Digital Supply Chain Maturity Level According to Industry 4.0: A Case Study of the Dora Refinery

Yousif Abdulelah Ahmed Al Taiee
College of Administration and Economics- University of Baghdad
yousif.abd2103p@coadec.uobaghdad.edu.iq

Assist. Prof. Dr. Maha K. Jawad
College of Administration and Economics- University of Baghdad
maha.k@coadec.uobaghdad.edu.iq

Received:8/9/2024 Accepted:30/10/2024 Published:30/6/2025

Abstract

The research aims to determine the level of maturity of digitalization in the current supply chains of the Daura refinery, the research sample, which was chosen as one of the oldest and largest Iraqi refineries that supply Baghdad Governorate with petroleum derivatives, which is the highest governorate in terms of population density. The main research problem is summarized in the weakness of supervision and control over operations in the research sample and the failure to fill the local capacity of petroleum derivatives due to the low production capacity resulting from a shortage of digital technologies used in the stages of the refinery supply chain, in addition to the failure of digital technologies in the refinery to keep pace with the technologies used by suppliers, which hinders integration and coordination between suppliers. For all of this, the level of digitalization should be analyzed as a first step to enable the development of a future plan for digital transformation. Therefore, this problem can be summarized in the following question: What is the reality of the level of maturity of digital supply chains in the Daura refinery? The researcher adopted the case study approach for descriptive research due to its suitability to the nature and directions of the current research in gap analysis, using the checklist as the main tool for collecting data. Data analysis was conducted using appropriate mathematical equations such as frequencies, weighted arithmetic mean, percentage, and gap size. The results revealed that the maturity level of the refinery supply chain is at the initial level, i.e., the second level out of five levels.

Keywords: Digital Supply Chain, Industry 4.0 technologies, Mature, Information technology.

مستوى نضج الرقمنة في سلاسل التجهيز على وفق الصناعة ٤.٠: دراسة حالة مصفى الدورة

يوسف عبد الاله أحمد الطائي
كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد

أ.م.د. مها كامل جواد
كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد

المستخلص

يهدف البحث للوقوف على مستوى نضج الرقمنة في سلاسل التجهيز الحالية لمصفى الدورة عينة البحث الذي وقع الاختيار علية باعتباره من أقدم وأكبر المصافي العراقية التي تغذي محافظة بغداد بالمشتقات النفطية إذ تعد أعلى محافظة من حيث الكثافة السكانية. وتتلخص مشكلة البحث الرئيسة في ضعف الرقابة والسيطرة على العمليات في عينة البحث وعدم سد الطاقة المحلية من المشتقات النفطية بسبب انخفاض الطاقة الإنتاجية الناتجة عن نقص في التقنيات الرقمية المستخدمة في مراحل سلسلة تجهيز المصفى فضلاً عن، عدم مواكبة المصفى للتقنيات الرقمية مع التقنيات المستخدمة لدى المجهزين مما يعيق التكامل والتنسيق بين المجهزين، ومن أجل ذلك كلة ينبغي تحليل مستوى الرقمنة كخطوة اولى لتمكين من وضع خطة مستقبلية للتحول الرقمي، لذا يمكن تلخيص هذه المشكلة في التساؤل التالي: ما هو واقع حال مستوى نضج سلاسل التجهيز الرقمية في مصفى الدورة؟، وقد اعتمد الباحث منهج دراسة الحالة للبحث الوصفي نظراً لملائمته لطبيعة وتوجهات البحث الحالي في تحليل الفجوة، مستخدماً قائمة الفحص كأداة رئيسة لجمع البيانات، وتم إجراء تحليل البيانات باستخدام المعادلات الرياضية المناسبة مثل التكرارات، الوسط الحسابي المرجح،

النسبة المئوية، وحجم الفجوة. وكشفت النتائج عن أن مستوى نضج سلسلة تجهيز المصفى في المستوى الأولي أي بالمستوى الثاني من خمسة مستويات

الكلمات المفتاحية: سلاسل التجهيز الرقمية، تقنيات الصناعة ٤.٠، النضج، تكنلوجيا المعلومات.

المقدمة: Introduction

تتضمن رقمنة سلسلة التجهيز دمج التقنيات الرقمية للصناعة ٤.٠ مثل: السحابة، والبيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والواقع المعزز.. وغيرها، في جميع مراحل السلسة لتحويلها من سلسلة تجهيز خطية إلى سلسلة تجهيز شبكية ترتبط بجميع الأطراف في السلسلة ومشاركة البيانات في الوقت الفعلي وأتمتة عملياتها بكفاءة لتقليل المهام اليدوية، والحد من الخطأ البشري، وتحسين عملية اتخاذ القرار. ومن أجل حدوث التحول الرقم، ينبغي استخدام اداة فاعلة لتقييم قدرة عناصر السلسة الحالية في توجهها نجو التحول الرقمي، إذ تعد مستويات النضج الخطوة الأولى في عملية التحول بشكل صحيح ولإعطاء صورة واضحة عن نضجها الرقمي للمنظمات الراغبة في ذلك التغيير. ونظرًا لأن هذا الموضوع ذو أهمية كبيرة للأكاديميين والممارسين في هذا المجال، فإن هذه الورقة تهدف إلى قياس مستوى نضج الرقمنة في سلاسل التجهيز الحالية لمصفى الدورة.

المبحث الأول: منهجية البحث والدراسات السابقة

أولا: المنهجية البحث

١-١ مشكلة البحث :- يعاني مصفى الدورة من ضعف في التقنيات الرقمية المستخدمة على طول سلسلة التجهيز (وبحسب الزيارات الميدانية الأولية التي قام بيها الباحث) لزيادة السيطرة على العمليات عبر انتقال البيانات في الوقت الحقيقي، وزيادة الطاقة الإنتاجية وسد الحاجة المحلية من المشتقات النفطية ولمواكبة شركات الاستخراج النفطي (المجهزين) في استخدامها للتقنيات الرقمية لكي لا يكون المصفى نقطة اختناق في سلسلة التجهيز وصولاً إلى الزبون، ولغرض اجراء هذا التحول الرقمي ينبغي استخدام اداة لتحديد مقدار الفجوة الرقمية للواقع الحالي للسلسلة مع سلسلة التجهيز الرقمية للتعرف على نقاط القوة لتعزيزها ونقاط الضعف التي ينبغي وضع الخطط لمعالجتها، وتمهيداً للانطلاق في مسيرتها نحو التحول الرقمي سيتم قياس نضج سلسلة تجهيز الحالية لمصفى الدورة وقياس مدى الرقمنة المستخدمة فيها.

١-١-١ ما المقصود بسلاسل التجهيز الرقمية وما هي مستويات نضجه؟

١-١-٢ ما هو واقع حال مستوى نضج سلاسل التجهيز الرقمية في مصفى الدورة؟

١-١-٣ ما مستوى الفجوة بين واقع حال الفعلي للمصفى عينة الدراسة ومتطلبات المحددة وفق نموذج (Frederico et al. 2020)؟

١-٢ أهداف البحث: -انسجاماً مع مشكلة البحث، يرمي البحث إلى بلوغ الأهداف الآتية: -

٢-١-١ تقديم أطاراً نظرياً لمفهوم سلاسل التجهيز الرقمية ومستويات نضجه.

٢-١-٢ الوقوف على مستوى نضج الرقمنة في سلاسل التجهيز الحالية لمصفى الدورة عينة البحث.

٢-١-٣ تحديد مقدار الفجوة بين واقع الحال لسلاسل التجهيز المصفى وما ينبغي ان يكون علية الحال في سلاسل التجهيز الرقمية المعتمدة.

٢-١-٤ محاولة النهوض بواقع مصفى الدورة من خلال تشخيص مواطن الضعف في أبعاد سلسلة التجهيز الحالية ووضع تصور حول تطويرها من خلال، التوصل إلى بعض التوصيات لتطوير مستوى الرقمنة في سلاسل تجهيزه وبالتالي سد الحاجة المحلية من المشتقات النفطية.

١-٣ أهمية البحث: -تبرز أهمية البحث من خلال النقاط الآتية:

٣-١-١ تناول البحث لموضوع سلاسل التجهيز الرقمية على وفق تقنيات الصناعة ٤.٠ وهو من المواضيع المهمة في تطوير العمل في المنظمات الصناعية.

٣-١-٢ مساندة القيادة الادارية في المصفى، للاطلاع على نتائج هذا البحث التي تساعدهم على التعرف على نقاط القوة والضعف في سلسلة التجهيز الحالية لعينة البحث.

٣-١-٣ يعد البحث تقيماً أولياً (Primary-Assessment) لمستوى نضج سلاسل التجهيز الحالية وهو يمثل خطوة جوهرية صوب إمكانية تطبيق سلاسل التجهيز الرقمية في مصفى الدورة.

١-٤ حدود البحث

٤-١-١ الحدود الزمانية: إن مدة إعداد البحث في مصفى الدورة/ شركة مصافي الوسط، بدأت بالزيارات الأولية لتشخيص مشكلة البحث، ومقابلة مدراء الأقسام والوحدات لتدارس آرائهم ومقترحاتهم حول البحث، وأهدافه، ومتغيراته للمدة من ٢٠٢٣/١٠/١٧ ولغاية ٢٠٢٤/٨/١. أما سنة الأساس التي اعتمد الباحث عليها في تحليل البيانات والمعلومات وبناء النتائج، هو عام (٢٠٢٢)، لكونه العام الأقرب والأحدث للشروع بالبحث.

٤-١-٢ الحدود المكانية: تم اختيار شركة مصافي الوسط / مصفى الدورة وهي إحدى تشكيلات وزارة النفط الكائن موقعها في بغداد/ الدورة، ويقوم عمل الشركة بتكرير النفط الخام لتقديم المنتجات النفطية إلى الزبائن سواء محطات الوقود أم محطات الكهرباء (الدورة، المسيب، جنوب بغداد)، وإلى المطارات، ودوائر الدولة وشركات القطاع الخاص.

١-٥ منهج البحث: -يستخدم البحث دراسة الحالة منهج البحث الوصفي نظراً لملائمته لطبيعتها ومتطلباتها.

١-٦ مجتمع وعينة البحث:- تم إختيار شركة مصافي الوسط ليكون مجتمع البحث والتي يتضمن عدد من الشركات النفطية مثل الشركة العامة لتعبئة الغاز، شركة تسويق النفط، شركة توزيع المنتجات النفطية، شركة الخطوط النفطية، شركة الاستكشافات النفطية، أما عينة البحث، فقد وقع اختيار الباحث على مصفى الدورة الذي يمثل مقر إدارة الشركة لاختبار نضج سلسلة التجهيز الرقمية فيها على وفق تقنيات الصناعة ٤.٠، كونه يؤثر بشكل كبير في عمل سلاسل التجهيز الأخرى المتمثلين بالمجهزين والزبائن.

١-٧ مقياس وأدوات البحث:- تم جمع البيانات الخاصة بمتغير البحث بواسطة الادوات الاتية: السجلات والتقارير، الملاحظة، والمقابلات الشخصية، وقائمة الفحص والتي تعد أداة رئيسة لجمع البيانات وتحليلها، والتي تهدف إلى تشخيص مستوى نضج (الفجوة القائمة) الواقع الفعلي للمنظمة وبين المتطلبات سلسلة التجهيز الرقمية، بالاستناد الى دراسة (Frederico et al., 2020) لقياس مستوى جاهزية سلاسل التجهيز ومعرفة مدى استخدام التقنيات الرقمية الحديثة فيها وهي تتضمن أربعة أبعاد رئيسة (القدرات والدعم الاداري، والرافعات التكنولوجية، ومتطلبات أداء العمليات، والنتائج الاستراتيجية) تنبثق منها ٢١ بعد فرعي، يتم دعم كل بعد بخمسة مستويات من الجاهزية استناداً الى مدى أو مستوى توافر هذه الابعاد في سلسلة التجهيز وان هذه المستويات هي (غير متوافر، الأولي، والمتوسط، والمتقدم، والمتطور والحديث).

ثانيا: بعض الدراسات السابقة: - يتضمن المبحث الحالي بعض الدراسات السابقة (العربية والأجنبية)، وقد تناولت هذه الدراسات سلاسل التجهيز الرقمية بأسلوب يتلاءم مع واقع عينة البحث التي طبق فيها هذا البحث. ركزت دراسة (الفضلي، ٢٠٢٣) على ضعف تطبيق الصناعة ٤.٠ في تصميم سلسلة تجهيز كفؤة لخط انتاج مساحيق التنظيف الصلبة في مصنع المأمون. تم استخدام أسلوب التحليل الهرمي وأنموذج المحاكاة لتصميم سلسلة التجهيز الكفؤة لمنتوج مساحيق التنظيف الصلبة/ مصنع المأمون موقعا للدراسة، توصلت الدراسة إلى أفضلية السلسلة المقترحة وهي سلسلة التجهيز باعتماد تقنيات نظام الصناعة ٤.٠ وهي (RFID، أنترنيت الأشياء، الأتمتة، سلاسل الكتل، الطباعة ثلاثية الأبعاد) على السلسلة الحالية. وأشارت دراسة (Ciccullo, F., Patrucco, A., & Pero, M. 2020) إلى ضعف دعم تقنيات الصناعة ٤.٠ في اعادة هندسة سلاسل التجهيز، تم أستخدام قائمة الفحص

والمقابلات الشخصية لدراسة جميع الأنشطة المتعلقة بمستودع التابع لشركة O&G، من استلام المواد وتخزينها في الموقع ودعم المواد الصادرة (Ahmed, 2017: 236)، كما تُظهر النتائج أن إدخال تقنيات الصناعة ٤.٠: المتمثلة بـ (1) تحليلات البيانات الضخمة. (2) الحوسبة السحابية. (3) وسائل التواصل الاجتماعي؛ (4) التحليلات التنبؤية. (5) إنترنت الأشياء (IoT)؛ (6) طباعة ثلاثية الأبعاد و (7) روبوتات. يمكن أن يؤدي إلى تحسين أداء العمليات بشكل جذري، ودعم تنفيذ الأنشطة بشكل أفضل، وزيادة فعالية الاتصال بين الجهات الفاعلة وتفضيل جمع البيانات ومشاركتها. يجب إدخال هذه التقنيات، التي تتميز بمستوى المخاطر المرتبطة بتنفيذها، بالاقتران مع الآليات التنظيمية الجديدة، والتي قد تكون مفيدة للعديد من الجهات الفاعلة في سلسلة التجهيز. بينت دراسة (Hahn, 2020) أن المنظمات التي ترغب باعتماد الصناعة ٤.٠ تعاني بعدم التأكد من الاثار المرتبطة من تطبيق الصناعة ٤.٠ في بناء الابتكارات المتميزة لسلاسل التجهيز. تم أستخدام أسلوب تحليل المحتوى المهيكل (Structured Content Analysis, SCA) تشخيص الوضع الحالي والآفاق المستقبلية لابتكار سلسلة التجهيز الممكّنة جراء تطبيق الصناعة ٤.٠ في مائة وسبعة من الشركات القائمة متوسطة وصغيرة الحجم في ولاية Baden–Wuerttemberg (المانيا)، توصلت الدراسة إلى أن ابتكار سلاسل التجهيز يعمل على يدعم الصناعة ٤.٠ على توسيع التركيز الأولي على تحسينات الإنتاجية في عمليات SC نحو قابلية التوسع والمرونة. وتعمل الحلول التي تتبناها الشركات الناشئة على تغيير نماذج تشغيل سلاسل التجهيز بشكل جذري من خلال الاعتماد على تحليلات البيانات. وفي المقابل، يبدو أن الشركات القائمة تحافظ على هيكل أعمالها، وتفضل دمج التكنولوجيا الرقمية الجديدة في أساليبها الحالية لتعزيز الكفاءة التشغيلية والإنتاجية. لخصت دراسة (COLLI, 2020) إمكانية تكيف هيكل المنظمات المصنعة الكبيرة عند التحول الرقمي الصناعي لترجمته إلى قيمة فعلية لأعمالهم. تم استخدام قائمة الفحص لقياس مستوى النضج في خمس قطاعات مختلفة المتمثلة بـ (Food)، Textile، Medical، Machinery, Automation، وتوصلت النتائج إلى التركيز على دور العوامل السياقية المختلفة مثل الدوافع والحواجز لما لها من تأثير على نجاح المنظمات والقيمة المتولدة لعملية التغيير أو التحول. لقد جاء البحث الحالية في إطاره العام مكمل للجهود البحثية السابقة التي تم استعراضها وبشكل عام يمكن القول إن ما يميز البحث الحالي عن غيره من البحوث المطروحة هو أن البحث الحالي أول دراسة محلية وعربية لقياس مستويات نضج سلاسل التجهيز الرقمية على وفق نموذج (Frederico et al., 2020) لمعرفة مدى إستخدام التقنيات الرقمية في سلاسل التجهيز الحالية للمنظمة.

المبحث الثاني: الجانب النظري

٢-١ **سلسلة التجهيز الرقمية:** -تطبق المصانع اليوم الصناعة ٤.٠، والتي كان لها تأثيرات بعيدة المدى على سلسلة التجهيز بأكملها. إذ تُعرف سلسلة التجهيز التي أعيد بناء أفكارها ومبادئها وفقًا لتكنولوجيا الصناعة ٤.٠ باسم سلسلة التجهيز ٤.٠ (SC 4.0)، والمعروفة أيضًا باسم شبكات التجهيز الرقمية (DSNs) أو سلاسل التجهيز الرقمية وسلاسل التوريد الذكية. تستفيد هذه من التطورات الأخيرة في التكنولوجيا الرقمية مثل "الروبوتات المتقدمة والذكاء الاصطناعي، وأجهزة الاستشعار عالية التقنية، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء، والتقاط البيانات وتحليلها، والتصنيع الرقمي، والبرمجيات كخدمة، سلاسل الكتل، وغيرها من النماذج الجديدة ..." (Alamsjah & Yunus, 2022: 2) لتزويد الجهات الفاعلة في سلسلة التجهيز بمعلومات (تقريبًا) في الوقت الفعلي، وتعزيز الرؤية (Hauge et al., 2021: 130) والشفافية والتعاون في سلاسل التجهيز (Kadhim & Jawad, 2023: 41). وبهذه الطريقة، يمكننا تقليل تأثير أي اضطراب قد يحدث، وتحسين دقة توقعات الطلب لدينا، وتقليص المنتجات التي لم تعد هناك حاجة إليها (Makris Hansen & Khan, 2019: 118).إن نموذج سلسلة التجهيز الرقمية هو نموذج أكثر تكاملاً حيث تتدفق المعلومات في اتجاهات متعددة، مما يسهل التقارب بين العوالم المادية والرقمية. يحل هذا النموذج محل النموذج الخطي التقليدي، حيث تتدفق التعليمات من المجهزين إلى المنتج، والموزع، وأخيراً إلى المستهلك (Michael & Emine, 2019: 107). ووفقًا لتقرير حديث صادر عن شركة ماكينزي، فإن التحول الرقمي يؤدي إلى تحسن سلسلة التجهيز من حيث السرعة والمرونة والتفاصيل والدقة والكفاءة (Alicke, Rexhausen & Seyfert, 2017: 2-3). كما يسمح باتصالات أكثر سلاسة من المنبع إلى المصب بين مراحل سلسلة التجهيز (Tjahjono

et al., 2017: 1176). بالإضافة إلى ذلك، ستشهد المنظمات التي تنفذ SC4.0 زيادة في حصتها في السوق، وتوافر المنتجات، والميزة التنافسية (Swanson, 2017: 4203). وقد أبدى العلماء والممارسون في مختلف الصناعات اهتمامًا كبيرًا بـ SC4.0 نتيجة لذلك (Dossou, 2018: 453). تصب العديد من المنظمات الموارد في إنشاء SC4.0 الخاصة بها. قال ثلث المشاركين في دراسة حديثة لشركة PwC حول تقدم الصناعة ٤.٠ إن شركاتهم بدأت في رقمنة سلاسل التجهيز الخاصة بهم، وقال ٧٢٪ إنهم يتوقعون القيام بذلك في غضون خمس سنوات (Gayialis et al., 2021: 82). لقد أدى جائحة كوفيد-١٩ إلى تسريع استخدام وتبني التقنيات الرقمية (LaBerge et al., 2020: 2; Al-obaidy, 2023: 210)، ومن المتوقع أن يستمر هذا التسارع. وبالتالي، يمكن وصف سلسلة التجهيز ٤.٠ بأنها إعادة هندسة شاملة لإدارة سلسلة التجهيز التقليدية التي تستفيد من تقنيات الصناعة ٤.٠ لتعزيز عمليات السلسلة وتفاعلاتها وعملياتها، مما يؤدي في النهاية إلى مكاسب استراتيجية كبيرة لجميع الأطراف المعنية (أحمد، ٢٠١٦: ٢٨٨).

٢-٢ **تعريف نموذج النضج:** -في هذا السياق، تعني كلمة "النضج" "حالة الاكتمال أو الكمال أو الاستعداد". إن قياس ومقارنة ووصف وتحديد خارطة الطريق أو مسار العمل كلها وظائف لنموذج النضج (Proença & Borbinha, 2016: 1043). إذ تمكن هذه النماذج تشخيص العمليات غير الفعّالة وغير الناضجة للعمل على تحويلها إلى عمليات أكثر تطورًا وفعالية وتفوقًا نوعيًا، فهي تحدد أن هناك مسار تطوري يمكن وصفه بنموذج النضج (Kohlegger, Maier & Thalmann, 2009: 52). كما يمكن للشركات ومنظمات الإنتاج الاستفادة من استخدام نماذج النضج لقياس وضعها الحالي فيما يتعلق بالمستوى الذي يشير إليه النموذج. كما يمكن أن يساعد هذا في تحديد مكان البدء عند محاولة تحسين عمليات المنظمات القائمة، أو استخدامها لتقييمها (Mawlood & Faris, 2024: 71; Zhang & Wang, 2017:35-36).من الناحية المفاهيمية، نموذج النضج هو إطار لوصف مستوى التطور أو النضج في مجال الأعمال، تعد نماذج النضج أدوات مفيدة لتحديد وقياس مدى تقدم الشركة على طريق النجاح في تحقيق هدف أو مجموعة محددة من الأهداف (Santos & Martinho, 2020: 1024). نموذج النضج يصور مراحل زيادة التغيرات النوعية أو الكمية في القدرة لعنصر ناضج لتقييم تقدمه فيما يتعلق بمجالات التركيز المحددة (Abdulhameed & Al-Kubaisy, 2023: 2). وبالتالي، فإن نماذج النضج هي أدوات فعالة لتقييم قدرات العناصر في عملية النضج وتعزيز مستوى نضجها من خلال الإجراءات المناسبة، من أجل الوصول إلى مستوى أعلى من النضج أو النضج التام، ويجب على المنظمات اتباع خريطة طريق تدريجية تبدأ من البداية وتنتهي عند وجهة محددة. الغرض من نماذج النضج هو مساعدة المنظمات في تقييم حالتها الحالية، وتوجيهها خلال عملية التحول، وجمع البيانات اللازمة لتحديد المجالات التي تتطلب تركيزًا إضافيًا (Lahrmann et al., 2011: 2). عادةً، تتضمن نماذج النضج مستويات، وهي تسميات ترتيبية تشير إلى مراحل النضج، وأبعادًا تمثل قدرات معينة ضمن مجال اهتمام. وفقًا لـ (O'Donovan, P., Bruton, K., & O'Sullivan, 2016: 34)، فإن هذه النماذج مفيدة لتقييم الظروف الحالية وتصنيف القدرات من أجل إجراء المقارنة.

تحتاج المنظمات إلى تقييم جهود التحول الرقمي ومعدلات تبني الصناعة ٤.٠ إذا كانت تريد الانضمام إلى السوق أو الحفاظ على مكانتها فيه. ولهذا السبب فإن اتخاذ الخطوات اللازمة لقياس مدى وجود الصناعة ٤.٠ أمر مهم (Jawad & Al-Rabia, 2021: 4).لا شك أن المرحلة الأولية نحو التحول الرقمي المثمر هي الإلمام التام بالمستوى الحالي للرقمنة. يمكن للمنظمات استكشاف الفرص التي تقدمها التقنيات الرقمية والاستفادة منها بشكل أفضل إذا كانت لديها صورة واضحة عن نضجها الرقمي. يجب أن يشكل التقييم الدقيق لحالتها الحالية والاستراتيجية المدروسة جيدًا لتوجيه الإدارة عبر اتجاهات الرقمنة أساس التحول الرقمي (De Carolis, 2017: 488). يمكن تحقيق أهداف التحول الرقمي للمنظمة بشكل أفضل بمساعدة نماذج نضج SC 4.0، والتي تقود صناع القرار من خلال المقارنة المرجعية والتخطيط الاستراتيجي. يمكن لنماذج النضج "مساعدة الشركات على اتخاذ قرارات أسهل وأسرع فيما يتعلق بمسألة المجالات التي يجب أن تبني فيها SC 4.0، وبأي وتيرة" (Alhalboosi, Mawlood & Al-halboosi, 2021:

1668). ويتضمن نموذج نضج الذي أعده بالاستناد إلى مراجعة الأدبيات المنهجية Literature Review (LR) لواحد وعشرين بحثاً في مجال سلاسل التجهيز الرقمية توصل إلى مجموعة من الأبعاد (المحاور الرئيسة) والتي تتضمن كل واحدة منها مجموعة من الأبعاد الفرعية التي تمثل مؤشرات أداء لها وهي كما يأتي: –

٢-٢-١ **القدرات ودعم الإدارة:** يشكل هذا البعد البناء الأساس لاستراتيجية سلسلة التجهيز ٤.٠، إذ تلعب دورًا مهمًا في دعم التنفيذ الناجح للتقنيات الرقمية وهو البعد الذي يليه في تسلسل الابعاد. يتطلب هذا البناء اهتمامًا خاصًا لأنه يحتوي على سبعة أبعاد تشكل العوامل الرئيسية التي تحدد نجاح أي مبادرة لسلسلة التجهيز ٤.٠ وهي هي (البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات، الموارد البشرية والمهارات التنظيمية، التنسيق، دعم القيادة، الوعي، الرؤيا الإستراتيجية، والامتثال).

٢-٢-٢ **التقنيات الرقمية:** تُظهر النتائج التي توصلت إليها SLR أن التقنيات الرقمية المتمثلة بـ (إنترنت الأشياء، الأمن السيبراني، وسلسلة الكتل، الذكاء الاصطناعي، تقنيات الحوسبة السحابية، آلة الى آلة، تقنيات أجهزة الاستشعار، رقمنة الروبوتات، الطباعة ثلاثية الأبعاد، الواقع الافتراضي) تشكل بنية التقنيات الرقمية سيكون لها آثار على مجموعة من مجالات الأعمال، بما في ذلك تطوير منتجات وخدمات جديدة، وعمليات، وبيئة عمل، وإدارة الأفراد والتنظيمات ونماذج الأعمال.

٢-٢-٣ **متطلبات أداء العملية:** في سلسلة التجهيز الرقمية، من المتوقع أن تؤدي التقنيات الرقمية المذكورة أعلاه إلى مجموعة من التحسينات في عدد من الأبعاد مثل التشغيل البيني والتعاون والشفافية والتكامل والمرونة والاستجابة والكفاءة وقياس الأداء. وتمثل هذه الأبعاد التسعة التي تشكل متطلبات أداء العملية. ولتلبية أي من هذه المتطلبات من أي من تقنية مذكورة، يجب تطوير هذه التقنيات وتنفيذها وإدارتها بشكل صحيح، و"العمليات" هي المفتاح لتحقيق هذه المتطلبات.

٢-٢-٣ **النتائج الاستراتيجية:** تشير النتائج الإستراتيجية إلى التأثيرات الناتجة عن أداء العملية على الابعاد التالية (التركيز على الزبائن، والتركيز على الموردين، وخفض التكاليف والربحية، والتأثيرات الإستراتيجية).

٢-٣ مستويات النضج:

تأخذ نماذج النضج مستويات متعددة لقياس مستوى قدرة العملية لتحديد مسار التحسين للوصول إلى مستوى معين من النضج. بما يضمن تحقيق مستوى النضج اللازم للانتقال إلى المستوى التالي. وإن مستويات النضج هي كما يلي (Caiado et al., 2021: 8; Oleśków-Szłapka & Stachowiak, 2019, 8 ; Hellweg, F., Janhofer, D., & Hellingrath, 2023: 9)

جدول (٦) مستويات نضج سلاسل التجهيز الرقمية

غير متوافر	لم يتم تنفيذ هذه العملية، بل إنها تستند إلى الخبرة وتُولَّد دون معايير، وتُنَفَّذ بشكل غير رسمي، وبقدر ضئيل من التحكم. وإدارة العملية تفاعلية ولا تمتلك التقنيات المناسبة لبناء البنية الأساسية التي تدعم الثورة الرقمية. ولا تعالج المنظمة الصناعة ٤.٠، ولا يدعم نظام تكنولوجيا المعلومات المتاح في المؤسسة سوى مجال تطبيقها، مما يؤدي إلى إنشاء جزر بيانات على طول العملية.
أولي	تم البدء في عملية نشر رسمية وهناك معرفة حصرية أكثر حول تقدم العملية. إدارة العملية ضعيفة بسبب نقص التنظيم و/أو التقنيات التمكينية. نضج جزئي في إدارة تطوير البنية الأساسية. تبدأ المنظمة في معالجة مشاكل I4.0 داخل الأقسام وربط تطبيقات التكنولوجيا الحالية لإنشاء تدفق البيانات، ويتم دمج البيانات بالكامل في نظام مؤسسي واحد، ولكن تبادل البيانات ليس آليًا.
متوسط	يمكن تحقيق التوحيد القياسي وتنفيذ تقنيات ومتطلبات الصناعة ٤.٠ لاكتشاف إمكانات التحسين فضلاً عن إنشاء مناهج بمساعدة الكمبيوتر وإنشاء تدفقات وعمليات بيانات آلية. تم توثيق العملية وتحديدها رسميًا بفضل التخطيط وتنفيذ ممارسات وإجراءات الإدارة الجيدة، لكن التخطيط وتنفيذ العملية يسلطان الضوء على بعض الفجوات/الافتقار إلى التكامل والتشغيل البيني في التطبيقات، على الرغم من جمع البيانات المنظمة ومشاركتها.
متقدم	تعتمد العملية على التكامل والتشغيل البيني، استنادًا إلى توحيد قياسي مشترك داخل المنظمة؛ وقد تم تنفيذ ذلك بالكامل في منطقة أو عدة مناطق، مع مؤشرات ثابتة وإدارة مُحسَّنة، وتقييم الفرص، وتطبيق معايير المقارنة. يتم الوصول إلى مبادئ وتقنيات الصناعة ٤.٠ خارج حدود المنظمة ومتابعتها بنشاط من قبل جميع شركاء الأعمال؛ هناك تخطيط وتوقعات التحكم، وتتوفر منصة موجهة نحو الخدمة ومستندة إلى السحابة في جميع أنحاء سلسلة التجهيز، ويتم وضع تقنيات التشفير والمصادقة المناسبة لضمان الوصول الآمن إلى البيانات ويتم استخدام أنظمة المحاكاة للاختبار والنماذج الأولية وتحسين المصنع. يعد استخدام التنبؤ بالبيانات مطلوبًا نظرًا لوجود تشغيل متبادل عملي ويتم الترويج للإجراءات التلقائية قبل ظهور مشكلة أو عنق زجاجة.

المتطور والحديث	تعتمد العملية على التوجه الرقمي، وتعتمد على البنية التحتية التكنولوجية القوية والمنظمة ذات إمكانات النمو العالية. تسمح البيانات المتاحة بالمحاكاة في الوقت الفعلي، والتي يمكن استخدامها في التشخيص التعاوني واتخاذ القرار. يتكون هذا المستوى من الرقمنة الكاملة للعمليات الداخلية وبين المنظمات، جنبًا إلى جنب مع التعاون القوي، ودمج الذكاء الاصطناعي ومهارات التعلم الذاتي في أنظمة المعلومات، وإنشاء عمليات استباقية للتنبؤ والتخطيط للإنتاج المستقبلي، ودمج تصور البيانات والأنظمة مع الشركاء الخارجيين لتمكين القدرة على التنبؤ بسلسلة التجهيز والتصنيع الذكي.

Source: Demir, S., Gunduz, M. A., Kayikci, Y., & Paksoy, T., (2023), "Readiness and maturity of smart and sustainable supply chains: a model proposal", ***Engineering Management Journal***, *35*(2), 181-206.

المبحث الثالث: الجانب العملي للبحث

سيتم في هذا المبحث عرض محاور مستويات نضج سلاسل التجهيز الرقمية وتحليل الأوساط الحسابية والنسب المئوية والفجوة للمحاور وكذلك تأشير كيفية غلق أو تقليص الفجوة.

٣-١ متطلبات القدرات ودعم الإدارة: -يعد هذا المحور الأساس للتوجه لإستراتيجية سلسلة التجهيز الرقمية، وهي مهتمة بكيفية استدامة التغيرات الرقمية للمنظمات. إذ يلعب هذا المحور دوراً مهماً في اسناد التنفيذ الناجح للتقنيات الرقمية. ويتضمن على سبعة أبعاد فرعية هي (البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات، الموارد البشرية والمهارات التنظيمية، التنسيق، دعم القيادة، الوعي، الرؤيا الإستراتيجية، والامتثال) التي تعتبر المحددات الرئيسة لنجاح أي مبادرة لسلاسل التجهيز الرقمية. ولمعرفة مستوى النضج في هذا المحور لذا فقد صممت (٥) فقرات في قائمة الفحص الخاصة بمحور الأول انظر الجدول (١) في الملحق التي توضح مستوى نضجه بالمقارنة مع متطلبات هذا المحور .استناداً إلى الجدول (١) الموضحة في الملحق والخاصة بمستوى متطلبات محور القدرات ودعم الادارة فقد اشارت بأن الوسط الحسابي للمصفى قيد الدراسة قد حصل على (٢.٤) من أصل (٤) درجات في مستوى الجاهزية، مما يدل على أن سلسلة تجهيز المصفى في المستوى المتوسط، أي أنها أمامها الكثير للارتقاء بمستوى تقنيات الصناعة ٤.٠ في سلسلة التجهيز، وإن نسبة تطبيق هذه التقنيات وصلت إلى (٦٠ %) من أجمالي الفقرات الواجب تطبيقها وبالتالي فأن حجم الفجوة بلغ (٤٠ %) وهذا يشير إلى أن المصفى غير ملتزمة بما يكفي بتخطيط وبتنفيذ بعض أنشطة هذا المحور، تتمثل الفجوة التي على المصفى معالجتها لتحقيق الرقمنة في سلاسل تجهيزها. وتتمثل الفجوة لهذا المحور بالآتي: -

أ. دعم القيادة موجود، ولكنه غير كافٍ لمساعدة مبادرات سلسلة التجهيز ٤.٠ بشكل كامل، وهناك بعض التوجه التنظيمي.
ب. يمكن للبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات أن تدعم غالبية التقنيات.
ت. الهيكل التنظيمي ومهارات العاملين تتطور باستمرار على المستوى الكلي للمنظمة.
ث. الامتثال يتحقق بدرجة كبيرة، ولكن ليس بشكل آني.
ج. كفاءة الافراد العاملين متوسطة للتعامل مع (ICT) تقنيات المعلومات والاتصالات.

ومن خلال المعيشة الميدانية للباحث فقد تلمس الباحث ان المصفى لدية خطط للتحول الرقمية من خلال التعاقد مع بعض الشركات، ولكن هذه المشاريع متوقفة بسبب عدم التزام المنظمة المنفذة بمواصفات العقد مما أدى الى توقفه، كما ينبغي استثمار المصفى بالاستمرار في بتدريب الافراد العاملين فيها.

٣-٢ التقنيات الرقمية: - سيكون للتقنيات الرقمية الحديثة آثار على مجموعة من مجالات العمليات، بما في ذلك تطوير منتجات وخدمات جديدة، والعمليات، والأفراد، وبيئة العمل، والإدارة التنظيمية ونماذج الأعمال لعمليات السلسلة في عينة البحث، فإن هذه الرافعات التكنولوجية تسمح بمزيد من التعاون والشفافية بين أصحاب المصلحة وكذلك تسهيل التنسيق البشري / الآلي. والجدول (٢) في الملحق يبين مستوى تطبيق فقرات هذا المحور في مصفى الدورة.

استناداً إلى الجدول (٢) من قائمة الفحص الخاصة بمستوى الجاهزية لمحور التقنيات الرقمية تشير إلى أن الوسط الحسابي بلغ (0.5) من أصل (٤) درجات في مستوى تطبيق سلاسل التجهيز الرقمية، وهذا يشير إلى أن المصفى في المستوى الصفري أي عدم توافر التقنيات الرقمية الحديثة بسبب ان المصفى تم تأسيسه عام ١٩٥٥ واعتمد في بنائه على تقنيات غير رقمية، وبنسبة

تطبيق وصـــلت إلى (٢٥%) من أجمال الفقرات وبالتالي فأن حجم الفجوة تبلغ (٧٥٪) وهذا يشـــير إلى أن المصـــفى ينبغي إعادة هندسة عملياته لإدخال الرقمنة فيه، إذ تتمثل الفجوة لهذا المحور بما يلي:

أ. يتم استخدام طرائق التصنيع التقليدية في المنظمة.
ب. لا يتم استخدام الواقع الإفتراضيّ
ت. تستخدم في عدد قليل جداً من الأقسام.
ث. يتم استخدام تكنلوجيا المعلومات والاتصالات، ولكن في اقسام قليلة جداً.
ج. لا يتم استخدام المحاكاة
ح. القليل من البيانات تنتقل من آلة إلى آلة (M2M) وأغلبها يتم إدخالها يدوياً.

مما تقدم يتضح أن المصفى يعتمد على تكنلوجيا المعلومات، ولكن لا يطبق التقنيات الرقمية الحديثة بسبب إن أغلب المكائن المستخدمة فيه تعود الى تاريخ تأسيسه في عام ١٩٥٥ لذا يرى الباحث ضرورة اعادة الهندسة لعملياته لإدخال الرقمنة فيه.

٣-٣ متطلبات أداء العملية: – تؤدي التقنيات الرقمية المذكورة أعلاه إلى مجموعة من التحسينات متمثلة بعدد من الأبعاد مثل (قابلية التشغيل البيني والتعاون والشفافية والتكامل والمرونة والاستجابة والكفاءة وقياس الأداء). تشكل هذه الابعاد متطلبات أداء العملية. لذا يجب تطوير هذه التقنيات وتنفيذها وإدارتها بشكل صحيح، وتعتبر "العمليات" أساسية لتحقيق ذلك. والجدول (٤) في الملحق يبين التالي: – استناداً إلى الجدول (٣) في الملحق والخاصة بمستوى الجاهزية لمحور متطلبات أداء العملية فقد يشير الوسط الحسابي إلى أن مصفى الدورة قد حصل على (١.٩) من أصل (٣) درجات في مستوى تطبيق سلاسل التجهيز ٤.٠، وهذا يشير إلى أن المصفى عينة البحث في المستوى الاولي من مستويات النضج مما يشير إلى أن متطلبات أداء العمليات بحاجة إلى التركيز أكثر لتطبيق التقنيات الرقمية على طول عمليات سلسلة التجهيز، وبنسبة تطبيق وصلت إلى (٤٧%) من أجمال الفقرات الواجب تطبيقها وبالتالي فأن حجم الفجوة هو (٥٣٪) وهذا يشير إلى أن المصفى أمامه الكثير لتطبيق أنشطة هذا المحور، إذ تتمثل الفجوة لهذا المحور بما يلي:

أ. بعض العمليات متكاملة وشفافة ومدروسة.
ب. يمكن التحكم في بعض الآلات بواسطة تقنية المعلومات أو دمجها مع بعضها البعض.
ت. تحقيق بعض التعاون بين أعضاء سلسلة التجهيز.
ث. الاستجابة قليلة وكذلك المرونة.
ج. يتم التخلص من معظم النفايات تقريبًا.
ح. الأنظمة والآلات والافراد مرتبطون جزئيًا.
خ. غير متوافر
د. مهل زمنية مرتفعة بسبب عدم استخدام التقنيات الرقمية
ذ. عالي جداً

يتضح مما تقدم أن هناك استجابة قليلة لطلب الزبائن وذلك بسبب ارتفاع مستوى الطلب عن الطاقة الإنتاجية للمصفى، وان عدم استخدام التقنيات الرقمية أدى الى عدم ارتباط جميع أجزاء أصحاب المصلحة في السلسلة مما زاد المهل الزمنية فيها.

٣-٤ النتائج الاستراتيجية: –إن هذا المحور يأتي بالمرتبة الأخيرة ضمن متطلبات النضج لسلسلة التجهيز الرقمي، إذ يعد النتيجة الإجمالية لأبعاد القدرات والدعم الاداري، والتقنيات الرقمية، ومتطلبات أداء العمليات، ويتضمن أربعة مؤشرات وهي: التركيز على الزبائن، والتركيز على الموردين، وخفض التكاليف والربحية، والتأثيرات الإستراتيجية. الجدول (٤) يستعرض فقرات هذا المحور وكما يأتي: –

استناداً إلى الجدول (٤) في الملحق الخاصة بمستوى الجاهزية للنتائج الاستراتيجية فقد يشير الوسط الحسابي إلى أن مصفى الدورة قد حصل على (٢) من أصل (٤) درجات وهذا يشير إلى أن المصفى قيد الدراسة في المستوى المتوسط من مستويات النضج مما يشير إلى أن متطلبات النتائج الاستراتيجية بحاجة إلى التركيز أكثر لتطبيق التقنيات الرقمية للصناعة ٤.٠ على طول عمليات سلسلة التجهيز، وبنسبة مطابقة وصلت إلى (٥٠%) من أجمال الفقرات الواجب تطبيقها وبالتالي فأن حجم الفجوة هو (٥٠٪) وهذا يشير إلى أن المصفى أمامه الكثير لتطبيق أنشطة هذا المحور، إذ تتمثل الفجوة لهذا المحور بما يلي:

أ. خفض كبير في التكلفة ناتج عن استخدام تكنلوجيا المعلومات في القليل من الأقسام مثل قسم التكرير.
ب. يستفيد الزبائن والمجهزين بشكل متوسط وعادل من عمليات سلسلة التجهيز.
ت. تساهم سلسلة التجهيز في تحقيق هامش محدود للقيمة المضافة مع بعض التخفيض في التكلفة.
ث. تم اختيار خيار إستراتيجي وهو الآن في مرحلة التنفيذ.
ج. متوسط
ح. يتم استخدام جزء كبير من البيانات لدعم عملية صنع القرار قيد التحليل
خ. يتم مشاركة بعض البيانات الخاصة بالإنتاج بين المصفى والمجهزين.

نتيجة تراكم المؤشرات السابقة الذكر انعكس على مؤشر النتائج الاستراتيجية التي تشير الى بالرغم من استخدام تكنلوجيا المعلومات في أقسام قليلة غير أنه خفض الكثير من التكاليف وادى الى قيمة مضافة محدودة ويرى الباحث ان المصفى قادر على تطبيق التقنيات الرقمية في سلسلة تجهيزه في حال تم وضع خطة إستراتيجية لسد الفجوات الرقمية.

مما تقدم يتضح حجم الفجوة بين الواقع الحالي وأبعاد جاهزية سلسلة التجهيز ٤.٠ والتي يمكن تلخيص نتائج الفجوة للعمل على تقليص أو إلغائها للارتقاء بمستوى رقمنة سلاسل ٤.٠ مصفى الدورة، وكما مبين في الجدول أدناه.

جدول (٦) ملخص نتائج قوائم الفحص لمدى المطابقة أبعاد جاهزية سلسلة التجهيز الرقمية مع سلسلة تجهيز المصفى الحالية

البنود الأساسية لقياس جاهزية SC 4.0		درجة التقويم لمدى الجاهزية	
رقم البند	أسم البند	الوسط الحسابي المرجح	النسبة المئوية
١	القدرات ودعم الادارة	٢.٤	٦٠٪
٢	رافعات التكنولوجيا	٠.٥	٢٥٪
٣	اداء العمليات	١.٩	٤٧٪
٤	النتائج الاستراتيجية	٢	٥٠٪
متوسط النتائج		١.٧	٤٦٪

يتبين من النتائج في الجدول (٦) مستوى النضج الإجمالي لعينة البحث بلغ (١.٧) مما يشر إلى أن سلسلة تجهيز المصفى في المستوى الاولي في نضجه لتطبيق سلاسل التجهيز الرقمية، لذا يجب على المصفى تطبيق المقترحات الموضحة من الباحث والتي سيتم ذكرها في توصيات البحث.

رابعاً: الاستنتاجات والتوصيات:

٤-١ الاستنتاجات: في ضوء تحليل قوائم الفحص للواقع الفعلي لمستوى نضج سلاسل التجهيز الرقمية في مصفى الدورة تم التوصل إلى عدد من أهم الاستنتاجات، والتي ينبثق منهت مجموعة من التوصيات المقدمة للتحسين وغلق الفجوة وصولاً إلى سلاسل التجهيز الرقمية:

أ- أظهرت قوائم الفحص أن جاهزية سلسلة التجهيز الأجمالية لمصفى الدورة عينة البحث في المستوى الاولي وهي منخفضة الى حد ما، وإن الجانب الرئيس الذي أثر على هذا المستوى هو عدم توافر التقنيات الرقمية للصناعة ٤.٠.

ب- هناك نقاط قوة لدى مصـــفى الدورة المتمثلة بتوافر قيادة إدارية داعمة وتوافر الموارد المالية وهناك مبادرات رقمية في بعض الأقسام مثل قسم الموارد البشرية والمجهزين، وتوافر هيكل تنظيمي الالي، ولكن يعملون بنظام فرق العمل واللجان مما يكسبه مرونة تقترب من الهيكل التنظيمي العضوي.

ت- بينت قوائم الفحص أن مرونة واستجابة سلسلة التجهيز الحالية منخفضة، وذلك لاعتماد بعض أقسام المصفى على تكنلوجيا المعلومات والبعض الاخر لم يطبق هذه التكنلوجيا، كذلك الحال للمهل الزمنية فهناك فاقد من الوقت كبير عند انتقال من مرحلة الى أخرى والذي يعود الى عدم توافر التنسيق والتكامل والشفافية بين اقسام سلسلة التجهيز وهذا ما انعكس على مراقبة الخزين التي تكون بأساليب غير رقمية مما أدى الى عدم الحصول على معلومات الكميات المتوافرة بشكل آني.

ث- تمتلك وحدات التكرير (١-٢) على غرفتي ســـيطرة (Control Room) عن مزيج رائع من الدمج بين منظومة الســـيطرة الموزعة (Distributed Control System-DCS)، والسيطرة المنطقية المبرمجة (Programmed Logic Control-PLC)، غير أن هذه مقتصرة على قسم هو قسم التكرير ولا يمتلك المصفى تقنيات مثل اجهزة الاستشعار RFID، انترنيت الأشياء IOT، السحابة الالكترونية، واستخدام المحاكاة في عمليات التصنيع والتطوير، الواقع الافتراضي VR، والتصنيع الإضافي مثل الطباعة ثلاثية الابعاد وكذلك التواصل بين الآلات مثل الروبوت.

ج-اثرت نتائج الابعاد الرئيسة المتمثلة بـــ (لقدرات ودعم الإدارة، التقنيات الرقمية، أداء العمليات) على بعد النتائج الاستراتيجية في اكتساب المصفى مزايا تنافسية ومشاركة البيانات مع المجهزين، إذ كانت في مستويات متدنية فيحين استخدام بعض الأقسام لتكنلوجيا المعلومات مثل (DCS) و (PLC) مكن عينة البحث تخفيض التكاليف واستخدام البيانات في دعم صنع القرار.

٤-٢ التوصيات: -استرشاداً بما خرج من استنتاجات بخصوص نضج سلاسل التجهيز الرقمية يوصي الباحث المصفى بالآتي: -

أ- ينبغي اتباع اتجاه إستراتيجي لزيادة جاهزية سلاسل التجهيز الحالية والتحول نحو الرقمنة، إذ ينبغي أولاً تقييم شامل لكفاءة القدرات الرقمية في المصـــفى لتبني التقنيات الرقمية وايجاد نقاط الضـــعف فيها وتحديد الأهداف والاولويات والفترة الزمنية لإزالة هذه الثغرات انطلاقاً للتحول الرقمي، فبعد تحديد الفجوة الرقمية المبينة في البحث الحالي ينبغي على الإدارة وضع خطط محددة بفترات زمنية لسد هذه الثغرات.

ب- ضـرورة تحسـين البنية التحتية وجعلها مهيئة لتطبيق التقنيات الرقمية في جميع مراحل وعمليات سـلاسـل التجهيز وذلك بإضافة كيبل ضوئي لجميع الأقسام وربطة بحوسبة سحابية ليتسنى للطراف المستفيدة الاطلاع على البيانات الخاصة بها وفق تخويل خاص حول نوع وطبيع البيانات المخصصة لكل جهة، فضلاً عن انتهاج تقنية آلة إلى آلة في قسم الهدرجة والتكرير.

ت- توفير التكامل والتعاون مع الزبائن والمجهزين عن طريق التحول الرقمي لسلاسل التجهيز واستخدام الحوسبة سحابية ليتسـنى للطراف المسـتفيدة في السـلسـلة الاطلاع على البيانات الخاصـة بها وفق تخويل خاص حول نوع وطبيع البيانات المخصـصـة لكل جهة فضـلاً عن اسـتخدام الامن السـيبراني (Cybersecurity) لحماية البيانات ضـد الاختراق السيبراني.

ث- ضـــرورة تدريب المهندســين والفنيين على التقنيات الرقمية الحديثة مثل انترنيت الأشـياء، والذكاء الاصـــطناعي، وسلاسل الكتل، والحوسبة السحابية، والامن السيبراني، وذلك للتعرف على آلية تطبيق هذه التقنيات في المصفى وما هي التقنيات المناسبة في كل مرحلة أو قسم من أقسام السلسلة لزيادة سيطرة العمليات والخزين وتقليل في الوقت الحقيقي.

ج- التشجيع على استخدام المحاكاة والواقع الافتراضي في تطوير تقنية عمليات سلسلة التجهيز، والسحابة الالكترونية في رفع البيانات وخزنها عبر جميع مراحل السلسلة التجهيز ليسهل الوصول إليها، واستخدام الطباعة الثلاثية الابعاد في قسم المخازن للإنتاج الأجزاء المطلوبة من قسم الصيانة الى المكائن، واستخدام تقنية انترنيت الأشياء واجهزة

الاستشعار RFID في تتبع والسيطرة على المنتوج والعمليات الإنتاجية مثل انتقال المشتقات النفطية من الحوضيات الى الزبون.

ح- اهتمام الإدارة العليا بإدارة مقاومة التغيير عبر بناء ثقافة الابتكار ووضع سياسات تحفز ذلك وانشاء برامج تدريبية للعاملين لتحسين مهاراتهم في المجال الرقمي لتسهيل تطبيق التقنيات الرقمية الجديدة.

References

١. أبو زينة، فريد كامل والشايب، عبد الحافظ (٢٠٠٧)، مناهج البحث لعلمي: الاحصاء في البحث العلمي، الطبعة الثانية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الاردن.

٢. احمد، يوسف عبد الاله. (٢٠١٦)، تأثير الابداع الاستراتيجي في مكونات إعادة هندسة عمليات الاعمال دراسة استطلاعية لآراء مجتمع المدراء ومعاونيهم والاستشاريين في الشركة العامة للاتصالات والبريد، مجلة علوم الإدارة والاقتصاد، ٢٢ (٨٧)، ٢٧٥-٣٠٢.

٣. الفضلي، محمد عبد الامير حمدان، (٢٠٢٣)، تطبيق تقنيات نظام الصناعة ٤.٠ في تصميم سلسلة التجهيز الكفؤة باستعمال المحاكاة دراسة حالة في شرمة العامة للمنتوجات الغذائية / مصنع المأمون، اطروحة دكتوراة في الكلية التقنية الادارية/ بغداد، الجامعة التقنية الوسطى، بغداد، العراق.

4. Abdulhameed, A. A., & Al-Kubaisy, S. A. D. (2023). The Effect of Knowledge Upgrading on Business Continuity: A Field Research in Private Colleges and Universities in Baghdad. Journal of Economics and Administrative Sciences, 29(136), 1-15.

5. Alamsjah, F., & Yunus, E. N. (2022). Achieving supply chain 4.0 and the importance of agility, ambidexterity, and organizational culture: A Case of Indonesia. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 8(2), 83. Available: https://doi.org/10.3390/joitmc8020083

6. Alhalboosi, F. H. A., Mawlood, S. J., & Al-halboosi, I. A. M. (2021). Role of ERP systems in improving human resources management processes. Review of International Geographical Education Online, 11(4), 1667-1681.

7. Alicke, K., Rexhausen, D., & Seyfert, A, (2017), Supply Chain 4.0 in consumer goods, Mckinsey & Company, 1(11), 1-11.

8. Al-obaidy, O. F. H. (2023). How has COVID-19 affected the logistics of Europe, Asia and Africa, and do appropriate solutions differ between countries?. International Journal of Supply and Operations Management, 10(2), 209-222.

9. Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., de Mattos Nascimento, D. L., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. International Journal of Production Economics, 231, 107883.

10. Colli, M. (2020). Designing the transformation towards a digital supply chain: How to match the industry 4.0 agenda to contextual needs and translate it into value, Aalborg Universitet, Denmark.

11. De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017, June). Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap, International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) (pp. 487-495). IEEE.

12. Demir, S., Gunduz, M. A., Kayikci, Y., & Paksoy, T., (2023), "Readiness and maturity of smart and sustainable supply chains: a model proposal", ***Engineering Management Journal***, *35*(2), 181-206

13. Dossou, P. E. (2018). Impact of Sustainability on the supply chain 4.0 performance. Procedia Manufacturing, 17, 452-459.

14. Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A., & Kumar, V. (2020). Supply Chain 4.0: concepts, maturity and research agenda. Supply Chain Management: An International Journal, 25(2), 262-282.

15. Gayialis, S. P., Kechagias, E. P., Konstantakopoulos, G. D., Papadopoulos, G. A., & Tatsiopoulos, I. P. (2021). An approach for creating a blockchain platform for labeling and tracing wines and spirits. In Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2021, Nantes, France, September 5–9, 2021, Proceedings, Part IV (pp. 81-89). Springer International Publishing.

16. Hahn, G. J. (2020). Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. International Journal of Production Research, 58(5), 1425-1441.

17. Hamad, B. M., & Jawad, M. K. (2023). Assessment of Readiness for Industrial Organization to Digitize Production Processes. Kurdish Studies, 11(2), 1064-1075.

18. Hauge, J. B., Zafarzadeh, M., Jeong, Y., Li, Y., Khilji, W. A., Larsen, C., & Wiktorsson, M. (2021). Digital twin testbed and practical applications in production logistics with real-time location data. International Journal of Industrial Engineering and Management, 12(2), 129-140.

19. Hellweg, F., Janhofer, D., & Hellingrath, B. (2023). Towards a maturity model for digital supply chains. Logistics Research, 16(1), 1-35.

20. Jawad, A. S., & Al-Rabia'i, S. H. J. (2021). The role of product innovation on an improvement of the organization's reputation/A field study in State Organization for Marketing of Oil (SOMO). Journal of Economics and Administrative Sciences, 27(129), 1-22.
21. Kadhim, B. S., & Jawad, M. K. (2023). Suppliers selection using Fuzzy Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solution method (FTOPSIS) Acase study at Ur general company in Dhi Qar. Baghdad College of Economic Sciences University Journal (BCESUJ), 72(4), 37-48.
22. Kohlegger, M., Maier, R., & Thalmann, S. (2009). Understanding maturity models. Results of a structured content analysis (pp. 51-61). na.
23. LaBerge L., C. O'Toole, J. Schneider, K. J. M. Smaje, and Company, "How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever," vol. 5, 2020.
24. Lahrmann, G., Marx, F., Winter, R., & Wortmann, F. (2011, January). Business intelligence maturity: Development and evaluation of a theoretical model. In 2011 44th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 1-10). IEEE.
25. Makris, D., Hansen, Z. N. L., & Khan, O. (2019, April), "Adapting to supply chain 4.0: An explorative study of multinational companies", In Supply Chain Forum: An International Journal, 20, (2), 116-131.
26. Mawlood, S. J., & Faris, K. Y., (2024). Evaluating of Improvement Level in Some of Diyala Governorate Departments according to the Eighth Requirement of Standard (ISO10006: 2017). Journal of Economics and Administrative Sciences, 30(139), 70-86.
27. Michael, J. F., & Emine, E. K. (2019). Understanding Supply Chain 4.0 and its potential impact on global value chains.
28. Mohammed, A. A. (2023). The Influence of Customer Knowledge Management on Sustainable Promotion. *Journal of Economics & Administrative Sciences*, *29*(137).
29. O'Donovan, P., Bruton, K., & O'Sullivan, D. T. (2016). IAMM: A maturity model for measuring industrial analytics capabilities in large-scale manufacturing facilities.
30. Oleśków-Szłapka, J., & Stachowiak, A. (2019). The framework of logistics 4.0 maturity model. In Intelligent systems in production engineering and maintenance (pp. 771-781). Springer International Publishing.
31. Ciccullo, F., Patrucco, A., & Pero, M. (2020). Industry 4.0 and supply chain process re-engineering: A coproduction study of materials management in construction. Business Process Management Journal, 26(5), 1093-1119.
32. Proença, D., & Borbinha, J. (2016). Maturity models for information systems-a state of the art. Procedia Computer Science, 100, 1042-1049.
33. Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model proposal. Journal of Manufacturing Technology Management, 31(5), 1023-1043.
34. Swanson, D. (2017). The impact of digitization on product offerings: Using direct digital manufacturing in the supply chain.
35. Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to supply chain?, Procedia manufacturing, 13, 1175-1182.
36. Ahmed, Y. A. (2017). THE IMPACT OF THE APPLICATION OF REVERSE ENGINEERING STAGES IN PROMOTING THE PRODUCT TECHNOLOGY STRATEGY: AN EXPLORATORY STUDY IN THE GENERAL COMPANY FOR ELECTRICAL INDUSTRIES. *Journal of Techniques*, *30*(4).
37. Zhang, J., Li, H., & Wang, S. H. M. (2017). Analysis and potential application of the maturity of growth management in the developing construction industry of a province of china: A case study. Sustainability, 9(1), 143.