

استكشاف دور تكنولوجيا البلوكتشين في تعزيز تكامل سلسلة التوريد والتعاون بينها

طارق عبدالعزيز بشير الصواني¹, ايمان بلقاسم صغير رحال², نسرين عبدالعزيز بشير الصواني³

كلية تقنية الحاسوب الزاوية¹

كلية تقنية المعلومات, جامعة الزاوية^{2,3}

tarik.asawani@gmail.com¹, i.rahall@zu.edu.ly², nesrinamoonrose@gmail.com³

الملخص

على الرغم من وجود بعض الحجج حول تقنية البلوكتشين، فقد تم تسليط الضوء عليها كتقنية موزعة وأمنة هامة في القرن الحادي والعشرين. إنها دفتر رقمي غير قابل للتلاعب للمعاملات الاقتصادية التي يمكن برمجتها لتسجيل ليس فقط المعاملات المالية بل كل شيء ذي قيمة تقريباً. تُعد البلوكتشين تقنية ثورية ستغير الصناعات على المستوى الدولي، وتضيف قيماً للشركات وشبكات سلاسل التوريد، وتحسن التجارة، وتدفع الاقتصاد. على الرغم من أن البلوكتشين جذبت الانتباه، إلا أن عددًا قليلاً جداً من الدراسات حول البلوكتشين ركزت على تكامل سلاسل التوريد ومجالات التعاون. توضح هذه الدراسة إمكانيات تطبيق تقنية البلوكتشين في تنسيق الأنشطة من أجل إدارة فعالة وكفوة لسلاسل التوريد. تركز الدراسة على استخدام البلوكتشين في سلاسل التوريد فيما يتجاوز العملات المشفرة والمدفوعات والتمويل من خلال استخدام العقود الذكية وخوارزمية الإجماع (أي فرض القيود). تم مناقشة السمات الرئيسية للبلوكتشين وتحديد الأسئلة المحتملة في ليبيا. النتيجة المتوقعة لهذه الدراسة ستعزز فهم أدبيات البلوكتشين وسلاسل التوريد، إلى جانب إلهام الباحثين والممارسين للنظر في استخدام البلوكتشين في دراسات مستقبلية تأخذ في الاعتبار السياقات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: البلوكتشين، سلسلة التوريد، التكنولوجيا، تكامل سلسلة التوريد.

Submitted: 11/02/2025

Accepted: 06/03/2025

Abstract

Despite some debates surrounding blockchain technology, it has been highlighted as a significant distributed and secure technology of the 21st century. It is a tamper-proof digital ledger for economic transactions that can be programmed to record not only financial transactions but almost anything of value. Blockchain is a revolutionary technology that will transform industries internationally, adding value to companies and supply chain networks, enhancing trade, and boosting the economy. Although blockchain has garnered attention, very few studies have focused on supply chain integration and collaboration areas. This study demonstrates the potential of applying blockchain technology to coordinate activities for effective and efficient supply chain management. The study focuses on the use of blockchain

in supply chains beyond cryptocurrencies, payments, and finance by employing smart contracts and consensus algorithms (i.e., enforcing constraints). The key features of blockchain are discussed, and potential questions in Libya are identified. The expected outcome of this study will enhance the understanding of blockchain and supply chain literature, while also inspiring researchers and practitioners to consider blockchain applications in future studies that take different contexts into account.

1. المقدمة

تُعد تقنية البلوكتشين من التقنيات الموزعة والأمنة ذات الأهمية الكبيرة في عصر الصناعة 4.0 السائد اليوم، وقد جذبت اهتمامًا واسعًا من قبل الأوساط الأكاديمية والصناعية [1]. تُعرف البلوكتشين أيضًا بتقنية دفتر الأستاذ الموزع [2]، حيث تتيح للمشاركين تأمين تسوية المعاملات، وأرشفة هذه المعاملات، ونقل الأصول بتكلفة منخفضة [3]. ولا تقتصر تقنية البلوكتشين على كونها بنية تحتية جديدة للإنترنت تعتمد على التطبيقات الموزعة، بل تُعد أيضًا شبكة سلسلة توريد جديدة قد تقدم نموذجًا مبتكرًا للأعمال في المستقبل [4]. وباعتبارها تقنية ناشئة، فقد بدأت العديد من الثورات والدراسات فيما يتعلق بهذه التقنية الموزعة.

يتزايد عدد المنتجات التي تُسلم إلى العملاء عبر سلاسل التوريد المكونة من شركات مستقلة [5]. ونتيجة لذلك، لا تتنافس الشركات اليوم فقط كشرركات منفردة، بل كجزء من شبكة واسعة لسلسلة التوريد [6]. وتواجه الشركات زيادة في حالات عدم اليقين والتحديات والقيود، نتيجة للعولمة وارتفاع توقعات العملاء والمنافسة في السوق وتعقيد سلسلة التوريد وعدم اليقين فيها، مما يستدعي التنسيق والتعاون عبر سلاسل التوريد (سواء بين السلاسل أو داخلها) والحاجة إلى تكنولوجيا المعلومات. ومع ذلك، غالبًا ما تكون سلاسل التوريد مجزأة مع منافسة داخلية، وتبادل معلومات محدود، ومفاوضات أسعار تُجرى خلف الأبواب المغلقة في ليبيا. بالإضافة إلى ذلك، تؤثر هذه القيود بشكل مباشر على أداء الأعمال وغالبًا ما تسفر عن تحديات مثل ارتفاع تكاليف التشغيل أو نقص القدرة، وهي مشكلات يمكن حلها بواسطة ثورة البلوكتشين [7].

تحاول هذه الورقة استكشاف تطبيقات تقنية البلوك تشين في إدارة سلسلة التوريد والتحقيق في العلاقة بين البلوكتشين والتكامل والتعاون في سلسلة التوريد. واستنادًا إلى نظرية الأنظمة الاجتماعية التقنية (STT)، تُعتبر التكنولوجيا متغيرًا مهمًا لتحسين العملية والمهام والهياكل [8]. تتألف نظرية STT من نظامين، هما النظام الاجتماعي والنظام التقني. عندما بدأت هذه الدراسة لاستكشاف استخدام التقنيات الجديدة في عصر الصناعة 4.0 في ليبيا، كان هناك نقص في الأبحاث المتعلقة بالبلوكتشين في سياق ليبيا. ولتضييق نطاق البحث، ركزنا على النظام التقني الذي يهتم بالعمليات والمهام والتكنولوجيا اللازمة لتحويل المدخلات إلى مخرجات [9]. وتُظهر تقنية البلوكتشين إمكانات هائلة لإعادة تشكيل هيكل المهام وإدارة القيود في سلاسل التوريد [10]. ومع ذلك، فإن الدراسات التي تناولت العلاقة بين البلوكتشين وتكامل وتعاون سلسلة التوريد قليلة جدًا.

لذلك، تسعى هذه الورقة إلى سد هذه الفجوة البحثية من خلال التركيز على السؤالين البحثيين الرئيسيين التاليين:

السؤال الأول: ما هي السمات الرئيسية لتقنية البلوكتشين التي تُطبق في إدارة سلسلة التوريد؟

السؤال الثاني: كيف تُسهم تقنية البلوكتشين في تمكين تكامل وتعاون سلسلة التوريد؟

للإجابة على أسئلة البحث، تم تصميم دراسة نوعية في هذه الدراسة. استخدمنا كلاً من البحث المكتبي وتقنيات المقابلات غير الرسمية للتعامل مع الأسئلة، وذلك لضمان موثوقية البحث وصحته. في البداية، قمنا بمراجعة الأدبيات ذات الصلة، والدراسات السابقة، والحالات العملية في مجالي البلوكتشين وسلسلة التوريد، واستخلصنا السمات الهامة لتقنية البلوكتشين. بعد ذلك، تم

إجراء مقابلات غير رسمية للتحقق من النتائج في الصناعات الليبية. بالإضافة إلى ذلك، استفسرنا من المشاركين في المقابلات عما إذا كانوا يرون أن تقنية البلوكتشين يمكن أن تساعد أعمالهم في تحسين التكامل والتعاون داخل سلسلة التوريد. وقد قدم أكثر من 80% من المستجيبين ردود فعل إيجابية بشأن تقنية البلوكتشين. وقد تُظهر النتائج التأثيرات العملية للبلوكتشين على إدارة سلسلة التوريد من خلال تسليط الضوء على التكامل والتعاون داخلها.

ينظم باقي البحث على النحو التالي: يصف القسم 2 الأدبيات ذات الصلة والمعلومات الخلفية، ويقدم القسم 3 بإيجاز منهجية البحث، بينما يعرض القسم 4 نتائج البحث. يناقش القسم 5 السمات العملية الهامة والتحديات المحتملة، وأخيرًا، يختتم القسم 6 البحث مع توجيه اتجاهات بحث مستقبلية.

2. مراجعة الأدبيات

البلوكتشين هو دفتر أستاذ رقمي موزع يمكن برمجته لتوزيع وتخزين البيانات. ويُعرف أيضًا باسم "دفتر الأستاذ الموزع"، والذي يعتمد على شبكة الند للند (P2P) أو شبكة لامركزية، تتكون من تسلسل مستمر من الكتل. يشير [11] إلى أن مصطلحي "البلوكتشين" و"دفتر الأستاذ الرقمية" غالبًا ما يُستخدمان بالتبادل. في شبكة البلوكتشين، يمكن لجميع الأطراف مشاركة وتسجيل الكتل في آن واحد، على أن يتم التحقق من صحتها واعتمادها من قبل جميع المستخدمين في الشبكة. تُربط الكتل بواسطة دالة التجزئة التشفيرية، حيث يمكن تتبع كل معاملة من خلال فحص معلومات الكتلة المرتبطة بمفاتيح التجزئة [12]. يؤكد مؤيدو البلوكتشين أن الشفافية والسرعة وإمكانية الوصول وعدم إمكانية التزوير هي الركائز الأساسية لهذا النموذج الجديد ويقترح [13] أن البلوكتشين هو قاعدة بيانات لامركزية تحتوي على كتل متتالية مرتبطة تشفيرياً لتسجيل معاملات الأصول الموقعة رقمياً، وُتدار بواسطة نموذج إجماع.

جميع دفاتر الأستاذ تكون مشفرة ومرفوعة إلى شبكة الكتل مع طابع زمني، بحيث تندمج جميع الكتل في تسلسل زمني يشكل الكتاب الكامل. ومن الواضح أنه إذا رغب مستخدم في تغيير سجل ما، فعليه تعديل سجلات الكتاب بأكمله، لأن البلوكتشين يستخدم قاعدة بيانات موزعة تخزن جميع البيانات، والمفهوم الأساسي للبلوكتشين هو الحوسبة الموزعة بدلاً من المركزية. بمعنى آخر، لن تنجح العملية إذا قام القراصنة بتغيير المعلومات في كتلة واحدة فقط. لا توفر الحوسبة الموزعة تكلفة الحساب فحسب، بل تحل أيضًا مشكلة أمان البيانات، إذ يمتلك جميع المشاركين "الكتاب" نفسه. بالإضافة إلى ذلك، في شبكة البلوكتشين، يقوم كل عقدة بنقل البيانات باستخدام نهج الند للند لتقليل تكلفة تحقيق اللامركزية. ونظرًا لعدم وجود خادم مركزي، تُخزن جميع البيانات على أجهزة الكمبيوتر الفردية، وبالتالي لا يمكن لأي منظمة تغيير البيانات دون الحصول على إجماع عبر شبكة البلوكتشين بأكملها. على العكس من ذلك، عندما تحدث معاملة جديدة في الشبكة بأكملها، يقوم الجميع بالتحقق منها وإضافتها إلى "كتبتهم"

إدارة سلسلة التوريد هي دمج التدفقات المادية والمعلوماتية والمالية ضمن شبكة من الشركات أو المؤسسات. يتعين على شركاء سلسلة التوريد المتعددين العمل معًا بتعاون لإنتاج وتسليم المنتجات والخدمات إلى المستهلك. يُغير مفهوم إدارة سلسلة التوريد بشكل جذري طبيعة المؤسسة، إذ لم يعد التحكم قائمًا على السيطرة المباشرة على العمليات الداخلية، بل يعتمد على التكامل بين المنظمات الأعضاء في سلسلة التوريد [14].

يُعتبر التعاون في سلسلة التوريد عاملاً مهمًا لتحقيق حل يضمن فوز جميع أصحاب المصلحة في السلسلة [15]. علاوة على ذلك، يؤكد [16] أن التعاون يتجاوز مجرد التكامل ليشمل الالتزامات طويلة الأمد لمشاركة التكنولوجيا والتخطيط والأنظمة

المتكاملة للرقابة بشكل وثيق. هناك أشكال مختلفة من التعاون في سلسلة التوريد تشمل التخطيط التعاوني، واتخاذ القرارات التعاوني، والتنفيذ التعاوني [17]. ويتطلب التعاون في سلسلة التوريد مستوى عاليًا من الالتزام والثقة والقرارات المشتركة وتبادل المعلومات .

يشمل تكامل سلسلة التوريد التكامل الداخلي والخارجي، بالإضافة إلى تكامل الموردين والعملاء [18]. إن المستوى العالي من تكامل وتعاون سلسلة التوريد يؤدي إلى تحقيق مستويات أفضل من الأداء في سلسلة التوريد. في هذه الورقة، نعتبر تكامل وتعاون سلسلة التوريد بمثابة قدرة للمؤسسة على الإحساس والتعاون والتنسيق وإعادة تشكيل العناصر في سلسلة التوريد، بما يشمل التكامل الداخلي بين الأقسام والتكامل الخارجي مع الموردين والعملاء.

يرى [19] أن القدرة تُعرّف بأنها القدرة على استخدام الموارد لأداء مهمة أو نشاط ما؛ إذ يعرفون المورد بأنه أي شيء، ملموس أو غير ملموس، تمتلكه أو تكتسبه المؤسسة، بما في ذلك التكنولوجيا. ومن هذا المنطلق، يمكن فهم البلوكتشين كوسيلة تقنية تساهم في تيسير قدرة المؤسسة على التكامل والتعاون من وجهة نظر قائمة على الموارد (RBV) في هذه الدراسة.

3. المنهجية

أجرينا بحثًا نوعيًا لمعالجة أسئلة البحث. كجزء من تصميم البحث النوعي، تم استخدام منهج تفسيري لفهم السمات المهمة لتقنية البلوكتشين لتعاون وتكامل سلسلة التوريد. يتطلب النهج التفسيري من الباحث أن يفهم المعنى الذاتي للظاهرة والعمل الاجتماعي.

تم تطبيق أساليب بحث مختلطة شملت البحث المكتبي، المقابلات غير الرسمية، ودراسة الحالة في هذه الدراسة. أولاً، أجرينا بحثًا مكتبيًا لتحديد السمات الرئيسية للبلوكتشين فيما يتعلق بإدارة سلسلة التوريد. قدم هذا البحث الأساس للمقابلة غير الرسمية ودراسة الحالة التي نُظمت للتحقق من وفهم العلاقة بين السمات الرئيسية وتعاون وتكامل سلسلة التوريد. نظرًا لأن المقابلة غير الرسمية أجريت في ليبيا، فقد تم استخدام دراسة الحالة لدعم النتائج من خلال حالات دولية.

تم استخدام قاعدة بيانات Scopus التابعة لـ Elsevier، وهي أكبر قاعدة بيانات لمختصات ومراجع الأدبيات التي يتم مراجعتها من قبل الأقران، كمصدر رئيسي لمراجعة الأدبيات في هذه الدراسة. تناولنا السؤال الأول من خلال مراجعة الأدبيات ذات الصلة وركزنا على منطقتين رئيسيتين:

➤ "blockchain" AND "supply chain management" (296 مقالة)

➤ "blockchain" AND "attributes" (38 مقالة)

➤ "blockchain" AND "attribute" AND "supply chain" (5 مقالات)

➤ "blockchain" AND "supply chain collaboration" OR "supply chain integration" (10 مقالات)

(مقالات)

للبحث في عنوان المقالة، الملخص، والكلمات المفتاحية في المقالات الإنجليزية من المجالات العلمية، مقالات المؤتمرات، والمواد الأكاديمية. تم مراجعة القوائم الناتجة عن البحث، وإزالة النتائج المكررة، واستبعاد المقالات غير المتعلقة بتكامل وتعاون سلسلة التوريد، مما أدى إلى اختيار نهائي لـ 45 مقالة. زاد عدد المقالات المنشورة عن البلوكتشين وإدارة سلسلة التوريد بشكل كبير منذ عام 2018، وكانت غالبية الدراسات المنشورة في المراحل المبكرة تحمل سمات متشابهة للغاية، لذلك لم نقم بالاستشهاد بجميع المقالات البحثية في النتائج.

استخدمت المقابلات غير الرسمية والحالات الدولية للتحقق من السمات المستخلصة من البحث المكتبي ولإظهار التطبيقات الشائعة الحالية للبلوكتشين في سلاسل التوريد وكيف يمكن أن تمكّن البلوكتشين تعاون وتكامل سلسلة التوريد. أُجريت المقابلات غير الرسمية في ليبيا. كما تم الاتصال بسبعة عشر مديراً تنفيذياً ورؤساء تنفيذيين وباحثين خلال مؤتمرات وورش عمل. طلبنا منهم اختيار التطبيق الحالي للبلوكتشين في مؤسساتهم. كشفت النتائج عن تطبيقات شائعة للبلوكتشين مثل تبادل المعلومات، التتبع، والأتمتة في التحول الرقمي. بالنظر إلى قلة الشركات التي تستخدم البلوكتشين في ليبيا، يعتبر حجم العينة مرضياً. تم تطبيق الحالات الدولية لمعالجة أسئلة البحث ودعم وتأكيد النتائج في ليبيا. قد يشير هذا إلى أن البلوكتشين تمكّن التعاون والتكامل في سلسلة التوريد.

4. النتائج

في هذا القسم، نقدم النتائج التي تشمل السمات الهامة لتقنية البلوكتشين والتطبيقات العملية الشائعة لها في تكامل وتعاون سلسلة التوريد.

أ. السمات الهامة للبلوكتشين

تُعتبر تقنية البلوكتشين أداة قوية لتحسين كفاءة وفعالية العمليات التجارية والمعاملات [20]. ولذلك، فمن الضروري فهم السمات و/أو الوظائف التي يمكن استخدامها لتعزيز القدرات و/أو العلاقات بين شركاء الأعمال في سلاسل التوريد وتحسين الكفاءة والفعالية العامة لأداء سلسلة التوريد. في هذا القسم الفرعي، نقوم أولاً بمراجعة الدراسات السابقة وتحديد السمات الرئيسية لتقنية البلوكتشين؛ ثم نناقش العلاقات بين هذه السمات وتكامل وتعاون سلسلة التوريد.

توفر دفاتر الأستاذ الرقمية بعض السمات الهامة التي يمكن اعتمادها في سلسلة التوريد [21]. ففي الدراسات السابقة، أشار [22] إلى أن البلوكتشين يعزز الشفافية والأمان والأصالة وقابلية التدقيق. كما درس [23] سمات البلوكتشين، بما في ذلك اللامركزية، والأمان، والوضوح، والثقة في سلاسل التوريد للحديد والصلب. وذكر [24] أن السمات الرئيسية للبلوكتشين تشمل اللامركزية، والثبات، والسرية، وقابلية التدقيق، وأن الخصائص الهامة للبلوكتشين تتمثل في كونه لامركزياً، ومُتحققاً منه، وغير قابل للتغيير.

أكد [25] على أن الثقة مهمة لشبكة الأعمال، حيث يوفر البلوكتشين نوعاً من الضمان يكون أقل تكلفة وخدمة موحدة للشركات. كما جادل [26] بأن البلوكتشين يمكن أن يوفر توافرية خدمة أعلى بتكاليف أقل بكثير لبعض أنواع التطبيقات التجارية والمؤسسية.

في الأدبيات، وعلى الرغم من أن الدراسات السابقة قد استخدمت تسميات مختلفة لنفس السمة، فقد تم دمج وتلخيص بعض السمات ذات الأسماء المتشابهة في السمات الرئيسية للبلوكتشين كالآتي:

غير قابل للتغيير

في تقنية البلوكتشين، تُرتب جميع المعاملات أو السجلات باستخدام دالة التجزئة في سلسلة من الكتل، وترتبط كل كتلة بالأخرى بشكل متسلسل. تُستخدم تقنيات التجزئة والتشفير لإنشاء البيانات المخزنة في البلوكتشين، مما يجعلها تكاد تكون غير قابلة للتغيير نظراً للقدرة الحاسوبية الهائلة المطلوبة لتعديل الحالة الأصلية للكتلة. وهذا لا يسمح فقط للأطراف المختلفة في الشبكات بنقل القيمة أو الأصول، بل يُنشئ أيضاً شبكة مبنية على الثقة باستخدام الرياضيات المعقدة [21].

وعلى الرغم من أن خاصية "عدم القابلية للتغيير" قد تُعتبر بُعدًا من أبعاد الأمان، فإن لهذه السمة الفريدة تطبيقات عملية هامة في عالم الأعمال، مثل تحسين إمكانية تتبع المنتجات في سلاسل التوريد والعمليات اللوجستية [2]. بناءً عليه، تعتبر هذه الورقة عدم القابلية للتغيير واحدة من السمات الهامة لتقنية البلوكتشين.

الثقة

توفر تقنية البلوكتشين آلية ثقة جديدة تعتمد على التكنولوجيا التشفيرية وشبكة لامركزية موزعة. علاوةً على ذلك، لا تتطلب البلوكتشين الثقة في طرف ثالث. تعتبر العلاقة الجيدة المبنية على الثقة المتبادلة ذات أهمية حيوية في سلسلة التوريد [27]. يعمل نظام البلوكتشين بدون الحاجة إلى الاهتمام بالثقة، مما يجعل المعاملات "خالية من الثقة". هذه السمة الهامة للبلوكتشين تمكن شركاء الأعمال المختلفين من التعاون دون الحاجة إلى الثقة التقليدية. بالإضافة إلى ذلك، يسهل نظام البلوكتشين مشاركة المعلومات بين شركاء سلسلة التوريد. تسهم الشبكة التي لا تعتمد على الثقة بشكل كبير في تعزيز العلاقات بين مختلف شركاء سلسلة التوريد [28].

اللامركزية

البلوكتشين هو شبكة نظير إلى نظير. يغير طريقة تخزين البيانات ومشاركتها. يحتفظ كل عضو بنسخته الخاصة من السجل في شبكة البلوكتشين. في النظام اللامركزي، لم تعد البيانات تُخزن في قاعدة بيانات مركزية، وتصبح البيانات غير قابلة للتغيير وشفافة لجميع أعضاء الشبكة. لا يوجد طرف ثالث للتحقق من صحة كتلة من المعاملات. في نظام سلسلة التوريد، تعزز شبكة البلوكتشين اللامركزية الرؤية بين شركاء سلسلة التوريد الذين يمكنهم الوصول إلى المعلومات بدون إذن. تدعم تقنية البلوكتشين الانتقال الرقمي من المنصات الخاضعة للسيطرة المركزية إلى المنصات اللامركزية في عصر الصناعة 4.0. كما تدعم التصنيع الموزع واتخاذ القرارات اللامركزي، مما يوفر بيئة أكثر مرونة لجميع المستخدمين. على سبيل المثال، في صناعة تصنيع السيارات، يمكن لموردي المصنع تعديل جدول التسليم بسبب مشكلات غير متوقعة. لحسن الحظ، ستتلقى جميع الشركات الأخرى عبر سلسلة التوريد هذا التحديث على الفور، مما يتيح لشركاء سلسلة التوريد اتخاذ قراراتهم بشكل متكرر وفعال. كما تضيف اللامركزية مزيدًا من الأمان نظرًا لأن البيانات المخزنة على عقدة واحدة يجب أن يتم التحقق منها وبثها إلى جميع العقد في الشبكة. بعبارة أخرى، يمكن للعقد الأخرى عمل نسخ احتياطية ومنع التعطيل في حالة فشل عقدة ما. هذه سمة مهمة لمنع تعطل سلسلة التوريد بسبب فشل في شبكة معلومات مركزية [29].

الشفافية والرؤية

تعتبر الشفافية والرؤية سمة هامة أخرى لتقنية البلوكتشين [30]. نظرًا لأن البلوكتشين شبكة لامركزية للغاية تختلف عن قاعدة البيانات المركزية التقليدية، يمكن لجميع المستخدمين المختلفين تلقي التحديثات في الشبكة تقريبًا في الوقت نفسه. في سلاسل التوريد، يمكن حل العديد من المشكلات أو حالات عدم اليقين عن طريق مشاركة المعلومات في الوقت الفعلي. خلال عملية سلسلة التوريد، إذا كان يجب تعديل المكونات وتحديث النظام، وإبلاغ جميع الشركات المعنية، يمكن لتقنية البلوكتشين تحديث جميع المستخدمين وأصحاب المصلحة ذوي الصلة في الوقت نفسه. على سبيل المثال، استبدال معرف الإنتاج يمكن أن يكون له تأثير كبير على العملية بأكملها، لذا يجب على شركة التوصيل، والمصنع، وقسم إدارة المخزون أن يكونوا على دراية بهذا التغيير على الفور. مثال آخر هو مشاركة معلومات طلبات العملاء عبر شبكة سلسلة التوريد بأكملها، مما قد يقلل

بشكل كبير من تكاليف المخزون، ولكنه من الصعب مزامنة جميع شركاء سلسلة التوريد في شبكة تقليدية. في هذه الحالة، تسهم تقنية البلوكتشين في تسهيل الشفافية والرؤية في الشبكة.

ب. الاستخدامات العملية لتقنية البلوكتشين

في هذه القسم، يتم استعراض الاستخدامات العملية لتقنية البلوكتشين في إدارة سلاسل التوريد. يمكن فهم سلسلة التوريد بشكل بسيط على أنها تتكون من ثلاث مراحل تشمل المصدر، التصنيع، والتوصيل. ومع ذلك، فإن سلسلة التوريد هي نظام معقد يتأثر بالعديد من العوامل التي تحتاج إلى دراسة دقيقة قبل تطبيق البلوكتشين في الأعمال. بالإضافة إلى ذلك، قد تختلف الأولويات أو المتطلبات بناءً على الصناعة. فعلى سبيل المثال، قد تتطلب صناعة الأغذية مستوى عالي من الجودة ومعايير سلامة الأغذية على امتداد سلسلة التوريد. أما صناعة الغابات، فقد تركز على تحسين كفاءة العمليات وخفض تكاليف النقل. بينما قد تركز صناعة الأدوية على تحسين الابتكار وتطوير المنتجات. لذا، من المهم تقييم استخدام البلوكتشين بناءً على المتطلبات الخاصة بكل صناعة [31].

تم إجراء مقابلة غير رسمية للتحقق من النتائج في ليبيا، ولكن لم تركز المقابلة على صناعة معينة. ومع ذلك، ركزت الدراسة على ثلاث استخدامات عملية مهمة: مشاركة المعلومات، التتبع، وأتمتة التحول الرقمي، التي تم تأكيدها في المقابلة الغير رسمية وتبدو شائعة في تطبيقات البلوكتشين. تبنت مجموعة أبحاث تكنولوجيا المعلومات ثلاث حالات دولية لعرض استخدام تقنية البلوك تشين في التعاون والتكامل في سلاسل التوريد [32].

مشاركة المعلومات (IBM Maersk)

في العمليات التقليدية لسلسلة التوريد، خاصة في الأعمال الدولية، هناك العديد من الاتصالات والمستندات التي تتطلب جهوداً كبيرة ووقتاً طويلاً لإتمامها، بما في ذلك المستندات القانونية والعقود التي تتطلب تكاليف لتوفيرها ونقلها. تقنية البلوكتشين قد تقدم حلاً حيث يمكن تحميل المستندات ومشاركتها مع الأقسام أو الشركات الفردية، مما يقلل بشكل كبير من الجهود اللازمة للاتصالات أو نقل المستندات ويحسن من مشاركة المعلومات في سلسلة التوريد [33].

على سبيل المثال، طورت IBM و Maersk بلوكتشين للشحن يُعرف بـ "TradeLens"، وهو منصة تتيح مشاركة العمليات الدولية لسلسلة التوريد في الوقت الفعلي. حيث يتم مشاركة حالة النقل مع كل مستخدم، مما يسمح للجميع بتلقي المعلومات الحديثة على الفور. بالتالي، تساهم تقنية البلوكتشين في تكامل شبكة سلسلة التوريد، مما يساعد الأعمال على خفض التكاليف وتحسين التعاون ومشاركة المعلومات.

التتبع (Carrefour)

التتبع يُعرف أيضاً باسم التدقيق أو الفحص. يمكن استخدام تقنية البلوكتشين لتوفير التعرف وتتبع المواد الخام والمنتجات النهائية في سلاسل التوريد. نظراً لتصميم البلوكتشين، يمكن لجميع المستخدمين تتبع الكتل بسهولة في الشبكة. كما أن البيانات في الوقت الحقيقي تضيف قيمة لعمليات الأعمال. حيث تحتوي كل كتلة على معلومات هامة مثل المنتجات وتاريخ العمليات والشحنات، مما يساهم في تحسين الشفافية والرؤية في سلاسل التوريد [34].

في مارس 2019، استخدمت Carrefour تقنية البلوكتشين لتعزيز التتبع في سلسلة توريد الحليب. تتيح البلوكتشين تبادل المعلومات بين المنتجين والموردين والعملاء بأمان عبر سلسلة التوريد. يمكن للعملاء وشركاء الأعمال مسح رمز QR على

زجاجات الحليب للتعرف على المشاركين في سلسلة التوريد وإجراء فحوص الجودة. هذه التقنية تعزز التكامل والتعاون في سلسلة التوريد من خلال إضافة الثقة والالتزام طويل الأجل.

5. المناقشة

تُعتبر تقنية البلوكتشين واحدة من التقنيات الناشئة في عصر الثورة الصناعية الرابعة. توفر هذه التقنية وسيلة لتخزين، التحقق، ومشاركة بيانات المعاملات بين العقد المختلفة. قد تساعد هذه التقنية الشركات على بناء شبكة بدون الحاجة إلى الثقة المتبادلة [11] وتحسين تدفق السلع والمعلومات والمال في سلاسل التوريد. من الممكن أن تُحدث هذه التقنية تغييرات جذرية في عالم الأعمال. ومع ذلك، فإن البلوك تشين وحدها لن تؤدي إلى هذه التغييرات الجذرية، بل يجب تطبيقها بشكل فعال في سياقات أعمال محددة. تركز هذه الدراسة على تقنية البلوك تشين وتكامل وتعاون سلاسل التوريد [21].

أصبح تكامل وتعاون سلاسل التوريد اتجاهاً هاماً في إدارة سلاسل التوريد. لا يقتصر التكامل والتعاون في سلسلة التوريد على خفض التكاليف فقط، بل يخلق أيضاً قيمة للعملاء، المصنعين، شركاء سلسلة التوريد والمساهمين. يُعتبر تكامل وتعاون سلسلة التوريد ممارسة رئيسية لتحقيق الفعالية والكفاءة، ويُمكن أن يمنح الشركات فرصة للتركيز على أعمالها الأساسية والتنافس في السوق الدولي. بالإضافة إلى ذلك، تم التعرف على إدارة سلسلة التوريد الفعالة باعتبارها عاملاً رئيسياً في تمييز المنتجات والخدمات واكتساب ميزة تنافسية واستدامة للشركات. في هذه الورقة، تم العثور على أن تقنية البلوكتشين يمكن أن تعزز تكامل وتعاون سلاسل التوريد من خلال تسهيل مشاركة المعلومات، التتبع، والأتمتة في التحول الرقمي [12] [32]. هناك خصائص مشتركة بين البلوكتشين وشبكات سلاسل التوريد. أولاً، كل من البلوكتشين وسلسلة التوريد عبارة عن هيكل شبكي، يتكونان من مستخدمين مختلفين، عقد، وشركاء داخليين أو خارجيين. ثانياً، البلوكتشين عبارة عن شبكة لا مركزية، ومعظم شركاء الأعمال والشركات يتخذون قرارات لا مركزية في سلاسل التوريد التقليدية. ثالثاً، يعتمد كل من البلوكتشين وشبكات سلاسل التوريد بشكل كبير على العلاقات بين العقد والشركاء. رابعاً، يتطلب كل من البلوكتشين وسلاسل التوريد مستوى معيناً من التعاون والتكامل.

وفقاً لنظرية الموارد (RBV)، تتكون موارد الشركة من مهارات، قدرات، موارد مالية، موارد بشرية ومادية، بما في ذلك التكنولوجيا. يتم تنسيق هذه الموارد ونشرها لتوليد ميزة تنافسية. تعزز تقنية البلوكتشين قدرات التكامل والتعاون في سلاسل التوريد من خلال خصائصها الرئيسية مثل عدم القابلية للتغيير، الثقة، اللامركزية، الشفافية والرؤية، وتساعد الشركات على تحقيق ميزة تنافسية [33].

كما تم مناقشته سابقاً، لا تزال تقنية البلوكتشين في مرحلة التطور. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام تقنيات أخرى مثل الروبوتات، الجيل الخامس، الذكاء الاصطناعي (AI)، إنترنت الأشياء (IoT)، الطباعة ثلاثية الأبعاد والبيانات الضخمة مع تقنية البلوكتشين في عصر الثورة الصناعية الرابعة. على سبيل المثال، يمكن لنظام إنترنت الأشياء مساعدة البلوكتشين في تعزيز التتبع من خلال ربط المستشعرات، مما يسمح للمستهلكين وتجارة التجزئة بتتبع العمليات بالكامل. تطبيقات أخرى تشمل مراقبة عملية التسليم، وتعلم الآلة لتنظيم الموارد المتاحة وتوقع المخاطر المحتملة، وتتبع أصل المواد الخام. قد تُظهر البلوكتشين ميزات أكثر أهمية في المستقبل. حتى الآن، يمكن القول إن التتبع هو أحد الميزات العملية الهامة لتقنية البلوكتشين في سلاسل التوريد. يمكن استخدام التتبع لأغراض تجارية مختلفة مثل مراقبة الجودة، اللوجستيات العكسية، مكافحة التزوير، مراقبة الخدمات والامتثال للوائح. تساعد تقنية البلوكتشين الشركات في تسجيل معلومات مهمة من مختلف الشركاء في سلسلة التوريد مثل الكمية، الشروط، الموقع، والوقت، مما يتيح للشركاء تتبع الأصل بسهولة.

أ. التحديات المحتملة

ركزت معظم الدراسات السابقة على مناقشة التحديات أو المشكلات المحتملة لتقنية البلوكتشين من منظور تقني، مثل التعقيد، القابلية للتوسع، مشكلات الخصوصية، الأمان، التعدين الأناني، والتطبيقات المستقبلية [35]. في هذه الدراسة، تم تحديد بعض التحديات المحتملة لتطبيق البلوكتشين في سلاسل التوريد في ليبيا.

مشكلة التنظيم: يُعد التنظيم مسألة رئيسية في ليبيا. في العادة، تُدار قواعد البيانات التقليدية بواسطة طرف ثالث. ومع ذلك، لا يوجد في الشبكة اللامركزية طرف ثالث يتحكم في المعاملات والبيانات. يجادل بأن سلامة البيانات تُعتبر قضية أساسية في بيئة البلوكتشين، مما يثير تساؤلاً مهماً في سلاسل التوريد: كيف يمكن للشركاء التجاريين ضمان دقة البيانات القادمة من مختلف العقد؟ هناك اقتراحان لمواجهة هذه المشكلة:

- أولاً، يمكن ربط البلوكتشين مباشرة بإنترنت الأشياء (IoT) والعقود الذكية لضمان سلامة البيانات [36].
- ثانياً، قد يؤدي نقص التنظيم إلى العديد من المشكلات المحتملة، لذلك يجب على الحكومات العمل مع أصحاب المصلحة لتحسين اللوائح المتعلقة بالبيانات في الصناعات.

التكلفة الإضافية والمخاطر المرتبطة بتطبيق البلوكتشين: التكلفة أو المخاطر الإضافية لتطبيق تقنية البلوكتشين داخل الشركات تعتبر تحدياً مهماً لإدارة الأعمال. هناك جدل دائم حول التكاليف والفوائد المرتبطة بتطبيق البلوكتشين في الشركات. تختلف تقنية البلوكتشين عن المعدات أو الأجهزة التقليدية، حيث لا تحتاج الشركات فقط إلى إنفاق أموال على البنية التحتية والتدريب، بل يتعين أيضاً على جميع الأطراف التجارية ذات الصلة تبني التغييرات المعقدة، مثل نماذج الأعمال الجديدة، والإجراءات الجديدة، والابتكار، والتعاونات.

بالرغم من ذلك، قد تسهم تقنية البلوكتشين في تبسيط وأتمتة المعاملات التجارية [37] من خلال تقليل الوقت وتقليل المخاطر في سلاسل التوريد المعقدة. ومع ذلك، يُنصح الشركات التي تهتم بتقنية البلوكتشين بإجراء بحث دقيق والحصول على رؤية واضحة لتطبيقات البلوكتشين من جميع الأطراف التجارية ذات الصلة قبل الاستثمار بكثافة في البلوكتشين أو التقنيات المرتبطة بها.

6. الخاتمة

في هذه الورقة، قمنا أولاً بتقديم نظرة عامة على تقنية البلوكتشين، وحددنا وشرحنا السمات المهمة للبلوكتشين. ثم ألقينا نظرة أقرب على الاستخدامات العملية للبلوكتشين في سلاسل التوريد. يحتوي نظام سلسلة التوريد عادة على مجموعة من الشركات وأنواع مختلفة من التدفقات مثل المعلومات، والتمويل، والبضائع. يعد التعاون مع الشركاء التجاريين ودمج هذه التدفقات أمراً حاسماً لتحسين الأداء العام وخلق مزايا تنافسية للشركات.

في الأدبيات، تم تسليط الضوء على أن للبلوكتشين العديد من الميزات القوية التي يمكن استخدامها على نطاق واسع في مختلف المجالات. جادلت هذه الورقة بأن البلوكتشين قد يسهل التعاون والتكامل في سلاسل التوريد. بالإضافة إلى ذلك، فإن تطبيقات البلوكتشين، مثل مشاركة المعلومات، التتبع، والأتمتة، يمكن أن تعزز التعاون والتكامل في سلاسل التوريد. كما ناقشت الورقة بعض الأسئلة المحتملة المتعلقة بتطبيق البلوكتشين في سلاسل التوريد.

البحث كشف أن تقنية البلوكتشين لا تزال جديدة نسبياً، ولم يتم استخدامها على نطاق واسع في ليبيا. وقد أثرت بعض التساؤلات حول تطبيقها. هناك بعض القيود في هذه الدراسة: أولاً، تم دراسة عدد قليل من الشركات في ليبيا، مما قد يجعل من الصعب تعميم النتائج. ثانياً، الدراسة استكشافية وتوضح أن البلوكتشين يعزز التعاون والتكامل في سلاسل التوريد، لكنها لم تتناول بعمق الصناعات المحددة أو المشكلات الخاصة. وبالتالي، من المهم إجراء المزيد من الأبحاث حول البلوكتشين في صناعات معينة واستكشاف المزيد من المزايا والتطبيقات التي يمكن تطبيقها في العمليات التجارية بناءً على نظرية STT.

الاتجاهات المستقبلية للبحث

تحديد احتياجات الأعمال: يجب تحديد احتياجات الأعمال على مستوى عالٍ، سواء كانت متعلقة بتقديم الخدمات أو تحسين الكفاءة أو تقليل التكاليف.

استكشاف التكنولوجيا: البحث في التكنولوجيا لاستكشاف كيفية تطوير خدمات مبتكرة بناءً على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الجديدة.

أخيراً، يُقترح أن يتم دمج البلوكتشين مع تقنيات أخرى مثل إنترنت الأشياء (IoT)، العقود الذكية، الذكاء الاصطناعي (AI)، الطباعة ثلاثية الأبعاد، شبكات 5G، ومنصات البيانات الضخمة. كما ينبغي دعوة المستخدمين النهائيين والشركات لتقديم أفكار لخدمات مبتكرة. يجب أن تركز الأبحاث المستقبلية على صناعات محددة لتحليل العقبات ذات الصلة واقتراح استراتيجيات جديدة لحل المشكلات التجارية.

ستساعد هذه الدراسة الحكومات والمديرين والباحثين في فهم أفضل لكيفية استخدام البلوكتشين في الأعمال، خاصة في إدارة سلسلة التوريد، وستسهم في الأدبيات المتعلقة بالبلوكتشين وإدارة سلاسل التوريد.

المراجع

- [1] Rahal, I., & Khalifa, Z. (2024). Optimization of Educational Supply Chain Management with Blockchain Technology. *University of Zawia Journal of Engineering Sciences and Technology*, 2(2), 97-107.
- [2] Khalifa, Z., & Rahal, I. (2024). Integration of Blockchain Technology in the Sustainable Supply Chain Management. *International Science and Technology Journal*, 34(1), 1-23.
- [3] نسرين الصواني, & طارق الصواني. (2024). تكنولوجيا البلوكتشين في نظام الرعاية الصحية في ليبيا: دراسة حالة لإدارة جائحة [3] *NAJSP* كوفيد-19. مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي
- [4] ابولقاسم محمد على انفيص, حسين خليفة موسى, & ايمان بلقاسم رحال. (2024). الصناعة 4.0 وتقنية البلوكتشين والبيانات الضخمة [4] *Surman Journal of Science and Technology*. 458-447, 6(2), مراجعة تحليلية.
- [5] Rahal, I., & Elloumi, A. (2024). A Multi-Objective Model for Perishable Products Supply Chain Optimization. *Iranian Economic Review*.
- [6] Rahal, I. (2024). The Supply Chain Management for Perishables Products: A Literature Review
- [7] Rahal, I., & Elloumi, A. (2022). The analysis of the Bullwhip effect on the supply chain management of perishable products

- [8] Li, Y. (2024). The factors influencing the continuance intention of MOOCs: The perspective of socio-technical approach. *Education and Information Technologies*, 1-30.
- [9] Mensonides, D., Smit, A., Talsma, I., Swart, J., & Broersma, M. (2024). Digital literacies as socially situated pedagogical processes: Genealogically understanding media, information, and digital literacies. *Media and Communication*, 12, 8174.
- [10] Chowdhury, S., Rodriguez-Espindola, O., Dey, P., & Budhwar, P. (2023). Blockchain technology adoption for managing risks in operations and supply chain management: evidence from the UK. *Annals of operations research*, 327(1), 539-574.
- [11] Swan, M. (2017). Anticipating the economic benefits of blockchain. *Technology innovation management review*, 7(10), 6-13.
- [12] Chen, G., Xu, B., Lu, M., & Chen, N. S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1-10.
- [13] Sultan, K., Ruhi, U., & Lakhani, R. (1806). Conceptualizing blockchains: Characteristics & applications. arXiv 2018. *arXiv preprint arXiv:1806.03693*.
- [14] Imen, R., & Abdelkarim, E. (2024). Supply Chain Management for Perishable Products: A Literature Review. *IUP Journal of Supply Chain Management*, 21(1).
- [15] Tsou, C. M. (2013). On the strategy of supply chain collaboration based on dynamic inventory target level management: A theory of constraint perspective. *Applied Mathematical Modelling*, 37(7), 5204-5214.
- [16] Nitsche, A. M., Franczyk, B., Schumann, C. A., & Reuther, K. (2024). A Decade of Artificial Intelligence for Supply Chain Collaboration: Past, Present, and Future Research Agenda. *Logistics Research*, 17(1).
- [17] Baah, C., Acquah, I. S. K., & Ofori, D. (2022). Exploring the influence of supply chain collaboration on supply chain visibility, stakeholder trust, environmental and financial performances: a partial least square approach. *Benchmarking: An International Journal*, 29(1), 172-193.
- [18] Tarigan, Z., Mochtar, J., Basana, S., & Siagian, H. (2021). The effect of competency management on organizational performance through supply chain integration and quality. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(2), 283-294.
- [19] Unver, S., & Ergenc, I. (2021). Safety risk identification and prioritize of forest logging activities using analytic hierarchy process (AHP). *Alexandria Engineering Journal*, 60(1), 1591-1599.
- [20] Romano, D., & Schmid, G. (2021). Beyond bitcoin: recent trends and perspectives in distributed ledger technology. *Cryptography*, 5(4), 36.
- [21] Tapscott, D., & Tapscott, A. (2019). Blockchain. *Rewolucja*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.

- [22] Jawaji, O., Asnani, B., Balasubramanian, S., & Poovammal, E. (2020). Tracing products in a supply chain using blockchain. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(6), 2186-2200.
- [23] Yang, A., Li, Y., Liu, C., Li, J., Zhang, Y., & Wang, J. (2019). Research on logistics supply chain of iron and steel enterprises based on block chain technology. *Future Generation Computer Systems*, 101, 635-645.
- [24] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International journal of web and grid services*, 14(4), 352-375.
- [25] Mansfield-Devine, S. (2017). Beyond Bitcoin: using blockchain technology to provide assurance in the commercial world. *Computer Fraud & Security*, 2017(5), 14-18.
- [26] Conte de Leon, D., Stalick, A. Q., Jillepalli, A. A., Haney, M. A., & Sheldon, F. T. (2017). Blockchain: properties and misconceptions. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 286-300.
- [27] Luo, Y., Huang, Y., & Wang, S. L. (2012). Guanxi and organizational performance: A meta-analysis. *Management and Organization Review*, 8(1), 139-172.
- [28] Marty, J., & Ruel, S. (2024). Why is “supply chain collaboration” still a hot topic? A review of decades of research and a comprehensive framework proposal. *International Journal of Production Economics*, 273, 109259.
- [29] Odimarha, A. C., Ayodeji, S. A., & Abaku, E. A. (2024). The role of technology in supply chain risk management: Innovations and challenges in logistics. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 138-145.
- [30] Goecks, L. S., Habekost, A. F., Coruzzolo, A. M., & Sellitto, M. A. (2024). Industry 4.0 and Smart Systems in Manufacturing: Guidelines for the Implementation of a Smart Statistical Process Control. *Applied System Innovation*, 7(2), 24.
- [31] Surucu-Balci, E., Iris, Ç., & Balci, G. (2024). Digital information in maritime supply chains with blockchain and cloud platforms: Supply chain capabilities, barriers, and research opportunities. *Technological Forecasting and Social Change*, 198, 122978.

- [32] Wiengarten, F., Humphreys, P., Gimenez, C., & McIvor, R. (2016). Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 171, 361-370.
- [33] Benton, M. C., Radziwill, N. M., Purritano, A. W., & Gerhart, C. J. (2018). Blockchain for Supply Chain: Improving Transparency and Efficiency Simultaneously. *Software Quality Professional*, 20(3).
- [34] Angeles, R. (2008, November). Anticipated IT infrastructure and supply chain integration capabilities for RFID and their associated deployment outcomes. In *Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services* (pp. 634-646).
- [35] Bai, C., & Sarkis, J. (2020). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. *International journal of production research*, 58(7), 2142-2162.
- [36] Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *IEEE access*, 4, 2292-2303.
- [37] Dobrovnik, M., Herold, D. M., Fürst, E., & Kummer, S. (2018). Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start. *Logistics*, 2(3), 18.