من حيث الموافقة بمتوسط مرجح 4.463، يلي ذلك العبارة (يعزز التكامل بين الأنظمة المميكنة قدرة تتبع حركة السفن والبضائع في الميناء) في المرتبة الثانية بمتوسط مرجح 4.435، وصولا إلى (تكامل الأنظمة المميكنة يساعد في خفض التكاليف التشغيلية للميناء على المدى الطويل) بأقل درجة موافقة في المرتبة الحادية عشر بمتوسط مرجح 4.259.



شكل 8 : رسم توضيحي التوزيع النسبي لاستجابات العينة طبقاً لبعد التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة على مستوى أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.

(7-1-2) على مستوى أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية

- تقليل الوقت

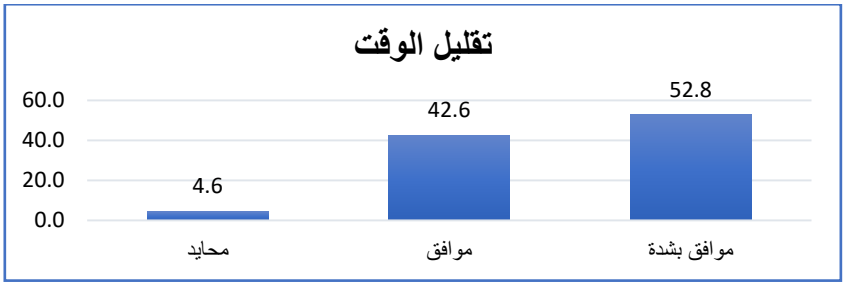
جدول 15: توصيف اتجاهات العينة لبُعد تقليل الوقت

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
تقلل المعدات المميكنة على انخفاض متوسط وقت بقاء السفن في الميناء	4.370	0.605	13.85	87.41	5
تقلل ميكنة العمليات من وقت انتظار الشاحنات على البوابات	4.343	0.598	13.78	86.85	7
يقلل نظام إدارة المخزون المميكن وقت بقاء البضائع داخل الميناء بتحديد مواقعها وتسهيل الوصول إليها	4.398	0.579	13.17	87.96	2
تساهم ميكنة العمليات في تسريع البضائع خارج الميناء	4.250	0.672	15.80	85.00	10
تحسن أنظمة إدارة المرور المميكنة في تدفق الحركة في الميناء بكفاءة عالية	4.380	0.607	13.86	87.59	4
يساعد استخدام الوثائق الرقمية (التعامل الإلكترونى) في تسريع إنجاز الأعمال اليومية	4.380	0.607	13.86	87.59	3
تحسين المنصات الإلكترونية (التواصل عبر الإنترنت) من تبادل المعلومات والتنسيق بين جميع الأطراف المعنية مما يوفر الوقت	4.417	0.549	12.43	88.33	1
يمكن للأنظمة التكنولوجية الحديثة أن تسهل وتسرع عملية تقديم المستندات والموافقات اللازمة من الجهات الحكومية المختلفة	4.296	0.673	15.67	85.93	9
تسهل وتسرع الأنظمة التكنولوجية الحديثة عملية تقديم المستندات والموافقات اللازمة من الجهات الحكومية المختلفة	4.343	0.672	15.48	86.85	6

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
تقلل أنظمة الصيانة التنبؤية المميكنة وقت التوقف عن طريق تنظيم الصيانة بشكل استباقي	4.333	0.670	15.46	86.67	8
محاولةً لتقليل وقت التطبيق، لا تزال الأنظمة الحديثة تستغرق وقتًا أطول بسبب المشاكل التقنية وصعوبة الاستخدام	4.250	0.787	18.51	85.00	11
تقليل الوقت	4.342	0.510	11.74	86.84	

المصدر: إعداد الباحث من نتائج برنامج SPSS

يتضح من الجدول رقم (15) أن عينة الدراسة اتجهت نحو الموافقة بشدة مع محور تقليل الوقت بانحراف معياري قدره 0.510، كما بلغ المتوسط الحسابي لهذا المتغير 4.342 بأهمية نسبية 86.84%، جاءت العبارة (تحسين المنصات الإلكترونية (التواصل عبر الإنترنت) من تبادل المعلومات والتنسيق بين جميع الأطراف المعنية، مما يوفر الوقت) في المرتبة الأولى، من حيث الموافقة بمتوسط مرجح 4.417، يلي ذلك العبارة (يقلل نظام إدارة المخزون المميكن وقت بقاء البضائع داخل الميناء بتحديد مواقعها وتسهيل الوصول إليها) في المرتبة الثانية بمتوسط مرجح 4.398، وصولاً إلى (تساهم ميكنة العمليات في تسريع البضائع خارج الميناء) بأقل درجة موافقة في المرتبة الحادية عشر بمتوسط مرجح 3.250.



شكل 9: رسم توضيحي التوزيع النسبي لاستجابات العينة طبقاً لبعد تقليل الوقت

- تقليل التكاليف

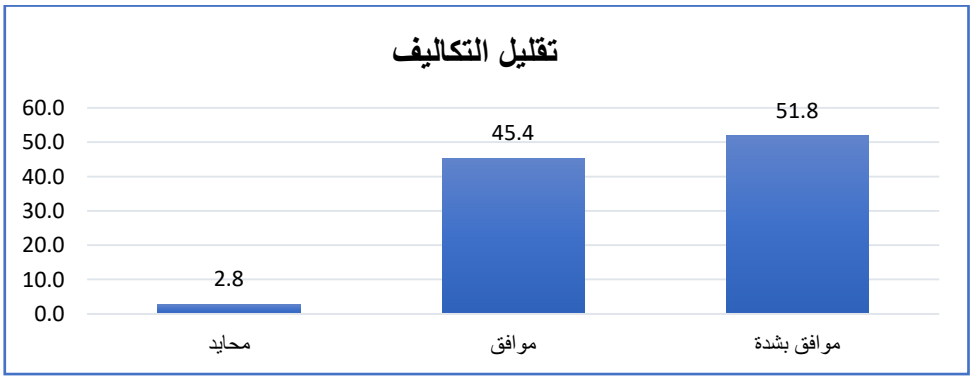
جدول 16: توصيف اتجاهات العينة لبعد تقليل التكاليف

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
تساعد البنية التحتية التكنولوجية الحالية في الميناء مبادرات الميكنة التي تهدف إلى خفض التكاليف	4.269	0.781	18.29	85.37	7
يقلل تطبيق تقنيات التكنولوجيا الحديثة التكاليف التشغيلية	4.167	0.717	17.21	83.33	8
تساعد الصيانة التنبؤية في تقليل تكاليف الأعطال المفاجئة	4.296	0.645	15.01	85.93	6
تساهم الأنظمة المميكنة على التقليل من التكرار في العمل ويخفض التكاليف	4.315	0.651	15.08	86.30	5
يقلل استخدام التقنيات الرقمية تكاليف الغرامات الناتجة عن تأخير العمليات.	4.343	0.614	14.14	86.85	4
استخدام الأنظمة المميكنة يؤدي إلى تقليل التكاليف المرتبطة	4.389	0.639	14.56	87.78	3

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
بالعمليات اليدوية في إدارة ساحات التخزين والأرصفة					
استخدام تقنيات التكنولوجيا الحديثة يؤدي إلى تقليل تكاليف التنسيق و التواصل بين الميناء ، و كلاً من الوكلاء الملاحيين وشركات الشحن	4.407	0.642	14.56	88.15	2
يؤدى استخدام تقنيات التكنولوجيا الحديثة إلى تقليل تكاليف التواصل بين إدارة الميناء والأقسام الداخلية للميناء	4.417	0.598	13.54	88.33	1
تقليل التكاليف	4.325	0.486	11.23	86.50	

المصدر: إعداد الباحث من نتائج برنامج SPSS

يتضح من الجدول رقم (16) أن عينة الدراسة اتجهت نحو الموافقة بشدة نحو محور تقليل التكاليف بانحراف معياري قدره 0.486، كما بلغ المتوسط الحسابي لهذا المتغير 4.325 بأهمية نسبية 86.50%، حيث بلغت نسبة الموافقة الشديدة 51.8%، واتجهت الاستجابات نحو الموافقة بنسبة 45.4%، بينما اتجهت الاستجابات نحو الحياد بنسبة 2.8%، وتشير النتائج إلى وجود تشتت ضعيف بين استجابات أفراد العينة، حيث بلغ معامل الاختلاف 11.23%، مما يعكس درجة التجانس بين آراء عينة البحث والدراسة في الموافقة الشديدة مع محور خفض التكاليف، جاءت العبارة (يؤدى استخدام تقنيات التكنولوجيا الحديثة إلى تقليل تكاليف التواصل بين إدارة الميناء والأقسام الداخلية للميناء) في المرتبة الأولى من حيث الموافقة بمتوسط مرجح 4.417، يلي ذلك العبارة (استخدام تقنيات التكنولوجيا الحديثة يؤدي إلى تقليل تكاليف التنسيق و التواصل بين الميناء و كلاً من الوكلاء الملاحيين وشركات الشحن) في المرتبة الثانية بمتوسط مرجح 4.407، وصولاً إلى (يقلل تطبيق تقنيات التكنولوجيا الحديثة التكاليف التشغيلية) بأقل درجة موافقة في المرتبة الثامنة بمتوسط مرجح 4.167.



شكل 10: رسم توضيحي التوزيع النسبي لاستجابات العينة طبقاً لبعد تقليل التكاليف

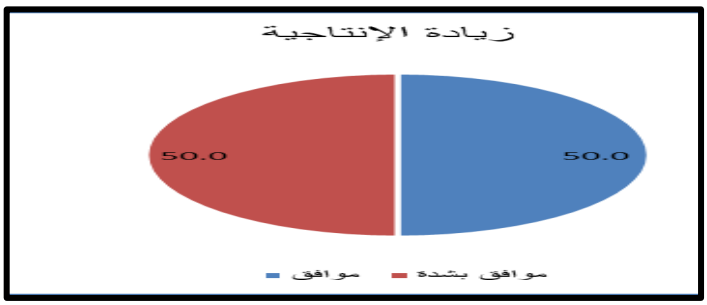
المصدر: إعداد الباحث من نتائج برنامج SPSS

- **زيادة الإنتاجية**

جدول 17: توصيف اتجاهات العينة لبعد زيادة الإنتاجية

العبارات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	الأهمية النسبية	الترتيب
تساعد تقنيات التكنولوجيا الحديثة في تحسين توزيع الموارد	4.472	0.538	12.02	89.44	1
تؤثر قلة التدريب الكافي على الأنظمة المميكنة في قلة الإنتاجية	4.324	0.593	13.72	86.48	6
تساعد تقنيات التكنولوجيا الحديثة في التنبؤ بالأعطال وبالتالي توجيه الصيانة التقنية مسبقاً	4.398	0.595	13.53	87.96	2
قد يؤدي تقليل التكاليف والوقت إلى رفع الإنتاجية الكلية	4.287	0.737	17.19	85.74	8
يؤدي بطء أو تعطل الأنظمة المميكنة إلى تأخير إنجاز المهام وتعطل سير العمل، مما يؤثر سلبًا على الإنتاجية	4.148	0.807	19.45	82.96	9
تقلل أنظمة الكشف الآلي والتحقق الإلكتروني من الأخطاء في تسجيل البيانات، مما يزيد كفاءة العمليات	4.343	0.598	13.78	86.85	5
يُحسن استخدام الأنظمة المميكنة من السلامة ويقلل من الحوادث التي تؤثر سلبًا على الإنتاجية	4.343	0.566	13.04	86.85	4
تساهم ميكنة العمليات في تحسين القدرة على اتخاذ قرارات مستنيرة	4.352	0.660	15.17	87.04	3
تساعد التقنيات التكنولوجية فى توزيع العمال بناءاً على احتياجات العمل	4.315	0.651	15.08	86.30	7
زيادة الإنتاجية	4.331	0.458	10.58	86.63	

يتضح من الجدول رقم (17) أن عينة الدراسة اتجهت نحو الموافقة بشدة مع محور زيادة الإنتاجية بانحراف معياري قدره 0.458، كما بلغ المتوسط الحسابي لهذا المتغير 4.331 بأهمية نسبية 86.63%، كما بلغت نسبة الموافقة بشدة 50.0%، واتجهت الاستجابات نحو الموافقة بنسبة 50.0%، وتشير النتائج إلى وجود تشتت ضعيف بين استجابات أفراد العينة، حيث بلغ معامل الاختلاف 10.58%، مما يعكس مدى التجانس بين آراء عينة البحث والدراسة في الموافقة على محور زيادة الإنتاجية، وقد جاءت العبارة (تساعد تقنيات التكنولوجيا الحديثة في تحسين توزيع الموارد) في المرتبة الأولى من حيث الموافقة بمتوسط مرجح 4.472، يلي ذلك العبارة (تساعد تقنيات التكنولوجيا الحديثة في التنبؤ بالأعطال وبالتالي توجيه الصيانة التقنية مسبقاً) في المرتبة الثانية بمتوسط مرجح 4.398، وصولاً إلى (يؤدي بطء أو تعطل الأنظمة المميكنة إلى تأخير إنجاز المهام وتعطل سير العمل، مما يؤثر سلبًا على الإنتاجية) بأقل درجة موافقة في المرتبة التاسعة بمتوسط مرجح 4.148.



شكل 11: رسم توضيحي للتوزيع النسبي لاستجابات العينة طبقاً لبُعد زيادة الإنتاجية

(2-7) اختبارات فروض الدراسة (Hypotheses Testing Results)

تتناول الباحثة في هذه الجزئية اختبار الفروض من خلال بعض الأساليب الإحصائية المستخدمة لدراسة مدى صحة أو عدم صحة الفروض، فتم استخدام نمذجة المعادلات الهيكلية؛ لدراسة أثر متغير مستقل على المتغير التابع مع تقييم النموذج من خلال عدد من معايير الحكم على جودة النموذج والاعتماد عليه. وفى ضوء ما تقدم من توصيف لعينة البحث ومتغيراتها، تم اختبار صحة الفرضيات إحصائياً، مع عرض وتفسير نتائج التحليل الإحصائي كما يلى:

الفرض الرئيسي الأول:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة للتحول الرقمي (ميكنة العمليات، ميكنة الموارد البشرية،التكامل بين الأنظمة المميكنة)، وتحسين الكفاءة التشغيلية (تقليل الوقت، تقليل التكاليف، زيادة الأنتاجية).

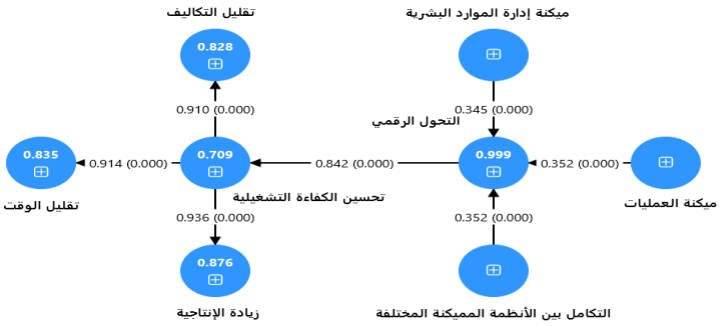
أ- مصفوفة الارتباط

جدول 18: مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي و تحسين الكفاءة التشغيلية

Correlations	التحول الرقمي	تحسين الكفاءة التشغيلية
التحول الرقمي	1	0.842**
تحسين الكفاءة التشغيلية	0.842**	1

** الارتباط معنوية عند مستوى 1%.

يوضح الجدول رقم (18) مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي، و تحسين الكفاءة التشغيلية ، وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 99%، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط 0.842 وهو ارتباط إيجابي قوي، ومن ثم فإنه يمكن دراسة أثر التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية.



شكل 12: نمذجة المعادلات الهيكلية لمحور التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية

يتضح من الشكل السابق مايلي:

وجود أثر مباشر ذو دلالة إحصائية لمحور التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية عند مستوى ثقة 99% حيث بلغت معنوية المسار 0.000 وهي أقل من مستوى الخطأ 1% بمعامل 0.842.

حجم التأثير f-square: وهو يوضح التباين المقاس للمتغيرات الخارجية ويمكن تحديد مدى قوة التأثير من خلال التصنيف التالي : (<= 0.02 صغير؛ <= 0.15 متوسط؛ <= 0.35 كبير)

جدول 19: حجم التأثير والقدرة التفسيرية لنموذج التحول الرقمي على تحسين الكفاءة التشغيلية

المسارات	حجم التأثير	معامل التحديد	معامل التحديد المعدل	التقدير المعياري
	f-square	R-square	R-square adjusted	Path coefficients
التحول الرقمي -> تحسين الكفاءة التشغيلية	2.438	0.709	0.706	0.842

يوضح الجدول رقم (19) القدرة التفسيرية لمحور التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية ، وقد بلغت قيمة معامل التحديد المعدل 0.706 وهو مايشير إلى أن التحول الرقمي تساهم بنسبة تفسير 70.6% من التغيرات التي تطرأ على مستوى تحسين الكفاءة التشغيلية، كما يوضح حجم التباين المقاس للمتغيرات الخارجية بنمذجة المعادلات الهيكلية ومن ثم تحديد حجم التأثير ومدى قوته، فقد تبين حجم التأثير للمسار (التحول الرقمي -> تحسين الكفاءة التشغيلية) بلغ 2.438 وهو تأثير قوي.

أ- القدرة التنبؤية للنموذج

جدول 20: القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية

PLSpredict LV summary	القدرة التنبؤية
	Q^2predict
تحسين الكفاءة التشغيلية	0.698

يوضح الجدول رقم (20) القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية، حيث بلغت قيمة معامل القدرة التنبؤية 0.698، وهي قيمة أكبر من الصفر. وبالتالي، يُمكن التنبؤ بالظاهرة محل البحث والدراسة، وهو معيارٌ للحكم على جودة النموذج.

ج- جودة توفيق النموذج

جدول 21: مؤشرات جودة المطابقة لنموذج التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية

Model fit	النموذج الفعلي	النموذج المقدر	حد القبول
	Saturated model	Estimated model	Acceptance
SRMR	0.080	0.080	0.10
NFI	0.837	0.837	≈ 1

يوضح الجدول رقم (21) جودة المطابقة للنموذج التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية. بلغ الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الأخطاء للنموذج الفعلي 0.080، و للنموذج المقدر 0.080، وكلاهما أقل من الحد المسموح به وهو 0.10. بلغت قيمة معامل جودة المطابقة المعيارية 0.837، وهي قريبة من الواحد الصحيح وهي معيار للحكم على جودة النموذج. وبالتالي، يمكن الاعتماد على نتائج هذا النموذج.

الفرض الفرعي الأول

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وبين تقليل الوقت كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية

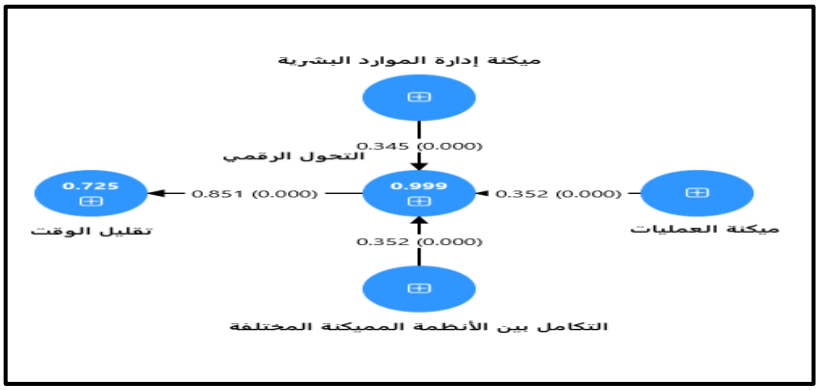
أ- مصفوفة الارتباط.

جدول 22: مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي و تقليل الوقت

Correlations	التحول الرقمي	تقليل الوقت
التحول الرقمي	1	0.851**
تقليل الوقت	0.851**	1

** الارتباط معنوية عند مستوى 1%.

يوضح الجدول رقم (22) مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي و تقليل الوقت ، وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 99%، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط 0.851 وهو ارتباط إيجابي قوي، ومن ثم فإنه يمكن دراسة أثر التحول الرقمي في تقليل التكاليف.



شكل 13: نمذجة المعادلات الهيكلية لمحور التحول الرقمي في تقليل التكاليف

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج Smart-PLS4

يتضح من الشكل السابق مايلي:

- وجود أثر مباشر ذو دلالة إحصائية لمحور التحول الرقمي في تقليل الوقت عند مستوى ثقة 99% حيث بلغت معنوية المسار 0.000 وهي أقل من مستوى الخطأ 1% بمعامل 0.851.
- حجم التأثير **f-square**: وهو يوضح التباين المقاس للمتغيرات الخارجية ويمكن تحديد مدى قوة التأثير من خلال التصنيف التالي (=< 0.02 صغير؛ =< 0.15 متوسط؛ =< 0.35 كبير)

جدول 23: حجم التأثير والقدرة التفسيرية لنموذج التحول الرقمي على تقليل الوقت

المسارات	حجم التأثير	معامل التحديد	معامل التحديد المعدل	التقدير المعياري
	f-square	R-square	R-square adjusted	Path coefficients
التحول الرقمي -> تقليل الوقت	2.632	0.725	0.722	0.851

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (23) القدرة التفسيرية لمحور التحول الرقمي في تقليل الوقت ، وقد بلغت قيمة معامل التحديد المعدل 0.722 وهو ما يشير إلى أن التحول الرقمي تساهم بنسبة تفسير 72.2% من التغيرات التي تطرأ على مستوى تقليل الوقت، كما يوضح حجم التباين المقاس للمتغيرات الخارجية بنمذجة المعادلات الهيكلية، ومن ثم تحديد حجم التأثير ومدى قوته، فقد تبين حجم التأثير للمسار (التحول الرقمي -> تقليل الوقت) بلغ 2.632 وهو تأثير قوي.

ولدراسة أثر أبعاد التحول الرقمي في تقليل الوقت فقد تبين مايلي:

جدول 24: أثر أبعاد التحول الرقمي في تقليل الوقت

	متوسط التقدير الطبيعي	متوسط التقدير للعينة	الانحراف المعياري	اختبارت	المعنوية
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (|O/STDEV|)	P values
التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة -> تقليل الوقت	0.300	0.299	0.014	21.732	0.000
ميكنة إدارة الموارد البشرية -> تقليل الوقت	0.294	0.298	0.015	19.017	0.000
ميكنة العمليات -> تقليل الوقت	0.300	0.299	0.015	19.642	0.000

- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة في تقليل الوقت عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.300، حيث بلغت قيمة اختبار ت 21.732 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الأولى من حيث التأثير.
- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد ميكنة العمليات في تقليل الوقت عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.300، حيث بلغت قيمة اختبار ت 19.642 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الثانية من حيث التأثير.
- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد ميكنة إدارة الموارد البشرية في تقليل الوقت عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.294، حيث بلغت قيمة اختبار ت 19.017 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الثالثة من حيث التأثير.

ومن ثم فقد تم التحقق من صحة الفرض الفرعي الأول والرابع والسابع

ب- القدرة التنبؤية للنموذج

جدول 25: القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في تقليل الوقت

PLSpredict LV summary	القدرة التنبؤية
	Q^2predict
تقليل الوقت	0.704

المصدر: إعداد الباحثة من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (25) القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في تقليل الوقت ، وقد بلغت قيمة معامل القدرة التنبؤية 0.704 وهي أكبر من الصفر، ومن ثم فإنه يمكن التنبؤ بالظاهرة محل البحث والدراسة، وهذا معيار للحكم على جودة النموذج.

جـ- جودة توفيق النموذج

جدول 26: مؤشرات جودة المطابقة لنموذج التحول الرقمي على تقليل الوقت

Model fit	النموذج الفعلي	النموذج المقدر	حد القبول
	Saturated model	Estimated model	Acceptance
SRMR	0.094	0.094	أقل من أو يساوي 0.10
NFI	0.797	0.797	≈ 1

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (26) جودة ملاءمة نموذج التحول الرقمي لتقليل الوقت. بلغ الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الأخطاء للنموذج الفعلي 0.094، وللنموذج المقدر 0.094، وكلاهما أقل من 0.10. بلغت قيمة معامل جودة الملاءمة المعياري 0.797، وهو قريب من القيمة الصحيحة، وهو معيار للحكم على جودة النموذج. لذا، يمكن الاعتماد على نتائج هذا النموذج.

ومن ثم فقد تم التحقق من صحة الفرض القائل بوجود علاقة ذو دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وبين تقليل الوقت كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية

الفرض الفرعي الثاني

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحول الرقمي، وبين تقليل التكاليف كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية

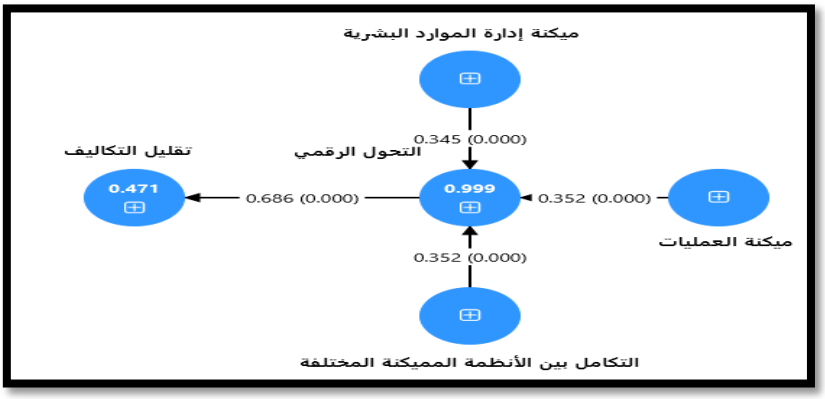
أ- مصفوفة الارتباط

جدول 27: مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي و تقليل التكاليف

Correlations	التحول الرقمي	تقليل التكاليف
التحول الرقمي	1	0.686**
تقليل التكاليف	0.686**	1

** الارتباط معنوية عند مستوى 1%.

يوضح الجدول رقم (27) مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي و تقليل التكاليف، وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 99%، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط 0.686 ، وهو ارتباط إيجابي قوي، ومن ثم فإنه يمكن دراسة أثر التحول الرقمي في تقليل التكاليف.



شكل 14: نمذجة المعادلات الهيكلية لمحور التحول الرقمي في تقليل التكاليف

المصدر: إعداد الباحثة من خلال نتائج برنامج Smart-PLS4

يتضح من الشكل السابق وجود أثر مباشر ذو دلالة إحصائية لمحور التحول الرقمي في تقليل التكاليف عند مستوى ثقة 99% حيث بلغت معنوية المسار 0.000 وهي أقل من مستوى الخطأ 1% بمعامل 0.686.

- حجم التأثير f-square:

وهو يوضح التباين المقاس للمتغيرات الخارجية ويمكن تحديد مدى قوة التأثير من خلال التصنيف التالي: (=< 0.02 صغير؛ >= 0.15 متوسط؛ >= 0.35 كبير)

جدول 28: حجم التأثير والقدرة التفسيرية لنموذج التحول الرقمي على تقليل التكاليف

المسارات	حجم التأثير	معامل التحديد	معامل التحديد المعدل	التقدير المعياري
	f-square	R-square	R-square adjusted	Path coefficients
التحول الرقمي -> تقليل التكاليف	0.891	0.471	0.466	0.686

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (28) القدرة التفسيرية لمحور التحول الرقمي في تقليل التكاليف، وقد بلغت قيمة معامل التحديد المعدل ،0.466 وهو ما يشير إلى أن التحول الرقمي تساهم بنسبة تفسير 46.6% من التغيرات التي تطرأ على مستوى تقليل التكاليف، كما يوضح حجم التباين المقاس للمتغيرات الخارجية بنمذجة المعادلات الهيكلية، ومن ثم تحديد حجم التأثير ومدى قوته، فقد تبين حجم التأثير للمسار (التحول الرقمي -> تقليل التكاليف) بلغ 0.891 وهو تأثير قوي.

ولدراسة أثر أبعاد التحول الرقمي في تقليل التكاليف فقد تبين مايلي:

جدول 29: متوسط التقدير الطبيعي وللعينة واختبارت والمعنوية لمعرفة أثر أبعاد التحول الرقمي في تقليل التكاليف

	متوسط التقدير الطبيعي	متوسط التقدير للعينة	الانحراف المعياري	اختبارت	المعنوية
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (|O/STDEV|)	P values
التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة -> تقليل التكاليف	0.242	0.243	0.023	10.539	0.000
ميكنة إدارة الموارد البشرية -> تقليل التكاليف	0.237	0.243	0.024	9.982	0.000
ميكنة العمليات -> تقليل التكاليف	0.242	0.244	0.023	10.711	0.000

ومن خلال الجدول السابق اتضح:

- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة في تقليل التكاليف عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.242، حيث بلغت قيمة اختبارت 10.539 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الثانية من حيث التأثير.
- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد ميكنة العمليات في تقليل التكاليف عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.242، حيث بلغت قيمة اختبارت 10.711 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الأولى من حيث التأثير.
- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد ميكنة إدارة الموارد البشرية في تقليل التكاليف عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.237، حيث بلغت قيمة اختبارت 9.982 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الثالثة من حيث التأثير.

ومن ثم فقد تم التحقق من صحة الفرض الفرعي الثاني والخامس والثامن

ب - القدرة التنبؤية للنموذج

جدول 30: القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في تقليل التكاليف

PLSpredict LV summary	القدرة التنبؤية
	Q^2predict
تقليل التكاليف	0.438

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (30) القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في تقليل التكاليف وقد بلغت قيمة معامل القدرة التنبؤية 0.438 وهي أكبر من الصفر، ومن ثم فإنه يمكن التنبؤ بالظاهرة محل البحث والدراسة، وهذا معيار للحكم على جودة النموذج.

ج- جودة توفيق النموذج

جدول 31: مؤشرات جودة المطابقة لنموذج التحول الرقمي على تقليل التكاليف

Model fit	النموذج الفعلي	النموذج المقدر	حد القبول
	Saturated model	Estimated model	Acceptance
SRMR	0.082	0.082	أقل من أو يساوي 0.10
NFI	0.804	0.804	≈ 1

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (31) جودة المطابقة لنموذج التحول الرقمي على تقليل التكاليف، وقد بلغ الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الأخطاء للنموذج الفعلي 0.082، وللنموذج المقدر 0.082، وأن كلاهما أقل من 0.10، كما بلغت قيمة معامل جودة المطابقة المعيارية 0.804، وهو يقترب من الواحد الصحيح، وهذا معيار للحكم على جودة النموذج، ومن ثم فإنه يمكن الاعتماد على نتائج هذا النموذج.

ومن ثم فقد تم التحقق من صحة الفرض القائل بوجود علاقة ذو دلالة إحصائية بين التحول الرقمي، وبين تقليل التكاليف كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية

الفرض الفرعي الثالث

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وبين زيادة الإنتاجية كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية

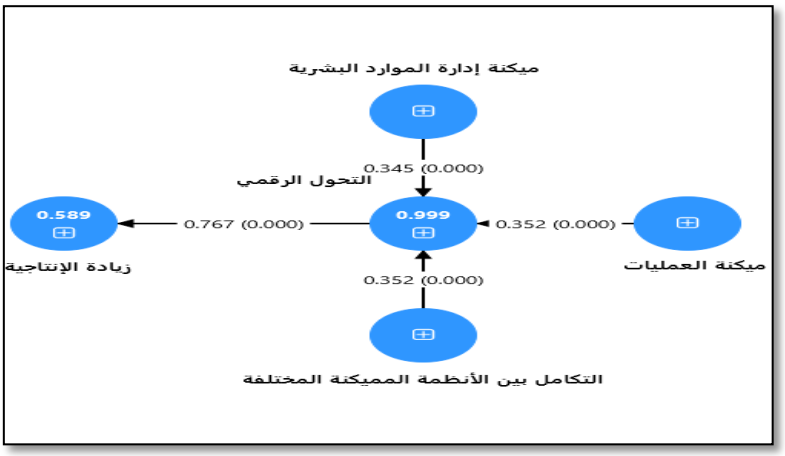
أ- مصفوفة الارتباط

جدول 32: مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي، وزيادة الإنتاجية

Correlations	التحول الرقمي	زيادة الإنتاجية
التحول الرقمي	1	0.767**
زيادة الإنتاجية	0.767**	1

** الارتباط معنوية عند مستوى 1%.

يوضح الجدول رقم (32) مصفوفة الارتباط بين التحول الرقمي و زيادة الإنتاجية ، وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ثقة 99%، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط 0.767 وهو ارتباط إيجابي قوي، ومن ثم فإنه يمكن دراسة أثر التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية.



شكل 15: نمذجة المعادلات الهيكلية لمحور التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية

المصدر: إعداد الباحثة من خلال نتائج برنامج Smart-PLS4

يتضح من الشكل السابق وجود أثر مباشر ذو دلالة إحصائية لمحور التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية عند مستوى ثقة 99% ، حيث بلغت معنوية المسار 0.000 ، وهي أقل من مستوى الخطأ 1% بمعامل 0.767.

حجم التأثير **f-square**:

وهو يوضح التباين المقاس للمتغيرات الخارجية ويمكن تحديد مدى قوة التأثير من خلال التصنيف التالي: (=< 0.02 صغير؛ >= 0.15 متوسط؛ >= 0.35 كبير)

جدول 33: حجم التأثير والقدرة التفسيرية لنموذج التحول الرقمي على زيادة الإنتاجية

المسارات	حجم التأثير	معامل التحديد	معامل التحديد المعدل	التقدير المعياري
	f-square	R-square	R-square adjusted	Path coefficients
التحول الرقمي -> زيادة الإنتاجية	1.433	0.589	0.585	0.767

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (33) القدرة التفسيرية لمحور التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية، وقد بلغت قيمة معامل التحديد المعدل 0.767 وهو ما يشير إلى أن التحول الرقمي تساهم بنسبة تفسير 76.7% من التغيرات التي تطرأ على مستوى زيادة الإنتاجية، كما يوضح حجم التباين المقاس للمتغيرات الخارجية بنمذجة المعادلات الهيكلية، ومن ثم تحديد حجم التأثير ومدى قوته، فقد تبين حجم التأثير للمسار (التحول الرقمي -> زيادة الإنتاجية) بلغ 1.433 وهو تأثير قوي.

ولدراسة أثر أبعاد التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية فقد تبين مايلي:

جدول 34: متوسط التقدير الطبيعي والعينة والانحراف المعياري واختبارت والمعنوية لأثر أبعاد التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية

	متوسط التقدير الطبيعي	متوسط التقدير للعينة	الانحراف المعياري	اختبارت	المعنوية
	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (|O/STDEV|)	P values
التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة -> زيادة الإنتاجية	0.270	0.270	0.015	17.755	0.000
ميكنة إدارة الموارد البشرية -> زيادة الإنتاجية	0.265	0.270	0.015	17.799	0.000
ميكنة العمليات -> زيادة الإنتاجية	0.270	0.271	0.018	14.923	0.000

ومن خلال جدول (34) اتضح:

- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد التكامل بين الأنظمة المميكنة المختلفة في زيادة الإنتاجية عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.270، حيث بلغت قيمة اختبارت 17.755 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الأولى من حيث التأثير.
- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد ميكنة العمليات في زيادة الإنتاجية عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.270، حيث بلغت قيمة اختبارت 14.923 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الثانية من حيث التأثير.
- وجود أثر ذو دلالة إحصائية لبعد ميكنة إدارة الموارد البشرية في زيادة الإنتاجية عند مستوى ثقة 99%، بمعامل تقدير 0.265، حيث بلغت قيمة اختبارت 17.799 (المعنوية 0.000، أقل من 1%)، وجاءت بذلك في المرتبة الثالثة من حيث التأثير.

ومن ثم فقد تم التحقق من صحة الفرض الفرعي الثالث والسادس والتاسع

ب- القدرة التنبؤية للنموذج

جدول 35: القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية

PLSpredict LV summary	القدرة التنبؤية
	Q^2predict
زيادة الإنتاجية	0.559

المصدر: إعداد الباحثة من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (35) القدرة التنبؤية لنموذج التحول الرقمي في زيادة الإنتاجية وقد بلغت قيمة معامل القدرة التنبؤية 0.559 وهي أكبر من الصفر ومن ثم فإنه يمكن التنبؤ بالظاهرة محل البحث والدراسة، وهذا معيار للحكم على جودة النموذج.

جودة توفيق النموذج

جدول 36: مؤشرات جودة المطابقة للنموذج التحول الرقمي على زيادة الإنتاجية

Model fit	النموذج الفعلي	النموذج المقدر	حد القبول
	Saturated model	Estimated model	Acceptance
SRMR	0.072	0.072	أقل من أو يساوي 0.10
NFI	0.898	0.898	≈ 1

المصدر: إعداد الباحث من خلال نتائج برنامج SmartPLS 4

يوضح الجدول رقم (36) جودة المطابقة لنموذج التحول الرقمي على زيادة الإنتاجية وقد بلغ الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الأخطاء للنموذج الفعلي 0.072، و للنموذج المقدر 0.072 وأن كلاهما أقل من 0.10، كما بلغت قيمة معامل جودة المطابقة المعيارية 0.898 وهو يقترب من الواحد الصحيح وهذا معيار للحكم على جودة النموذج، ومن ثم فإنه يمكن الاعتماد على نتائج هذا النموذج.

ومن ثم فقد تم التحقق من صحة الفرض القائل بوجود علاقة ذو دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وبين زيادة الإنتاجية كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.

جدول 37: نتائج اختبارات فروض الدراسة

	الفرض	النتيجه
الفرض الرئيسي الأول:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة للتحول الرقمي وتحسين الكفاءة التشغيلية	قبول الفرض
الفرض الفرعي الأول:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين ميكنة العمليات وبين تقليل الوقت كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية	قبول الفرض
الفرض الفرعي الثاني	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين ميكنة العمليات وبين تقليل التكاليف كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية	قبول الفرض
الفرض الفرعي الثالث	:توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين ميكنة العمليات وبين زيادة الإنتاجية كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.	قبول الفرض
الفرض الفرعي الرابع:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين ميكنة الموارد البشرية وبين تقليل الوقت كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.	قبول الفرض
الفرض الفرعي الخامس	:توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين ميكنة الموارد البشرية وبين تقليل التكاليف كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.	قبول الفرض
الفرض الفرعي السادس:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين ميكنة الموارد البشرية وبين زيادة الإنتاجية كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.	قبول الفرض
الفرض الفرعي السابع:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل بين الانظمة المميكنة وبين تقليل الوقت كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية	قبول الفرض
الفرض الفرعي الثامن:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل بين الانظمة المميكنة وبين تقليل التكاليف كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية	قبول الفرض
الفرض الفرعي التاسع:	توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل بين الانظمة المميكنة وبين زيادة الإنتاجية كأحد أبعاد تحسين الكفاءة التشغيلية.	قبول الفرض

(9) مناقشة النتائج

(9-1) من خلال مناقشة النتائج تم قبول الفرض الرئيسى وهو "وجود علاقة ذو دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وبين تحسين الكفاءة التشغيلية"

نتائج الدراسة: حيث بلغ معامل الارتباط 0.842؛ مما يدل على ارتباط إيجابي قوي، كما بلغت القدرة التفسيرية للتحول الرقمي 70.6% من التغيرات في الكفاءة التشغيلية، مع حجم تأثير قوي بلغ 2.438؛ هذه النتائج تؤكد أن التحول الرقمي يمثل عاملاً حيوياً لتسريع العمليات وتحسين الإنتاجية، وتقليل التكاليف في ميناء سفاجا.

الاتفاق والاختلاف مع الدراسات السابقة: تتوافق هذه النتيجة بقوة مع دراسات عالمية متعددة فدراسة: (Abril & Velasquez, 2024; Margaretha & Mahadiansar, 2024). أكدتا أن التحول الرقمي يخفض التكاليف ويحسن من الكفاءة التشغيلية ويقلل من المشكلات مثل الازدحام، كما تتفق مع دراسة Medina (2024) التي أكدت ان من خلال تحليل البيانات أنه يقلل التكاليف و الأخطاء ويزيد الكفاءة من ناحية أخرى، ولكن تختلف هذه النتيجة مع دراسة Kammoun and Abdennadher (2022) التي أثبتت أن هناك علاقة عكسية بين التحول الرقمى و كفاءة التشغيل بسبب ارتفاع تكاليف الاستثمار.

تعليق الباحث: تُظهر هذه النتائج أن التحول الرقمي في ميناء سفاجا يتجاوز كونه خيار تكنولوجي بل هو ضرورة استراتيجية؛ تحسين القدرة التنافسية و الكفاءة التشغيلية وأن هناك تأثير قوى وواضح للتحول الرقمي على الكفاءة، وأن الاستثمار فيه يؤدى إلى فوائد عديدة.

(9-2) الفروض الفرعية (الأول والرابع والسابع): التحول الرقمي وتقليل الوقت

نتائج الدراسة: تم قبول الفروض التى تؤكد وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة قوية بين التحول الرقمي وتقليل الوقت، حيث أظهرت النتائج أن التحول الرقمي يساهم بنسبة 72.2% في التغيرات المتعلقة بتقليل الوقت، مع حجم تأثير قوي يبلغ 2.632، وجاء تأثير التكامل بين الأنظمة المميكنة (معامل 0.300) في المرتبة الأولى، يليه تأثير ميكنة العمليات (معامل 0.300)، ثم تأثير ميكنة إدارة الموارد البشرية (معامل 0.294)، مما يوضح أهمية جميع أبعاد التحول الرقمي في تقليل الوقت.

الاتفاق والاختلاف مع الدراسات السابقة :تشير هذه الدراسة إلى ما أشارت إليه دراسة Al-Khayli (2024) التي أكدت أن التحول الرقمي يسرع العمليات ، و يقلل الأخطاء البشرية ، ويقلص من فترات انتظار السفن، كما تتفق مع دراسة Gharbi (2023) التي أظهرت أن التقنيات الحديثة تقلل فترة مرور البضائع، من ناحية أخرى تتناقض مع دراسة Agüero et al. (2023) التي أشارت إلى أن بعض الموانئ لا تعمل بكفاءة عالية على الرغم من وجود بنية تحتية جديدة، وهذا يُعزى سببه إلى عدم الاستغلال الأمثل لهذه البنية أو عدم وجود تكامل كافٍ.

تعليق الباحث: تؤكد هذه النتيجة أن كل بعد من أبعاد التحول الرقمي له دور محوري في تسريع العمليات، وأن التكامل بين الأنظمة يلغي الازدواجية، والميكنة تقلل الأخطاء، وتنمية مهارات الموظفين يضمن التعامل

الفعال مع التقنيات، وكلها عوامل تعمل معاً لتقليل الوقت المستغرق في جميع مراحل العمليات التشغيلية بالميناء.

(9-3) الفروض الفرعية (الثاني والخامس والثامن): التحول الرقمي وتقليل التكاليف

نتائج الدراسة: تم قبول الفروض التي تثبت وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة قوية بين التحول الرقمي وتقليل التكاليف؛ أظهرت النتائج أن التحول الرقمي يساهم بنسبة 46.6% في التغيرات المتعلقة بتقليل التكاليف، مع حجم تأثير قوي يبلغ 0.891؛ جاء تأثير ميكنة العمليات (معامل 0.242) في المرتبة الأولى، يليه التكامل بين الأنظمة المميكنة (معامل 0.242)، ثم ميكنة إدارة الموارد البشرية (معامل 0.237).

الاتفاق والاختلاف مع الدراسات السابقة :تتوافق هذه النتائج مع دراسة Medina (2024) التي أوضحت أن التحول الرقمي يقلل التكاليف نتيجة تقليل الأخطاء، كما تتوافق مع دراسة Clemente et al. (2023)التي أفادت بأن الميكنة تقلل استهلاك الطاقة وتزيد الكفاءة التشغيلية، من زاوية أخرى تتفق بشكل جزئي وتختلف بشكل جزئي مع دراسة Kammoun and Abdennadher (2022) التي أشارت إلى أن تكاليف الاستثمار الزائد يمكن أن يقلل من كفاءة التشغيل، في حين أن هذه الدراسة أثبتت أن الاستثمار في الميكنة تساهم في وفورات على المدى الطويل.

تعليق الباحث: تثبت هذه النتائج أن التحول الرقمي هو عنصر اقتصادي حيوي يساهم فى خفض التكاليف؛ حيث أنه يحدّ من الخسائر الناجمة عن الأخطاء البشرية، ويوفر من الحاجة للعمالة اليدوية المكلفة، كما أن التكامل بين الأنظمة يقلل ساعات عمل عن طريق تجنب تكرار إدخال البيانات؛ مما يساعد على الاستغلال الأمثل للموارد.

(9-4) الفروض الفرعية (الثالث والسادس والتاسع) : التحول الرقمي وزيادة الإنتاجية

نتائج الدراسة: تم قبول الفروض التي تؤكد وجود علاقة ذات دلالة إحصائية موجبة قوية بين التحول الرقمي وزيادة الإنتاجية؛ أظهرت النتائج أن التحول الرقمي يساهم بنسبة 76.7% في التغيرات المتعلقة بزيادة الإنتاجية، مع حجم تأثير قوي يبلغ 1.433، جاء تأثير التكامل بين الأنظمة المميكنة (معامل 0.270) في المرتبة الأولى، يليه ميكنة العمليات (معامل 0.270)، ثم ميكنة إدارة الموارد البشرية (معامل 0.265).

الاتفاق والاختلاف مع الدراسات السابقة: تتوافق هذه النتائج مع دراسة Al-Suhaibi et al. (2023) التي أفادت إلى أهمية إعادة الهيكلة التكنولوجية على تحسين أداء الموانئ ، كما تتوافق مع دراسة Hirata et al. (2023)التي أشارت إلى أن التكامل التكنولوجي يُعزز الممارسات التشغيلية، ومع دراسة Nedjoua and Béatrice (2023)التي أوضحت بأن ميكنة سلاسل التوريد توفر الموارد والوقت.

تعليق الباحث : تُظهر هذه النتائج أن التحول الرقمي يمثل المحرك الأساسي لزيادة الإنتاجية في ميناء سفاجا؛ بفضل السرعة والكفاءة التي توفرها ميكنة العمليات، وتدريب الموارد البشرية الذي يعزز الابتكار، والتكامل الذي يسرّع تدفق المعلومات، يصبح الميناء قادراً على التعامل مع عدد أكبر من السفن والبضائع ؛ مما يعزز طاقته الإنتاجية بشكل ملحوظ.

(10) توصيات الدراسة والخطة التنفيذية

بناءاً على النتائج المستخلصة من هذه الدراسة والتى أظهرت علاقة ايجابية ذات الدلالة الإحصائية بين أبعاد التحول الرقمي (ميكنة العمليات، ميكنة إدارة الموارد البشرية، التكامل بين الأنظمة المميكنة) وأبعاد الكفاءة التشغيلية (تقليل الوقت، تقليل التكاليف، زيادة الإنتاجية) في ميناء سفاجا؛ نعرض التوصيات التالية ألا وهي ضرورة الاستمرار فى دعم الجهود التحول الرقمي، واعتماد التقنيات الحديثة بهدف تحسين الكفاءة الكفاءة التشغيلية، مع التقييم المنتظم لأثر التحول الرقمي على مؤشرات الأداء التشغيلية لتحديد مجالات التحسين المستقبلى وتحقيق الأهداف المرجوة،

نعرض فيما يلى خطة تنفيذية تسعى هذه الخطة لتحويل هذه التوصيات إلى خطوات عملية قابلة للتطبيق لتحسين الكفاءة التشغيلية بالموانئ من خلال التحول الرقمي.

جدول 38: الخطة التنفيذية لتوصيات البحث

المرحلة	البند	التفاصيل
المرحلة الأولى مرحلة التأسيس	تكوين فريق عمل مخصص	الهدف: تصميم هيكل إداري قوي يتضمن الاستفادة من مختلف الخبرات من خلال دمج الخبرات الإدارية التقليدية مع الخبرات في مجال التحول الرقمي لزيادة الإنتاجية وتوفير الوقت الضائع وتوفير التكاليف. التفاصيل: تكوين فريق عمل التَّحوُّل الرقْميّ بميناء سفاجا هذا الفريق يتكون من الخبرات والتخصصات المتعددة؛ يُشكل من أعضاء من ممثلي الإدارة العليا، إدارة تكنولوجيا المعلومات، المالية، الموارد البشرية، العمليات، كما يتم تعيين مدير مشروع للتحول الرقْميّ يتولى قيادة مبادرات التَّحوُّل الرقْميّ والتنسيق بين الكيانات المختلفة وتكامل وتوحيد الجهود وإدارة المشاريع الرقْميّة لضمان الوصول إلى تغطية شاملة للتحول الرقْميّ وصياغة الإستراتيجيات. الأجهزة المطلوبة: برامج اجتماعات عبر الفيديو، برامج إدارة مشاريع مثل **Trello**
	وضع رؤية قابلة للقياس (**KPIs**)	الهدف: صياغة رؤية واضحة للتحول الرقْميّ قابلة للقياس فيتم وضع رؤية مستقبلية لميناء سفاجا كنموذج رائد للموانئ الذكية، وتحديد مسار لميكنة العمليات وميكنة الموارد البشرية، وكيفية التكامل بين الأنظمة للوصول إلى تقليل الوقت متمثل في خفض زمن متوسط دوران السفينة (**turnaround Time**) بنسبة 20 %، و تقليل زمن انتظار الشاحنات على البوابات بنسبة 30% ، تحسين التكاليف بنسبة 15% ، وزيادة الإنتاجية بنسبة 20% **(4)**.
	تحليل الوضع الحالي	الهدف: معرفة العمليات الأكثر أهمية لمعرفة نقاط الاختناق في تدفق العمليات وتحديد فرص الميكنة وتحديد نقاط القوة والضعف من خلال **SWOT Analysis** . التفاصيل: تحليل شامل الإجراءات التشغيلية الراهنة (زمن دوران السفينة، وقت الشحن والتفريغ، تكاليف الشحن والتفريغ، حركة الشاحنات، إصدار التصاريح، تحليل مهارات الموارد البشرية ومدى قابليتها للتغيير الرقمى، وتدفق البيانات والمعلومات) ، بالأضافة إلى تحليل البنية التحتية التكنولوجية (مستوى جاهزية ميناء سفاجا للميكنة حيث تتوقف تحديد الميكنة على حداثة وتطور البنية التحتية، وجرد لجميع الأنظمة المستخدمة حاليًا حتى لو كانت بسيطة وفحص مدى قابلية هذه الأنظمة للاندماج على سبيل المثال معرفة مستوى الميكنة في مختلف الأقسام وتقييم الشبكات وأنظمة تكنولوجيا المعلومات الحالية والأجهزة)، علاوة على ذلك تقييم مدى جاهزية إدارة الموارد البشرية (القياس من خلال مجموعة من الأسئلة التي تضمنها الاستقصاء وعرضها على الموظفين، هذا القياس يساعد على تحديد متطلبات التدريب). الأجهزة المطلوبة: برامج مصممة لتحليل العمليات ورسم خرائط العمليات (**Process Mapping Software**)، أجهزة لوحية للمراقبة الميدانية.
	دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية	الهدف: تقييم مدى جاهزية ميناء سفاجا للميكنة، وتحديد ما إذا كان يحتاج إلى إضافات أم تحديثات جوهرية أم إعادة هيكلة كاملة. التفاصيل: دراسة جدوى فنية واقتصادية للميناء ودراسة التجارب المحلية والعالمية الناجحة.

المرحلة	البند	التفاصيل
	جدول العمل	الفترة: من 3 إلى 6 أشهر المسؤولية:هيئة موانئ البحر الأحمر بالإضافة إلى ميناء سفاجا (الجهات المالكة) بالتعاون مع الشركة المطورة للتقنيات (شركة الحلول المتكاملة للموانئ)، واستشاريين من مراكز البحث والجامعات تقع على عاتقهم مسؤولية وضع الرؤية الاستراتيجية وخطة العمل التفصيلية. المخاطر:توقعات غير واقعية من قِبل الإدارة حول النتائج، عدم توافق الأهداف بين القيادة العليا و الفريق مما يهدد استمرارية الدعم،عدم توفر المعلومات اللازمة.
المرحلة الثانية (التنفيذ التدريجي)	الهدف من هذه المرحلة	البدء في تطبيق ميكنة عمليات الشحن والمناولة والموارد البشرية بشكل تدريجي، مع التركيز في البداية على نوع واحد من البضائع .
	ميكنة العمليات	الوصف: البدء الفعلي في إدخال ميكنة لعمليات الشحن والتفريغ والمناولة لتحل محل الجهد اليدوي، مع التركيز على ميكنة مناولة بضائع الحديد، ثم التوسع إلى أنواع أخرى من البضائع تحتاج إلى مناولة مماثلة وذلك استناداً لما ذكرته دراسة **Ferreira (2024)** لأهمية التدرج بهدف تحسين كفاءة المناولة، كما يتم دمج الذكاء الاصطناعي في نظام إدارة الساحات **(YMS)** الموجود حاليا بالميناء بما في ذلك ميكنة البوابات؛ مما يتنبأ بحركة الشاحنات ويخطط مساراتها بشكل أكثر كفاءة بهدف جمع وتحليل البيانات اللحظية عن الحمولة والمواقع، كما تساهم فى تخطيط حركة الشاحنات وتنظيم تكديس بضائع الحديد داخل الساحات بكفاءة؛ مما يلغى البحث اليدوي وبالتالى يسرع من عملية تحديد موقع البضائع و يقلل من الحوادث البشرية. الأجهزة المطلوبة: أنظمة **YMS** لإدارة الساحات مُعززة بخوارزميات الذكاء الاصطناعي **(AI)** ، أنظمة مناولة آلية مثل إدخال الأوناش الآلية المخصصة للبضائع الثقيلة مثل بضائع الحديد.
	ميكنة الموارد البشرية	الوصف: إعادة تأهيل الموظفين على أهمية إدخال البيانات بدقة، واستبدال أدوارهم من العمل اليدوى إلى الإشراف على الأنظمة الذكية الجديدة، يتم ذلك من خلال برامج تدريب متخصصة تركز على إستخدام الأنظمة **YMS** المعززة بالذكاء الاصطناعي وصيانة الأوناش الآلية ، كما يتم استخدام أنظمة لتقييم الأداء الرقْميّ للموظفين أى تقييمه على مؤشر استخدامهم لتلك الأنظمة لضمان تحقيق أقصى استفادة من هذه الأنظمة وبالتالى تعزيز الكفاءة التشغيلية. الأجهزة المطلوبة: أجهزة حاسوب لكل موظف تمكنهم من استخدام الأنظمة الجديدة، توفير شاشات عرض في قاعات التدريب، أنظمة تتبع تقدم الموظفين **(LMS)** .
	التكامل بين الأنظمة	التفاصيل: ربط أنظمة **YMS** المعززة بالذكاء الاصطناعي والأوناش الآلية مع أنظمة المراقبة الموجودة بالفعل في الميناء، لإنشاء منظومة مركزية تسمح بتتبع المعدات والبضائع والموارد البشرية في الوقت الفعلي. الأجهزة المطلوبة: برامج التكامل **(Integration Software)**، و أنظمة واجهات برمجة التطبيقات المتقدمة **(APIs).**
	جدول العمل	الفترة: من **6** إلى 12 شهرًا. المسؤولية: الجهه المسئولة عن التنفيذ الفعلى لهذه المرحلة هى شركة الحلول المتكاملة للموانئ بالتعاون المباشر مع إدارة العمليات في ميناء سفاجا، يتم تطبيق نموذج تقاسم الإيرادات استنادا لدراسة **Lu & Xu, 2024)** ؛ حيث تتحمل الشركة جزءاً من التكاليف مقابل نسبة من الأرباح الناتجة عن زيادة الكفاءة. المخاطر: مقاومة الموظفين على استخدام التقنيات الجديدة كما ذكر كل من (شحاتة، 2022؛ **Elgohary & Abdelazyz, 2020؛ Zhao & Wang, 2024**) ، بالأضافه إلى عدم نجاح النظام التجريبي.
المرحلة الثالثة (النضج والتحسن المستمر)	الهدف من هذه المرحلة	تحقيق تغطية شاملة لكافة ساحات الميناء بعد نجاح المرحلة التجريبية، وتطبيق أنظمة متقدمة مثل المركبات الموجهة آلياً **(AGV)** ، وربط الأنظمة الداخلية للميناء بأنظمة خارجية (مثل الملاحة البحرية والجمارك)، مع التركيز على تطوير مهارات الموظفين بشكل مستمر.
	ميكنة العمليات	الوصف: بعد التأكد من نجاح المرحلة التجريبية الأولى التي تم تطبيقها على بضائع الحديد؛ يتم تحقيق التغطية الشاملة للساحات، حيث تُصبح جميع عمليات المناولة و الشحن والتفريغ آلياً، و يشمل هذا تطبيق أنظمة **YMS** المتقدمة على كافة الساحات، وزيادة عدد الأوناش الآلية ؛ مما يقلل من الاعتماد على الجهد البشرى بشكل كبير، و كما أظهرت دراسة **Chen (2023)** بأن يساهم استخدام المركبات الموجهة آلياً **(AGV)** في تحسين كفاءة الموانىء؛ يوصى بإستخدامها في نقل البضائع داخل منشآت ميناء سفاجا بشكل تلقائي. الأجهزة المطلوبة: زيادة عدد الأجهزة التي تم ذكرها في المرحلة الثانية من ميكنة العمليات (أنظمة **YMS** ، الأوناش الآلية)، بالإضافة إلى أنظمة **AGV** ، وأنظمة الشحن الذكية مثل نظام إدارة الشحن **(TMS)** ، ونظام تخطيط المسارات **(Route Planning System)**.
	ميكنة الموارد البشرية	الوصف: يتم اختيار التدريب الذي يناسب كل مرحلة من مراحل التوسع فبدلاً من التدريب على

المرحلة	البند	التفاصيل
		الأساسيات يتم التركيز على المهارات المتقدمة؛ ليتضمن تحليل مخرجات الأنظمة الذكية من البيانات وبناءاً على ذلك يتم أتخاذ القرارات المناسبة، بالإضافة إلى التدريب الفني المتقدم على الأنظمة الآلية والأوناش من تشغيل أو صيانة، وتدريب الفنيين على تشغيل الأجهزة الذكية وكيفية التحكم بها. الأجهزة المطلوبة: برامج محاكاة متطورة للتعامل مع هذه الأنظمة (**Virtual Reality / Augmented Reality for Training**) بالإضافة إلى أجهزة الكمبيوتر.
	التكامل بين الأنظمة	الوصف: تتم عملية التكامل لتشمل أنظمة خارج حدود الميناء يتم ربط أنظمة (YMS) بأنظمة الملاحة البحرية ، لمراقبة حركة السفن والتنبؤ بمواعيد وصولها؛ مما يُسهّل التخطيط المسبق لمهام الشحن والتفريغ، وفقًا لما أفادت به منظمة الجمارك العالمية والاتحاد الدولي الأوروبي لموانئ الحاويات **(2023)** بضرورة التكامل عن طريق تبادل المعلومات بين الجمارك والميناء لذلك يوصى بربط هذه الأنظمة بأنظمة الجمارك لتقليل الوقت انتظار الشاحنات وتسهيل الإجراءات، كما يتم تطبيق نظام (GIS) المعلومات الجغرافية لتقديم رؤية متكاملة و فورية حول مواقع كل المعدات المينائية و الأصول. الأجهزة المطلوبة: زيادة عدد الأجهزة التي تم ذكرها في المرحلة السابقة، يتم إضافة برامج تكامل متقدمة وواجهات برمجة تطبيقات **(APIs)** إلى جانب نظام **(GIS)**.
المرحلة الرابعة التحسين المستمر والابتكار الرقْميّ	الهدف من هذه المرحلة	الوصول إلى نمو مستدام وبناء القدرات تدريجيًا قبل مرحلة التوسع التام.
	ميكنة العمليات	الوصف: انتقاء وتطبيق أفضل التقنيات المتقدمة لا تقتصر على عملية الرقمنة بل تصل إلى التَّحوُّل الرقْميّ الشامل لميكنة كاملة للعمليات اللوجستية التي كانت تتم يدويًا أو ميكنة جزئية في المراحل السابقة؛ و يتم تطبيق تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد **(3D Printing)** لإنتاج قطع الغيار المطلوبة للمعدات عند الحاجة ، مما يسرع عمليات الصيانه ويقلل من وقت التوقف عن العمل، و يتم استخدام الروبوتات المتنقلة ذاتيًا **(AMRs)** التي تعتبر نسخة أكثر ذكاءً من الـ**AGVs**، لتنفيذ مهام معقدة مثل تحسين استغلال مساحات التخزين بشكل ديناميكي بناءً على المعلومات الفورية. الأجهزة المطلوبة: منصات سلاسل الكتل للبنية التحتية القوية، روبوتات للرافعات الشوكية ذاتية القيادة، طائرات بدون طيار مزودة بحساسات وكاميرات، خوادم حوسبة سحابية عالية الكفاءة لتحليل ومعالجة البيانات الضخمة، روبوتات متنقلة،. طابعات ثلاثية الأبعاد صناعية.
	جدول العمل	الفترة: من 1 إلى 3 سنوات أو أكثر. المسؤولية: إدارة ميناء سفاجا تتولى المسؤولية التشغيلية الكاملة للأنظمة الجديدة، بينما تقتصر مسؤولية شركة الحلول المتكاملة للموانئ على الدعم الفني والصيانة، ويشرف قطاع النقل البحري المصرى على تقييم الأداء العام وفعالية التحول الرقمي. المخاطر: مشكلات في دمج الأنظمة القديمة كما ذكرت دراسة (حنان وآخرون، 2021؛ الخبولي، 2024)، وصعوبة تحقيق عائد الاستثمار المستهدف، وتهديدات الأمن السيبراني كما أفاد (شحاده، 2022؛ نذير& علاء الدين، 2023؛**Lui, 2023** ؛ سعداوي، 2024).
	ميكنة الموارد البشرية	الوصف: لا يقتصر التدريب على دورة تأخذ في فترة زمنية محددة وتنسى بعد فترة ولكن الموظف يسير في طريق مرسوم لزيادة مهاراته وخبراته باستمرار للتعامل مع الأنظمة المميكنة وإدارة العمليات الممكنة وأن تصبح جزءًا لا يتجزأ من عملية التحسين، كما يتم تشجيع ثقافة التفكيرالإبداعي وتقديم الأفكار الابتكارية. الأجهزة المطلوبة: أجهزة إنترنت الأشياء المتكاملة (**Integrated IoT Devices**)؛ هذه الأجهزة هي مفتاح الميكنة المتقدمة حيث تربط بين البيانات والمعدات والموارد البشرية في نظام ذكي واحد تبدأ من بوابات الدخول الذكية (بصمة/ وجه) التي تفيد الحضور والانصراف تلقائيًا، أجهزة استشعار تراقب أداء الموظف وكيفية استخدامة لهذه المعدات، أنظمة التتبع الداخلي لحركة الموظفين لضمان سلامة توزيع المهام وسلامة الموظفين، إرسال إشعارات منبهة في حالة الطوارئ.
	تكامل العمليات	الوصف:تتم عملية تحقيق التكامل الشامل **(Internal & External Integration)** لجميع أنظمة الميناء بمعنى أن تتكامل جميع الأنظمة الجديدة مع بعضها البعض لجميع الأقسام والوحدات داخل ميناء سفاجا، وأيضًا تكامل خارجي لجلب خبرات ومهارات جديدة وتعزيز الابتكار ويشمل العملاء المستخدمين والشركات الناشئة لتبني حلول سريعة ومبتكرة. * التكامل الداخلي (**Internal integration**): يعمل على ربط جميع أنظمة الميناء (أنظمة الشحن والتفريغ، بيانات الأوزان، أنظمة الموارد البشرية، أنظمة تتبع الشحنات، نظام إدارة الساحات) واستخدام الطائرات بدون طيار لفحص السفن والمراقبة الأمنية المستمرة، مسح الساحات مما يحسن الأمن ويقلل من الاحتياج للتفتيش البشري ويقلل الوقت، و الاعتماد على الذكاء الاصطناعي في تحسين اتخاذ القرار، التنبؤ بأوقات الازدحام، في الصيانة التنبؤية للأجهزة والمعدات بالميناء، تحسين استغلال الموارد للوصول إلى تكامل داخليّ. *تكامل خارجي (**External Integration**): يتم التعاون مع مراكز البحث والجامعات والاستفادة من أحدث

المرحلة	البند	التفاصيل
		الأبحاث من المعارف والتقنيات، و يتم ربط هذه الأنظمة المدمجة بنظام مجتمع الميناء(PCS) ؛ مما يسرع من تبادل المعلومات مع الجهات الخارجية المعنية مثل شركات النقل، والوكلاء، والخطوط الملاحية، والجمارك. الاجهزة المطلوبة: نظام مجتمع الميناء :(PCS) لتسريع تبادل البيانات مع الجهات الخارجية، منصات سلاسل الكتل (Blockchain) لتوفير بنية تحتية آمنة لتبادل البيانات، برامج ذكاء اصطناعي متقدمة للتنبؤ بالصيانه؛ لتحسين اتخاذ القرار.
	جدول العمل	الفترة: عملية مستمرة بعد اكتمال المراحل السابقة. المسؤولية: إدارة ميناء سفاجا وفرق التشغيل اليومي لجمع البيانات وتحليلها، علاوة على شركة الحلول المتكاملة للموانئ تتولى الصيانة الدورية وتطوير الأنظمة بناءً على عقد طويل الأمد، و تظل المسؤولية الأكبر على عاتق الدولة ممثلة في قطاع النقل البحري، والذي يستمر في تقييم الأداء الاستراتيجي للميناء وتوجيه الاستثمارات المستقبلية؛ فمن خلال معالجة قصور دراسات الجدوى المالية وتوفير الدعم الحكومي اللازم؛ يمكن للدولة تفعيل أدوار جميع الأطراف لضمان التطور المستمر وزيادة كفاءة الموانئ. المخاطر: الاعتماد على الوضع الحالي وعدم التطوير، فشل الأنظمة في التكيف مع التغيرات في سوق النقل البحري، ومن أكبر العوائق هى نقص التمويل للاستثمارات المستقبلية كعائق رئيسي للتطور، كما أشارت دراسة (البغدادي، 2022) محدودية الموارد المادية بشكل خاص على الموانئ المصرية؛ وذلك لعدم توافر الدعم الماليّ الحكوميّ، ويرجع إلى قصور دراسة الجدوى المالية المخصصة لزيادة كفاءة الموانئ من قبل الدولة.
بعد كل هذه المراحل تأتي المرحلة التي أوصت بها الشركة العالمية ماكينزي وهي قياس نجاح التَّحوُّل الرقْميّ		أفادت الشركة العالمية ماكينزي بأن معظم المؤسسات تخصص جزءا من ميزانيتها في مشاريع التَّحوُّل الرقْميّ، ولكنها لا تتبع العائد من هذا الاستثمار، لذلك من الضرورى المراقبة والتحسين المستمر لمؤشرات الأداء الرئيسية (KPIS) من خلال تصميم لوحات بيانية موحدة لمراقبة الأداء في الوقت الفعلى عن طريق البيانات المجمعة من الأنظمة، كما يتم عقد اجتماعات منتظمة لتقييم مدى تحقيق الأهداف المتمثلة في تقليل الوقت على سبيل المثال نسبة الأخطاء في بيانات الشحن والتفريغ، وقياس زمن تواجد الشاحنات على البوابات، و زمن دوران السفينة، وقياس التكاليف مثل تكاليف الناتجه عن الأخطاء والهدر، وقياس الإنتاجية فهل ارتفع عدد البضائع وعدد الرحلات المترددة على الميناء، وأن المعدات تعمل بكفاءة أكثر وذلك لتحديد نقاط القوة والضعف والفجوات والفرص والتحديات، وبالتالي يتم تطوير إستراتيجيات عمل جديدة للوصول إلى أقصى استفادة من تطبيق التَّحوُّل الرقْميّ بميناء سفاجا، يُعد هذا النهج ضروريًا لتجنب ما ذكرته دراسة Agüero et al. (2023) بأن الموانئ لا تعمل بكفاءة عالية على الرغم من امتلاكها لبنية تحتية حديثة لا تُستغل بشكل أمثل، وأيضاً تجنب الوقوع في فخ التراجع في الأداء الذي أشارت إليه دراسة (Teng et al., 2022) عند مستوى معين من الاستثمار في التحول الرقمي وما حظرت منه دراسة Kammoun and Abdennadher (2022) التي وضحت أن هناك علاقة عكسية بين كفاءة التشغيل وبين قدرة الموانئ على التنافسية.

(11)الدراسات المستقبلية

أستناداً إلى نتائج هذه الدراسة يتسنى للباحثين فرصة لاستكشاف عدة مجالات بحثية لتحليل العلاقة بشكل متعمق بين التحول الرقمى والكفاءة التشغيلية، فيما يلى بعض المسارات البحثية المقترحة:

- دراسة تأثير المتغيرات الوسيطة بين أبعاد التحول الرقمى والكفاءة التشغيلية مثل قيادة التحول الرقمى، الثقافة التنظيمية، جاهزية البنية التحتية للموانئ؛ وبالتالى يمكن تمييز العوامل التى تدعم أو تعيق التحول الرقمى على الكفاءة التشغيلية.
- يمكن إجراء مقارنة تأثير التحول الرقمي على أنماط الموانئ المختلفة مثل موانىء النفط، موانئ الحاويات، موانئ الركاب؛ تكشف هذه المقارنات عن عوامل تنظيمية وعوامل بيئية تؤثر فى درجة الاختراق الرقمي واستراتيجيات التكيف.
- دراسة وتحليل أثر التكامل بين الموانئ فى تعزيز التنافسية

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

أبو النصر، م. م. (2023). نموذج الكفاءة والفاعلية من منظور اجتماعي وإداري. ***المجلة العربية للفنون والآداب***، 7(27)، 33-50.

أبو عمر، ح. ع. م. (2023). استراتيجيات التحول الرقمي وأثرها على كفاءة العاملين بالعلاقات العامة في تعزيز الميزة التنافسية. ***المجلة المصرية لبحوث الرأي العام***، 22(4)، 437-483.

أسامة، م.، وقطال، س. ع.، وعبد الملك، ع.، وهاني، هـ. (2025). أثر التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية في مؤسسة بريد الجزائر بولاية تبسة (أطروحة دكتوراه). ***جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي تبسة***.

الروبي، ع. (2024). مدى استعداد المستخدمين لتبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع السفر والسياحة والضيافة: دراسة تحليلية على المستخدمين المصريين. ***مجلة كلية السياحة والفنادق-جامعة مدينة السادات***، 8(1)، 168-192.

السقطي، ع.، عبد الله، ك.، ومحمد، أ. (2021). التحول الرقمي كعامل محفز للتنافسية البحرية: دراسة حالة على قناة السويس. ***المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية***، 2(1)، 599-642.

السهيبي، ص. ب. ح.، وإبراهيم، م. أ. (2023). أثر إعادة الهيكلة التكنولوجية على إنتاجية ميناء الملك عبدالعزيز بالدمام - المملكة العربية السعودية. ***المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية***، 14(3)، 235-255.

الشمري، ن. م. (2024). المكتبات الجامعية في ظل التحول الرقمي. ***مجلة شمال أفريقيا للنشر العلمي***، المجلد، 262-277.

الشمسي، م. ع. (2024). أثر التحول الرقمي على استدامة الأمن: تطبيق على دولة الإمارات العربية المتحدة. ***المجلة القانونية***، 20(6)، 2507-2548.

العمري، س. م. أ.، وتركي، ع. أ. ع. (2024). الأمن السيبراني ودوره في رفع مستوى الأمن العام للدولة. ***مجلة مركز البحوث والاستشارات اللغوية***، 26.(77)

حاتم، م. (2023). دور الموانئ الذكية في إدارة سلاسل الإمداد: دراسة حالة على مجموعة من الموانئ العالمية (رسالة ماجستير). ***جامعة محمد خيضر***.

حافظ، ع. ع.، ومذربا، ع.، وعلي قرداش، أ. (2023). دور إعادة الهيكلة التكنولوجية في تحسين الأداء التشغيلي لمحطة عدن للحاويات. ***المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية***، 14(3)، 514-542.

زايد، أ. (2023). دور استراتيجيات التحول الرقمي في تعزيز الكفاءة التشغيلية والتسويقية لخدمات الاتصالات في المملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية على شركة الاتصالات السعودية. ***المجلة العربية للإدارة***، (2)، 1-18.

سعداوي، س. (2024). تطبيق تكنولوجيا إنترنت الأشياء (IoT) كأداة لتعزيز أداء قطاع الجمارك الجزائري - محاولة للاستفادة من التجارب الدولية الرائدة (أطروحة دكتوراه). ***جامعة 8 ماي*** 1945 قالمة.

صالح، ع. ع. ف.، وسمير، ن. ح. س.، وفرج، ف. ع. ح. م. (2022). دور إدارة التكاليف اللوجستية في دعم الميزة التنافسية للموانئ البحرية في بيئة التشغيل الإلكتروني (دراسة تطبيقية). ***المجلة المصرية للدراسات التجارية***، 46(3)، 301-350.

عبده، أ. ث. (2023). أثر تطبيق تقنية البلوك تشين على تحسين الكفاءة التشغيلية ومنع الاحتيال في شركات التأمين المصرية (دراسة ميدانية). ***مجلة الإسكندرية للبحوث المحاسبية***، 7(2)، 283-327.

غنام، ط. (2022). التحول الرقمي والتنمية المستدامة في مصر 2030. ***المجلة العربية للعلوم التربوية والنفسية***، 6(26)، 47-70.

غنام، م. ع. (2023). أثر التحول الرقمي على التسعير المستدام للخدمات المصرفية: دراسة تطبيقية على فروع بنك مصر بمنطقة كفر الشيخ. ***جامعة طنطا***.

محمود، أ. ف. (2022). قائمة مقترحة لممارسات القيادة الرقمية بالمدارس المصرية في ضوء معايير الجمعية الدولية للتكنولوجيا في التعليم للقادة التربويين. ***الإدارة التربوية***، 34(34)، 213-331.

مرسي، ب.، ومحمود فرج، ح. ح.، ومرعي، ن. (2024). دور سلسلة التوريد المستدامة في تحسين أداء الموانئ البحرية المصرية. ***المجلة الدولية للعلوم الإدارية والاقتصادية والمالية***، 3(8)، 183-266.

مسعودي، ف.، النصاري، ف. ب.، وعبد القادر، م. (2020). قياس الكفاءة التشغيلية باستخدام النسب المالية لعينة من المنظمات المالية في الجزائر (أطروحة دكتوراه). ***جامعة أحمد الضاوي الخبيرة***.

يوسف، ع. ي. ع. ر.، والسعيد، م. ع. ق.، وعبد الحافظ، م.، وحافظ، أ. ع. أ. (2023). **أثر تطبيق معايير الموانئ الذكية على تحسين كفاءة الأداء التشغيلي وزيادة القدرة التنافسية لمحطات الحاويات المصرية (دراسة حالة: ميناء شرق بورسعيد)**. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 14(2)، 68-1014.*

يوسف، ع. ي. ع. ر.، والسعيد، م. ع. ق.، وعبد الحافظ، م.، وحافظ، أ. ع. أ. (2023). أثر تطبيق معايير الموانئ الذكية على تحسين كفاءة الأداء التشغيلي وزيادة القدرة التنافسية لمحطات الحاويات المصرية (دراسة حالة: ميناء شرق بورسعيد). ***المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية***، 14(2)، 68-1014.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية

Abdo, A. T. A. (2023). **The impact of implementing blockchain technology on improving operational efficiency and preventing fraud in Egyptian insurance companies (A field study)**. *Alexandria Journal of Accounting Research*, *7*(2), 283–327. (in Arabic)

Abou-Omar, H. A. M. (2023). **Digital transformation strategies and their impact on the efficiency of public relations employees in enhancing competitive advantage**. *The Egyptian Journal of Public Opinion Research*, *22*(4), 437–483. (in Arabic)

Abril, D., Paternina-Arboleda, C. D., & Velasquez-Bermudez, J. (2024). **An integrated event-driven real-time tactical–operational optimization framework for smart port operations planning**. *Logistics*, *8*(3), 65.

Abu Al-Nasr, M. M. (2023). **The model of efficiency and effectiveness from a social and managerial perspective**. *The Arab Journal of Arts and Humanities*, *7*(27), 33–50. (in Arabic)

Agüero-Tobar, M. A., González-Araya, M. C., & González-Ramírez, R. G. (2023). **Assessment of maritime operations efficiency and its economic impact based on data envelopment analysis: A case study of Chilean ports**. *Research in Transportation Business & Management*, *46*, Article 100821.

Al-Amri, S. M. A., & Al-Turki, A. A. O. (2024). **Cybersecurity and its role in raising the level of public security of the state**. *Journal of the Research and Languages Consulting Center*, *26*(77). (in Arabic)

Al-Ghanam, M. E. (2023). *The impact of digital transformation on the sustainable pricing of banking services: An applied study on Bank Misr branches in Kafr El-Sheikh region* (Master's thesis, Tanta University). (in Arabic)

Al-Roubi, E. (2024). **The extent of users' readiness to adopt artificial intelligence applications in the travel, tourism, and hospitality industry: An analytical study of Egyptian users**. *Journal of the Faculty of Tourism and Hotels-Sadat City University*, *8*(1), 168–192. (in Arabic)

Al-Saqqati, E., Abdullah, K., & Mohamed, A. (2021). **Digital transformation as a catalyst for maritime competitiveness: A case study of the Suez Canal**. *Scientific Journal for Financial and Commercial Studies and Research*, *2*(1), 599–642. (in Arabic)

Al-Shaibani, N. M. (2024). **University libraries in the shadow of digital transformation**. *North Africa Journal of Scientific Publishing*, **[Volume]***([Issue]**), 262–277. (in Arabic)

Al-Shamsi, M. O. (2024). **The impact of digital transformation on security sustainability: An application to the United Arab Emirates**. *The Legal Journal*, *20*(6), 2507–2548. (in Arabic)

Al-Suhaibi, S. B. H., & Ibrahim, M. A. (2023). **The impact of technological restructuring on the productivity of King Abdulaziz Port in Dammam - Kingdom of Saudi Arabia**. *Scientific Journal of Commercial and Environmental Studies*, *14*(3), 235–255. (in Arabic)

Clemente, D., Cabral, T., Rosa-Santos, P., & Taveira-Pinto, F. (2023). **Blue seaports: The smart, sustainable and electrified ports of the future**. *Smart Cities*, *6*(3), 1560–1588.

Elkhbouli, A. E. (2024). Challenges and opportunities of artificial intelligence in seaports. **North Africa Journal of Scientific Publishing**, 4(2), 183–193.

Ezgeta, D., Čaušević, S., & Mehanović, M. (2022). **Challenges of digital transport transformation in Europe**. In **Proceedings of the FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN TRAFFIC AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES** (pp. 37-37).

Ferreira, P. S. A. (2024). **Developing a roadmap for implementing digital transformation to improve the resilience of port operations**. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, *10*(3), Article e888.

Ghannam, T. (2022). **Digital transformation and sustainable development in Egypt 2030**. *Arab Journal of Educational and Psychological Sciences*, *6*(26), 47–70. (in Arabic)

Gohil, D., & Thakker, S. V. (2021). **Blockchain-integrated technologies for solving supply chain challenges**. *Modern Supply Chain Research and Applications*, *3*(2), 78–97.

Golgota, A., & Çerma, U. (2024). **Securing Durres Port's digital transformation: Cybersecurity strategy for maritime industry**. In *2024 13th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)* (pp. 1–4). IEEE.

Gonzalez-Cancelas, N., Orive, A. C., Cabrero, J. V., & Flores, F. S. (2024). Digital transformation in Spanish port system. In E. Babaluk (Ed.), **Advances in digital transformation - Rise of ultra-smart fully automated cyberspace**. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen. 1177293

Hafiz, A. I. A., Amzraba, A., & Ali Qardash, A. (2023). **The role of technological restructuring in improving the operational performance of Aden Container Terminal**. *Scientific Journal of Commercial and Environmental Studies*, *14*(3), 514–542. (in Arabic)

Hatem, M. (2023). ***The role of smart ports in supply chain management: A case study of a group of global ports*** (Master's thesis, University of Mohamed Khider). (in Arabic)

Hirata, E., Watanabe, D., Lambrou, M., Banyai, T., Banyai, A., & Kaczmar, I. (2023). **Shipping digitalization and automation for the smart port**. In T. Banyai & I. Kaczmar (Eds.), ***Supply Chain-Recent Advances and New Perspectives in the Industry 4.0 Era***. IntechOpen.

Hsu, W. K. K., Huang, S. H. S., Huynh, N. T., & Huang, K. H. (2024). **An evaluation model of sustainable efficiency for container terminals**. *Sustainable Development*, *32*(1), 1170–1187.

Kammoun, R., & Abdennadher, C. (2022). **Seaport efficiency and competitiveness in European seaports**. *Transport Policy*, *121*, 113–124.

Lakshmi, M., Lakshmi, T., & Rama, K. N. (2024). Digital transformation of HR recruitment process. **IRJAEM: International Research Journal of Advanced Engineering and Management**, 5(2), pages not specified. https://doi.org/10.47392/irjaem.2024.0260

Lamarre, E., Smaje, K., & Zemmel, R. (2023). ***Rewired: The McKinsey guide to outcompeting in the age of digital and AI***. John Wiley & Sons.

Lu, B., & Xu, X. (2024). **Digital transformation and port operations: Optimal investment under incomplete information**. *Transport Policy*, *151*, 134–146.

Mahboub, H., Sadok, H., Chehri, A., & Saadane, R. (2023). **Measuring the digital transformation: a key performance indicators literature review**. *Procedia Computer Science*, *225*, 4570–4579.

Mahmoud, I. A. F. (2022). **A proposed list of digital leadership practices in Egyptian schools in light of the International Society for Technology in Education standards for educational leaders**. *Educational Administration*, *34*(34), 213–331. (in Arabic)

Margaretha, R., Syuzairi, M., & Mahadiansar, M. (2024). **Digital transformation in the maritime industry: Opportunities and challenges for Indonesia**. *Journal of Maritime Policy Science*, *1*(1), 1–10.

Masoudi, F., Al-Nassari, F. B & ,.Abdel-Qader, M (2020). ***Measuring operational efficiency using financial ratios for a sample of financial organizations in Algeria*** (Doctoral dissertation, Ahmed Al-Dhawi Al-Khabeera University). (in Arabic)

Medina, P. A., & Sáiz, R. S. (2024). Artificial intelligence-based solutions for business development in port environments. **Journal of Maritime Sector Planning**, 2(1), 35–51. (in Spanish)

Morsi, B., Mahmoud Faraj, H. H., & Marei, N. (2024). **The role of sustainable supply chain in improving the performance of Egyptian seaports**. *International Journal of Administrative, Economic and Financial Sciences, 3*(8), 183–266. (in Arabic)

Nedjoua, G., & Béatrice, M. (2023). **The role of 4.0 industry on the digital and ecological transformation of the seaport ecosystem: A case study of the Algerian Port Community System (APCS)**. *Journal of North African economics, 19*(3), 127–146.

Osama, M., Kattal, S. E., Abdel Malek, A., & Hani, H. (2025). *The impact of digital transformation on operational efficiency at the Algeria Post Corporation in Tebessa Province* (Doctoral dissertation, University of Shahid Sheikh Al-Arabi Tebessi Tebessa). (in Arabic)

Priya, S., Sairam, A., Azath, H., Manivannan, S. K., Mohankumar, N., & Vinayagam, P. V. (2024). **Smart ports solutions for cargo container tracking and vessel traffic counting systems using IoT and cloud computing**. In ***2024 10th International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*** (pp. 1106–1111). IEEE.

Saadawi, S. (2024). *Application of Internet of Things (IoT) technology as a tool to enhance the performance of the Algerian customs sector - An attempt to benefit from pioneering international experiences* (Doctoral dissertation, University of May 8, 1945 Guelma). (in Arabic)

Saleh, A. A. F., Samir, N. H. S., & Farag, F. E. H. M. (2022). **The role of logistics cost management in supporting the competitive advantage of seaports in the e-operation environment (An applied study)**. *The Egyptian Journal of Business Studies*, *46*(3), 301–350. (in Arabic)

Teng, X., Wu, Z., & Yang, F. (2022). Impact of the digital transformation of small- and medium-sized listed companies on performance: Based on a cost-benefit analysis framework. **Journal of Mathematics**, *2022*(1), 150–449.

Youssef, E. Y. A. R., El-Said, M. A. Q., Abdel Hafez, M., & Hafez, A. I. A. (2023). **The impact of applying smart port standards on improving the efficiency of operational performance and increasing competitiveness of Egyptian container terminals (Case study: East Port Said Port)**. *Scientific Journal of Commercial and Environmental Studies*, *14*(2), 68–1014. (in Arabic)

Zahid, A. (2023). **The role of digital transformation strategies in enhancing the operational and marketing efficiency of telecommunications services in the Kingdom of Saudi Arabia: An applied study on the Saudi Telecom Company**. *Arab Journal of Management, (2),* 1–18. (in Arabic)

The Impact of Digital Transformation on Operational Efficiency:

A Case Study of Safaga Port.

Marwa Mohamed Fekry Eldeeb Prof. Khaled Elsakty Prof. Mostafa Abd Elhafez

Abstract

This study investigates the impact of digital transformation on improving operational efficiency, with a practical focus on Safaga Port. A random sample of 108 participants was analyzed using SPSS Version 28 and Smart-PLS Version 4. The results revealed a statistically significant relationship between digital transformation and improved operational efficiency. Therefore, the study recommends that the management of Safaga Port should prioritize investment in digital transformation initiatives and continue to expand their scope. Recognizing this as a vital investment that yields high returns, this transformation should be implemented through four key phases: the foundational stage, the gradual implementation stage, the maturity and continuous improvement stage, and finally, the continuous improvement and digital innovation stage.

Keywords

Digital Transformation, Operational Efficiency, Safaga Port.

التوثيق المقترح للدراسة وفقا لنظام APA

الديب، مروة فكرى; السقطي، خالد; عبد الحافظ، مصطفى (2025). تأثير التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية: دراسة حالة ميناء سفاجا. **مجلة جامعة الإسكندرية للعلوم الإدارية**، 62(4) 117، 166.