مجلة العلوم القانونية و الاجتماعية

Journal of legal and social studies

الجزاIssn: 2507-7333

Eissn: 2676-1742

تقنية البلوك تشين : دراسة في المفهوم والعناصر

عوسات تكليت*

جامعة زيان عاشور الجلفة، (الجزائر)،aoussattaklit@gmail.com

تاريخ ارسال المقال:2022/03/01	تاريخ القبول:2022/05/01	تاريخ النشر: 2022/06/01

* المؤلف المرسل

الملخص:

البلوك تشين Blockchain هو مجموعة من البيانات للنقل والتخزين على وسائل التخزين ويسمى أيضا "سجل مادي" Physicalrecord وهو تسلسل من البايت أو البت يوجد بها مجموعة من السجلات المتسلسلة.

وهو تكنولوجيا رقمية تقوم على قاعدة بيانات سحابية ضخمة يستطيع الأشخاص من خلالها انجاز المعاملات ونقل الأموال باستخدام شبكة من الحواسيب اللامركزية.

وتعرف باللغة العربية على أنّها "سلسلة الكتل" وهي البيانات التي تم تخزينها والحفاظ عليها من خلال شبكة لامركزية من أجهزة الحاسوب، يمكن تطبيق تقنية بلوك تشين كنظام بديل لفكرة الأنترنت بصورة عامة ومن خلال تكنولوجيا بلوك تشين يمكن بناء تطبيقات تؤدي إلى مهمة كتطبيقات الهواتف الذكية أو برامج الكمبيوتر، وهناك نوعان من البلوك تشين

نوع عام — كالبيتكوين حيث يمكن لأي شخص الإنضمام لشبكة العقد.

نوع خاص — يستخدم غالبا من قبل الشركات حيث يمكن فقط للأشخاص الذين لديهم الإذن بإضافة أجهزتهم الخاصة إلى الشبكة.

الكلمات المفتاحية: سلسلة الكتل; وسائط التخزين; البيانات.

Abstract :

Blockchain is a set of data to be transferred and stored on a storage medium called physical record. It is a sequence of bytes or bits in which is a set of serial records. It is a digital technology based on a huge cloud database through which people can perform transactions and transfer assets using a network of centralized computers.

It is defined in Arabic as a blockchain which is the data stored and maintained through a decentralized network of computers.

Blockchain technology can be applied as an alternative system to the idea of the internet in general and through this technology applications that lead to a task such as smart phone applications or computer programs can be created.

There are 2 types of blockchain: a general type such as bitcoin where anyone can join the network of nodes and a special type used by companies where only authorized people can add their own devices to the network.

Keywords: blockchain , storage medium, data.

مقدمة:

إنّ تاريخ نشأة البلوك تشين واحدة من أبرز المواضيع المتعلقة بشبكة البلوك تشين التي تعتبر التقنية الرئيسية الشائعة في عالم العملات الرقمية، حيث أن البلوك تشين يفتح المجال لكافة مستخدميها وعملائها على الشبكة للوصول إلى الهدف الأساسي وهو الإجماع والاتفاق في الأداء دون الحاجة لوجود الثقة.

إنّ الانطلاقة الحقيقية لتقنية سلسلة الكتل أو بلوك تشين blockchain كانت في سنة 2008 عندما أصدر المطورون الذين يعملون تحت اسم ناكاموتو ساتوشي Satoshi Nakamoto ورقة بيضاء لتأسيس نموذج بلوك تشين وبعدها بعام يتم تطبيقها فعليا كسجل شامل للمعاملات التي تتم باستخدام العملة الرقمية البيتكوين.

إنّ تاريخ نشأة سلسلة الكتل برز مع فكرة سلسلة الكتل وظهورها التي تمّ وصفها بشكل مبكر عام 1991 من خلال عمل الباحثين هابر وسكوت الذين قاما بتقديم حلول عملية حسابية لوضع ختم للمستندات الرقمية بهدف عدم السماح لاحد بالوصول إليها وتغييرها.

حيث قام النظام باستخدام سلسلة من الكتل المشفرة المضمونة في سبيل جعل الوثائق المختومة مخزنة ضمن إطار زمني لذا في سنة 1992 دمج (Merkle Tree) أي شجرة ميركل للتصميم بما يساعد في جعلها تتمتع بكفاءة أكبر عبر السماح لها بتجميع كافة الوثائق داخل الكتلة الواحدة لكن هذه التكنولوجيا تلاشت ولم تعد مستخدمة وبراءة اختراعها انتهت عام 2003 قبل 04 أعوام من ظهور البيتكوين وشيوعها.[1]

ومن خلال التمهيد السابق يمكن طرح الإشكالية التالية:

- ما المقصود من سلسلة الكتل؟
- ماهي مميزات تقنية البلوك تشين؟

وماهي أنواعه.

وللإجابة على هذه الإشكالية ارتأينا إلى تقسيم بحثنا هذا إلى مبحثين: الأول تناولنا فيه ماهية البلوك تشين، والثاني تطرقنا إلى عناصر البلوك تشين وأنواعه.

وقد تفرع المبحث الأول إلى مطلبين:
- المطلب الأول: نبذة تاريخية عن بداية ونشأة البلوك تشين
- المطلب الثاني: مميزات البلوك تشين

المبحث الثاني: عناصر البلوك تشين وأنواعه
- المطلب الأول: عناصر البلوك تشين
- المطلب الثاني: أنواعـــه

المبحث الأول: ماهية البلوك تشين Blockchain

كانت بداية فكرة سلسلة الكتل في عام 1991 عندما وصف ستيورات هابر StuartHaber وسكوت ستورينتا ScottStornetta فكرة بناء سلسلة من كتل البيانات المسجلة والمؤمنة بالتشفير لأول مرة وقد استعمل العالم والمبرمج للحاسوب نيك زابو Nick Szabo استخدامها في محاولة انشاء عملة رقمية غير مركزية اسماها بيت قولد Bit Gold وهذا سنة 1998.

وفي سنة 2014 حدثت طفرة تكنولوجية كبيرة في تقنية بلوك تشين حيث تمّ فصل Blockchain عن العملة وتمّ استكشاف إمكاناتها للمعاملات المالية عموما بين أطراف أخرى مختلفة.

المطلب الأول: نبذة تاريخية عن بداية ونشأة البلوك تشين.

إنّ مصطلح بلوك تشين هو عبارة عن كلمتين Blockبمعنى الكتلة وChain بمعنى سلسلة ويشير هذا المصطلح إلى مجموعة كتل مترابطة تستخدم في حفظ سجلات البيانات الإلكترونية ومشاركتها على الشبكة بطريقة لامركزية آمنة ومشفرة.[2]

إنّ ظهور البلوك تشين كان مرافقا لظهور البيتكوين مما جعل البعض لا يفرق بينهما ويعتبرهما وجهان لعملة واحدة، لكن في الأصل هما مختلفان فالبلوك تشين يسمح بتخزين المعاملات في البتكوين.

أمّا البيتكوين ليست سوى الاستخدام الأول للبلوك تشين، إنّ الجيل الثاني من البلوك تشين سيعطى الفرصة لتخزين الفرد (الهوية الرقمية المستمرة والشخصية)، وإتاحة السبل للمساعدة في إعادة توزيع الثروة.[3]

إنّ الغرض من تقنية البلوك تشين في عام 2008 هو تقديم أول عملة مشفرة وتبين أنّ لديها إمكانات لا تقدر بثمن لتطبيقات في مجالات عديدة ومتنوعة كالخدمات المالية وسجلات الملكية والسجلات الطبية والخدمات الحكومية.

ووفقا للبنك الدولي فإنّه يمكن للمدفوعات عبر الهواتف المحمولة والحلول القائمة على تقنية البلوك تشين وحدها أن تحقق إيرادات بنكية تصل إلى حوالي 380 مليار دولار 2020.

وقد أولت الحكومات العربية في السنوات الأخيرة اهتماما متزايدا بتقنية البلوك تشين وحالات استخدامها كأداة للتحول الرقمي؛ حيث تمّ النظر إليها كمحرك للتنوع الاقتصادي.[4]

إنّ تقنية بلوك تشين هي أكبر بيانات رقمية آمنة شفافة فائقة السرعة لامركزية تدار بواسطة مستخدميها بلا وسيط غير قابلة للتعديل أو الإزالة irréversibilité تتولى إدارة قائمة متزايدة من الكتل التي تحتوي منها على عدد من البيانات والمعلومات[5] وهذه التقنية تقوم على تجميع البيانات والمعلومات بكل ما يتم من معاملات

داخل كتل مسلسلة زمنيا من الأقدم إلى الأحدث وهو سجل يهدف إلى اثبات وجود هذه المستندات وتتبع المعاملات التي تتم نشأتها.

المطلب الثاني: مميزات تقنية البلوك تشين

على ضوء التعريف المتقدم يمكن القول أنّ لهذه التقنية ثلاث مميزات:

1/ فهي قاعدة بيانات أو سجل مفتوح إذ تتيح لكل مستخدميها سواء كانت عامة أو خاصة إمكانية تسجيل وإدارة البيانات والمعلومات الخاصة بهم.

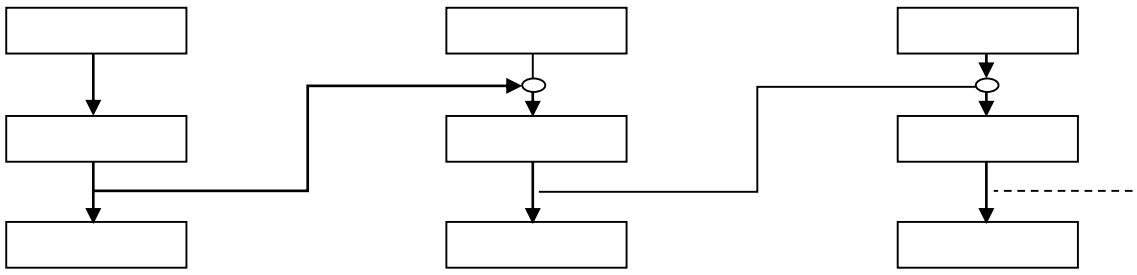
2/ سجل موزع أي شبكة لامركزية DLT"DistributedLeggerTechnology" حيث تتنوزع على كل أجهزة المستخدمين المرتبطة بالشبكة والتي تعرف باسم العقد Nodes يتم تنفيذها تلقائيا من خلال تقنية البلوك تشين.[6]

3/ عملية التعدين Minining كآلية تعتمد عليها تقنية البلوك تشين يقصد بها التحقق من صحة (الهاش) أي الكود الصحيح المميز للعملية.

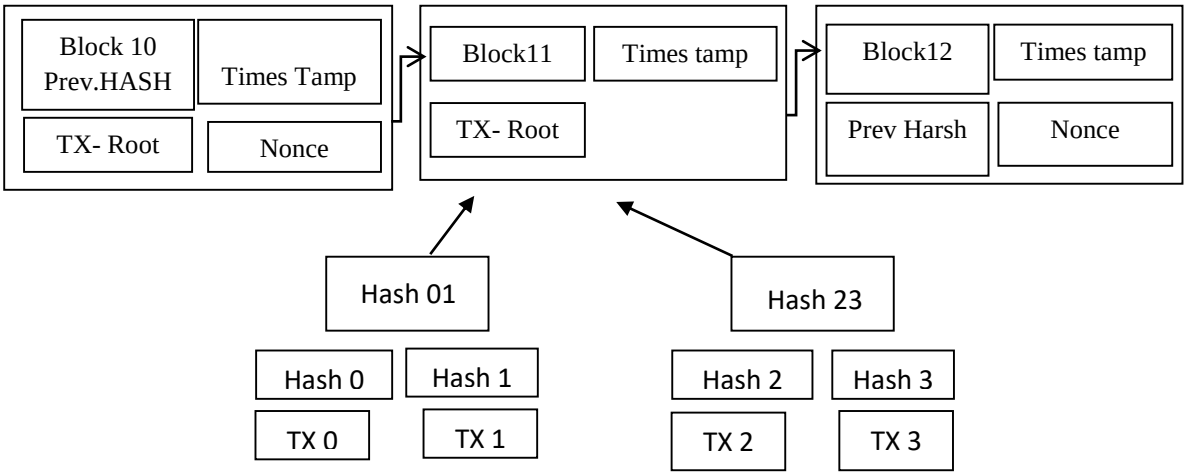
بلوك تشين هي التقنية مفتوحة المصدر قابلة للبرمجة وغير قابلة للسيطرة أو التحكم فيها وهي في الأساس دفتر تسجيل رقمي للمعاملات التي يتم تكرارها وتوزيعها عبر الشبكة الكاملة للنظام في كتل السجلات المشفرة، كل واحدة فيهم عبارة عن كتلة Block تكون مربوطة فيها بينها ومؤمنة بشفرة خاصة Cryptography وكل كتلة هاش Hash وهو عبارة عن خوارزمية رياضية تقوم بتسجيل جزء صغير من البيانات الخاصة بالمعاملات المدرجة في السجل ككل.

ويعود او استخدام لمصطلح بلوك تشين إلى مطور البرمجيات الأمريكي هالي فيني HalFinney في سنة 2008 وأشير إلى مصطلح مشابه منذ عام 1976.[7]

سلسلة كتل الشبكة



سلسلة من عمليات التشفير الكلي



المصدر: الموقع الإلكتروني: بيانات شبكة بت " سلسلة الكتل ويكيبيديا"، https://ar.mwikipédia

المبحث الثاني: عناصر نظام بلوك تشين

تتألف البنية الفنية للبلوك تشين عاما كان أو خاصا من عناصر رئيسية تتمثل فيما يلي:[8]

المطلب الأول: عناصر البلوك تشين

1/ الكتلة Block: تشمل وحدة بناء السلسلة وهي عبارة عن مجموعة من العمليات المرجو القيام بها أو تنفيذها داخل السلسلة ومن أمثلتها Blaks تحويل أموال أو تسجيل بيانات أو متابعة حالة أو خلافه.

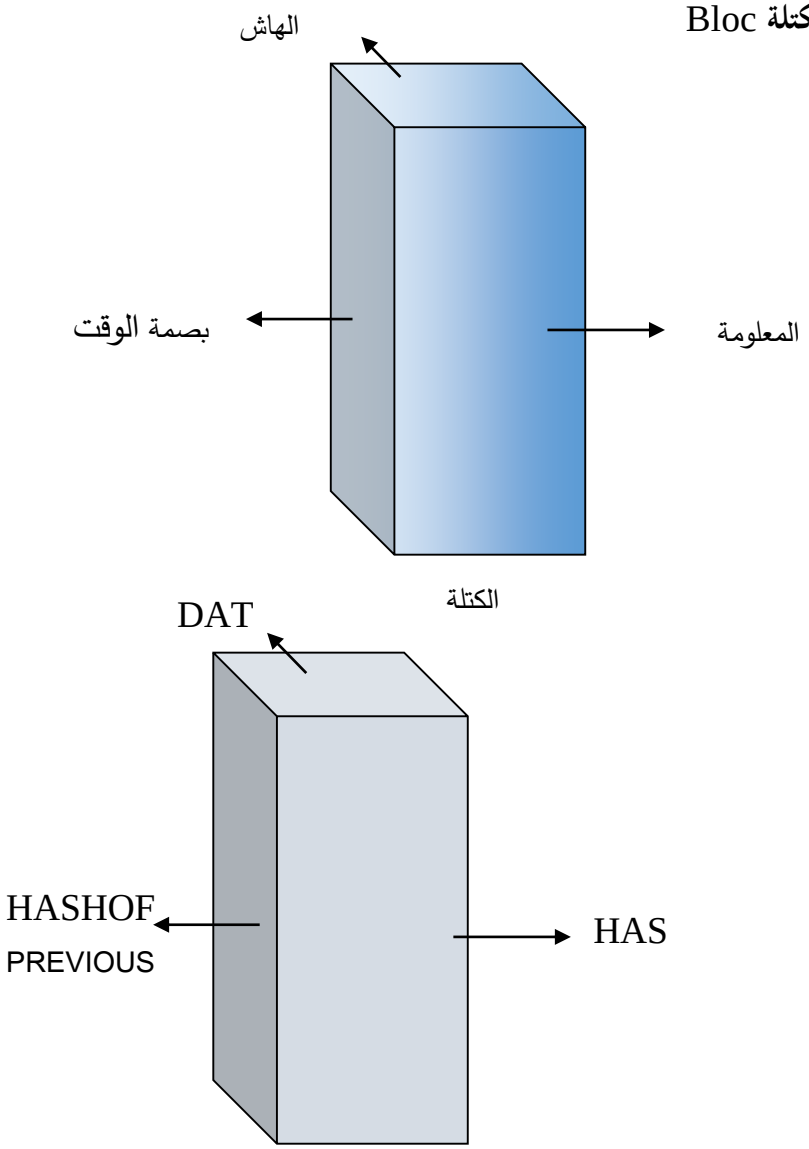
2/ المعلومة: أي العملية الفرعية التي تتم داخل الكتلة الواحدة أو هي الأمر الفردي (SingleOrder) الذي يتم داخل الكتلة ويمثل مع غيره من الأوامر والمعلومات الكتلة نفسها.

3/ الهاش Hash: عبارة عن الحمض النووي المميز لسلسة الكتلة ويرمز إليها البعض أحيانا بـــ (التوقيع الرقمي "DigitalSignature") فهو عبارة عن كود يتم انتاجه من خلال خوارزمية داخل برنامج سلسلة الكتلة يطلق عليها آلية الهاش HashFunction.

4/ بصمة الوقت«timestamping» Harodatageéléctronique: التوقيت الذي يتم فيه إجراء أي عملية داخل السلسلة.[9]

يعمل نظام بلوك تشين وفق ثلاثة مبادئ رئيسية تمثل الأساس الذي يقوم عليه هذا النظام ويتم في إطارها انجاز معاملات الأفراد كافة وهي:

شكل توضيحي لعناصر الكتلة Bloc



المصدر: إيهاب خليفة (المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة)، أبو ظبي، العدد 03، 20 مارس 2018.

1/ السـجل المفتوحOpenledger: تكون جميع المعلومات الموجودة داخل (البلوك تشـين) متاحة للكافة حيث يرى جميع الأفراد الموجودين داخل ممتلكات بعضهم البعض.

2/ قاعدة البيانات الموزعة Distributeddatabase: يهدف هذا المبدأ إلى القضـاء على فكرة المركزية حيث لا توجد جهة واحدة أو خادم واحد أو جهاز واحد يتحكم في سـلسـلة الكتلة بل السـلسـلة موزعة بين جميع الأفراد المشتركين فيها حول العالم.

3/ التعدينMinining: تشترك ملايين الأجهزة حول العالم حول التأكد من صحة المعاملة قبل اتمامها.

ويقصد بعملية التعدين استخدام طاقات أجهزة الكمبيوتر في البحث عن الهاش الصحيح المميز لهذه المعاملة حتى تتم بنجاح المراد اجراؤها عن طريق اجراء مجموعة من العمليات الحسابية المعقدة عبر ملايين أجهزة الحاسب لمستخدمي هذه التقنية.

المطلب الثاني: أنواع البلوك تشين[10]

إنّ الحاجة الأساسية أو تطبيق Blackchain هو اجراء المعاملات أو تبادل المعلومة من خلال شبكة آمنة محمية ومشفرة وهناك نوعان من Blackchain الخاص والعام.

ويتكون كل Blackchain من مجموعة من العقد والوحدات التي تعمل على نظام شبكة نظير إلى نظير P2P تحتوي على عقدة في الشبكة على نسخة من دفتر الأستاذ.

1/ Blockchain البلوك تشين العامة: نظام دفتر الأستاذ الموزع غير المقيد والإذن ويمكن لأي شخص لديه حق الوصول إلى الانترنت تسجيل الدخول على منصة Blockchain ليصبح عقدة معتمدة ويكون جزءا من شبكة Blockchain.

الاستخدام الأساسي من Blockchain العامة هو للتعدين وتبادل Cryptocurrencies وبالتالي فإنّ Blockchain الأكثر شيوعا هي BlockchainBitcoin و Litecoin.

2/ Blockchain البلوك تشين الخاص: هو Blockchain تقييدي أو إذن المنطوق فقط في شبكة مغلقة عادة ما يتم استخدام Blockchain الخاصة داخل منظمة أو مؤسسة؛ حيث يكون الأعضاء المختارون فقط مشاركين في شبكة Blockchain.

3/ Blockchainconsortium كونسورتيوم: هو نوع شبه لامركزي حيث تدير أكثر من منظمة شبكة Blockchain وعادة ما يستخدم Blockchain الكونسورتيوم من قبل البنوك والمؤسسات الحكومية.

4/ Blockchain الهجين: هو مزيج من Blockchain الخاص والعام ويستخدم ميزات كلا النوعين من Blockchain التي يمكن للمرء أن يكون نظام خاص يستند إلى إذن فضلا عن نظام إذن أقل العام مع مثل هذه الشبكة الهجينة.

الفرع الأول: مزايا وعيوب بلوك تشين الخاص

السرعة: تحدث معاملات بلوك تشين الخاصة بسرعة أكبر مقارنة بالبلوك تشين العام ذلك لإن عددا محدودا من العقد في شبكة خاصة بدلا من شبكة عامة.

قابلية التوسع: البلوك تشين الخاصة قابلة للتطوير على حد ما أي أنّه يمكن اختيار حجم Blackchain الخاص وفقا لاحتياجات الشخص.

عيوبه:

يحتاج إلى بناء الثقة: فهو سجل مفتوح يضمن أمن وشرعية كل مستخدم حيث أنّه في شبكة خاصة هناك مشاركون محدودون في شبكة لنقل المعلومات السرية داخل الشبكة.

أمان أقل: إنّ شبكة Blockchain الخاصة بها عدد أقل من العقد أو المشاركين وتتعرض لخطر أكبر من حدوث خرق أمني وهذا يجعل من السهل على العقدة اختراق Blockchain الخاص بالكامل وإساءة استخدام المعلومات.

المركزية: يتم تقييد Blockchain الخاصة التي تحتاج إلى نظام إدارة الهوية والوصول المركزي للعمل بشكل صحيح، هذا النظام يتناقض مع فكرة اللامركزية التي تعد واحدة من ركائز تقنية Blockchain.

الفرع الثاني: مميزات وعيوب البلوك تشين العام

من أهم مميزات Blockchain العامة:

Trustable: على عكس Blockchain الخاص لا تحتاج عقدتين أو مشاركين أي لا يحتاج إلى معرفة العقد الأخرى أو الوثوق بها شخصيا؛ حيث أنّ عملية اثبات العمل تتأكد من عدم وجود احتيال في المعاملات يمكن للمرء أن يثق في Blockchain العامة دون الشعور بالحاجة إلى الثقة في العقد الفردية.

آمن: كلما كانت الشبكة أكبر زاد توزيع السجلات وأصعب على المتسللين اختراق الشبكة بأكملها بالإضافة إلى ذلك تقوم كل عقدة بالتحقق من المعلومات واثبات العمل ممّا يجعل كل معاملة وحظر شرعي بسبب هذه الممارسات وطرق التشفير المشفرة المدروسة.

مفتوحة وشفافة: البيانات شفافة لجميع العقد المشاركين تتوفر على نسخة من سجلات Blocchain أو دفتر الأستاذ الرقمي في كل عقدة معتمدة

عيوبه:

انخفاض TPS: معدل المعاملات في الثانية منخفض جدا لأنّه عبارة عن شبكة ضخمة تحتوي على الكثير من العقد وكل عقدة للتحقق من المعاملة والقيام بإثبات العمل يستغرق وقتا طويلا.

قضايا قابلة للتوسع: كلما حاولنا زيادة حجم الشبكة كلما كان ذلك أبطأ.

ارتفاع استهلاك الطاقة: عملية اثبات العمل تستهلك طاقة عالية لأنها تحتاج إلى أنظمة متخصصة لتشغيل خوارزمية خاصة.

الفرع الثالث: وظائف البلوك تشين

تقوم تقنية البلوك تشين بثلاث وظائف متزامنة هي الارسال، الحفظ (التخزين) والأتمتة

1/ الإرسال Transmission

تهدف إلى ضمان اجراء عمليتين رئيسيتين (تحويل العملات المشفرة lacrypto-monnaie وتحويل الأصول Transfertd'actifs.

-> فهي تتيح انشاء عقود غير حسية lamonnaiedématérialisée عبارة عن عملة مشفرة تتمثل في رموز رقمية يتم تداولها بدون وسيط وبأمان تام مثالها البيتكوين أو الإيثريوم[11]

-> كذلك يتيح البلوك تشين تحويل الأصول وقد أجاز القانون الفرنسي اجراء عمليات المقاصة بين السندات باستخدام تقنية البلوك تشين.

2/ الحفظ conservation: أي حفظ البيانات المسجلة Keepingrecord حيث يساعد في الوصول إلى البيانات وتبادلها وادارتها في أي وقت وعلى قاعدة المساواة بين المستخدمين SmartContract.

3/ الأتمتة Automatisation ومنظومة العقود الذكية Smartcontract: هي بمثابة الركيزة التي يقوم عليها الذكاء الاصطناعي Artificialintelligence حيث تعزز تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي من خلال تكامل هذه الأنظمة مع المحتوى الرقمي المخزن عليها وهذا ما يظهر من خلال اعتمادها منظومة العقود الذكية والتي تعد أحد أهم استخدامات هذه التقنية.[12]

الخاتمة:

إنّ تكنولوجيا البلوك تشين رئيسية بالنسبة للأعمال التجارية والمالية؛ حيث أنّ هذه التقنية ستسمح للأشخاص للدخول إلى الاقتصاد الرقمي، وتخزين بياناتهم الشخصية وحمايتها والتواصل مع الغير من خلالها وضمان جميع حقوقهم.

يمكن اعتبار البلوك تشين أكبر قاعدة بيانات موزعة عالميا عبر الأفراد ويعد البلوك تشين الخاص أكثر مركزية لأنه يتم التحكم فيه مجموعة معينة مع توافر معدلات أعلى من الخصوصية على عكس البلوك تشين العام الذي يتصف بالنهاية المفتوحة (اللامركزية) وكل السجلات مرئية للعامة، يمكن أن تساهم تقنية البلوك تشين في مجال الطاقة في انخفاض فواتير الكهرباء وتجارة الطاقة الشمسية.

ومن خلال هذه التقنية يمكن لأي جهة علمية التأكد من صحة البيانات والإنتاج العلمي في وقت وجيز وفي أي مكان حول العالم.

المراجع

I باللغة العربية:

المجلات:

- طروبيا نذير، تكنولوجيا البلوك تشين وتأثيرها على المستقبل الرقمي للعملات الاقتصادية، الفرص والتحديات، مجلة علمية أبحاث اقتصادية معاصرة، العدد 03 رقم 01، بتاريخ 2020/04/15، جامعة أحمد دراية أدرار.
- اشرف جابر، البلوك تشين الاثبات الرقمي في مجال حقوق المؤلف، المجلة الدولية للفقه و القضاء والتشريع، العدد1 لعام 2020 كلية الحقوق جامعة حلوان.
- إيهاب خليفة، الثورة التكنولوجية القادمة في عالم المال والإدارة، (مجلة المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة)، أبو ظبي، العدد 03، بتاريخ 20 مارس 2018.

المواقع الألكترونية:

- الموقع الإلكتروني: تاريخ نشأة البلوك تشين https://www.arabeum.net ، تاريخ الإطلاع: 2022/02/13 على الساعة 23:05
- الموقع الإلكتروني: ماهية تقنية بلوك تشين https://www.Netaawy.com تاريخ الإطلاع: 2022/02/13 على الساعة: 19:04
- الموقع الإلكتروني: أهم 04 أنواع البلوك تشين، https://www.masarfx.com>... ، تاريخ الإطلاع 2022/02/13 على الساعة 19:26.
- الموقع الالكتروني: مدونة البوابة، استخدامات تقنية البلوك تشين في المنطقة 2019/04/18، https://www.findevgateway.org ، تاريخ الإطلاع 2022/02/18 على الساعة 19:15

- الموقع الإلكتروني https://hbrarabic.com تاريخ الإطلاع 2022/02/11 على الساعة 22:16.

II باللغة الفرنسية:

- Mustapha Mekki, le juge et la Blockchain, l'art de faire du nouveau vin dans de vieilles outres N° 06 P5, Mekki.juge et Blockchain PDF.

- Yves Poulet et Hervé Jacquemin, Blockchain une revolution pour le droit, journal des tribunaux 10/11/2018, 137e année 36 N° 6748, N° 8, P3.

الهوامش:

(1) الموقع الإلكتروني: تاريخ نشأة البلوك تشين https://www.arabeum.net ، تاريخ الإطلاع: 2022/02/13، على الساعة 23:05

(2) الموقع الإلكتروني: ماهية تقنية بلوك تشين https://www.Netaawy.com 2018/08 تاريخ الإطلاع: 2022/02/13 على الساعة: 19:04

(3) طروبيا نذير، تكنولوجيا البلوك تشين وتأثيرها على المستقبل الرقمي للمعاملات الاقتصادية، الفرص والتحديات، مجلةعلمية أبحاث اقتصادية المعاصرة، العدد 03 رقم 01، بتاريخ 2020/04/15، جامعة أحمد دراية أدرار

(4)الموقع الالكتروني: مدونة البوابة، استخدامات تقنية البلوك تشين في المنطقة العربية 2019/04/18،

https://www.findevgateway.org>

تاريخ الإطلاع 2022/02/18 على الساعة 19:15

(5) اشرف جابر، البلوك تشين الاثبات الرقمي في مجال حقوق المؤلف، المجلة الدولية للفقه و القضاء والتشريع، العدد1 لعام 2020 كلية الحقوق جامعة حلوان.

(6)Yves Poulet et Hervé Jacquemin, Blockchain une revolution pour le droit, journal destribunaux 10/11/2018, 137e année 36 N° 6748, N° 8, P3.

(7)- الموقع الإلكتروني https://hbrarabic.com تاريخ الإطلاع 2022/02/11 على الساعة 22:16.

(8)Mustapha Mekki, le juge et la Blockchain, l'art de faire du nouveau vin dans de vieilles outres N° 06 P5, Mekki.juge et Blockchain PDF.

(9) - إيهاب خليفة، الثورة التكنولوجية القادمة في عالم المال والإدارة، (المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة)، أبو ظبي، العدد03، 20 مارس 2018.

(10)- الموقع الإلكتروني: أهم 04 أنواع البلوك تشين، https://www.masarfx.com>... ، تاريخ الإطلاع 2022/02/13 على الساعة 19:26.

(11) Mustapha Mekki, le juge et la Blockshain, Precité N° 08, P6.

(12)- وتعد العقود الذكية باعتبارها أحد أهم البروتوكلات المعلوماتية نقطة تحول في نظرية العقد بوجه عام.