Alexandria Journal of Managerial Research & Information Systems

مجلة اسكندرية للبحوث الادارية ونظم المعلومات

Print ISSN : 2974-4318 online ISSN:2974-4326

التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل من أجل ترشيد تكاليف سلسلة التوريد ـ دراسة تجريبية ـ

Additive Manufacturing Through Blockchain to Rationalize Supply Chain Costs - An Experimental Study-

بحث مقدم من

د/ لوسى يسرى محمود محمد

2024

التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل من أجل ترشيد تكاليف سلسلة التوريد

– دراسة تجريبية –

ملخص البحث:

مشكلة البحث: تتمثل مشكلة البحث فى السؤال البحثى التالى، هل يمكن للتصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل ترشيد تكاليف سلسلة التوريد ؟

هدف البحث: يهدف البحث إلى دراسة أثر التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد .

أهمية البحث: يستمد البحث أهميته من حداثة موضوع البحث حيث يتناول كيفيه ترشيد تكاليف سلسلة التوريد للشركات الصناعية بجمهورية مصر العربية عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل.

منهجية البحث: إجراء دراسة تجريبية An Experimental Study لإختبار الفرض البحثي ، أى إختبار أثر التصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل مقارنة بالتصنيع التقليدى على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد. وذلك من خلال اثنين من الحالات التجريبية إحداهما فى ظل التصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل ، والآخرى فى ظل التصنيع التقليدى. حيث إستخدمتهما الباحثة لأخذ أراء عينة من المحاسبين ، والمديرين الماليين والتشغيلين ، ومديرين الشركات الصناعية المصرية.

حدود البحث: التطبيق العملى للبحث على بعض الشركات الصناعية التى تقوم بالتصنيع المضاف والتصنيع التقليدى بجمهورية مصر العربية بصرف النظر عن الخصائص التشغيلية للشركات ومجالها الصناعى. كذلك يقتصر البحث على دراسة أثر التصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد ، بخلاف النتائج الأخرى لهذا التكامل على سبيل المثال تحقيق تنمية مستدامة.

نتائج البحث: توصلت الباحثة من قراءة وتحليل الدراسات السابقة ونتائج الدراسة التجريبية إلى أنه يمكن للتصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل ترشيد تكاليف سلسلة التوريد للشركات الصناعية بجمهورية مصر العربية بشكل أكبر من التصنيع التقليدى .

الكلمات المفتاحية : التصنيع المضاف ، سلسلة الكتل ، الطباعة ثلاثية الأبعاد ، ترشيد تكاليف سلسلة التوريد

Additive Manufacturing Through Blockchain to Rationalize Supply Chain Costs - An Experimental Study-

Abstract:

Research Problem: The research problem could be stated in the following question: Can additive manufacturing through blockchain rationalize supply chain costs?

Research Objective: The research aims to study the impact of additive manufacturing through blockchain on rationalize supply chain costs.

Research Importance: The research derives its importance from the novelty of the research topic, as it deals with how to rationalize supply chain costs for industrial companies in the Arab Republic of Egypt through additive manufacturing through the blockchain.

Research Methodology: Conduct an experimental study to test the research hypothesis, thus to test the impact of additive manufacturing through blockchain compared to traditional manufacturing on rationalize supply chain costs. This was done through two experimental cases, one under the additive manufacturing through blockchain, and the other under the traditional manufacturing. The researcher used them to obtain the opinions of a sample of accountants, financial and operational managers, and managers of egyptian industrial companies.

Research limits: The practical application of the research on some industrial companies that applied additive manufacturing and traditional manufacturing regardless of the operational characteristics of the companies and their industrial field. The research is also limited to studying the impact of additive manufacturing through blockchain on rationalize supply chain costs, unlike other results of this integration, for example, achieving sustainable development.

Research Results: The researcher concluded by reading and analyzing previous studies and the results of the experimental study that additive manufacturing through blockchain can rationalize supply chain costs for industrial companies in the Arab Republic of Egypt to a greater extent than traditional manufacturing.

Key words: Additive Manufacturing, Blockchain, 3D Printing, Rationalize Supply Chain Costs.

الإطار العام للبحث

1/ مقدمة البحث:

لقد حظيت سلسلة الكتل Blockchain ، دفتر الأستاذ الموزع بكتل تم التحقق من صحتها نظمت فى شكل سلسلة مرتبة زمنياً ومتزايدة بإستخدام روابط التشفير لتكون مقاومة للعبث من أجل إنشاء سجلات نهائية غير قابلة للتغيير[1]، بإهتمام كبير مؤخراً (Feng, He, Zeadally, Khan, & Kumar, 2018; ISO/TC 307, 2018). فإن سلسلة الكتل عبارة عن شبكة غير مركزية من الكتل المشفرة تشكل شبكة نظير إلى نظير (P2P)[2]. ففى سلسلة الكتل، كل عُقدة[3]/جهاز مشارك فى الشبكة له دفتر الأستاذ الموزع الخاص به لتخزين تاريخ المعاملات (Aggarwal, et al., 2019). بخلاف قواعد البيانات التقليدية التى يتم التحكم فيها مركزياً بواسطة الوسطاء (Min, 2018). فهى دفاتر رقمية موزعة للمعاملات الموقعة المشفرة والتى تم تجميعها فى كتل. حيث ترتبط كل كتلة بالكتلة السابقة بعد الخضوع لقرار إجماع الآراء حول صحة بيانات المعاملات من أجل مزامنة التغييرات فى البيانات ، مما يجعل من الممكن إنشاء منصة رقمية واقية من العبث لتخزين البيانات ومشاركتها دون الحاجة إلى وسيط/طرف ثالث موثوق به (Schmidt & Wagner, 2019; Ferrag, et al., 2018; Kolodziej, Fernandez, & Alejandro, 2018). بالإضافة إلى إتاحة جميع سجلات المعاملات المخزنة لكل شركاء سلسلة القيمة (Guoqing, et al., 2019).

فيمكن لسلسلة الكتل تحسين الشفافية على إمتداد سلسلة التوريد ، حيث إنها تعزز مشاركة المعلومات بين شركاء الأعمال. فإن تبادل البيانات يعمل على تسهيل تدفق البضائع والخدمات ، والأموال ، والمعلومات بشكل أكثر كفاءة خلال سلسلة التوريد. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن للشركة تحقيق مزايا تنافسية دون الحاجة لبناء علاقات طويلة الأجل. حيث إن سلسلة الكتل تسهل بشكل مباشر المرونة والشفافية التعاقدية بتكلفة أقل مقارنة بالدخول فى شراكات سلسلة التوريد التقليدية طويلة الأجل (Schmidt & Wagner, 2019). حيث غالباً ما كانت العلاقات طويلة الأجل مطلوبة لبناء الثقة

---

[1] - **عدم القابلية للتغيير Immutability** : خاصية لسلسلة الكتل وأنظمة دفتر الأستاذ الموزعة حيث يمكن إضافة سجلات دفتر الأستاذ فقط ، ولكن لا تتم إزالتها أو تعديلها ، فهى مصممة بحيث لا تتغير بمرور الوقت (ISO/TC 307, 2018) .

[2] - **نظير إلى نظير Peer-To-Peer (P2P)**: شبكة من الأقران peer المتساوية التى تشارك المعلومات والموارد مع بعضها البعض مباشرة دون الإعتماد على كيان مركزي (ISO/TC 307, 2018).

[3] - **عُقدة Node**: جهاز مشارك فى شبكة نظير إلى نظير (P2P).

داخل سلاسل التوريد (Wang, Singgih, Wang, & Rit, 2019). ولكن من خلال سلسلة الكتل يمكن تنسيق سير عمل العملية الصناعية التى تشتمل على مهام تنفذها خدمات متعددة من شركاء سلسلة التوريد من خلال عقود ذكية[4] (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2018). فمن خلال العقود الذكية ، يمكن التقليل من الحاجة إلى وسطاء موثوق بهم بين الشركاء (Guoqing, et al., 2019). حيث من خلال العقود الذكية يمكن تنفيذ الشروط والأحكام بشكل أكثر كفاءة من خلال نظام يثق به جميع الموقعين على العقد. فهذه التقنية تعد بثورة فى الطريقة التى تراقب بها الشركات شفافية المعاملات عبر سلسلة التوريد الخاصة بها. فتتيح سلسلة الكتل تسجيل المعاملات عبر سلاسل التوريد بطريقة لا رجعة فيها وتمنح شركاء سلسلة التوريد حق الوصول إلى تاريخ تلك المعاملات. كما تسمح للعملاء بتتبع مصدر منتجاتهم وتتبع التعديلات اللاحقة ، وبالتالي زيادة ثقة العملاء بالمنتجات (Montecchi, Plangger, & Etter, 2019). كذلك تلبية رغباتهم بشكل أفضل وبتكلفة أقل (Wang, Singgih, Wang, & Rit, 2019).

ويعد التصنيع المضاف Additive Manufacturing (AM) بمثابة تقدم كبير في رقمنة عمليات التصنيع والإنتاج. حيث يستخدم التصنيع المضاف تصميماً رقمياً ثلاثي الأبعاد وبرامج وأجهزة لترسيب المواد ذات الطبقات بدقة لتصنيع المنتجات عند الطلب. فمن مزايا التصنيع المضاف كفاءة التكلفة ، والمرونة ، والتخصيص الدقيق للمنتجات . كذلك شركات التصنيع المضاف(AM) تكون بالقرب من العميل مما يساعد على تقليل الوقت اللازم للتسليم. ونتيجة لذلك قد أصبحت سلسلة التوريد كشبكة ذات قيمة مضافة تضم جميع أصحاب المصالح متفرقة جغرافياً. وأصبح هناك حاجة إلى وسيلة آمنة وأقل تكلفة لتبادل البيانات ، والمنتجات ، والمعاملات المالية فيما بينهم (Alkaabi, Salah, Jayaraman, Arshad, & Omar, 2020). لذا ، فيمكن عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل تخفيض تكاليف سلسلة التوريد .

2/ مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث فى السؤال البحثى التالى، هل يمكن للتصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل ترشيد تكاليف سلسلة التوريد ؟

---

[4] – **العقد الذكي Smart Contract** : بروتوكولات المعاملات المحوسبة التى تنفذ شروط العقد (Min, 2018). حيث يمكن برمجة سلاسل الكتل تلقائياً لتحريك الإجراءات بين العُقد (مثل المدفوعات أو الأحداث الأخرى) بمجرد إستيفاء شروط معينة (Wang, Singgih, Wang, & Rit, 2019).

3/ هدف البحث :

يهدف البحث إلى دراسة أثر التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد .

4/ أهمية البحث:

1/4 الأهمية العلمية

يستمد البحث أهميته العلمية من حداثة موضوع البحث وإختبار متغيرات جديدة. حيث يتناول البحث كيفيه ترشيد تكاليف سلسلة التوريد للشركات الصناعية بجمهورية مصر العربية عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل.

2/4 الأهمية العملية

ترجع أهمية البحث العملية من خلال تعريف الشركات بتقنيات الثورة الصناعية الرابعة التى يمكنهم من خلالها تحقيق مزايا تنافسية . حيث يمكن عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل تخفيض تكاليف سلسلة التوريد ، وتنسيق العمل بطريقة أفضل ، وتحقيق المرونة والشفافية . وبالتالى، تلبية رغبات العملاء من خلال توفير منتجات بتكلفة أقل وفق مواصفات العملاء فى الوقت المناسب بجودة أفضل .

5/ منهجية البحث:

إجراء دراسة تجريبية An Experimental Study لإختبار الفرض البحثي ، أى إختبار أثر التصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل مقارنة بالتصنيع التقليدى على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد. وذلك من خلال اثنين من الحالات التجريبية إحداهما فى ظل التصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل، والآخرى فى ظل التصنيع التقليدى. حيث إستخدمتهما الباحثة لأخذ أراء عينة من المحاسبين، والمديرين الماليين والتشغيلين ، ومديرين الشركات الصناعية المصرية.

6/ حدود البحث:

التطبيق العملى للبحث على بعض الشركات الصناعية التى تقوم بالتصنيع المضاف والتصنيع التقليدى بجمهورية مصر العربية بصرف النظر عن الخصائص التشغيلية للشركات ومجالها الصناعى.

كذلك يقتصر البحث على دراسة أثر التصنيع المضاف من خلال سلسة الكتل على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد ، بخلاف النتائج الأخرى لهذا التكامل على سبيل المثال تحقيق تنمية مستدامة.

7/ الدراسات السابقة وإشتقاق الفرض البحثي:

1/7 الدراسات السابقة المتعلقة بسلسة الكتل:

سلسلة الكتل عبارة عن قاعدة بيانات موزعة للسجلات أو دفتر الأستاذ العام لجميع المعاملات أو الأحداث الرقمية التى تم تنفيذها ومشاركتها بين أطراف الشبكة (Stanciu, 2017). فإنها عبارة عن سلسلة من الكتل تحتوي على قائمة كاملة بسجلات المعاملات مثل دفتر الأستاذ العام التقليدي (Zheng, Xie, Dai, Chen, & Wang, 2018). فهي دفتر أستاذ موزع يسجل ويؤمن بيانات المعاملات ، والسلع ، والخدمات المالية فى شبكة نظير إلى نظير يستطيع كل ممثل فيها الوصول إلى قاعدة البيانات بأكملها (Montecchi, Plangger, & Etter, 2019). وتتمثل أحد المكونات الرئيسية لسلسلة الكتل فى إستخدام طرق التشفير لتسجيل ومزامنة البيانات عبر جميع العُقد(أجهزة الكمبيوتر) المشاركة فى الشبكة بطريقة غير قابلة للتغيير (Bhowmik & Frederik , 2019). حيث تتميز سلسلة الكتل بقدرتها على التحقق من صحة البيانات ، وتسجيل المعاملات وتوزيعها فى دفاتر الأستاذ المشفرة غير القابلة للتغيير (Wang, Singgih, Wang, & Rit, 2019).

وتتضمن تعريفات سلسلة الكتل التى قدمتها معظم الأبحاث الحالية ، دفتر الأستاذ العام لتسجيل المعاملات التى تحتفظ بها العديد من العُقد دون سلطة مركزية من خلال بروتوكول التشفير الموزع ؛ قاعدة بيانات لا مركزية لها القدرة على العمل فى بيئة لا مركزية دون الإعتماد على الوسطاء الموثوق بهم ؛ سجل لامركزي ، متكرر ، غير قابل للتغيير والعبث ، مما يسمح لأي شخص بقراءة البيانات والتحقق من صحتها ؛ نوع من دفتر الأستاذ الموزع (هيكل بيانات) يحتوي على معلومات حول المعاملات أو الأحداث ، والتى يتم نسخها ومشاركتها بين المشاركين فى الشبكة. فمعظمها تشمل مصطلحات الثبات/عدم القابلية للتغيير ، القابلية للمراجعة ، الشفافية ، دفتر الأستاذ الموزع بدون وسيط موثوق به (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2018).

ففى عام 2008 ، قدم ساتوشي ناكاموتو Satoshi Nakamoto مفهوم سلسلة الكتل . وكانت تهدف فى الأصل إلى الختم الزمنى timestamp للمستندات الرقمية (Singh, Payal, & Bharti, 2019). ومن خلال سلسلة الكتل يتم حماية كتل البيانات من التغييرات اللاحقة عن طريق أساليب التشفير، بحيث يتم بمرور الوقت إنشاء سلسلة من كتل البيانات المترابطة (Mohsin, et al.,

(2018. فإن كل كتلة تحتوي على روابط تشفير الكتلة السابقة لإنشاء سلسلة مستمرة من كتل البيانات المترابطة مع مرور الوقت (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2018). وبالتالي، ترتبط الكتل بشكل آمن مع بعضها البعض (Pereira, Tavalaei, & Ozalp, 2019; Liu, Zhang, & Yang, 2018) حيث تعتمد سلسلة الكتل على عملية التعدين للحفاظ على سلامة البيانات. ونتيجة لذلك، لا يمكن إضافة كتلة جديدة من البيانات إلى السلسلة إلا عندما يحصل المعدن miner على روابط التشفير التى تربط الكتلة الأخيرة بالكتلة الجديدة (Zhang, et al., 2019; Liu, Zhang, & Yang, 2018). وبعد ذلك يتم إنشاء الكتلة وبثها إلى جميع العُقد فى الشبكة. وتقوم العُقد بإضافة الكتلة إلى سلسلة الكتل الخاصة بها إذا تم التحقق[5] من الكتلة وكانت الكتلة تشير إلى الكتلة السابقة بشكل صحيح (Banerjee, Lee, & Choo, 2017).

حيث يتطلب إدراج سجل[6] جديد فى سلسلة الكتل المرور بما يسمى بآلية الإجماع[7] (ISO/TC 307, 2018). فمن خلال آلية الإجماع يتم التوصل إلى إتفاق بين جميع المشاركين فى شبكة سلسلة الكتل حول صحة البيانات فى سلسلة الكتل (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2018). حيث يتبع المصادقون آلية تسمح بالوصول إلى توافق آراء حول المعاملات الصحيحة والمؤهلة لإضافتها إلى كتل المعاملات (Pereira, Tavalaei, & Ozalp, 2019). لذا ، يتم التحقق من كل معاملة فى دفتر الأستاذ العام بإجماع أغلبية المشاركين فى النظام. وبمجرد إدخالها ، لا يمكن حذف المعلومات مطلقاً (Stanciu, 2017). وإن أفضل آلية إجماع معروفة هى إثبات العمل Proof-of-work[8]

---

[5] - **التحقق من الصحة Validated** : حالة معاملة أو كتلة داخل نظام دفتر الأستاذ الموزع عند التحقق من شروط السلامة المطلوبة والوفاء بها (ISO/TC 307, 2018).

[6] - **سجل دفتر الأستاذ ledger record** : سجلات فى دفتر الأستاذ تحتوى على معلومات حول معاملة واحدة أو أكثر (ISO/TC 307, 2018).

[7] – **آلية الإجماع Consensus Mechanism** : وسيلة خاصة بشبكات نظير إلى نظير P2P الموزعة لإقامة إتفاق بين مجموعة من العُقد/الأجهزة ، بدلاً من الإعتماد على قرار المدير المركزي (Lei, et al., 2019). فيوصف الإجماع بأنه إتفاق بين مجموعة من العُقد حول صدق بياناتهم (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2018).

[8] - **إثبات العمل Proof-of-work (PoW)**: هي آلية الإجماع الأصلية المستخدمة للتحقق من المعاملات وإنتاج كتل جديدة فى سلسلة الكتل (Aggarwal, et al., 2019). فيتضمن إثبات العمل حل لغز رياضي عشوائي ، وهو أمر معقد للحل ولكن من السهل التحقق منه بواسطة العُقد الأخرى لشبكة نظير إلى نظير. فيتنافس المصادقون فى سلسلة الكتل(ويسموا أيضاً المشغلين operators أو المعدنينminers) مع بعضهم البعض لحل هذا اللغز الذي يولد عدداً ، يُطلق عليه تجزئة a hash ، لتشفير وختم كتل المعاملات الأخيرة. وعند التحقق من قيمة التجزئة / روابط التشفير بواسطة العُقد الأخرى، يتم إرفاق الكتلة الجديدة بسلسلة الكتل (Pereira, Tavalaei, & Ozalp, 2019).

(Aggarwal, et al., 2019)، حيث يتعين على الكمبيوتر تنفيذ خوارزمية رياضية معقدة وبعد تنفيذها يمكن إنشاء كتلة[9] بيانات جديدة على سلسلة الكتل ، والتى يجب فحصها بواسطة أجهزة الكمبيوتر الأخرى فى شبكة نظير إلى نظير قبل إدراجها فى سلسلة الكتل (Banerjee, Lee, & Choo, 2017).

لذا، تعتبر سلسلة الكتل بمثابة بنية موزعة تلحق بها فقط البيانات ذات الختم الزمنى (Min, 2018). فتتيح سلاسل الكتل إمتلاك شبكة موزعة نظير إلى نظير حيث يمكن للأعضاء التفاعل مع بعضهم البعض دون وسيط موثوق به، بطريقة يمكن التحقق منها (Stanciu, 2017). فسلاسل الكتل لا مركزية ولا تتطلب سلطة أو ثقة أحد الأعضاء فى المجموعة أو الشبكة . فلا يحتاج النظام إلى الثقة لأن كل عُقدة أو عضو لديه نسخة كاملة من جميع المعلومات التاريخية المتاحة ومن خلال تحقيق إجماع الأغلبية فقط سيتم إضافة المزيد من البيانات إلى سلسلة المعلومات السابقة (Taylor, Dargahi, Dehghantanha, Parizi, & Choo, 2020). فبإستخدام تقنية سلسلة الكتل، يمكن أن تتم المعاملة بطريقة لا مركزية. ونتيجة لذلك ، يمكن لسلسلة الكتل توفير التكلفة وتحسين الكفاءة بشكل كبير (Zheng, Xie, Dai, Chen, & Wang, 2018).

كذلك فإن العقود الذكية Smart Contracts تسمح بإقامة علاقات ذات ثقة بين كيانين أو أكثر دون الإعتماد على طرف ثالث موثوق به (Mohsin, et al., 2018). فالعقد الذكي ، هو بروتوكول كمبيوتر يهدف إلى تسهيل أو التحقق من أو إنفاذ الإلتزامات التعاقدية من خلال تضمين البنود التعاقدية فى نظام الكمبيوتر ثم تنفيذ العقد آلياً (Min, 2018). فالعقود الذكية هى نصوص/ سيناريوهات Scripts مخزنة فى سلسلة الكتل (Stanciu, 2017). فهي عقود ذاتية التنفيذ تتيح المعاملات الآلية، حيث تؤدي المعاملات تلقائياً فى ظل شروط معينة. فيضمن التشغيل التلقائي للعقد أنه فى ظل ظروف معينة ، ستكون مخرجات معاملة معينة هى نفسها ولا رجعة فيها (Pereira, Tavalaei, & Ozalp, 2019). حيث يتم فرض العقد تلقائياً عندما تصل سلسلة الكتل إلى حالة محددة مسبقاً (Schmidt & Wagner, 2019). وبالتالي، فإن العقود الذكية لا تحدد القواعد والعقوبات حول إتفاق تعاقدي بنفس الطريقة التى يبرم بها العقد التقليدي ، ولكنها أيضاً تنفذ تلك الإلتزامات تلقائياً. فالعقود الذكية هى إتفاقيات تحقق وتنفيذ ذاتي يمكنها التشغيل الآلى لدورة حياة العقد لتحسين الإمتثال، وتخفيف

---

[9]– **الكتلة Block:** بنية البيانات التى تتضمن المعاملات Transactions، والسجلات Records. حيث تتضمن رأس الكتلة block header رابط التشفير للكتلة الحالية والسابقة. ويشار إلى المعاملات والسجلات بأنها تشكل جسم الكتلة the body of the block لتمييزها عن رأس الكتلة (ISO/TC 307, 2018).

المخاطر، وزيادة الكفاءة فى الشركات. فعلى وجه الخصوص، يمكن للعقود الذكية أن تساعد فى إستبدال الأموال أو البضائع أو أي شيء ذي قيمة بطريقة شفافة وبدون نزاعات مع تجنب خدمات الوسيط . ونتيجة لذلك ، سيتم تقليل وقت المعاملة وتكاليفها ، حيث يمكن تنفيذ العقود الذكية ذاتياً (Min, 2018).

لذا، تحقق سلسلة الكتل أمن المعلومات عن طريق إبرام عقود ذكية بين مختلف الكيانات ، بما فى ذلك الموردين أو العملاء ضمن سلسلة القيمة الصناعية (Sitton-Candanedo, Alonso, Corchado, Rodriguez-Gonzalez, & Casado-Vara, 2019). كذلك تخفيض تكلفة العقود القانونية بين الشركاء التجاريين مما يخفض من تكلفة المعاملات. وأيضاً تخفيض أو التخلص من تجار التجزئة ، التجار/الوكلاء ، السماسرة، وغيرهم من الوسطاء فى المعاملات بين المصنعين والعملاء (Tonnissen & Teuteberg, 2020). فيمكن لسلسلة الكتل تبسيط سلاسل التوريد عن طريق تقليل الحاجة إلى وسطاء متعددين ، وبالتالي التخلص من بعض تكاليف المعاملات (Montecchi, Plangger, & Etter, 2019).

2/7 الدراسات السابقة المتعلقة بالتصنيع المضاف:

إن التصنيع المضاف Additive Manufacturing (AM)، المعروف أيضاً بأسم الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing ، بخلاف عمليات التصنيع الطرحي التقليدية Subtractive Manufacturing (مثل الحفر أو الخراطة أو الطحن)، يبني منتجات مادية ثلاثية الأبعاد حسب الطلب عن طريق إضافة طبقات متتالية من المواد . فإن النموذج الذى يتم إنشاؤه فى مرحلة التصميم بإستخدام برنامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر ثلاثي الأبعاد Computer Aided Design (CAD)، يمكن تصنيعه مباشرة دون الحاجة إلى مراحل إنتاجية متعددة ومن خلال منشأت إنتاج تقع بالقرب من العميل (Kurpjuweit, Schmidt, Klockner, & Wagner, 2021). حيث يقدر إجمالي حجم سوق التصنيع المضاف بـ 15.8 مليار دولار أمريكي لعام 2020 ومعدل نمو متوقع يزيد عن 100% حتى عام 2024 (Klockner, Kurpjuweit, Velu, & Wagner, 2020).

فإن الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكنها توفير مجموعة كبيرة ومتنوعة من المنتجات بدقة أكبر مع تقليل هدر المواد ، والذي يمكن أن يصل إلى 90% فى التصنيع التقليدي. بالإضافة إلى ذلك، تستهلك الطباعة ثلاثية الأبعاد طاقة أقل ويمكن أن تنتج أجزاء أقوى وأخف وزناً، مما يؤدي إلى تقليل إجمالى التكاليف. كذلك نظراً للطبيعة اللامركزية لشبكة AM، يمكن تقليل تكاليف النقل والشحن عن سلسلة

التوريد التقليدية إلى حد كبير . وسيؤدى تنفيذ شبكة لا مركزية موزعة إلى تحويل الطلب من الدفع إلى السوق إلى السحب حسب طلب العملاء. لذا، فإن الشركات الصناعية ستتبع التصنيع حسب الطلب بدلاً من التصنيع للمخزون، وسيتم تخفيض جميع التكاليف المتعلقة بالمخزون بشكل كبير. بالإضافة إلى أن تخصيص المنتجات Customization of products سيكون مرناً وقابلاً للتنفيذ مقارنة بطرق الإنتاج وسلسلة التوريد التقليدية. مما سيؤدي إلى زيادة رضا العملاء (Alkaabi, Salah, Jayaraman, Arshad, & Omar, 2020; Rouf, et al., 2022).

فإن الطباعة ثلاثية الأبعاد، على عكس عمليات التصنيع الأخرى، كونها تصنيع مضاف. حيث يتم إنشاء نماذج أولية ثلاثية الأبعاد من الملفات الرقمية بإضافة المواد طبقة بعد طبقة حتى يتم تشكيل الشكل الهندسي المطلوب. فمن خلال برنامج التصميم بواسطة الكمبيوتر Computer-Aided Design (CAD) يمكن للتصنيع المضاف(AM) تصنيع أشكال معقدة يصعب تصنيعها بإستخدام طرق التصنيع التقليدية. كذلك يتميز التصنيع المضاف بتقليل هدر المواد، وسهولة التصنيع، وإنخفاض المشاركة البشرية، والمعالجة اللاحقة الأقل ، وكفاءة الطاقة ، والتكلفة الأقل كذلك عند تصنيع الأجزاء المعقدة مما يحفز الشركات الصناعية لإستخدامه (Jandyal, Chaturvedi, Wazir, & Raina, 2022; Naghshineh, Fragoso, & Carvalho, 2023). لذا، يمكن للتصنيع المضاف تقليل التكاليف مقارنة بالتصنيع التقليدي، وذلك بسبب قدرته على تصنيع المنتجات حسب الطلب، وإنتاج منتج كامل فى خطوة تصنيع واحدة والتخلص من تجميع مكونات متعددة ، وتقليل الإرتباط فى سلسلة التوريد عن طريق جلب الشركات المصنعة بالقرب من المستهلكين(Jarrar, Bernard, & Belkadi, 2022) . وبالتالى، تخفيض تكاليف النقل ، والتعبئة ، والمخزون. كذلك التخلص من المنتجات الوسيطة، والإستهلاك الأقل للمواد الخام، ومشاركة العميل فى تصميم منتجه، والتخلص من الوسطاء مقارنة بسلاسل التوريد التقليدية (Kunovjanek, Knofius, & Reiner, 2022; Elhazmiri, Naveed, Anwar, & Ul Haq, 2022).

وقد أكدت دراسة(Bjelke, 2022) ، ودراسة (Cardeal, Sequeira, Mendonca, Leite, Ribeiro, 2021 &) أن هناك إنخفاضاً كبيراً بنسبة 85% في مستويات مخزون التصنيع المضاف(AM). ويعود سبب الإنخفاض إلى قرب تصنيع المنتجات من أماكن إستهلاكها. بالإضافة إلى ذلك، فإن إجمالي وقت التصنيع أقصر من طرق التصنيع التقليدية. حيث قد أدت التصميمات المرنة ؛ والتكاليف المنخفضة من خلال التخلص من الحاجة إلى الأدوات باهظة الثمن وتقليل هدر المواد وتقليل النقل ومستويات المخزون؛ وفترات التسليم الأسرع ؛ وتصنيع المنتجات خفيفة الوزن ؛ وجودة المنتجات؛ وتخصيص المنتجات إلى انتشار تبنى التصنيع المضاف فى العديد من القطاعات

بما فى ذلك صناعة الطيران ، والإلكترونيات ، والرعاية الصحية، والسيارات ، والمواد الغذائية ، والبناء . (Fidan, et al., 2023)

لذا ، فقد أثر التصنيع الإضافى(AM) على سلسلة التوريد . حيث يمكن تركيب الطابعات ثلاثية الأبعاد في الشركة المصنعة وكذلك لدى بائع التجزئة في سلسلة التوريد، مما يسمح بالإستجابة للطلب بشكل أكبر وتخصيص المنتجات من قبل العميل. فإن التصنيع المضاف لا يؤثر فقط على مشاركة العميل فى مرحلة التصميم ولكنه يوفر منشأت لا مركزية تقع بالقرب من المستهلكين. ولذلك ظهرت الحاجة لإستخدام تطبيقات تكنولوجيا المعلومات للثورة الصناعية الرابعة من أجل إتاحة مراقبة العمليات، وشفافية المعلومات ، ودعم القرار مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة الإقتصادية. فمن خلال الإدارة الفعالة لسلسلة التوريد يمكن إدارة العلاقات مع الموردين والعملاء لإنتاج قيمة تنافسية بتكلفة أقل لسلسلة التوريد (Patalas-Maliszewska, Kowalczewska, & Rehm, 2023; Calignano & Mercurio, 2023) .

3/7 الدراسات السابقة المتعلقة بترشيد تكاليف سلسلة التوريد بواسطة التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل:

إن سلسلة الكتل توفر الأمان، والشفافية ، وإمكانية التتبع لسلسلة التوريد بإستخدام خوارزميات التشفير (Aggarwal, et al., 2019; Choi, 2019). وذلك من خلال مزاياها التى تتمثل فى اللامركزية ، وعدم القابلة للتغيير ، والإجماع ، والديمقراطية (Guoqing, et al., 2019). فإن إعتماد سلسلة الكتل على توقيعات مشفرة يجعل من الصعب على أي شخص العبث بالبيانات، كذلك تسهيل التعاملات عبر سلسلة التوريد (Min, 2018). فيمكن القول بأن تطبيق سلسلة الكتل يمثل تخزين ونقل آمن للوثائق الموقعة رقمياً مما يجعل سلسلة القيمة مرئية (Kshetri, 2018). حيث يمكن من خلال سلسلة الكتل تتبع البيانات المهمة حول كل شحنة فى سلسلة التوريد وتقديم سجلاً ثابتاً/غير قابل للتغيير بين جميع الأطراف المشاركة فى سلسلة التوريد (Schmidt & Wagner, 2019). وبالإضافة إلى توفير الأمان ، يمكن لسلسلة الكتل تحقيق العديد من المزايا الإدارية للممارسات التجارية اليومية، بما في ذلك: (1) إنخفاض تكاليف المعاملات الناتجة عن منصات سلسلة الكتل والتى لا تتطلب مشاركة من طرف ثالث، و(2) تحسين الرؤية عبر سلسلة التوريد ، نتيجة لزيادة الشفافية المكتسبة من خلال دفتر الأستاذ المفتوح الذى يمكن لأي شخص رؤيته ، و(3) تحسين الإتصال بين الشركاء

التجاريين من خلال تكامل العالمين الرقمي والمادي ، والذي يتضمن رؤية مشتركة للمعاملات وتدفقات المعلومات عبر سلسلة التوريد (Min, 2018).

فيمكن أن تسهل سلسلة الكتل التفاعلات السريعة والقابلة للمراجعة وتبادل البيانات غير القابلة للتغيير بين شركاء سلسلة التوريد. حيث يستطيع الموردين فى السلسلة تتبع الشحنات، والتسليمات. وبتلك الطريقة ، تحقق سلسلة الكتل الثقة بين شركاء سلسلة التوريد. كذلك مع إستبعاد الوسطاء يمكن زيادة الكفاءة وتخفيض التكاليف. حيث يمتلك كل مستخدم نسخته المصدقة من دفتر الأستاذ الموزع والتى تمكن المستخدم من رؤية المعاملات على دفتر الأستاذ بشكل وقتى. كذلك توفر سلسلة الكتل طريقة دقيقة لقياس جودة المنتج أثناء النقل. فمن خلال تحليل بيانات مسار النقل والمدة ، يمكن لأصحاب المصلحة فى سلسلة التوريد معرفة ما إذا كان المنتج فى مكان خطأ أو ما إذا كان قد تواجد فى مكان ما لفترة طويلة من أجل تقليل مخاطر الخسارة والتلف. فبهذه الطريقة ، توفر سلسلة الكتل للمستهلكين ثقة أكبر فى أن المنتجات أصلية وذات جودة مرتفعة وتجعلهم أكثر إستعداداً لشراء العلامة التجارية (Kshetri, 2018). كذلك من خلال سجلات العملاء الغير ورقية والسهل الوصول إليها ، يمكن لسلسلة الكتل تسريع عمليات تنفيذ الطلبات عبر سلسلة التوريد عن طريق تأكيد تاريخ ائتمان العميل بشكل سريع، والتحقق من حالة المخزون ، والتحقق من الموارد المالية ، والإخطار بحالة الطلب/الشحن، وإتاحة الشفافية طوال عملية تنفيذ الطلب بالكامل. بالإضافة إلى ذلك ، نظراً لأن دفتر أستاذ سلسلة الكتل مفتوح ويمكن رؤيته من قبل أي مشارك فى شبكة P2P(على سبيل المثال كل من المشتري والبائع)، فإن شفافية سلسلة الكتل تزيد من وضوح عملية تنفيذ الطلب وبالتالي تقليل المردودات (Min, 2018).

فمن المرجح أن تؤثر سلسلة الكتل على الأهداف الإستراتيجية الرئيسية لإدارة سلسلة التوريد مثل التكلفة ، والجودة، والسرعة ، والإعتمادية ، والحد من المخاطر، والإستدامة ، والمرونة (Kshetri, 2018; Guoqing, et al., 2019; Lei, et al., 2019; Liu, Zhang, & Yang, 2018). فسلسلة الكتل عبارة عن شبكة موزعة بين المشاركين لتخزين المعاملات فى سلسلة من الكتل غير القابلة للتغيير وذات تسلسل زمني. ونظراً لأنها شبكة نظير إلى نظير P2P ، فلا يوجد وسطاء بين المشاركين. وبالتالي، يمكن للمنتجين أو الموردين التعامل مباشرة مع عملائهم (Tonnissen & Teuteberg, 2020). فإن سلسلة الكتل بمثابة دفتر أستاذ كامل قابل للعرض بشكل عام يقوم بتتبع وتسجيل بشكل دائم جميع الأنشطة المتعلقة بسلسلة توريد منتج معين. وبالتالى تسهل سلسلة الكتل لمستخدمها تتبع البضائع أثناء تحركها وتغير ملكيتها فى سلسلة التوريد (Min, 2018). فبجانب تقليل تكاليف المعاملات وحل المشاكل المتعلقة "بالإفصاح والمساءلة" ، تعمل سلسلة الكتل على زيادة الشفافية عبر

سلسلة التوريد ، مما يوفر ضمانات بمصدر المنتجات (Montecchi, Plangger, & Etter, 2019). كذلك توفر سلسلة الكتل عقوداً ذكية قابلة للتكوين للتشغيل الآلي للعمليات (Tonnissen & Teuteberg, 2020). حيث يمكن لأثنين أو أكثر من شركاء سلسلة التوريد تسجيل إتفاقية بشكل آمن عبر سلسلة الكتل دون الحاجة إلى تصريح من طرف ثالث (Alkaabi, Salah, Jayaraman, Arshad, & Omar, 2020). فمن خلال تمييز كل منتج ببطاقة هوية مختلفة. يمكن لجميع الشركاء فى سلسلة التوريد نقل "الملكية الإفتراضية والمادية" من خلال العقود الذكية وإدخال قواعد للتداول تكون شفافة فى كل مرحلة (Montecchi, Plangger, & Etter, 2019).

لذا، فإن سلسلة الكتل يمكنها تحقيق الشفافية ، والتحسينات التشغيلية، والمشاركة الآمنة للمعلومات، وبناء الثقة مما يتيح سلاسل توريد أكثر مرونة (Kshetri, 2018; Min, 2018). حيث يُمكن إستخدام سلسلة الكتل من توريد المواد الخام بشكل أسرع، وتحديد المنتجات المقلدة، وتقليل التعاملات الورقية ، وتسهيل تتبع المنتجات ، وتحسين إدارة المخزون، وتقليل المنتجات التالفة والمعيبة، ورقمنة العمليات وتشغيلها آلياً، وتمكين المشترين والبائعين من التعامل مباشرة دون تلاعب من قبل الوسطاء (Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2018). كذلك توفير بيانات معاملات شفافة وآمنة، وخفض تكلفة عمليات سلسلة التوريد المختلفة (Alkaabi, Salah, Jayaraman, Arshad, & Omar, 2020). حيث توفر سلسلة الكتل سجلات دائمة للمعاملات لا يمكن العبث بها ؛ ويمكن أن تحل محل أنظمة التتبع الورقية التقليدية وأنظمة المراقبة اليدوية غير الدقيقة (Guoqing, et al., 2019). لذا ، يمكن أن تزيد المعرفة بالمنتجات من ثقة العملاء من خلال ضمان منشأ المنتجات، وحفظها ، وسلامتها (Montecchi, Plangger, & Etter, 2019). كذلك توفير منتجات بتكلفة منخفضة خلال فترات زمنية أقصر (Wang, Singgih, Wang, & Rit, 2019).

فى حين قد قام التصنيع المضاف بتقليل الوقت اللازم لتسليم المنتجات من خلال مرافق إنتاج تقع بالقرب من العميل. ومع ذلك، لا تزال هناك مشاكل تتعلق بسلسلة التوريد ذات المنشأت المتعددة المتفرقة جغرافياً. حيث تعد الرؤية الموثوقة لحالة المنتج أمراً أساسياً من أجل التصنيع في الوقت المناسب. علاوة على ذلك، بما أن أجزاء المنتج/المواد الخام يتم تصنيعها بشكل مستقل من قبل موردين مختلفين، فإن الالتزام بمواصفات المنتج وضمان الجودة يصبح أمراً ضرورياً. وفي ضوء ذلك، يتطلب التصنيع المضافAM ابتكارات رقمية لتحسين رؤية الأجزاء المصنعة عبر مختلف مستويات سلسلة التوريد. وفي هذا الصدد، يمكن عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل تسهيل التتبع الموثوق به للأجزاء المصنعة عبر سلسلة التوريد. فنظراً للسهولة والإنفتاح في التواصل بين جميع أصحاب المصالح فى شبكة سلسلة التوريد، يمكن للجميع التواصل بسهولة ومراقبة المعاملات، وبالتالى

يمكن لسلسلة الكتل تحسين رؤية سلسلة توريد التصنيع المضاف (Alkaabi, Salah, Jayaraman, Arshad, & Omar, 2020).

بالإضافة إلى إن التصنيع المضاف(AM) من خلال العديد من المنشأت به العديد من المخاطر. حيث يعد تبادل المعلومات الرقمية أمراً ضرورياً (Kunovjanek, Knofius, & Reiner, 2022)، مثل ملفات التصميم بواسطة الكمبيوتر (CAD) أو مواصفات مواد تصنيع المنتجات والتى يمكن أن تتجاوز قيمتها قيمة الأجزاء المطبوعة. فنظراً للطبيعة الرقمية لسلاسل توريد التصنيع المضاف AM، فإن هناك مخاطر تواجها مثل سرقة البيانات وملفات التصميم ، والإنتهاكات المحتملة للملكية الفكرية، وزيادة خطر المنتجات المقلدة. فى حين توفر سلسلة الكتل Blockchain عدم قابلية التغيير للسجلات والذى يمكن أن يحمي معلومات التصنيع الهامة من التلاعب بها وسرقتها. ويمكن أن يساعد دفتر الأستاذ الموزع فى حماية حقوق الملكية الفكرية ، حيث تتحقق سلسلة الكتل من صحة ملكية البيانات وتتحكم فى الوصول إلى الملفات المحمية (Kurpjuweit, Schmidt, Klockner, & Wagner, 2021). لذا، يمكن للشركات تحسين القيمة المقدمة للعميل من خلال تقديم خدمات إضافية للمنتج المطبوع، وتحسين وقت التسليم، وتقديم منتجات أقل تكلفة وأكثر تخصيصاً وتنطوي على مخاطر أقل (Klockner, Kurpjuweit, Velu, & Wagner, 2020).

حيث **ترى الباحثة** أن التصنيع المضاف من خلال منشأت متفرقة جغرافياً تقع بالقرب من العميل من أجل تخصيص المنتجات يتطلب وسيلة آمنة يمكن من خلالها تنسيق العمل بين شركاء سلسلة التوريد وتبادل المعلومات الخاصة بملفات التصميم ثلاثية الأبعاد ، والمواد الخام من أجل تقليل المخزون ، وتسليم العميل المنتج فى الوقت المحدد . كذلك تسهيل التواصل مع العملاء ومشاركتهم فى تصميم المنتج الخاص بهم . ويمكن عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل تسهيل التبادل الأمن لملفات التصميم والتواصل بشكل أكثر كفاءة مع العملاء من خلال جعل جميع تعاملات شبكة سلسلة التوريد مرئية لجميع الأطراف غير قابلة للعبث بها . مما يؤدى إلى زيادة ثقة العملاء وتقليل المردودات، وتوفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد ، وتسهيل التنسيق والإتصال مع الموردين وبين منشأت التصنيع المضاف اللامركزية بتكلفة أقل لتوفير المواد الخام فى الوقت المحدد عن طريق العقود الذكية ، وبالتالى تخفيض تكاليف التخزين ، والتسليم فى الوقت المحدد .

لذا ، ***تخلص الباحثة مما سبق*** إلى أنه عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل يمكن ترشيد تكاليف سلسلة توريد الشركات الصناعية بجمهورية مصر العربية ، لذا يمكن إشتقاق الفروض البحثية التالية:-

H_1: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين آثر التصنيع التقليدى والتصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد.

8/ تصميم الدراسة التجريبية:

1/8 أهداف الدراسة التجريبية :

تستهدف الدراسة التجريبية An Experimental Study إختبار الفرض البحثي ، أى إختبار العلاقة بين تطبيق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل مقارنة بالتصنيع التقليدى على ترشيد تكاليف سلسلة توريد الشركات الصناعية بجمهورية مصر العربية.

2/8 مجتمع وعينة الدراسة :

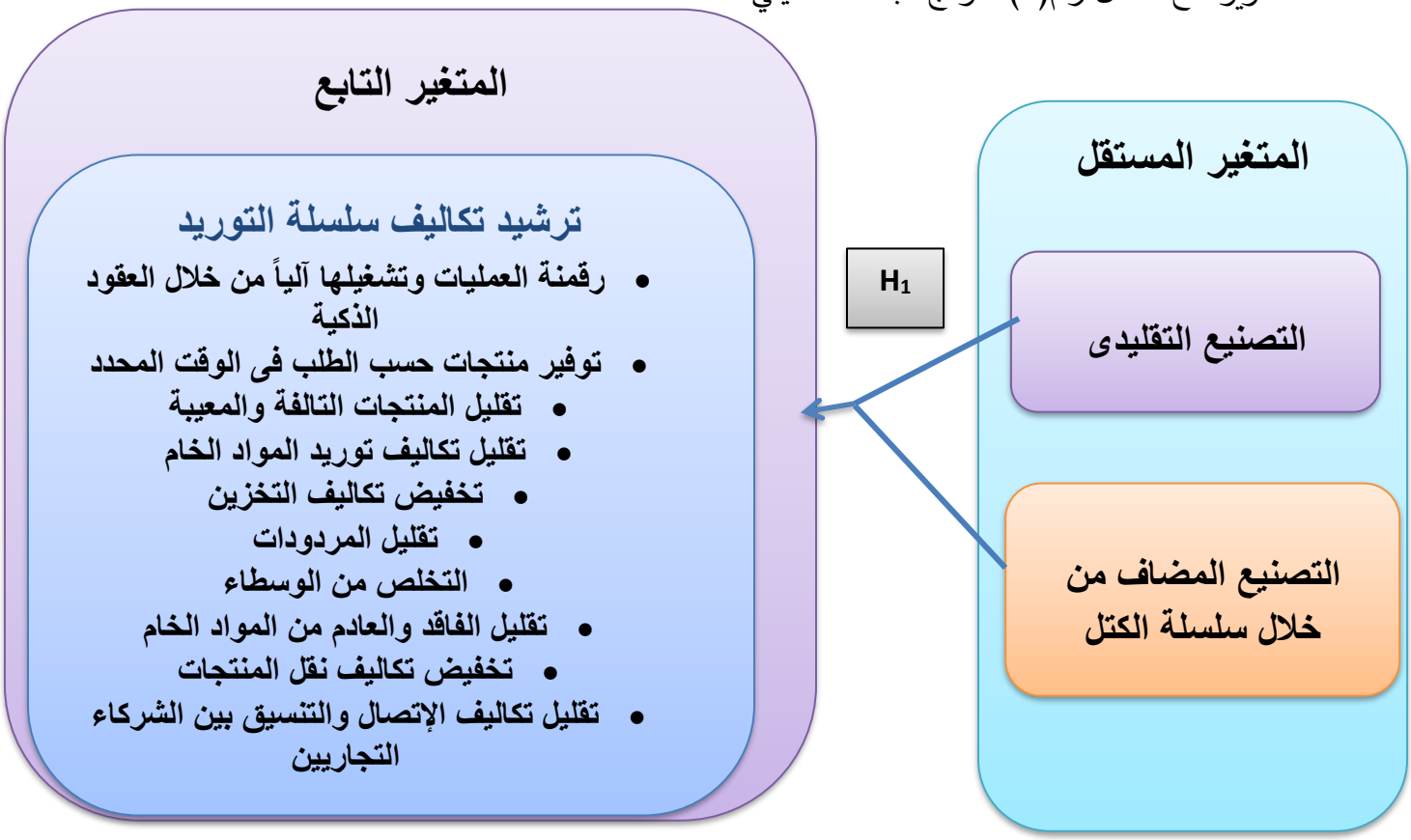
يتمثل مجتمع الدراسة فى المحاسبين ، والمديرين الماليين والتشغيلين ، ومديرين الشركات الصناعية المصرية. وقد تم إختيار عينة حكمية من بعض الشركات التى تقوم بالتصنيع المضاف والتصنيع التقليدى بجمهورية مصر العربية بصرف النظر عن الخصائص التشغيلية للشركات ومجالها الصناعى، وذلك للإجابة على الحالات العملية والأسئلة المرتبطة بها.

3/8 توصيف وقياس متغيرات الدراسة :

تستهدف الدراسة التجريبية دراسة أثر المتغير المستقل(التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل مقارنة بالتصنيع التقليدى) على المتغير التابع(ترشيد تكاليف سلسلة التوريد) ، وذلك كما يوضح الشكل رقم(1). وتم قياس مزايا التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل لترشيد تكاليف سلسلة التوريد من خلال ردود أفراد العينة على مجموعة من الأسئلة ، مع الإعتماد على مقياس ليكرت خماسي الأبعاد، حيث تتراوح الإجابات بين(موافق تماماً، موافق، محايد، غير موافق، غير موافق إطلاقاً). وتتضمن تلك الأسئلة المنافع المتوقع الحصول عليها من تطبيق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل. حيث تم قياس مزايا التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل لترشيد تكاليف سلسلة التوريد من خلال التعرف على أثرها فى **رقمنة العمليات وتشغيلها آلياً من خلال العقود الذكية ؛ توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد ؛ تقليل المنتجات التالفة والمعيبة ؛ تقليل تكاليف توريد المواد الخام ؛ تخفيض تكاليف التخزين ؛ تقليل المردودات ؛ التخلص من الوسطاء ؛ تقليل الفاقد والعادم من المواد الخام ؛ تخفيض تكاليف نقل المنتجات ؛ تقليل تكاليف الإتصال والتنسيق بين الشركاء التجاريين**

(Casino, Dasaklis, & Patsakis, 2018; Min, 2018; Montecchi, Plangger, & Etter, 2019; Kshetri, 2018; Wang, Singgih, Wang, & Rit, 2019; Kurpjuweit, Schmidt, Klockner, & Wagner, 2021; Klockner, Kurpjuweit, Velu, & Wagner, 2020; Naghshineh, Fragoso, & Carvalho, 2023) .

ويوضح الشكل رقم(1) نموذج البحث كما يلي:



"شكل رقم (1): نموذج البحث (المصدر: من إعداد الباحثة)"

4/8 أدوات وإجراءات الدراسة :

تتمثل أدوات الدراسة التجريبية فى اثنين من الحالات التجريبية إحداهما فى ظل التصنيع التقليدى، والآخرى فى ظل التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل. حيث إستخدمتهما الباحثة لأخذ أراء عينة من المحاسبين، والمديرين الماليين والتشغيلين، ومديرين الشركات الصناعية المصرية. وقد روعى أن تكون الأسئلة المرافقة واحدة فى الحالات التجريبية ، حتى تتحقق إمكانية المقارنة للتغيرات وقياس تأثير التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد ، وقد تم إستخدام مقياس" ليكرت " ذو الخمس نقاط. . وفيما يتعلق بإجراءات الدراسة ، قامت الباحثة بتوزيع الحالتين

التجريبيتين على نفس مفردة العينة مع إجراء مقابلات شخصية لشرح الهدف من الدراسة التجريبية ، وأى أمور قد تبدو غامضة لدى مفردات العينة لضمان زيادة نسبة وسرعة الإستجابة وصحتها.

1/4/8 الحالات التجريبية الإفتراضية:

1/1/4/8 الحالة التجريبية الأولى:-

تقوم الشركة(س) بتصنيع حجم كبير من منتجها فى مصنع فى منطقة صناعية نائية عن السكان وتخزينه فى عدد كبير من المخازن حتى يتم تنزيله فى الأسواق . وتستخدم الشركة مخازنها أيضاً فى تخزين المواد الخام التى قام الموردين يتوريدها لها . حيث تقوم الشركة بشراء كميات كبيرة من مخزون المواد الخام فى بداية العام لتكفى حجم إنتاجها المخطط . ويتم تصنيع المنتج من خلال مراحل إنتاج متعددة وتجميع العديد من مكونات المنتج ثم تعبئته وتخزينة حتى نزولة فى الأسواق.

2/1/4/8 الحالة التجريبية الثانية:-

لدى الشركة(ص) العديد من منشأت التصنيع المتفرقة جغرافياً بالقرب من العملاء . حيث يقوم العميل بالدخول على شبكة الشركة ورفع تصميم المنتج الخاص به على الشبكة . ثم يقوم مهندسي الشركة بتصميم منتج العميل بواسطة الكمبيوتر لتلبيه طلبات العميل ثم طباعته من خلال مرحلة إنتاجية واحدة. حيث يمكن للعميل من خلال شبكة الشركة طلب المنتج وتحديد مواصفاته ومتابعه تصميمه وتصنيعه. وتستخدم الشركة شبكتها أيضاً فى تبادل ملفات التصميم بين منشأتها ، وأيضاً تبادل المواد الخام وتوريدها من خلال إستخدام العقود الذكية بالشبكة . حيث يتم التعاقد مع الموردين إلكترونياً على توريد المواد الخام عند الطلب حتى لا يكون هناك مخزون كبير من المواد الخام .

5/8 أدوات التحليل الإحصائى المستخدمة:

قامت الباحثة بإستخدام برنامج SPSS الإصدار رقم 23 ، وذلك للتعرف على المقاييس الوصفية لمتغيرات الدراسة. كذلك إستخدام الإختبار اللامعلمى ويلكوكسون Wilcoxon للتعرف على الفروق بين الحالتين التجريبيتين المعروضة فى الدراسة.

9/ التحليل الإحصائي ونتائج الدراسة التجريبية :

1/9 وصف عينة الدراسة:

جدول رقم (1): الخصائص الديموغرافية لعينة الدارسة

(ن =26)

الخصائص الديموغرافية لعينة الدارسة	العدد	%
المسمى الوظيفي		
محاسب / مدير مالي	12	46.2
مدير تشغيلي	8	30.8
مدير الشركة	6	23.1
سنوات الخبرة		
أقل من 5 سنوات	14	53.8
5 وأقل من 15 سنة	10	38.5
15 سنة فأكثر	2	7.7
المؤهل العلمي		
بكالوريوس	25	96.2
ماجستير	1	3.8
دكتوراة	0	0.0

يلاحظ من الجدول رقم(1) أعلاه والذي يوضح توزيع مفردات العينة حسب الخصائص الديموغرافية، أن وظيفة محاسب/مدير مالي بلغت نسبة (46,2%)، وتشكل أكبر نسبة، يليها وظيفة مدير تشغيلي حيث بلغت نسبة (30,8%)، ثم يليها وظيفة مدير الشركة حيث بلغت نسبته (23,1%). وقد اظهر التحليل توزيع مفردات العينة حسب العمر ويتضح من الجدول أن الفئة الأقل من 5 سنوات شكلت نسبة (53,8%)، وهي أكبر نسبة، بينما شكلت الفئة 5 وأقل من 15 سنة نسبة بلغت(38,5%)، وأخيرا الفئة 15 سنة فأكثر بلغت نسبة(7,7%). أما متغير المؤهل العلمي فقد بلغت نسبة حملة درجة البكالوريوس نسبة(96,2%) ، وتشكل اكبر نسبة يليها حملة درجة الماجستير بنسبة (3,8%).

2/9 المقاييس الوصفية للمتغيرات:

جدول رقم(2): مستوى الإستجابة وفقاً للمتوسطات

مستوى الإستجابة وفقاً للمتوسطات	
غير موافق إطلاقاً	1 : 1.8
غير موافق	1.8 : 2.6
محايد	2.61 : 3.4
موافق	3.41 : 4.2
موافق تماما	4.21 : 5

1/2/9 المقاييس الوصفية للحالة التجريبية الأولي:

جدول رقم (3): يوضح المقاييس الوصفية للحالة التجريبية الأولى (التصنيع التقليدى)
(ن = 26)

	العبـارة	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	الأهمية النسبية	الإتجاه	الترتيب
1	تستطيع الشركة رقمنة العمليات وتشغيلها آلياً من خلال العقود الذكية.	1.35	0.63	%27.0	غير موافق إطلاقا	**10**
2	تستطيع الشركة توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد .	1.77	0.65	35.40 %	غير موافق إطلاقا	**8**
3	تستطيع الشركة تقليل المنتجات التالفة والمعيبة	1.85	0.97	%37.0	غير موافق	**6**
4	تستطيع الشركة تقليل تكاليف توريد المواد الخام.	2.46	1.36	49.20 %	غير موافق	**3**
5	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف التخزين .	1.92	1.26	38.40 %	غير موافق	**5**
6	تستطيع الشركة تقليل المردودات .	2.0	0.98	%40.0	غير موافق	**4**

7	تستطيع الشركة التخلص من الوسطاء.	1.65	0.80	%33.0	غير موافق إطلاقا	**9**
8	تستطيع الشركة تقليل الفاقد والعادم من المواد الخام.	2.81	1.65	56.20 %	محايد	**1**
9	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف نقل المنتجات.	2.81	1.67	56.20 %	محايد	**1**
10	تستطيع الشركة تقليل تكاليف الإتصال والتنسيق بين الشركاء التجاريين	1.85	0.78	%37.0	غير موافق	**6**
	الاجمالي	2.05	0.49	%41.0	غير موافق	

يتضـح من الجدول رقم (3) أنه يوجد عدم موافقة بدرجة كبيرة من أفراد العينة علي أن التصنيع التقليدى يسـاعد على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد . حيث قد بلغ متوسط إجمالى العبارات (2,05) والإنحراف معياري(0,49) والوزن نسبي(41%) . فقد جاءت فى المرتبة الأخيرة عبارة أن الشركة تستطيع رقمنة العمليات وتشغيلها آلياً من خلال العقود الذكية بوزن نسبي قدرة (27%) ومتوسط حسابي (1,35) وإنحراف معياري (0,63) بدرجة عدم موافقة كبيرة جداً ، وتليها عبارة أن الشركة تستطيع التخلص من الوسطاء بوزن نسبي قدرة (33%) ومتوسط حسابي (1,65) وإنحراف معياري (0,80) بدرجة عدم موافقة كبيرة جداً، ثم عبارة أن الشركة تستطيع توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد بوزن نسبي قدرة (35,40%) ومتوسط حسابي (1,77) وإنحراف معياري (0,65) بدرجة عدم موافقة كبيرة جداً. وقد جاءت فى المرتبة الأولى عبارة أن الشركة تستطيع تقليل الفاقد والعادم من المواد الخام؛ وتخفيض تكاليف نقل المنتجات بوزن نسبي قدرة (56,20%) ومتوسط حسابي (2,81) برأى محايد. كذلك جاءت فى المرتبة الثالثة عبارة أن الشركة تستطيع تقليل تكاليف توريد المواد الخام بوزن نسبي قدرة (49,20%) ومتوسط حسابي (2,46) وإنحراف معياري (1,36) بدرجة عدم موافقة كبيرة.

2/2/9 المقاييس الوصفية للحالة التجريبية الثانية:

جدول رقم (4): يوضح المقاييس الوصفية للحالة التجريبية الثانية (التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل) (ن = 26)

	العبـارة	**المتوسط الحسابي**	**الإنحراف المعياري**	**الأهمية النسبية**	**الإتجاه**	**الترتيب**

1	تستطيع الشركة رقمنة العمليات وتشغيلها آليا من خلال العقود الذكية.	4.38	0.75	87.60 %	موافق تماما	**2**
2	تستطيع الشركة توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد .	4.23	0.86	84.60 %	موافق تماما	**3**
3	تستطيع الشركة تقليل المنتجات التالفة والمعيبة	3.73	1.22	74.60 %	موافق	**8**
4	تستطيع الشركة تقليل تكاليف توريد المواد الخام	3.42	1.39	68.40 %	موافق	**10**
5	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف التخزين .	3.62	1.39	72.40 %	موافق	**9**
6	تستطيع الشركة تقليل المردودات .	4.12	0.99	82.40 %	موافق	**6**
7	تستطيع الشركة التخلص من الوسطاء.	4.42	0.76	88.40 %	موافق تماما	**1**
8	تستطيع الشركة تقليل الفاقد والعادم من المواد الخام.	4.23	0.99	84.60 %	موافق تماما	**3**
9	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف نقل المنتجات.	3.96	1.22	79.20 %	موافق	**7**
10	تستطيع الشركة تقليل تكاليف الإتصال والتنسيق بين الشركاء التجاريين	4.15	0.97	%83.0	موافق	**5**
	الاجمالي	4.03	0.34	80.60 %	موافق	

يتضـح من الجدول رقم (4) أنه يوجد موافقة بدرجة كبيرة من أفراد العينة علي أن التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل يسـاعد على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد . حيث قد بلغ متوسط إجمالى العبارات (4,03) والإنحراف معياري(0,34) والوزن نسبي(80,60%) . فقد جاءت فى المرتبة الأولى عبارة أن الشركة تستطيع التخلص من الوسطاء بوزن نسبي قدرة (88,40%) ومتوسط حسابي (4,42) وإنحراف معياري (0,76) بدرجة موافقة كبيرة جداً ، وتليها عبارة أن الشركة تستطيع رقمنة

العمليات وتشغيلها آليا من خلال العقود الذكية بوزن نسبي قدرة (87,60%) ومتوسط حسابي (4,38) وإنحراف معياري (0,75) بدرجة موافقة كبيرة جداً، ثم عبارة أن الشركة تستطيع توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد ؛ وتقليل الفاقد والعادم من المواد الخام بوزن نسبي قدرة (84,60%) ومتوسط حسابي (4,23) بدرجة موافقة كبيرة جداً. وقد جاءت فى المرتبة الأخيرة عبارة أن الشركة تستطيع تقليل المنتجات التالفة والمعيبة بوزن نسبي قدرة (74,60%) ومتوسط حسابي (3,73) وإنحراف معياري(1,22) بدرجة موافقة كبيرة. ثم عبارة أن الشركة تستطيع تخفيض تكاليف التخزين بوزن نسبي قدرة (72,40%) ومتوسط حسابي (3,62) وإنحراف معياري (1,39) بدرجة موافقة كبيرة. تليهاعبارة أن الشركة تستطيع تقليل تكاليف توريد المواد الخام بوزن نسبي قدرة (68,40%) ومتوسط حسابي (3,42) وإنحراف معياري (1,39) بدرجة موافقة كبيرة.

3/9 إختبار الفرض البحثي:

جدول رقم(5): يوضح اختبار ويلكوكسون للمقارنة بين الحالة التجريبية الأولى(التصنيع التقليدى) والحالة التجريبية الثانية (التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل) (ن =26)

	المتوسط	الإنحراف المعياري	الوسيط	أقل قيمة	أعلي قيمة	الرتب	عدد الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	اختبار ويلكوكسون (Z)	الدلالة
الحالة التجريبية الأولى (التصنيع التقليدى)	2.05	0.49	1.90	1.35	2.81	السالبة	2	1.50	3.00		
الحالة التجريبية الثانية (التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل)	4.03	0.34	4.10	3.42	4.42	الموجبة	24	14.50	348.0	4.383**	<0.001*
						القيم المكررة	0				
						الاجمالي	26				

* : دال عند 0.05 **: دال عند 0.01

يوضح الجدول رقم(5)، أن هناك فروق كبيرة بين الحالة التجريبية الأولى والثانية . فقد جاءت أراء مفردات العينة تؤيد أن التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل يؤدى إلى ترشيد تكاليف سلسلة التوريد. حيث يلاحظ من نتائج هذا الإختبار أن قيمة P-Value تساوى(0,001) وهى أقل من مستوى المعنوية 1%. وبالتالى فإننا نقبل الفرض البديل بوجود إختلاف لتأثير التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل مقارنة بالتصنيع التقليدى على ترشيد تكاليف سلسلة التوريد .

ولتحديد إتجاه العلاقة نقارن بين متوسط رتب الإشارات الموجبة والسالبة ، ويلاحظ أن متوسط رتب الإشارات الموجبة(14,50) أكبر من متوسط الإشارات السالبة(1,50) ، مما يدل على أن ترشيد تكاليف سلسلة التوريد فى ظل التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل أكبر من التصنيع التقليدى ، وذلك بإحتمال P-Value ÷ 2 = 0,0005 . وكما يتضح أيضاً من جدول الإحصاء الوصفي بأن متوسط الحالة التجريبية الثانية(4,03) أكبر من المتوسط فى الحالة التجريبية الأولي(2,05) ، أى إتفاق أغلبية أفراد عينة الدراسة أن التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل يؤدى إلى ترشيد تكاليف سلسلة التوريد.

10/ النتائج والتوصيات:-

أظهرت نتائج الدراسة من خلال إستقراء الدراسات السابقة ونتائج الدراسة التجريبية أن التصنيع المضاف يمكنه تخفيض تكاليف سلسلة التوريد مقارنة بالتصنيع الطرحي التقليدى . فمن خلال التصنيع المضاف يتم تصنيع المنتج حسب الطلب عن طريق إضافة طبقات المواد الخام لتشكيل المنتج النهائي الذى تم تصميمه من خلال الكمبيوتر بخطوة إنتاج واحدة. مما يؤدى إلى تخفيض تكاليف الفاقد والعادم من المواد الخام ، وتكاليف المنتجات الوسيطة ، وأدوات ومعدات الإنتاج ، وتكاليف التخزين ، وتقليل المردودات . حيث يتم تصميم المنتج من خلال مشاركة كل عميل فى تصميم منتجه . فلم يعد التصنيع يتم فى منشأة مركزية بعيدة عن العملاء ، وإنما يتم التصنيع فى منشأت لا مركزية منتشرة بالقرب من العميل .

وتحتاج شبكة سلسلة التوريد اللامركزية للتصنيع المضاف إلى وسيلة آمنة لتنسيق العمل بين أصحاب المصالح من خلال التبادل الآمن للمعلومات ، وملفات تصميمات المنتج ، والمواد الخام ، والموارد المالية ، وبيانات العملاء والتواصل الدائم معهم . ويمكن من خلال الشبكة اللامركزية لسلسة الكتل توفير سهولة التواصل بين شركاء سلسلة التوريد ، والتبادل الآمن للمعلومات. وذلك من خلال روابط تشفير البيانات ، وآلية إجماع آراء المشاركين فى الشبكة حول إضافة أى بيانات بها من أجل التحقق من صحتها ومزامنة التغيرات فى جميع دفاتر الأستاذ العام اللامركزية للشبكة ، وعدم قابلية تغيير أو تعديل أو حذف أو العبث بأى بيانات بالشبكة ، والتوقيع الإلكترونى والختم الزمني للمعاملات، والتخلص من الوسطاء ، ورقمنة العمليات وتشغيلها آلياً من خلال العقود الذكية.

لذا ، يمكن عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل ترشيد تكاليف. وذلك من خلال تخفيض تكاليف المواد الخام المستهلكة ، وتقليل الفاقد والعادم ، وتخفيض المردودات ، والتخلص من المنتجات الوسيطة والآلات والمعدات باهظة الثمن للعديد من المراحل الإنتاجية ، والتخلص من الوسطاء ، وتسهيل التبادل الآمن للمعلومات وملفات تصميم المنتجات ، وتنسيق العمل مع شركاء سلسلة التوريد ، وتوريد المواد الخام عند الطلب وبالتالى تخفيض تكاليف التخزين ، ورقمنة عمليات سلسلة التوريد من خلال العقود الذكية بين أصحاب المصالح ، وسهولة التواصل الآمن مع العملاء من أجل تخصيص المنتجات. وبالتالى يوفر التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل منتجات بجودة أفضل وبتكلفة منخفضة وحسب الطلب فى الوقت المحدد.

ويوصى الباحث بأهمية دعم الدولة وتوعية الشركات بتبنى التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل والإستفادة من أدوات الثورة الصناعية وتكنولوجيا المعلومات لما يمكن أن يعود عليهم بالنفع من

خلال تلبية رغبات العملاء بمنتج حسب الطلب ذات جودة أفضل وتكلفة منخفضة وتسليمه فى الوقت المحدد. وبالتالى ، تحقيق مزايا تنافسية وإيرادات كبيرة مع إمكانية تصدير المنتجات ومنافسة الأسواق العالمية. لذا ، تحقيق منافع أيضاً للدولة من خلال تحقيق فائض بميزان المدفوعات والميزان التجاري، ودخول العملات الأجنبية للإقتصاد المحلى ، وزيادة الإستثمارات ، وتحقيق التنمية المستدامة .

References: -

Aggarwal, S., Chaudhary, R., Aujla, G. S., Kumar, N., Choo, K.-K. R., & Zomaya, A. Y. (2019). Blockchain for smart communities: Applications, challenges and opportunities. *Journal of Network and Computer Applications*, doi: https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.06.018.

Alkaabi, N., Salah, K., Jayaraman, R., Arshad, J., & Omar, M. (2020). Blockchain-based traceability and management for additive manufacturing. *IEEE access, 8*, 188363-188377.

Banerjee, M., Lee, J., & Choo, K.-K. R. (2017). A blockchain future to Internet of Things security: A position paper. *Digital Communications and Networks*, doi:10.1016/j.dcan.2017.10.006.

Bhowmik, D., & Frederik , T. (2019). JPEG White paper: towards a standardized framework for media blockchain and distributed ledger technologies. *An initiative exploring opportunities in media blockchain and distributed ledger technologies and impacts on JPEG standardization. Version 1.3 - Document Number: N83055*, pp. 1-20. Tech. Rep. WG1N84038 .

Bjelke, C.-J. (2022). Additive Manufacturing for Volume Production- A case study in supply chain benefits of AM implementation. *Master's Thesis- Uppsala Universitet*.

Calignano, F., & Mercurio, V. (2023). An overview of the impact of additive manufacturing on supply chain,reshoring, and sustainability. *Cleaner Logistics and Supply Chain, 7*, 1-10.

Cardeal, G., Sequeira, D., Mendonca, J., Leite, M., & Ribeiro, I. (2021). Additive manufacturing in the process industry: A process-based cost model to study life cycle cost and the viability of additive manufacturing spare parts. *Procedia CIRP 98*, 211-216.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2018). A systematic literature review of blockchain-based applications: current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, doi: https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006.

Choi, T.-M. (2019). Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains. *Transportation Research, Part E 128*(https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.05.011), 17–29.

Elhazmiri, B., Naveed, N., Anwar, M. N., & Ul Haq, M. I. (2022). The role of additive manufacturing in industry 4.0: An exploration of different business models. *Sustainable Operations and Computers, 3*, 317–329.

Feng, Q., He, D., Zeadally, S., Khan, M. K., & Kumar, N. (2018). A survey on privacy protection in blockchain system. *Journal of Network and Computer Applications*, doi:https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.10.020.

Ferrag, M. A., Derdour, M., Mukherjee, M., Derhab, A., Maglaras, L., & Janicke, H. (2018). Blockchain technologies for the internet of things: Research issues and challenges. *IEEE Internet of Things Journal, 6*(2), 2188-2204.

Fidan, I., Gupta, A., Hasanov, S., Tantawi, K., Yasa, E., Yilmaz, O., . . . Popov, V. (2023). Recent Inventions in Additive Manufacturing: Holistic Review. *Inventions, 8*(103), 1-45.

Guoqing, Z., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry, 109*(https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002), 83–99.

ISO/TC 307. (2018). *Blockchain and distributed ledger technologies.* https://isotc.iso.org/livelink/livelink/open/tc307: ISO/TC 307/WG 1 Foundations , Convenor Report , 2018-09-03 .

Jandyal, A., Chaturvedi, I., Wazir, I., & Raina, A. (2022). 3D printing – A review of processes, materials and applications in industry. *Sustainable Operations and Computers, 3*, 33-42.

Jarrar, Q., Bernard, A., & Belkadi, F. (2022). An Activity-Based Costing Model for Additive Manufacturing. *18th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management, Brazil, hal-03626081*, 492-507.

Klockner, M., Kurpjuweit, S., Velu, C., & Wagner, S. M. (2020). Does blockchain for 3D printing offer opportunities for business model innovation? *Research-Technology Management, 63*(4), 18-27.

Kolodziej, J., Fernandez, D. C., & Alejandro, F. G. (2018). Blockchain secure cloud: a new generation integrated cloud and blockchain platforms – general concepts and challenges. *European Cybersecurity Journal, 4*(2), 28-35.

Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management, 39*(https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005), 80-89.

Kunovjanek, M., Knofius, N., & Reiner, G. (2022). Additive manufacturing and supply chains – a systematic review. *Production Planning & Control, 33*(13), 1231-1251.

Kurpjuweit, S., Schmidt, C. G., Klockner, M., & Wagner, S. M. (2021). Blockchain in additive manufacturing and its impact on supply chains. *Journal of Business Logistics, 42*(1), 46-70.

Lei, A., Cao, Y., Bao, S., Li, D., Asuquo, P., Cruickshank, H., & Sun, Z. (2019). A blockchain based certificate revocation scheme for vehicular communication systems. *Future Generation Computer Systems*, https://doi.org/10.1016/j.future.2019.03.039.

Liu, H., Zhang, Y., & Yang, T. (2018). Blockchain-Enabled Security in Electric Vehicles Cloud and Edge Computing. *IEEE Network, 32*(3-https://ieeexplore.ieee.org/document/8370882), 78 - 83.

Min, H. (2018). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012.

Mohsin, A., Zaidan, A., Zaidan, B., Albahri, O., Albahri, A., Alsalem, M., & Mohammed, K. (2018). Blockchain Authentication of Network Applications: Taxonomy,Classification, Capabilities, Open Challenges, Motivations, Recommendations and Future Directions. *Computer Standards & Interfaces*, doi: https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.12.002.

Montecchi, M., Plangger, K., & Etter, M. (2019). It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain. *Business Horizons , https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008*(Elsevier Inc.), 1-11.

Naghshineh, B., Fragoso, M., & Carvalho, H. (2023). Rethinking Additive Manufacturing for Spare Parts Supply Chain Management. *Research-Technology Management, 66*(4), 38-47.

Patalas-Maliszewska, J., Kowalczewska, K., & Rehm, M. (2023). The Role of Additive Manufacturing in Supply Chain Management. *Management and Production Engineering Review, 14*(1), 25-33.

Pereira, J., Tavalaei, M. M., & Ozalp, H. (2019). Blockchain-based platforms: Decentralized infrastructures and its boundary conditions. *Technological Forecasting & Social Change, 146*(https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.04.030), 94–102.

Rouf, S., Malik, A., Singh, N., Raina, A., Naveed, N., Siddiqui, M. H., & Ul Haq, M. I. (2022). Additive manufacturing technologies: Industrial and medical applications. *Sustainable Operations and Computers, 3*, 258–274.

Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management, doi:https://doi.org/10.1016/j.pursup.2019.100552*.

Singh, A., Payal, A., & Bharti, S. (2019). A walkthrough of the emerging IoT paradigm: Visualizing inside functionalities, key features, and open issues. *Journal of Network and Computer Applications*, doi: https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.06.013.

Sitton-Candanedo, I., Alonso, R. S., Corchado, J. M., Rodriguez-Gonzalez, s., & Casado-Vara, R. (2019). A review of edge computing reference architectures and a new global edge proposal. *Future Generation Computer Systems, 99*, 278–294.

Stanciu, A. (2017). Blockchain based distributed control system for Edge Computing. *21st International Conference on Control Systems and Computer Science, IEEE*(DOI 10.1109/CSCS.2017.102), 667-671.

Taylor, P. J., Dargahi, T., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., & Choo, K.-K. R. (2020). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks, 6*(2), 147-156.

Tonnissen, S., & Teuteberg, F. (2020). Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies. *International Journal of Information Management, 52*.

Viriyasitavat, W., & Hoonsopon, D. (2018). Blockchain Characteristics and Consensus in Modern Business Processes. *Journal of Industrial Information Integration*, doi: 10.1016/j.jii.2018.07.004.

Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology: (How) will it transform supply chains? *International Journal of Production Economics*, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.02.002.

Zhang, L., Luo, M., Li, J., Au, M. H., Choo, K.-K. R., Chen, T., & Tian, S. (2019). Blockchain based secure data sharing system for Internet of vehicles: A position paper. *Vehicular Communications, 16*(https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2019.03.003), 85–93.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *Int. J. Web and Grid Services, 14*(4), 352-375.

ملحق : الحالات التجريبية الإفتراضية وقائمة الأسئلة

بسم الله الرحمن الرحيم

السيد الفاضل / .....

تقوم الباحثة بدراسة بعنوان " التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل من أجل ترشيد تكاليف سلسلة التوريد – دراسة تجريبية". حيث تتناول الدراسة كيفيه ترشيد تكاليف سلسلة التوريد للشركات الصناعية بجمهورية مصر العربية عن طريق التصنيع المضاف من خلال سلسلة الكتل.

ولقد تم إختيار سيادتكم ضمن العينة التجريبية حيث أن الوقوف على وجهة نظركم ومشاركتكم فى التجربة سوف يسهم بدرجة كبيرة فى تحقيق أهداف الدراسة وثرائها ، ونؤكد لسيادتكم أن آرائكم سوف تكون موضع السرية وعلى أساس إجمالى ولن يتم إستخدامها إلا لأغراض البحث العلمى .

ونحن إذ نقدر تعاونكم الصادق فى تحقيق أهداف الدراسة

تفضلوا بقبول وافر الإحترام

د / لوسى يسرى محمود محمد

القسم الأول : الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة

1)- المسمي الوظيفى :

- محاسب/ مدير مالي
- مدير تشغيلي
- مدير الشركة

2)- سنوات الخبرة :

- أقل من 5 سنوات
- 5 وأقل من 15 سنة
- 15 سنة فأكثر

3)- المؤهل العلمى :

- بكالوريوس
- ماجستير
- دكتوراة

القسم الثانى : الحالات التجريبية

<u>الحالة التجريبية الأولى:</u>

تقوم الشركة(س) بتصنيع حجم كبير من منتجها فى مصنع فى منطقة صناعية نائية عن السكان وتخزينه فى عدد كبير من المخازن حتى يتم تنزيله فى الأسواق . وتستخدم الشركة مخازنها أيضاً فى تخزين المواد الخام التى قام الموردين يتوريدها لها . حيث تقوم الشركة بشراء كميات كبيرة من مخزون المواد الخام فى بداية العام لتكفى حجم إنتاجها المخطط . ويتم تصنيع المنتج من خلال مراحل إنتاج متعددة وتجميع العديد من مكونات المنتج ثم تعبئته وتخزينة حتى نزولة فى الأسواق.

أ)- برجاء توضيح مدى موافقتك على العبارات التالية فى ضوء الحالة السابقة:

[برجاء ضع إشارة (✓) فى الخانة التى تعبر عن وجهة نظرك]

م	العبارة	موافق تماماً	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق إطلاقاً
1	تستطيع الشركة رقمنة العمليات وتشغيلها آلياً من خلال العقود الذكية.					
2	تستطيع الشركة توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد .					
3	تستطيع الشركة تقليل المنتجات التالفة والمعيبة.					
4	تستطيع الشركة تقليل تكاليف توريد المواد الخام.					
5	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف التخزين .					
6	تستطيع الشركة تقليل المردودات .					
7	تستطيع الشركة التخلص من الوسطاء.					
8	تستطيع الشركة تقليل الفاقد والعادم من المواد الخام.					
9	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف نقل المنتجات.					
10	تستطيع الشركة تقليل تكاليف الإتصال والتنسيق بين الشركاء التجاريين.					

<u>الحالة التجريبية الثانية:</u>

لدى الشركة(ص) العديد من منشأت التصنيع المتفرقة جغرافياً بالقرب من العملاء . حيث يقوم العميل بالدخول على شبكة الشركة ورفع تصميم المنتج الخاص به على الشبكة . ثم يقوم مهندسي الشركة بتصميم منتج العميل بواسطة الكمبيوتر لتلبيه طلبات العميل ثم طباعته من خلال مرحلة إنتاجية واحدة. حيث يمكن للعميل من خلال شبكة الشركة طلب المنتج وتحديد مواصفاته ومتابعه تصميمه وتصنيعه. وتستخدم الشركة شبكتها أيضاً فى تبادل ملفات التصميم بين منشأتها ، وأيضاً تبادل المواد الخام وتوريدها من خلال إستخدام العقود الذكية بالشبكة . حيث يتم التعاقد مع الموردين إلكترونياً على توريد المواد الخام عند الطلب حتى لا يكون هناك مخزون كبير من المواد الخام .

أ)- برجاء توضيح مدى موافقتك على العبارات التالية فى ضوء الحالة السابقة:

[برجاء ضع إشارة (✓) فى الخانة التى تعبر عن وجهة نظرك]

م	العبارة	موافق تماماً	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق إطلاقاً
1	تستطيع الشركة رقمنة العمليات وتشغيلها آلياً من خلال العقود الذكية.					
2	تستطيع الشركة توفير منتجات حسب الطلب فى الوقت المحدد .					
3	تستطيع الشركة تقليل المنتجات التالفة والمعيبة.					
4	تستطيع الشركة تقليل تكاليف توريد المواد الخام.					
5	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف التخزين .					
6	تستطيع الشركة تقليل المردودات .					
7	تستطيع الشركة التخلص من الوسطاء.					
8	تستطيع الشركة تقليل الفاقد والعادم من المواد الخام.					
9	تستطيع الشركة تخفيض تكاليف نقل المنتجات.					
10	تستطيع الشركة تقليل تكاليف الإتصال والتنسيق بين الشركاء التجاريين.					