إبرام العقود الذكية عبر تقنية البلوك تشين

تأليف الدكتور

هيثم السيد أحمد عيسى

الحائز على جائزة الدولة التشجيعية في العلوم القانونية والاقتصادية لعام 2019م

دكتوراه في القانون المدني

ملخص

تُقدم العقود الذكية أسلوبا فريدا في التعاقد يختلف عن الأساليب المتبعة منذ زمن طويل في هذا الشأن؛ ذلك أن الاتفاق بين الأطراف المتعاقدة يتمثل في كود برمجي يُجرى تشغيله وتنفيذه بواسطة أعضاء شبكة البلوك تشين أو العُقد (Nodes) دون أن يستطيع أحد من الأطراف إيقافه؛ بحيث عندما يتم استيفاء شرط معين ويتحقق أعضاء الشبكة من ذلك، فإن الشرط المرتبط به أو المقابل له يتم تنفيذه تلقائيا؛ وبالتالي فهو أسلوب للتعاقد يضمن عملية تنفيذ العقود على الوجه المتفق عليه دون الحاجة إلى توافر الثقة بالطرف الآخر أو اللجوء إلى جهة موثوق بها للتحقق من حقيقة هذا الطرف أو محل العقد؛ ولذا فكرنا في دراسة موضوع إبرام تلك العقود لإبراز ملامحها وتوضيح مدى استيعاب القواعد العامة لخصوصيات تكوينها؛ وقد قسمنا بحثنا في هذا الموضوع إلى مطلب تمهيدي تناولنا فيه المبادىء الأساسية لتقنية البلوك تشين ومبحثين تناولنا في الأول فكرة العقود الذكية كأحد تطبيقات البلوك تشين، ووضحنا في الثاني خصوصية تكوين العقود الذكية.

الكلمات المفتاحية: العقود الذكية، البلوك تشين، التطبيقات اللامركزية، الإيثريوم.

Abstract

Smart contracts offer a unique method of contracting that differs from the methods used for a long time in this regard; Because the agreement between the contracting parties appears in the form of a code that is run and executed by members of the Blockchain network or the nodes, without one of the parties being able to stop it; so that when a certain condition is met and the members of the network verify that, the related or the corresponding condition is executed automatically; therefore it's a contracting method that guarantees the process of contracts performance in the manner agreed upon, without the need to have a confidence in the other party or resort to a trusted body to verify the truth of that party or the object of contract; so we thought about studying the topic of the conclusion of those contracts in order to highlight their features and clarify the extent to which general rules accommodate the specificities of their formation; and we divided our research into **an introductory section** entitled "the fundamentals of block chain technology", and two main sections; **the first** entitled "the idea of smart contracts as a blockchain application", and **the second** entitled" specificity of smart contracts formation.

Keywords: smart contracts, blockchain, DApps, Ethereum.

مقدمة

قام شخص مجهول بنشر ورقة بيضاء White paper في تاريخ 31 أكتوبر عام 2008م على الانترنت، تحت إسم مستعار هو "ساتوشي ناكاموتو" Satoshi Nakamoto يعرض فيها أسس عمل عملة افتراضية مشفرة جديدة Cryptocurrency مفتوحة المصـــدر open source أطلق عليها "البتكوين" Bitcoin، كنظام نقدي إلكتروني لا مركزي جديد؛ وقد ظهرت هذه العملة للوجود لأول مرة في تاريخ 3 يناير 2009م عندما قام ساتوشي ناكاموتو بتعدين أول كتلة بتكوين والمعروفة بكتلة التكوين Genesis block وحصـل وقتها على مكافأة قدرها 50 بتكوين، وكان أول من تلقى البتكوين هو المبرمج الأمريكي هال فيني Hal Finney حيث تلقى 10 بتكوين من ساتوشـي ناكاموتو ذاته في تاريخ 12 يناير 2009م وكانت هذه أول عملية تبادل للبتكوين؛ ثم جرى تداولها بعد ذلك بشـــكل واســـع عبر

الانترنت وقبولها في عمليات الدفع وتسوية المعاملات المختلفة؛ مما أدى إلى شهرتها وارتفاع قيمتها بصورة كبيرة.

الأمر لم يقف عند حد ظهور عملة افتراضية جديدة بل أدرك الباحثون أن الشبكة التي أسس عليها ساتوشي ناكوموتو عملته الجديدة والتي أطلق عليها "البلوك تشين" Block chain أو سلسلة الكتل تملك قدرات تقنية هائلة، بالإضافة إلى مجال العملات الرقمية، يمكن أن تجعلها الابتكار الأكثر أهمية في مجال التقنية بعد ظهور الانترنت؛ حيث أنها تقدم أسلوبا فريدا وآمنا لإجراء المعاملات أو حفظ البيانات أو انتقالها بوجه عام، يتسم باللامركزية؛ فقاعدة بيانات الشبكة موزعة Distributed لدى أعضائها بحيث يستطيع كل عضو أن يتعامل أو يتفاعل مع الآخر بدون وسيط أو المرور بنقطة مركزية مثلما يحدث في الأنظمة الرقمية التقليدية، وذلك لأنها تعتمد على شبكة الند للند "Peer-to-Peer "P2P، كما أنه لا يمكن اختراقها؛ ذلك أن البيانات تحفظ داخلها في كتل Block أو بلوك مترابطة عن طريق التشفير ومتسلسلة زمنيا Chronological نظرا لاحتوائها على طابع زمني Time stamp يحدد تاريخ إضافتها، بالإضافة إلى أنه تُجرى إدارتها بالتوافق بين أعضائها عن طريق خوارزميات أو بروتوكولات معينة، يطلق عليها خوارزميات أو بروتوكولات التوافق consensus protocols & algorithms؛ فليس هناك جهة مركزية تديرها؛ كل ذلك يدفعنا إلى القول بأن البلوك تشين من وجهة نظرنا تقدم طريقا لإصلاح الانترنت يجعل وجودنا عبرها عملا مفيدا وآمنا وعادلا.

وقد كان من بين هؤلاء الذين انتبهوا إلى الإمكانات الهائلة للبلوك تشين هو المبرمج الروسي الكندي الشاب فيتاليك بوتيرين Vitalik Buterin الذي اقترح التطبيق الأول من الجيل الثاني للبلوك تشين والمعروف بمنصة الإثيريوم Ethereum في أواخر عام 2013م ثم جرى تمويلها من قبل الجمهور في منتصف عام 2014م وبدأت العمل في تاريخ 30 يوليو عام 2015م، وهي منصة عامة مفتوحة المصدر تقوم على البلوك تشين يمكن بناء وتشغيل التطبيقات اللامركزية عليها DApps والتي يشار إليها بإسم "العقود الذكية" حيث يقوم الأطراف بوضع الشروط الخاصة بهم في صورة كود برمجي يُجرى تشغيله من خلال شبكة الإيثريوم دون تدخل أي طرف؛ أي أن عميلة التنفيذ تجرى بشكل ذاتي دون الحاجة إلى وسيط موثوق به أو جهة مركزية؛ وتستخدم شبكة الإثيريوم عملة مشفرة أو معماه Cryptocurrency يطلق عليها الإثير Ether (ETH)؛ وهذا يعني أن الإثيريوم ليست عملة ولكنها منصة يمكن لأي شخص بناء الكود البرمجي الخاص به عليها، بكل مرونة، ومن ثم تشغيله، على خلاف البتكوين التي توفر تطبيق واحد من البلوك تشين يمكن من خلاله القيام بعملية نقل قيمة البتكوين أو الدفع فقط.

ومع ذلك فإن مفهوم العقود الذكية Smart contracts كان موجودا قبل ذلك بسنوات، بيد أنه لم يطبق في

الواقع إلا بعد ابتكار الاثيريوم من قبل فيتاليك بوتيرين؛ وقد كان صاحب الفضل في صك مصطلح العقد الذكي هو عالم الكمبيوتر الأمريكي والفقيه القانوني وخبير التشفير الأستاذ نيك زابو Nick Szabo في عام 1994م؛ والمثير أن نيك زابو كان قد ابتكر نظام لعملة افتراضية تدعى بت جولد "Bit Gold" في عام 1998م لكن لم يتم تنفيذها، وكان ذلك بعد نشر عالم الكمبيوتر المعروف وي داي Wei Dai مقالة حول العملة المشفرة في نفس العام.

1-موضوع البحث

بعد ازدياد عدد المنصات اللامركزية التي تدعم العقود الذكية وتنامي نشاطها ثار التساؤل حول كيفية إبرام هذه العقود من الناحية القانونية وفقا للقواعد العامة في ظل حقيقة أنها تتمثل في أكواد برمجية يُجرى تنفيذها ذاتيا من خلال البلوك تشين دون تدخل أي طرف وفقا للشروط المتفق عليها؛ الأمر الذي جعلنا نفكر في تناول هذه المسألة بهدف إبراز انعكاسات تقنية البلوك تشين على فكرة العقود الذكية وعناصر تكوينها والوقوف على الصورة الخاصة بها التي نستطيع أن نحسم من خلالها أمر قيامها كعقود ملزمة.

2-إشكالية البحث

استخدام البلوك تشين في التعاقد أعطى للعقود الناتجة عن ذلك طبيعة خاصة تجعلها تتميز عن بقية العقود الأخرى التقليدية، بما في ذلك العقود التي تتم عبر الانترنت من خلال أنظمة مركزية تملكها جهات معينة وتشرف عليها؛ ومن هنا تنبع إشكالية البحث والتي يمكن تحديدها في مدى قدرة القواعد العامة للعقود على استيعاب الطبيعة الخاصة للعقود الذكية في ظل عدم وجود قانون خاص يحكمها أو حتى وجود قانون ينظم عمل البلوك تشين.

3-أهمية البحث

نحن نعيش الآن مرحلة توسع البلوك تشين من خلال المشاريع التقنية المختلفة التي تسعى إلى تعظيم قدرتها على استيعاب الأحجام الكبيرة من البيانات وإجراء المعاملات بالسرعة المطوبة والكفاءة مقارنة بالأنظمة المركزية، وينعكس ذلك بطبيعة الحال على العقود الذكية التي تعد أهم تطبيقات تقنية البلوك تشين؛ مما سيترتب عليه انتشار استخدام هذه العقود بصورة كبيرة من جانب الأشخاص، سواء الطبيعية أو الاعتبارية؛ ويساهم أيضا في ذلك انتشار استخدام انترنت الأشياء Internet of things (IOT)؛ أي تواصل الأشياء فيما بينها عبر الانترنت بل وقدرتها على الإنفاق والدفع وتسوية المعاملات من خلال التبادل الذاتي للعملات والقيم دون تدخل من أي طرف، وهو ما يطلق عليه الآن اقتصاد الآلة A machine-to-machine (M2M) economy، كما أن هناك اتجاه نحو ترميز

الأصـــول رقميا "Tokenization" أي تمثيل الأصـــول التي لها قيمة في حياتنا، كالأســـهم والســـندات والعقارات والمنقولات والعملات وخلافه، رقميا؛ بحيث يصـــبح لها أصـــل رقمي Digital asset أو ما يطلق عليه التوكين "Token" ونســـتطيع بعد ذلك أن نديرها بســـهولة أو حتى ننقلها إلى الغير، بشـــكل آمن وفعال، من خلال تقنيات الشـبكات أو السـجلات الموزعة Distributed ledger technologies (DLTs)، ومنها على وجه الخصـوص البلوك تشين، وباستخدام العقود الذكية.

ونســـتطيع القول بأن أهمية هذا البحث تتلخص في أنه يســـاهم في بيان النظام القانوني للعقود الذكية وذلك من خلال دراســة مســألة كيفية إبرامها وانعكاس خصــائص البلوك تشــين على ذلك في ظل تطورها على النحو الســابق شرحه.

4-صعوبات البحث

شــبكة البلوك تشــين التي تقوم وتتأســس عليها العقود الذكية لها جوانب تقنية متعددة يتعين فهمها وإدراكها قبل التعرض للمسـائل القانونية المتعلقة بها؛ الأمر الذي يفرض على الباحث في هذا السـياق الإلمام بمفاهيم تقنية مختلفة يصعب على المتخصص الإحاطة بها؛ وهو ما دفعنا إلى الحصول على دورات متخصصة في البلوك تشين وطريقة عملها من الناحية التقنية، قبل البدء في البحث لكي نستطيع تحديد الطبيعة الخاصة لها وانعكاسات ذلك على العقود الذكية من الناحية القانونية؛ ومن ناحية أخرى تعد الدراســـات القانونية التي تناولت البلوك تشـــين بوجه عام والعقود الذكية على وجه الخصوص، قليلة نظرا لحداثة الموضوع.

5-المنهج العلمي

سنتبع في هذا البحث المنهج التحليلي التأصيلي بصفة رئيسية والذي من خلاله نستطيع سبر أغوار المسائل القانونية المتعلقة بالعقود الذكية ومحاولة ردها إلى القواعد العامة، كما أننا ســنتبع أيضــا بالإضــافة إلى ذلك المنهج الوصفي الذي من خلاله نستطيع وصف تلك المسائل في البداية قبل تحليلها وتأصيلها، وسيظهر أيضا اتباعنا للمنهج المقارن في البحث في عرضنا للتجارب التشريعية المقارنة التي تناولت مسألة تنظيم العقود الذكية.

6-خطة البحث

نرى أن تقديم الحل القانوني لإشكالية البحث والتغلب على صعوباته يكون من خلال تناول المبادىء الأساسية لتقنية البلوك تشين في البداية حتى يكون لدينا تصور للطبيعة الخاصة لهذه التقنية قبل التعرض لفكرة العقود الذكية كأحد تطبيقاتها لكي تسهل مهمتنا في إبراز خصوصية تكوين هذه العقود في النهاية؛ ولذا سنقسم هذا البحث إلى مطلب تمهيدي ومبحثين كالتالي:

مطلب تمهيدي: المبادىء الأساسية لتقنية البلوك تشين

المبحث الأول: فكرة العقود الذكية كأحد تطبيقات البلوك تشين

المبحث الثاني: خصوصية تكوين العقود الذكية

مطلب تمهيدي

المبادئ الأساسية لتقنية البلوك تشين

تمهيد وتقسيم

تقوم العقود الذكية كما وضحنا في المقدمة على تقنية البلوك تشين؛ لذا فإنه من الضروري أن نبين المبادىء الأساسية لهذه التقنية لكي يتضح لنا الخلفية التي تستند عليها العقود الذكية، ويكون ذلك من خلال بيان تعريفها ثم أنواعها؛ الأمر الذي يساعدنا على بيان الخصائص التي تتميز بها وكذلك كيفية عملها؛ ولذا سنقسم هذا المطلب إلى أربعة فروع كالتالي:

الفرع الأول: تعريف البلوك تشين

الفرع الثاني: أنواع البلوك تشين

الفرع الثالث: خصائص البلوك تشين

الفرع الرابع: كيفية عمل البلوك تشين

الفرع الأول

تعريف البلوك تشين

هناك تعريفات متعددة للبلوك تشين ومنها أنها قاعدة بيانات موزعة للسجلات أو سجل عام للمعاملات أو الأحداث الرقمية التي قد تم تنفيذها ومشاركتها بين الأطراف المشاركة. ويتم التحقق من كل معاملة في السجل العام بتوافق أغلبية المشاركين في النظام. وبمجرد تسجيل المعلومات فيها لا يمكن محوها[1].

ويرى البعض أيضا أن البلوك تشين هي قاعدة بيانات لا مركزية وموزعة تحافظ على نمو قائمة من السجلات باستمرار، يطلق عليها كتل. كل كتلة تحتوي على طابع زمني Time stamp ورابط بالكتلة السابقة. وحسب تصميم البلوك تشين والغرض منها فإنها مقاومة بطبيعتها لتعديل البيانات[2]. وهناك من يرى أنها سلسة من الكتل تحتوي على

---

(1) Michael Crosby, et al, "BlockChain Technology Beyond Bitcoin", *University of California, Berkeley, Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology Technical*(October 16, 2015): 3. https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf. (2/6/2019).

(2) A.Shanti Bruyn, *Blockchain an introduction* (Amsterdam, Netherlands: University Amsterdam,

قائمة كاملة من سجلات المعاملات، مثل دفتر الحسابات العام التقليدي[3].

ويذهب البعض إلى أن البلوك تشين هي قائمة رقمية من السجلات التي يتم فيها تسجيل المعاملات في "كتل" Blocks وترتبط باستخدام التشفير. وعندما تمتلئ الكتل بالبيانات، يتم ختمها زمنيا Chronologically وإضافتها إلى سلسلة الكتل، بطريقة يمكن التحقق منها و لا يمكن تغييرها بدون توافق أغلبية المشاركين[4].

كما يعرفها أيضا البعض بأنها نوع من تقنية الدفتر الموزع Distributed ledger يتكون من سلسلة من "الكتل" المرتبطة بشكل مشفر، والتي تحتوي على معاملات مجمعة؛ وينشر بشكل عام جميع البيانات لكل المشاركين في الشبكة[5].

ويرى البعض أن البلوك تشين هي قاعدة بيانات ذات تسلسل زمني للمعاملات التي تم تسجيلها بواسطة شبكة من أجهزة الكمبيوتر[6].

وقد عرفها قانون ولاية إلينوي بشأن تقنية البلوك تشين Blockchain technology act (BTA) والذي دخل حيز النفاذ في 1 يناير 2020م، بأنها سجل الكتروني تم انشاؤه بواسطة استخدام طريقة لا مركزية من قبل أطراف متعددة، للتحقق من سجل رقمي للمعاملات وتخزينه، ويجرى تأمينه عن طريق استخدام الهاش الخاص بمعلومات المعاملة السابقة[7].

2017), 1.

[3] راجع هذا الرأي لدى:

Alex Kibet and Simon Maina Karume, "A synopsis of blockchain technology", *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)* 7, no.11(2018): 789. http://ijarcet.org/wp-content/uploads/IJARCET-VOL-7-ISSUE-11-789-795.pdf. 1/6/2019.

[4] Miriam Denis Le Sève, Nathaniel Mason and Darius Nassir, *Delivering blockchain's potential for environmental sustainability* (London, UK: Overseas Development Institute, ODI, 2018), 2. https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/resource-documents/12439.pdf. 2/6/2019.

[5] Garrick Hileman and Michel Rauchs, *GLOBAL BLOCKCHAIN BENCHMARKING STUDY*(Cambridge, Engalnd: University od Cambridge, Judge business school, Center for alternative finance, 2017), 11. https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-global-blockchain-benchmarking-study-2017/$FILE/ey-global-blockchain-benchmarking-study-2017.pdf. 2//6/2019.

[6] Aaron Wright and Primavera De Filippi, "Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia", *SSRN* (March 10, 2015): 6. https://ssrn.com/abstract2580664. 2/6/2019.

[7] Section 5: Blockchain means an electronic record created by the use of a decentralized method by multiple parties to verify and store a digital record of transactions which is secured by the use of cryptographic hash of previous transaction information.

كما عرفها أيضا قانون ولاية واشنطن "SB 5638" لعام 2019م، بأنها سجل مشفر آمن، متسلسل زمنيا ولامركزي مبني على التوافق أو قاعدة بيانات توافقية محفوظة عبر الانترنت أو شبكة ند للند أو أي وسيلة أخرى للتواصل مماثله[8].

الفرع الثاني

أنواع البلوك تشين

هناك أربعة أنواع من البلوك تشين وهي: البلوك تشين العامة Public block chain، البلوك تشين الخاصة Private block chain، البلوك تشين الاتحادية Consortium or federated block chain والبلوك تشين المختلطة Hybrid block chain، ونبين ذلك فيما يلي:

أولا: البلوك تشين العامة Public block chain

البلوك تشين العامة هي الشبكة التي يمكن لأي شخص الوصول إليها والمشاركة فيها بدون إذن من أحد؛ فهي مفتوحة للجمهور "Permissionless"[9]، كما يمكن للجميع فيها أيضا المشاركة في عملية التحقق والاعتماد أو المصادقة التي تُجرى داخلها "Validation" للمعاملات أو البيانات الجديدة؛ أي المشاركة في عملية تنفيذ بروتوكول التوافق داخل الشبكة Consensus protocol للوصول إلى قرار بشأن حالتها[10]. ومن الأمثلة على هذا النوع من الشبكات، البتكوين بلوك تشين Bitcoin blockchain والإيثريوم بلوك تشين Ethereum blockchain[11].

ثانيا: البلوك تشين الخاصة Private block chain

البلوك تسين الخاصة هي الشبكة التي لا يستطيع أي شخص الوصول إليها بدون إذن من المسئولين عنها؛ أي

---

(8) Section 2. (1): Blockchain means a cryptographically secured, chronological and decentralized consensus ledger or consensus database maintained via internet, peer to peer network or other similar interaction.

(9) Andreas Ellervee, Raimundas Matulevičcius and Nicolas Mayer, " A Comprehensive Reference Model for Blockchain-based Distributed Ledger Technology", *Proceedings of the ER Forum 2017 ER 2017 Demo Track, Nov. 6th-9th, 2017, Valencia Spain*, 2. http://ceur-ws.org/Vol-1979/paper-09.pdf.3/6/2019.

(10) Dominique GUEGAN, "Public Blockchain versus Private blockhain", *Maison des Sciences Économiques, University Paris1 Panthéon-Sorbonne* (2017): 2. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01524440/document. 2/6/2019.

(11) Ibid, 1.

أنها ليســـت مفتوحة للجميع وإنما مقيدة بالحصـــول على الإذن أولا "Permissioned"[12]، كما أن هناك عدد من المشتركين، محدد مسبقا، يتولى عملية التحقق أو المصادقة والاعتماد "Validation" للمعاملات أو البيانات الجديدة داخل الشبكة وليس كل المشتركين فيها[13]. ومن الأمثلة على هذا النوع شبكة Hyperledger fabric[14].

ثالثا: البلوك تشين الاتحادية Consortium or federated block chain

تختلف البلوك تشين الاتحادية عن البلوك تشين الخاصة التي تناولناها أعلاه، في أنها شبكة تقوم بتشغيلها عدة جهات، كعدد من الشركات على سبيل المثال، وليست جهة واحدة تتضمن عدد من المشتركين في الشبكة كما في البلوك تشين الخاصة، وتشارك كل جهة من تلك الجهات في عملية التحقق أو الاعتماد والمصادقة داخل الشبكة "Validation"[15]، وبالتالي فعملية التحقق أو تنفيذ بروتوكول التوافق داخل الشبكة يقوم به عدد محدد مسبقا من المشتركين أيضا مثل شبكة البلوك تشين الخاصة، والاختلاف أن المشتركين هنا في الشبكة هم عدد من الجهات وليس عدد من الاشخاص داخل جهة واحدة. وتتشابه أيضا الشبكة الاتحادية مع الشبكة الخاصة في أنها أيضا ليست مفتوحه للجمهور وإنما الاشـــتراك فيها يحتاج إلى إذن من المســـئولين عنها[16]. ومن الأمثلة على هذا النوع شـــبكة "R3" في مجال البنوك وشبكة "EWF" في مجال الطاقة وشبكة "B3i" في مجال التأمين[17].

رابعا: البلوك تشين المختلطة Hybrid block chain

البلوك تشين المختلطة هي الشبكة التي تجمع بين خصائص شبكات البلوك تشين العامة والخاصة[18]، ومن

---

(12) Deepak Putha et al, "Everything You Wanted to Know About the Blockchain: Its Promise, Components, Processes, and Problems", IEEE Consumer Electronics Magazine 7, no.4(2018): 5.10.1109/MCE.2018.2816299. 3/6/2019.

(13) GUEGAN, "Public Blockchain versus Private blockhain", 3.

(14) Suporn Pongnumkul, Chaiyaphum Siripanpornchana and Suttipong Thajchayapong, " Performance Analysis of Private Blockchain Platforms in Varying Workloads", *2017 26th International Conference on Computer Comhgfg,; jadk munication and Networks (ICCCN), Vancouver, BC, Canada, 31 July-3 Aug. 2017, IEEE* (2017): 3. 10.1109/ICCCN.2017.8038517. 3/6/2019.

(15) Vitalik Buterin, " On Public and Private Blockchains", *Ethereum Blog*(August 6, 2015). https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/. 3/6/2019.

(16) Petter Olsen, Melania Borit and Shaheen Syed, *Applications, limitations, costs, and benefits related to the use of blockchain technology in the food industry* (Tromsø, Norway: Nofima, 2019), 10. https://nofimaas.sharepoint.com/sites/public/Cristin/Rapport%20042019.pdf?cid=ca026d5b-37c1-4c8f-ac64-e91ffa609045. 3/6/2019.

(17) Ibid.

(18) Merlinda Andoni, et al, "Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of

الأمثلة على ذلك شبكة "Dragonchain"[19].

الفرع الثالث

خصائص البلوك تشين

تتميز البلوك تشين بأنها دفتر حسابات لامركزي Decentralized ledger، موزع Distributed ledger، قائم على التوافق Consensus based و تقنية الند للند peer to peer (P2P) ، كما أنه ثابت أو غير قابل للتغيير Immutable ومتسلسل زمنيا chronological وشفاف transparent. ونبين ذلك فيما يلي:

أولا: دفتر حسابات لا مركزي Decentralized ledger

تتميز البلوك تشين بأنها دفتر للمعاملات لا مركزي وهذا يعني أنه ليس هناك جهة واحدة مركزية يتم حفظ البيانات لديها وتتحكم فيه، بحيث يتعين الرجوع إليها للوصول إلى محتوى الدفتر أو التفاعل معه، وإنما يتم حفظ نسخة من البيانات لدى جميع الأشخاص المشتركة في شبكة البلوك تشين، كما أن إدارة الأخيرة أيضا يعود إلى التوافق بينهم جميعا[20].

وهذا على عكس الأنظمة المركزية Centralized systems التي تتحكم فيها جهة واحدة؛ فعلى سبيل المثال عندما يقوم بعض الأشخاص بفتح حساب لدى أحد البنوك وإيداع مبلغ من المال فيه، فإنه لا يستطيع تحويل جزء من هذا المبلغ إلى شخص آخر أو التصرف فيه بأي وجه إلا عن طريق اللجوء إلى نظام البنك. ونفس الشيء لو أن شخصا أراد أن يستخدم محرك البحث جوجل للاستعلام عن شيء معين، فإنه يُرسل استعلامه عن طريق الكتابة داخل مربع البحث إلى الخوادم Servers الخاصة بشركة جوجل ثم تظهر له النتائج المرتبطة بالموضوع الذي كان

---

challenges and opportunities", *Renewable and sustainable energy reviews* 100(2019): 147. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014. 3/6/2019.

[19] Dragonchain," What Different Types of Blockchains are There?", *Dragonchain Blog* (April 18, 2019). https://dragonchain.com/blog/differences-between-public-private-blockchains. 3/6/2019.

[20] قريب من هذا المعنى لدى:

Wright and primavera De Filippi, "Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographia", 5-17;

أنظر أيضا هذا المعنى لدى: زاهرة بني عامر، و آلاء تحسين، "استكشاف تقنية البلوكشن وتطبيقاتها في المالية الإسلامية"، *مؤتمر تقنية البلوكشين وثورة الابتكارات في منظمات الأعمال، مركز تمكين للتنمية الإدارية والفنية، البحر الميت، الأردن*، 20، 2019/3/21م. 7.

يبحث عنه وبالتالي فهناك وسيط في الأنظمة المركزية يتعين الرجوع إليه[21].

ثانيا: دفتر حسابات موزع Distributed ledger

هذه الخصيصة ليست بعيدة عما سبق شرحه في النقطة السابقة؛ ذلك أن الطبيعة اللامركزية للبلوك تشين قد تشكلت من كونها دفتر موزع على أعضاء الشبكة، وهذا يعني أن هناك نسخة من بيانات الشبكة لدى جميع أعضائها، وأي تعديل يحدث على الشبكة يضاف بشكل متزامن synchronously لدى الجميع أيضا؛ فليس هناك جهة واحدة تحتفظ بالبيانات[22].

ثالثا: دفتر حسابات قائم على التوافق Consensus based

البلوك تشين تقوم على التوافق بين أعضائها في صناعة القرارات داخلها؛ فليس هناك جهة محددة مركزية تقوم بصنع القرار داخل شبكة البلوك تشين. ويصل أعضاء الشبكة إلى ذلك التوافق عبر اتباع بروتوكولات معينة Consensus protocols عند اتخاذ أية قرار حيال أي تغيير يطرأ على حالة الشبكة، وهذه البروتوكولات عبارة عن قواعد معينة تستخدم في إدارة الشبكة؛ فقبل اضافة أية بلوك أو كتلة جديدة على الشبكة يتعين إتباع تلك البروتوكولات للتحقق من صحة البيانات داخل البلوك أولا[23].

رابعا: دفتر حسابات قائم على تقنية الند للند Peer to Peer (P2P)

تتميز البلوك تشين أيضا بأنها من شبكات الند للند (P2P)؛ أي أنه يمكن لأعضاء الشبكة التفاعل فيما بينهم عن طريق إجراء المعاملات أو نقل القيم أو البيانات، بحسب الغرض من الشبكة، بصورة مباشرة دون تدخل سلطة

---

[21] أنظر هذا المعنى لدى:

Greeshma R Nair and Shoney Sebastian, "BlockChain Technology Centralized Ledger to Distributed Ledger", *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 4, no.3(2017): 2823. https://pdfs.semanticscholar.org/0186/ff3f0741c44f4d5266a6145fec6f7583137f.pdf. 1/9/2019.

[22] Ibid, 2824.

[23] راجع في هذا الشأن:

Wattana Viriyasitavata Danupol Hoonsopon," Blockchain characteristics and consensus in modern business processes", *Journal of Industrial Information Integration* 13, (March, 2019): 32-39. https://doi.org/10.1016/j.jii.2018.07.004. (1/9/2019).

مركزية للقيام بذلك[24].

خامسا: دفتر حسابات ثابت أو غير قابل للتغيير Immutable

إذا تم تسجيل البيانات في البلوك تشين أي أُدخلت البيانات في الكتلة أو البلوك وتم إضافتها فعلا إلى السلسلة بعد التحقق منها فإنه لا يمكن بعد ذلك تغييرها وهذا هو ما جعل البلوك تشين ثابته وغير قابلة للتغيير[25]. وسبب ذلك هو اعتماد البلوك تشين على التشفير cryptography عن طريق ما يطلق عليه دالة التجزئة أو آلية الهاش Hash function وهي عبارة عن خوارزميات تحول البيانات التي تم إدخالها في الكتلة، مهما كان حجمها، إلى مجموعة فريدة من الأرقام والحروف والرموز ذات طول ثابت يطلق عليها الهاش Hash[26].

ويعد الهاش Hash بمثابة بصمة مميزه للبيانات المسجلة، مثل بصمة الإصبع Fingerprint بالنسبة للإنسان[27]. ويتسم بأنه لا يمكن معرفة محتوى الرسالة عن طريق تحويله؛ فالخوارزمية المستخدمة في القيام بهذه العملية يجب أن تعمل في اتجاه واحد فقط، كما أنه لا يمكن أن يكون هناك نفس الهاش لمدخلات مختلفة، مهما كان هذا الاختلاف، كما أنه يجب أن تنتج الخوارزمية نفس الهاش لنفس المدخلات دائما[28].

وتحتوي كل كتلة في السلسلة على الهاش الخاص بالكتلة السابقة، وهذا يعني أن البلوك تشين هي سلسلة من الكتل المترابطة عن طريق التشفير؛ ذلك أنه إذا حاول أحد تغيير بيانات كتلة معينة فإن الهاش الخاص بها سيتغير مهما كان حجم هذا التغيير، وسيظهر ذلك في كل الكتل التالية لها، وبالتالي فإن الشخص الذي يحاول تغيير بيانات كتلة معينة لن ينجح إلا إذا قام بتغيير كل الكتل التالية، ويكاد يكون ذلك مستحيلا لأن البلوك تشين قاعدة بيانات موزعة، فليس هناك جهة واحدة تملك بيانات البلوك تشين، وهذا يعني أنه لو افترضنا أن هناك شخص استطاع تغيير

---

[24] راجع:

Yongjun Ren , et al, "Data Storage Mechanism Based on Blockchain with Privacy Protection in Wireless Body Area Network" *Sensors* 19, no.10(May25, 2019): 4-5. https://doi.org/10.3390/s19102395. (1/9/2019).

[25] Ibid, 5.

[26] Dylan Yaga, Peter Mell, Nik Roby and Karen Scarfone, "Blockchain Technology Overview", National Institute of Standards and Technology, U.S . department of commerce (October 2018): 12. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2018/NIST.IR.8202.pdf. (1/9/2019).

[27] Tomicah Tillemann, Allison Price, Glorianna Tillemann-Dick and Alex Knight, The Blueprint for Blockchain and Social Innovation(Washington, US: New America, 2019), 13.

[28] راجع الخصائص التي يجب توافرها في آلية الهاش، لدى:

Yaga, Peter Mell, Nik Roby and Karen Scarfone, "Blockchain Technology", 12.

سلسلة بالكامل لدى عقدة معينة node فإنه يستحيل عليه أن يفعل ذلك لدى جميع العقد الأخرى وهذا هو السبب وراء تمتع سلسلة الكتل أو البلوك تشين بمستوى عال من الأمان[29].

سادسا: دفتر متسلسل زمنيا Chronological

البلوك تشين هي عبارة عن مجموعة من البلوك أو الكتل متسلسلة زمنيا؛ ذلك أن كل بلوك تحتوي على طابع زمني Timestamp يحدد الوقت الذي تم إضافتها فيه إلى السلسلة، وهذا الطابع لا يمكن تغييره بسبب خصيصة التشفير التي تتمتع بها البلوك تشين كما قلنا في النقطة السابقة[30].

سابعا: دفتر شفاف Transparent

الشفافية هي إحدى ثمار اللامركزية التي تتميز بها البلوك تشين فكل عضو في الشبكة يستطيع أن يتتبع تاريخ المعاملات التي قام بها أي عضو؛ ذلك أن البلوك تشين كما قلنا في السابق، دفتر موزع توجد نسخة منه لدى جميع أعضاء شبكة البلوك تشين، كما أنه لا يتحكم فيه جهة واحدة مركزية وهذا لا يتعارض مع كون هوية الأعضاء في الشبكات العامة، مثل البيتكوين، مخفية ويستعاض عنها بالمفتاح العام Public Key أثناء إجراء المعاملات[31].

---

[29] راجع هذا المعنى لدى:

Jamie Berryhill, Théo Bourgery and Angela Hanson, "Blockchains Unchained: Blockchain Technology and its Use in the Public Sector", OECD Working Papers on Public Governance, No. 28, OECD Publishing, Paris. 16-17. http://dx.doi.org/10.1787/3c32c429-en. (2/9/2019); Karim Sultan , Umar Ruhi and Rubina Lakhani, " CONCEPTUALIZING BLOCKCHAINS: CHARACTERISTICS & APPLICATIONS", 11th IADIS International Conference Information Systems 2018, Lisbon, Portugal (14 - 16 April 2018): 52-53. https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1806/1806.03693.pdf.(2/9/2019); Lukman Adewale Ajao, OrcID,James Agajo ,Emmanuel Adewale Adedokun, OrcID and Loveth Karngong, "Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry." *J* 2, no. 3(August 2019): 304. https://doi.org/10.3390/j2030021.(2/9/2019).

[30] أنظر هذا المعنى لدى:

James, William H.Sorrell and Susan L.Donegan, " Blockchain technology : opportunities and risks", *The Office of the Vermont Secretary of State, the Department of Financial Regulation, and the Office of the Attorney General, **Vermont** state, US* (January 15, 2016): 9-10. https://legislature.vermont.gov/assets/Legislative-Reports/blockchain-technology-report-final.pdf. (2/9/2019).

[31] للمزيد من التفاصيل حول شفافية البلوك تشين، أنظر:

AMERA IBRAHIM, " Does blockchain mean higher transparency in the financial sector?", *Revista de Contabilidad y Dirección* 27(2018): 79.

الفرع الرابع

كيفية عمل البلوك تشين

قد اتضـح لنا من الفروع السـابقة أن البلوك تشـين هي عبارة عن مجموعة من كتل البيانات Blocks المشـفرة والمترابطة فيما بينها والمتسلسلة زمنيا والموزعة لدى جميع الأعضاء في الشبكة والتي تدار بالتوافق عبر بروتوكولات معينة. والتساؤل هنا كيف تعمل البلوك تشين؟

وللإجابة عن ذلك يتعين علينا أن نبين الخطوات التي يجب اتخاذها لإضـــافة بيانات جديدة أو معاملات جديدة إلى شبكة البلوك تشين، وهذه الخطوات كالتالي:

الخطوة الأولى: تبدأ العملية بقيام أحد أعضاء الشبكة بطلب إضافة معاملة أو بيانات جديدة إلى الشبكة[32]، على أن تكون هذه المعاملة موقعة من قبله رقميا عن طريق مفتاحه الخاص Private key الذي لا يعرفه أحد غيره، وهذا على عكس مفتاحه العام Public key الذي يُعد عنوانا له على الشبكة يعرفه الجميع، وأداة تعريف واضحة لأعضاء الشـبكة فيما بينهم عند التعامل، وهذا المفتاح الأخير يقترن بالمفتاح الأول، بصـــورة حســـابية، حيث يتم التحقق من صـحة التوقيع الرقمي digital signature لمُرسـل المعاملة بعد ذلك عن طريقه، أي التحقق من هوية المرسـل؛ فإذا كان المفتاح الخاص يسـتخدمه أعضـاء الشـبكة في توقيع المعاملات الصـادرة عنهم رقميا قبل بثها على الشـبكة فإن المفتاح العام يستخدم للتحقق من التوقيع الرقمي لمرسل المعاملة وهويته Identity[33].

الخطوة الثانية: يتم بث الطلب إلى أعضـــاء الشـــبكة، الذين تجمعهم شـــبكة ند للند P2P[34]، يكون لدى الجميع فيها

---

https://accid.org/wp-content/uploads/2019/04/Does_Blockchain_mean_higher_transparency_in_the_financial_sectorlogo.pdf .(2/9/2019).

[32] Crosby, et al, "BlockChain Technology", 6; Doug Galen et al, *Blockchain for social impact moving beyond the hype* (California, US: Stanford Graduate school of business, 2019), 9. https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-blockchain-impact-moving-beyond-hype.pdf. (1/10/2019)

[33] للمزيد من التفاصيل حول ذلك، أنظر:

Robby Houben and Alexander Snyers, *Cryptocurrencies and blockchain* (Brussels, Belgium: European parliament's special committee on financial crimes, European Union, 2018), 16-17. http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/150761/TAX3%20Study%20on%20cryptocurrencies%20and%20blockchain.pdf. (1/10/2019).

[34] Celine Herweijer, Dominic Waughray and Sheila Warren, *Building Block(chain)s for a Better planet*(Geneva, Switzerland, World Economic Forum, 2018), 10.

نسخة من البيانات المسجلة على البلوك تشين ويستطيع كل عضو التفاعل مع أي عضو آخر دون المرور بنقطة أو جهة مركزية تتحكم في الشبكة، فالبلوك تشين تتسم باللامركزية كما قلنا من قبل، وكل عضو في الشبكة عن طريق جهاز الكمبيوتر الخاص به يمثل ما يطلق عليه عُقدة node، بحيث تتكون البلوك تشين من مجموعة العُقد المتصلة فيما بينها عن طريق شبكة الند للند[35].

الخطوة الثالثة: تقوم العُقد nodes بالتحقق validation من صحة المعاملة أو البيانات المراد إضافتها إلى البلوك تشين وذلك عبر ما يطلق عليه آليات التوافق Consensus mechanisms[36]، وهي أحد الجوانب الرئيسية للبلوك تشين، و تعرف بأنها القواعد أو الطرق أو العمليات التي من خلالها تصل العُقد إلى القرارات المتعلقة بحالة البلوك تشين[37]. وتقوم هذه الآليات أو البروتوكولات بحل إشكالية اتخاذ القرارات داخل شبكة موزعة بين مجموعة من الأعضاء، لا تحكمها جهة مركزية، وهي المعضلة التي كانت موجودة قبل ابتكار البلوك تشين، وتعرف بمعضلة الجنرالات البيزنطيين Byzantine Generals problem[38]، وتفترض أن هناك مجموعة من الجنرالات ينوون الهجوم على مدينة أو قلعة معينة، وكل جنرال لديه جيشه الخاص الذي يتمركز حول المدينة أو القلعة في مكان مختلف، ويتم التواصل فيما بينهم عن طريق الرُسل؛ والإشكالية هنا تكمن في كيف يتوصل جميع الجنرالات إلى قرار موحد بالهجوم أو التراجع، في ظل وجود بعض المخاطر وهي:

---

https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf. (1/10/2019).

(35) Dave Bryson, Dave Penny, David C.Goldenberg and Gloria Serrao, *Blockchain Technology for Government* (Massachusetts, US: The Mitre corporation, 2018), 7. https://www.mitre.org/sites/default/files/publications/blockchain-technology-for-government-18-1069.pdf. (1/10/2019).

(36) Houben and Alexander Snyers, *Cryptocurrencies and blockchain*, 17, 18; Galen et al, *Blockchain for social impact*", 9; Antony Lewis, *understanding blockchain technology and what it means for your business* (Singapore: DBS Group research, DBS bank, 2016), 14. Haider Dhia Zubaydi, et al, " A Review on the role of blockchain technology in healthcare domain", *Electronics* 8 (2019): 4. https://www.mdpi.com/2079-9292/8/6/679/pdf. (1/10/2019);

(37) قريب من هذا المعنى لدى:

Sigrid Seibold and George samman, *consensus immutable agreement for the internet of value* (Amstelveen, Netherlands: KMPG LLP, 2016), 4. https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/06/kpmg-blockchain-consensus-mechanism.pdf?aid=fndrabg_p?aid=fndrabg_p.(1/11/2019).

(38) أنظر:

L. Lamport, R. Shostak, M. Pease, "The byzantine generals problem", *ACM Trans. Program. Lang. Syst. (TOPLAS)* 4,no 3 (1982): 382-401. https://people.eecs.berkeley.edu/~luca/cs174/byzantine.pdf. (1/11/2019).

1- يمكن أن يكون هناك جنرال أو أكثر من هؤلاء الجنرالات غير جدير بالثقة أو خائن، يتخذ قراره ثم يتراجع عنه ويتسبب في خسائر كبيرة للباقين؛

2- كما قد يكون الرسول الذي ينقل الرسائل غير جدير بالثقة ويعمل لمصلحة الأعداء أو يتم استبداله بآخر من الأعداء؛

3- كما قد يتم تغيير الرسالة ذاتها أو استبدالها عن طريق الأعداء.

إذن نجاح العملية يعتمد على ضمان أن يتخذ كل جنرال قراره بحيث لا يتم تغييره بعد ذلك وأن يتفق الجميع على نفس القرار ويتم تنفيذه بصورة متزامنة.

وإذا قمنا بتطبيق ذلك على شبكة البلوك تشين فإن الجنرالات تمثل العقد Nodes التي يتكون منها البلوك تشين، والتي ينبغي أن تتفق على كل قرار يتعلق بحالة الشـــبكة حتى لا يتعرض النظام للفشـــل، فيجب التوافق حول حالة البيانات أو المعاملات الجديدة، وهل هي صـحيحة أو دقيقة أو أنها تمثل حقيقة الواقع أم لا. وتتوصـل العقد إلى ذلك عن طريق آليات أو بروتوكولات أو خوارزميات التوافق[39]، وهناك أنواع مختلفة من هذه الآليات، ويمكننا بيان أهمها فيما يلي:

1- **خوارزمية إثبات العمل Proof of work (POW):** تعد هذه الآلية من أكثر آليات التوافق شيوعا؛ إذ يتم استخدامها في معظم العملات الرقمية. وتقوم على استخدام القوة الحاسوبية computational power في حل معادلة رياضية أو لغز رياضي، ومن يقوم بذلك يكون جديرا، بما قدم من عمل، بإضافة الكتلة الجديدة إلى شبكة البلوك تشين، وتستخدم هذه الآلية في إنتاج البتكوين، وهو ما يسمى بالتعدين Mining، ويحصل المعدن Miner الذي قام بحل اللغز الرياضي على مكافأة، عبارة عن عدد من البتكوين التي تنتج خصيصا له[40]. وتستخدم شبكة الإيثريوم أيضا هذه الخوارزمية في الوقت الحالى لكنها أعلنت أنها ستنتقل إلى نظام

---

[39] للمزيد من التفاصيل حول معضلة الجنرالات البيزنطيين فيما يتعلق بالبلوك تشين ودور خوارزميات التوافق في حلها، أنظر:
Seibold and George samman, “consensus immutable agreement”, 5-6; Alexander V. Bodganov, et al, “ABOUT SOME OF THE BLOCKCHAIN PROBLEMS”, *Proceedings of the VIII International Conference "Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education" (GRID 2018), Dubna, Moscow region, Russia*, (September 10 - 14, 2018): 225-226.http://ceur-ws.org/Vol-2267/228-232-paper-42.pdf. (1/11/2019); Arati Baliga, *Understanding Blockchain Consensus Models* (Pune, India: Persistent Systems Ltd, 2017), 5-6.
https://pdfs.semanticscholar.org/da8a/37b10bc1521a4d3de925d7ebc44bb606d740.pdf. (1/11/2019).

[40] للمزيد من التفاصيل حول خوارزمية إثبات العمل، أنظر:
Satoshi Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, (2008): 3.

إثبات الحصة Proof of stake (POS)، والذي سنقوم بشرحه في النقطة التالية[41].

2- **خوارزمية إثبات الحصة Proof of stake (POS):** تعد من الآليات الشائعة التي يتم استخدامها في الوصول إلى التوافق Consensus بين أعضاء البلوك تشين حول حالتها. ويتم اختيار الشخص الذي يضيف الكتلة الجديدة إلى البلوك تشين على أساس ما يملكه من العملات الرقمية و في بعض الحالات مدة احتفاظه بها أيضا؛ بحيث كلما زادت حصته stake من العملات الرقمية، زاد احتمال اختياره لإضافة الكتلة الجديدة إلى الشبكة، وهذا على خلاف خوارزمية إثبات العمل POW السابق توضيحها، والتي يتم اختيار الشخص المؤهل لإضافة الكتلة الجديدة على أساس ما قام به من عمل في حل اللغز الحسابي computational puzzle، وتحل خوارزمية إثبات الحصة مشكلة الطاقة الكبيرة المهدرة في استخدام القوة الحاسوبية لحل المشكلة الرياضية، من أجل الفوز بإضافة البلوك الجديد، نتيجة الاعتماد على خوارزمية إثبات العمل[42]. ومن الشبكات التي تستخدم هذه الخوارزمية: Nxt، PIVX، Reddcoin، Stratis، Ardor، Neblio وكذلك شبكة Peercoin[43].

3- **خوارزمية إثبات الحصة بالتفويض Delegated proof of stake (DPOS):** تتأسس هذه الآلية على أن كل عضو لديه حصة من العملات يقوم بالتصويت على اختيار ممثلين عن كافة الأعضاء لتأكيد صحة المعاملات والتحقق منها وتأمين الشبكة والحفاظ عليها؛ فيقوم بالتصويت من أجل اختيار مستخدمين تقع على كاهلهم مسئولية التحقق من المعاملات وإنتاج الكتل الجديدة داخل البلوك تشين، ويطلق عليهم "الشهود" Witnesses، وكذلك التصويت من أجل اختيار مستخدمين تقع عليهم مسئولية الحفاظ على الشبكة عن

---

https://bitcoin.org/bitcoin.pdf . (1/11/2019).

(41) Janno Siim, "Proof-of-Stake", (2017): 3. https://courses.cs.ut.ee/MTAT.07.022/2017_fall/uploads/Main/janno-report-f17.pdf. (1/11/2019).

(42) للمزيد من التفاصيل حول خوارزمية إثبات الحصة، أنظر:

CONG T. NGUYEN et.al, "Proof-of-Stake Consensus Mechanisms for Future Blockchain Networks: Fundamentals, Applications and Opportunities", *IEEE Access* 7(2019): 85730-85731. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8746079.(1/11/2019); Behzad Abdolmaleki, "A Survey on Blockchain Consensus Algorithms",(2018):4-5. https://courses.cs.ut.ee/MTAT.07.022/2018_fall/uploads/Main/behzad-report-f18-19.pdf.(1/11/2019); Julian Debus, *consensus methods in blockchain system* (Frankfurt, Germany: Frankfurt school of finance, Blockchain center, 2017), 37. http://explore-ip.com/2017_Consensus-Methods-in-Blockchain-Systems.pdf.(1/11/2019).

(43) Demelza Kelso Hays and Mark J. Valek, "crypto report research", *Incrementum AG*(2018): 22. https://cryptoresearch.report/wp-content/uploads/2018/06/Crypto-Research-Report-June-2018-1.pdf.(1/11/2019).

طريق الإشـراف على حوكمة وأداء بروتوكول البلوك تشـين ككل، بيد أنهم لا يقومون بدور في عملية التحقق من صـحة المعاملات أو البيانات أو إنتاج الكتلة الجديدة، فعلى سبيل المثال يمكنهم اقتراح تغيير حجم الكتلة أو المبلغ الذي يجب دفعه نظير عملية التحقق من المعاملات، ويطرح ذلك للتصـويت على أعضـاء الشـبكة، ويطلق على هذه الفئة " المفوضـــين أو المندوبين" Delegates[44]. ومن الشـــبكات التي تســـتخدم هذه الخوارزمية: EoS، Lisk، Nano، Steem وكذلك شبكة Bitshares[45].

الخطوة الرابعة: بعد أن يتم التحقق من البيانات أو المعاملات المراد إضـــافتها على البلوك تشـــين، على نحو ما وضـحنا أعلاه في الخطوة السـابقة، تضـاف هذه المعاملات أو البيانات إلى غيرها من المعاملات أو البيانات الأخرى التي جرى التحقق منها أيضا، وتسجل في بلوك أو كتلة Block. وتعد الأخيرة هي وحدة تخزين البيانات داخل البلوك تشـين، أيا كانت طبيعة هذه البيانات، فقد تكون عبارة عن سـجلات محاسـبية أو طبية أو عقارية أو غير ذلك، يراد حفظها على البلوك تشين و قد تكون عقود أو عملات مشفرة[46].

الخطوة الخامسة: تضـاف البلوك أو الكتلة إلى البلوك تشـين أو سـلسـلة الكتل الموجودة، بطريقة تجعلها ثابته غير قابلة للتغيير[47]، ويحدث ذلك عن طريق التشـفير باسـتخدام آلية الهاش Hash function ، كما وضـحنا في الفرع السـابق، فكل كتلة بالإضـافة إلى ما تحتويه من بيانات، تتضـمن أيضـا الهاش الخاص بها، وهو مجموعة الأرقام

---

[44] للمزيد من التفاصيل حول خوارزمية إثبات الحصة بالتفويض، أنظر:

Sarwar Sayeed and and Hector Marco-Gisbert, "Assessing Blockchain Consensus and Security Mechanisms against the 51% Attack", *Applied Sciences* 9 (2019): 7-8. https://www.mdpi.com/2076-3417/9/9/1788/pdf.(1/11/2019); Noe Elisa, Longzhi Yang, Fei Chao and Yi Cao, "A framework of blockchain-based secure and privacy-preserving E-government system", *Wireless Networks* (2018): 5. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11276-018-1883-0.pdf.(1/11/2019).

[45] Kelso Hays and Mark J. Valek, "crypto report research", 22.

[46] أنظر هذا المعنى لدى:

Crosby, et al, "BlockChain Technology", 7; Matthias Heutger and Markus Kückelhaus, *BLOCKCHAIN IN LOGISTICS Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry* (Troisdorf, Germany: DHL Customer Solutions & Innovation, 2018), 5. https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf. (1/11/2019);

[47] Philip Boucher, Susana Nascimento and Mihalis Kritikos, *How the blockchain technology could change our lives* (Brussels: Science and Technology Options Assessment, European parliament, EU 2017), 5-6. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf. (1/11/2019).

والحروف والرموز الناتجة عن استخدام خوارزمية معينة للتشفير، فالهاش بمثابة بصمة مميزة للبيانات، يتغير تماما إذا تغير محتوى البيانات، مهما كان هذا التغيير، كما تتضمن الكتلة أيضا الهاش الخاص بالكتلة السابقة Previous block، وهذا هو ما يجعل الكتل في البلوك تشين مترابطة، فإذا تغير محتوى أي كتلة في السلسلة يتغير بالتبعية مباشرة الهاش الخاص بها، وهو ما سيترتب عليه انقطاع الصلة بينها وبين الكتلة التالية التي تحتوي على الهاش القديم والخاص ببيانات الكتلة السابقة قبل تغيير محتواها، مما يعني أن الشخص الذي يقوم بتغيير بيانات أي كتلة أو اختراق البلوك تشين سيكون أمامه مهمة تكاد تكون مستحيلة وهي إعادة حساب الهاش لكل الكتل اللاحقة على الكتلة التي قام بتغيير محتواها، لدى جميع العُقد في الشبكة بصورة متزامنة[48].

وتحتوي الكتلة أيضا، بالإضافة إلى البيانات المراد حفظها والهاش الخاص بها والهاش الخاص بالكتلة السابقة، على طابع زمني Timestamp يثبت الوقت الذي أضيفت فيه الكتلة؛ بحيث تصبح الكتل متسلسلة زمنيا أيضا Chronological[49]. والجدير بالذكر أن كتلة التكوين أو الكتلة الأولى Genesis Block في السلسلة لا تحتوي على هاش خاص بكتلة سابقة، بطبيعة الحال، وتحتوي فقط على العناصر الأخرى المذكورة[50].

وبمجرد إضافة الكتلة إلى سلسلة الكتل على نحو ما ذكرنا، تكون قد اكتملت عملية رفع البيانات أو إجراء المعاملات على البلوك تشين بنجاح[51].

---

[48] للمزيد من التفاصيل حول هذا المعنى، أنظر:

NWACHUKWU, Uchechukwu Justin, *Overview of Blockchain Technology Cryptographic Security* (Master of Science Thesis, UNIVERSITY OF TURKU, Department of Mathematics and Statistics, 2019), 16-19.
https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147081/Nwachukwu_Uchechukwu_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y.(1/12/2019)

[49] Sheila Warren, Christoph Wolff and Nadia Hewett, *Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains: Part 1 – Introduction March* (Geneva: World Economic Forum, 2019), 21.

[50] Yaga, Peter Mell, Nik Roby and Karen Scarfone, "Blockchain Technology", 18.

[51] Galen et al, *Blockchain for social impact*, 9.

المبحث الأول

فكرة العقود الذكية كأحد تطبيقات البلوك تشين

تمهيد وتقسيم

قد عرفنا في مقدمة بحثنا أن العقود الذكية تعد أهم تطبيقات البلوك تشـــين، ونأت هنا في هذا المبحث، بعد أن اتضـحت لنا المبادىء الأسـاسـية لتقنية البلوك تشـين في المطلب التمهيدي، لكي نبرز ملامح فكرة تلك العقود؛ ونرى أن ذلك يكون من خلال بيان ماهيتها لكي نتمكن من تصـورها في ظل حقيقة بيئة البلوك تشين. كما يتعين علينا إلقاء الضوء على التشريعات المقارنة التي اعترفت بها؛ لبيان كيف أن فكرة العقود الذكية أصبحت مقبولة لدى بعض الدول الآن؛ ومن ثم سنقسم هذا المبحث إلى مطلبين كالتالي:

المطلب الأول: ماهية العقود الذكية

المطلب الثاني: الاعتراف التشريعي بالعقود الذكية في القانون المقارن

المطلب الأول

ماهية العقود الذكية

تمهيد وتقسيم

يتعين علينا أن نوضـح ماهية العقود الذكية كنقطة أولية لتصـورها قبل التعرض للمسـائل المرتبطة بها في بحثنا؛ ويتطلب ذلك منا تعريفها وبيان خصائصها والتمييز بينها وبين العقود المؤتمتة الأخرى وكيفية عمل نظامها؛ لذا سنقوم بتقسيم هذا المطلب إلى أربعة فروع كالتالي:

الفرع الأول: تعريف العقود الذكية

الفرع الثاني: أنواع العقود الذكية

الفرع الثالث: خصائص العقود الذكية

الفرع الرابع: التمييز بين العقود الذكية والعقود المؤتمتة الأخرى

الفرع الخامس: كيفية عمل نظام العقود الذكية

الفرع الأول

تعريف العقود الذكية

يعود الفضل في ابتكار فكرة العقود الذكية إلى الأستاذ نيك زابو Nick Szabo عام 1994م فهو أول من طرح هذه الفكرة ووضع لها ذلك المصطلح[52]، كما وضحنا في مقدمة هذا البحث، وقد عرف العقد الذكي بأنه بروتوكول المعاملات المحوسب الذي ينفذ شروط العقد[53]. ثم عرفه بتعريف أحدث من ذلك بأنه "مجموعة من العهود المحددة في شكل رقمي والمتضمنة البروتوكولات التي من خلالها تقوم الأطراف بتنفيذ هذه العهود[54].

وقد بينا أيضا في المقدمة أن تطبيق فكرة العقود الذكية في الواقع كان بفضل شبكة الإيثريوم Ethereum؛ التي انطلقت عام 2015م[55]، ويعرف فيتاليك بوتيرين Vitalik Buterin، مؤسس الشبكة المذكورة، العقد الذكي بأنه آلية تنطوي على أصول رقمية وطرفين أو أكثر، حيث يقوم بعض أو كل الأطراف بوضع أصول فيها، ويتم إعادة توزيع الأصول تلقائيا بين تلك الأطراف وفقا لمعادلة تستند إلى بيانات معينة لم تكن معروفة في وقت بدء العقد.[56]

وقد عرف البعض العقود الذكية بصورة أبسط من ذلك بأنها أكواد الكمبيوتر Computer codes التي تعمل على البلوك تشين والمتضمنة مجموعة من القواعد التي بموجبها اتفق أطراف ذلك العقد على التفاعل فيما بينهم، وفي حالة استيفاء القواعد المحددة مسبقا يتم تنفيذ الاتفاق تلقائيا. ويضيف هذا الرأي أيضا بأن كود العقد الذكي يسهل أداء

---

(52) Nick Szabo, "Smart Contracts", (1994). http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html. (1/12/2019).

(53) Ibid.

(54) Nick Szabo, "Smart Contracts Glossary", (1995). https://nakamotoinstitute.org/smart-contracts-glossary/.(1/12/2019).

(55) Lauslahti, Kristian, Mattila, Juri & Seppälä, Timo, "Smart Contracts – How will Blockchain Technology Affect Contractual Practices?". ETLA Reports No 68.(2017). https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-68.pdf. (1/12/2019).

(56) Vitalik Buterin, "DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide", *ethereum Blog* (May 6, 2014). https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide/.(1/12/2019).

الاتفاق أو المعاملة والتحقق منها بصورة تلقائية دون الحاجة إلى تدخل أي طرف أو اتخاذ أي إجراء[57].

وهناك أيضا من يعرف العقد الذكي بأنه الكود القابل للتنفيذ Executable code الذي يعمل على البلوك تشين لتسهيل تنفيذ وفرض شروط الاتفاق. ويضيف هذا الرأي، للمزيد من التوضيح، بأن الهدف الرئيسي من العقد الذكي هو تنفيذ الشروط تلقائيا بمجرد استيفاء الشروط المحددة مسبقا[58].

وقد عرف البعض أيضا العقود الذكية بأنها العقود التي تتمثل في كود البرنامج ويتم تنفيذها بواسطة الكمبيوتر[59]. ويذهب البعض إلى أنها " تعليمات الكترونية ذاتية التنفيذ تمت صياغتها في كود الكمبيوتر[60].

كما يعرفها البعض بأنها عقود رقمية تسمح بشروط تتوقف على التوافق اللامركزي Decentralized consensus، وذاتية التنفيذ Self-enforcing، وغير قابلة للعبث أو التلاعب بها Tamper-proof، من خلال التنفيذ الآلي[61]. ويرى البعض أنها " اتفاق بين طرفين أو أكثر تم ترميزه Encoded بطريقة تضمن التنفيذ الصحيح بواسطة البلوك تشين[62]. ويذهب البعض أيضا أن العقد الذكي هو" كود الكمبيوتر Computer code الذي لديه القدرة على العمل التلقائي وفقا لمهام محددة سلفا، عند حدوث شرط أو شروط معينة[63].

---

(57) Warren, Christoph Wolff and Nadia Hewett, *Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains*, 13.

(58) Maher Alharby and Aad van Moorsel "Blockchain based smart contracts a systematic mapping study", Computer Science & Information Technology (CS & IT), (2017): 127. https://arxiv.org/abs/1710.06372v1. (1/12/2019).

(59) Eliza MIK, "Smart contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity", *Law, Innovation and Technology*. 9, no.2 (2017): 269. https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468 or https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3038406. (5/12/2019).

(60): أنظر

Reggie O'Shields, "Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain", *NORTH CAROLINA BANKING INSTITUTE* 21, no.1(2017): 179. http://scholarship.law.unc.edu/ncbi/vol21/iss1/11.(5/12/2019).

(61) Lin William Cong, Zhiguo He, "Blockchain Disruption and Smart Contracts", *The Review of Financial Studies* 32, no.5(2019): 1762. https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007.(5/12/2009).

(62) TANASH UTAMCHANDANI TULSIDAS, *smart contracts from a legal perspective* (Spain: Universitat d'Alacant, 2018), 14. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/78007/1/Smart_Contracts_from_a_Legal_Perspective_Utamchandani_Tulsidas_Tanash.pdf. (5/12/2019).

(63) Chamber of Digital Commerce, smart contract alliance, *SMART CONTRACTS: Is the Law Ready?* (Washington, US: Chamber of Digital Commerce, 2018), 9. https://digitalchamber.org/smart-contracts-whitepaper/. (5/12/2019).

وقد عرفه قانون ولاية أريزونا "HOUSE BILL 2417" لعام 2017 والخاص بشـبكة البلوك تشـين والعقود الذكية بأنه " البرنامج المدفوع بالأحداث Event -driven program الذي يتم تشـغيله على دفتر موزع، لا مركزي، مشترك ومتكرر، والذي يستطيع أن يتولى ويصدر الأمر بنقل القيم على ذلك الدفتر[64].

وقد نص على هذا المعنى قانون ولاية تينيسي "SB1662" والخاص بتكنولوجيا البلوك تشين[65]، ونفس الشيء بالنسـبة لقانون ولاية نيويورك "NY A08780" لعام 2017م[66]، وكذلك قانون ولاية أوهايو"SB300" لعام 2018م[67]، وقانون ولاية نبراسـكا "NE LB 695" لعام 2018م[68]. كما عرفه قانون ولاية إلينوي "HB5553" الخاص بتكنولوجيا البلوك تشين بأنه العقد المخزن كسجل الكتروني ويتم التحقق منه باستخدام البلوك تشين[69].

ويعرفه المرسـوم بقانون رقم 8 لسـنة 2017م بشـأن تطوير الاقتصـاد الرقمي الصـادر عن رئيس جمهورية

---

[64] 44-7061/e/2: "SMART CONTRACT" MEANS AN EVENT-DRIVEN PROGRAM, WITH STATE, THAT RUNS ON A DISTRIBUTED, DECENTRALIZED, SHARED AND REPLICATED LEDGER AND THAT CAN TAKE CUSTODY OVER AND INSTRUCT TRANSFER OF ASSETS ON THAT LEDGER;

ومن الجدير بالإشارة أن مصطلح البرنامج المدفوع بالأحداث event -driven program يعني البرنامج الذي يحقق أهدافه بالاستجابة للأحداث الخارجية، مثل ضغط المستخدم على مفتاح معين، أو النقر على زر الشاشة أو تحقق أي حدث خارجي آخر. أنظر هذا المعنى لدى: سيد حسب الله وأحمد محمد الشامي، *الموسوعة العربية لمصطلحات علوم المكتبات والمعلومات والحاسبات، المجلد الثاني* (القاهرة: المكتبة الأكاديمية، 2001)، 958.

[65] 47-10-201: (2): Smart contract" means an event-driven computer program, that executes on an electronic, distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that is used to automate transactions, including, but not limited to, transactions that:
(A) Take custody over and instruct transfer of assets on that ledger;
(B) Create and distribute electronic assets;
(C) Synchronize information; or
(D) Manage identity and user access to software applications.

[66] Section 1. Section 302 of the state technology law is amended by adding two new subdivisions 6 and 7 to read as follows: 6. …… 7. "Smart contract" shall mean an event-driven program that runs on a distributed, decentralized, shared and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger.

[67] Sec. 1306.01..... (P) "Smart contract" means an event-driven program that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger.

[68] Sec. 11. Smart contract means an event-driven program or computerized transaction protocol that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that executes the terms of a contract by taking custody over and instructing transfer of assets on the ledger.

[69] Section 5:…"Smart contract" means a contract stored as an electronic record which is verified by the use of a blockchain.

بلاروســيا، بأنه" كود البرنامج المخصــص للعمل في الدفتر الموزع (البلوك تشــين)، وهو نظام معلومات موزع آخر لأغراض تنفيذ المعاملات آليا أو أداء الأعمال القانونية الأخرى[70].

ويمكننا تعريفه في النهاية بأنه عقد ينشأ بواسطة البلوك تشين وُيجرى تنفيذ شروطه تلقائيا عبر آلياتها.

الفرع الثاني

أنواع العقود الذكية

هناك نوعان رئيســـيان من العقود الذكية، وهما: العقود الذكية المحددة deterministic smart contract والعقود الذكية غير المحددة non-deterministic smart contract، ونبين ذلك فيما يلي:

أولا: العقود الذكية المحددة Deterministic smart contract

العقود الذكية المحددة هي العقود التي لا تعتمد في تشغيلها على معلومات من خارج شبكة البلوك تشين؛ وهذا يعني أن هناك معلومات كافية داخل شــبكة البلوك تشــين التي يعمل العقد من خلالها، لتشــغيله وصــنع القرارات المرتبطة بإتمامه[71].

ثانيا: العقود الذكية غير المحددة Non-deterministic smart contract

العقود الذكية غير المحددة، على عكس النوع الأول، تعتمد على طرف خارجي، يُطلق عليه أوراكل Oracle، لتغذيتها بالمعلومات اللازمة لتشغيلها وصنع القرارات المرتبطة بذلك، والتي لا تمتلكها شبكة البلوك تشين فيما يتعلق

---

[70] 9. Смарт-контракт – программный код, предназначенный для функционирования в реестре блоков транзакций (блокчейне), иной распределенной информационной системе в целях автоматизированного совершения и (или) исполнения сделок либо совершения иных юридически значимых действий.

[71] Alharby and Aad van Moorsel "Blockchain based smart contracts, 128;
وقريب من هذا المعنى، أنظر: غسان سالم الطالب، "العملات الرقمية وعلاقتها بالعقود الذكية"، *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي 2019، 41.

بالعقد. مثال ذلك الحالة التي يحتاج فيها العقد ذكي معلومات حالة الطقس اليومية لتشغيله أو أسعار صرف عملات معينة[72].

وبالتالي فإن الأوراكل هو مصـــدر للمعلومات خارجي عن البلوك تشـــين يُغذي العقود الذكية بالمعلومات التي تحتاجها في عملية التنفيذ[73].

الفرع الثالث

خصائص العقود الذكية

تُبنى العقود الذكية على البلوك تشين وتعد أحد تطبيقاتها كما قلنا؛ لذا فهي تتأثر بطبيعتها وتكتسب خصائصها التي وضحناها قبل ذلك. وهذا لا يعني أننا سوف نقوم بتكرار ما وضحناه في السابق من خصائص للبلوك تشين، ولكننا خصصنا هذا الفرع لبيان المسألة عندما يُجرى التعاقد عبر البلوك تشين وإظهار أهم ما يمكن أن تتميز به العقود الناتجة عن ذلك.

وفي هذا الســـياق نرى أن خصـــائص العقود الذكية هي: الطبيعة الالكترونية Electronic nature، الطبيعة الشـــرطية Conditional nature، التحقق الذاتي Self-verifying، التنفيذ الذاتي Self-enforcing والمقاومة للتلاعب tamper resistant، ونبين ذلك فيما يلي:

أولا: الطبيعة الالكترونية Electronic nature

يتميز العقد الذكي بأنه لا يمكن أن يكون موجودا إلا في الشـــكل الالكتروني فقط؛ فالاتفاق بين أطراف العقد الذكي كما نعرف يتم تحويله إلى ســطور من التعليمات البرمجية أو بمعنى آخر تحويله من اللغة البشــرية إلى إحدى لغات البرمجة، تمهيدا لوضعه على شبكة البلوك تشين وتنفيذه بعد ذلك[74].

وهذا بخلاف تنفيذ العقد الذكي الذي لا يشـــترط أن يكون داخل الشـــبكة بصـــورة رقمية، فيمكن أن يكون خارج البلوك تشين Off-chain بحسب طبيعة محل الالتزامات الناشئة عن العقد.

ثانيا: الطبيعة الشرطية Conditional nature

(72) Ibid.
(73) TULSIDAS, *smart contracts from a legal perspective*, 33.
(74) Ibid, 15.

يتم صياغة مضمون العقد الذكي عن طريق الجمل الشرطية؛ فلو أن الغرض من العقد، على سبيل المثال، هو شراء زيد من عمرو كتاب رقمي، فإن العقد يصاغ بهذه الطريقة: إذا سلم عمرو الكتاب إلى زيد، بعد ذلك يتم تحويل مبلغ الكتاب إلى حساب زيد. وهذه الطريقة يطلق عليها بالإنجليزية "if this then that"[75].

ثالثا: التحقق الذاتي Self-verifying

يتميز أيضا العقد الذكي بأن العُقد nodes في شبكة البلوك تشين تقوم بعملية التحقق Verification من حدوث الشروط التعاقدية المنصوص عليها في العقد، ويحدث ذلك بصورة لا مركزية وفقا لآليات التوافق Consensus mechanisms التي وضحناها عند حدينا عن خصائص البلوك تشين. وعملية التحقق الذاتي هي من مظاهر الطبيعة اللامركزية لتقنية البلوك تشين، فليس هناك جهة مركزية تقوم بهذه العملية كما لا تتوقف على رغبة الأطراف التعاقدية[76].

رابعا: التنفيذ الذاتي Self-enforcing

تتميز أيضا العقود الذكية بأنها عملية تنفيذها تتم بصورة آلية بمجرد تحقق الشروط المنصوص عليها في العقد، ولا تحتاج هذه العملية إلى تدخل أي طرف أو جهة مركزية لكي تكتمل، كما لا يمكن تعطيلها أو التراجع عنها[77].

خامسا: المقاومة للتلاعب Tamper resistant

البلوك تشين ثابتة وغير قابلة للتغيير Immutable، كما قلنا أثناء شرحنا لخصائصها، لأنها مشفرة عن طريق

---

[75] Jamal Hayat Mosakheil, *Security Threats Classification in Blockchains* (Minnesota, US: a Paper Submitted to the Graduate Faculty of St. Cloud State University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in Information Assurance, May, 2018), 20,21. https://pdfs.semanticscholar.org/91bb/bb31101cbc2e803726d7210b4100f7b09ac5.pdf. (20/12/2019); European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), *Smart contracts: Legal framework and proposed guidelines for lawmakers* (London, UK: EBRD, 2018), 6.

[76] Bhabendu Kumar Mohanta, Soumyashree S Panda and Debasish Jena, "An Overview of Smart Contract and Use Cases in Blockchain Technology," *2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, Bangalore, (2018): 1. 10.1109/ICCCNT.2018.8494045. (12/12/2019); Matthew N. O. Sadiku, Kelechi G. Eze and Sarhan M. Musa, "Smart Contracts: A Primer", *Journal of Scientific and Engineering Research* 5, no.5(2018):539. https://www.researchgate.net/publication/326752872_Smart_Contracts_A_Primer/link/5b919c3e92851c78c4f3d3d9/download.(12/12/2019).

[77] KONSTANTINOS CHRISTIDIS AND MICHAEL DEVETSIKIOTIS, "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things", *IEEE Access 4*(2016): 2296. 10.1109/ACCESS.2016.2566339.(12/12/2019).

آلية الهاش Hash Function، وهو ما يعني أن أي تغيير في مضـــمون العقد من أي طرف، ســيكون من الســهل اكتشافه[78].

الفرع الرابع

التمييز بين العقود الذكية والعقود المؤتمتة الأخرى

العقود الذكية ليست هي الصورة الوحيدة من العقود التي تعتمد على "الأتمتة" Automation، أي التشغيل الآلي دون تدخل العنصر البشري؛ فهناك العديد من صور العقود التي تتم عبر الانترنت بشكل مؤتمت أيضا، كما أن هناك صـــورة تقليدية خارج الانترنت تقوم على ذات الفكرة، وتتمثل في التعاقد عبر آلة البيع الذاتي Vending machine؛ ولذا قد خصـــصـــنا هذا الفرع للتمييز بين العقود الذكية والعقود المؤتمتة الأخرى عبر الانترنت من ناحية أولى وكذلك التمييز بين العقود الذكية والعقود المبرمة عبر آلة البيع الذاتي خارج الانترنت من ناحية ثانية، ونبين ذلك فيما يلي:

أولا: التمييز بين العقود الذكية والعقود المؤتمتة الأخرى عبر الانترنت

هناك عقود تبرم عبر الانترنت وتعتمد على الأتمتة ســـواء كليا أو جزئيا، ومع ذلك تختلف عن العقود الذكية، ومن أبرز هذه العقود ما يطلق عليه عقود الإبرام بالنقر Click-wrap agreements، والتي يقوم فيها الموجب، مقدم الخدمة أو السلعة، بعرض شروط التعاقد في صندوق على صفحة الانترنت وفي أسفله زر يفيد الموافقة على العرض المقدم وبمجرد الضغط عليه من جانب الموجب له يتكون العقد[79].

---

[78] Mik, "Smart contracts: terminology, technical limitations and real world complexity", 279;Tim Hoogenberk, Saving Forests with Smart Contracts Implementing the REDD+ mechanism under the Paris Agreement with blockchain-enabled smart contracts(Master thesis Law & Technology, Tilburg University, Netherlands, 2018), 39. https://www.milieurecht.nl/bestanden/saving-forests-with-smart-contracts-tim-hoogenberk.pdf. (12/12/2019).

[79] للمزيد من التفاصيل حول عقود الإبرام بالنقر، راجع:

Povilas Kamantauskas, "FORMATION OF CLICK-WRAP AND BROWSEWRAP CONTRACTS", *Teisės apžvalga Law review* 12, No. 1 (2015): 60-63. https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/30761/1/2029-4239_2015_N_1_12.PG_51-88.pdf. (12/12/2019); Andreas Johansson, *The Enforceability of Clickwrap Agreements Study of United States of America Contract Law and a Survey of the Practices of Software Companies* (Sweden: Umeå University, 2014), 7-35. http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:807840/FULLTEXT01.pdf.(12/12/2019).

وهناك أيضـا ما يعرف بعقود الإبرام بالتصـفح Browse-wrap agreements وفيها يعرض الموجب شـروط التعاقد على موقعه الالكتروني ويكون ذلك عادة في صـورة رابط تشـعبيHyper link يحمل اسـم شـروط الخدمة Term of use في أسفل صفحة الموقع ويعد تصفح المستخدم، الموجب له، للموقع قبولا بهذه الشروط وموافقة منه ينشأ بها العقد[80].

ويتضح من طريقة إبرام العقود المذكورة أن هناك "أتمتة" من جانب الموجب لشروط التعاقد، أي الإيجاب الصادر عنه، في مواجهة المستخدم، الموجب له، مع ملاحظة أن الموجب هنا آدمي؛ ذلك أننا في عصر لم يشهد بعد ميلاد أنظمة الذكاء الاصطناعي المستقلة تماما عن الإنسان، والتي تستطيع صياغة شروط التعاقد بصورة تتجاوز مفهوم الأتمتة أو مجرد التشغيل الآلي لمحتوى تم برمجة النظام عليه مسبقا[81]. ويمكن أيضا أن يكون هناك "أتمتة" للموافقة على العرض أو رفضـه من جانب الموجب له عن طريق الأنظمة المؤتمتة أو حتى الأنظمة التي تتسم ببعض الذكاء أو الاستقلالية المحدودة عن الإنسان[82].

إذن الأتمتة متصـــورة في عملية تكون عقود رقمية أخرى غير العقود الذكية، بل أنه يمكن تنفيذ العقود عبر الانترنت بصـورة مؤتمتة دون تدخل بشـري أيضـا خارج إطار العقود الذكية، وذلك في الحالة التي يكون محل التعاقد عبارة عن قيم رقمية غير ملموسة، كبرامج الكمبيوتر أو فيلم سينمائي أو أغنية أو كتاب رقمي أو غير ذلك، أو إحدى الخدمات التي يمكن الاســتفادة بها في العالم الرقمي، كخدمة البريد الالكتروني أو التواصـــل الالكتروني عبر إحدى الشبكات الاجتماعية أو غير ذلك، سواء اتخذ التعاقد صورة عقود الإبرام بالنقر أو عقود الإبرام بالتصفح أو غير ذلك.

وأيا ما كان شـكل الأتمتة في العقود فإن نقطة الاختلاف الرئيسـية بين العقود الذكية وغيرها من العقود المؤتمتة عبر الانترنت، تكمن في النظام الذي تبرم من خلاله العقود أو البيئة الالكترونية التي تنشـأ فيها؛ فكل عقد يتم إبرامه أو تنفيذه من خلال نظام مركزي يتحكم فيه جهة واحدة مركزية لا يدخل في إطار العقود الذكية؛ فالأخيرة وإن كان من

---

[80] للمزيد من التفاصيل حول عقود الإبرام بالتصفح، راجع:
Kamantauskas, "FORMATION OF CLICK-WRAP AND BROWSEWRAP CONTRACTS", 66-75; Michelle Garcia, "Browsewrap: A Unique Solution to the Slippery Slope of the Clickwrap Conundrum", Campbell L. Rev 36, no.1 (2013): 32-73.https://scholarship.law.campbell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1573&context=clr. (12/12/2019).

[81] راجع: هيثم السيد أحمد عيسى، *الالتزام بالتفسير قبل التعاقد من خلال أنظمة الذكاء الاصطناعي* (القاهرة: درا النهضة العربية، 2018)، 21.

[82] راجع التمييز بين الأنظمة المختلفة التي يمكن أن يكون لها دور في إبرام العقد أو تنفيذه، لدى: المرجع السابق: 34–38.

الممكن أن تتشابه مع غيرها في مسألة الأتمتة من الناحية المبدئية، إلا أنها تنشأ وتنفذ عبر شبكة لا مركزية موزعة وهي شبكة البلوك تشين التي لا يتحكم فيها جهة واحدة، بل تتخذ القرارات داخلها من جانب العُقد Nodes التي يتشكل منها الشبكة، من خلال آليات التوافق Consensus mechanisms؛ فكل عقدة في الشبكة تملك نسخة من سجل المعاملات ككل، كما أن مجموع الكتل التي يتشكل منها هذا السجل الموزع مترابطة عن طريق التشفير، كما قلنا من قبل، ومتسلسلة زمنيا عن طريق طابع الوقت Timestamp الذي تتضمنه، وإجمالا فإن خصائص البلوك تشين تشكل ملامح البيئة التي تنشأ فيها العقود الذكية.

وجملة القول أن عملية الأتمتة في العقود الذكية فريدة بحق لأنها تحدث تحت رقابة العُقد Nodes التي تتشكل منها شبكة البلوك تشين، فمن خلال العُقد يجرى التحقق من صحة البيانات التي تمثل مضمون العقد عند نشره على البلوك تشين، كما يجرى التحقق من تنفيذ شروط العقد أيضا، ويتم تسجيل ذلك بطريقة مشفرة تجعلها ثابتة وغير قابلة للتغيير أو العبث بها، في حين أن العقود المؤتمتة التي تتم من خلال نظام مركزي، تتحكم فيها جهة واحدة تحدد كيفية الأتمتة وأغراضها. فضلا عن أن الأنظمة المركزية، على خلاف البلوك تشين، غير مشفرة بالصورة التي تجعل من السهل اكتشاف تعرضها للاختراق أو تغير البيانات التي من المفترض أن تتولى حمايتها.

ثانيا: التمييز بين العقود الذكية والعقود المبرمة عبر آلة البيع الذاتي Vending Machine

قد حاول الأستاذ نيك زابو Nick Zsabo تبسيط فكرة العقود الذكية من خلال مثال آلة البيع الذاتي التي يقوم المشتري من خلالها باختيار السلعة التي يرغب في شرائها، من السلع المعروضة فيها، ثم يضع ثمنها في الآلة والذي يتمثل في عدد من العملات Coins، وذلك في المكان المخصص لذلك، ثم بعد ذلك تقوم الآلة بتقديم السلعة إلى المشتري، وقد أعتبر الأستاذ زابو آلة البيع الذاتي هي السلف الأول للعقود الذكية[83].

وعلى الرغم من ذلك فإن هناك اختلاف رئيسي بين العقود الذكية والعقود المبرمة عبر آلة البيع الذاتي، يتمثل أيضا في النظام الذي تدار من خلاله عملية التعاقد، وكونه نظام مركزي في حالة التعاقد عبر آلة البيع الذاتي، ونظام لا مركزي موزع في حالة العقود الذكية، بما يستتبع ذلك وجود العديد من الاختلافات التي ذكرناها في النقطة السابقة، ووضحناها من قبل عند تعرضنا لمظاهر اللامركزية كأحد أبرز الخصائص التي تتمتع بها البلوك تشين، وقد أشار إلى ذلك الأستاذ زابو؛ حيث عبر بأن العقود الذكية تتجاوز آلة البيع الذاتي، فهي تتضمن جميع أنواع الأموال التي لها قيمة، كما يوفر العقد الذكي أساليب للرقابة والتحقق أفضل بالإضافة إلى أن آلة البيع الذاتي تُنفذ بروتوكول غير

(83) Szabo, "The Idea of Smart Contracts".

متزامن بين البائع والعميل في حين أن العقد الذكي يستلزم خطوات متزامنة بين طرفين أو أكثر، وهو ما يعد من وجهة نظرنا إشارة قوية إلى الشبكات اللامركزية حتى قبل نشأة البلوك تشين [84].

الفرع الخامس

كيفية عمل نظام العقود الذكية

سنبين هنا الخطوات التي ينشأ وينفذ من خلالها العقد الذكي، أو ما يمكن تسميته بدورة حياة العقد الذكي عبر تقنية البلوك تشين، وذلك فيما يلي:

الخطوة الأولى: يتفق الطرفان على شروط العقد[85]، مع ملاحظة أن أحد الأطراف يمكن أن ينفرد بوضع شروط العقد، على أن يوافق الطرف الآخر على العقد بعد نشره، وفقا للخطوة الثالثة.

الخطوة الثانية: يتم تحويل شروط العقد إلى كود برمجي programming code، عن طريق كتابة تلك الشروط بلغة من لغات البرمجة عالية المستوى[86]، مثل لغة Solidity المستخدمة في شبكة الإيثريوم[87].

الخطوة الثالثة: يتم نشر الكود البرمجي، الذي يمثل العقد الذكي، على إحدى شبكات البلوك تشين المتخصصة في العقود الذكية، مثل شبكة الإيثريوم، وتخزينه على الشبكة بعد التحقق منه عن طريق العُقد Nodes الموجودة على الشبكة[88].

---

[84] Nick Szabo, "Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets", available at: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html. (12/12/2019).

[85] TULSIDAS, smart contracts from a legal perspective", 9.

[86] راجع إنشاء الكود الخاص بالعقد الذكي، لدى:

Christopher Clack, "Smart Contract Templates: legal semantics and code validation", *Journal of Digital Banking* 2, No.4 (2018): 342-345. http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/C.Clack/research/JDigitalBanking-Clack-AuthorPreprint.pdf.(13/12/2019).

[87] Chris Dannen, *Introducing Ethereum and Solidity* (New York, US: Apress Media LLC, 2017), 2.

[88] راجع:

Christian Sillaber and Bernhard Waltl, "Life Cycle of Smart Contracts in Blockchain Ecosystems",*Datenschutz Datensich* 41(2017): 497-500. https://doi.org/10.1007/s11623-017-0819-7. (12/12/2019).

الخطوة الرابعة: يتم تشـغيل الكود البرمجي وتنفيذه بواسـطة العُقدnodes؛ بحيث إذا تم اسـتيفاء شـرط معين وتحقق أعضـاء الشـبكة من ذلك (العُقد)، فإن الشـرط المرتبط به أو المقابل له يتم تنفيذه تلقائيا[89]، مثال ذلك لو أن هناك اتفاق بين طرفين على أن يقوم أحدهما ببيع سـلعة معينة يملكها، للآخر نظير مبلغ نقدي، فإذا قام البائع بالتنازل عن السلعة وتسليمها إلى المشتري فإن الثمن يتم تحويله إلى حسابه تلقائيا بعدما يتحقق أعضاء الشبكة من تسليم السلعة، على الوجه المتفق عليه مسبقا[90]. ومن الجدير بالذكر أن عملية التسوية Settlement يمكن أن تكون داخل البلوك تشين on-chain، وهذا في حالة الأصول الرقمية Virtual assets، كالسلع الرقمية، مثل الكتب الرقمية وغير ذلك، كما يمكن أن تكون خارج البلوك تشين off-chain، في حالة الأصول المادية Physical assets[91].

---

[89] راجع هذا المعنى لدى:

Ibid; Eze and Sarhan M. Musa, "Smart Contracts", 539; Florian Schüpfer, Design and Implementation of a Smart Contract Application(master thesis, University of Zurich Department of Informatics (IFI), Zurich, Switzerland, 2017), 16. https://files.ifi.uzh.ch/stiller/Thesis-F-Schuepfer-final.pdf. (13/12/2019).

[90] أنظر هذا المعنى أيضا لدى: العياشي الصادق فداد، "العقود الذكية"، *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي، 2019، 18؛ أحمد خالد البلوشي، "مقدمة عن العقود الذكية"، *ندوة البركة التاسعة والثلاثون للإقتصاد الإسلامي*، 13-14 مايو 2019م، جدة، 147.

[91] راجع أيضا:

Virginia Cram-Martos and Triangularity SàRL, "White Paper on Blockchain and Trade Facilitation", United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT), (2018). https://unctad.org/meetings/en/Presentation/dtl_eWeek2018p70_VirginiaCram-Martos_en.pdf. (13/12/2019).

المطلب الثاني

الاعتراف التشريعي بالعقود الذكية في القانون المقارن

تمهيد وتقسيم

هناك عدد من الدول قد اعترفت في تشريعاتها صراحة بالعقود الذكية وقد رأينا أنه من الضروري لكي يكون لدينا تصـور واضـح عن هذه العقود، أن نبين الجانب التشـريعي لها بعد أن تعرفنا على ما هيتها في المطلب الأول. وفي هذا السـياق قد اعترفت مالطا، بيلاروسـيا، إيطاليا، والولايات المتحدة الأمريكية بالعقود الذكية، وسـنتناول التجربة التشريعية لكل دولة من الدول السابقة في فرع مستقل؛ ولذا سنقسم هذا المطلب إلى أربعة فروع كالتالي:

الفرع الأول: مالطا

الفرع الثاني: بيلاروسيا

الفرع الثالث: إيطاليا

الفرع الرابع: الولايات المتحدة الأمريكية

الفرع الأول

مالطا

أصـدر البرلمان المالطي في 4 يوليو عام 2018م، ثلاثة قوانين لتنظيم شـبكة البلوك تشـين والمسـائل المرتبطة بها، وهذه القوانين هي: قانون سـلطة الابتكار الرقمي the Malta digital innovation act (MDIA act)، قانون خدمات ونظم التكنولوجيا المبتكرة Innovative technology arrangements and services (ITAS act) و قانون الأصول المالية الافتراضية Virtual financial assets act (VFA act)[92].

وقد اعترف قانون خدمات ونظم التكنولوجيا المبتكرة في الملحق الأول (ITAS act)، بالعقد الذكي كواحد من نظم التكنولوجيا المبتكرة[93]. كما أن قانون سـلطة الابتكار الرقمي (MDIA act)، قد أورد تعريفا للعقد الذكي في المادة الثانية منه[94]، وهو ذات التعريف الذي أورده قانون الأصول المالية الافتراضية (VFA act) في المادة الثانية أيضا[95]. وبالتالي فقد اعترف المشرع المالطي بالعقود الذكية ونص على تعريفها صراحة وفقا لما ذكرنا.

الفرع الثاني

بيلاروسيا

قد أصـدر رئيس جمهورية بلاروسـيا المرسـوم بقانون رقم 8 لسـنة 2017م بشـأن تطوير الاقتصـاد الرقمي، كما

---

(92) Andrew J Zammit, "A blockchain reaction", *the legal 500 & the in-house lawyer*. https://www.gvzh.com.mt/maltapublications/blockchain-reaction. (30/12/2019);
Nishith Desai associates, *Industry application and legal perspectives* (Germany: Nishith Desai associates, 2018), 23.

(93) First schedule (article 2 and 8) Innovative technology arrangements: "the following shall be considered to be innovative technology arrangements for the purposes of this act: 1-……..2-smart contracts and related applications ……";

ويمكن الاطلاع على نص القانون من خلال هذا الرابط:
http://www.justiceservices.gov.mt/downloaddocument.aspx?app=lom&itemid=12874&1=1.
(30/12/2019).

(94) يمكن الاطلاع على نص القانون من خلال هذا الرابط:
http://www.justiceservices.gov.mt/downloaddocument.aspx?app=lom&itemid=12873&1=1.
(30/12/2019).

(95) يمكن الاطلاع على نص القانون من خلال هذا الرابط:
http://www.justiceservices.gov.mt/downloaddocument.aspx?app=lom&itemid=12872&1=1.
(30/12/2019).

أشـرنا في المطلب الأول، وذلك لتنظيم البلوك تشـين والعملات الرقمية، واعترف هذا المرسـوم بالعقود الذكية كوسـيلة لإجراء المعاملات عبر البلوك تشـين؛ فقد نص على تعريف العقد الذكي، كما وضـحنا أثناء تعريفنا للعقود الذكية في المطلب الأول، كما أنه نص صـراحة على أن الشـخص الذي أجرى معاملة باسـتخدام العقد الذكي، يفترض أنه على علم بشروطه وما يعبر عنه كود البرنامج، ما لم يثبت غير ذلك[96].

[96] Jelena Madir, "smart contract", *in law and regulation: Fin tech*, ed. Jelena Madir (UK: Edward Elgar Publishing, 2019), 150;

والنص في المرسوم باللغة الانجليزية، ترجمة غير رسمية، كالتالي:

5.3: to carry out performance and/or execution of transactions by means of a smart contract. A person that performed a transaction with use of a smart contract is deemed to be duly informed on its conditions, including those expressed by the program code, unless proved otherwise.

الفرع الثالث

إيطاليا

قد اعترف المشرع الإيطالي صراحة بمقتضى القانون رقم 12 لسنة 2019م، بالعقود الذكية والسجلات المحفوظة في شـبكة البلوك تشـين وأعطاها نفس القيمة القانونية للسـجلات والعقود العادية؛ بحيث لا تُنكر قيمتها أو حجيتها القانونية لمجرد أنها نشأت باستخدام الشبكات الموزعة DLT أو البلوك تشين، وفي هذا السياق قد نص المشرع على تعريف العقود الذكية وكذلك الشبكات الموزعة[97].

الفرع الرابع

الولايات المتحدة الأمريكية

هناك عدد من الولايات الأمريكية قد أصـدرت تشـريعات تعترف صـراحة بالعقود الذكية؛ ففي ولاية أريزونا أقر مجلس النواب مشروع قانون "HB 2417" لعام 2017م، الذي أضاف المادة الخامسة التي تخص تقنية البلوك تشين، إلى قانون المعاملات الالكترونية، ونصت هذه المادة على الاعتراف بالتوقيع الرقمي الذي يتم عبر البلوك تشين، كما اعترفت بالسـجلات المخزنة في البلوك تشـين وأعطتها نفس القيمة القانونية للسـجلات العادية ونفس الأمر بالنسـبة للعقود الذكية فقد اعترفت بوجودها وصحتها[98].

---

[97] راجع:

Giovanni Gucchiarato and Giacomo Bocale, " Blockchain and the financial industry", in *Essentials of blockchain technology*, ed. Elisa Bertino et al, (Florida, USA: CRC Press, 2019), 283,284; Madir, "smart contract", 150, 151.

[98] 44-7061: Signatures and records secured through blockchain technology; smart contracts; ownership of information; definitions: A. A SIGNATURE THAT IS SECURED THROUGH BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IS CONSIDERED TO BE IN AN ELECTRONIC FORM AND TO BE AN ELECTRONIC SIGNATURE .B. A RECORD OR CONTRACT THAT IS SECURED THROUGH BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IS CONSIDERED TO BE IN AN ELECTRONIC FORM AND TO BE AN ELECTRONIC RECORD.C. SMART CONTRACTS MAY EXIST IN COMMERCE. A CONTRACT RELATING TO A TRANSACTION MAY NOT BE DENIED LEGAL EFFECT, VALIDITY OR ENFORCEABILITY SOLELY BECAUSE THAT CONTRACT CONTAINS A SMART CONTRACT TERM;

Michael Wuehler, et.al, Blockchain: *A Practical Guide to Developing Business, Law, and Technology Solutions* (New York, US: McGraw Hill Professional, 2018), 86;

أحمد حسن الربابعة، " الرؤية المقاصدية للعقود الذكية"، *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي، 2019،

كما قد اعترف صـــراحة المشـــرع في ولاية إلينوي بالعقود الذكية وذلك بمقتضـــى قانون تقنية البلوك تشـــين Blockchain technology act (BTA)الذي دخل حيز النفاذ في 1 يناير 2020م؛ حيث نص في المادة العاشرة على السماح باستخدام البلوك تشين، بوجه عام؛ فقد قضت الفقرة (A) بأنه لا يجوز إنكار القيمة القانونية أو الأثر القانوني للعقد الذكي، السجل أو التوقيع، لمجرد أن البلوك تشين قد استخدمت لإنشاء، تخزين أو التحقق من العقد الذكي، السـجل أو التوقيع. ونص المشـرع في الفقرة (B) على أن العقود الذكية والسـجلات والتوقيعات المبنية على البلوك تشين، لها قيمة وحجية في الاثبات ومقبولة في الإجراءات القضائية، ولا ينبغي إنكار قيمتها لمجرد استخدام البلوك تشين، أيضا في عميلة إنشائها أو تخزينها أو التحقق منها. وأعطى المشرع في الفقرة (C) للسجل المخزن في البلوك تشين ذات القيمة القانونية للسجل العادي. ونفس الشيء بالنسبة للتوقيع عبر البلوك تشين، فقد منحه المشرع في الفقرة (D) ذات القيمة القانونية للتوقيع العادي[99].

وقد اعترف أيضا قانون ولاية تينيسي "SB 1662" لعام 2018م بشأن تقنية البلوك تشين، بالعقود الذكية وذلك بمقتضـــى المادة (c) 202 – 10 - 47؛ حيث نصـــت على أن العقود الذكية يمكن أن تكون موجودة في التجارة. ولا ينبغي إنكار الأثر القانوني، صـــحة أو نفاذ أي عقد يتعلق بمعاملة، لمجرد أنه تم تنفيذه من خلال عقد ذكي[100].

.35

[99] Section 10. Permitted use of blockchain:(a)A smart contract, record, or signature may not be denied legal effect or enforceability solely because a blockchain was used to create, store, or verify the smart contract, record, or signature .(b) In a proceeding, evidence of a smart contract, record, or signature must not be excluded solely because a blockchain was used to create, store, or verify the smart contract, record, or signature. (c) If a law requires a record to be in writing, submission of a blockchain which electronically contains the record satisfies the law.(d) If a law requires a signature, submission of a blockchain which electronically contains the signature or verifies the intent of a person to provide the signature satisfies the law.

[100]202−10−47 : (a) A signature that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic signature. (b) A record or contract that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic record. (c) Smart contracts may exist in commerce. No contract relating to a transaction shall be denied legal effect, validity, or enforceability solely because that contract contains a smart contract term.(d) Notwithstanding any other law, a person that, in or affecting interstate or foreign commerce, uses blockchain technology to secure information that the person owns or has the right to use retains the same rights of ownership or use with respect to that information as before the person secured the information using blockchain technology. This subsection (d) does not apply to the use of blockchain technology to secure information in connection with a transaction to the extent that the terms of the transaction expressly provide for the transfer of rights of ownership or use with respect to that information.

ونص أيضـا قانون ولاية نيويورك "NY A08780’" لعام 2018م بشـأن تقنية البلوك تشـين في المادة 3-310 على ذات المعنى الذي نصـت عليه المادة السـابقة من قانون ولاية تينيسـي[101]. واعترف أيضـا قانون ولاية أوهايو " SB 300" لعام 2018م، بمقتضـى المادة 06. 1306 بالعقود الذكية صـراحة وذلك بنفس المعنى الذي نص عليه قانون ولاية نيويورك السابق ذكره[102].

وقد أشـار أيضـا قانون ولاية واشـنطن "SB 5638" لعام 2019، إلى الاعتراف بالعقود الذكية؛ إذ تنص المادة الثالثة منه على أنه لا يجوز إنكار الأثر القانوني للسـجل الالكتروني أو صـحته أو قابليته للنفاذ، لمجرد أنه قد تم انشـاؤه أو إرسـاله أو اسـتلامه أو تخزينه باسـتخدام تقنية الشـبكات الموزعة[103]. ونرى أن ذلك يعد اعترافا بالعقود الذكية؛ ذلك أنها تعتبر في الأصـل سـجل الكتروني يتم التحقق منه وتخزينه باسـتخدام البلوك تشـين. والمقصـود من القانون السابق ذكره هو الاعتراف بكافة معاملات الشبكات الموزعة أو البلوك تشين.

---

(101) §2 .The state technology law is amended by adding a new section 310 to read as follows: § 310. Signatures and records secured through blockchain technology and smart contracts. 1. A signature that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic signature. 2. A record or contract that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic record. 3. Smart contracts may exist in commerce. A contract relating to a transaction may not be denied legal effect, validity or enforceability solely because that contract contains a smart contract term.

(102) Sec. 1306.06. (A) A record or signature may not be denied legal effect or enforceability solely because it is in electronic form.(B) Smart contracts may exist in commerce. A contract may not be denied legal effect or enforceability solely because an electronic record was used in its formation or because the contract contains a smart contract term. (C) If a law requires a record to be in writing, an electronic record satisfies the law. (D) If a law requires a signature, an electronic signature satisfies the law.

(103) Sec. 3. An electronic record may not be denied legal effect, validity, or enforceability solely because it is generated, communicated, received, or stored using distributed ledger technology.

المبحث الثاني

خصوصية تكوين العقود الذكية

تمهيد وتقسيم

هناك ثلاثة أركان يجب توافرها لكي ينشأ العقد وفقا للقواعد العامة، وهي: التراضي والمحل والسبب؛ وبالتالي ينبغي توافر هذه الأركان لكي يتكون العقد الذكي[104]. ونرى أننا في حاجة لبيان ركن التراضي فقط في هذا الإطار لما يتمتع به من خصوصية تتعلق بهذا الشأن، أما فيما يتعلق بركني المحل والسبب فليس هناك مشكلة في انطباق القواعد العامة عليهما. وفيما يخص ركن التراضي فإنه لا يكفي وجود التراضي فقط بل لا بد أن يكون صحيحا أيضا، وفقا للقواعد العامة؛ ويكون كذلك إذا خلت الارادة من العيوب المعروفة، وهي الغلط والتدليس والإكراه والاستغلال، وتوافرت الأهلية التعاقدية في أطراف العقد، ونقتصر فيما يتعلق بصحة التراضي على تناول أهلية التعاقد فقط لما تتسم به من بعض الخصوصية في بيئة البلوك تشين؛ ولذا سنقسم هذا المبحث إلى مطلبين كالتالي:

المطلب الأول: وجود التراضي في العقود الذكية

المطلب الثاني: أهلية التعاقد في العقود الذكية

(104) أنظر هذا المعنى لدى: إنصاف أيوب المومني، " العقود الذكية: مفهومها، ومميّزاتها، وأركانها"، *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي، 2019، 29.

المطلب الأول

وجود التراضي في العقود الذكية

تمهيد وتقسيم

التراضـي هو تطابق إرادتين Meeting of minds على إحداث أثر قانوني معين[105]؛ حيث نصـت المادة 89 من القانون المدني المصــري على أنه "يتم العقد بمجرد أن يتبادل طرفان التعبير عن إرادتين متطابقتين مع مراعاة ما يقرره القانون فوق ذلك من أوضـاع معينة لانعقاد العقد. ويحدث ذلك التطابق عندما يصـدر عن أحد الطرفين إيجاب يعقبه قبول مطابق له من جانب الطرف الآخر قبل أن يســقط الإيجاب[106]؛ ولذا ســنقســم هذا المطلب إلى فرعين كالتالي:

الفرع الأول: الإيجاب في العقود الذكية

الفرع الثاني: القبول في العقود الذكية

الفرع الأول

الإيجاب في العقود الذكية

الإيجاب كما عرفته محكمة النقض المصـرية هو "العرض الذى يعبر به الشـخص الصـادر منه على وجه جازم عن إرادته فى إبرام عقد معين بحيث إذا ما اقترن به قبول مطابق له انعقد العقد[107]. وينبغي أن يكون هذا العرض

---

[105] أنظر هذا المعنى لدى: عبدالرزاق أحمد السنهوري، *الوسيط في شرح القانون المدني، الجزء الأول، نظرية الالتزام بوجه عام، مصادر الالتزام* (بيروت، لبنان: دار إحياء التراث العربي، 1952)، بند 70، ص 171، 172.

[106] راجع أيضا: المرجع السابق، بند 98-108، ص 206-213.

[107] راجع أحكام النقض التالية: نقض مدني، الطعن رقم 17390 لسنة 85 قضائية، جلسة 2018/5/14م، متاح من خلال الموقع الرسمي لمحكمة النقض المصرية عبر هذا الرابط: https://www.cc.gov.eg/judgment_single?id=111389188&&ja=79794 .(12/4/2020)؛ نقض مدني، الطعن رقم ٢٥ لسنة ٧٥ قضائية، جلسة 2017/11/16م، متاح عبر هذا الرابط: https://www.cc.gov.eg/judgment_single?id=111370285&&ja=264671.(12/4/2020)؛ نقض مدني، الطعن رقم 5512 لسنة 71 قضائية، جلسة 2003/3/12م، مكتب فني، س 54، ص 453؛ نقض مدني، الطعن رقم 2557 لسنة 66 قضائية، جلسة 1998/4/18م، مكتب فني س 49، ص 329؛ نقض مدني، الطعن رقم 8240 لسنة 65 قضائية، جلسة 1997/6/23م، مكتب فني، س 48، ص952.

جازما يعبر عن النية الباتة في التعاقد ومحددا وكاملا يتضمن العناصر الأساسية للعقد[108]. ويتعين علينا في هذا الفرع أن نتناول صدور الإيجاب في العقود الذكية ولكن قبل ذلك نرى أنه من المناسب أن نبين المرحلة السابقة على الإيجاب في البداية لما لها من آثار على تكون الإيجاب بل ومصير العقد عند عدم حدوث القبول من الطرف الآخر؛ وذلك كله على التفصيل التالي:

أولا: المرحلة السابقة على الإيجاب في العقود الذكية

تتميز المرحلة التي تسبق تكون الإيجاب في العقود الذكية ببعض الخصوصية؛ ذلك أنها المرحلة التي يتم فيها صياغة الشروط التعاقدية والاتفاق عليها قبل أن يتم تحويلها إلى كود برمجي من خلال كتابتها بإحدى لغات البرمجة عالية المستوى؛ ففي هذه المرحلة يتم وضع إطار التعاقد من خلال البلوك تشين قبل نشر العقد عليها.

كما أنه في هذه المرحلة يلتزم الطرفان بالقواعد الخاصة بعمل البلوك تشين بمجرد الاشتراك في الشبكة من خلال عقد يبرم مع أصحابها، قد يتخذ صورة عقود الإبرام بالنقر Click-wrap agreements أو عقود الإبرام بالتصفح Browse-wrap agreements، ومن هذه القواعد عدم الرجوع عن الإيجاب بعد نشر العقد أو تعديله أو المساس به بأي وجه إلا بعد توافق جميع أعضاء الشبكة على الحالة الجديدة، حتى لو تم التراجع أو التعديل بالاتفاق مع الطرف الآخر في التعاقد؛ ذلك أن البلوك تشين، كما عرفنا من خلال التعرض لخصائصها، تتسم بالثبات أو عدم القابلية للتغيير؛ هذا على الرغم من أن الموجب، وفقا للقواعد العامة، يحق له التراجع عن الإيجاب إذا لم يكن ملزما أو قبله الطرف الآخر[109]، فإذا تم التحقق من البيانات ونشرها فلا يجوز تغييرها بعد ذلك إلا بتوافق أعضاء الشبكة من جديد، ونفس الشيء بالنسبة إلى كل ما يحدث من إجراءات خاصة بتنفيذ العقد؛ حيث لا يمكن التراجع عنها أيضا[110].

---

[108] أنظر: سمير عبدالسيد تناغو، مصادر الالتزام: العقد، الإرادة المنفردة، العمل غير المشروع، الإثراء بلاسبب القانون، مصدران جديدان للالتزام: الحكم القضائي، القرار الإداري (الاسكندرية: مكتبة الوفاء القانونية، ط 1، 2009)، 37.

[109] راجع السنهوري، *الوسيط*، بند 103–106، ص 208 –212.

[110] راجع هذا المعنى لدى:

Loi Luu, et al, "Making Smart Contracts Smarter", *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, held in Vienna, Austria, on October 24-28, 2016*, 256. https://doi.org/10.1145/2976749.2978309. (13/12/2019); Christof Ferreira Torres and Mathis Steichen, "The Art of The Scam: Demystifying Honeypots in Ethereum Smart Contracts", *Proceedings of the 28th USENIX Security Symposium. August 14–16, 2019 • Santa Clara, CA, USA*, 1591. https://www.usenix.org/system/files/sec19-torres.pdf. (13/12/2019);

ومع ذلك يمكن إضافة خاصية التدمير الذاتي self-destruct إلى العقد الذكي عند صياغته بحيث يتم مسحه عند تحقق أمر معين كفوات مدة معينة أو غير ذلك، وعلى الرغم من ذلك يبقى ماضي العقد في تاريخ معاملات البلوك تشين؛ ذلك أنها ثابته immutable وغير قابله للتغيير كما عرفنا؛ أي أن مسح العقد يعني عدم تشغيله في المستقبل فقط. وفي هذه الحالة يمكن نقل العملة الرقمية التي كان يحتويها العقد، الاثير Ether بالنسبة لشبكة الإيثريوم ، إلى عنوان آخر يتم تحديده[111]. ويمكن هنا التراجع عن الايجاب بناء على قواعد عمل البلوك تشين التي يلتزم الطرفان بالخضوع إليها، بشرط إعلام الموجب له بهذه الخاصية قبل نشر العقد. ومن الجدير بالذكر أن تلك الخاصية المشار إليها، تعد مفيدة في حالة وجود أخطاء في العقد الذكي؛ ذلك أنها تقضي عليه مع الحفاظ على العملة الرقمية ونقلها إلى وجهة جديدة يتم تحديدها، كما أشرنا[112].

ويمكن أن ينشأ في هذه المرحلة عقد بين الطرفين يُنظم إطار التعاقد بينهما عبر البلوك تشين، وذلك إذا توافرت له الأركان المعروفة في القواعد العامة، خصوصا إذا أراد الطرفان الاتفاق على التعويض المستحق للموجب إذا لم يوافق الموجب له على شروط العقد الذكي بعد نشره على الشبكة، أي التعويض في حالة عدم تكون العقد الذكي بسبب رفض الطرف الآخر له، عن الأضرار التي قد يكون قد تكبدها في هذه المرحلة؛ ذلك أنه بدون نشأة هذا العقد

Maximilian Wöhrer and Uwe Zdun, "Design Patterns for Smart Contracts in the Ethereum Ecosystem", *2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 30 July-3 Aug. 2018, Halifax, NS, Canada*, 1519. 10.1109/Cybermatics_2018.2018.00255. (13/12/2019);
Spyros Makridakis and Klitos Christodoulou," Blockchain: Current Challenges and Future Prospects/Applications", Future Internet review, 11, 258 (2019): 10. https://www.mdpi.com/1999-5903/11/12/258/pdf. (13/12/2019).

(111) راجع:

Ethereum, "Introduction to Smart Contracts", (2019). https://solidity.readthedocs.io/en/v0.6.1/introduction-to-smart-contracts.html. (13/12/2019).

(112) راجع:

Sukrit Kalra, Mohan Dhawan, Seep Goel and Subodh Sharma, "ZEUS: Analyzing Safety of Smart Contracts", *NDSS* (2018): 4. http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~joel.reardon/blockchain/readings/ndss2018_09-1_Kalra_paper.pdf. (13/12/2019); Erfan Andesta, Fathiyeh Faghih, and Mahdi Fooladgar, "Testing Smart Contracts Gets Smarter", arXiv:1912.04780, (2019): 5. https://arxiv.org/abs/1912.04780. (13/12/2019); Ting Chen et al, DataEther: Data Exploration Framework For Ethereum," *2019 IEEE 39th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, Dallas, TX, USA, 2019, 1370. doi: 10.1109/ICDCS.2019.00137 .(13/12/2019).

في المرحلة التي نحن بصددها، فإن الأضرار التي قد تلحق به يتم تعويضه عنها على أساس المسئولية التقصيرية وليس العقدية كقاعدة عامة[113]، فالعقد لم ينشأ بعد كما أنه ليس هناك عقد بين الطرفين ينظم كافة المسائل بينهما في المرحلة السابقة على التعاقد[114].

ثانيا: صدور الإيجاب في العقود الذكية

يتم تحويل شروط العقد التي حددها الطرفان من اللغة البشرية إلى كود برمجي عن طريق صياغتها بواسطة إحدى لغات البرمجة عالية المستوى، مثل لغة Solidity المستخدمة في شبكة الإيثريوم، ثم يتم ترجمة ذلك الكود إلى لغة الآلة أو الكود الثنائي Binary code الذي يتخذ شكل صفر و واحد، وهو الكود الذي تفهمه الآلة، ثم يتم رفعه أو نشره على البلوك تشين من جانب الموجب، بعد توقيعه رقميا بواسطة مفتاحه الخاص Private key، ويتشكل بذلك الإيجاب في العقود الذكية؛ أي منذ لحظة نشر الكود البرمجي على البلوك تشين[115].

---

[113] راجع القواعد العامة فيما يتعلق بهذا الشأن: السنهوري، *الوسيط*، بند 100، ص 206، 207؛ حمدي عبدالرحمن، *الوسيط في النظرية العامة للالتزامات: المصادر الإرادية* (القاهرة: دار النهضة العربية، 1999)، 77؛ سليمان مرقس، *الوافي في شرح القانون المدني: نظرية العقد والإرادة المنفردة، الجزء الثاني، المجلد الأول* (القاهرة: مكتبة شتات مصر، 1987)، 174؛ حسام الدين كامل الأهواني، المفاوضات في الفترة قبل التعاقدية ومراحل إعداد العقد الدولي، *مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، كلية الحقوق جامعة عين شمس*، عدد 2 (1996): 403-405؛ محمد حسام لطفي، *المسئولية المدنية في مرحلة التفاوض: دراسة مقارنة في القانونين المصري والفرنسي* (القاهرة: دار النهضة العربية، 1995)، 58؛ محمد محمد أبو زيد، "المفاوضات في الإطار التعاقدي: صورها وأحكامها"، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، كلية الحقوق جامعة عين شمس، 47، عدد 77 (2011): 107؛ محمد عبدالظاهر حسين، "الجوانب القانونية للمرحلة السابقة على التعاقد"، *مجلة كلية الحقوق جامعة الكويت* 22، عدد 2 (1998): 766-768؛ وراجع أيضا أحكام النقض بهذا الشأن: نقض مدني، الطعن رقم 559 لسنة 74 قضائية، جلسة 2007/3/20، متاح عبر هذا الرابط: https://www.cc.gov.eg/judgment_single?id=111270219&&ja=69804. (12/4/2020).

نقض مدني، الطعن رقم 8240 لسنة 65 قضائية، جلسة 1997/6/23م، مكتب فني، س 48، ص 952؛

نقض مدني، الطعن رقم 167 لسنة 33 قضائية، جلسة 9 فبراير 1967، مكتب فني، س 18، ص334؛

[114] راجع أيضا: حسام الدين كامل الأهواني، *النظرية العامة للالتزام الجزء الأول مصادر الالتزام* (دون ناشر، 1992)، 13؛ محمد حسين عبدالعال، *التنظيم الاتفاقي للمفاوضات العقدية دراسة تحليلية مقارنة* (القاهرة: دار النهضة العربية، 1998)، 186؛ عقيل فاضل حمد الدهان ومنقذ عبد الرضا الفردان، الإطار القانوني لعقد التفاوض الالكتروني، *مجلة أهل البيت عليهم السلام*، عدد 8 (يوليو 2009): 56،57.

[115] أنظر:

Mateja Durovic and Andre Janssen, “The Formation of Smart Contracts and Beyond: Shaking the Fundamentals of Contract Law?”, (2018): 10.
https://www.researchgate.net/publication/327732779_The_Formation_of_Smart_Contracts_and_Beyon

وفيما يتعلق بشبكة الإيثريوم، على وجه الخصوص، كإحدى منصات العقود الذكية، فإنه يجرى تحويل لغة البرمجة عالية المستوى "Solidity" بواسطة EVM compiler إلى شكل معين من الصورة الثنائية format Binaryوهي "EVM bytecode" ثم يتم نشرها على الإيثريوم وبذلك يتشكل الايجاب؛ حيث يتم تنفيذها بواسطة آلة الإيثريوم الافتراضية Ethereum virtual machine(EVM) التي تُعرف بأنها بيئة تشغيل العقود الذكية Runtime environment of smart contracts على شبكة الإيثريوم؛ فهي تعمل لدى جميع العُقد Nodes على الشبكة ومن خلالها يتم تنفيذ العقد الذكي[116].

وينبغي في جميع الأحوال تطابق الشروط التي حددها الطرفان في مرحلة ما قبل صدور الإيجاب مع الكود البرمجي، الذي تمت صياغته بواسطة إحدى لغات البرمجة عالية المستوى، مثل Solidity، كما في شبكة الإيثريوم، وبطبيعة الحال يجب أيضا أن يكون هو ذاته الذي تم تحويله إلى لغة الآلة أو الكود الثنائي Binary code ثم تم رفعه إلى شبكة البلوك تشين، وبدون ذلك لا نستطيع القول بأن هناك إيجاب قد تكون.

وإذا تمت عملية صياغة الإيجاب وتحويله إلى الكود البرمجي من جانب الموجب بمفرده فإنه يجب أن يُخطر الموجب له به، بصورة واضحة وبطريقة معقولة؛ وإلا فليس هناك إيجاب قد تكون أيضا.

وغني عن البيان أن الإيجاب يجب أن يتوافر فيه عناصر الإيجاب المعروفة وفقا للقواعد العامة، أي يجب أن يكون جازما يعكس النية الباتة في التعاقد كما يجب أن يكون محددا وكاملا يتضمن العناصر الأساسية للعقد[117]،

---

d Shaking the Fundamentals of Contract Law. (15/12/2019); Mateja DUROVIC and André JANSSEN, "The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law", European Review of Private Law, no.6 (2019): 762. https://pdfs.semanticscholar.org/d2b8/aedf3ceae1f244f3578fc05c78d3a55996a0.pdf. (15/12/2019); Paul Catchlove, "Smart Contracts: A New Era of Contract Use", (December 1, 2017). 10, 11. Available at *SSRN*: https://ssrn.com/abstract=3090226. (15/12/2019); Chamber of Digital Commerce, smart contract alliance, "SMART CONTRACTS: Is the Law Ready", 15, 20; Jelena Madir, "Smart Contracts: (How) Do They Fit Under Existing Legal Frameworks?", (December 14, 2018), 7. Available at *SSRN*: https://ssrn.com/abstract=3301463. (15/12/2019); Max Raskin, "THE LAW AND LEGALITY OF SMART CONTRACTS", *GEORGETOWN LAW TECHNOLOGY REVIEW, VOL* 1:2, (2017): 322. https://georgetownlawtechreview.org/wp-content/uploads/2017/05/Raskin-1-GEO.-L.-TECH.-REV.-305-.pdf (15/12/2019); TULSIDAS, "smart contracts", 25.

[116] راجع:

Vikram Saraph and Maurice Herlihy, "An Empirical Study of Speculative Concurrency in Ethereum Smart Contracts", *arXiv:1901.01376v2*. (2019): 3. https://arxiv.org/pdf/1901.01376.pdf. (15/12/2019).

[117] DUROVIC and André JANSSEN, "The Formation of Blockchain-based Smart Contracts", 762. ;TULSIDAS, "smart contracts", 25; Madir, "Smart Contracts", 7.

وإلا عُد مجرد دعوة إلى التعاقد invitation to treat لا تصـــلح للتنفيذ على البلوك تشـــين، حتى لو وافق عليها الطرف الآخر، ويحتاج الطرفان هنا إلى صياغة كود عقدي جديد ونشره على البلوك تشين.

ويتسم الإيجاب في العقود الذكية أيضا ببعض الخصوصية فيما يتعلق بمضمونه؛ حيث يتضمن اشتراط الدفع أو أداء المقابل للســـلع والخدمات محل التعاقد عن طريق العملة الرقمية المشـــفرة أو المعماة Cryptocurrency[118]، وهي عملة لا مركزية يتم تعدينها داخل شبكة البلوك تشين ولا تصدر عن أية دولة ولا تخضع لرقابة البنوك المركزية داخل الدولة ولا أية جهة مركزية أخرى[119]، والتســاؤل هنا حول مدى تأثير شـرط الدفع بهذه العملة على نشـأة العقد الذكي في حالة عدم اعتراف الدولة بها، مما يعني أن تداولها أو الدفع بها يعد مخالفة للنظام العام داخل الدولة؛ ذلك أن تداول العملات الأجنبية يخضـــع لنصـــوص آمره تتعلق بالنظام العام، وإذا لم تعترف الدولة بها كعملة فإن تداولها يعد إخلالا بتلك النصـــوص، لاســـيما وإن كان قد حذر البنك المركزي، كما حدث في مصـــر، من التعامل بالعملات الافتراضية المشفرة، وصرح بعدم دخولها ضمن العملات الرسمية المعترف بها[120].

وإذا وضـعنا المسألة في إطار القواعد العامة للعقود فإنه إذا تضـمن العقد شرطا غير مشروع، فإن ذلك يؤثر في وجوده ويكون ســـببا في بطلانه بطلانا مطلقا، وذلك إذا تبين أن العقد ما كان ليتم بغير هذا الشـــرط؛ إذ تنص المادة

---

[118] حول ارتباط العقد الذكي بالعملة الرقمية المشفرة، أنظر: قطب مصطفى سانو، " العقود الذكيَّة في ضوء الأصول والمقاصد والمآلات رؤية تحليليَّة"، *مؤتمر مجمع الفقه الاسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي، 2019، 25؛ العياشي الصادق فداد، "العُقودُ الذكِية"، *مؤتمر مجمع الفقه الاسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي، 2019، 43.

[119] للمزيد من التفاصيل حول العملات الرقمية المشفرة أو المعماة، راجع:

Robby HOUBEN, Alexander SNYERS, *Cryptocurrencies and blockchain Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion* (Brussels, Belgium: European parliament, 2018), 11-86. http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/150761/TAX3%20Study%20on%20cryptocurrencies%20and%20blockchain.pdf. (15/12/2019); Aleksander Berentsen and Fabian Schär, "A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* 100, no.1 (2018). 1-16. https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/publications/review/2018/01/10/a-short-introduction-to-the-world-of-cryptocurrencies.pdf. (15/12/2019);

على أحمد المهداوي وإسماعيل كاظم العساوي، "أبعاد العملة الافتراضية"، المؤتمر الدولي الخامس عشر لكلية الشريعة والدراسات الإسلامية بجامعة الشارقة: العملات الافتراضية في الميزان، 16، 17 إبريل 2019م، الشارقة، الامارات العربية المتحدة، 519–530؛ مراد بن صغير، " الإطار القانوني لتداول العملات الرقمية"، المؤتمر الدولي الخامس عشر لكلية الشريعة والدراسات الإسلامية بجامعة الشارقة: العملات الافتراضية في الميزان، 16، 17 إبريل 2019م، الشارقة، الامارات العربية المتحدة، 565–588.

[120] أنظر: جريدة الأهرام، خبر منشور تحت عنوان "المركزي" يحذر من التعامل بالعملة الافتراضية "بيتكوين"، في تاريخ 2017/8/17. http://gate.ahram.org.eg/News/1567330.aspx (2019/12/15).

143 من القانون المدني على أنه" إذا كان العقد في شق منه باطلا أو قابلا للإبطال فهذا الشق وحده هو الذي يبطل، إلا إذا تبين أن العقد ما كان ليتم بغير هذا الشق الذي وقع باطلا أو قابلا للإبطال فيبطل العقد كله[121].

وبالتالي إذا اتفق الطرفان على الدفع بالعملة المشفرة اللامركزية بحيث لا يتم العقد إلا بذلك وظهر ذلك في البناء البرمجي للعقد، فإن الأخير يكون باطلا. ويزداد الأمر بالنسبة للعقود الذكية صعوبة وتعقيدا، إذا كانت الدولة لا تعترف بالعملات الرقمية المشفرة، حتى لو اتفق الطرفان على أداء المقابل في العقد خارج البلوك تشين بالعملة الوطنية أو عملة معترف بها؛ لأنه يشترط لنشر العقد الذكي على البلوك تشين وتنفيذه دفع رسم بالعملة الرقمية الخاصة بمنصة البلوك تشين، هذا الرسم يطلق عليه الجاز Gas، في شبكة الإيثريوم[122]. ويدخل شرط دفع الرسوم بالعملة الرقمية في نطاق العقد، وبالتالي فإن البطلان يحاصر العقود الذكية في الدولة التي لا تعترف بالعملات الرقمية المشفرة.

ومع ذلك فإن بعض الدول، على الرغم من أنها تخلو من قوانين تعترف بالعملات الرقمية المشفرة، كعملات Currencies صالحة للتعامل كوسيلة للدفع، إلا أنها اعترفت بها كسلع commodities؛ ففي الولايات المتحدة الأمريكية قررت لجنة تداول السلع الآجلة Commodity futures trading commission (CFTC)، في سبتمبر 2015م، أن البتكوين وغيرها من العملات الافتراضية الأخرى، تعد من السلع؛ وبالتالي تخضع لقانون تبادل السلع The commodity exchange act (CEA) [123]. وقضت أيضا في هذا السياق محكمة مقاطعة ما ساتشوستش الأمريكية في 26 سبتمبر عام 2018م في قضية commodity futures trading commission v my big coin pay, inc.، بأن العملات الافتراضية تعد من السلع الخاضعة لقانون تبادل السلع (CEA) وبالتالي تخضع أنشطة تداولها وما يتضمنه ذلك من غش أو احتيال إلى سلطة لجنة تداول السلع الآجلة (CFTC) ومن حقها

---

[121] راجع: السنهوري، *الوسيط*، بند 307، ص 500، 501.

[122] Maximilian Wohrer and Uwe Zdun "Smart contracts: security patterns in the ethereum ecosystem and solidity," *2018 International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering (IWBOSE)*, Campobasso, Italy, (2018): 3. http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8327565&isnumber=8327539. (15/12/2019).

[123] راجع قرار اللجنة المشار إليها بخصوص البتكوين والعملات الافتراضية الأخرى، عبر موقعها الالكتروني، من خلال هذا الرابط:
https://www.cftc.gov/PressRoom/PressReleases/pr7231-15. (15/12/2019);
وأنظر أيضا:
Houman B. Shadab, "Regulating Bitcoin and Block Chain Derivatives", *Written statement to the Commodity Futures Trading Commission Global Markets Advisory Committee*,(October 9, 2014): 1-22. https://cftc.gov/sites/default/files/idc/groups/public/@aboutcftc/documents/file/gmac_100914_bitcoin.pdf. (15/12/2019).

مقاضاة من يقوم بذلك[124].

ونفس الأمر في الصين؛ فقد قضت محكمة مدينة هانغتشو للإنترنت في 18 يوليو 2019 بأن البتكوين تعد سلعة قانونية لها قيمة[125]. وفي إندونيسيا أصدرت هيئة الرقابة على العقود الآجلة بوزارة التجارة، اللائحة رقم 5 لسنة 2019م والتي نظمت من خلالها عمليات تداول العملات الرقمية وتضمنت الاعتراف الرسمي بها كسلع افتراضية Virtual currency[126].

وعلى نحو مغاير قد اعترفت جمهورية بلاروسيا بالعملة الرقمية المشفرة، كعملة، بمقتضى المرسوم بقانون رقم 8 لسنة 2017م والخاص بتنمية الاقتصاد الرقمي؛ إذ نص على مشروعية أنشطة تعدين العملات الرقمية المشفرة والمعاملات المرتبطة بذلك[127]. وقضت أيضا محكمة العدل الأوربية European court of justice(ECJ) في عام 2015م, وذلك في قضية Skatteverket v David Hedqvist Case، بأن معاملات البتكوين غير خاضعة لضريبة القيمة المضافة (VAT)، استنادا إلى الأحكام الخاصة بالعملات القانونية في هذا الشأن؛ وبالتالي فإن محكمة العدل الأوروبية قد اعترفت بأن البتكوين هي عملة قانونية Legal tender وليست من قبيل السلع[128].

وسواء كان الاعتراف بالعملة الرقمية كعملة قانونية أو كسلعة افتراضية فإنه في الحالتين لا يؤثر شرط أداء

---

(124) CFTC v. My Big Coin Pay, No. 18-CV-10077 (D. Mass., Sept. 26, 2018);
See also: Paul Forrester and Matthew Bisanz, "Virtual Currencies as Commodities?", *Harvard Law School Forum on Corporate Governance*, (December 3, 2018).
https://corpgov.law.harvard.edu/2018/12/03/virtual-currencies-as-commodities/. (16/12/2019).

(125) Darren Kleine, "Bitcoin Declared Legal Commodity In Chinese Court", (Jul. 18, 2019).
https://cryptobriefing.com/bitcoin-declared-legal-commodity-in-chinese-court/. (16/12/2019); Harsh Chauhan, "Court Declares Bitcoin Legal in China as a 'Virtual Property'", *CNN* (July 19, 2019).
https://www.ccn.com/court-declares-bitcoin-legal-in-china-as-a-virtual-property/. (15/12/2019).

(126) Kelly Buchanan, "Regulatory Approaches to Cryptoassets: Indonesia",(April, 2019).
https://www.loc.gov/law/help/cryptoassets/indonesia.php. (15/12/2019);
Soonpeel Edgar Changa, "Legal Status of Cryptocurrency in Indonesia and Legal Analysis of the Business Activities in Terms of Cryptocurrency", *Brawijaya Law Journal* 6, No. 1 (2019): 76-93.
https://lawjournal.ub.ac.id/index.php/law/article/download/189/pdf. (15/12/2019).

(127) MARINA CHUDINOVSKIKH, "CRYPTOCURRENCY REGULATION IN THE BRICS COUNTRIES
AND THE EURASIAN ECONOMIC UNION", *BRICS LAW JOURNAL* Volume VI no.1(2019): 73, 74.
https://www.bricslawjournal.com/jour/article/view/212. (17/12/2019); Katsiaryna Ulyanava, "Legal Regulation of the Crypto-Currency Taxation", *Open Journal for Legal Studies* 1, no.1 (2018): 1-8.
https://www.centerprode.com/ojls/ojls0101/coas.ojls.0101.01001u.pdf. (17/12/2019).

(128) Skatteverket v David Hedqvist, C-264/14, Official Journal of the European Union, 14.12.2015.
https://eurlex.europa.eu/legalcontent/en/TXT/PDF/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2015.414.01.0006.01.ENG

المقابل بواسطتها، الذي يتضمنه العقد الذكي، على وجود الأخير، ويعد العقد صحيحا.

ومن وجهة نظرنا إنه ينبغي لتلافي البطلان الذي قد يهدد وجود العقد الذكي، بوجه عام، أن يتم تصميم العقد بما يتلاءم مع القانون الواجب التطبيق عليه أو الأنظمة القانونية التي تخضع لها المحاكم أو الهيئات المختصة بنظر المنازعات الخاصة به أو المحاكم المختصة بالأمر بتنفيذ الأحكام الأجنبية التي تتعلق به؛ بحيث ينبغي مراعاة قواعد النظام العام في البيئة التشريعية الخاصة بالعقد الذكي. كما يمكن من جهة أخرى تصميم نماذج من العقود الذكية يكون أداء المقابل فيها عن طريق العملات الرقمية الوطنية في المستقبل، لا سيما وأن صندوق النقد الدولي قد طالب البنوك المركزية للدول بضرورة اتجاهها لإصدار عملات رقمية[129]، والمقصود هنا العملات الرقمية المركزية وليست العملات اللامركزية بطبيعة الحال، كالبتكوين وغيرها.

وقد يحسم المشرع الجدل ويعترف بالعقود الذكية التي تتكون وتنفذ بواسطة البلوك تشين، ويمنحها ذات القيمة القانونية للعقود التقليدية، وهو ما حدث بالنسبة للدول التي ذكرناها أثناء حديثنا عن الاعتراف بالعقود الذكية في المطلب الثاني من المبحث الأول، وفي هذه الحالة يكون المشرع قد اعترف بالعملة المشفرة الرقمية أيضا، حتى لو لم يتعرض إلى طبيعتها القانونية، وهل هي سلعة أم عملة.

الفرع الثاني

القبول في العقود الذكية

القبول هو التعبير عن إرادة الموجب له بالموافقة على الإيجاب[130]. ويشترط فيه أن يكون مطابقا للإيجاب وأن يصدر والأخير قائم[131]. ونقتصر في هذا الفرع على تناول صدور القبول في العقود الذكية ثم نبين زمان ومكان انعقاد العقود الذكية، لكي نوضح مدى الخصوصية التي يمكن أن يتمتع بها العقد الذكي فيما يتعلق بهذا الشأن؛ وذلك على التفصيل التالي:

---

[129] راجع: خطاب السيدة كريستين لاغارد مدير عام صندوق النقد الدولي في مهرجان التكنولوجيا المالية في سنغافورة، في تاريخ 14 نوفمبر 2018، تحت عنوان: *رياح التغيير: ضرورة وجود عملة رقمية جديدة* , من خلال هذا الرابط:
https://www.imf.org/ar/News/Articles/2018/11/13/sp111418-winds-of-change-the-case-for-new-digital-currency. (17/12/2019).

[130] أنظر هذا المعنى لدى: عبدالمعنم فرج الصدة، *مصادر الالتزام* (القاهرة: دار النهضة العربية، 1986)، 106؛ أسامة أبو الحسن مجاهد، *الوسيط في قانون المعاملات الالكترونية* (القاهرة: دار النهضة العربية، 2007)، 212.

[131] راجع: السنهوري، *الوسيط*، بند 108–111، ص 213–220.

أولا: صدور القبول في العقود الذكية

قد عرفنا في الفرع السابق أن الإيجاب في العقود الذكية ينشأ عندما يُنشر العقد على البلوك تشين، بحيث يُمكن لأعضاء الشبكة التفاعل معه وتنفيذه. ووفقا للقواعد العامة، كما سبق التوضيح، لا يتكون العقد إلا إذا اقترن بهذا الايجاب قبول من الطرف الآخر مطابق له ويشترط أن يصدر هذا القبول والإيجاب قائم لم يسقط.

ويصدر القبول من الموجب له offeree عندما يعبر عن موافقته على الإيجاب عن طريق توقيع العقد بواسطة مفتاح التشفير الخاص المتعلق به cryptographic private key[132]، فإذا افتراضنا، على سبيل المثال، أن هناك ناشر أراد أن يوزع مجموعة من الروايات لكاتب معين عن طريق العقود الذكية، وقد قام بصياغة الإيجاب بحيث اشترط أنه إذا تم دفع سعر المجموعة وهو 1 إيثر فإنه يتم إرسال المجموعة في شكلها الرقمي إلى الشخص الذي قام بدفع سعرها، بصورة تلقائية، ثم قام بنشر هذا العقد على منصة البلوك تشين، الإيثريوم في هذا المثال، بعد توقيعه رقميا بمفتاحه الخاص، فإن الايجاب يتشكل بهذا الفعل كما قلنا في الفرع الأول؛ بحيث إذا قام شخص آخر على الشبكة بتوقيع هذا العقد عن طريق مفتاحه الخاص لتحويل ثمن المجموعة وهو 1 إيثر من حسابه أو عنوانه، الذي يتخذ رقما مميز هو مفتاحه العام Public Key ، إلى عنوان الموجب أو مفتاحه العام، فإن القبول يصدر بهذا الفعل ويتم تحويل المبلغ إلى محفظة "wallet" الموجب دون أي حاجة إلى أن يصدر تأكيد من الموجب باستلام المبلغ بعدها وفي ذات اللحظة يتم إرسال المجموعة إلى القابل مباشرة دون تدخل من الموجب.

ثانيا: زمان ومكان انعقاد العقود الذكية

سنبدأ بالحديث عن زمان انعقاد العقد ثم مكانه وذلك فيما يلي:

---

[132] DUROVIC and André JANSSEN, "The Formation of Blockchain-based Smart Contracts", 762; Chamber of Digital Commerce, smart contract alliance, *SMART CONTRACTS: Is the Law Ready*?, 16; CATCHLOVE, "Smart Contracts", 11; Jakub J. Szczerbowski, "Place of smart contracts in civil law. A few comments on form and interpretation*", Proceedings of the 12th Annual International Scientific Conference : New Trends 2017 : New Trends in Economics, Management, Marketing and Public Administration, (November 9, 2017), Private College of Economic Studies Znojmo, Znojmo, Czech Republic*, 335, 336. https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID3095933_code1253486.pdf?abstractid=3095933&mirid=1. (20/12/2019); Gabriel Olivier and Benjamin Jaccard, "Smart Contracts and the Role of Law", *Jusletter IT 23*. (November, 2017): 23. https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID3099885_code2481882.pdf?abstractid=3099885&mirid=1. (20/12/2019); Madir, "Smart Contracts", 7,8.

1- زمان انعقاد العقود الذكية

تحديد زمان القبول يعني تحديد لحظة انعقاد العقد، كما هو ثابت في القواعد العامة للعقود، ويتوقف ذلك على ما إذا كان التعاقد بين حاضـــرين أم غائبين[133]؛ حيث إن لحظة القبول ومن ثم لحظة انعقاد العقد في حالة التعاقد بين حاضــرين هي لحظة صـــدور القبول، أما لحظة انعقاد العقد في التعاقد بين غائبين، وفقا للمادة 97 من القانون المدني المصـــري، هي لحظة علم الموجب بالقبول، ويُفترض أن الموجب قد علم بالقبول في المكان والزمان اللذين وصل إليه فيهما هذا القبول، والثابت أنه إذا لم يكن هناك فاصل زمني بين لحظة صدور القبول وعلم الموجب به كان التعاقد بين حاضــرين أما إذا كان هناك فاصــل زمني بين لحظة صــدور القبول وعلم الموجب به، كان التعاقد بين غائبين[134].

وبالنسبة للتعاقد عبر البلوك تشين، أو العقود الذكية، فإننا نرى أن برنامج أو نظام العقد الذكي على البلوك تشين يحل محل الموجب في العلم بصدور القبول من الموجب له؛ وهذا يعني أنه ليس هناك فاصل زمني بين صدور القبول وعلم الموجب به، وبالتالي فإن التعاقد الذكي عبر البلوك تشــين يعد تعاقدا بين حاضــرين، من حيث الزمان؛ ذلك أن الفلسفة التي تقف وراء العقد الذكي، على وجه الخصوص، أن النظام هو الذي يُسير عملية إتمام العقد بصورة تلقائية دون تدخل من أطرافه أو أية جهة مركزية فيما يتعلق بهذا الشــأن، فالبرنامج هو الذي يُدير عملية تنفيذ العقد بصــورة مؤتمتة وفقا للشروط المحددة سلفا، دون الرجوع لأطرافه لأخذ الإذن أو الترخيص منهما معا أو من أحدهما. وبالتالي فإن النظام يقوم مقام الأطراف في تسيير عملية تنفيذ العقد، ويتعين أيضـا أن يحل هذا النظام محل الموجب في العلم بصـدور التعبير عن الإرادة بالموافقة على التعاقد من الموجب له، للحفاظ على استقرار المعاملات عبر البلوك تشين وسرعتها أيضـا، و لا يشـترط من وجهة نظرنا أن يوجه للموجب إشـعار بذلك، فيجب عليه مراجعة النظام الذي نشـر الإيجاب من خلاله ومتابعة عملية تكون العقد، فذلك يدخل في سلوك المستخدم المعتاد للتكنولوجيا في عصرنا، وعلى وجه الخصـوص تكنولوجيا البلوك تشـين، التي يتوقع مسـتخدمها في إبرام العقود الذكية، أنه بمجرد نشـر العقد عليها فإن عملية تنفيذه وهي أبعد من التكوين لا تتوقف على إذنه، فالبرنامج كما ســـبق القول هو الذي يتولى ذلك وتحت رقابة أعضاء الشبكة من خلال آليات التوافق Consensus mechanisms.

---

[133] راجع: مرقس، *الوافي*، 193؛ الأهواني، " المفاوضات في الفترة قبل التعاقدية"، 395.

[134] راجع: السنهوري، *الوسيط*، بند 120-130، ص 237-248؛ وتنص المادة 97 مدني المذكوره في المتن على أنه: 1- يعتبر التعاقد ما بين الغائبين قد تم في المكان وفي الزمان اللذين يعلم فيهما الموجب بالقبول، ما لم يوجد اتفاق أو نص قانوني يقضي بغير ذلك. 2- ويفترض أن الموجب قد علم بالقبول في المكان وفي الزمان اللذين وصل إليه فيهما هذا القبول.

كما أنه بالقياس على حالة عقود البيع عبر آلة البيع الذاتي Vending machine فإننا نجد أن عقد البيع يتكون منذ اللحظة التي يضع الموجب له في الآلة النقود التي تعادل ثمن السلعة التي اختارها من بين السلع المعروضة، أي يتكون منذ لحظة صدور القبول، وهذا يعني أنه لا ينتظر علم الموجب بذلك في كل مرة يضع فيها أحد الزبائن ثمن السلعة التي اختارها، في آلة البيع، وهذا يعني أن نظام آلة البيع الذاتي حل محل صاحب السلع في العلم بالقبول الصادر عن الزبائن.

2- مكان انعقاد العقود الذكية

إذا كان التعاقد عبر البلوك تشين يعد تعاقدا بين حاضرين من حيث الزمان، إلا أنه يعد تعاقدا بين غائبين من حيث المكان، لأن الموجب والموجب له في جهتين مختلفتين، وبالتالي ينطبق هنا قواعد التعاقد بين غائبين فيما يتعلق بتحديد مكان انعقاد العقد، وهذا يعني أن مكان انعقاد العقد الذكي هو المكان الذي يوجد فيه الموجب لحظة صدور القبول إلا اذ تم الاتفاق على غير ذلك أو أن هناك نص قانوني مخالف[135].

المطلب الثاني

أهلية التعاقد

الثابت وفقا للقواعد العامة في العقود أنه ينبغي توافر الأهلية اللازمة للتعاقد؛ فيجب أن يكون المتعاقد قد بلغ السن القانونية متمتعا بقواه العقلية، لكي يكون أهلا للتعاقد، وإلا كان العقد باطلا أو قابلا للإبطال، بحسب ما إذا كان الشخص منعدم الأهلية أم ناقص الأهلية[136].

والإشكالية التي تنشأ بخصوص العقود الذكية فيما يتعلق بهذا الشأن، أنه ليس هناك طريقة على منصات البلوك تشين، مثال ذلك الإيثريوم، للتحقق من أهلية المستخدم والتأكد من حقيقتها، بحيث لا يتمكن القاصر أو ناقص الأهلية عموما أو حتى عديم الأهلية من فتح حساب على منصات البلوك تشين، مثلما يحدث عند فتح الشخص حساب على باي بال payPal أو فتح حساب في البنك أو عند رغبته في الحصول على بطاقة ائتمانية. وفي المجمل يمكن للشخص عبر منصة البلوك تشين أن يقدم بيانات هوية مستعارة أو كاذبة أو غير دقيقة دون التمكن من كشف هذا

---

[135] راجع السنهوري، *الوسيط*، بند 121، 130، ص 238، 239، 247.

[136] راجع: تناغو، *مصادر الالتزام*، 28- 32؛ عبدالرحمن، *النظرية العامة للالتزام* ، 46, 47؛ السنهوري، الوسيط، بند 145-160، ص 266-287؛ عمر الجُميلي،" العُقودُ الذكِيةُ "Smart Contracts" واقِعُهَا وعِلاقَتُهَا بالعُمُلاتِ الافتِراضِيَة"، *مؤتمر مجمع الفقه الاسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون، دبي*، 2019، 20.

الأمر[137].

فالمعروف أن الأشخاص على منصة البلوك تشين تتمثل افتراضيا داخل الشبكة في المفاتيح الخاصة Private keys التي تستخدمها في إجراء معاملاتها، ويستطيع أي الشخص الحصول على المفتاح الخاص، والذي يمثل هويته الرقمية Digital Identity، دون وجود آلية لاختبار صـــحة بيانات الهوية التي يقدمها، ويحدث ذلك على وجه الخصوص في الشبكات العامة المتاحة للجميع والتي لا يحتاج الشخص من أجل التفاعل معها أو رؤيتها أو الوصول إليها واضافة معلومات لها، إلى اذن مسبق، كما يحدث في الشبكات الخاصة. وحتى لو أنه من المستحيل أن يملك شخصان نفس المفتاح الخاص، إلا أنه من الممكن أن يكون للشخص الواحد أكثر من مفتاح خاص، وبالتالي تتعدد هوياته الرقمية[138].

وفي إطار التحقق من معلومات الهوية الخاصة بمستخدمي شبكة البلوك تشين، أصدرت إدارة الفضاء الافتراضي في الصين Cyberspace administration of china (CAC)، قواعد جديدة تتعلق بإدارة خدمات معلومات البلوك تشين Regulation on management of blockchain information services، ويطلق عليها لوائح البلوك تشين، The Blockchain regulations، وقد دخلت حيز النفاذ في تاريخ 15 فبراير 2019 م، وقضت في المادة 10 منها بالتزام مقدم خدمات معلومات البلوك تشين Blockchain information service provider بالتحقق من المعلومات المقدمة من المستخدم عند التسجيل في أي خدمة من خدمات معلومات البلوك تشين وقبل استخدامها؛ فينبغي أن يقدم المستخدم معلومات الهوية الحقيقية الخاصة به قبل استخدام تلك الخدمات ويتعين على مقدم الخدمة التحقق من صحة هذه المعلومات؛ بحيث إذا لم يستطع التحقق من معلومات الهوية الخاصة بمستخدم معين فإنه لا يجوز له تقديم خدمات معلومات البلوك تشين لهذا المستخدم[139].

---

(137) Blokian, "Resolving the Tensions between Smart Contracts and Canadian Contract Law", (August 19, 2018): 8,9. https://blokian.com/wp-content/uploads/2018/08/Blokian-Resolving-the-Tensions-between-Smart-Contracts-and-Canadian-Contract-Law.pdf. (20/12/2019); Durovic and Andre Janssen, "The Formation of Smart Contracts", 16, 17; Olivier and Benjamin Jaccard, "Smart Contracts", 21,22; أنظر أيضا هذا المعنى لدى: معمر بن طرية، "العقود الذكية المدمجة في <<البلوك تشين >>: أي تحديات لمنظومة العقد حاليا؟"، *مجلة كلية القانون الكويتية العالمية*، ملحق خاص، عدد 4، الجزء الأول (مايو 2019م): 495.

(138) DUROVIC and André JANSSEN, "The Formation of Blockchain-based Smart Contracts", 768; Blokian, "Resolving the Tensions between Smart Contracts and Canadian Contract Law", 8, 9.

(139) Jeffrey Gogo, "China Announces New Regulations for Blockchain Companies to 'Promote Healthy Development'", (Jan 10, 2019). https://news.bitcoin.com/china-announces-new-regulations-for-blockchain-companies-to-promote-healthy-development/. (20/12/2019);

وقد واجه القانون المدني المصـري حالة قيام ناقص الأهلية بإخفاء نقص أهليته؛ حيث نصـت المادة 119 مدني على أنه: يجوز لناقص الأهلية أن يطلب إبطال العقد، وهذا مع عدم الإخلال بإلزامه بالتعويض إذا لجأ إلى طرق احتيالية ليخفي نقص أهليته. ويلاحظ أن القانون اشترط لنشوء المسئولية التقصيرية لناقص الأهلية في هذه الحالة، أن يلجأ إلى طرق احتيالية لتأكيد كمال أهليته[140]، وكان الأصوب من وجهة نظرنا أن يترك المشرع هذه المسألة للقواعد العامة في المسئولية التقصيرية، دون اشتراط ثبوت صورة معينة للخطأ في جانب ناقص الأهلية، وهي اتباع الطرق الاحتيالية لإخفاء حقيقة الأهلية؛ ذلك أن واقعة الإخفاء كانت كافية وحدها لقيام الخطأ وفقا للقواعد العامة. ونرى أن المادة سالفة الذكر تنطبق أيضا على العقود المبرمة بواسطة البلوك تشين.

يمكن الاطلاع على ترجمة اللوائح المشار إليها باللغة الإنجليزية، ترجمة غير رسمية من قبل Asia Crypto Today ، عبر هذا الرابط:

https://www.asiacryptotoday.com/new-blockchain-regulations-in-china-are-scary .(20/12/2019);

ويمكن الاطلاع على النص الأصلي باللغة الصينية عبر هذا الرابط:

https://mp.weixin.qq.com/s/rfKgpJ5SPZPEdemctBUBQQ .(20/12/2019);

والجدير بالإشارة أنه قد جاء ترجمة نص المادة العاشرة المشار إليها، كالآتي:

Article 10:
The blockchain information service provider shall, in accordance with the provisions of the "Network Security Law of the People's Republic of China", authenticate the identity information of the blockchain information service users based on the identity card number or mobile phone number. If the user does not perform real identity authentication, the blockchain information service provider shall not provide related services.

[140] نقض مدني، جلسة 3 مارس 1970م، المكتب الفني، العدد الأول، س 21، 396.

خاتمة

قد تناولنا في بحثنا عملية إبرام العقود الذكية، وذلك من خلال بيان فكرة العقود الذكية، من حيث توضيح ماهيتها والاعتراف التشريعي بها في القانون المقارن، ثم وضحنا بعد ذلك خصوصية عملية تكوين تلك العقود، عن طريق إلقاء الضوء على وجود التراضي وكذلك أهلية التعاقد. ولما كانت العقود الذكية هي أحد تطبيقات تقنية البلوك تشين، أصبح لزاما علينا أن نبدأ بحثنا بتخصيص مطلب تمهيدي نوضح فيه المبادىء الأساسية لهذه التقنية؛ وقد خلصنا في النهاية إلى عدد من النتائج ولدينا بعض التوصيات فيما يتعلق بموضوع بحثنا، كما نقترح بعض الدراسات المستقبلية أيضا، ونفصل ذلك على النحو التالي:

أولا: النتائج العلمية

1- البلوك تشين هي عبارة عن مجموعة من كُتل البيانات المشفرة والمترابطة فيما بينها والمتسلسلة زمنيا والموزعة لدى جميع الأعضاء في الشبكة والتي تدار بالتوافق عبر بروتوكولات معينة.

2- هناك أربعة أنواع من البلوك تشين وهي: البلوك تشين العامة Public block chain، البلوك تشين الخاصة Private block chain، البلوك تشين الاتحادية Consortium or federated block chain والبلوك تشين المختلطة Hybrid block chain.

3- تتميز البلوك تشين بأنها دفتر حسابات لامركزي Decentralized ledger، موزع Distributed ledger، قائم على التوافق Consensus based و تقنية الند للند peer to peer (P2P)، كما أنه ثابت أو غير قابل للتغيير Immutable ومتسلسل زمنيا chronological وشفاف transparent.

4- تتطلب عملية إضافة بيانات جديدة إلى شبكة البلوك تشين، قيام أحد أعضاء الشبكة بتقديم طلب، بالبيانات المراد إضافتها، إلى الشبكة موقع منه رقميا بواسطة مفتاحه الخاص، ويُبث هذا الطلب إلى بقية أعضاء الشبكة وذلك للتحقق من هوية المرسل عبر مفتاحه العام، وكذلك التحقق من صحة البيانات المراد إضافتها من جانبه إلى البلوك تشين، من خلال بروتوكولات أو آليات التوافق Consensus mechanisms وهي القواعد التي يستخدمها أعضاء البلوك تشين من أجل الوصول إلى القرارات المتعلقة بحالة الشبكة، ومن أبرز هذه البروتوكولات: خوارزمية إثبات العمل Proof of work (POW)، خوارزمية إثبات الحصة Proof of stake (POS) و خوارزمية إثبات الحصة بالتفويض Delegated proof of stake (DPOS). وبعد ذلك تسجل البيانات التي جرى التحقق منها داخل كتلة بيانات أو بلوك Block، ثم تضاف هذه الكتلة إلى شبكة البلوك تشين، بطريقة تجعلها ثابتة وغير قابلة للتغيير، عن طريق استخدام آلية الهاش Hash function،

التي تجعل الكتل في الشبكة مترابطة فيما بينها؛ بحيث إذا حدث أي تغيير، مهما كان حجمه، يظهر لأعضاء الشبكة ويسهل اكتشافه، بالإضافة إلى أن هناك طابع زمني Timestamp داخل الكتلة، يحدد التاريخ الذي أضيفت فيها، وهو ما يجعل الكتل داخل شبكة البلوك تشين متسلسلة زمنيا Chronological.

5- العقد الذكي هو عقد ينشأ بواسطة البلوك تشين ويجرى تنفيذ شروطه تلقائيا عبر آلياتها.

6- هناك عدد من الدول اعترفت في تشريعاتها صراحة بالعقود الذكية وهي: مالطا، بيلاروسيا، إيطاليا، والولايات المتحدة الأمريكية.

7- يلتزم المتعاقدان في المرحلة السابقة على الايجاب بالقواعد الخاصة بعمل البلوك تشين بمجرد الاشتراك في الشبكة من خلال عقد يبرم مع أصحابها، قد يتخذ صورة عقود الإبرام بالنقر Click-wrap agreements أو عقود الإبرام بالتصفح Browse-wrap agreements، ومن هذه القواعد عدم الرجوع عن الإيجاب بعد نشر العقد أو تعديله أو المساس به بأي وجه إلا بعد توافق جميع أعضاء الشبكة على الحالة الجديدة، ومع ذلك يمكن إضافة خاصية التدمير الذاتي self-destruct إلى العقد الذكي عند صياغته بحيث يتم مسحه عند تحقق أمر معين كفوات مدة معينة أو غير ذلك، وعلى الرغم من ذلك يبقى ماضي العقد في تاريخ معاملات البلوك تشين؛ ذلك أنها ثابته immutable وغير قابله للتغيير كما عرفنا؛ ويمكن هنا التراجع عن الايجاب بناء على قواعد عمل البلوك تشين الذي يلتزم الطرفان بالخضوع إليها، بشرط إعلام الموجب له بهذه الخاصية قبل نشر العقد.

8- يمكن أن ينشأ في هذه المرحلة عقد بين الطرفين يُنظم إطار التعاقد بينهما عبر البلوك تشين، وذلك إذا توافرت له الأركان المعروفة في القواعد العامة، وبدون ذلك فإن الأضرار التي قد تلحق بأحد الاطراف يكون تعويضه عنها على أساس المسئولية التقصيرية وليس العقدية كقاعدة عامة.

9- ينشأ الإيجاب في العقود الذكية منذ لحظة نشر الكود البرمجي على البلوك تشين.

10- ينبغي تطابق الشروط التي حددها الطرفان في مرحلة ما قبل صدور الايجاب مع الكود البرمجي الذي تمت صياغته بواسطة إحدى لغات البرمجة عالية المستوى، مثل Solidity، كما في شبكة الإيثريوم ، وبطبيعة الحال يجب أيضا أن يكون هو ذاته الذي تم تحويله إلى لغة الآلة أو الكود الثنائي Binary code ثم تم رفعه إلى شبكة البلوك تشين، وبدون ذلك لا نستطيع القول بأن هناك إيجاب قد تكون. وإذا تمت عملية صياغة الإيجاب وتحويله إلى الكود البرمجي من جانب الموجب بمفرده فإنه يجب أن يُخطر الموجب له به، بصورة واضحة وبطريقة معقولة؛ وإلا فليس هناك إيجاب قد تكون أيضا. ويجب أن يتوافر في الإيجاب عناصر

الإيجاب المعروفة وفقا للقواعد العامة، أي يجب أن يكون جازما يعكس النية الباتة في التعاقد كما يجب أن يكون محددا وكاملا يتضمن العناصر الأساسية للعقد؛ وإلا عُد مجرد دعوة إلى التعاقد invitation to treat لا تصلح للتنفيذ على البلوك تشين، حتى لو وافق عليها الطرف الآخر، ويحتاج الطرفان هنا إلى صياغة كود عقدي جديد ونشره على البلوك تشين.

11- العملة الرقمية المشفرة cryptocurrency هي عملة لا مركزية يتم تعدينها داخل شبكة البلوك تشين ولا تصدر عن أية دولة ولا تخضع لرقابة البنوك المركزية داخل الدولة ولا أية جهة مركزية أخرى، ومن أشهر العملات المشفرة عملة البيتكوين Bitcoin. ويرتبط العقد الذكي بالعملات المشفرة من ناحيتين فهي وسيلة الدفع والتسوية في العقد الذكي، كما أن رسوم العقد على منصة البلوك تشين يجرى دفعها بواسطتها. ويؤثر ذلك على وجود العقد في الدول التي تحظر أو لا تعترف بالعملات الرقمية المشفرة، مثال ذلك مصر؛ حيث إن تداول العملات الأجنبية يخضع لنصوص آمره تتعلق بالنظام العام؛ وهذا يعني أن العقد الذكي يعد عقدا باطلا في هذه الدول، إلا إذا اعترف القضاء أو السلطة التنفيذية المختصة بالعملات الرقمية المشفرة كسلع، كما حدث في الصين من قبل محكمة مدينة هانغتشو للإنترنت في 18 يوليو 2019، وكذلك في إندونيسيا؛ حيث أصدرت هيئة الرقابة على العقود الآجلة بوزارة التجارة، اللائحة رقم 5 لسنة 2019م والتي نظمت من خلالها عمليات تداول العملات الرقمية وتضمنت الاعتراف الرسمي بها كسلع افتراضية Virtual currency. ويمكن تصميم نماذج من العقود الذكية يكون أداء المقابل فيها عن طريق العملات الرقمية الوطنية في المستقبل، لا سيما وأن صندوق النقد الدولي قد طالب البنوك المركزية للدول بضرورة اتجاهها لإصدار عملات رقمية. وقد يحسم المشرع الجدل ويعترف بالعقود الذكية التي تتكون وتنفذ بواسطة البلوك تشين، ويمنحها ذات القيمة القانونية للعقود التقليدية، وهنا تنقضي إشكالية الدفع بالعملة الرقمية وتأثيرها على وجود العقد الذكي.

12- يصدر القبول من الموجب له offeree عندما يعبر عن موافقته على الايجاب عن طريق توقيع العقد بواسطة مفتاح التشفير الخاص المتعلق به cryptographic private key.

13- يحل برنامج أو نظام العقد الذكي على البلوك تشين محل الموجب في العلم بصدور القبول من الموجب له؛ وهذا يعني أنه ليس هناك فاصل زمني بين صدور القبول وعلم الموجب به، وبالتالي فإن التعاقد الذكي عبر البلوك تشين يعد تعاقدا بين حاضرين، من حيث الزمان؛ وبناء عليه يتكون العقد منذ لحظة صدور القبول.

14- يعد التعاقد الذكي بواسطة البلوك تشين تعاقدا بين غائبين من حيث المكان، لأن الموجب والموجب له في جهتين مختلفتين، وبالتالي ينطبق هنا قواعد التعاقد بين غائبين فيما يتعلق بتحديد مكان انعقاد العقد، وهذا

يعني أن مكان انعقاد العقد الذكي هو المكان الذي يوجد فيه الموجب لحظة صـــدور القبول إلا اذ تم الاتفاق على غير ذلك أو أن هناك نص قانوني مخالف.

15- ليس هناك طريقة على منصـات البلوك تشـين، مثال ذلك الإيثريوم ، للتحقق من أهلية المسـتخدم والتأكد من حقيقتها، بحيث لا يتمكن القاصر أو ناقص الأهلية عموما أو حتى عديم الأهلية من فتح حساب عليها. وهناك بعض الدول كالصـــين أصـــدرت قواعد تفرض على مقدم خدمات البلوك تشـــين التزام بالتحقق من هوية المستخدمين على المنصة.

ثانيا: التوصيات

1- نوصـي المشرع بأن يقوم بالتنظيم القانوني الشـامل لتقنية البلوك تشين مُراعيا جوانبها المختلفة وخصـوصـياتها كنظام لا مركزي موزع.

2- نوصي البنك المركزي بإصدار عملة وطنية رقمية تستخدم في الدفع والتسوية عند إجراء المعاملات عبر تقنية البلوك تشين بما في ذلك العقود الذكية كأبرز صور المعاملات التي تجرى من خلالها.

3- نوصـي الحكومة بإنشـاء شـبكة بلوك تشـين حكومية تكون ركيزة الحكومة الالكترونية التي تسـعى كافة الدول لتطبيقها الآن، من أجل إجراء الأعمال الحكومية رقميا.

4- نوصـي الحكومة بدعم المشـاريع المختلفة في مجال اقتصـاد المعرفة Knowledge economy، والتي تقوم على رأس المال الفكري وتتخذ من وســائل تكنولوجيا المعلومات أســاســا لها في تحقيق أهدافها، لا ســيما المشاريع المبنية على تكنولوجيا البلوك تشين، للاستفادة من خصائص الأخيرة في عملية التحول الرقمي.

ثالثا: الدراسات المستقبلية

1- تناولنا في هذا البحث عملية إبرام العقود الذكية فقط ونقترح أن تكون هناك دراسـة مسـتقلة تتناول الإشـكاليات المرتبطة بمرحلة تنفيذ العقود الذكية أيضا.

2- نقترح أيضا أن تخصص دراسة لبحث المسئولية المدنية الناشئة عن الإخلال بالعقد الذكي.

3- وضــحنا أن البلوك تشــين قد تعتمد أثناء تنفيذ العقد الذكي على مصــدر خارجي أو ما يطلق عليه الأوراكل Oracle ونقترح أن يتم بحث الالتزامات التي يتحملها والمسئولية الناشئة عن الاخلال بها.

4- وضحنا أيضا أن عملية التحقق من هوية الأطراف التعاقدية وكذلك صحة الشروط التعاقدية ومشروعيتها تقع على عاتق أعضــاء الشــبكة ونقترح أن يكون هناك دراســة مســتقلة عن عملية التحقق Validation داخل

البلوك تشين والمسئولية التي قد تنشأ عنها.

5- نقترح أيضا دراسة موضوع التنظيم القانوني لترميز الأصول رقميا "Tokenization"؛ وتعني هذه العملية تمثيل مختلف الأصول التي لها قيمة في الشكل رقمي؛ بحيث يكون لدينا أصل رقمي لها أو توكن "Token" نستطيع بعد ذلك إدارتها أو حتى تداولها أو نقلها للغير، من خلال الشبكات اللامركزية الموزعة وعلى وجه الخصوص البلوك تشين.

قائمة المراجع

أولا: المراجع باللغة العربية

- أبو زيد، محمد محمد. "المفاوضات في الإطار التعاقدي: صورها وأحكامها". *مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، كلية الحقوق جامعة عين شمس*، 47، عدد 77 (2011): 105-192.
- الأهواني، حسام الدين كامل. *النظرية العامة للالتزام الجزء الأول مصادر الالتزام*. دون ناشر، 1992.
- ---. المفاوضات في الفترة قبل التعاقدية ومراحل إعداد العقد الدولي، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، كلية الحقوق جامعة عين شمس، عدد 2 (1996): 393-434.
- البلوشي، أحمد خالد. "مقدمة عن العقود الذكية". ندوة البركة التاسعة والثلاثون للاقتصاد الإسلامي، 13-14 جدة (مايو 2019م): 167-178.
- الدهان، عقيل فاضل حمد ومنقذ عبد الرضا الفردان. الإطار القانوني لعقد التفاوض الالكتروني. *مجلة أهل البيت عليهم السلام*، عدد 8 (يوليو 2009): 54-72.
- الربابعة، أحمد حسن. " الرؤية المقاصدية للعقود الذكية". *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي (2019): 7-45.
- السنهوري، عبدالرزاق أحمد. *الوسيط في شرح القانون المدني، الجزء الأول، نظرية الالتزام بوجه عام، مصادر الالتزام*. بيروت، لبنان: دار إحياء التراث العربي، 1952.
- الصدة، عبدالمعنم فرج. *مصادر الالتزام*. القاهرة: دار النهضة العربية، 1986.
- الطالب، غسان سالم . "العملات الرقمية وعلاقتها بالعقود الذكية". *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي (2019): 7-55.
- المهداوي، على أحمد وإسماعيل كاظم العساوي. "أبعاد العملة الافتراضية"، *المؤتمر الدولي الخامس عشر لكلية الشريعة والدراسات الإسلامية بجامعة الشارقة: العملات الافتراضية في الميزان*، 16، 17 إبريل 2019م، الشارقة، الامارات العربية المتحدة، 519-530.
- المومني، إنصاف أيوب. " العقود الذكية: مفهومها، ومميّزاتها، وأركانها". *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي (2019): 7-44.
- بن صغير، مراد. " الإطار القانوني لتداول العملات الرقمية". *المؤتمر الدولي الخامس عشر لكلية الشريعة والدراسات الإسلامية بجامعة*

الشارقة: العملات الافتراضية في الميزان، 16، 17 إبريل 2019م، الشارقة، الامارات العربية المتحدة، 565-588.

- بن طرية، معمر. "العقود الذكية المدمجة في <<البلوك تشين >>: أي تحديات لمنظومة العقد حاليا؟". *مجلة كلية القانون الكويتية العالمية، ملحق خاص*، عدد 4، الجزء الأول (مايو 2019): 473-506.
- بني عامر، زاهرة و آلاء تحسين. "استكشاف تقنية البلوكشن وتطبيقاتها في المالية الإسلامية". *مؤتمر تقنية البلوكشين وثورة الابتكارات في منظمات الأعمال، مركز تمكين للتنمية الإدارية والفنية*، البحر الميت، الأردن، 20، 2019/3/21م. 1-19.
- تناغو، سمير عبد السيد. *مصادر الالتزام: العقد، الإرادة المنفردة، العمل غير المشروع، الإثراء بلاسبب القانون، مصدران جديدان للالتزام: الحكم القضائي، القرار الإداري*. الاسكندرية: مكتبة الوفاء القانونية، ط 1، 2009.
- حسب الله، سيد وأحمد محمد الشامي. *الموسوعة العربية لمصطلحات علوم المكتبات والمعلومات والحاسبات، المجلد الثاني*. القاهرة: المكتبة الأكاديمية، 2001.
- حسين، محمد عبدالظاهر. "الجوانب القانونية للمرحلة السابقة على التعاقد". *مجلة كلية الحقوق جامعة الكويت* 22، عدد 2 (1998): 727-782.
- سانو، قطب مصطفى. " العقود الذكيَّة في ضوء الأصول والمقاصد والمآلات رؤية تحليليَّة"، مؤتمر مجمع الفقه الاسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون، دبي(2019): 7-45
- عبدالرحمن، حمدي. *الوسيط في النظرية العامة للالتزامات: المصادر الإرادية*. القاهرة: دار النهضة العربية، 1999.
- عبدالعال، محمد حسين. *التنظيم الاتفاقي للمفاوضات العقدية دراسة تحليلية مقارنة*. القاهرة: دار النهضة العربية، 1998.
- عمر الجُميلي،" العُقودُ الذكِيةُ "Smart Contracts" واقِعُهَا وعِلاقَتُهَا بالعُمُلاتِ الافتِراضِيَة"، *مؤتمر مجمع الفقه الاسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي (2019): 7-81
- عيسى، هيثم السيد أحمد. *الالتزام بالتفسير قبل التعاقد من خلال أنظمة الذكاء الاصطناعي*. القاهرة: دار النهضة العربية، 2018.
- فداد، العياشي الصادق. "العقود الذكية". *مؤتمر مجمع الفقه الإسلامي الدولي، الدورة الرابعة والعشرون*، دبي (2019) 7-55.
- لطفي، محمد حسام. *المسئولية المدنية في مرحلة التفاوض: دراسة مقارنة في القانونين المصري والفرنسي* القاهرة: دار النهضة العربية، 1995.
- لاغارد، كريستين. *"رياح التغيير: ضرورة وجود عملة رقمية جديدة"*. متاح من خلال هذا الرابط: https://www.imf.org/ar/News/Articles/2018/11/13/sp111418-winds-of-change-the-case-for-new-digital-currency. (17/12/2019)
- مجاهد، أسامة أبو الحسن. *الوسيط في قانون المعاملات الالكترونية*. القاهرة: دار النهضة العربية، 2007.
- مرقس، سليمان. *الوافي في شرح القانون المدني: نظرية العقد والإرادة المنفردة، الجزء الثاني، المجلد الأول* القاهرة: مكتبة شتات مصر، 1987.

ثانيا: المراجع باللغة الإنجليزية

- Abdolmaleki, Behzad. "A Survey on Blockchain Consensus Algorithms".(2018): 1-11.https://courses.cs.ut.ee/MTAT.07.022/2018_fall/uploads/Main/behzad-report-f18-19.pdf. (1/11/2019).
- Ajao, Lukman Adewale, OrcID,James Agajo ,Emmanuel Adewale Adedokun, OrcID and Loveth

Karngong. "Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry." *J Multidisciplinary scientific journal 2*, no. 3(August 2019): 300-325.https://doi.org/10.3390/j2030021.(2/9/2019).

- Andesta, Erfan, Fathiyeh Faghih, and Mahdi Fooladgar. "Testing Smart Contracts Gets Smarter". *arXiv:1912.04780*, (2019): 1-9 .https://arxiv.org/abs/1912.04780. (13/12/2019).
- Andoni, Merlinda, Valentin Robu, David Flynn, Simone Abram, Dale Geach, David Jenkins, Peter McCallum and Andrew Peacock . "Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities", Renewable and sustainable energy reviews 100(2019): 143-174.https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014. 3/6/2019.
- Baliga, Arati, *Understanding Blockchain Consensus Models* . Pune, India: Persistent SystemsLtd,2017.https://pdfs.semanticscholar.org/da8a/37b10bc1521a4d3de925d7ebc44bb606d740.pdf. (1/11/2019).
- Berentsen, Aleksander and Fabian Schär. "A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies". Federal Reserve Bank of St. Louis Review 100, no.1 (2018). 1-16.https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/publications/review/2018/01/10/a-short-introduction-to-the-world-of-cryptocurrencies.pdf. (15/12/2019).
- Berryhill, Jamie, Théo Bourgery and Angela Hanson. "Blockchains Unchained: Blockchain Technology and its Use in the Public Sector". *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 28, OECD Publishing, Paris. 1-53.http://dx.doi.org/10.1787/3c32c429-en. (2/9/2019).
- Blokian. "Resolving the Tensions between Smart Contracts and Canadian Contract Law". (August 19, 2018): 1-24. https://blokian.com/wp-content/uploads/2018/08/Blokian-Resolving-the-Tensions-between-Smart-Contracts-and-Canadian-Contract-Law.pdf. (20/12/2019).
- Bodganov, Alexander, A.B. Degtyarev, V.V. Korkhov, M. Kamande, O.O. Iakushkin and V. Khvatov. "ABOUT SOME OF THE BLOCKCHAIN PROBLEMS". *Proceedings of the VIII International Conference "Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education*. (GRID 2018), Dubna, Moscow region, Russia, (September 10 - 14, 2018): 228-232.http://ceur-ws.org/Vol-2267/228-232-paper-42.pdf.(1/11/2019).
- Boucher, Philip, Susana Nascimento and Mihalis Kritikos. *How the blockchain technology could change our lives* .Brussels: Science and Technology Options Assessment, European parliament,EU2017.https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf. (1/11/2019).
- Bruyn, A.Shanti. *Blockchain an introduction*. Amsterdam, Netherlands: University Amsterdam, 2017.
- Bryson, Dave, Dave Penny, David C.Goldenberg and Gloria Serrao, *Blockchain Technology for Government*. Massachusetts, US: The Mitre corporation, 2018.https://www.mitre.org/sites/default/files/publications/blockchain-technology-for-government-18-1069.pdf. (1/10/2019).
- Buchanan, Kelly. "Regulatory Approaches to Cryptoassets: Indonesia".(April, 2019). https://www.loc.gov/law/help/cryptoassets/indonesia.php. (15/12/2019).
- Buterin, Vitalik. "DAOs, DACs, DAs and More: An Incomplete Terminology Guide". ethereum Blog (May 6, 2014). https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide/. (1/12/2019).
- Buterin, Vitalik. " On Public and Private Blockchains". *Ethereum Blog* (August 6, 2015).https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/. 3/6/2019.
- Catchlove, Paul. "Smart Contracts: A New Era of Contract Use". (December 1, 2017). 1-24. Available at

SSRN: https://ssrn.com/abstract=3090226. (15/12/2019).

- Chamber of Digital Commerce. *smart contract alliance, SMART CONTRACTS: Is the Law Ready?* .Washington, US: Chamber of Digital Commerce, 2018.https://digitalchamber.org/smart-contracts-whitepaper/. (5/12/2019).
- Changa, Soonpeel Edgar. "Legal Status of Cryptocurrency in Indonesia and Legal Analysis of the Business Activities in Terms of Cryptocurrency". *Brawijaya Law Journal* 6, No. 1 (2019): 76-93.https://lawjournal.ub.ac.id/index.php/law/article/download/189/pdf. (15/12/2019).
- Chauhan, Harsh. "Court Declares Bitcoin Legal in China as a 'Virtual Property'". *CNN* (July 19, 2019).https://www.ccn.com/court-declares-bitcoin-legal-in-china-as-a-virtual-property/. (15/12/2019).
- Chen, Ting et al, DataEther: Data Exploration Framework For Ethereum,". *2019 IEEE 39th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, Dallas, TX, USA, 2019, 1369-1380. 10.1109/ICDCS.2019.00137 .(13/12/2019).
- CHRISTIDIS, KONSTANTINOS AND MICHAEL DEVETSIKIOTIS. "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things".*IEEE Access* 4(2016): 2292 - 2303.10.1109/ACCESS.2016.2566339.(12/12/2019).
- CHUDINOVSKIKH, MARINA. "CRYPTOCURRENCY REGULATION IN THE BRICS COUNTRIES AND THE EURASIAN ECONOMIC UNION". *BRICS LAW JOURNAL* Volume VI no.1(2019): 63-81.https://www.bricslawjournal.com/jour/article/view/212. (17/12/2019).
- Clack, Christopher. "Smart Contract Templates: legal semantics and code validation". *Journal of Digital Banking* 2, No.4 (2018): 338-352.http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/C.Clack/research/JDigitalBanking-Clack-AuthorPreprint.pdf. (13/12/2019).
- Cong, Lin William, Zhiguo He. "Blockchain Disruption and Smart Contracts". *The Review of Financial Studies* 32, no.5(2019): 1754-1767.https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007.(5/12/2009).
- Cram-Martos, Virginia and Triangularity SàRL. "White Paper on Blockchain and Trade Facilitation". United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT),(2018):1-12.https://unctad.org/meetings/en/Presentation/dtl_eWeek2018p70_VirginiaCram-Martos_en.pdf. (13/12/2019).
- Crosby, Michael, Nachiappan, Pradhan pattanayak, Sanjeev Verma and Vignesh Kalyanaraman. "BlockChain Technology Beyond Bitcoin". *University of California, Berkeley, Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology Technical*(October 16, 2015): 1-35. https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf. (2/6/2019).
- Dannen, Chris. Introducing Ethereum and Solidity. New York, US: Apress Media LLC, 2017.
- Debus, Julian. *consensus methods in blockchain system*. Frankfurt, Germany: Frankfurt school of finance, Blockchain center, 2017.http://explore-ip.com/2017_Consensus-Methods-in-Blockchain-Systems.pdf.(1/11/2019).
- Dragonchain." What Different Types of Blockchains are There?". *Dragonchain Blog* (April 18, 2019). https://dragonchain.com/blog/differences-between-public-private-blockchains. (3/6/2019) .
- DUROVIC, Mateja and André JANSSEN. "The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law". *European Review of Private Law*, no.6 (2019):753-777.https://pdfs.semanticscholar.org/d2b8/aedf3ceae1f244f3578fc05c78d3a55996a0.pdf. (15/12/2019).
- Durovic, Mateja and Andre Janssen. "The Formation of Smart Contracts and Beyond: Shaking the Fundamentals of Contract Law?" (2018): 1-27.https://www.researchgate.net/publication/327732779_The_Formation_of_Smart_Contracts_and_Beyond_Shaking_the_Fundamentals_of_Contract_Law. (15/12/2019).

- Elisa, Noe, Longzhi Yang, Fei Chao and Yi Cao. "A framework of blockchain-based secure and privacy-preserving E-government system". Wireless Networks (2018): 1-11. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11276-018-1883-0.pdf. (1/11/2019)
- Ellervee, Andreas. Raimundas Matulevi˘cius and Nicolas Mayer. " A Comprehensive Reference Model for Blockchain-based Distributed Ledger Technology". *Proceedings of the ER Forum 2017 ER 2017 Demo Track, Nov. 6th-9th, 2017, Valencia Spain*, 1-14. http://ceur-ws.org/Vol-1979/paper-09.pdf.3/6/2019.
- Ethereum. "Introduction to Smart Contracts". (2019).https://solidity.readthedocs.io/en/v0.6.1/introduction-to-smart-contracts.html .(13/12/2019).
- European Bank for Reconstruction and Development (EBRD*), Smart contracts: Legal framework and proposed guidelines for lawmakers.* London, UK: EBRD, 2018.
- Forrester, Paul and Matthew Bisanz. "Virtual Currencies as Commodities?". *Harvard Law School Forum on Corporate Governance*, (December 3, 2018).https://corpgov.law.harvard.edu/2018/12/03/virtual-currencies-as-commodities/. (16/12/2019).
- Gabriel Olivier and Benjamin Jaccard, "Smart Contracts and the Role of Law", *Jusletter IT* 23.(November,2017):1-52.https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID3099885_code2481882.pdf?abstractid=3099885&mirid=1. (20/12/2019).
- Galen, Doug, ASSET ABDUALIYEV, WILLIAM CHONG, SNEHA IYER, ROSANNA KIM JAY MA, DARSH MANN, ELANI OWEN, JUNHYUNG (EDWARD) PARK, GAILYN PORTELANCE, OLIVIA SEIDEMAN, NATALYA THAKUR and UNIVERSITY OF OREGON BLOCKCHAIN CLUB. *Blockchain for social impact moving beyond the hype*. California, US: Stanford Graduate school of business, 2019.https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-blockchain-impact-moving-beyond-hype.pdf. (1/10/2019).
- Garrick Hileman and Michel Rauchs. *GLOBAL BLOCKCHAIN BENCHMARKING STUDY*. Cambridge, Engalnd: University od Cambridge, Judge business school, Center for alternative finance, 2017.https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-global-blockchain-benchmarking-study-2017/$FILE/ey-global-blockchain-benchmarking-study-2017.pdf. 2//6/2019 .
- Gogo, Jeffrey. "China Announces New Regulations for Blockchain Companies to 'Promote Healthy Development'". (Jan 10, 2019). https://news.bitcoin.com/china-announces-new-regulations-for-blockchain-companies-to-promote-healthy-development/. (20/12/2019).
- Gucchiarato, Giovanni and Giacomo Bocale. " Blockchain and the financial industry". in *Essentials of blockchain technology*, ed. Elisa Bertino, Kuan-Ching Li, Xiaofeng Chen, Hai Jiang. Florida, USA: CRC Press, 2019.
- GUEGAN, Dominique. "Public Blockchain versus Private blockhain". Maison des Sciences Économiques. *University Paris1 Panthéon-Sorbonne* (2017):1-6 .https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01524440/document. 2/6/2019.
- Hays, Demelza Kelso and Mark J. Valek. "crypto report research". *Incrementum AG*(2018): 1-55.https://cryptoresearch.report/wp-content/uploads/2018/06/Crypto-Research-Report-June-2018-1.pdf.(1/11/2019).
- Herweijer, Celine, Dominic Waughray and Sheila Warren. *Building Block(chain)s for a Better planet*. Geneva, Switzerland, World Economic Forum, 2018.https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf. (1/10/2019).
- Heutger, Matthias and Markus Kückelhaus. *BLOCKCHAIN IN LOGISTICS Perspectives on the upcoming*

impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry.Troisdorf, Germany: DHL Customer Solutions & Innovation, 2018.https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf. (1/11/2019).

- Hoogenberk, Tim. *Saving Forests with Smart Contracts Implementing the REDD+ mechanism under the Paris Agreement with blockchain-enabled smart contracts*. Master thesis Law & Technology, Tilburg University, Netherlands, 2018.https://www.milieurecht.nl/bestanden/saving-forests-with-smart-contracts-tim-hoogenberk.pdf.(12/12/2019).
- Houben, Robby and Alexander Snyers, Cryptocurrencies and blockchain. Brussels, Belgium: European parliament's special committee on financial crimes, European Union,2018.http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/150761/TAX3%20Study%20on%20cryptocurrencies%20and%20blockchain.pdf. (1/10/2019).
- HOUBEN, Robby, Alexander SNYERS. *Cryptocurrencies and blockchain Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion*. Brussels, Belgium:Europeanparliament,2018.http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/150761/TAX3%20Study%20on%20cryptocurrencies%20and%20blockchain.pdf. (15/12/2019).
- Houman B. Shadab, "Regulating Bitcoin and Block Chain Derivatives", *Written statement to the Commodity Futures Trading Commission Global Markets Advisory Committee*,(October 9, 2014): 1-22.https://cftc.gov/sites/default/files/idc/groups/public/@aboutcftc/documents/file/gmac_100914_bitcoin.pdf. (15/12/2019).
- IBRAHIM, AMERA. " Does blockchain mean higher transparency in the financial sector?". *Revista de Contabilidad y Dirección* 27(2018): 71-82 .https://accid.org/wp-content/uploads/2019/04/Does_Blockchain_mean_higher_transparency_in_the_financial_sectorlogo.pdf.(2/9/2019).
- James, William H.Sorrell and Susan L.Donegan. " Blockchain technology : opportunities and risks". *The Office of the Vermont Secretary of State, the Department of Financial Regulation, and the Office of the Attorney General*, Vermont state, US (January 15, 2 0 1 6): 1-35.https://legislature.vermont.gov/assets/Legislative-Reports/blockchain-technology-report-final.pdf. (2/9/2019).
- Johansson, Andreas. *The Enforceability of Clickwrap Agreements Study of United States of America Contract Law and a Survey of the Practices of Software Companies* .(Sweden:UmeåUniversity,2014.http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:807840/FULLTEXT01.pdf.(12/12/2019).
- Justin, Uchechukwu. *Overview of Blockchain Technology Cryptographic Security*. Master of Science Thesis, UNIVERSITY OF TURKU, Department of Mathematics and Statistics.2019.https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147081/Nwachukwu_Uchechukwu_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y.(1/12/2019).
- Kalra, Sukrit, Mohan Dhawan, Seep Goel and Subodh Sharma. "ZEUS: Analyzing Safety of Smart Contracts". *NDSS* (2018): 1-15.http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~joel.reardon/blockchain/readings/ndss2018_09-1_Kalra_paper.pdf.(13-12-2019)
- Kamantauskas, Povilas. "FORMATION OF CLICK-WRAP AND BROWSEWRAP CONTRACTS". *Teisės apžvalga Law review* 12, No. 1 (2015): 51-88.https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/30761/1/2029-4239_2015_N_1_12.PG_51-88.pdf.

(12/12/2019).

- Katsiaryna Ulyanava, "Legal Regulation of the Crypto-Currency Taxation", Open Journal for Legal Studies 1, no.1 (2018): 1-8. https://www.researchgate.net/publication/327810147_Legal_Regulation_of_the_Crypto-Currency_Taxation/fulltext/5ba59627a6fdccd3cb69e2ae/Legal-Regulation-of-the-Crypto-Currency-Taxation.pdf.(17/12/2019).
- Kibet, Alex and Simon Maina Karume. "A synopsis of blockchain technology". *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)* 7, no.11(2018): 789-795. http://ijarcet.org/wp-content/uploads/IJARCET-VOL-7-ISSUE-11-789-795.pdf. 1/6/2019 .
- Kleine, Darren. "Bitcoin Declared Legal Commodity In Chinese Court". (Jul. 18, 2019).https://cryptobriefing.com/bitcoin-declared-legal-commodity-in-chinese-court/. (16/12/2019).
- LAMPORT, LESLIE, ROBERT SHOSTAK, and MARSHALL PEASE. "The byzantine generals problem". *ACM Trans. Program. Lang. Syst. (TOPLAS)* 4,no 3 (1982): 382-401.https://people.eecs.berkeley.edu/~luca/cs174/byzantine.pdf. (1/11/2019).
- Lauslahti, Kristian, Mattila, Juri & Seppälä, Timo. "Smart Contracts – How will Blockchain Technology Affect Contractual Practices?". *ETLA Reports* No 68.(2017).1-27. https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-68.pdf. (1/12/2019).
- Lewis, Antony. *understanding blockchain technology and what it means for your business*. Singapore: DBS Group research, DBS bank, 2016.
- Loi Luu, Duc-Hiep Chu, Hrishi Olickel, Prateek Saxena and Aquinas Hobor. "Making Smart Contracts Smarter". *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, held in Vienna, Austria, on October 24-28, 2016, 254–269.https://doi.org/10.1145/2976749.2978309. (13/12/2019).
- Madir, Jelena. "smart contract". in *law and regulation: Fin tech*, ed. Jelena Madir .UK: Edward Elgar Publishing, 2019.
- ---. "Smart Contracts: (How) Do They Fit Under Existing Legal Frameworks?"1-18. (December 14, 2018), 7. Available at SSRN:https://ssrn.com/abstract=3301463. (15/12/2019).
- Maher Alharby and Aad van Moorsel "Blockchain based smart contracts a systematic mapping study", *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, (2017): 125-140.https://arxiv.org/abs/1710.06372v1. (1/12/2019).
- Makridakis, Spyros and Klitos Christodoulou. " Blockchain: Current Challenges and Future Prospects/Applications*". Future Internet review*, 11, 258 (2019): 1-16.https://www.mdpi.com/1999-5903/11/12/258/pdf. (13/12/2019).
- Michelle Garcia, "Browsewrap: A Unique Solution to the Slippery Slope of the Clickwrap Conundrum", Campbell L. Rev 36, no.1 (2013): 31-74.https://scholarship.law.campbell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1573&context=clr. (12/12/2019).
- MIK, Eliza."Smart contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity". *Law, Innovation and Technology*. 9, no.2 (2017): 269-300 https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468 or https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3038406.(5/12/2019).
- Miriam Denis Le Sève, Nathaniel Mason and Darius Nassir. *Delivering blockchain's potential for environmental sustainability*. London, UK: Overseas Development Institute, ODI, 2018. https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/resource-documents/12439.pdf. 2/6/2019.
- Mohanta, Bhabendu Kumar, Soumyashree S Panda and Debasish Jena."An Overview of Smart Contract and Use Cases in Blockchain Technology." *2018 9th International Conference on Computing,*

Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Bangalore, (2018): 1-4. 10.1109/ICCCNT.2018.8494045.(12/12/2019).

- Mosakheil, Jamal Hayat, *Security Threats Classification in Blockchains*. Minnesota, US: a Paper Submitted to the Graduate Faculty of St. Cloud State University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in Information Assurance,May,2018.https://pdfs.semanticscholar.org/91bb/bb31101cbc2e803726d7210b4100f7b09ac5.pdf. (20/12/2019).
- Nakamoto, Satoshi. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". (2008): 1-9.https://bitcoin.org/bitcoin.pdf . (1/11/2019).
- NGUYEN, CONG, DINH THAI HOANG, DIEP N. NGUYEN, HUYNH TUONG NGUYEN AND ERYK DUTKIEWICZ. "Proof-of-Stake Consensus Mechanisms for Future Blockchain Networks: Fundamentals, Applications and Opportunities". *IEEE Access* 7(2019):85727-85745 .https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8746079.(1/11/201
- Nishith Desai associates. *Industry application and legal perspectives*. Germany: Nishith Desai associates, 2018.
- Olsen, Petter, Melania Borit and Shaheen Syed. *Applications, limitations, costs, and benefits related to the use of blockchain technology in the food industry*. Tromsø, Norway:Nofima,2019),.https://nofimaas.sharepoint.com/sites/public/Cristin/Rapport%20042019.pdf?cid=ca026d5b-37c1-4c8f-ac64-e91ffa609045. 3/6/2019 .
- O'Shields, Reggie. "Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain". *NORTH CAROLINA BANKING INSTITUTE* 21, no.1(2017): 177-194.http://scholarship.law.unc.edu/ncbi/vol21/iss1/11. (5/12/2019).
- Pongnumkul, Suporn, Chaiyaphum Siripanpornchana and Suttipong Thajchayapong, " Performance Analysis of Private Blockchain Platforms in Varying Workloads", 2017 26th International Conference on Computer Comhgfg,; jadk munication and Networks (ICCCN), Vancouver, BC, Canada, 31 July-3 Aug. 2017, IEEE (2017): 3. 10.1109/ICCCN.2017.8038517. 3/6/2019.
- Putha, Deepak, Nisha Malik, Saraju P.Mohanty, Elias Kougianos and Gautam Das. "Everything You Wanted to Know About the Blockchain: Its Promise, Components, Processes, and Problems". *IEEE Consumer Electronics Magazine* 7, no.4(2018): 6-14 .1109/MCE.2018.2816299. 3/6/2019.
- R Nair, Greeshma and Shoney Sebastian. "BlockChain Technology Centralized Ledger to Distributed Ledger". I*nternational Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 4, no.3(2017): 2823-2827.https://pdfs.semanticscholar.org/0186/ff3f0741c44f4d5266a6145fec6f7583137f.pdf. 1/9/2019 .
- Raskin, Max, "THE LAW AND LEGALITY OF SMART CONTRACTS", GEORGETOWN LAW TECHNOLOGY REVIEW, VOL 1:2, (2017): 305-341.https://georgetownlawtechreview.org/wp-content/uploads/2017/05/Raskin-1-GEO.-L.-TECH.-REV.-305-.pdf (15/12/2019).
- Ren, Yongjun, Yan leng, Fujian Zhu, Jin Wang and Hye-Jin Kim. "Data Storage Mechanism Based on Blockchain with Privacy Protection in Wireless Body Area Network". *Sensors* 19, no.10 (May25, 2019): 1-16.https://doi.org/10.3390/s19102395. (1/9/2019).
- Sadiku, Matthew N. O., Kelechi G. Eze and Sarhan M. Musa. "Smart Contracts: A Primer". *Journal of Scientific and Engineering Research* 5, no.5(2018): 538-541.https://www.researchgate.net/publication/326752872_Smart_Contracts_A_Primer/link/5b919c3e92851c78c4f3d3d9/download.(12/12/2019).
- Saraph, Vikram and Maurice Herlihy. "An Empirical Study of Speculative Concurrency in Ethereum Smart Contracts". *arXiv:1901.01376v2*. (2019): 1-13. https://arxiv.org/pdf/1901.01376.pdf.

(15/12/2019).

- Sayeed, Sarwar and and Hector Marco-Gisbert. "Assessing Blockchain Consensus and Security Mechanisms against the 51% Attack". *Applied Sciences* 9 (2019): 1-17. https://www.mdpi.com/2076-3417/9/9/1788/pdf. (1/11/2019).
- Schüpfer, Florian, *Design and Implementation of a Smart Contract Application*. master thesis, University of Zurich Department of Informatics (IFI), Zurich, Switzerland, 2017.https://files.ifi.uzh.ch/stiller/Thesis-F-Schuepfer-final.pdf. (13/12/2019)
- Seibold, Sigrid and George samman. *consensus immutable agreement for the internet of value*. Amstelveen, Netherlands: KMPG LLP, 2016.https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/06/kpmg-blockchain-consensus-mechanism.pdf?aid=fndrabg_p?aid=fndrabg_p.(1/11/2019).
- Siim, Janno. "Proof-of-Stake". (2017):1-9.https://courses.cs.ut.ee/MTAT.07.022/2017_fall/uploads/Main/janno-report-f17.pdf. (1/11/2019).
- Sillaber, Christian and Bernhard Waltl."Life Cycle of Smart Contracts in Blockchain Ecosystems".*Datenschutz Datensich* 41(2017): 497-500.https://doi.org/10.1007/s11623-017-0819-7. (12/12/2019).
- Sultan, Karim, Umar Ruhi and Rubina Lakhani. " CONCEPTUALIZING BLOCKCHAINS: CHARACTERISTICS & APPLICATIONS". *11th IADIS International Conference Information Systems 2018, Lisbon, Portugal* (14 - 16 April 2018): 49-57.https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1806/1806.03693.pdf.(2/9/2019).
- Szabo, Nick. "Smart Contracts Glossary". (1995).https://nakamotoinstitute.org/smart-contracts-glossary/.(1/12/2019).
- ---. "Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets". available at: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html. (12/12/2019).
- ---. "Smart Contracts". (1994).http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html. (1/12/2019).
- Szczerbowski, Jakub. "Place of smart contracts in civil law. A few comments on form and interpretation*". Proceedings of the 12th Annual International Scientific Conference : New Trends 2017 : New Trends in Economics, Management, Marketing and Public Administration, (November 9, 2017), Private College of Economic Studies* Znojmo, Znojmo, Czech Republic, 333-338.https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID3095933_code1253486.pdf?abstractid=3095933&mirid=1. (20/12/2019).
- Tillemann, Tomicah, Allison Price, Glorianna Tillemann-Dick and Alex Knight, *The Blueprint for Blockchain and Social Innovation*. Washington, US: New America, 2019.
- Torres, Christof Ferreira and Mathis Steichen. "The Art of The Scam: Demystifying Honeypots in Ethereum Smart Contracts".*Proceedings of the 28th USENIX Security Symposium*. August 14–16, 2019, Santa Clara, CA, USA, 1591-1607.https://www.usenix.org/system/files/sec19-torres.pdf. (13/12/2019).
- TULSIDAS, TANASH UTAMCHANDANI. *smart contracts from a legal perspective* Spain: Universitat d'Alacant, 2018.https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/78007/1/Smart_Contracts_from_a_Legal_Perspective_Utamchandani_Tulsidas_Tanash.pdf. (5/12/2019).
- Viriyasitavata, Wattana Danupol Hoonsopon." Blockchain characteristics and consensus in modern business processes". *Journal of Industrial Information Integration* 13, (March, 2019): 32-

39.https://doi.org/10.1016/j.jii.2018.07.004. (1/9/2019).

- Warren, Sheila, Christoph Wolff and Nadia Hewett, *Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains: Part 1 – Introduction March*. Geneva: World Economic Forum, 2019.
- Wohrer, Maximilian and Uwe Zdun. "Smart contracts: security patterns in the ethereum ecosystem and solidity," *2018 International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering (IWBOSE)*, Campobasso, Italy, (2018): 2-8.http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8327565&isnumber=8327539. (15/12/2019).
- Wöhrer, Maximilian and Uwe Zdun. "Design Patterns for Smart Contracts in the Ethereum Ecosystem".*2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, 30 July-3 Aug. 2018, Halifax, NS, Canada,1513-1520.10.1109/Cybermatics_2018.2018.00255. (13/12/2019).
- Wright, Aaron and Primavera De Filippi."Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia". *SSRN* (March 10, 2015): 1-58.https://ssrn.com/abstract=2580664. 2/6/2019.
- Wuehler, Michael, Joseph J. Bambara, Paul R. Allen, Kedar Iyer, Rene Madsen and Solomon Lederer *Blockchain: A Practical Guide to Developing Business, Law, and Technology Solutions*. New York, US: McGraw Hill Professional, 2018.
- Yaga, Dylan, Peter Mell, Nik Roby and Karen Scarfone. "Blockchain Technology Overview". *National Institute of Standards and Technology, U.S . department of commerce* (October 2018): 1-57.https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2018/NIST.IR.8202.pdf. (1/9/2019).
- Zammit Andrew. "A blockchain reaction". *the legal 500 & the in-house lawyer*.https://www.gvzh.com.mt/maltapublications/blockchain-reaction. (30/12/2019).
- Zubaydi, Haider Dhia, Yung-Wey Chong, Kwangman Ko, Sabri M. Hanshi and Shankar Karuppayah . "A Review on the role of blockchain technology in healthcare domain", Electronics 8 (2019): 1-29. https://www.mdpi.com/2079-9292/8/6/679/pdf. (1/10/2019).