

تطبيقات العقود الذكية عبر تقنية (Blockchain) لدعم وتطوير الحكومة الإلكترونية

Smart contract applications via (Blockchain) technology to support and develop e-government

ط.د. زمولي زوبير

جامعة سوق أهراس (الجزائر)

z.zemouli@univ-soukahras.dz

د. بن سليم محسن*

جامعة سوق أهراس (الجزائر)

m.benslim@univ-soukahras.dz

الملخص:	Abstract :
<p>تعمل تقنية العقود الذكية على إعادة تشكيل العمليات الصناعية والتجارية التقليدية وكذا الخدمات العمومية الإلكترونية. نظرًا لكونها جزءًا لا يتجزأ من سلاسل الكتل، تتيح العقود الذكية تنفيذ الشروط التعاقدية للاتفاقية تلقائيًا دون تدخل طرف ثالث موثوق به. نتيجة لذلك، يمكن للعقود الذكية أن تقلل عبء عمليات التسيير وتوفر تكاليف الخدمات، وتحسن كفاءة العمليات التجارية وتقلل من المخاطر. على الرغم من أن العقود الذكية واعدة لدفع الموجة الجديدة من الابتكار في العمليات التجارية والإدارية، تقدم هذه الورقة دراسة استقصائية حول العقود الذكية. أولاً ماهية العقود الذكية. ونقدم تصنيفًا لتطبيقات العقود الذكية .</p>	<p>Smart contract technology is reshaping traditional industrial and commercial processes. Being an integral part of block chains, smart contracts allow the contractual terms of the agreement to be automatically executed without the intervention of a trusted third party. As a result, smart contracts can reduce management and save service costs, improve the efficiency of business operations and reduce risks. Although smart contracts are promising to drive the new wave of innovation in business processes, this paper presents a survey of smart contracts. First, what are smart contracts? We present a classification of smart contract applications.</p>
<p>الكلمات المفتاحية: العقود الذكية، خصائص العقود الذكية، البلوكتشين، تطبيقات العقود الذكية</p>	<p>Key words : Smart Contracts, Smart ContractFeatures, Blockchain, Smart Contract Applications.</p>

مقدمة

من أهم التقنيات التي ظهرت في ظل التكنولوجيا الحديثة تقنية Blockchain، التي وجدت في البداية كأساس تقني للعملة الافتراضية. ثم ظهرت كتقنية في حد ذاتها، وينظر إليها الآن على أنها تطور رائد يمكنه تقليل تكاليف الاحتكاك في أنظمة المعاملات الحالية وتمكين نماذج جديدة غير قابلة للتطبيق في السابق للمشاركة الاجتماعية والتجارية. يوحى مصطلح Blockchain الى "سلسلة" من "كتل" المعاملات التي تم تحديدها مسبقا والتي تشكل دفتر الأستاذ الرقمي غير القابل للتغيير والأساس الموزع والمرن لنقل القيمة.

إن الميزة الحاسمة لـ Blockchain هي قدرة التكنولوجيا على تمكين المعاملات من الحدوث في بيئة لا يثق فيها الأطراف ببعضهم البعض ولا يريدون الاعتماد على وسيط. تعتبر Blockchain مثالية للتطبيقات التي تكون فيها المعاملات شفافة ولا يتحكم أي مستخدم في قواعد المعاملة، على نقيض ذلك، تضع قاعدة البيانات السحابية المدارة مركزيا كيانا واحدا يتحكم في قواعد النظام الأساسي، بينما تنشأ أيضا مخزنا مركزيا للبيانات لا يمكن اختراقها أو إتلافها. على سبيل المثال، في الأماكن التي يتم فيها الاحتفاظ بسجلات الأراضي بشكل سيئ أو تغييرها بسبب الفساد، فإن قاعدة البيانات السحابية التي تديرها حكومة مركزية لن توفر الثقة المطلوبة التي يوفرها نظام Blockchain غير القابل للتغيير.

إذا كان بإمكان Blockchain التمكين من القيام بالمعاملات عالية القيمة في البيئات منخفضة الثقة، فإن الخطوة المنطقية التالية هي استخدام Blockchain لأتمتة جوانب معينة من هذه المعاملات لا سيما في العقود الذكية. وفي الواقع، تتيح لغة البرمجة النصية الحالية لـ Blockchain برمجة عبارات "if-then" من أجل أتمتة المعاملات على Blockchain. من خلال القيام بذلك، فالقيمة التي يتم تمثيلها رقميًا على Blockchain غالبا ما ينظر إليها على أنها "رمز مميز"، مثل العملة الرقمية - يمكن تحويلها بدلا من ذلك إلى إنشاء مثل لاتفاق بين الأطراف بأن معاملة ذات قيمة تتم تلقائيا عند حدوثها.

لقد أتاحت التطورات التقنية الجديدة في تقنية Blockchain الانتقال من العقود التلقائية إلى العقود الذكية المستقلة حقا، والقادرة على التنفيذ الذاتي والإنفاذ الذاتي، هذا الانتقال خلق بيئة بحثية مثيرة للاهتمام.

وعليه من خلال ما سبق يمكن طرح الإشكالية الموالية:

ما هي العقود الذكية وما هي تطبيقاتها؟

من أجل الإجابة على الإشكالية تم تقسيم دراستنا إلى محورين، نتطرق في الحور الأول إلى تحديد مفهوم العقود الذكية وخصائصها ودورة حياتها، كما سنتطرق في المحور الثاني تطبيقات العقود الذكية.

المحور الأول العقود الذكية

1- ماهية العقد الذكية:

سيتم التطرق إلى نشأة العقود الذكية ومثال عملي علميا ثم الخلوص بتعريف لها:

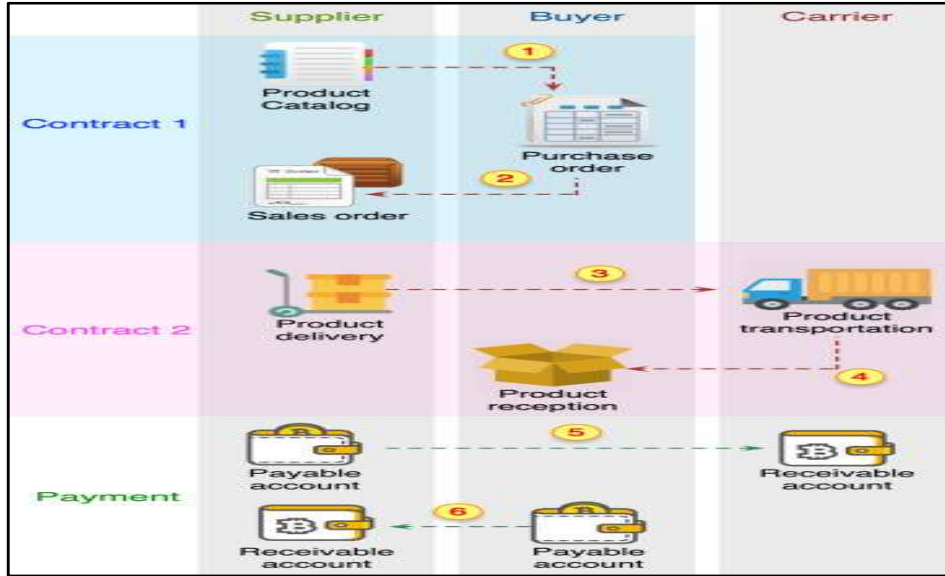
1-1- نشأة العقود الذكية:

عززت تقنية Blockchain مؤخرًا اهتمامات واسعة من الأوساط الأكاديمية والصناعية. حيث يعرف blockchain بأنه نظام برمجي موزع يسمح بمعالجة المعاملات دون الحاجة إلى طرف ثالث موثوق به. نتيجة لذلك، يمكن إكمال الأنشطة التجارية بطريقة غير مكلفة وسريعة. علاوة على ذلك، فإن ثبات blockchain يضمن أيضًا الثقة الموزعة لأنه يكاد يكون من المستحيل التلاعب بأي معاملات مخزنة في blockchain وجميع المعاملات التاريخية قابلة للتدقيق والتتبع.

تعمل تقنية Blockchain على تمكين العقود الذكية التي تم اقتراحها لأول مرة في التسعينيات من قبل (Nick Szabo). حيث يتم تنفيذ بنود العقود الذكية المكتوبة في برامج الكمبيوتر تلقائيًا عند استيفاء الشروط المحددة مسبقًا. يتم تخزين العقود الذكية التي تتكون من المعاملات بشكل أساسي، وتكرارها وتحديثها في Blockchain موزعة. في المقابل، يجب إكمال العقود التقليدية من قبل طرف ثالث موثوق به بطريقة مركزية مما يؤدي إلى وقت تنفيذ طويل وتكلفة إضافية. دمج تقنية blockchain مع العقود الذكية سيجعل حلم "سوق الند للند" يتحقق (Szabo, 1997).

وكمثالناخذ عقدا ذكيا بين المشتري والمورد. كما هو مبين في (الشكل 1)، يرسل المورد أولا كتالوج منتج إلى مشتري عبر شبكة blockchain. يتم تخزين وتوزيع هذا الكتالوج الذي يتضمن أوصاف المنتج (مثل الممتلكات والكمية والسعر والتوافر) إلى جانب شروط الشحن والدفع في blockchain بحيث يمكن للمشتري الحصول على معلومات المنتج والتحقق من أصالة وسمعة المورد في نفس الوقت. يقوم المشتري بعد ذلك بإرسال الطلب بالكمية المحددة وتاريخ الدفع عبر blockchain. يشكل هذا الإجراء بأكمله عقد شراء (أي العقد 1) مرفقا في المربع الأزرق كما هو موضح في (الشكل 1). ومن الجدير بالذكر أن الإجراء بأكمله قد اكتمل بين المشتري والمورد دون تدخل طرف ثالث.

الشكل رقم 1: مثال على عقد ذكي بين المشتري والمورد



Source: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020).

An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, p 476.

بعد إتمام العقد الأول، سيبحث المورد عن ناقل في blockchain لإكمال مرحلة الشحن. مثل العقد الأول، ينشر الناقل أيضًا وصف الشحن (مثل رسوم النقل والمصدر والوجهة والسعة ووقت الشحن) بالإضافة إلى شروط وأحكام الشحن في blockchain. إذا وافق المورد على العقد الصادر عن الناقل، فسيتم تسليم المنتجات إلى شركة النقل التي ستقوم في النهاية بإرسال المنتجات إلى المشتري. يبني هذا الإجراء بالكامل العقد الثاني (المرفق في المربع الوردى) كما هو مبين في الشكل 1. وبالمثل، يتم تنفيذ الإجراء الكامل للعقد الثاني أيضًا دون تدخل طرف ثالث.

بالإضافة إلى التنفيذ التلقائي للعقد الأول والعقد الثاني، يتم أيضًا إكمال إجراءات الدفع تلقائيًا (بما في ذلك الدفع من المورد إلى الناقل وتلك من المشتري إلى المورد). على سبيل المثال، بمجرد تأكيد المشتري على استلام المنتجات، سيتم تشغيل الدفع بين المشتري والمورد تلقائيًا عند استيفاء الشرط المحدد مسبقًا. تتم التسوية المالية من العملية كليا، بطريقة نظير إلى نظير دون تدخل أطراف ثالثة مثل البنوك. نتيجة لذلك، يمكن توفير وقت الاستجابة وتخفيض تكلفة المعاملات بشكل كبير (Zheng et al., 2020).

2-1-تعريف العقود الذكية.

عرفها موقع Investopedia بأنها : "عقود ذاتية التنفيذ تبني وتبرمج في إطار شبكة توزيع لا مركزية تنظم شروطها وأحكامها العلاقة بين البائع والمشتري (قد لا يعرف أحدهما الآخر) دون الحاجة لوجود سلطة مركزية (طرف ثالث)، فهي قادرة على توفير الثقة لكونها غير قابلة للتراجع في قيام الطرفان بتنفيذ المعاملات وفقاً لشروط وأحكام التعاقد"(معداوي & نجية، 2021).

وعرفت أيضا بأنها: "عقد يجمع طرفين أو أكثر، يمكن برمجته إلكترونياً وتنفيذ بنوده بشكل تلقائي بمجرد تحقق أحداث معينة أو شروط محددة مسبقاً.(معداوي & نجية، 2021).

وعرفت كذلك بأنها: العقد الذي يدون باستخدام الرموز المشفرة، حيث يمكن تفعيل الالتزامات بموجب الاتفاق وتنفيذها صورة آلية. والعقود الذكية (وتسمى أيضا العقود ذاتية التنفيذ) بهذا المعنى تعتبر عقداً بين طرفين أو أكثر ذاتي التنفيذ. من خلال البروتوكول المبيّن أساساً على رموز رياضية تسمى الخوارزميات، وتتضمن كافة المعلومات حول حقوق وواجبات الأطراف، وتنفيذ جميع بنود العقد، وتعتمد على تقنية سلسلة الكتل. وتقوم تلك البرمجيات بتقييم بنود أو شروط العقد، وفي حال تحقق أي منها يتم إرسال تقرير دوري إلى كل من المنظمين للتحقق من مصداقية البيانات. وبمجرد تحقق بند أو شرط، فيتم التنفيذ التلقائي لعملية معينة. ترسل تقارير محدثة إلى كل من المنظمين والمدققين من أجل التحقق من مصداقية البيانات الجديدة. ويمكن تنفيذ العقود الذكية بأي عملة مشفرة وتعتبر عملة الإثيريوم هي أكثر استخداماً في تطبيق العقود الذكية، وهي ليست مجرد عملة وإنما منصة متكاملة ذات خصائص معينة لا تتوافر في غيرها، لذلك أصبحت المنصة الأكثر شهرة للتعامل مع العقود الذكية(متولي & عاشور، 2021).

وعرفه عالم الكمبيوتر الأمريكي، نيك زابو، استخدم لأول مرة مصطلح العقد الذكي في مقال في عام 1996 على أنه: بروتوكول معاملات محوسب ينفذ شروط العقد. تتمثل الأهداف العامة لتصميم العقد الذكي في تلبية الشروط التعاقدية المشتركة (مثل شروط الدفع، والامتيازات، والسرية وحتى الإنفاذ)، وتقليل الاستثناءات الخبيثة والعرضية على حد سواء، وتقليل الحاجة إلى وسطاء موثوق بهم. تشمل الأهداف الاقتصادية ذات الصلة تقليل خسائر الاحتيال والتحكيم وتكاليف الإنفاذ وتكاليف المعاملات الأخرى(Szabo, 1997).

ومن هذا المنطلق يمكن لنا أن نخرج بتعريف للعقود الذكية فنقول: هي تعليمات برمجية قائمة بذاتها تنفذ تلقائياً أحكام وشروط العقد دون الحاجة إلى التدخل البشري،

وتتضمن هذه العقود جميع المعلومات حول شروط العقد وواجبات وحقوق الأطراف والرسوم وكافة العناصر التي ينبغي وجودها في العقد بحيث يتم تنفيذ جميع الإجراءات تلقائياً دون اللجوء إلى خدمات الوسطاء.

1-3-3- خصائص العقود الذكية:

يمكن تحديد بعض الصفات المشتركة التي تنبثق من المناقشات الحالية حول العقود الذكية:

1-3-3-1- لا يتم كتابة العقد الذكي باللغة التقليدية:

حيث يتم التعبير عنه في شكل بيانات مشفرة. وهذا يضمن أن عملية التنفيذ أو الأداء يمكن أن يكون اليه التنفيذ وكذلك يعكس مفهوم إذا حدث (A) افعل (B) فمن المهم حدوث (A) حتى يتم الوفاء بالتزامات العقد الموجودة بالعقد (B) على سبيل المثال: انتقال ملكية الأصول (B)، عند استلام قيمتهم النقدية (A) تعديل معدل الفائدة على القرض (B) عند تغير معدل الفائدة المعلن عنه.

1-3-3-2- الالتزامات المنصوص عليها في العقد الذكي اليه التنفيذ بالكامل:

ومع ذلك، فإن التعامل مع العقد الأساسي (مع الاتفاق على أن تنفيذ العقد الذكي يكون وفقاً لبنوده) سوف يتطلب تدخل العامل البشري في معظم الحالات. مثال آلة البيع التي لا تزال تتطلب تفاعل العنصر البشري سواء لإدخال الأموال أو لتحديد المنتج.

1-3-3-3- الغرض من العقد الناتج هو أن يكون ذاتي التنفيذ:

هذا يعني أن جميع المعاملات بمجرد الاتفاق عليها وتوقيع العقد ذكي لا يمكن إيقافها أو عكسها، سيكون ذلك في هذه الحالة بالنسبة للأنظمة الموزعة التي لا تحتاج إلى إذن، فبمجرد توقيع العقد الذكي من قبل الطرفين وتسجيلهما في blockchain، لا توفر تلك التقنية خياراً لمنع تنفيذها ما لم يسمح العقد الذكي للأطراف الموافقة على الإلغاء. يمكن استخدام العقود الذكية للتغلب على الغياب الثقة في المعاملات بين الأطراف المجهولة والتي قد تكون مكلفة بشكل باهظ من حيث التخفيف من مخاطر عدم الوفاء.

1-3-3-4- المعاملات الآلية ذاتية التنفيذ أخص:

وذلك لأنها مستقلة ولا تتطلب اللجوء إلى القانوني للتنفيذ. ومع ذلك، قد تؤدي إليه التنفيذ للعقود الذكية إلى عواقب غير مرغوب فيها، على هذا النحو، فإن نسبة العقود الذكية قد تتسبب حتماً نزاعات ناشئة عن أدائها.

1-3-5- يمكن ربط العقد الذكي بمصادر خارجية ذات ثقة

يشمل سجلات الأصول، ومؤشرات البورصة، وأجهزة الاستشعار المادية، وهي توفر البيانات التي يحتاج إليها العقد الذكي لتحديد ما إذا كان الشرط المسبق "A" قد استوفى، مما يؤدي بعد ذلك إلى دفع التزامات العقد "B" (متولي & عاشور، 2021).

1-4-4- مزايا العقد الذكي:

1-4-4-1- تقليل المخاطر:

نظرًا لثبات سلاسل الكتل، لا يمكن تغيير العقود الذكية بشكل تعسفي بمجرد إصدارها. علاوة على ذلك، فإن جميع المعاملات التي يتم تخزينها وتكرارها في جميع أنحاء نظام blockchain الموزع بالكامل قابلة للتتبع وقابلة للتدقيق. نتيجة لذلك، يمكن التخفيف بشكل كبير من السلوكيات الخبيثة مثل الاحتيال المالي.

1-4-4-2- تقليل تكاليف الإدارة والخدمة:

تضمن سلاسل الكتل ثقة النظام بأكمله من خلال آليات الإجماع الموزعة دون المرور عبر وسيط مركزي أو وسيط. يمكن تشغيل العقود الذكية المخزنة في سلاسل الكتل تلقائيًا بطريقة لامركزية. وبالتالي، يمكن توفير تكاليف الإدارة والخدمات بشكل كبير بسبب تدخل الطرف الثالث.

1-4-4-3- تحسين كفاءة العمليات التجارية:

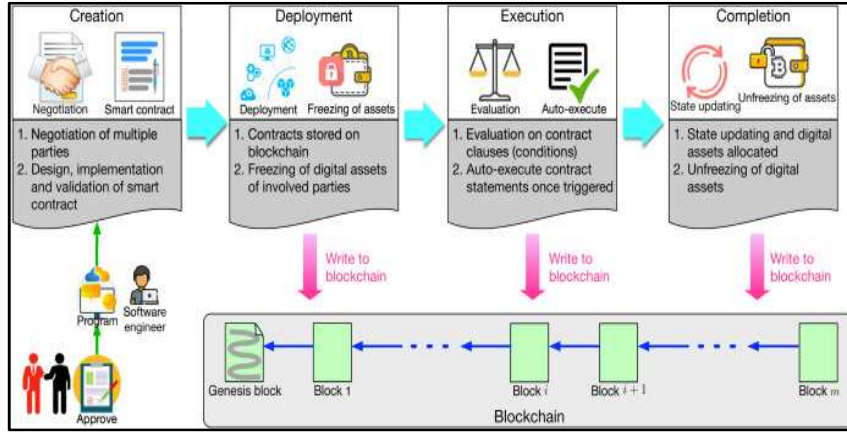
يمكن أن يؤدي القضاء على الاعتماد على الوسيط إلى تحسين كفاءة العملية التجارية بشكل كبير. خذ إجراء سلسلة التوريد المذكور أعلاه كمثال. سيتم إكمال التسوية المالية تلقائيًا بطريقة النظر بمجرد استيفاء الشرط المحدد مسبقًا (على سبيل المثال، يؤكد المشتري استلام المنتجات). نتيجة لذلك، يمكن تقليل وقت الاستجابة بشكل كبير (Zheng et al., 2020).

1-5-5- دورة حياة العقود الذكية:

تتكون دورة الحياة الكاملة للعقود الذكية من أربع مراحل متتالية كما هو موضح في

الشكل التالي:

الشكل رقم 2: دورة حياة العقد الذكي



Source: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020).

An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, p 478.

1-5-1-1-مرحلة إنشاء العقود الذكية:

يتفاوض العديد من الأطراف المعنية أولاً بشأن الالتزامات والحقوق والمحظورات على العقود. بعد جولات متعددة من المناقشات والمفاوضات، يمكن التوصل إلى اتفاق. سيساعد المحامون أو المستشارون الأطراف في صياغة اتفاقية تعاقدية أولية. يقوم مهندسو البرمجيات بعد ذلك بتحويل هذه الاتفاقية المكتوبة باللغات الطبيعية إلى عقد ذكي مكتوب بلغات الكمبيوتر بما في ذلك اللغات التعريفية ولغات القواعد المنطقية. على غرار تطوير برامج الكمبيوتر، يتكون إجراء تحويل العقد الذكي من التصميم والتنفيذ والتحقق (أي الاختبار). الجدير بالذكر أن إنشاء العقود الذكية هو عملية تكرارية تنطوي على جولات متعددة من المفاوضات والتكرارات. وفي الوقت نفسه، تشارك أيضًا مع أطراف متعددة، مثل أصحاب المصلحة والمحامين ومهندسي البرمجيات (Idelberger, Governatori, Riveret, & Sartor, 2016).

1-5-1-2-مرحلة نشر العقود الذكية:

يمكن بعد ذلك نشر العقود الذكية التي تم التحقق من صحتها على منصات البلوكشين. لا يمكن تعديل العقود المخزنة في سلاسل الكتل بسبب ثبات سلاسل الكتل. يتطلب أي تعديل إنشاء عقد جديد. بمجرد نشر العقود الذكية على blockchain، يمكن لجميع الأطراف الوصول إلى العقود من خلال blockchain. علاوة على ذلك، يتم تأمين الأصول الرقمية لكلا الطرفين المعنيين في العقد الذكي من خلال تجميد المحافظ الرقمية المقابلة. على سبيل المثال، يتم حظر

تحويلات العملة (سواء الواردة أو الصادرة) على المحافظ ذات الصلة بالعقد. وفي الوقت نفسه، يمكن التعرف على الأطراف من خلال محافظهم الرقمية (Sillaber & Waltl, 2017).

3-5-1-1 مرحلة تنفيذ العقود الذكية:

بعد نشر العقود الذكية، تمت مراقبة البنود التعاقدية وتقييمها. بمجرد أن تصل الشروط التعاقدية (على سبيل المثال، استلام المنتج)، سيتم تنفيذ الإجراءات (أو الوظائف) التعاقدية تلقائيًا. تجدر الإشارة إلى أن العقد الذكي يتكون من عدد من العبارات التقريرية ذات الروابط المنطقية. عندما يتم تشغيل شرط ما، سيتم تنفيذ البيان المقابل تلقائيًا، وبالتالي يتم تنفيذ عملية ransaction والتحقق من صحتها من قبل المعنيين في blockchains. يتم تخزين المعاملات التي تم الالتزام بها والحالات المحدثة على البلوكشين بعد ذلك (Koulu, 2016).

4-5-1-1 مرحلة استكمال العقود الذكية:

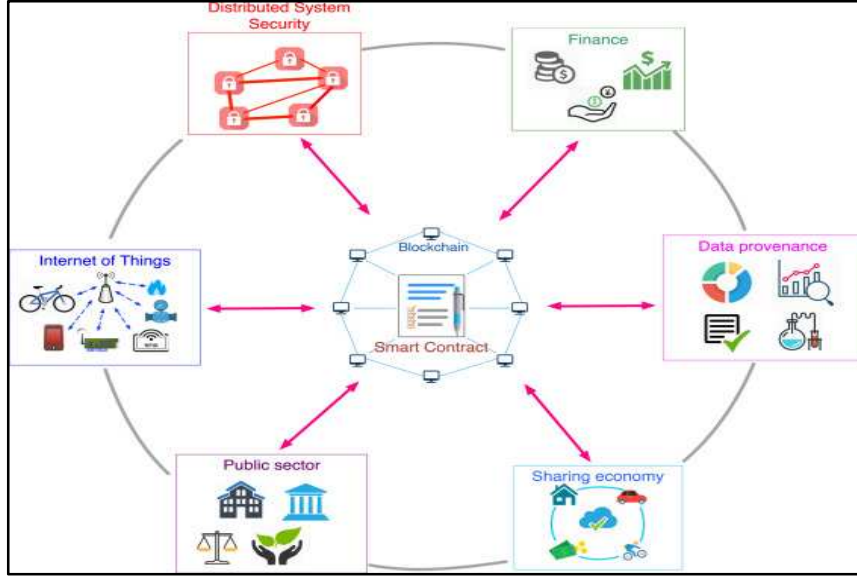
بعد تنفيذ العقد الذكي، يتم تحديث الحالات الجديدة لجميع الأطراف المعنية. وفقًا لذلك، يتم تخزين المعاملات أثناء تنفيذ العقود الذكية وكذلك الحالات المحدثة في blockchain. وفي الوقت نفسه، تم نقل الأصول الرقمية من طرف إلى طرف آخر (على سبيل المثال، تحويل الأموال من المشتري إلى المورد). وبالتالي، تم فتح الأصول الرقمية للأطراف المعنية. ثم يستكمل العقد الذكي دورة الحياة بأكملها (Sillaber & Waltl, 2017).

من الجدير بالذكر أنه أثناء نشر وتنفيذ وإنجاز عقد ذكي، تم تنفيذ سلسلة من المعاملات (كل منها يتوافق مع بيان في العقد الذكي) ويتم تخزينها في blockchain. لذلك، تحتاج جميع هذه المراحل الثلاث إلى كتابة البيانات إلى blockchain كما هو موضح في الشكل رقم 02.

المحور الثاني: تطبيقات العقود الذكية

تحتوي العقود الذكية على مجموعة واسعة من التطبيقات التي تتراوح من إنترنت الأشياء إلى الاقتصاد التشاركي. على وجه الخصوص، نصنف تقريبًا تطبيقات العقود الذكية الرئيسية إلى ستة أنواع كما هو موضح في الشكل التالي. ثم شرحها بالتفصيل بعد ذلك.

الشكل رقم 03 تطبيقات العقود الذكية



Source: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020).

An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, p 486.

1-2- في مجال انترنت الأشياء

يمكن لإنترنت الأشياء (IoT) الذي يعد أحد أكثر التقنيات الواعدة أن يدعم العديد من التطبيقات بما في ذلك إدارة سلسلة التوريد وأنظمة مراقبة المخزون وتجارة التجزئة والتحكم في الوصول والمكتبات وأنظمة الصحة الإلكترونية والإنترنت الصناعي تتمثل المبادرة الرئيسية لإنترنت الأشياء في دمج الكائنات "الذكية" (أي "الأشياء") في الإنترنت وتقديم خدمات متنوعة للمستخدمين. تم اقتراح إنترنت الأشياء لأتمتة المعاملات التجارية المختلفة بطريقة ضمنية (Miorandi, Sicari, De Pellegrini, & Chlamtac, 2012).

من خلال التكامل مع العقود الذكية ، يمكن إطلاق العنان لإمكانيات إنترنت الأشياء. خذ التصنيع الصناعي كمثال. تحافظ معظم الشركات المصنعة الحالية على أنظمة إنترنت الأشياء الخاصة بها بطريقة مركزية. على سبيل المثال ، لا يمكن الحصول على تحديثات البرامج الثابتة إلا على الخادم المركزي يدويًا بواسطة أجهزة إنترنت الأشياء المختلفة من خلال الاستعلام من الأجهزة إلى الخادم. تقدم العقود الذكية حلاً تلقائيًا لهذه المشكلة. يمكن للمصنعين وضع تجزئات تحديث البرامج الثابتة على العقود الذكية المنشورة على blockchain الموزعة في جميع

أنحاء الشبكة. يمكن للأجهزة بعد ذلك الحصول على تجزئات البرامج الثابتة من العقود الذكية تلقائياً. بهذه الطريقة ، يتم توفير الموارد بشكل كبير (Christidis & Devetsikiotis, 2016). يمكن للعقود الذكية أيضاً أن تعود بفوائد على نموذج الأعمال الإلكترونية لإنترنت الأشياء. على سبيل المثال، غالباً ما يتطلب نموذج الأعمال الإلكترونية التقليدي عمل طرف ثالث كوكيل لإتمام الدفع. ومع ذلك، فإن هذا الدفع المركزي مكلف ولا يمكنه الاستفادة الكاملة من مزايا إنترنت الأشياء. في ، تم اقتراح الشركات المستقلة الموزعة (DACs) لأتمتة المعاملات ، التي لا توجد فيها أدوار تقليدية مثل الحكومات أو الشركات المشاركة في الدفع. يجري تنفيذها من خلال عقود ذكية ، يمكن أن تعمل DACs تلقائياً دون تدخل بشري. علاوة على ذلك ، يمكن أن تساعد العقود الذكية أيضاً في تسريع سلاسل التوريد التقليدية. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي اقتران سلاسل التوريد بالعقود الذكية إلى أتمتة الحقوق والالتزامات التعاقدية أثناء الدفع وتسليم البضائع بينما يكون جميع الأطراف في العملية برمتها موثوقين (Zhang & Wen, 2015).

2-2- في مجال أمن النظام الموزع

يمكن أن تجلب العقود الذكية فوائد في تحسين أمان الأنظمة الموزعة. تعد هجمات رفض الخدمة الموزعة (DDoS) أحد التهديدات الأمنية الرئيسية في شبكات الكمبيوتر. يغمر المهاجمون الجهاز المستهدف بطلبات زائدة عن الحاجة لزيادة التحميل على الأنظمة ، وبالتالي مقاطعة أو تعليق خدمات الإنترنت. في الآونة الأخيرة ، تم اقتراح آلية تعاونية للتخفيف من هجمات DDoS. مقارنة بالحلول التقليدية ، يمكن لهذا المخطط القائم على العقود الذكية معالجة الهجمات بطريقة لامركزية بالكامل. على وجه الخصوص ، بمجرد مهاجمة الخادم ، سيتم تخزين عناوين IP للمهاجمين تلقائياً في عقد ذكي. بهذه الطريقة ، سيتم إبلاغ العقد الأخرى بعناوين المهاجمين. علاوة على ذلك ، سيتم فرض سياسات أمنية أخرى على الفور ، على سبيل المثال ، تصفية حركة المرور من المستخدمين الضارين (Rodrigues et al., 2017).

الحوسبة السحابية هي تقنية واعدة لتقديم وصول شامل إلى مجموعة مشتركة من موارد الحوسبة والتخزين للمستخدمين. بشكل عام ، يمكن للمستخدمين شراء الخدمات السحابية من موفري الخدمات السحابية الموثوق بهم (CSPs). ومع ذلك ، فإن كيفية التحقق من مصداقية مقدمي خدمات الحوسبة السحابية تصبح تحدياً نظراً لأن مقدمي خدمات الحوسبة السحابية غالباً ما يتواطئون مع بعضهم البعض لكسب المزيد من الأرباح.

دونغ وآخرون. اقترح حلاً يعتمد على نظرية اللعبة والعقود الذكية. الفكرة الرئيسية لهذا النهج هي السماح للعميل بطلب خادمين سحابيين لحساب نفس المهمة. خلال هذه العملية ، يتم استخدام العقود الذكية لإثارة التوتر والخيانة وانعدام الثقة بين السحاب. بهذه الطريقة ، يمكن للمستخدمين بسهولة تحديد الغيوم المنطقية التي لن تتواطأ وتغش. تم إجراء تجارب بناءً على العقود المكتوبة في Solidity على شبكة Ethereum الرسمية للتحقق من فعالية هذا الاقتراح.

علاوة على ذلك ، يتم استخدام الوسطاء عادةً في الحوسبة السحابية. يتم فحص طلبات المستخدمين من قبل وسيط لمطابقتها مع خدمات مقدمي الخدمات. ومع ذلك ، يجب أن يثق كل من المستخدمين ومقدمي الخدمة في الوسيط. بمجرد اختطاف الوسيط أو اختراقه ، يصبح كلا الطرفين غير موثوق به. في الآونة الأخيرة ، في Scoca et al، اقترح استخدام العقود الذكية لتجنب استخدام الوسطاء. الفكرة الرئيسية لنهجهم هي استخدام اتفاقيات مستوى الخدمة الموزعة للسحابة (dSLAC) لتحديد الاحتياجات عبر العقود الذكية. وفي الوقت نفسه، تم اقتراح وظيفة فائدة تقوم بتقييم الاتفاقيات وفقاً لتفضيلات الطرفين لحل مشكلة عدم التطابق (Tapscott & Tapscott, 2017).

3-2- في مجال التمويل

يمكن للعقود الذكية أن تقلل المخاطر المالية وتقلل من تكاليف الإدارة والخدمات وتحسن كفاءة الخدمات المالية. نوضح بعد ذلك فوائد العقود الذكية في الخدمات المالية النموذجية التالية:

- أسواق رأس المال والخدمات المصرفية الاستثمارية. لقد عانت أسواق رأس المال التقليدية من دورات الاستيطان الطويلة. يمكن للعقود الذكية تقصير فترة التسوية بشكل كبير من 20 يوماً أو أكثر إلى 6 إلى 10 أيام وبالتالي زيادة جاذبية العملاء. نتيجة لذلك ، من المتوقع في أنه يمكن أن يحقق نمواً في الطلب بنسبة 5٪ إلى 6٪ في المستقبل ويؤدي إلى دخل إضافي (Cant et al., 2016).

- الخدمات المصرفية التجارية والتجزئة. بالإضافة إلى أسواق رأس المال ، يمكن أن يعود اعتماد العقود الذكية أيضاً بفوائد على صناعة قروض الرهن العقاري. عادة ما تكون قروض الرهن العقاري التقليدية معقدة في عمليات الإنشاء والتمويل والخدمة ، مما يتسبب في تكاليف إضافية وتأخيرات. يمكن للعقود الذكية أن تقلل التكاليف والتأخيرات من خلال أتمتة عمليات الرهن العقاري مع رقمنة المستندات القانونية في سلاسل الكتل (Guo & Liang, 2016).

• تأمين. يمكن أن يؤدي تطبيق العقود الذكية في صناعة التأمين أيضًا إلى تقليل النفقات العامة للمعالجة وتوفير التكاليف خاصة في معالجة المطالبات. خذ تأمين السيارة كمثال. هناك أطراف متعددة في تأمين المركبات: شركة تأمين ، عملاء ، جراجات ، شركات نقل ، مستشفيات (Tapscott & Tapscott, 2017). يمكن للعقود الذكية أتمتة تسوية المطالبات من خلال مشاركة المستندات القانونية في دفتر الأستاذ الموزع وبالتالي تحسين الكفاءة وتقليل وقت معالجة المطالبات وتوفير التكاليف. على سبيل المثال ، أطلقت شركة التأمين العملاقة AXA تأمينها لتأخير الرحلة بناءً على عقود Ethereum الذكية. سيوقع الركاب الذين يشترون تأمينات الطيران تلقائيًا عقدًا ذكيًا يتصل بقاعدة بيانات الحركة الجوية العالمية. إذا لاحظ النظام تأخيرًا في الرحلة لأكثر من ساعتين ، فسيؤدي ذلك إلى تشغيل وظيفة في العقد الذكي ، وبالتالي يتم الدفع للمسافرين على الفور (Du & Atallah, 2001).

4-2- في جال مصادر البيانات

بالإضافة إلى الخدمات المالية ، يمكن أيضًا استخدام العقود الذكية لضمان جودة المعلومات في البحث العلمي والصحة العامة. ورد في أن تليفق أو تزوير البيانات في التجارب السريرية حدث بشكل متكرر في السنوات الأخيرة. على سبيل المثال ، ورد أن ورقة بحثية نُشرت في مجلة Nature في عام 2009 تحتوي على بيانات احتيالية أجراها HarukoObokata. يمكن أن تضلل البيانات الملفقة اتجاهات البحث الجارية أو تعرقل تعافي المرضى. وبالتالي ، يمكن أن يقوض بشكل خطير الثقة العلمية والعامة (George, 2016).

تم اقتراح مصدر البيانات لاحقًا للتخفيف من هذه المشكلة. تتمثل الفكرة الرئيسية لمصدر البيانات في تخزين معلومات البيانات الوصفية الخاصة بأصل البيانات واشتقاقها وتحويلها. ومع ذلك ، هناك عدد من التحديات في فرض مصدر البيانات. على سبيل المثال ، تقوم معظم أدوات تسجيل المصدر مثل Progger ووحدة النظام الأساسي الموثوق (TPM) بتخزين أنشطة البيانات جنبًا إلى جنب مع المعلومات الحساسة للخصوصية (مثل معرف المستخدم ووقت الوصول وأدوار المستخدم). تمثل كيفية الحفاظ على معلومات الخصوصية تحديًا. اقترح Ramachandran و Kantarcioglu نظام مصدر البيانات على أساس العقود الذكية وسلسلة الكتل. يمكن للباحثين إرسال بياناتهم المشفرة إلى هذا النظام. عند وجود أي تغييرات في البيانات ، سيتم استدعاء العقود الذكية لتتبع عمليات التحويل التي تم إجراؤها على البيانات. بهذه الطريقة ، يمكن التقاط أي تزوير ضار للبيانات (Ramachandran & Kantarcioglu, 2017).

بالإضافة إلى ذلك، Liang et al. ProvChain المقترح لجمع والتحقق من مصدر البيانات السحابية. الفكرة الرئيسية ل ProvChain هي تضمين بيانات المصدر في معاملات blockchain بحيث يمكن تتبع أي تعديلات على البيانات. يتكون ProvChain من ثلاثة إجراءات: جمع بيانات المصدر ، وتخزين بيانات المصدر ، والتحقق من صحة بيانات المصدر. تظهر النتائج التجريبية أن ProvChain يوفر مصدر بيانات غير قابل للعبث ، والحفاظ على الخصوصية وموثوقية البيانات (Liang et al., 2017).

5-2 في مجال الاقتصاد التشاركي

يجلب الاقتصاد التشاركي العديد من الفوائد مثل تقليل تكاليف المستهلك عن طريق الافتراض وإعادة تدوير العناصر ، وتحسين استخدام الموارد ، وتحسين جودة الخدمة ، وتقليل الأثار البيئية. ومع ذلك، فإن معظم منصات الاقتصاد التشاركي الحالية تعاني من ارتفاع تكاليف المعاملات للعملاء ، والتعرض للخصوصية وعدم موثوقية الأطراف الثالثة الموثوقة بسبب المركزية. يمكن للعقود الذكية أن تعيد تشكيل الاقتصاد التشاركي من خلال تطبيق اللامركزية على منصات الاقتصاد التشاركي (Taeihagh, 2017).

بوغنر وآخرون. اقترح نظامًا جديدًا للاقتصاد التشاركي يعتمد على عقود إثريوم الذكية. على وجه الخصوص ، يسمح هذا النظام للمستخدمين بالتسجيل ومشاركة العناصر الخاصة بهم دون طرف ثالث موثوق به. وفي الوقت نفسه ، فإن المعلومات الشخصية محفوظة أيضًا في الخصوصية. يتحقق التنفيذ العملي أيضًا من فعالية النظام. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن يؤدي دمج إنترنت الأشياء (IoT) والعقود الذكية أيضًا إلى تعزيز تطبيقات اقتصاد المشاركة. هاكل وآخرون. ناقش تكامل إنترنت الأشياء مع سلاسل الكتل لتطوير تطبيقات الاقتصاد التشاركي مثل أنظمة الدفع الأوتوماتيكي من نظير إلى نظير وأنظمة السفر وإدارة الأصول الرقمية ومنصات تبادل العملات (Bogner, Chanson, & Meeuw, 2016).

وفي الوقت نفسه ، تم اقتراح نهج احترام الخصوصية في تطبيقات الاقتصاد التشاركي القائمة على blockchain. يحل هذا المخطط بشكل أساسي مشكلة تسرب الخصوصية للأنظمة القائمة على blockchain بسبب الانفتاح العام على blockchain. على وجه الخصوص ، تم تطبيق نهج المعرفة الصفرية على هذا النظام. يوضح التنفيذ الواقعي أيضًا فعالية الآلية المقترحة.

6-2 في مجال القطاع العام

تعمل العقود الذكية جنبًا إلى جنب مع تقنية blockchain على إعادة تشكيل إدارة القطاع العام. يمكن ل Blockchain بشكل أساسي منع الاحتيال في البيانات وتوفير شفافية المعلومات العامة. خذ العطاءات العامة كمثال. يمكن أن يثبت تكامل blockchains والعقود الذكية هويات كل من مقدمي العطاءات وكيانات العطاءات ، وأتمتة عملية تقديم العطاءات ، وتوفير الدعم للتدقيق والمراجعة.

هناك العديد من التحديات في أنظمة التصويت الإلكتروني ، مثل التحقق من هوية المستخدم والحفاظ على خصوصية المستخدم (أو عدم الكشف عن هويته). تقدم العقود الذكية أيضًا الحل لأنظمة التصويت الإلكتروني. تم اقتراح نظام تصويت قائم على blockchain يسمى Follow My Vote⁸ للتحقق من هويات المستخدمين دون الكشف عن خصوصية المستخدم. ومع ذلك ، لا يزال يعتمد على سلطة ثالثة موثوق بها لخلط الناخبين حتى لا يكشف عن خصوصية المستخدم. ماكوري وآخرون. استفاد من معرفة بروتوكولات التصويت ذاتية الفرز (على سبيل المثال ، يمكن للناخبين عد الأصوات بدون طرف ثالث موثوق به) لبناء نظام تصويت عادل يعتمد على العقود الذكية. بهذه الطريقة ، يمكن الاحتفاظ بالأصوات بشكل خاص بينما يمكن التحقق من هويات المستخدمين في نفس الوقت.

يمكن أيضًا استخدام العقود الذكية لإنشاء هوية وسمعة رقمية شخصية. على سبيل المثال ، نظام سمعة مستخدم جامعة تسينغهاوا [8] (TURS) هو نظام لإدارة الهوية عبر الإنترنت يعتمد على العقود الذكية. يعتمد ملف TURS الشخصي على ثلاثة جوانب: السمعة الشخصية والسمعة عبر الإنترنت والسمعة المهنية. يمكن للمستخدمين حماية معلوماتهم الخاصة عبر العقود الذكية التي تمنح أذونات الوصول للمستخدمين الآخرين عن طريق البنود القابلة للبرمجة (البيانات). وفي الوقت نفسه ، لا يمكن التلاعب بجميع المعاملات التي تم تسجيلها في بلوكشين أو إزالتها (McCorry, Shahandashti, & Hao, 2017).

اقترح هيلبوم وتيلستروم بروتوكولًا ذكيًا لتبادل ملكية العقارات على أساس مفهوم الملكية الذكية الذي اقترحه أولاً [120] Szabo. في هذا البروتوكول ، يتواصل كل طرف في المعاملة مع بعضهم البعض عبر [121] Bitmessage. بعد التفاوض على تفاصيل التداول (على سبيل المثال ، الشهادة الرقمية للسيارة الصادرة عن الشركة المصنعة لها) ، ينشئ المشتري ويوقع معاملة أولية تعيد التنازل عن ملكية العقار إلى المشتري بنفسه. بعد إرسال المعاملة الموقعة إلى البائع ، يقوم البائع بعد ذلك بفحص معلومات المعاملة. إذا كانت صحيحة ، يوقع البائع على المعاملة المستلمة ويثبتها علنًا. علاوة على ذلك ، لضمان الاتساق ، يجب إجراء عملية

نقل الملكية بالكامل بطريقة ذرية. بمعنى آخر، أي فشل خلال العملية برمتها سيؤدي إلى إجهاض عملية نقل الملكية بأكملها. على سبيل المثال ، إذا لم يوقع البائع على الصفقة ، فلن يحصل على الأموال من المشتري. علاوة على ذلك ، [Li et al.] اقترح نظامًا آمنًا لتجارة الطاقة يعتمد على تقنية بلوك تشين كونسورتيوم. على وجه الخصوص ، تم اقتراح مخطط دفع قائم على الائتمان لدعم تداول الطاقة السريع دون وسيط موثوق به (Cant et al., 2016).

الخاتمة:

بناءً على ما جاء في هذه الدراسة توصلنا ان دورة حياة العقد الذكي تبدأ بتسجيل شروط العقد بين الأطراف المتعاقدة على شبكة البلوكتشين. هذه الشبكة مشتركة بين كل من الأطراف المتعاقدة، المنظمين والمؤكدين، و ذلك حسب نوع العقد المبرم. يتم ربط العقد بمختلف الأنظمة سواء كانت داخلية أو خارجية حسب طبيعة و شروط العقد. بمجرد ربط العقد الذكي بمختلف الأنظمة ذات الصلة، تقوم خوارزميات خاصة بتقييم بنود أو شروط العقد بشكل مستمر وذلك في انتظار تحقق أي منها. يرسل العقد الذكي تقارير دورية إلى كل من المنظمين و المدققين أ د ف التحقق من مصداقية البيانات و بمجرد تحقق أحد بنود أو شروط العقد، يتم التنفيذ التلقائي لعملية معينة 24. بعد ذلك مباشرة، ترسل تقارير محدثة إلى كل من المنظمين و المدققين من أجل التحقق من مصداقية البيانات الجديدة. ويتوقف إنجاز العقود الذكية على عنصرين أساسا لا ثالث لهما، وهما وجود سلسلة الكتل، ووجود عملة رقمية مشفرة، وأما سلسلة الكتل، فتعد المنصة التطبيقية للعقود الذكية التي يتم من خلالها الاستغناء عن خدمات طرف ثالث، وأما العملة الرقمية المشفرة، فتعتبر العملة الوسيط التي يتم من خلالها الدفع، وإنجاز العقود. إن قيام العقود الذكية في هذين العنصرين يمثل الفارق بينها وبين غيرها من الشروط التقليدية التي تنسج حول العقود والمعاملات والبياعات. ونظراً إلى ارتباط العقود الذكية بهذين العنصرين، كثير من الباحثين يسمون العقود الذكية عقود سلسلة الكتل Blockchain contracts كما يسمونها عقود العملة الرقمية المشفرة ، Digital contracts مما يؤكد ذلك الارتباط الوثيق بينها وبين هذين العنصرين الضروريين.

المراجع المعتمدة

- Bogner, A., Chanson, M., & Meeuw, A. (2016). *A decentralised sharing app running a smart contract on the ethereum blockchain*. Paper presented at the Proceedings of the 6th International Conference on the Internet of Things.
- Cant, B., Khadikar, A., Ruiter, A., Bronebakk, J. B., Coumaros, J., Buvat, J., & Gupta, A. (2016). Smart contracts in financial services: Getting from hype to reality. *Capgemini Consulting*, 1-24.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *Ieee Access*, 4, 2292-2303.
- Du, W., & Atallah, M. J. (2001). *Secure multi-party computation problems and their applications: a review and open problems*. Paper presented at the Proceedings of the 2001 workshop on New security paradigms.
- George, S. L. (2016). Research misconduct and data fraud in clinical trials: prevalence and causal factors. *International journal of clinical oncology*, 21(1), 15-21.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial innovation*, 2(1), 1-12.
- Idelberger, F., Governatori, G., Riveret, R., & Sartor, G. (2016). *Evaluation of logic-based smart contracts for blockchain systems*. Paper presented at the International symposium on rules and rule markup languages for the semantic web.
- Koulu, R. (2016). Blockchains and online dispute resolution: smart contracts as an alternative to enforcement. *SCRIPTed*, 13, 40.
- Liang, X., Shetty, S., Tosh, D., Kamhoua, C., Kwiat, K., & Njilla, L. (2017). *Provchain: A blockchain-based data provenance architecture in cloud environment with enhanced privacy and availability*. Paper presented at the 2017 17th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGRID).
- McCorry, P., Shahandashti, S. F., & Hao, F. (2017). *A smart contract for boardroom voting with maximum voter privacy*. Paper presented at the International Conference on Financial Cryptography and Data Security.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad hoc networks*, 10(7), 1497-1516.

- Ramachandran, A., & Kantarcioglu, D. (2017). Using blockchain and smart contracts for secure data provenance management. *arXiv preprint arXiv:1709.10000*.
- Rodrigues, B., Bocek, T., Lareida, A., Hausheer, D., Rafati, S., & Stiller, B. (2017). *A blockchain-based architecture for collaborative DDoS mitigation with smart contracts*. Paper presented at the IFIP International Conference on Autonomous Infrastructure, Management and Security.
- Sillaber, C., & Walzl, B. (2017). Life cycle of smart contracts in blockchain ecosystems. *Datenschutz und Datensicherheit-DuD*, 41(8), 497-500.
- Szabo, N. (1997). The idea of smart contracts. *Nick Szabo's papers and concise tutorials*, 6(1).
- Taeihagh, A. (2017). Crowdsourcing, sharing economies and development. *Journal of Developing Societies*, 33(2), 191-222.
- Tapscott, A., & Tapscott, D. (2017). How blockchain is changing finance. *Harvard Business Review*, 1(9), 2-5.
- Zhang, Y., & Wen, J. (2015). *An IoT electric business model based on the protocol of bitcoin*. Paper presented at the 2015 18th international conference on intelligence in next generation networks.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475-491. doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019>
- متولي، & عاشور، م. ص. (2021). العقود الذكية والتجارة الالكترونية .
- معداوي، & نجية. (2021). العقود الذكية و البلوكتشين. مجلة المفكر للدراسات القانونية والسياسية، 4(2)، 58-76 .