استخدام تقنية سلسلة الكتل لتحسين أداء سلسلة الإمداد

Using Blockchain Technology to Improve Supply Chain Performance

علاق حنان[1]

[1] جامعة الجزائر3، مخبر رأس المال البشري والأداء، الجزائر، allag.hanane@univ-alger3.dz

تاريخ الاستلام: 2023/04/29 تاريخ القبول: 2023/09/13 تاريخ النشر: 2023/09/15

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز أهمية استخدام سلسلة الكتل لتحسين أداء سلسلة الإمداد وكيفية مساهمتها في ذلك، حيث تعتبر سلسلة الإمداد عاملا أساسيا في نجاح المؤسسات وتحقيقها لأهدافها المرجوة، ونظرا للدور المحوري الذي تؤديه، توجب على المؤسسات مضاعفة جهودها لتحقيق مستويات عليا من الأداء، والعمل على الحد من المشاكل والمخاطر التي يمكن مواجهتها خلال الأنشطة المتعلقة بالإمداد والتي تؤثر سلبا على أدائها، وهذا ما يحتاج إلى استخدام أنظمة فعالة لتسجيل جميع المعاملات وتخزينها، ومتابعة سيرورة المراحل والأنشطة بداية من الحيازة على المواد الأولية إلى غاية تسليم المنتج النهائي إلى الزبون؛ ومن أجل ذلك، برزت الحاجة إلى استخدام تقنية سلسلة الكتل لدعم أنظمة سلسلة الإمداد.

وقد بيّنت الدراسة المساهمة الإيجابية لاستخدام سلسلة الكتل في تحسين أداء سلسلة الإمداد، باعتبارها تمكّن من تأمين التبادلات وتسجيل كل البيانات المتعلقة بالمعاملات والمنتجات، ومشاركتها مع جميع مستخدميها بطريقة آمنة وشفافة بفضل خاصيتي اللّامركزية والتشفير، كما تتيح إمكانية تتبع المنتجات في كل مراحل إنتاجها وتسويقها والتقليل من المخاطر الممكن مواجهتها.

كلمات مفتاحية: سلسلة الكتل؛ سلسلة الإمداد؛ تحسين الأداء.

تصنيفات JEL : O33، P47.

Abstract:

This study aims to highlight the importance of using blockchain to improve supply chain performance and how it contributes to that, as the supply chain is a key factor in the success of organizations and the achievement of their desired goals. Due to the pivotal role of the supply chain, the companies have to redouble their efforts to achieve higher performance levels and limit the problems that may be faced during the activities related to supply and negatively affect the performance. This needs the use of effective systems to record and store all the transactions, and to monitor the conduct of the phases and activities starting from possession of the raw materials till the delivery of the final product to the customer**.** Therefore, the need for the blockchain technique emerged to support the systems of supply chain. This study found the positive contribution of the use of the blockchain to improving the performance of the supply chain, as it enables securing exchanges, recording all data related to transactions and products, and sharing them with all its users in a secure and transparent manner thanks to the features of decentralization and encryption. Moreover, it allows for the possibility of tracking products at all stages of their production and marketing, and reducing the risks that may be encountered.

Keywords: Blockchain; Supply Chain; Performance Improvement.

Jel Classification Codes: O33, P47.

1. مقدمة:

تُؤدي سلسلة الإمداد دورا مهما في المؤسسات، لما تساهم به من إنشاء القيمة للزبائن وكسب رضاهم، والتحكم في التكاليف وزيادة الأرباح، وهي تضم شبكة من العلاقات التي تجمع كلا من الموردين، المنتجين، مزودي الخدمات، الموزعين والزبائن، فهي تشمل كل الأنشطة والمراحل المتعلقة بالإنتاج والبيع، وذلك بداية من الحصول على المواد الخام، تحويلها إلى منتج ووصولا إلى تسليمه إلى الزبون النهائي؛ وبذلك يصعب الحصول على نظرة شاملة على جميع العمليات التي تتم داخل السلسلة، مما يزيد من احتمال حدوث الأخطاء، المشاكل والتلاعبات، والتي تؤدي إلى ضعف أدائها خاصة من ناحية مدة الإنتاج وتسليم المنتجات، التكاليف والجودة.

وفي ظل التحول الرقمي، تواجه سلسلة الإمداد متطلبات جديدة ومتغيرة من الزبائن النهائيين الذين أصبحوا يفضلون العلاقات المشخصنة والمحوسبة، مما يسمح لهم بضمان صحة المعلومات التي يتلقونها والمنتجات التي يستخدمونها، وبذلك أصبحت هذه السلسلة تواجه العديد من التحديات والتي تتمثل في تلبية متطلبات الزبائن من جهة، ومن جهة أخرى صعوبة التحكم في جميع العمليات ومواجهة العديد من المخاطر؛ ومن أجل ذلك، ظهرت الحاجة إلى استخدام تقنية فعالة وموثوقة لإجراء المعاملات وتسجيلها وحفظها للاستفادة منها في تحديد الأخطاء والمشاكل، تطوير عملية الإنتاج وزيادة كفاءتها وتلبية متطلبات الزبائن، فتم الاعتماد على تقنية سلسلة الكتل.

استخدمت تقنية سلسلة الكتل بعد الأزمة العالمية لسنة 2008، وفي البداية، ارتبطت هذه التقنية بالعملات المشفرة وبالتحديد عملة البتكوين باعتبارها النظام الأساسي لها، غير أن ذلك قد تغير مع مرور الوقت، حيث توسع نطاقها وتعددت تطبيقاتها لتشمل جميع المجالات تقريبا، فحاليا، هي لا تؤثر على تبادل المعاملات الرقمية فقط، بل على مختلف الأنشطة في المؤسسة بما فيها سلسلة الإمداد. ومن هنا تبادر إلى ذهننا التساؤل التالي "**كيف تساهم تقنية سلسلة الكتل في تحسين أداء سلسلة الإمداد؟**"

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز أهمية استخدام سلسلة الكتل في تحسين أداء سلسلة الإمداد وكيفية تحقيق ذلك.

وللإجابة على إشكالية الدراسة، سيتم التطرق أولا إلى مفهوم سلسلة الكتل، أنواعها وأهمية استخدامها في المؤسسة مع عرض مجموعة من الإحصائيات عن تطور صناعتها واستخداماتها، ثم إلى مفهوم سلسلة الإمداد ومؤشرات قياس أدائها، وأخيرا إلى كيفية تأثير استخدام تقنية الكتل على أداء سلسلة الإمداد.

2. تقنية سلسلة الكتل واستخداماتها:

1.2 مفهوم سلسلة الكتل:

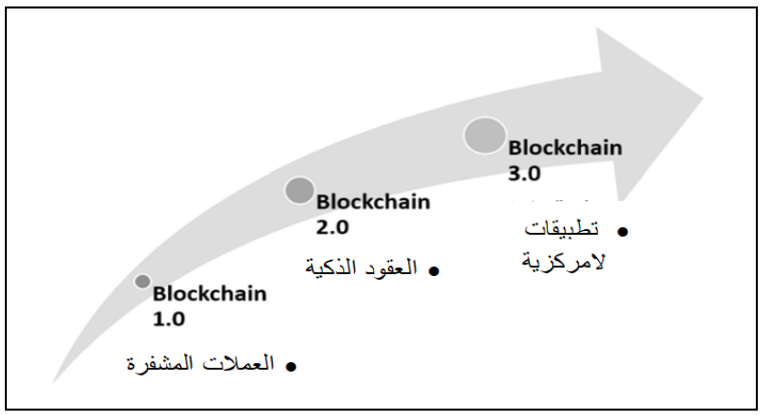
ظهر مصطلح سلسلة الكتل في ورقة بحثية بعنوان "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" سنة 2008 أُعدَّت من قبل شخص يحمل الاسم المستعار "Satoshi Nakamoto"، والذي بقي مجهولا إلى حد الآن، ولا أحد يعرف إن كان شخصا طبيعيا حقيقيا أم معنويا (اعتباريا)، فقد رُجِّح أنه اسم لمجموعة من الأشخاص، في حين أن فكرة سلسلة الكتل طُرحت من قبل Chaum David سنة 1982؛ وقد استُخدمت هذه التقنية فعليا بداية في المجال المالي مع ظهور البتكوين والعملات المشفرة التي سمحت بإجراء عمليات التبادل على أساس نموذج لا مركزي تماما.

تحولت سلسلة الكتل من تقنية بسيطة تدعم البتكوين وباقي العملات المشفرة أو تسهل عملية تحويلها، إلى تقنية تستخدم في مجالات مختلفة لإضفاء الطابع التقني على جميع المعاملات، فهي تقوم بتخزين ونقل المعلومات بشفافية، تعمل دون سلطة مركزية، وتمثل قاعدة بيانات آمنة وموزعة، تحتوي على تفاصيل كل التبادلات المجراة منذ إنشائها، بحيث تتم مشاركتها بين مستخدميها بدون وسيط،

مما يسمح لكل منهم بالتحقق من صلاحية المعاملات (Alaoui & Saghrane, 2018, p. 84)، وهي تستند على منصة رقمية؛ ووفقا لـ Nakamoto، فهي تمثل نظاما ند إلى ند، فهي عبارة عن دفتر أستاذ إلكتروني يشبه دفتر الأستاذ العادي، آمن ولامركزي، حيث يمكن لكل عضو في الشبكة عرض سجل معاملاته، ممّا يلغي الحاجة إلى طرف ثالث، بحيث تمثل كل كتلة إقرارا من أحد أعضاء الشبكة بحدوث معاملة لم يتم العبث بها (Erol, et al., 2022, p. 3).

وبذلك، تعتبر سلسلة الكتل قاعدة بيانات موزعة، فهي شبكة افتراضية، موزعة على عدة حواسيب، حيث يتم التحقق من المعلومات الواردة في كل كتلة وتجميعها على فترات زمنية منتظمة في كتل مترابطة وآمنة، وهذه الشبكة تعتبر آمنة لأنها تستند على اللّامركزية من ند إلى ند، حيث يحتفظ كل حاسوب بسجل مشفر لجميع المعاملات والبيانات الموجودة في الكتل، وبالتالي فإن فقدان أحد الحواسيب لا يمثل بحال من الأحوال عائقا، حيث يتم حفظ جميع البيانات في جميع الأجهزة الأخرى في سلسلة الكتل، ويتم التبادل بين المستخدمين من خلال الكتل (Venry, 2018, p. 494)؛ فهي تسمح بتكوين دفاتر مكررة وموزعة، دون وجود سلطة تحكم مركزية، مؤمنة بفضل التشفير، وهيكلية بواسطة كتل مترابطة ببعضها البعض ومرتبة ترتيبا زمنيا، ويزداد حجمها باستمرار عند إلحاق كتل جديدة عبرها (Zheng, Dai, Xie, Xiangping, & Wang, 2018, p. 354)؛ وقد عرفت سلاسل الكتل تطورات منذ نشأتها، إذ مرت بثلاث مراحل أساسية والمتمثلة في Blockchain 1.0 للعملة المشفرة، Blockchain 2.0 للعقود الذكية والتمويل الرقمي وإدارة سلسلة الإمداد، وBlockchain 3.0 للمجتمع الرقمي، وهذا ما يُبينه الشكل التالي:

الشكل 1: أنواع سلاسل الكتل



Source: (Lesueur-Caze, Bironneau, Lux, & Thierry, 2022, p. 63).

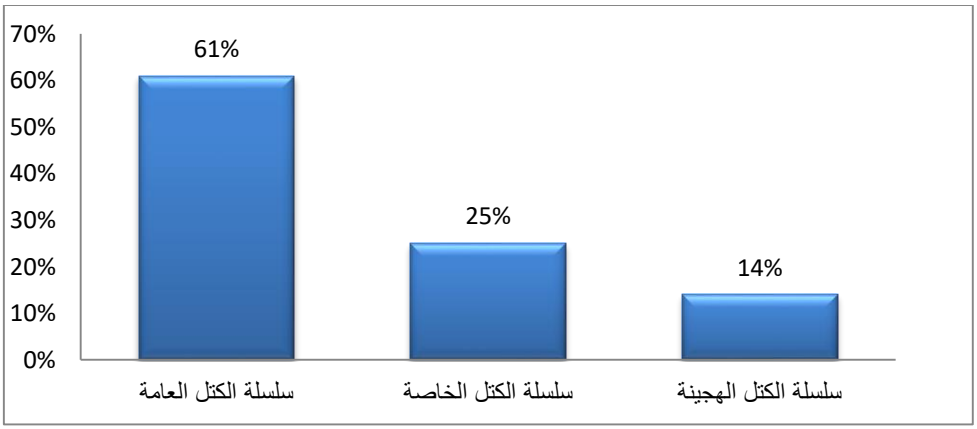
يجمع الجيل الأول من سلاسل الكتل بين جميع العملات المشفرة، والتي تشمل الأصول الرقمية الأولية التي ظهرت بعد البتكوين؛ ولاحقا في سنة 2014، أتاحت إضافة العقود الذكية استخدام سلاسل الكتل في التطبيقات غير المالية، لا سيما في سلسلة الإمداد، لذلك توجد بعض سلاسل الكتل البعيدة تماما عن العملات المشفرة، بل تستهدف المؤسسات المصنعة مباشرة، وتُشكل هذه المجموعة التي تستخدم العقود الذكية الجيل الثاني من سلاسل الكتل والذي يسمى Blockchain 2.0؛ أما الجيل الثالث فيتجاوز إطار عمل المؤسسة وحتى القطاع الذي تنتمي إليه، وهنا تم استخدام مصطلح "المنظمات المستقلة اللامركزية DAO"، حيث قدم هذا الجيل من سلاسل الكتل مفهوم التطبيقات والحوسبة اللامركزية، فهو يتطلب المشاركة أو الاستعانة الجزئية بمصادر خارجية للأنشطة التي كان من الممكن أن تقوم بها الهيئة المنسقة، فهذا الجيل قد غيّر هيكل المعاملات التقليدي (Lesueur-Caze, Bironneau, Lux, & Thierry, 2022, p. 63).

تتكون سلسلة الكتلة من أربعة عناصر أساسية، تتمثل في الكتلة، المعلومة، الهاش وبصمة الوقت، ومجموع هذه العناصر يشكل السلسلة؛ حيث تتمثل الكتلة في مجموعة من العمليات أو المهام المرجو القيام بها أو تنفيذها داخل السلسلة كتحويل أموال أو تسجيل بيانات، في حين يمثل الهاش رمزا تسلسليا يتم إنتاجه من خلال خوارزمية رياضية، يشمل عادة 14 حرفا ورقما، ويطلق عليه "التوقيع الإلكتروني"، وهو ما يميز كل سلسلة عن غيرها؛ وتوجد العديد من النماذج لسلسلة الكتل، وهي تختلف فيما بينها من حيث درجة اللّامركزية، إمكانية الولوج المتاحة للمستخدمين، هوية المشاركين، آلية الإجماع ومستوى الخصوصية والرسوم، وعادة ما يتم تصنيفها إلى سلاسل كتل عامة، خاصة وهجينة؛ كما يمكن تصنيفها إلى منصات بدون إذن ومنصات بإذن.

أ. سلاسل الكتل بإذن وبدون إذن: ويتم التمييز بين النوعين حسب مدى تقييد الوصول إليها، فسلسلة الكتل بدون إذن هي عبارة عن دفتر أستاذ مفتوح المصدر، يمكن لأي شخص الولوج إليه من خلال حاسوب موصول بالأنترنت، دون فرض قيود على إمكانية الوصول إلى النظام الأساسي والتحقق من صحة المعاملات، عكس سلسلة الكتل بإذن التي يتم تقييد الولوج إليها، ويمكن أن يتم هذا التقييد على مستويات مختلفة اعتمادا على خصائص المنصة، إن كانت عامة أو خاصة، أو من حيث اقتراح معاملة جديدة، إمكانية قراءة البيانات أو التحقق من صحة المعاملات (زيدان و فرجي، 2021، صفحة 220).

ب. سلاسل الكتل العامة، الخاصة والهجينة: وفقا لـ Zheng وآخرون (2018)، تصنف سلاسل الكتل إلى 3 أنواع، ويتم التمييز بينها وفقا لجهة وطريقة تسييرها، مستوى أدائها وأمانها، وهي تتمايز بينها من حيث درجة اللّامركزية، حيث تتميز السلاسل العامة بعدم وجود سلطة أو شخص محدد لإدارتها ولا تعتمد على أي طرف موثوق به للتحقق من صحة المعاملات، بدلا من ذلك، يتم الاعتماد على آلية الإجماع (توافق الآراء) بين المستخدمين قبل تخزين أي بيانات على دفتر الأستاذ؛ أما السلاسل الخاصة، فهي تمنح حق الولوج لها للأعضاء المشاركين فقط، غير أنها لا تعتبر أنظمة لامركزية، حيث تقوم العديد من العقد بتخزين نسخة من السجل الإلكتروني للمعاملات، في حين أنها تعتبر أكثر كفاءة من سلسلة الكتل العامة من حيث سرعة المعاملات، نظرا لأن عدد العقد المشاركة في التحقق من صحة المعاملات أقل بكثير، إلا أنها أقل أمانا منها (Bajolle & Godé, 2021)؛ في حين تعتبر سلاسل الكتل الهجينة مزيجا من السلاسل العامة والخاصة؛ وتشير إحصائيات سنة 2021، إلى أن سلاسل الكتل العامة تحظى بأكبر نسبة مبيعات حسب ما يُبينه الشكل التالي:

الشكل 2: نسب مبيعات تقنية سلسلة الكتل حسب النوع لسنة 2021



Source: (Precedenceresearch, 2022)

وفق ما يُبينه هذا الشكل، تعتبر سلاسل الكتل العامة أكثر الأنواع مبيعا، حيث شكلت مبيعاتها نسبة 61% من حجم المبيعات الكلي، تلتها سلاسل الكتل الخاصة بنسبة 25% من إجمالي المبيعات وأخيرا سلاسل الكتل الهجينة بنسبة 14% من إجمالي المبيعات.

2.2. أهمية استخدام تقنية سلسلة الكتل

تُمثل سلسلة الكتل قاعدة بيانات مُوزعة يتم على مستواها تسجيل المعاملات وتأكيدها، بحيث يتم التحقق منها وتسجيلها ودمجها مع المعاملات الأخرى لإنشاء كتل جديدة، وبالتالي يتم إنشاء شبكة موزعة؛ لذلك تُعتبر هذه التقنية حلا لمواجهة التحدي المتمثل في ضمان أمن، سلامة، شفافية وتتبع البيانات التي تم جمعها، وذلك بفضل طبيعتها اللامركزية، كما أنها لا تتطلب جهات خارجية موثوق بها أو هيئة تصديق مركزية للتحقق من المعاملات، حيث يتم تجميع هذه المعاملات في كتل، ويتم ربط كل كتلة بشكل مشفر بالكتلة السابقة التي تم التحقق من صحتها، وعندما يتم إنشاء كتلة جديدة يتم نسخها عبر جميع العقد المشاركة التي تنتمي إلى الشبكة، ويمكن برمجة شبكة Blockchain من خلال استخدام العقود الذكية (Rosa-Bilbao, Boubeta-Puig, & Rutle, 2022, p. 5)؛ وتمتاز تقنية سلسلة الكتل بمجموعة من الخصائص، من أبرزها (شبيرة، 2020، صفحة 40):

– خاصية اللامركزية، حيث يمتلك كل مستخدمي الشبكة نسخة من الدفاتر الموزعة، وهي خاصية تميزها عن التقنيات المعتمدة حاليا في تخزين البيانات؛ بالإضافة إلى الشفافية، السرعة والسهولة في إجراء العمليات، ويقصد بالشفافية إمكانية اطلاع الجميع على المعلومة التي يريدونها؛

– إمكانية مشاركة أطراف معينة في بناء السجل الإلكتروني الذي تستند عليه، والتأكد من صحته والحفاظ عليه وفقا للأنظمة وتعليمات التشغيل؛

– عدم توفر إمكانية التعديل أو التغيير في البيانات حتى من قبل من قام بإنشائها، لدرجة استحالة تغيير الأخطاء المرتكبة في عملية إدخالها؛

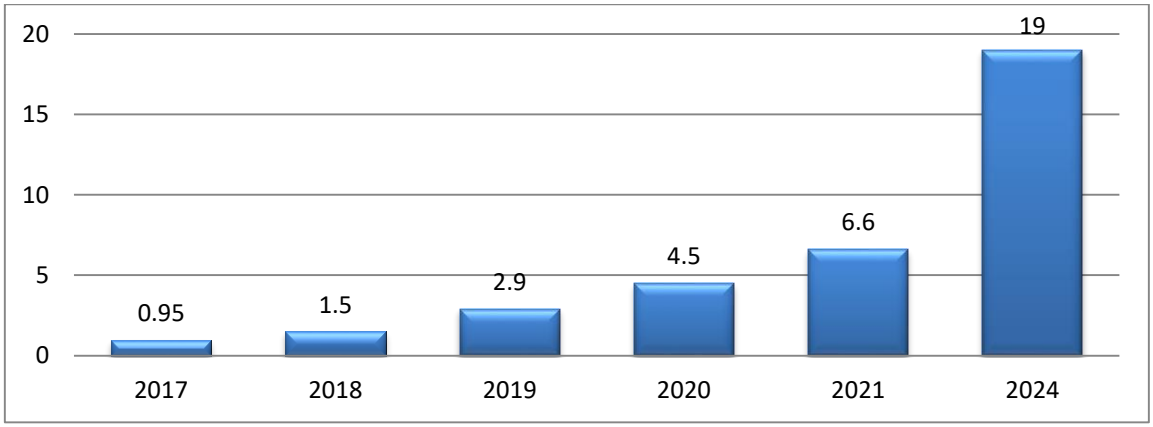
– تعتبر تقنية صعبة الاختراق، وإذا تعرض دفتر الأستاذ الإلكتروني لعملية اختراق أو هجوم إلكتروني، فإن الشبكة قادرة على تصحيح نفسها والتأكد من صحة المعاملة، وحماية بياناتها السابقة من خلال معادلة رياضية تسمى إثبات العمل "proof work"؛ وهذا إلى جانب خاصية التشفير بواسطة مفاتيح يمتلكها كل من يدخل الشبكة، الأمان، إمكانية نقل أصل الملكية (وليس نسخ) بواسطة العقود الذكية، إتمام المعاملات في الوقت الفعلي، التحديث المستمر والموثوقية العالية، كما تتوفر على خاصية التوقيع الرقمي وآلية الإجماع الموزعة.

تعمل Blockchain على الحد من الاعتماد على الوسطاء، تغيير طريقة نقل البيانات وتقليل القرصنة باستخدام دفتر الأستاذ الإلكتروني، وهي تعتبر فرصة ممتازة لتعزيز الكفاءة التشغيلية وتحسين الأداء التنظيمي؛ وقد أظهر Chang وآخرون كيفية تأثيرها على الأداء المالي للمؤسسات، حيث تؤدي إلى تحكم أفضل في الأنشطة التنظيمية من خلال توفيرها لميزة الشفافية، الثبات والاستقرار، كما أثبتت دراسات أخرى أنها تملك القدرة على ضمان أمن المعلومات وتقليل حالات عدم التأكد والغموض في المعاملات، فهي عبارة عن نظام موزع مفتوح المصدر، يمكن من خلاله تسجيل وتحديث المعاملات بين مختلف أصحاب المصلحة في وقت واحد، كما تسهل المعاملات بصفة دائمة (Ronaghi, 2022, p. 3)؛ وتضمن تقنية التشفير عدم إمكانية تزوير البيانات والتلاعب بها وعدم تغيير البيانات المؤرشفة، كما أن المعلومات المنتشرة عبر الشبكة تحتاج إلى تأكيد وتسجيل في كتل موزعة في الشبكة بأكملها، فمن الصعب التلاعب بها، في حين يتم التحقق من كل كتلة يتم بثها بواسطة العقد الأخرى وفحص كل المعاملات ممّا يساهم في اكتشاف أي تزوير بسهولة (Zheng, Dai, Xie, Xiangping, & Wang, 2018, p. 357)؛ علاوة على ذلك، فهي تتميز بطابع زمني " time stamp"، حيث يتم ترميز جميع المعاملات والبيانات المسجلة بتوقيت إجرائها وتسجيلها، وذلك لضمان التحقق من المعلومات المسجلة في قاعدة البيانات (Xu Zixiao, Wang, Dong, & Li, 2022, p. 3) وتتبعها.

وعليه، تعتمد سلسلة الكتل على دفتر أستاذ إلكتروني موزع، حيث يتم ربط الكتل وتشفيرها لحماية المعاملات والحفاظ على خصوصيتها؛ وقد قَدّرت بعض الدراسات أنه في غضون السنوات القادمة، سيزيد استخدام هذه التقنية بشكل كبير، خاصة لما لها من تأثير كبير على عدة مجالات كالصحة الإلكترونية، الصناعة الذكية، الأمن السيبراني، المدن الذكية، التعليم، السياحة، الزراعة، التمويل، الطاقة، السياحة والخدمات اللوجستية (Rosa-Bilbao, Boubeta-Puig, & Rutle, 2022, p. 2)؛ ونظرا للأهمية الكبيرة والمزايا التي تتيحها سلسلة الكتل، انتشر استخدامها بشكل واسع، كما عرفت صناعتها نموا كبيرا في السنوات الأخيرة، فوفقا لتقرير Newswire، فإن حجم صناعتها قد ارتفع من 49,50 مليون دولار سنة 2021 إلى 85,64 مليون دولار سنة 2022، وبذلك اعتبرت صناعة هذه التقنية واحدة من أسرع الصناعات نموا، وقد قُدّر أن حجم صناعة هذه السوق سيصل إلى حوالي 778,05 مليون دولار بحلول سنة 2026؛ بينما بيَّن تحليل سوق Blockchain لسنة 2021 من قبل Markets & Markets أنه من المتوقع أن تنمو صناعتها من قيمة 4,9 مليار دولار سنة 2021 إلى 67,4 مليار دولار بحلول سنة 2026، وذلك بنسبة نمو قدرها 68,4%، وحسب هذه الدراسة، تتمثل العوامل الرئيسية الدافعة التي ساهمت في النمو السريع لها، في الزيادة في تمويل الاستثمار في التكنولوجيا والاستخدام المكثف لها في قطاعي البنوك وأمن المعلومات، كما تستخدمها المؤسسات والأفراد بشكل متزايد من أجل إدارة العقود الذكية والهويات الرقمية؛ وقد أشارت تقارير Statista إلى أن القطاع المالي يمثل أكثر قطاع مستفيد من هذه التقنية بحوالي 30% من القيمة الإجمالية لها.

ووفقا لـ Gartner، تم إجراء أكثر من 300 مليون معاملة باستخدام سلسلة الكتل سنة 2017، والذي يمثل حوالي 300 معاملة لا تقتصر على تبادل العملات المشفرة فقط؛ كما بلغ الإنفاق العالمي على Blockchain حوالي 6,6 مليار دولار سنة 2021، فحسب الدراسة التي نشرها قسم الأبحاث في Statista، ارتفع الإنفاق العالمي على هذه التقنية من 0,95 مليار دولار سنة 2017 إلى 4,5 مليار دولار سنة 2020 وإلى 6,6 مليار دولار سنة 2021، ومن المتوقع أن يؤدي الطلب المتزايد على الأمن مع استخدام الهويات الرقمية والويب 3.0 إلى زيادة الطلب عليها في السنوات القادمة، فبحلول سنة 2024، من المتوقع أن يرتفع مستوى الإنفاق على سلسلة الكتل إلى ما يقارب 19 مليار دولار مع استفادة المزيد من المؤسسات من التكنولوجيا للتحقق من صحة البيانات، الولوج إلى البيانات واستراتيجيات حماية الهوية، والشكل التالي يُبيّن الإحصائيات السابقة الذكر.

الشكل 3: الإنفاق العالمي على تقنية سلسلة الكتل (مليار دولار)

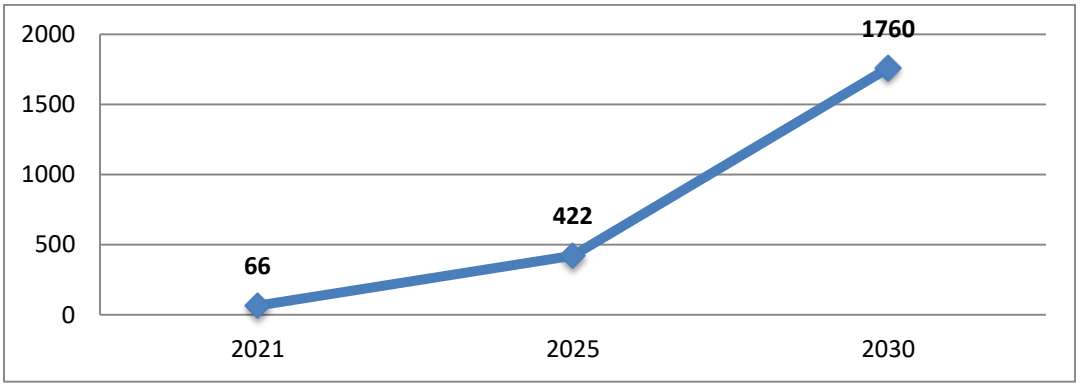


Source: (Ruby, 2022)

وقد كشف تقرير قام به BIS للأبحاث حول Blockchain وتأثيرها على البيانات الصناعية المختلفة، أن الإنفاق على اقتنائها سيبلغ حوالي 1,48 مليار دولار في القطاع الزراعي والغذائي بحلول سنة 2026، ووفقا لهذا التقرير، بإمكان هذه التقنية إحداث تغيير جذري في قطاع الأغذية والزراعة، حيث توفر معلومات دقيقة حول المخزون ومراقبة الأطعمة، كما تساعد على تخزين سجلات الأراضي

والبيانات الأخرى لضمان سلامة إنتاج الأغذية حتى في حالة الكوارث الطبيعية؛ كما يُتوقع أن يزيد استخدامها بمعدل 85,9% من 2022 إلى 2030، فوفقا لدراسة أجراها Triplea وGrandview Research، فإن أكثر من 300 مليون شخص في جميع أنحاء العالم قد امتلك أو استخدم عملة مشفرة سنة 2021، ممّا يعني أنهم قد تفاعلوا مع أحد أجزاء سلسلة الكتل، لذلك من المتوقع أن تنمو صناعتها بمعدل 85,9% إلى غاية سنة 2030 بقيمة 1431,54 مليار دولار، كما يُتوقع أن تعمل هذه التقنية على زيادة الناتج المحلي الإجمالي العالمي ليصبح 1,76 ألف مليار دولار، وهذا ما يُبينه الشكل التالي:

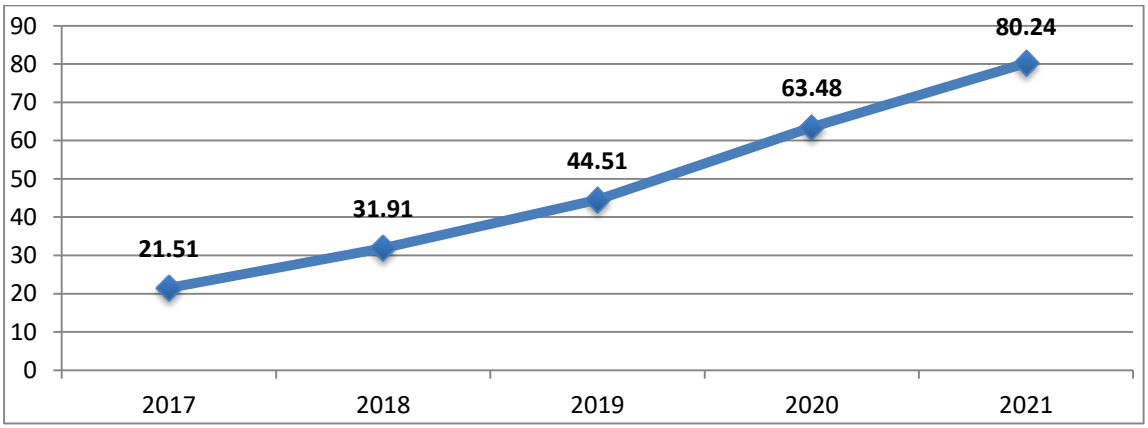
الشكل 4: مقدار زيادة الناتج المحلي الإجمالي العالمي بعد استخدام سلسلة الكتل



Source: (Carter, 2022)

أما الشكل التالي، فيبين تطور عدد مستخدمي محفظة سلسلة الكتل في العالم عبر السنوات:

الشكل 5: عدد مستخدمي محفظة سلسلة الكتل عالميا (بالملايين)



Source: (McCain, 2022)

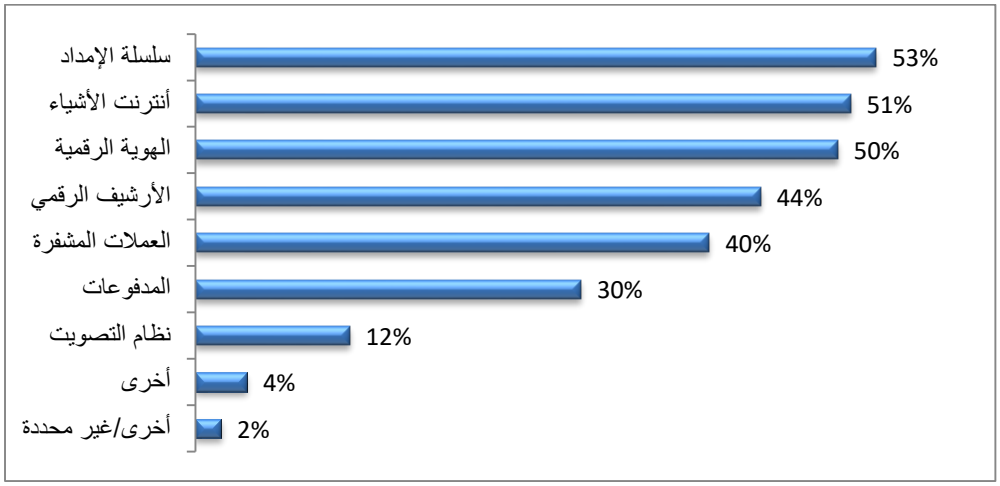
وفقا للشكل أعلاه، بلغ عدد مستخدمي محفظة سلسلة الكتل سنة 2017، 21,51 مليون مستخدم في العالم، وقد عرف هذا العدد ارتفاعا مع مرور السنوات، حيث بلغ 31,91 مليون مستخدم سنة 2018، 44,51 مليون مستخدم سنة 2019، 63,48 مليون مستخدم سنة 2020 و80,24 مليون مستخدم سنة 2021.

لقد اعتبر محلِّلو Gartner أن استخدام تقنية سلسلة الكتل في البيئة التجارية يمكن أن يكون له تأثيرا كبيرا على قيمة المؤسسة، حيث توقعوا أن تصل القيمة التجارية الناتجة عن استخدامها إلى حوالي 176 مليار دولار بحلول سنة 2025 ثم 3,1 ألف مليار دولار بحلول سنة 2030.

أما فيما يخص مجالات استخدام سلسلة الكتل، فوفقا لدراسة لسوق PWC، فإن الاستخدام الأول لها هو تتبع المنشأ (المصدر)، فهذه التقنية تملك القدرة على مساعدة المؤسسات على التحقق من مصادر منتجاتها ومتابعة حركة سلسة الإمداد، ممّا يقلل من مشاكل

الاحتيال والتزوير، وهذا سيؤدي إلى تحسين الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحوالي 962 مليار دولار بحلول سنة 2030؛ بينما تتمثل العناصر الرئيسية الأخرى لاستخدام هذه التقنية في تحسين عملية الولوج إلى عمليات الدفع، الأدوات المالية وإدارة الهوية، كما يمكن لهذه التقنية المساهمة في PIB العالمي من خلال تحسين إدارة العقود والنزاعات وتعزيز التزام الزبائن؛ وقد أثبتت دراسة أجريت من قبل Deloitte على 1053 من المديرين التنفيذيين للأعمال –من جميع أنحاء العالم– الذين يستخدمون تقنية سلسلة الكتل، أن 53% من المؤسسات التي شملها الاستطلاع، تستخدمها في الممارسات المتعلقة بسلاسل الإمداد، وذلك لإدارة المواد الخام والمعلومات المرتبطة بها، كما هو موضح في الشكل التالي:

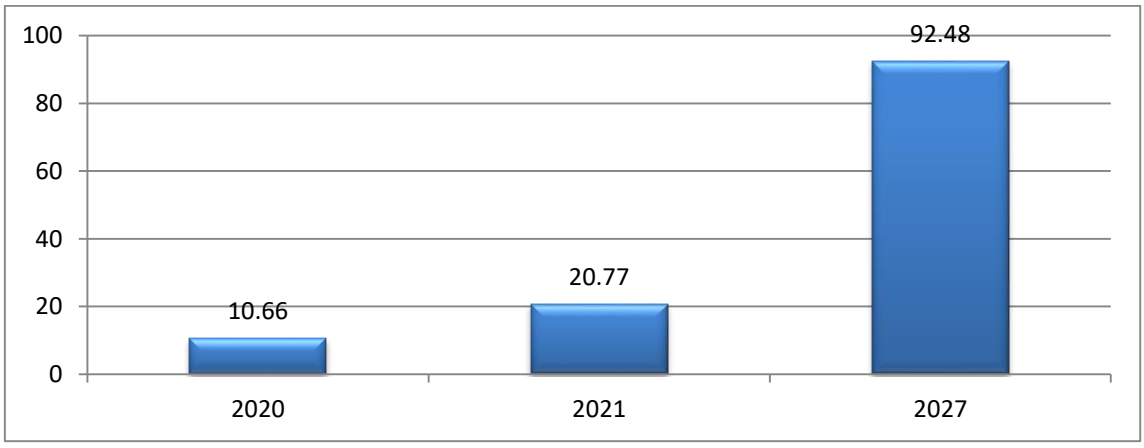
الشكل 6: استخدامات سلسلة الكتل في مؤسسات الأعمال



Source: (Statista, 2022)

وبذلك، يظهر الاهتمام الكبير الذي توليه المؤسسات لاستخدام تقنية سلسلة الكتل في سلاسل الإمداد، ومن المؤكد أن هذا راجع لمساهمتها الإيجابية في تحسين أداء هذه السلاسل؛ وفيما يخص حجم سوق تمويل سلاسل الكتل المستخدمة في سلاسل الإمداد، فهو مبين في الشكل التالي:

الشكل 7: حجم سوق تمويل سلسلة الكتل المستخدمة في سلاسل الإمداد (مليار دولار)



Source: (Businessresearchinsights, 2022)

وفقا للشكل أعلاه، بلغ حجم التمويل في سنة 2020، 10,66 مليار دولار سنة 2020، ليرتفع بما يقارب الضعف سنة 2021 حيث بلغ 20,77 مليار دولار، ومن المتوقع أن يستمر في الارتفاع خلال السنوات المقبلة، ليبلغ 92,48 مليار دولار سنة 2027؛ في حين بلغ حجم سوق (المبيعات) سلاسل الكتل المستخدمة في سلاسل الإمداد بـ 373,64 مليون دولار في سنة 2021،

ومن المتوقع أن يصل إلى أكثر من 16,667 مليار دولار بحلول سنة 2030، بمعدل سنوي مركب قدره 52,3%، وتعد الزيادة في الطلب على التجارة الإلكترونية وزيادة الطلب على تعزيز أمن معاملات سلسلة الإمداد ومتطلبات شفافيتها من العوامل التي أدت إلى زيادة حجم هذه السوق (Researchdive, 2022).

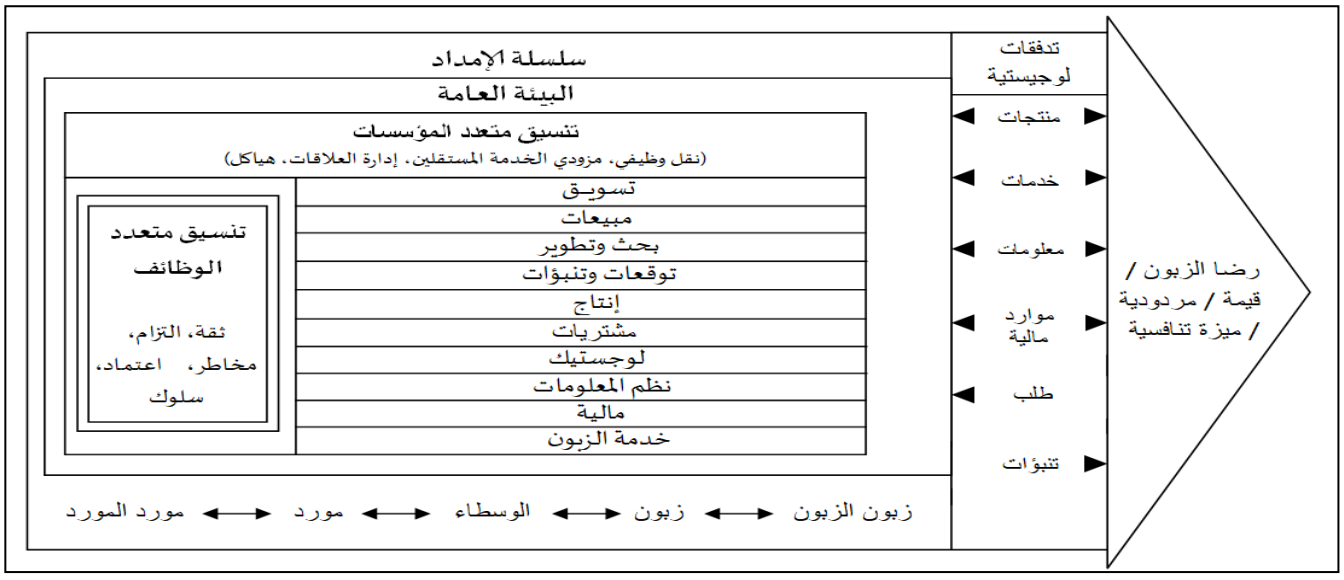
3. العلاقة بين سلسلة الكتل وأداء سلسلة الإمداد:

1.3. مفهوم سلسلة الإمداد ومؤشرات قياسها:

تشمل سلسلة الإمداد كل ما هو ضروري لتصنيع المنتج النهائي من المواد الخام إلى الأجزاء والمكونات المدمجة في المنتج (Kotler, Keller, & Manceau, 2015, p. 15)، وقد اختلف العديد من الباحثين في تعريف مصطلح سلسلة الإمداد، حيث اعتبرها البعض سلسلة من الوحدات التي تشترك في العمليات المتعلقة بإنتاج وتوزيع المنتجات، والخطوات التي يجب القيام بها لتسليم المنتج إلى الزبون (بلولة، زايد، و تواتي، 2021)، كما اعتبرت الشبكة التي تربط بين كافة الأطراف الذين تتعامل معهم المؤسسة من الحصول على المواد الخام إلى غاية تسليم المنتج النهائي؛ في حين اعتبرها La Londe وMasters مجموعة من المؤسسات المستقلة التي تشارك في عملية الإنتاج، حيث تشارك العديد منها في تصنيع منتج ما ووضعه في متناول المستخدم النهائي، وبذلك يعتبر منتجو المواد الخام، صانعو المنتجات، تجار الجملة، تجار التجزئة ومؤسسات النقل أعضاء في سلسلة الإمداد، كما أشار Chritopher إلى أنها عبارة عن شبكة من المؤسسات التي تشارك في العمليات والأنشطة المختلفة التي تنتج قيمة "Valeur" على شكل سلع وخدمات تُقدم للزبون النهائي، حيث تتكون سلسة الإمداد من عدة مؤسسات، سواءً كانت أولية كالموردين أو نهائية مثل مؤسسات التوزيع إضافة إلى الزبون النهائي (Mentzer, et al., 2001, p. 3) بينما اعتبرها Mentzer مجموعة من المؤسسات أو الأفراد المشاركين بشكل مباشر في التدفقات الأولية والنهائية للسلع، الخدمات، الأموال والمعلومات من المصدر إلى الزبون.

تنقسم تدفقات سلسلة الإمداد إلى تدفقات مادية والمتمثلة في تموين، تخزين وتوزيع المواد على طول السلسة، تدفقات المعلومات والتي تضم عددا ضخما من المعلومات المتعلقة بالموردين، استراتيجيات التموين، الوسطاء، المواد، المنتجات، الأسعار، الزبائن وغيرها، والتدفقات المالية؛ وتهتم إدارة سلسة الإمداد بإدارة هذه التدفقات، وبذلك يقصد بإدارة سلسلة الإمداد، تسيير وتخطيط التدفقات الخاصة بإدارة الإنتاج كاملة ابتداءً من التموين إلى غاية تسليم المنتجات إلى الزبون النهائي (بلولة، زايد، و تواتي، 2021، صفحة 360)؛ في حين اعتبرها Mentzer وآخرون التنسيق المنهجي والاستراتيجي بين مختلف الوظائف في المؤسسة (الوظائف التقليدية والتكتيكية) والتي تهدف إلى تحسين الأداء طويل الأجل لسلسة الإمداد وكل المؤسسات الداخلة فيها، وقد قدموا النموذج المبين في الشكل رقم (8) بغرض شرح مفهومها.

الشكل 8: نموذج إدارة سلسلة الإمداد



Source: (Mentzer, et al., 2001, p. 19).

يُبيّن هذا النموذج الغرض من إدارة سلسلة الإمداد (إنشاء قيمة للزبون، تحقيق رضاه، زيادة المردودية وتحقيق ميزة تنافسية)، إضافة إلى التدفقات المختلفة التي تتم بين الفاعلين فيها (المنتجات، الخدمات،...)، الوظائف المشاركة في عملية التنسيق وإدارة التدفق، شروط التنسيق متعدد الوظائف (ثقة، التزام، مخاطر، ارتباط، سلوك) وحدود الأنظمة التي تستند عليها؛ حيث يوضح الشكل اتجاه تدفقاتها (المنتجات، الخدمات، الموارد المالية والمعلومات المرتبطة بهذه الموارد، التدفقات المعلوماتية للطلب والتنبؤات والتقديرات)، وتقوم وظائف المؤسسة المتمثلة في التسويق، المبيعات، البحث والتطوير، التنبؤ، الإنتاج، المشتريات، اللوجستيات، تكنولوجيا المعلومات، التمويل وخدمة الزبائن بإدارة هذه التدفقات من موردي المورد (المورد الأول) إلى زبائن الزبون (الزبائن النهائيين) لإنشاء القيمة وإرضائهم، كما يُوضح الشكل الدور الهام لقيمة الزبائن ورضاهم لتحقيق ميزة تنافسية وزيادة مردودية المؤسسات الفردية في سلسلة الإمداد من جهة، وللسلسلة ككل من جهة أخرى.

وبذلك، ووفقا لـ Mentzer وآخرون، إن الهدف الأساسي من إدارة سلسلة الإمداد يتمثل في تحسين أدائها؛ وقد حظي موضوع تحسين أداء سلسلة الإمداد باهتمام العديد من الباحثين، مع العلم أن عملية تحسين الأداء تتطلب تقييم الأداء الفعلي أولا والذي يتطلب بدوره قياسه بالاعتماد على مؤشرات القياس، ومن ثم مقارنة النتائج الفعلية بالنتائج المتوقعة وفقا للمعايير المعتمدة، ثم العمل على تصحيح الانحرافات السلبية المتحصل عليها.

اختلفت الآراء حول مؤشرات قياس أداء سلسلة الإمداد، وقد رُجّح ذلك لصعوبة تقييم وقياس أدائها لكونها نظاما متعدد المدخلات والمخرجات؛ وفي البداية، ارتبط مفهوم الأداء بالتكلفة والتي لطالما كانت وسيلة فعالة لقياسه، لأنها الطريقة الأكثر جدوى لقياس الأداء المالي والمرتبطة بتكاليف الإنتاج، المخزون والنقل؛ إلا أن هذه الدراسات قد أهملت إمكانية قياس الأداء بمؤشرات غير مالية، كما أنها لم تأخذ بعين الاعتبار سلسلة الإمداد، ولمواجهة هذا النقص، اقترح Beamon توسيع دائرة مؤشرات القياس واحتساب مؤشرات أخرى كرضا الزبائن، جودة الخدمة والتأثير في البيئة، وفي نفس السياق اقترح العديد من المختصين والباحثين قياس أدائها بالاعتماد على جودة المنتج، المرونة وعامل الوقت (Charif & Lamtaoui, 2022, p. 26).

وفقا لـ Toni و Touchia، تصنف مؤشرات قياس أداء سلسلة الإمداد إلى مؤشرات مالية وغير مالية، حيث تتمثل المؤشرات المالية في التكلفة (تكلفة الشراء، التصنيع وغيرها)، التكاليف الضائعة، الإنتاجية وصافي الربح، فيما تتمثل مؤشرات الأداء غير المالية في الوقت، الجودة والمرونة (Shukla, Garg, & Agarwal, 2011, p. 2068)؛ أما Beamon فقد صنفها إلى مؤشرات نوعية وكمية، حيث تتمثل النوعية منها في المؤشرات التي لا يمكن قياسها بمقياس رقمي مباشر، إلا أنه يمكن قياس بعض جوانبها كميا، ومن بينها نجد رضا الزبائن، المرونة والتي يقصد بها درجة استجابة سلسلة الإمداد للتقلبات العشوائية في نمط الطلب، تكامل تدفق المواد والمعلومات، فعالية إدارة المخاطر وأداء الموردين خاصة من حيث جودة المواد الخام وإرسالها في الوقت المحدد.

في حين تنقسم المؤشرات الكمية إلى مؤشرات تكلفة وعائد والتي تتمثل في تخفيض التكلفة، زيادة المبيعات وبالتالي زيادة الإيرادات، تعظيم الربح، تخفيض الاستثمار في المخزون من خلال تقليل التكاليف المتعلقة به، وأخيرا مؤشر تعظيم العائد على الاستثمار، أما النوع الثاني من المؤشرات الكمية فيتمثل في مؤشرات الاستجابة إلى الزبائن والتي تشمل تعظيم معدل الشحن والذي يقصد به تعظيم

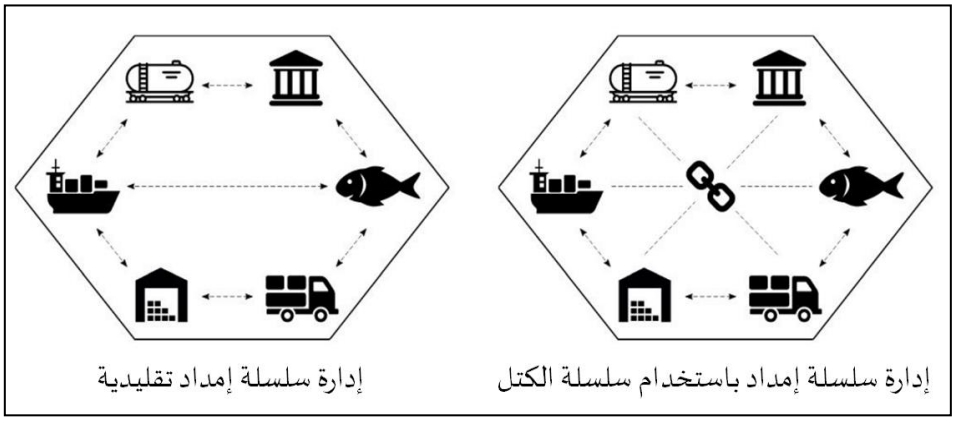
عدد طلبيات الزبائن التي يتم شحنها في الوقت المحدد، تخفيض مدة تأخر المنتج، تخفيض زمن الاستجابة للزبون وتخفيض زمن الطلب، بينما دعم باحثون آخرون من بينهم Brewer وSpeh (2001)، Reefke وTrocchi (2013)، Bhattacharya (2014)، استخدام بطاقة الأداء المتوازن لتقييم أداء سلسلة الإمداد والتي تشمل بُعد العمليات الداخلية، بُعد الزبائن، البُعد المالي وبُعد التعلم والنمو، وذلك باعتبار أن هذا النموذج يجمع بين أهداف هذه السلسلة، البيانات والأحكام الذاتية، يضمن التخطيط والتنبؤ على المدى الطويل، ويُبسِّط مشاكل الأداء عندما يتم تشارك مؤشرات هذه البطاقة من قبل أصحاب المصلحة (المديرون، الزبائن، الموردون،...)، وجميع وحدات الأعمال والأقسام، وبين جميع الشركاء عبر سلسلة الإمداد (قريشي و بوعبد الله، 2022، صفحة 233).

2.3. مساهمة سلسلة الكتل في تحسين أداء سلسلة الإمداد:

ترافقت ديناميكية العولمة مع تدويل متزايد لتدفق البضائع في العقود الأخيرة، حيث تستخدم أكثر من 90% من هذه التدفقات النقل البحري، وهذا النوع من التبادلات يُبرز تعقيد سلاسل الإمداد العالمية، وبالتالي، وفي سياق عولمة التبادلات النقدية، المعالجة السريعة للمعلومات وزيادة تبادل السلع، تم التوجه نحو الاهتمام بـ Blockchain (Venry, 2018, p. 495)؛ ومن المعلوم أنه تتم مشاركة عدة أطراف في نظام إدارة سلسلة الإمداد، وعادة ما تتسم المعاملات بينهم بنقص في الثقة، لذلك جرت العادة أن لا يكشف أي من الطرفين المقدِمَيْن على المعاملة عن معلوماته للآخر، ولهذا قام العديد من الممارسين بمحاولة تجاوز هذه المشكلة من خلال تقديم طرف ثالث يثق فيه كِلا الطرفين ليكشفا له عن معلوماتهما، إلا أنه يستحيل في كثير من الأحيان إيجاد طرف ثالث محل ثقة لكليهما معا، وبذلك، يمكن لسلسلة الكتل أن تساهم في بناء الثقة بين الأطراف المتعاملة بدون الحاجة لطرف ثالث موثوق به (Chowdhury, Colman, Kabir, Han, & Sarda, 2018, p. 3).

تعتبر سلسلة الكتل المطبقة على سلسلة الإمداد نظام معلومات مُوسَّع وسجل محوسب لتخزين ونقل البيانات التي تُتيح لأصحاب المصلحة في السلسلة الحصول على نظرة شاملة على كل العمليات المتعلقة بإنشاء القيمة (Dhiba & Alaoui, 2020, p. 404)، ويمكن لجميع الوظائف فيها الاستفادة ممّا تتيحه هذه التقنية، سواءً من ناحية الأمن أو إمكانية تتبع المنتج خلال كل مراحل عملية الإنتاج حتى تسليمه، وتجنب جميع الممارسات السيئة؛ والشكل التالي يوضح الفرق بين سلسلتي إمداد، إحداهما تقليدية والأخرى تستخدم تقنية سلسلة الكتل.

الشكل 9: الفرق بين إدارة سلسلة إمداد تقليدية وإدارة سلسلة إمداد تستخدم سلسلة الكتل



Source: (Chowdhury, Colman, Kabir, Han, & Sarda, 2018, p. 3).

يُوضح الشكل أعلاه تفاعلات جهات مختلفة في إدارة سلسلة الإمداد التقليدية وتلك التي تعمل بنظام سلسلة الكتل، حيث يظهر أن SCM المدعمة بهذه التقنية تحتفظ بجميع التفاعلات بين الأطراف المختلفة في دفتر أستاذ واحد، لذلك يمكن لجميع الأطراف

الاطلاع على سجلات المعاملات المتعلقة بأي منتج معين، فباستخدام Blockchain تتم مشاركة جميع البيانات المجمعة بين أطراف سلسلة الإمداد بأكملها، وهي ميزة للجهات الفاعلة فيها، وعامل أداء مهم لها، يفيد كُلا من البائعين، المصنعين والموزعين.

يمكن لسلسلة الكتل تحسين أداء سلسلة الإمداد، فممّا لا شك فيه أن هذه التقنية قد حولت البتكوين من عملة افتراضية، غير معروفة وذات قيمة منخفضة إلى عملة تُستخدم في المعاملات في جميع أنحاء العالم، وهذا راجع لخصائصها مثل الأمن، إمكانية التتبع ومكافحة التزوير والغش؛ ووفقا لـ Charif وLemtaoui، يمكن لهذه الخصائص أن تُحسِّن أداء سلسلة الإمداد؛ وبالأخص، الأداء التشغيلي من خلال تسريع تدفق المعلومات والتدفقات المالية، ممّا يساهم في تحسين إدارة التدفقات.

وفيما يخص خاصية التتبع، فهي تُتيح إمكانية متابعة منتج في مراحل مختلفة من إنتاجه وتسويقه، لا سيما في السلسلة الغذائية؛ ففي سلسلة الإمداد، يُعتبر عنصر التتبع ذا أهمية لأنه يسمح للزبائن بالتأكد من منشأ وأصل المنتج والمسار المتبع قبل وصوله إليهم، كما تعد إمكانية التتبع بالنسبة للمورد ضمانا لجودة المنتج أمام الزبائن والمؤسسات الرقابية (Charif & Lamtaoui, 2022, p. 34)، وهي تسمح بضمان أن المنتج الذي استلمه الزبون هو بالفعل المنتج الذي أرسله المورد وهذا في جميع المراحل والأنشطة التي تشملها سلسلة الإمداد (Venry, 2018, p. 495)؛ ومن أجل تحقيق هذا الهدف، تحتاج سلسلة الإمداد إلى معلومات التتبع، ويجب أن تكون هذه البيانات موثوقة، دقيقة، صحيحة وكاملة، وفي هذا السياق توفر تقنية سلسلة الكتل لسلسلة الإمداد نظامَ معلوماتٍ مُسجلة وآمنة طول دورة حياة المنتج، حيث تقوم الجهات الفاعلة في سلسلة الإمداد بملء المعلومات المتعلقة بهم في سلسلة الكتل ومشاركتها مع الجميع، وبالتالي يمكن لهم جميعا معرفة مسار المنتج؛ وفي نهاية دورة الإمداد، يمكن للزبون النهائي العثور على جميع المعلومات التي تخص المنتج.

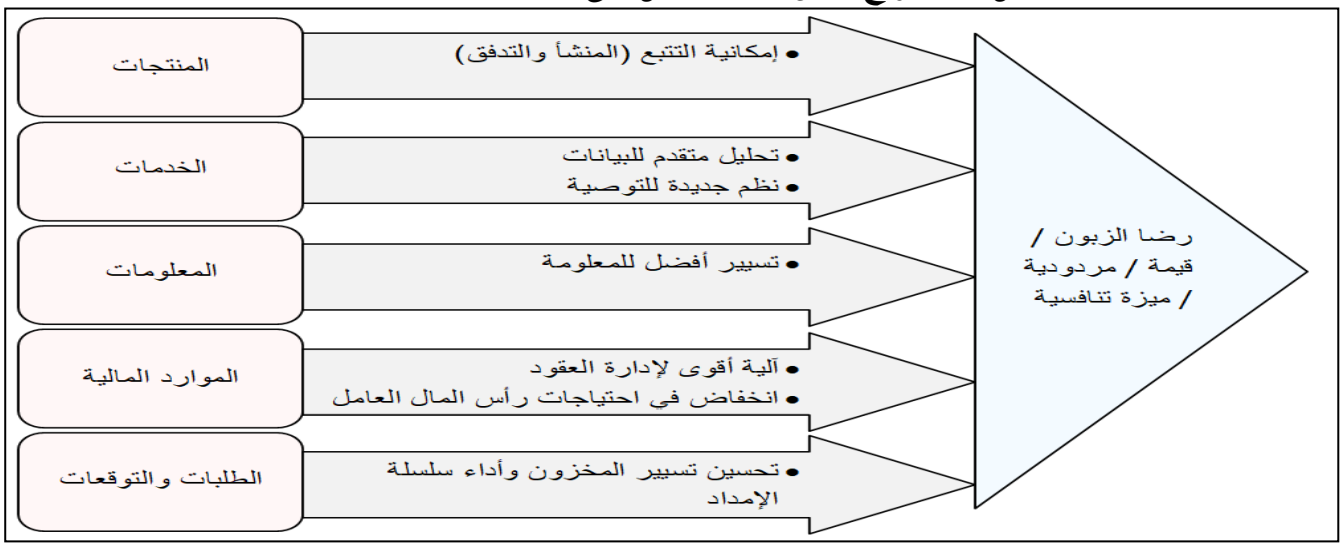
كما تُساهم سلسلة الكتل في محاربة الغش، التزوير والتقليد، حيث تمثل هذه العوامل العوائق الرئيسية للتجارة الدولية والتي تأثرت بشدة بظهور تكنولوجيا 4.0، فهي تؤثر على جميع القطاعات بما فيها المنتجات الغذائية والزراعية، قطع غيار السيارات، المنتجات الصيدلانية، ألعاب الأطفال وغيرها، وبالتأكيد أن العواقب تكون وخيمة، من منتجات مغشوشة لا تحترم معايير الإنتاج الصحية، وانتشار أمراض خطيرة بعد استخدام منتجات ذات مكونات محظورة؛ فوفقا للدراسات، تقتل الأدوية المغشوشة والمقلدة حوالي 700000 شخص في العالم كل سنة، كما أشار Hug إلى أن الوضع يزداد سوءا بمرور الوقت، حيث عرفت المنتجات المغشوشة وغير المشروعة نموا كبيرا على مدار السنوات الماضية، وهذا راجع إلى سهولة تداولها عبر التجارة الإلكترونية، وجود سلاسل الإمداد غير قانونية ووجود سلاسل إمداد غير مشروعة مترابطة مع سلاسل إمداد قانونية؛ ومن هذا المنطلق، يمكن أن تكون سلسلة الكتل حلا لهذه المشكلة بفضل نظام المراقبة والتحقق من معلومات المنتج لمنع تداول المنتجات المغشوشة والمقلدة (Charif & Lamtaoui, 2022, p. 35).

وقد أكّد Wang أنه في سياق سلسلة الإمداد، تُتيح تقنية Blockchain زيادة الشفافية وتضمن مشاركة آمنة للمعلومات وتعزيز الثقة، بالإضافة إلى تسريع تنفيذ العمليات والإجراءات المتعلقة بسلسلة الإمداد بين كل الأطراف، كما تسمح بالحصول على بيانات دقيقة (تعزيز دقة البيانات)، وتساعد على التحقق من سلامتها وتساهم في بناء أساس كامل للعقود الذكية، ممّا يسمح بأتمتة جميع وظائف سلسلة الإمداد؛ فضلا عن ذلك، فهي تُتيح تحسين المرونة والاستجابة وعدم الوساطة، ممّا يخفض من التكاليف ويُحسن كفاءة عملياتها بالنسبة للمؤسسات، كما تُتيح مشاركة البيانات في الوقت الفعلي مع شركاء مختلفين من أجل تحقيق شفافية عالية، ممّا يسمح باستخدام الموارد والخدمات بين الموردين والزبائن في الأسواق الافتراضية (El Gadrouri, 2020, p. 835).

وبناءً على ذلك، حدّد Wang وآخرون المجالات الأربعة التي تُنشئ فيها تقنية Blockchain أكبر قيمة لإدارة سلسلة الإمداد وهي إمكانية تتبع المنتج، الرقمنة واللّاوساطة، حماية البيانات من أجل مشاركة المعلومات والاتصال الذكي، فيما اعتبر أنها وسيلة لتعزيز

المرونة في سلسلة الإمداد، كما أشار Min إلى تطبيقاتها على المستوى الإداري، من بينها تعزيز الأمن، تخفيض التكاليف ومدة إجراء المعاملات، تحسين الاتصال بين المتعاملين وتحقيق رؤية أكثر وضوحا لكل أنشطة سلسلة الإمداد؛ في حين أجرى Kshetri دراسة حالة على 11 مؤسسة، واقترح إطارا تحليليا يسمح بإظهار كيفية مساهمة تقنية سلسلة الكتل بالاعتماد على الأشياء المتصلة في تحقيق أهداف إدارة سلسلة الإمداد والمتمثلة في تخفيض التكلفة، سرعة المعالجة، الموثوقية، الحد من المخاطر والمرونة، وقد تبيّن أن استخدام هذه التقنية يُمكِّن من تخفيض التكاليف والمخاطر في سلسلة الإمداد، وزيادة سرعة المعالجة، الموثوقية والمرونة فضلا عن معرفة دقيقة بمنشأ ومصدر المنتجات؛ كما أكّد Saberi أن لدى سلسلة الكتل القدرة على المساهمة في إنشاء سلسلة إمداد مستدامة ومسؤولة، فمن جهة، إن الاستفادة من المعلومات الثابتة وغير القابلة للتغيير تساهم في الحد من الفساد، الاحتيال والتزوير، ومن جهة أخرى، تُتيح إمكانية التتبع والشفافية التي تسمح بها هذه التقنية بتقليل الآثار البيئية المرتبطة بعمليات سحب المنتجات المغشوشة وغير المطابقة للمعايير المحددة (Bajolle & Godé, 2021, p. 200)؛ وفي نفس السياق، اقترح Lesueur-Caze وآخرون نموذجا لوصف مزايا استخدام سلسلة الكتل ونتائج استخدامها على سلسلة الإمداد وفقا للمقاربة التي اقترحها Mentzer ورفقاؤه، وهو مُبين في الشكل التالي:

الشكل 10: نموذج تطبيق سلسلة الكتل على تدفقات سلسلة الإمداد



Source: (Lesueur-Caze, Bironneau, Lux, & Thierry, 2022, p. 72).

وفيما يلي سيتم شرح العلاقة بين سلسلة الكتل وتدفقات سلسلة الإمداد وفقا للنموذج المقترح:

أ. تدفقات المنتج "التتبع، المنشأ والتدفق": يُعتبر استخدام سلسلة الكتل لدعم إمكانية التتبع أسلوبا فعالا وآمنا لتخزين المعلومات ونشرها والمصادقة عليها؛ وفيما يتعلق بإمكانية تتبع المسار الأولي للمنتجات، فهي تساعد على معرفة منشأ المنتج، حيث يتم إعداد الملصقات استنادا على المعلومات الموجودة في سجلها الإلكتروني، أما فيما يخص إمكانية تتبع المراحل النهائية، فهي تسمح بمراقبة سلسلة الإمداد والتغطية الكاملة لها من المورد إلى الزبون ومسار المنتج عبرها بالاعتماد على الخوارزميات، حيث يتم التحقق من المدة المتبقية لصلاحية المنتج عند الاستلام في مراكز التوزيع (Lesueur-Caze, Bironneau, Lux, & Thierry, 2022, p. 68).

فبالنسبة لنظام المعلومات العادي، تظل مشاركة المعلومات غير تامة ومقتصرة على الاستخدام الداخلي لأصحاب المصلحة، وهذا الانقطاع بالنسبة لسلسلة إمداد عالمية وجِهات فاعلة منظمة في شبكة، يؤثر سلبا على النظرة المكونة لديهم، ويجعل من الصعب تكوين معرفة موحدة وموثوقة بدورة الحياة الحقيقية للمنتج، وربما يتغير التعريف بالمنتج من طرف إلى آخر وذلك فيما يتعلق بتسميات مُكوناته، مصدره، ظروف النقل وغيرها، ممّا قد يؤدي إلى زيادة احتمال التزوير أو أن يكون المنتج مصدر خطر للزبون، لذلك تُعتبر سلسلة الكتل

أداة جيدة للحلول دون ذلك، فوفقا لتصميمها ومبدئها اللذان يحافظان على مرجع واحد للبيانات غير القابلة للتعديل وذلك منذ إنشائها حتى استخدامها من قبل المستخدم النهائي، فهي تتيح إمكانية توحيد مُعرِّف المنتج في كل المراحل من إنتاجه إلى غاية استخدامه، وضمان استمرارية المعلومات المخصصة للزبون الذي يمكنه باستخدام هاتفه الذكي الحصول على رؤية شاملة على عملية التصنيع والإنتاج (Dhiba & Alaoui, 2020, p. 407).

ب. تدفقات الخدمة "اعتماد البيانات وأنظمة التوصية الجديدة": يُقدم قسم الإمداد (اللوجستيك) مجموعة من الخدمات (مثل موثوقية المواعيد كمدة التسليم والإنتاج) والتي تساهم في تميز المنتج وإنشاء قيمة للزبون، وبالتالي فإن المعلومات المقدمة من قبل هذا القسم تؤدي دورا أساسيا في إرضاء الزبائن، كذلك فيما يخص إدارة المخزون، الضمانات وأنظمة توصية الزبائن (نظام الاقتراح)؛ ففيما يتعلق بإدارة المخزون، باستخدام سلسلة الكتل يمكن مشاركة جميع المعلومات حول المبيعات والكميات المتبقية من المخزون؛ ومن أجل المصادقة على بيانات الإدخال، يمكن ربط سلسلة الكتل بأنترنت الأشياء في الأنظمة الآلية واستخدام الذكاء الاصطناعي؛ وفيما يخص التسديد والضمانات، توفر سلسلة الكتل حلولا لتسهيل عمليات التسديد، والتي يمكن تأطيرها بعقود ذكية، أما فيما يخص أنظمة التوصية، يمكن تتبع هوية وسلوك الزبون باستخدام البيانات المعتمدة في سلسلة الكتل، كما يمكن استخدام العقود الذكية للتفاوض تلقائيا على أفضل الأسعار في الوقت الفعلي مع مراعاة سمعة البائع.

ج. تدفقات المعلومات "تسيير المعلومات": مع تنامي أهمية المعلومات، توجب على المؤسسات جمع كميات ضخمة منها وتخزينها، معالجتها ونشرها من أجل تلبية طلبات الزبائن وهذا ما توفره سلسلة الكتل، كما يتيح استخدامها تشغيل العمليات عبر العقود الذكية، وهذا ما يمثل ميزة جديدة في معالجة المعلومات، فمن ناحية، يتم الاعتماد فقط على البيانات المعتمدة من قبل النظام، ومن ناحية أخرى تقوم البيانات بتشغيل العمليات تلقائيا من خلال العقود الذكية، إلا أن المؤسسات تحتاج إلى تعديل أنظمة تخطيط موارد المؤسسة "ERP" الخاصة بها بطريقة تجعل ارتباط ERP وBlockchain وظيفيا بأكمله، وبالتالي استفادة أكبر من الأتمتة.

د. تدفقات الموارد المالية "آليات قوية لإدارة العقود وتحسين احتياجات رأس المال العامل": تتجسد العلاقات التي أقامتها المؤسسة مع مختلف الجهات الفاعلة المشكلة لسلسلة الإمداد الخاصة بها من خلال عقد يتطلب أحيانا من الأطراف الالتزام بعلاقة دائمة، إلا أنه أثناء إعداد العقد وتنفيذه، قد لا يمتلك الأطراف نفس المعلومات، وبذلك يؤدي عدم تناسق المعلومات دورا أساسيا في العلاقة والتي من المحتمل أن تكون مشبعة بعدم الثقة فيما يتعلق بالمعلومات التي يمتلكها كلا الطرفين، ومن هنا تظهر أهمية سلسلة الكتل لكونها تساعد على الحصول على مستوى جيد من الشفافية في منح العقود أو خلال التفاوض على عقود الإمداد، والإجابة على استفسارات تجار التجزئة بطريقة لامركزية وشفافة، بالإضافة إلى إلغاء رسوم الوسطاء؛ كما تتضمن العلاقة بين الأداء التشغيلي لسلسة الإمداد والمخاطر المالية لها انعكاسات على تمويل المخزونات والطلبيات، فتلجأ المؤسسات إلى البنوك لتمويل رأس مالها العامل، إلا أن هذه الخدمات البنكية مرتفعة الثمن، وتتطلب العديد من المستندات الإدارية والضمانات، وفي هذا السياق تعمل سلسلة الكتل على تحسين معرفة الزبائن وتخفيض تكلفة المعالجة بفضل مستوى معين من الأتمتة المرتبط بالخوارزميات، وتحسين شفافية العمليات المالية.

هـ. تدفقات الطلبات والتنبؤات "تحسين إدارة المخزون والأداء اللوجستي": لا يمكن إدارة سلسلة الإمداد بدون تنبؤات، فالتحدي الذي تواجهه هو القدرة على تلبية الطلبات المختلفة في غضون فترات زمنية قصيرة، وبأقل مخزون ممكن، فتقليل المخزون غالبا ما يساهم في تحسين النتائج، وهذا ما يمكن أن توفره سلسلة الكتل، حيث يحتفظ دفتر الأستاذ بسجل لجميع المنتجات الجديدة التي تم طرحها في كل مستوى، والتي يتم دمجها مع دفتر الأستاذ الخاص بالمعاملات الذي يُظهر تفاصيل المعاملات المجراة؛ كما يمكن الاحتفاظ بسجل

المخزون مع تفاصيل المنتجات والتي تُظهر تفاصيل الإنتاج، وكل هذه المعلومات تساعد على تسيير الطلبات والتنبؤ بالطلبات الجديدة (Lesueur-Caze, Bironneau, Lux, & Thierry, 2022, pp. 68-71).

فضلا عما سبق، تؤدي سلسلة الكتل دورا هاما في إدارة مخاطر سلسلة الإمداد، فمن المعروف أن هذه السلسلة تواجه العديد من المخاطر والتي يمكن تصنيفها إلى مخاطر كمية والتي تتعلق بنفاذ المخزون، التكدس الزائد، التقادم، عدم كفاية وتوفر المواد الخام، ومخاطر نوعية والتي تتعلق بنقص الدقة والموثوقية في المكونات والمواد، كما يمكن تصنيفها إلى مخاطر الإمداد كالمخاطر المتعلقة بزيادة الأسعار، المخاطر التشغيلية، مخاطر الطلب، مخاطر الأمن، مخاطر سياسية، مخاطر متعلقة بالاقتصاد الكلي للبلد ومخاطر تنافسية (Manuj & Mentzer, 2008, p. 137)، وبالتأكيد فإن التحديد والإدارة الجيدة لهذه المخاطر يساهمان في تحسين أداء سلسلة الإمداد؛ فباعتبار سلسلة الكتل نظامَ معلوماتٍ يسمح بتكوين سجل للمعلومات التي لا يمكن تعديلها، فهي تمكن من اكتشاف المشكلات والمخاطر وتجعل سلسلة الإمداد بأكملها أكثر شفافية وموثوقية من خلال منح المسؤولية لكل أصحاب المصلحة، كما تسمح بحساب احتمال حدوث موقف غير مرغوب فيه بناءً على المعلومات الكمية والنوعية المستخرجة من السجل، وتحديد مصادر المخاطر المحتملة أو تلك التي وقعت فعلا، مع تحديد أسباب وقوعها واختيار الاستراتيجية المناسبة لمواجهتها، وهذا ما يؤدي إلى تقليل احتمال حدوثها، الحلول دون ضعف سلسلة الإمداد وتحسين الأداء، وبذلك تكون هذه السلسلة محمية من خلال تنفيذ استراتيجيات سباقة للوقوف أمام الوقوع في المخاطر والتي يتم صياغتها من خلال البيانات المجمعة، كما يسمح التبادل المستمر للمعلومات بين الجهات الفاعلة في سلسلة الإمداد بالتفاعل واتخاذ القرار المناسب للاستجابة السريعة لأي حادثة قد تؤثر على عملية الإنتاج ومرونتها (Dhiba & Alaoui, 2020, p. 406).

لقد أُجريت تجارب عديدة لاستخدام سلسلة الكتل في سلسلة الإمداد في قطاع النقل، وبالأخص في القطاع البحري والمنتجات الزراعية، كما قامت بعض المؤسسات من قطاعات أخرى بذلك كتلك الناشطة في الصناعة الصيدلانية؛ وفي قطاعي النقل البحري والتجارة الدولية، اعتبرت وكالة PWC أن استخدام هذه التقنية جد ضروري، فمن جهة، تتميز التجارة الدولية بكثرة الوساطة، لأن الشحنة الدولية للبضائع يتم فحصها عدة مرات من قبل هيئات مختلفة (سلطات الموانئ، وكلاء الشحن، شركات النقل، الجمارك وغيرها) عند نقلها، ومن جهة أخرى، يتم نقل 90% السلع في العالم عن طريق النقل البحري، وتمثل التكاليف المرتبطة بالمعالجة الإدارية للوثائق المتعلقة بحركة الحاويات ما يقارب 20% من تكلفة الشحن البحري، ولذلك أشار كل من Gurtu وJohny إلى أن التجارة الدولية مرتبطة ارتباطا وثيقا بالملفات المادية والوسطاء المشاركين في أنشطتها.

وفي سبيل الحد من الوسطاء وعملية التحقق اليدوية من المستندات، يمكن لسلسلة الكتل تحويل إدارة سلسلة الإمداد كلية، حيث دفعت الفرص التي قدمتها هذه التقنية في النقل البحري للفاعلين في القطاع إلى الشراكة مع المتخصصين في التكنولوجيا من أجل بدء مشاريع تجريبية، ففي جانفي 2018، دخلت مؤسسة Maersk الرائدة عالميا في نقل الحاويات في تعاون (على شكل مشروع مشترك) مع IBM –المؤسسة العالمية للتكنولوجيا والابتكار– من أجل إنشاء منصة للتبادل الرقمي القائمة على سلسلة الكتل –TradeLens– من أجل توحيد المعايير المشتركة التي يعتمد عليها الفاعلون الرئيسيون في التجارة الدولية (المصنعون، شركات ووكلاء الشحن، سلطات الموانئ، الجمارك،...)، رقمنة وأتمتة العمليات الإدارية بطريقة آمنة، تسريع عمليات النقل الدولية وتخفيض التكاليف الإدارية؛ وفيما بعد، قام العديد من المتعاملين في القطاع بالانضمام إلى هذه المنصة التي أصبحت تُسيِّر أكثر من نصف المتعاملين في النقل البحري، حيث وافقت أكثر من 90 مؤسسة على المشاركة في المنصة بما في ذلك خطوط الشحن البحرية مثل Pacific International Lines وHamburg Süd.

3.3. منصة TradeLens:

تُعتبر TradeLens منصة لإدارة سلسلة الإمداد والتي تستند على تقنية سلسلة الكتل، وهي تعمل على التمكين من مشاركة المعلومات الحقيقية ومن التعاون عبر سلاسل الإمداد، وبالتالي زيادة الابتكار الصناعي، تقليل الاحتكاك التجاري وتعزيز سيرورة التجارة العالمية، وهي تهدف إلى (TradeLens, 2022):

– ربط النظام البيئي، حيث تجمع المنصة جميع الأطراف في سلسلة الإمداد، بما في ذلك التجار، وكلاء الشحن، شركات النقل البحري، الجمارك والسلطات الحكومية الأخرى لتبادل المعلومات بطريقة آمنة والتعاون على خلق قيمة للنظام البيئي بأكمله؛

– تعزيز الثقة والتعاون، حيث تعمل المنصة على رقمنة وأتمتة العمليات التجارية عبر المؤسسات التي تُعتبر جزءا لا يتجزأ من التجارة العالمية، وبفضل تقنية سلسلة الكتل، تكون جميع المستندات والبيانات آمنة؛

– تسيير عملية مشاركة المعلومات الحقيقية، حيث تُتيح إمكانية المشاركة الآمنة لمعلومات سلسلة الإمداد في الوقت الفعلي مع جميع الأطراف، بما فيها المعلومات المتعلقة بمراحل الشحن، تفاصيل الشحن، الوثائق التجارية والإيداعات الجمركية وقراءات أجهزة الاستشعار.

تضع منصة TradeLens الأساس لتطوير سلاسل الإمداد الرقمية على مستوى العالم، حيث تتعقب حركة البضائع من المنشأ إلى الوجهة الأخيرة وتربط بين جميع الأطراف لتعزيز التعاون والثقة وتمكين التبادل والمشاركة الحقيقية للمعلومات حول العمليات، الأحداث ووثائق النقل بطريقة بسيطة وآمنة وفي الوقت الفعلي، ممّا يُوفر للشاحنين رؤية أفضل وأشمل لحالة الشحنة، موقعها ومحتواها، ويقلّل من حالات عدم التأكد وعدم تناسق المعلومات من خلال تزويد الأطراف المصرّح لها بإمكانية الوصول إلى البيانات الأصلية؛ وتسمح تقنية سلسلة الكتل للمستخدمين بالثقة في بيانات TradeLens، مع العلم أنه من المستحيل على أي مؤسسة أو شخص تغيير المعلومات على الشبكة، كما تشترك تقنية سلسلة الكتل التي تستخدمها هذه المنصة في بعض الخصائص مع تلك التي تدعم Bitcoin، إلا أنها تختلف معها في جوانب عديدة.

تستند منصة TradeLens على دفتر الأستاذ المكرر والمشترك، حيث تُشرف كل مؤسسة تشارك بشكل مباشر في شبكة سلسلة الكتل على عقدة داخلها –داخل سلسلة الكتل–، وتحتفظ كل العقد بنسخة من سلسلة الكتل عند إضافة البيانات، ويتم تحديث نسخة كل عقدة تلقائيا، كما تتميز بالثبات، لأن شبكة سلسلة الكتل تعمل عن طريق الإضافة فقط، فبمجرد نشر البيانات لا يمكن تغييرها، وإذا حدث خطأ في البيانات، فيجب إضافة إصدار جديد بحيث يكون الإصدارين معا –القديم والجديد– مرئيّين في الشبكة، وهي لا تستخدم آلية إثبات العمل عكس Bitcoin التي تستخدمها وتحتاج إلى التحقق من المعاملات مع الحفاظ على عدم كشف الهوية، فأعضاء TradeLens ليسوا مجهولين، وبالتالي فهي تستند على عملية تحقق انتقائية والتي تعتبر أكثر كفاءة للتحقق من المعاملات؛ بالإضافة إلى ذلك، يمكن تحديد الأطراف التي يُمنح لها الإذن، ويمكن فقط للأطراف المشاركة في عملية ما عرض البيانات المتعلقة بها أو إرسالها أو التحقق من صحتها، وهذا ما يُميز TradeLens عن شبكة سلسلة الكتل الخاصة بـ Bitcoin، حيث تكون جميع الأطراف مجهولة تماما.

يُتيح استخدام منصة TradeLens العديد من المزايا، أهمها (Jeacocke & Kouwenhoven, 2018):

– السماح للجمارك والهيئات الحكومية الأخرى بإجراء العمليات الخاصة بها بناءً على المعلومات التجارية المحينة، فبمجرد تعبئة الحاوية في بلد التصدير، يمكن لجمارك بلد الاستيراد فحص مسار الشحنة، استخراج أمر الشراء وقائمة التعبئة من المنصة واستخدامها لتقييم المخاطر؛

– تقديم رؤية شاملة وواضحة: ففي العديد من البلدان، لا يزال من الصعب الاستفادة من نظرة موحدة لحالة الشحنة، كما يمكن للجمارك والسلطات التنظيمية الأخرى الحصول على رؤية شاملة لكل المعلومات المتعلقة بالشحنة من خلال نشر المعلومات الرئيسية على المنصة، لذلك يمكن للقطاع الخاص أن يخطط لأنشطته بشكل أفضل وفي نفس الوقت يوفر الوقت والمال؛

– ضمان رقمنة المستندات: حيث تضمن المنصةُ الآليةَ المثاليةَ لرقمنة المستندات، خاصة وأنه على مدار الأربعين سنة الماضية، ظلّت المستندات الورقية تُهيمن على التجارة الدولية.

4. خاتمة:

استخدمت سلسلة الكتل في قطاعات وأنشطة مختلفة من بينها سلسلة الإمداد، بعدما كانت مقتصرة في البداية على العملات المشفرة وبالأخص البتكوين؛ ففي بيئة تتميز بتغييرات رقمية، تُمكن سلسلة الكتل من إحداث تغييرات على إدارة سلسلة الإمداد وتحسين أدائها، فباعتبار أنها سجل رقمي موزع يستند على اللّامركزية في مشاركة البيانات والمعلومات، ويضمن تخزينها ونقلها بطريقة آمنة دون سلطة تحكم، فإنها تُمكن من تأمين التبادلات المتعلقة بسلسلة الإمداد، إلى جانب التنسيق الأفضل بين الجهات الفاعلة في السلسلة والحد من الوساطة وعملية التحقق اليدوية من الوثائق والمستندات؛ فبناءً على دراسة العلاقة بين هذه التقنية وسلسلة الإمداد، تم التوصل إلى النتائج التالية:

– أصبح استخدام سلسلة الكتل في سلسلة الإمداد ضرورة مُلحة في ظل نقص الثقة بين المتعاملين وصعوبة إيجاد طرف ثالث محل ثقة، فباستخدام هذه التقنية يمكن إجراء المعاملات بدون الحاجة لطرف ثالث؛

– تُوفر سلسلة الكتل تسجيل كل البيانات المتعلقة بالمعاملات والمنتجات ومشاركتها بطريقة آمنة وشفافة، فالبيانات المسجلة مشفرة وغير قابلة للتعديل، ممّا يؤدي لعدم إمكانية تزويرها والتلاعب بها؛ كما تَسمح سلسلة الكتل بمشاركة المعلومات المجمعة والمتعلقة بالمعاملات مع كل المستخدمين في سلسلة الإمداد وفي الوقت الفعلي، ممّا يسمح لهم بتكوين نظرة شاملة، متكاملة وواضحة عن كل العمليات، خاصة وأن هذه التقنية تحتفظ بجميع المعاملات في دفتر واحد؛

– تُتيح سلسلة الكتل إمكانية تتبع المنتجات في كل مراحل إنتاجها وتسويقها، وتكتسي هذه الميزة أهمية كبيرة في سلسلة الإمداد، لكونها تسمح للزبائن بالعثور على جميع المعلومات التي تخص المنتج والتأكد من منشَئِه، مصدره، مكوّناته والمسار الذي اتبعه قبل الوصول إليهم؛

– تُساهم سلسلة الكتل في محاربة المنتجات المغشوشة وغير المطابقة للمعايير والمواصفات المطلوبة، فهي تُتيح المراقبة والتحقق من معلومات المنتجات ومكوناتها الحقيقية لمنع تداول المغشوشة منها، خاصة وأن المعلومات التي تُسجلها غير قابلة للتعديل والتزوير، فهي بذلك تُساهم في الحدّ من الفساد والاحتيال؛

– تسمح سلسلة الكتل بأتمتة جميع وظائف سلسلة الإمداد، تعزيز المرونة وتسريع تنفيذ كل العمليات والمعاملات المتعلقة بها دون الحاجة إلى الوسطاء، ممّا يساهم في التخفيض من التكاليف وتحسين كفاءة العمليات والمعاملات المنجزة؛

– تُساعد سلسلة الكتل على تحقيق مستوى عالٍ من الشفافية عند إبرام عقود الإمداد أو خلال التفاوض عليها، فهي تسمح بإتاحة نفس المعلومات لكل الأطراف المتعاقدة والتحقق من سلامتها، كما تُساعد على الإجابة على استفسارات تُجار التجزئة بطريقة لامركزية وشفافة؛

– تُساهم سلسلة الكتل في التسيير الجيد للطلبيات والتنبؤ بالطلبات الجديدة بفضل المعلومات المفصلة التي تحتفظ بها، والتي تخص المنتجات الجديدة، تفاصيل عملية الإنتاج وطبيعة المخزونات؛

– تُؤدي سلسلة الكتل دورا هاما في إدارة مخاطر سلسلة الإمداد، لكونها تساعد على اكتشاف المشكلات والمخاطر المحتملة، تحديد مصادرها وأسباب حدوثها إلى جانب اختيار الاستراتيجية المناسبة لمواجهتها، ممّا يؤدي إلى التقليل من المخاطر والمشاكل وبالتالي تحسين الأداء.

5. قائمة المراجع:

أ. المراجع باللغة العربية:

– بلولة محمد أكرم، زايد وافية، وتواتي مريم. (2021). دور نظام تخطيط موارد المؤسسة في تحسين إدارة سلسلة الإمداد. *مجلة البدائل الإدارية والاقتصادية*، 355–373.

– زيدان لخضر، وفرجي محمد. (2021). مشروع الدينار الجزائري الرقمي للبنك المركزي: المكاسب المحتملة وسيناريوهات التنفيذ. *مجلة المدبر*، 243–214.

– شبيرة سفيان. (2020). تقنية سلسلة الكتل ودورها في تطوير أداء منظومة الأوقاف. *مجلة الشريعة والاقتصاد*، 31–52.

- قريشي حياة، وبوعبد الله صالح. (2022). تقييم أداء سلسلة التوريد: دراسة استكشافية لمؤشرات تقييم الأداء. *مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية*، 219–238.

ب. المراجع باللغات الأجنبية:

- Bajolle, E., & Godé, C. (2021). Blockchain et relations inter-organisationnelles dans la supply chain: une diapproche par la théorie de l'agence, 193-223.

- Charif, A., & Lamtaoui, M. (2022). L'impact de l'usage du Blockchain sur la performance de la chaine logistique. *Revue internationale des sciences de gestion*, 22-39.

-Chowdhury, M. J., Colman, A., Kabir, M. A., Han, J., & Sarda, P. (2018). Blockchain versus database: A critical analysis. *The 12th IEEE international conference on trust, security and privacy in computing and communication*, 1-7.

-Dhiba, Y., & Alaoui, Y. (2020). Blockchain et gestion des risques logistiques: quel apport? *Revue internationale du chercheur*,. 393-413.

-El Gadrouri, R. (2020). Digital supply chain: Concepts, emergence et outils technologiques. *Revue internationales des sciences de gestion*, 824-842.

-Esmail Erol, Neuhofer Irem Onder, Tarik Dorgo, Ahmet Oztel, Cory Searcy, Ali C.Yorulmaz . (2022). Improving sustainability in the tourism industry through blockchain technology: challenges and oppotunities .*Tourism management journal*, *1*-.20

-Ila Manuj, John Mentzer .(2008) .Global supply chain risk management .,*Journal of business logistics*, 133-155.

-John.T Mentzer ,William Dewitt, James.S Keebler ،Soonhong Min ،Nawcyw Nix, D.Smith Carlo .(2001) .Deffining supply chain management .*Journal of business logistics, 1*-25.

-Kotler, P., Keller, K., & Manceau, D. (2015). *Marketing Management.* Paris: Dunod.

-Lalla Latifa Alaoui, Mohamed Yassine Saghrane .(2018) .La révolution digital de la crypto-monnaie, quel avenir pour la Bitcoin et la blochchain? *Public & Nomprofit Management Review*, 83-96.

-Lesueur-Caze, M., Bironneau, L., Lux, G., & Thierry, M. (2022). Réflexion sur les usages de la blockchain pour la logistique et le supply chain management: une approche prospective. *Revue Française de gestion industrielle*, 60-82.

-Rajendra Kumar Shukla, Dixit Garg, Ashish Agarwal .(2011) .Understanding of supply chain: A literature review .*International journal of engineering science and technology*, 2059-2072.
-Ronaghi, M. H. (2022). Contextualizing the impact of blockchain technology on the performance of new firms: the role of corporate governance as an intermediate outcome. *Journal of high technology management research* , 1-13.
-Rosa-Bilbao, J., Boubeta-Puig, J., & Rutle, A. (2022). Enhancing the accessibility of blockchain throught a low-code approach to the developement of event-driven applications for smart contract management,. *Computer Standards & Interfaces*, 1-58.
-Venry, J. (2018). La blockchain au service de l'amélioration de la compétitivité des entreprises et de l'attractivité des territoires, application à la filière pharmaceutique de valléé de la seine. *Annales de géographie*, 492-513.
-Xu Zixiao, Z., Wang, Y., Dong, R., & Li, W. (2022). Research on multi-microgrid power transaction process based on blockchain technology. *Electric power systems research*, 1-9.
-Zheng, Z., Dai, H.-N., Xie, S., Xiangping, C., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *International journal of web and grid services*, 352-375.

ج. مواقع الأنترنت:

- Carter, R. (2022). *La liste ultime des statistiques de la blockchain 2022*. Disponible sur le site: https://findstack.com/fr/blockchain-statistics/. Consulté le: 12/12/2022.
- http://www.statista.com. Consulté le: 13/12/2022.
- http://www.statista.com. Consulté le: 13/12/2022.
- https://www.businessresearchinsights.com/. Viewed on: 14/12/2022.
- https://www.precedenceresearch.com/blockchain-technology-market. Viewed on: 14/12/2022.
- https://www.researchdive.com/8493/blockchain-in-supply-chain-market. Viewed on: 14/12/2022.
- https://www.tradelens.com/. Viewed on: 24/12/2022.
– Jeacocke Stewart, Kouwenhoven Norbert. (2018). *TradeLens ou la chaîne de blocs au service des douanes pour la facilitation des échanges et pour une conformité accrue*. Disponible sur: https://mag.wcoomd.org/fr/magazine/omd-actualites-87/tradelens/. Consulté le: 24/12/2022.
- McCain Abby (2022), *23 blockchain statistics 2022*. Available at: https://www.zippia.com/advice/blockchain-statistics/. Viewed on: 12/12/2022.
- Ruby Daniel (2022), *72+ Blockchain statistics 2022*. Available at: https://www.demandsage.com/blockchain-statistics. Viewed on: 15/12/2022.