المجلة الجزائرية للعلوم – ب –
آداب و علوم إنسانية
ISSN: 2661-7064
http://univ-eltarf.dz/fr/



سلسلة الكتل بلوكتشين للتتبع والتحقق من المنتجات الفلاحية في الجزائر

Blockchain technology for tracking and verifying agricultural products in Algeria

اللقب والاسم : جدي علاء، خمايسية روفيدة
جامعة الشاذلي بن جديد -الطارف
جامعة الشيخ العربي التبسي -تبسة

تاريخ الاستلام: 18-07-2025 تاريخ القبول: 28-10-2025 تاريخ النشر: 18-02-2026

معلومات المقال

الكلمات المفتاحية:
الرقمنة، القطاع الفلاحي،تقنية سلسلة الكتل،Blockchain،الرقمنة في الجزائر، سلاسل التوريد.

البريد الإلكتروني:
khemaissia.rofaida@univ-tebessa.dz

ملخص

في خضم الثروة الزراعية التي تعيشها الجزائر في اللآونه الأخيرة بتكريس كل الجهود لتطوير ورقمنة هذا القطاع نظرا للتطور الديموغرافي و الاقتصادي الذي يشهده العالم بأسره، أصبحت العديد من الخدمات عرضة للتزييف و التزوير والتى إمتد سيطها في كافة المجالات،وباخذ المجال الفلاحي كمثال فإن رقمنة وحماية هذا القطاع أمر لا بد منه حيث أصبح المستهلك عرضة للخداع بجهله مصدر المنج إن كان عضويا أو لا كمثالا واقعيا،وخصوصا ان مواكبة الدول المتقدمة يعتبر إظافة للإقتصاد الوطني من خلال إدراج كل سبل التكنولوجيا الحديثة في حماية الأمن الغذائ وضمان جودته. ولذلك سعت هذه الدراسة إلى اقتراح نموذجا أوليا عن إمكانية تتبع المنتج من مكان اللإنتاج وصولا إلى المستهلك ،من خلال الإعتماد على هيئة موثوقه والتى ساد صوتها الكثير من الميادين والمعروفة بإسم سلسلة الكتل .(Blockchain) فهته التقنية تمكن مستخدميها من الشفافية ونزاهة المعلومة بوضع قيود وشروط الوصول إليها وعليه فإن هذه الورقة البحثية نقترح منصة لتتبع الإنتاج الفلاحي والتحقق من أصله و هي خطوة حيوية نحو محاربة تزييف المنتج مكسب ثقة المستهلك التي تدعو إلى تدخل العديد من الوزارات الحكومية لجعل العملية أكثر واقعية وعملية.

Abstract

Abstract

In the midst of Algeria's agricultural wealth in recent times, all efforts have been devoted to the development and digitization of this sector owing to the demographic and economic development in the entire world. Many services have become subject to counterfeiting and forgery, which has been extended in all fields. Taking the agricultural field as an example, the digitization and protection of this sector is imperative as the consumer is prone to being deceived by the source of the product if it is organic or not. In particular, keeping up with developed countries is a cleaner way for the national economy by incorporating all modern technology into food safety and ensuring quality. This study therefore sought to propose a prototype on the traceability of the product from the source of production to the consumer, by relying on its reliable format, which was voiced in many fields known as the blockchain. This paper proposes a platform to track and verify the origin of the agricultural production and is a vital step towards combating counterfeiting and gain the consumer confidence that calls for the intervention of many government ministries to make the process more realistic and practical.

Article information

Key words : digitalization, agricultural, Blockchain technology, supply chain.

مقدمــة:

يعتبر القطاع الفلاحي من أهم قطاعات الدولة لما فيه من أهمية للمجتمع لاسيما فيما يتعلق بالأمن الغذائي كونه ركيزة أساسية للحفاظ على قوت المواطن و حماية السيادة الوطنية حيث قدر الناتج المحلي للقطاع الز راعي الجزائري حوالي 35 مليار دولار للموسم 2023-2024 ،عرف هذا القطاع تطور مشهود نتيجة إدراج تقنيات حديثة في كافة القطاع الفلاحي إنطلاقا من رقمنته إلى غاية دعمه بثورة الذكاء الاصطناعي .ومع مواكبة العصر فإن ثقافة تأثير الأمن السيبراني تلعب دورا فعالا فيتطوير أليات وطرق لتحسين و تأمين المعطيات المتعلقة بجوانب الانتاج الفلاحي ، فاختراق أو الوصول إلى هاته المعلومات الحساسة قد يعرض جميع سلاسل توريد المنتجات الفلاحية الى الخطر، مما ينجم عنه تأثيرا سلبا على تحقيق الأمن الغذائي.حيث أننا تتناول في هذه الورقة البحثية كيفية تسخير الرقمنة بالإستناد على تقنية Blockchain كهيئة موثوقة تتسمم بكل صفات الصدق والمصداقية التي من شأنها أن تضمن تتبع مصدر الإنتاج الفلاحي من المصدر حتى المستهلك كوسيلة تحدد سلاسل التوليد التى من شأنها أن تحارب المنتجات الغذائية المزيفة مما يسمح للمستهلك بالتحقق من مصدر المنتج(منتج عضوي أو غير عضوي) .عرفت تقنيهBlockchain بفعاليتها في حماية المعطيات المبادلات التجارية بإستعمال العملات المشفرة أشهرها Bitcoin ألا حيث عرفها العالم العربي بإسم سلاسل الكتل ،ومن أهم خصائصها الشفافية و ضمان الأمن المعلوماتي و حماية خصوصية البيانات و الأشخاص الفاعلين عدم قابلية التغيير التي تساعد على بقاء المعلومة ، إلى جانب قابلية توفر الخدمة حيث تم إدراجها في العديد من الحلول الأكاديمية والصناعية للاستخدام المربح أو الحر.Blockchain تقنية شهيرة انتشرت على نطاق واسع بسبب معالجة العديد من المخاوف المرتبطة بالمحيط الغير موثوق حيث تعد كقاعدة بيانات موزعة ومحمية بمستوى عال وذلك لإستخدام طرق التشفير لضمان أمن المعلومات وخصوصية المستخدمين و علاوة على ذلك شفافية النظام حيث تمنح فرصة تقفي الأثر في حالة التدقيق القانوني. من خلال الاستفادة من مزايا blockchain المختلفة مثل عدم قابلية التغيير التي تساعد على بقاء المعلومة ، إلى جانب قابلية توفر الخدمة تم إدراجها في العديد من الحلول الأكاديمية والصناعية للاستخدام المربح أو الحر. وفيما يتعلق بتشجيع الطابع الامركزي على عملية التحقق بدعم من الحكومة الجزائرية، من شأنها أن تعالج معظم القضايا.

تقدم هذه الورقة البحثية نموذجا أوليا عن كيفية تتبع المنتجات الفلاحية من المصدر الى المستهلك حيث أن الأطراف الفاعلة ذات أدوار منفصلة بهدف الحد من الأخطاء المحتملة وضمان أمن وخصوصية أفضل للمستخدمين وعلى رأسهم وزارة الداخلية ووزارة الفلاحة الوطنية مع إدراج التفاعلات بواسطة البلوكشين الذي يلعب دور الوسيط بينهم.وبحكم أن النموذج يدعم الحفاظ على معلومات خفيفة والتى تسفر الى التخلص من مشكلة توسع نطاق الشبكه عامة و المستخدمين خاصة.و بالإستناد للهيئة الوطنية لحماية البيانات الشخصية (ANPDP) [1] التى تفرض أنه مهما كان

المشغلون أو العاملون يجب أن يخضعوا لقواعد الخصوصية، فإن بيانات الفلاحين والمشتثمرين يتم تقديمها بشكل خاص من قبل وزارة الداخلية والسلطات المحلية والتخطيط الإقليمي، و عليه فإن النموذج يخضع لقواعد السلطة باستخدام المعلومات المطلوبة التي يسمح بها القانون.

1. تحديد المصطلحات

1.1 الرقمنة

هي عملية تقوم على تحويل المعلومات إلى تنسيق رقمي، يمكن قراءته بواسطة الحاسوب، من خلال تسلسل الأرقام الثنائية (0 أو 1) وهي التغييرات المرتبطة باستخدام التقنيات الرقمية لتغيير نموذج الأعمال وتوفير إيرادات وفرص جديدة لإنتاج القيمة ؛ إنها عملية الانتقال إلى العمل الرقمي .

Blockchain 1.2

تدعى باللغة العربية سلسلة الكتل أو تقنية السجل الموزع وهي عبارة عن قاعدة بيانات موزعة ،حيث يتم تخزين المعلومات على شكل كتل ويتم ربط هذه الأخيرة مع الكتلة التى تلي عن طريق إستخدام تقنية ال**Hash** .تتميز تكنولوجيا البلوكشين عن سائر قواعد البانات التقليدية لدعمها نسخ نفس المعلومة على كل العقد المنضمة للشبكة وعليه فإن إدراج أي معلومة جديدة يكون بالتوصل إلى إتفاق من طرف لجنة مكونة من عقدات خاصة و تكون متسقة زمنيًا أي لا يمكنك حذف كتله أو تعديلها من دون توافق من الشبكة.ظهرت هذه التكنولوجا في عام 2009 كسجل عام Bitcoin[2] لتسجيل المعاملات المالية بغية التخلي عن معاملات البنوك ولتحارب الإنفاق المزدوج (double spending) فهي تلعب دور الطرف الثالث الشاهد والموثوق يتحقق من صحة العملية. البلوكشين تعمل بنظام لامركزي حيث تمكن من تفادي ثغرة سقوط النظام المركزي في حالة إختراقه من جهة أخرى مما يجعلها صامدة أمام كل محاولات التلاعب بالمعلومات السابق تخزينها مما جعلها مطلبا للكثير من القطاعات وحتى التطبيقات نتيجة مزاياها المغرية. وتختلف شرط انضمام الأجهزة أو العقد إلى الشبكة و مشاركتها في آلية الاتفاق على العمليات التي ستسجل في السجل حسب نوع الشبكة، والذي يمكن أن يقسم إلى صنفين :الشبكة العامة بدون تصريح و الشبكة الخاصة التى تحتاج تصريح.

تم دمج سلسلة الكتل في العديد من مجالات التطبيق مثل البيانات الشخصية [11، 12، 13]، والرعاية الصحية [15]، وتوجيه حركة المرور [14] والشبكة الذكية [16].

1.3 العقود الذكية

تعتبر العقود الذكية عنصر أساسي في تكنولوجيا البلوكشين وهي عقود رقمية مخزنة على سلسلة بلوكشين يتم تنفيذها تلقائيًا عند توفر الشروط والأحكام التي حددت مسبقًا. تُستخدم العقود الذكية لتنفيذ اتفاقية بين جميع الأطراف

بحيث يكون جميع المعنيين آمنين وموقنين بأنه يتم تخزين سجل الاتفاقية على تقنية بلوكشين. حيث ظهرت استخدام العقود الذكية والخدمات المالية في عام2010 من خلال Blockchain 2.0 للتطبيقات من خلال منصتي[3] Ethereum و[4]Hyperledger.

1.4 خوارزمية Hash

هي دالة رياضية ويطلق عليها أيضا إسم دالة التجزئة حيث راج إستخدامها في الأمن السيبراني،نظرا لنتائجها الفعالة في حماية نزاهة المعلومة حيث تتطلب أخذ مدخلات والتي تكون بأحجام مختلفة ولكن النتيجة تكون بحجم ثابت 256ب (bit)،بغض النظر عن حجم المدخل فإن حجم المخرج لايتغير.خوارزمية Hash أحادية الاتجاه أي لا يمكن الرجوع إلى المعلومة الأصلية بمجرد معرفة الرمز حيث يمكن القول أنها دالة غير عكسية،تعتمد عليها البلوكشين لتأمين البيانات والتحقق من نزاهتها داخل الشبكة.

2. البحوث ذات الصلة

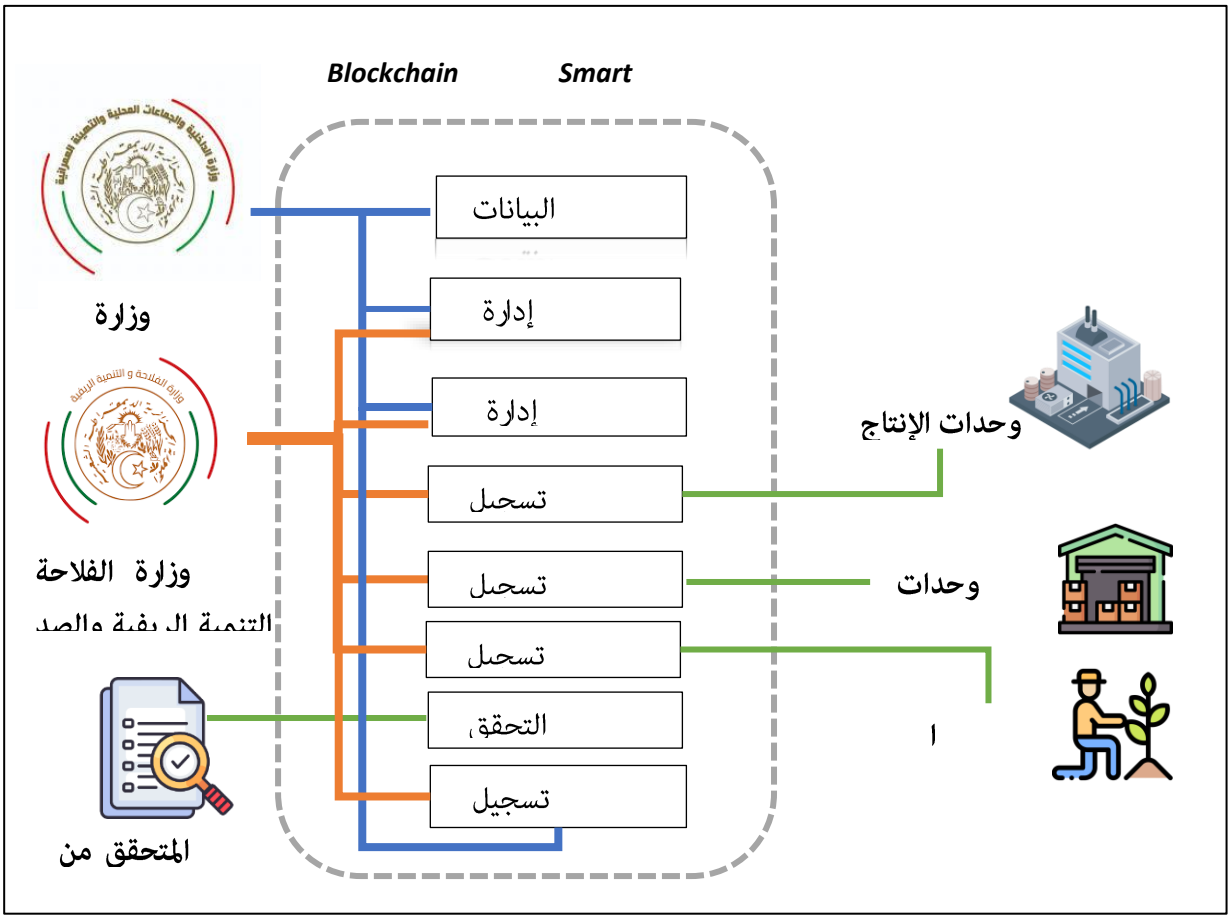
اقترح العمل في [5] نظامًا لتتبع سلسلة توريد قائمًا على سلسلة الكتل لتتبع منتجات الأغذية الزراعية وتخزين البيانات على السلسلة [6] AgriBlockIoT .هو نظام تتبع للأغذية الزراعية قائم على سلسلة الكتل يستخدم أجهزة إنترنت الأشياء لالتقاط بيانات حساسة حول المنتجات. يدعم العمل المقترح في [9] الزراعة الذكية باستخدام تقنية إنترنت الأشياء وتكنولوجيا سلسلة الكتل. لقد أدرج العديد من الفاعلين في عملية التتبع في بيئة ذكية.

تعالج أعمال أخرى مثل [10] مشكلة تتبع سلسلة توريد الأطعمة الحلال باستخدام سلسلة الكتل حيث توضح أن استخدام سلسلة الكتل يمكن أن يسرع عملية التتبع بدلاً من الطرق التقليدية.

هناك العديد من الأعمال حول استخدام تقنية سلسلة الكتل لتحسين المنتجات الزراعية وتأمينها. لقد استشهدنا ببعض الأعمال و لمزيد من المعلومات حول استخدام سلسلة الكتل لإدارة وتتبع الأغذية الزراعية، يرجى الرجوع إلى [7] و[8] على حد علمنا، لم يطبق أي عمل سابق سلسلة الكتل للتتبع في الجزائر. لذلك، فإن الهدف الرئيسي من عملنا هو اقتراح تصميم جديد يدعم احتياجاتنا المحددة في الجزائر ويضمن الأمن من خلال دمج الوزارات الحكومية.

3. هيكلة النموذج ووظائفه الرئيسية

يتضح من خلال الشكل1 العناصر المكونة للنموذج الرقمي الأوتوماتيكي وأهم اللأطراف الفاعلة مع العقود الذكيه حيث تسمح للمستخدمين بالتفاعل مع نظام البلوكشين أي مع كل إستدعاء لعقد ذكي ينجر من وراءه طلب خدمة معينة .في الفقرة الموالية نقدم وصفا مفصلا حول أهم العناصر المكونة للنموذج والمستخدمين الشرعيين .



الشكل1 الإطار التنفيذي للمتابعة والتحقق من المنتجات الفلاحية بتقنية **Blockchain**

3.1 أدوار المستخدمين ومسؤولياتهم

في هذا الفصل، نقدم تفاصيل أكثر حول الأدوار المهمة و المختلفة في النموذج المقترح. حيث يضمن فصل الأدوار التحلي بميزات أمان إضافية و عليه فإن كل طرف لاعب في النظام يعطي مسؤوليات خاصة.

وزارة الداخلية والسلطات المحلية والتخطيط الإقليمي (الجزائر): يتمثل دورها الرئيسي في إدارة بيانات blockchain حول الأشخاص المشاركين في النظام المقترح مثل الفلاحين و اصحاب وحدات الانتاج و التخزين بالإظافة إلى أي متدخل ضروري لمراقبة العمليات الرقمية. وبالتالي كل مواطن يمتلك الملكية الشرعية أن يسجل في النظام باستخدام الرقم القومي الجزائري وهو رقم فريد وخاص. يمكن استخدام هذا الأخير لربط كل شخص بملكيته على blockchain . وزاره الداخلية هي السلطة الوحيدة المؤهلة للقيام بهذا الدور نظرا لحساسية بيانات المواطنين.تتقيد وزاره الداخلية بإدارة ضوابط حول الوصول إلى البيانات الشخصية وإدارة الهوية فقط

وزارة الفلاحة والتنمية الريفية والصد البحري: تقوم هته الوزارة بإدارة الهويات الرقمية للمستخدمين المرتبطين بها حيث تقوم أيضا بالتحقيق في أي عملية غير قانونية أو تزوير تم على مستوى وضع المعطيات المتعلقة بالإنتاج الفلاحي.

أحد أدوارها الأساسية هي تسجيل الفلاحين و ممثلي وحدات النتاج و التخزين و إعطاهم حق ال وصول إلى النظام المقترح.

المتحقق من المنتوج :قد يتقمس هذا الدور هيئة ،منظمة عمومية أو خاصة وقد يكون المتحقق شخصا عاما يرغب في التحقق بنيم معرفة أصل المنتجات الفلاحية أو التي تم تحويلها عى مستوى وحدات الإنتاج وكل هذا بإستخدام رمز خاص بكل منتج. النظام المقتح في هذا البحث يسمح للمتحققيق من تتبع المنتجات من أصلحا حتى وصولها إلى مراكز البيع فيستطيع معرفة تاريخ إنتاجها و حتى ضروف تخزينها.

الفلاح: مسؤوليته الأساسية تكمن في تسجيل منتجاته بدقة على مستوى النظام و ذلك بإدراج المعلمات الأساسية كتاريخ الإنتاج و نوع المنتوج و مدة صلاحيته و غيرها من المعطيات التي يحتاج إليها النظام.

وحدات التخزين: دورها الجوهري يتمثل في ضمان إدراج المعطيات المتعلقة بعمليات التخزين من تاريخه حتى خروج المنتجات من التخزين إل الإستهلاك. فأي خطأ او تزوير إذا تم كشفه فتكون المسؤولية المباشرة على عاتق وحدة التخزين التي وضعت المعلومات عى مستو المنصة الرقمية.

وحدات الإنتاج: يكمن دورها في تسجيا جميع المنتجات التي تستخدم موارد فلاحية كمكونات أساسية وربطها مع منجاتها الفلاحية التي تم تسجيلها من قبل الفلاحين. حيث تسمح هاته العملية بمعرفة أصل مكونات المنتجات بشفافية و تتبع مصدرها الأساسي.

3.2 عناصر البلوكشين

في هذا الفصل سنتطرق لشرح مفصل حول المكونات الرئيسية لنظام البلوكشين،حيث يمكن لكل دور من اللأدوار السابقة التفاعل مع أكثر من عنصر لأن في في هذا النموذج كل عنصر بمثابة عقد ذكي ينفذ تلقائيا بمجرد الإستدعاء و توفر الشروط ،علاوة على ذلك كل التفاعلات مع تاريخها والدور المتسبب في حدوثها يتم تخزينها لأغراض التحقيق إذا إستدعى الأمر.

خدمة البيانات الشخصية:يقتصر تنفيذ هدا العقد في حالة استدعائه من طرف وزارة الداخلية فقط التى تسير وتتحكم في البانات الحساسة للمشاركين كالفلاحين و اصحاب وحدات الانتاج و التخزين و كل من له الحق في إستخدام النظام وذلك بإستخدام الرقم الوطني الجزائري كرقم تعريف ID .

خدمة إدارة الهوية الرقمية :يتولى مهمتين أساسيتين،تتمثل الأولى في إنشاء هوية وتسجيلها للتمكن من التفاعل مع النظام بطريقة شرعية بالنسبه للمشتركيين الشرعيين مثال على ذلك وزاره الفلاحة تتولى رصد العمليات المتعلقة

بالمنتوجات الفلاحية في حقبة معينة هنا يتم إنشاء هوية جديدة حتى تتمكن التفاعل مع النظام بطريقة سلسلة.أما بالنسبة للمهمة الأخرى و هي المصادقةعلى ما إذا كانت هوية معينة صالحة أم لا باستخدام blockchain حيث ترسل شهادة تسجيل إلى كل مستخدم أو مشارك مقبولا في النظام و يتم تخزين كل المعلومات المتعلقة بالهوية على البلوكشين لتفادي اللعب أو التزوير و يعتبر هذا العقد خاص لأنه يتفاعل فقط مع وزارة الداخلية و وزارة الفلاحة .

خدمة إدارة الصلاحيات: يحدد ضوابط الوصول إلى مكونات النظام (العقود الذكية الأخرى) حيث يتم استخدامها فقط من قبل وزارة الداخلية و وزارة الفلاحة. على سبيل المثال، يقوم المشرف على نظام البلوكشين(administrator) قيوداً على الوصول إلى مكون التحقق من المنتوجات وتتبعها. يمكن أن يكون التقييد بإتاحة الوصول لفترة من الوقت لبعض جهات بغرض التحقق على سبيل المثال.

خدمة تسجيل المنتجات الفلاحية :وظيفته تسجيل منتوج فلاحي جديد .في هذه الحالة، يجب تخزين إسم المنتوج و نوعه وتاريخ إنتاجه و تحصيله و مالك المنتوج ومدة صلاحيته . هذه الخدمة تستخدم حصرا للفلاح حيث يتحقق النظام من الفلاحين باستخدام هوياتهم ال رقمية و بياناتهم من خدمة البيانات الشخصية والمعلومات المقدمه من طرف وزارة الفلاحة.و يجب تخزين كل منج جديد بهوية فريدة يمكن أن تكون على سبيل رقم مستخرج من دالة الهاش يتم حسابها باستخدام بيانات المنتج.

خدمة تسجيل المنتجات الصناعية : يتمثل دور هذه الخدمة في تسجيل المنتجات الجديدة المتعلقة بوحدات الإنتاج و التي تم إستخدام منتجات فلاحية مسجلة في النظام لإنتاج مختلف المنتجات الموجهة للإستهلاك. تتضمن المعلومات المسجلة إسم المنتوج و نوعه و تاريخ إنتاجه و مدة صلاحيته و تاريخ خروجه من المصنع للتخزين.

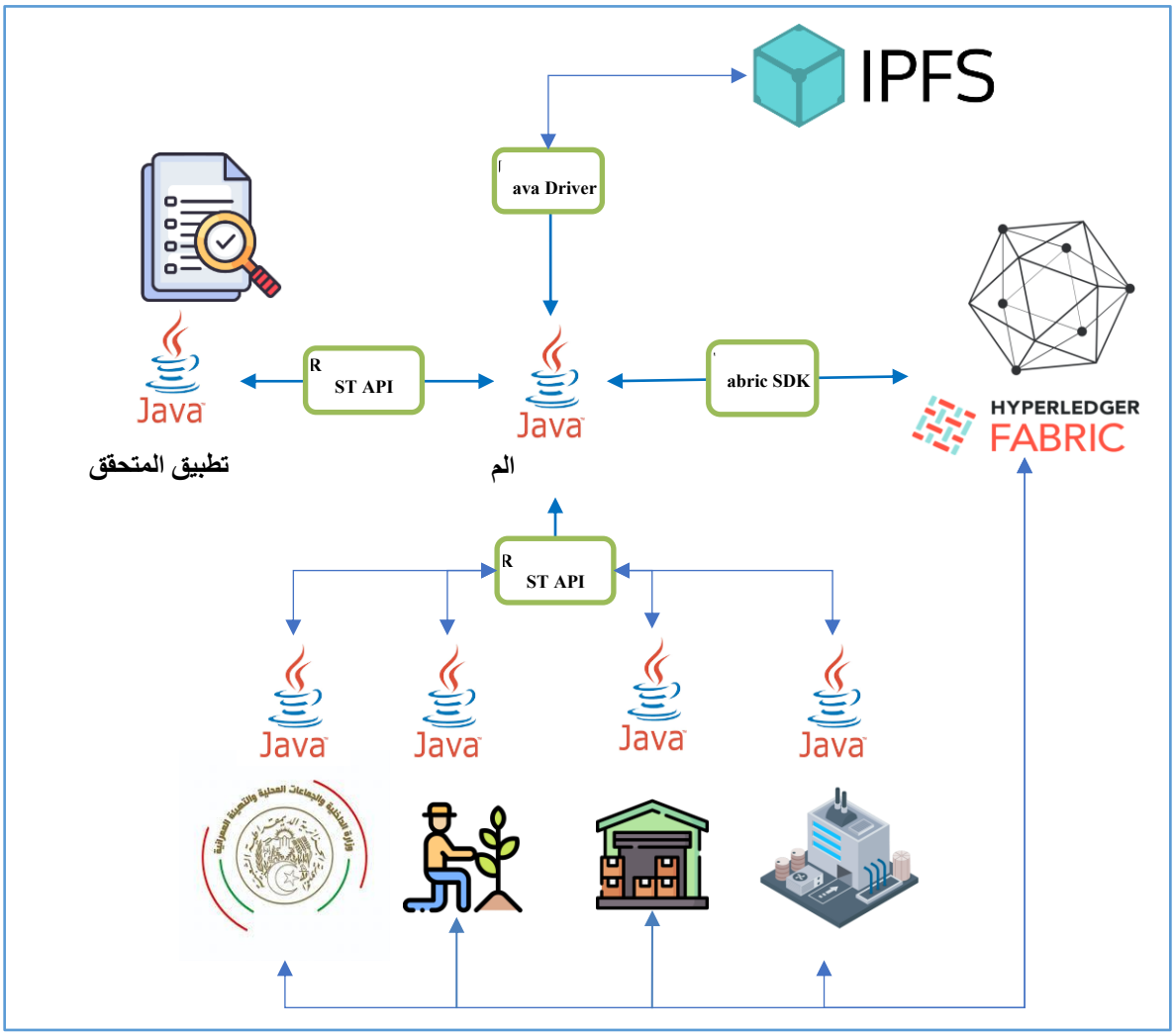
خدمة تسجيل عمليات التخزين : يمنك لوحدات التخزين تسجيل معطيات أساسية حول عمليات تخزين المنتجات الفلاحية و حتى الصناعية المرتبطة بالقطاع الفلاحي و حتى الصيد البحري. من المعطيات المخزنة على مستوى النظام ما يتعلق بتاريخ التخزين و نوع المنتج و مصدره و تاريخ خروجه من التخزين و ضروف تخزينه و حتى تنجح عملية و ضع المعلومات يجب أن يكون المنتوج لدية معلومات قد تم إدخالها من قبل الفلاحين ووحدات الإنتاج.

خدمة التحقق و تتبع المنتجات الفلاحية: في هته الحالة يجب أن يكون المتحقق مدققا شرعيا أي أن النظام لايسمح لكل الأشخاص بلإطلاع إلا في حالة الموافقة على الشروط المفروضة من الفلاحة كالمتابعة قضائيا في حالة التجسس ويتم التحقق بإرسال طلب للنظام بإستخدام العقود الذكية مع كل البيانات المطلوبه(كالرقم الوحيد للمنتج) وتتم هذه العملية بعد حفظ كل المعلومات عن المتحقق،و تكون النتيجة معلومات حول مصدر المنتج و منتجه و كيفية تخزينه و غيرها من المعلومات المهمة لعملية التتبع.

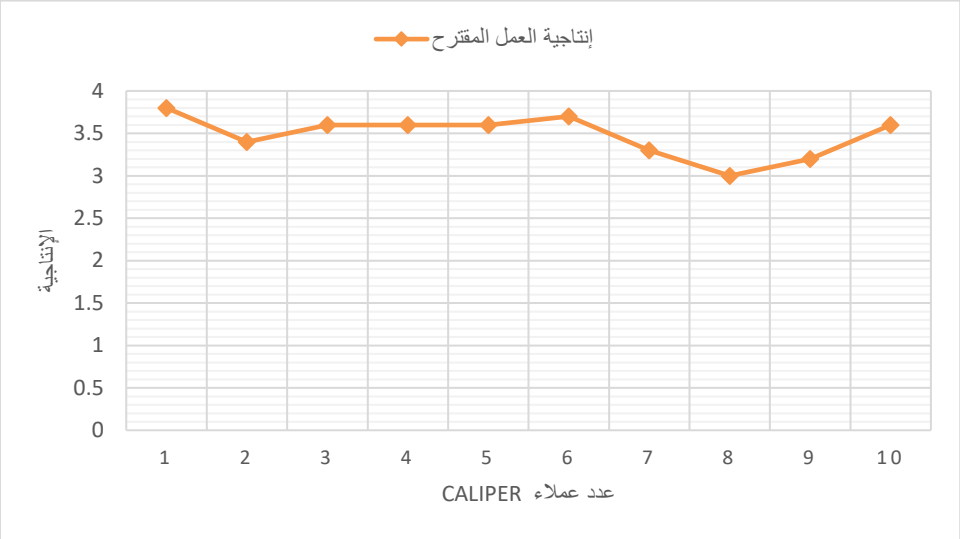
خدمة تسجيل العمليات:تقوم هذه الخدمة على حفظ وتسجيل كل العمليات المنفذه من طرف المستخدمين وذلك بتدوين اسم المستخدم والعملية المجراة مع تسجيل التوقيت ،تهدف هذه الخدمة للسماح بإجراء تحقيق متقدم في حالة حدوث عدم التناسق فيحالة الوصول إلى مكون خاص دون إذنو ذلك بدمج البيانات من جميع السجلات لإجراء فحصًا متقدمًا.

4. التنفيذ

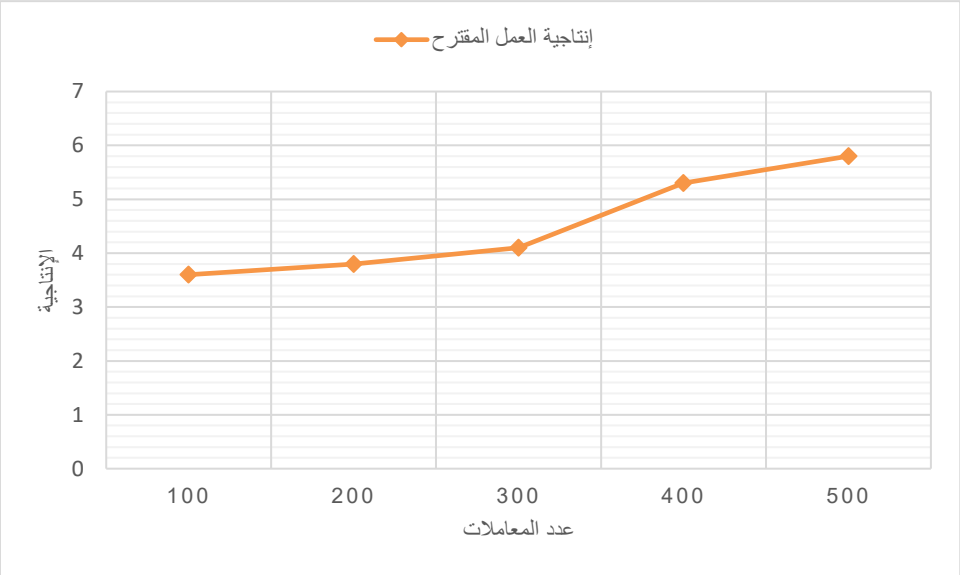
يتم تنفيذ النموذج الأولي في إطار Eclipse كبيئة مطورة باستخدام العديد من واجهات برمجة التطبيقات Java مثل JSON و Fabric SDK **The Fabric Hyperledger Blockchain** وهو عباره عن بلوكشين خاص ويشترط توفر الإذن للإنظمام أي أن كل مستخدم أو عنصر يجب أن يتوفر لديه مفتاح الولوج والذي يعتبر كتعريف وتحديد لهويته.حيث تستخدم Blockchain كقاعدة بيانات CouchDB. يتم إنشاء إذن بالدخول لكل منظمةحيث تم وضع ست قنوات موافق لستة عقود. يتم نشر ستة عقود ذكية من Fabric باستخدام لغة Go (واحدة لكل قناة). يتم ربط كل قناة بسجل معلوماتي وعقد ذكي.



الشكل2 الإطار التنفيذي للمتابعة والتحقق من المنتجات الفلاحية بتقنية **Blockchain**



الشكل 3: إنتاجية العمل المقترح مقابل عملاءCaliper



الشكل 4: معدل إنتاج العمل المقترح مقابل عدد المعاملات

5. نتائج التقييم

تم تقييم العمل البحثي باستخدام Hyperledger Caliper، وهي أداة قياس أداء لاختبار شبكات سلاسل الكتل مثل Fabric وEthereum وBasos. في هذا الإعداد، اختبرنا استدعاء عقود ذكية لتسجيل منتج زراعي جديد على السلسلة المقترحة. يوضح الشكل 3 كيفية تغيّر قيم الإنتاجية (المعاملات المُعالجة بالثانية) عند عدد متغير من عملاء Caliper يتراوح بين 1 و10. يستخدم هذا التقييم 200 معاملة ككل و30 معاملة بالثواني كمعامل معالجة في الثانية (TPS).

في اختبار ثانٍ، ثبّتنا عدد العملاء بمقدار 4 و30 معاملة في الثانية (TPS). يعرض الشكل 4 نتائج هذا الاختبار الثاني.

الخاتمة

تقترح هذه الورقة نموذجا لتبع و التحقق من المنتجات الفلاحية في الجزائر والقائم على تكنولوجيا سلاسل الكتل لضمان أمن العمليات الرقمية و حماية خصوصية المتدخلين. لقد سلط الضوء على الهيكلة الجزائرية التي توضح بالتفصيل التفاعل بين وزارة الداخلية و ووزارة الفلاحة و جميع الفاعلين كالفلاحين ووحدات التإنتاج و التخزين. علاوة على ذلك، شددت الورقة على كيفية خصوصية البيانات المتعلقة ببيانات المستخدمين مستخدمة من خلال التحكم في الوصول. لذلك، لا يُسمح بالوصول للنظام إلا بهوية صالحة ودور محدد. يضمن النموذج تتبعا و تحققا آليا مما يحد من الأخطاء ويحذف العملية اليدوية،كما تمنح قابلية التحقيق من خلال التطلع على محتوى السجل بهدف التدقيق وكشف عن أي خطأ أو وصول غير قانوني. يستخدم الاتصال بين النظام والعملاء TLS لتحسين الأمن والحفاظ على الخصوصية.

المصادر

[1] السلطة الوطنية لحماية المعطيات ذات الطابع الشخصي https://anpdp.dz/.

[2] **Nakamoto, S. (2008). Bitcoin whitepaper. *URL: https://bitcoin. org/bitcoin. pdf-(: 17.07. 2019)*, *9*, 15.**

[3] **Buterin, V. (2013). Ethereum white paper. *GitHub repository*, *1*, 22-23.**

[4] https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-2.5

A. Shahid, A. Almogren, N. Javaid, F. A. Al-Zahrani, M. Zuair and M. Alam, "Blockchain-Based Agri-Food Supply Chain: A Complete Solution," in IEEE Access, vol. 8, pp. 69230-69243, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2986257.

M. P. Caro, M. S. Ali, M. Vecchio and R. Giaffreda, "Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation," 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany), Tuscany, Italy, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373021.

Marchese, A., Tomarchio, O. A Blockchain-Based System for Agri-Food Supply Chain Traceability Management. SN COMPUT. SCI. 3, 279 (2022). https://doi.org/10.1007/s42979-022-01148-3

Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. Journal of cleaner production, 260, 121031.

Mishra, P., Mohanraj, B., Savithri, G., Roshini, M., Krishnamoorthy, R., & Arun, S. (2022, July). Blockchain-based food tracking for intelligent farming using IoT. In 2022 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT) (pp. 522-527). IEEE.

Imanto, T., & Yazid, S. (2021, October). Blockchain based halal food production tracking. In 2021 6th International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS) (pp. 97-102). IEEE.

Zyskind, G., and Nathan, O, 2015. Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data. IEEE Security and Privacy Workshops (pp. 180-184).

Truong, N. B., Sun, K., Lee, G. M., and Guo, Y, 2019. Gdpr-compliant personal data management: A blockchain-based solution. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 15, 1746-1761

Khemaissia, R., Derdour, M., Djeddai, A., & Ferrag, M. A. (2021). SDGchain: When Service Dependency Graph Meets Blockchain to Enhance Privacy. Proceedings of the 2021 ACM Workshop on Security and Privacy Analytics.

Wang, Q., Ji, T., Guo, Y., Yu, L., Chen, X., and Li, P, 2020. TrafficChain: A Blockchain-Based Secure and Privacy-Preserving Traffic Map. IEEE Access, 8, 60598-60612.

Liang, X., Zhao, J., Shetty, S., Liu, J., and Li, D,2017. Integrating blockchain for data sharing and collaboration in mobile healthcare applications. IEEE 28th annual international symposium on personal, indoor, and mobile radio communications (PIMRC) (pp. 1-5).

Gai, K., Wu, Y., Zhu, L., Xu, L., and Zhang, Y,2019. Permissioned blockchain and edge computing empowered privacy-preserving smart grid networks. IEEE Internet of Things Journal, 6(5), 7992-8004.