مجلة العلوم الإنسانية العربية
المجلد (٥) العدد (١)
الإصدار الخامس عشر
٢٠٢٤ (٧٧-٥٦)

الطبيعة القانونية للعقود الذكية

د. يونس عقله مفلح المحاسنة
د. مصطفي خالد الرواشدة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

نشر إلكترونياً بتاريخ: ١٦ مارس ٢٠٢٤م

الملخص

ان الهدف من الدراسة هو استكشاف وتحليل الآثار القانونية وخصائص العقود الذكية وسعت الدراسة إلى فهم السمات المميزة للعقود الذكية ودراسة مدى توافقها مع الإطار القانوني القائم وتحديد التحديات القانونية وتوصلت الدراسة إلى أن العقود الذكية هي اتفاقيات ذاتية التنفيذ تعمل على منصات لا مركزية وتعتمد على الكود والأتمتة في التنفيذ حيث تمتلك هذه العقود ميزات فريدة مثل تقليل الاعتماد على الوسطاء والقدرة على تبسيط العمليات مما يميزها عن العقود التقليدية وبالرغم من ذلك فإن مواءمة الإطار القانوني مع خصائص العقود الذكية يطرح تحديات لا سيما فيما يتعلق بالتحقق وقابلية التنفيذ والاعتراف ولمواجهة هذه التحديات أوصت الدراسة بإجراء تعديلات وإجراءات تنظيمية لضمان الامتثال للمتطلبات القانونية الحالية وإجراءات حماية المستهلك كما واعتبرت المبادئ التوجيهية واللوائح الواضحة المصممة خصيصا للعقود الذكية ضرورية واضافة الي ذلك أكدت الدراسة على أهمية وجود آليات فعالة لتسوية المنازعات والبحث المستمر لمعالجة القضايا القانونية الناشئة في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: العقود الذكية، الإطار القانوني، الاعتراف القانوني، التوقيعات الرقمية

*** مقدمه**

الطبيعة القانونية للعقود الذكية هي مجال دراسة يستكشف التقاطع بين قانون العقود وتكنولوجيا Blockchain الناشئة حيث ان العقود الذكية هي اتفاقيات ذاتية التنفيذ ومكتوبة في التعليمات البرمجية ومخزنة على Blockchainو يتم تنفيذ هذه الاتفاقيات تلقائيا بناء على شروط وقواعد محددة مسبقا [2] ومن الناحية القانونية تثير العقود الذكية العديد من الأسئلة والتحديات المثيرة للاهتمام و أحد المخاوف الأساسية هو ما إذا كان ينبغي اعتبار العقود

الذكية اتفاقيات ملزمة قانونًا ففي حين ان قانون العقود التقليدي يتطلب وجود عناصر معينة مثال العرض والقبول والنظر والنية في إنشاء علاقات قانونية حتى يكون العقد قابلا للتنفيذ بينما تعمل العقود الذكية بطريقة فريدة من نوعها حيث تعتمد على كود الكمبيوتر والتنفيذ الآلي بدلا من الشكل الكتابي أو الشفهي التقليدي.[27]

حيث يختلف الاعتراف القانوني بالعقود الذكية وقابليتها للتنفيذ عبر الولايات القضائية فقد اتخذت بعض الأنظمة القانونية خطوات للاعتراف بالعقود الذكية باعتبارها اتفاقيات ملزمة قانونا بينما لا يزال البعض الآخر يتصارع مع هذا المفهوم لذا تعمل المحاكم والمشرعون على فهم الآثار المترتبة على العقود الذكية وتكييف الأطر القانونية الحالية لاستيعاب هذه التكنولوجيا الجديدة [3] كما ان أحد التحديات في تحديد الطبيعة القانونية للعقود الذكية هو ضمان امتثالها للقوانين واللوائح وتدابير حماية المستهلك الحالية فتلعب المخاوف المتعلقة بالخصوصية والأمن وحماية البيانات دورا هام حيث تتضمن العقود الذكية في الغالب تخزين ومعالجة المعلومات الشخصية أو الحساسة على Blockchain وهناك جانب آخر يجب مراعاته وهو احتمال حدوث نزاعات وصراعات قد تنشأ عن تنفيذ العقود الذكية ففي حين أن طبيعة التنفيذ الذاتي للعقود الذكية تهدف إلى تقليل الحاجة إلى الوسطاء وزيادة الكفاءة كما ان الطبيعة العالمية واللامركزية لتكنولوجيا Blockchain تثير تحديات قضائية حيث إن تحديد النظام القانوني الذي يتمتع بالسلطة على العقود الذكية وكيفية حل النزاعات عبر الحدود يمثل مشهدا قانونيا معقدا.[28]

*** مشكلة الدراسة**

لقد برزت العقود الذكية المدعومة بتقنية Blockchain كأداة واعدة لتنفيذ الاتفاقيات وأتمتتها وبالرغم من ذلك هناك عدم وضوح فيما يتعلق بالطبيعة القانونية للعقود الذكية ففي حين ان قانون العقود هو أحد الركائز الأساسية للأنظمة القانونية في جميع أنحاء العالم حيث يوفر الأساس للاتفاقيات القابلة للتنفيذ الا ان ظهور العقود الذكية يتحدى المبادئ القانونية الراسخة وعلي الرغم من ان للعقود الذكية فوائد محتملة مثل الكفاءة والشفافية فإن طبيعتها القانونية تواجه تدهورا وتحديات كبيرة لذا تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف الخصائص القانونية والآثار المترتبة على العقود الذكية مع التركيز على إمكانية تنفيذها والاعتراف بها ضمن الأطر القانونية القائم كما تسعي هذه الدراسة إلى تحليل التفاعل بين العقود الذكية وقانون العقود التقليدية ودراسة إمكانية تطبيق مبادئ تكوين العقود والأداء والإنفاذ على العقود الذكية.[28]

*** أهمية الدراسة**

*** الأهمية العلمية**

١- تعزيز الفهم القانوني: تساهم الدراسة في تطوير مجال قانون العقود من خلال تقديم تحليل شامل للطبيعة القانونية للعقود الذكية كما ويقدم نظرة ثاقبة حول كيفية تطبيق المبادئ القانونية التقليدية على هذه التكنولوجيا الناشئة وتعزيز فهم أفضل للآثار القانونية والتحديات التي تطرحها العقود الذكية.

٢- سد الفجوة بين القانون والتكنولوجيا: من خلال دراسة الإطار القانوني للعقود الذكية تساعد الورقة البحثية على سد الفجوة بين المجالين القانوني والتكنولوجي

*** الأهمية التطبيقية**

١- اليقين والأمن القانوني: تتناول الورقة البحثية التحديات والمخاوف القانونية المرتبطة بالعقود الذكية مثل تكوين العقود والأداء وقابلية التنفيذ فمن خلال توضيح الطبيعة القانونية للعقود الذكية فإنه يساعد على إرساء اليقين القانوني ويوفر التوجيه للأفراد والشركات المشاركة في معاملات العقود الذكية وهذا يعزز الثقة في استخدام العقود الذكية كوسيلة آمنة وموثوقة لممارسة الأعمال.

٢- الكفاءة وتوفير التكاليف: توفر العقود الذكية فوائد محتملة مثل زيادة الكفاءة وانخفاض تكاليف المعاملات وأتمتة تنفيذ العقود لذا يساعد تحليل الورقة البحثية للآثار القانونية للعقود الذكية أصحاب المصلحة على فهم هذه المزايا وكيفية تسخيرها فهو يمكّن الشركات من استكشاف العقود الذكية والاستفادة منها لتبسيط العمليات وتحسين الأداء التعاقدي وتوفير التكاليف.

٣- التوجيه التنظيمي والامتثال: تساهم الورقة البحثية في تطوير الأطر التنظيمية التي تضمن امتثال العقود الذكية للمتطلبات القانونية الحالية

*** اهداف الدراسة**

تتضمن الدراسة الأهداف التالية:-

١- دراسة الخصائص القانونية للعقود الذكية وانعكاساتها ضمن الأطر القانونية القائمة

٢- دراسة إمكانية إنفاذ العقود الذكية والاعتراف بها بموجب مبادئ قانون العقود التقليدية

٣- تحديد التحديات القانونية المحيطة بالعقود الذكية

٤- دراسة الحاجة إلى التعديلات التنظيمية لاستيعاب الطبيعة الفريدة للعقود الذكية.

٥- سد الفجوة بين المجالات القانونية والتكنولوجية من خلال استكشاف التباين بين قانون العقود وتكنولوجيا Blockchain

٦- استكشاف مكاسب الكفاءة المحتملة وتوفير التكاليف المرتبطة باستخدام العقود الذكية في مختلف الصناعات

*** أسئلة الدراسة**

تسترشد هذه المراجعة بالأسئلة البحثية التالية:-

١- ما هي الخصائص المميزة للعقود الذكية وكيف تختلف عن العقود التقليدية من حيث الشكل والتنفيذ؟

٢- كيف يتماشى الإطار القانوني للعقود التقليدية مع الميزات الفريدة والطبيعة ذاتية التنفيذ للعقود الذكية؟

٣- ما هي التحديات القانونية الأساسية المحيطة بإنفاذ العقود الذكية والاعتراف بها بموجب مبادئ قانون العقود الحالية؟

٤- ما هي التعديلات أو التدابير التنظيمية اللازمة لضمان امتثال العقود الذكية للمتطلبات القانونية الحالية وتدابير حماية المستهلك؟

٥- ما هي الآليات القانونية التي ينبغي وضعها للتعامل مع النزاعات وانتهاكات العقود الذكية؟

*** المنهجية**

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي حيث يشمل وصف الأطر والمبادئ القانونية الحالية التي تنطبق على العقود التقليدية وتحليل كيفية توافقها مع الميزات الفريدة للعقود الذكية وتحليل الدراسات السابقة والنزاعات القانونية المتعلقة بالعقود الذكية لفهم الآثار العملية والنتائج القانونية حيث

يوفر دمج العناصر الوصفية فهما شاملا للطبيعة القانونية للعقود الذكية من خلال توثيق وتحليل الأمثلة الواقعية والأطر القانونية كما يساهم هذا النهج في فهم دقيق للآثار القانونية والتحديات المحيطة بالعقود الذكية

*** العقود الذكية**

*** مفهوم العقود الذكية**

يشير مفهوم العقود الذكية إلى العقود ذاتية التنفيذ مع الشروط والأحكام المكتوبة مباشرة في التعليمات البرمجية حيث يتم تخزين هذه العقود على شبكة Blockchain مما يضمن الشفافية والأمن فعند استيفاء الشروط المحددة تقوم العقود الذكية تلقائيا بتنفيذ الشروط المتفق عليها دون الحاجة إلى وسطاء كما ترتكز العقود الذكية على المبادئ الأساسية لقانون العقود ولكنها تستفيد من تقنية Blockchain لأتمته عملية التنفيذ وتبسيطها ومن خلال القضاء على الحاجة إلى الوسطاء تهدف العقود الذكية إلى خفض التكاليف وزيادة الكفاءة وتعزيز الثقة في المعاملات التجارية.[4]

*** نشأة العقود الذكية**

تم تقديم مصطلح "العقود الذكية" لأول مرة من قبل نيك زابو عام 1994 متصور اتفاقيات التنفيذ الذاتي المضمنة في التعليمات البرمجية وبالرغم من ذلك لم يكن من الممكن تحقيق هذا المفهوم بالكامل إلا بعد ظهور تقنية Blockchainفقد وفر ظهور تقنية البلوكتشين والذي تجسد في تقديم عملة البيتكوين في عام 2009 الأساس المثالي للعقود الذكية حيث توفر الطبيعة اللامركزية وغير القابلة للتغيير لـــ Blockchain الأمان والشفافية اللازمين لتنفيذ وتسجيل الاتفاقيات التعاقدية بسلاسة [29] وفي عام 2015 أحدثت إيثريوم ثورة في مشهد العقود الذكية من خلال تقديم لغة برمجة تورينج الكاملة وقد سمح هذا الاختراق للمطورين بإنشاء عقود معقدة وقابلة للبرمجة على Blockchain مما أدى إلى توسيع إمكانيات تطبيقات العقود الذكية فبعد نجاح إيثريوم ظهرت العديد من منصات البلوكشين الأخرى حيث قدمت أطرها الخاصة لتطوير وتنفيذ العقود الذكية كما قدمت منصات مثل Binance Smart Chain وCardano وSolana وغيرها بدائل مما أدى إلى زيادة نمو واعتماد العقود الذكية وتوفر العقود الذكية عددا لا يحصى من الفوائد منها الأتمتة والشفافية والأمن والكفاءة والثقة وقد امتدت تطبيقاتها عبر صناعات متنوعة[30]

*** أهمية العقود الذكية**

لقد برزت العقود الذكية كعنصر حاسم في المشهد الرقمي الحالي مما أحدث ثورة في المعاملات والاتفاقيات التعاقدية حيث إنها توفر العديد من المزايا الرئيسية التي تجعلها ذات أهمية كبيرة في عالم اليوم ومن تلك المزايا الكفاءة والأتمتة للمعاملات فمن خلال أتمتة تنفيذ الالتزامات التعاقدية فإنها تلغي الحاجة إلى التدخل اليدوي مما يقلل التأخير والأخطاء البشرية[32] حيث يؤدي تبسيط العمليات هذا إلى توفير الوقت والموارد مع تمكين عمليات الأعمال بشكل أسرع وأكثر سلاسة كما توفر العقود الذكية الشفافية والثقة فمن خلال الاستفادة من تقنية Blockchain فإنها تنشئ سجل شفافً وغير قابل للتغيير لبيانات المعاملات وتعزز هذه الشفافية الثقة بين المشاركين حيث يمكن لجميع الأطراف الوصول إلى نفس المعلومات مما يقلل الحاجة إلى الوسطاء ويعزز الشفافية والمساءلة ويعد الأمان جانت رئيسي آخر

للعقود الذكية فمن خلال استخدام التشفير والطبيعة اللامركزية لتقنية Blockchain فإنها توفر تدابير أمنية قوية بمجرد نشرها حيث تصبح العقود الذكية مقاومة للتلاعب مما يقلل من مخاطر الاحتيال والتعديلات غير المصرح بها ويعد تخفيض التكلفة ايضا فائدة كبيرة من فوائد العقود الذكية فمن خلال إزالة الوسطاء وأتمته العمليات يمكن للشركات توفير النفقات الإدارية والرسوم القانونية وجهود التسوية كما أن الطبيعة المبسطة للعقود الذكية تقلل من احتمالية حدوث أخطاء والحاجة إلى حل النزاعات المكلفة وتحسين وتخصيص الموارد وتعزيز فعالية التكلفة كما توفر العقود الذكية التنوع والقدرة على التكيف لمختلف الصناعات فهي يمكن تطبيقها على مجموعة واسعة من الصناعات مثال التمويل وإدارة سلسلة التوريد والرعاية الصحية وغيرهم [31]

*** الاثار الأمنية للعقود الذكية على المجتمع**

إن الآثار الأمنية للعقود الذكية على المجتمع كبيرة ومتعددة الأوجه فمع اكتساب العقود الذكية مكانة بارزة في مختلف الصناعات من الضروري فهم الآثار التي تجلبها على المشهد الأمني ومثال علي ذلك توفر العقود الذكية امان معزز من خلال تصميمها المشفر واستخدام تقنية Blockchain حيث تضمن الطبيعة اللامركزية لـــ Blockchain تخزين بيانات المعاملات عبر عقد متعددة مما يقلل من خطر حدوث نقطة فشل واحدة و يجعل نظام دفتر الأستاذ الموزع هذا من الصعب للغاية على الجهات الفاعلة الخبيثة التلاعب بالبيانات أو معالجتها [33] وبالرغم من ذلك فمن الضروري أن ندرك أن العقود الذكية ليست محصنة ضد نقاط الضعف حيث يمكن أن تؤدي العيوب في التعليمات البرمجية أو أخطاء البرمجة إلى مشكلات أمنية غير متوقعة فمن المحتمل أن يتم استغلال أي أخطاء أو نقاط ضعف في كود العقد الذكي مما يعرض أمان النظام بأكمله للخطر لذا تعد المراجعة الشاملة للتعليمات البرمجية والاختبار القوي والالتزام بأفضل الممارسات امر هام للتخفيف من هذه المخاطر.[34]

كما انه يوجد احتمال حدوث خطأ بشري ففي حين أن العقود الذكية تعمل على أتمتة تنفيذ الالتزامات التعاقدية إلا أنها يتم إنشاؤها ونشرها من قبل البشر لذا يمكن أن تؤدي أي أخطاء أو سهو في التصميم الأولي أو عملية النشر إلى عواقب أو نقاط ضعف غير مقصودة ونتيجة لذلك فإن إنشاء البروتوكولات المناسبة وضمان خبرة المطورين والمدققين أمر بالغ الأهمية في بناء عقود ذكية آمنة كما يمكن أن يكون لشفافية العقود الذكية آثار أمنية حيث انه في حين أن الشفافية تعزز الثقة فإنها تعني أنه يمكن لجميع المشاركين الاطلاع على شروط وأحكام العقد فقد يؤدي هذا الانفتاح إلى كشف معلومات حساسة يمكن أن تستغلها جهات ضارة و يعد تحقيق التوازن الصحيح بين الشفافية وحماية المعلومات الحساسة امر بالغ الأهمية للحفاظ على الأمان في عمليات تنفيذ العقود الذكية علاوة على ذلك فإن الطبيعة المترابطة للعقود الذكية وتكاملها المحتمل مع الأنظمة الخارجية ومصادر البيانات تقدم نواقل هجوم جديدة حيث يجب تصميم العقود الذكية مع دراسة متأنية للمخاطر الأمنية المحتملة الناشئة عن هذه التفاعلات وينبغي وضع إطار أمني شامل يتضمن ممارسات الترميز الآمنة وضوابط الوصول وآليات المصادقة للحماية من التهديدات الخارجية.[35]

*** قابلية تنفيذ العقود الذكية**

تعد القدرة على تنفيذ العقود الذكية جانب هام من وظائفها ومحرك رئيسي لإمكاناتها التحويلية حيث تتيح العقود

الذكية التنفيذ التلقائي للشروط والأحكام التعاقدية دون الحاجة إلى وسطاء أو تدخل يدوي فعندما يتم نشر عقد ذكي فإنه يصبح ذاتي التنفيذ وينفذ تعليماته المحددة مسبقا بناء على الشروط الموضحة في الكود الخاص به حيث يزيل هذا التنفيذ الآلي احتمالية حدوث خطأ بشري ويضمن الوفاء بالالتزامات التعاقدية بدقة ونزاهة [5] فان إحدى المزايا الأساسية للقدرة على تنفيذ العقود الذكية هي الكفاءة التي توفرها للمعاملات فمن خلال أتمتة العملية توفر العقود الذكية الوقت والموارد وتبسيط العمليات التجارية وتقلل الحاجة إلى الأعمال الورقية اليدوية والمهام الإدارية حيث تُترجم هذه الكفاءة المتزايدة إلى أوقات أسرع للمعاملات وتحسين الإنتاجية الإجمالية[32] كما يعتمد تنفيذ العقود الذكية على تعليمات برمجية غير قابلة للتغيير مخزنة على شبكة بلوكتشين لامركزية و تضمن هذه الميزة سلامة وأمان تنفيذ العقد كما ان القدرة على تنفيذ العقود الذكية تعزز الثقة والشفافية بين الأطراف المشاركة في العقد وبما أن الشروط والأحكام مضمنة في العقد فإن جميع المشاركين لديهم إمكانية الوصول إلى نفس المعلومات مما يلغي احتمالية سوء الفهم أو التفسيرات المتباينة كما تتيح القدرة على تنفيذ العقود الذكية مجموعة واسعة من التطبيقات عبر مختلف الصناعات حيث تتمتع العقود الذكية بالقدرة على إحداث ثورة في كيفية تنفيذ الاتفاقيات وتسجيلها فان طبيعتها القابلة للبرمجة تسمح بإنشاء اتفاقيات معقدة ذات بيانات شرطية مما يزيد من إمكانيات الأتمتة والتخصيص.[4]

*** الخصوصية وحماية البيانات للعقود الذكية**

تعد الخصوصية وحماية البيانات من الاعتبارات الحاسمة عندما يتعلق الأمر بتنفيذ العقود الذكية ففي حين أن العقود الذكية توفر الشفافية والثبات فإنها تثير تحديات بشأن التعامل مع المعلومات الحساسة وأمنها وان أحد الجوانب الرئيسية للخصوصية في العقود الذكية هو الحاجة إلى حماية البيانات الشخصية اعتمادا على طبيعة العقد و قد يتضمن تبادل معلومات حساسة مثل الأسماء أو العناوين أو التفاصيل المالية [36] لذا يجب اتخاذ التدابير المناسبة لضمان سرية هذه البيانات وتقييد الوصول إلى الأطراف المصرح لها ومنع الكشف غير المصرح به كما ان التوازن بين الشفافية والخصوصية يعد تحديا اخر للعقود الذكية ففي حين أن العقود الذكية مصممة لتكون شفافة وتكشف عن جميع الشروط والأحكام الا انه قد تكون هناك حالات تحتاج فيها إلى الحفاظ على سرية بعض المعلومات حيث يمكن استخدام آليات مثل إثباتات المعرفة الصفرية أو الكشف الانتقائي للكشف عن المعلومات الضرورية فقط مع الحفاظ على الخصوصية العامة وتعد حماية البيانات أيضا جانب هام للعقود الذكية فبما أن العقود الذكية تعمل على نظام محدد فإن البيانات المخزنة داخلها تصبح جزءا من السجل الدائم لذا من الضروري مراعاة مبادئ تقليل البيانات والتأكد من تخزين البيانات الضرورية فقط ضمن العقد والتعامل مع أي معلومات شخصية أو حساسة بشكل آمن واضافه الي ذلك يعد الامتثال للوائح حماية البيانات ذات الصلة مثال اللائحة العامة لحماية البيانات حيث يجب على مطوري ومنفذي العقود الذكية اتخاذ الخطوات المناسبة لضمان استيفاء متطلبات حماية البيانات بما تضمنه من الحصول على موافقة واضحة من المستخدمين وتوفير حقوقهم وتنفيذ آليات الإخطار بخرق البيانات.[37]

*** التحديات الخاصة بالعقود الذكية**

على الرغم من ان العقود الذكية تقدم فوائد عديدة الا انها تمثل مجموعة من التحديات التي تحتاج إلى معالجة لاعتمادها على نطاق واسع وتنفيذها بنجاح وأحد هذه التحديات الأساسية هو تعقيد تطوير العقود الذكية حيث تتطلب كتابة كود عقد ذكي آمن وخالي من الأخطاء وعلي مستوى عالٍ من الخبرة في تكنولوجيا Blockchain ولغات البرمجة فحتى الأخطاء البسيطة في التعليمات البرمجية يمكن أن تؤدي إلى نقاط ضعف كبيرة أو عواقب غير مقصودة كما يعد ضمان المراجعة الشاملة للتعليمات البرمجية والاختبارات الصارمة والالتزام بأفضل الممارسات امر ضروري للتخفيف من هذه التحديات [16] وينشا تحدي اخرمن طبيعة العقود الذكية وهي انه بمجرد نشر العقد الذكي يصبح من الصعب للغاية تعديل أو تصحيح أي أخطاء ويمكن أن يكون هذا الافتقار إلى المرونة مشكلة إذا كانت الظروف غير المتوقعة أو التغييرات في شروط العقد تتطلب تعديلات ويمثل تطوير الآليات التي تسمح بالترقية أو التعديل دون المساس بسلامة النظام بأكمله تحدي مستمر كما تعد إمكانية التشغيل البيني تحدي آخر للعقود الذكية فان منصات Blockchain تتمتع بلغات مختلفة وأطر العقود الذكية الفريدة الخاصة بها مما يجعل من الصعب إنشاء عقود ذكية يمكنها التفاعل بسلاسة مع منصات متعددة حيث إن الافتقار إلى البروتوكولات الموحدة وأطر التشغيل البيني يعيق اعتماد وتكامل العقود الذكية على نطاق واسع عبر شبكات Blockchain المختلفة وتمثل أيضا قابلية التوسع تحدي ضخم للعقود الذكية خاصة عندما يتعلق الأمر بتنفيذ المعاملات المعقدة على نطاق واسع فمع تزايد استخدام العقود الذكية يجب أن تكون شبكة Blockchain الأساسية قادرة على التعامل مع الحجم المتزايد للمعاملات دون المساس بالسرعة والكفاءة ففي حين انه لا يزال تطوير حلول قابلة للتطوير يمكنها دعم الطلب المتزايد على العقود الذكية يمثل تحديا في ذاته[6]

*** الاعتراف القانوني بالعقود الذكية**

*** الأطر والمبادئ القانونية التي تنطبق على العقود الذكية**

تشكل العقود الذكية باعتبارها اتفاقيات ذاتية التنفيذ تحديات وفرص فريدة في المشهد القانوني ففي حين أن الأطر القانونية المحيطة بالعقود الذكية لا تزال تتطور الا انه العديد من المبادئ واللوائح الحالية ذات صلة بتنفيذها وإنفاذها فينطبق قانون العقود وهو عنصر أساسي في الأنظمة القانونية في جميع أنحاء العالم على العقود الذكية كما ينطبق على الاتفاقيات التقليدية[4] ففي حين إن المبادئ الأساسية لتكوين العقد مثل العرض والقبول والنظر والنية في إنشاء علاقات قانونية لا تزال ذات أهمية الا ان الطبيعة الرقمية للعقود الذكية قد تتطلب تعديلات على مبادئ قانون العقود التقليدية لاستيعاب السمات المميزة لهذه الاتفاقيات كما تلعب قوانين التوقيع الإلكتروني دور حاسم في التحقق من صحة إنفاذ العقود الذكية حيث تحدد هذه القوانين الاعتراف القانوني بالتوقيعات الإلكترونية ومنها التوقيعات الرقمية والتي في الغالب ما تستخدم لمصادقة نية الأطراف في الالتزام بالعقد الذكي حيث يساعد الامتثال للوائح التوقيع الإلكتروني على ضمان الصلاحية القانونية وقابلية تنفيذ العقود الذكية وتنطبق قوانين حماية المستهلك أيضا على العقود الذكية خاصة عندما يبرم الأفراد اتفاقيات مع الشركات أو مقدمي الخدمات تهدف هذه القوانين إلى حماية مصالح المستهلكين وضمان شروط

تعاقدية عادلة وشفافة لذا فمن المهم لمطوري ومنفذي العقود الذكية التأكد من الامتثال للوائح حماية المستهلك لحماية حقوق ومصالح جميع الأطراف المعنية كما وتعتبر قوانين حماية البيانات والخصوصية مهمة في سياق العقود الذكية وذلك نظرا لأن العقود الذكية قد تتضمن تبادل البيانات الشخصية وتخزينها فإن الالتزام بلوائح حماية البيانات ذات الصلة مثل اللائحة العامة لحماية البيانات يعد أمرا هاما ويشمل ذلك الحصول على موافقة واضحة وتزويد الأفراد بحقوقهم المتعلقة بموضوع البيانات.[38]

وتعتبر قوانين الملكية الفكرية ذات صلة عندما يتعلق الأمر بالعقود الذكية التي تتضمن إنشاء أو نقل الأصول الرقمية مثل الأعمال المحمية بحقوق الطبع والنشر أو العلامات التجارية وذلك لحماية حقوق الملكية الفكرية المرتبطة بالعقود الذكية والأصول التي تمثلها اضافة الي ذلك يمكن أن تنشأ تحديات قضائية مع العقود الذكية بسبب طبيعتها التي لا حدود لها فقد يكون تحديد القانون المطبق والولاية القضائية لحل النزاعات أمرا معقدا خاصة عندما تكون الأطراف موجودة في ولايات قضائية مختلفة حيث يمكن أن يساعد إنشاء اختيار واضح للقانون وشروط الاختصاص ضمن العقود الذكية في معالجة هذه التحديات وتوفير الوضوح في حالة النزاعات.[2]

*** مدي قابلية إنفاذ العقود الذكية بموجب مبادئ قانون العقود الحالية**

تعد قابلية إنفاذ العقود الذكية بموجب مبادئ قانون العقود الحالية جانبا مثيرا للاهتمام ومتطورا في المشهد القانوني ففي حين يركز قانون العقود تقليديا على الاتفاقيات المكتوبة أو الشفهية الا ان ظهور العقود الذكية يتحدى المفاهيم التقليدية ويثير تساؤلات حول مدى قابليتها للتنفيذ وأحد تلك التساؤلات الرئيسية هو شرط الموافقة المتبادلة أو اجتماع العقول وهو مبدأ أساسي في قانون العقود ففي العقود التقليدية يتم إثبات ذلك عادة من خلال العرض والقبول بينما سياق العقود الذكية ، قد تثير طبيعة هذه الاتفاقيات ذاتية التنفيذ تساؤلات حول ما إذا كانت الأطراف قد أبدت حقًا نيتها الالتزام بالعقد وبالرغم من ذلك طالما وافق الطرفان على الشروط والأحكام المشفرة في العقد الذكي فلا يزال من الممكن تلبية متطلبات الموافقة المتبادلة ومبدأ أساسي آخر هو الاعتبار والذي يشير إلى تبادل شيء ذي قيمة بين الطرفين حيث يمكن للعقود الذكية أن تسهل تبادل الأصول الرقمية أو العملات المشفرة أو غيرها من أشكال المقابل ويمكن تلبية متطلبات المقابل طالما أن هناك تبادل يتم التفاوض عليه بين الطرفين حتى لو كان ينطوي على أصول غير ملموسة أو عملات رقمية.[7]

كما ان مبدأ الشرعية يقتضي أن تكون العقود لأغراض مشروعة ففي حين يمكن استخدام العقود الذكية لمجموعة واسعة من التطبيقات بما في ذلك المعاملات المالية ونقل الأصول إلا أنها يجب أن تمتثل للقوانين واللوائح المعمول بها. قد تعتبر العقود الذكية التي تسهل الأنشطة غير القانونية أو تنتهك السياسة العامة غير قابلة للتنفيذ أو باطلة ويعتبر مبدأ الخصوصية ذا صلة عند النظر في إمكانية إنفاذ العقود الذكية حيث تشير خصوصية العقد إلى فكرة أن أطراف العقد فقط هي التي لها حقوق والتزامات بموجب هذا العقد و مع العقود الذكية قد يثير التنفيذ الآلي والتنفيذ الذاتي تساؤلات حول ما إذا كان بإمكان الأطراف الثالثة تنفيذ شروط العقد وبالرغم من ذلك يمكن أن تتضمن العقود الذكية أحكاما تسمح بإدراج أطراف ثالثة مستفيدة أو نقل الحقوق لإنفاذ التزامات

معينة فتعتمد إمكانية إنفاذ العقود الذكية على الاعتراف القانوني بالتوقيعات الإلكترونية وقبولها حيث قامت العديد من الولايات القضائية بسن قوانين التوقيع الإلكتروني التي توفر الصلاحية القانونية للتوقيعات الإلكترونية وتتضمن التوقيعات الرقمية المستخدمة في العقود الذكية حيث يساعد الامتثال لهذه القوانين على ضمان قابلية إنفاذ العقود الذكية التي تعتمد على التوقيعات الإلكترونية للمصادقة.[8]

*** تحليل المشهد التنظيمي المحيط بالعقود الذكية**

يعد تحليل المشهد التنظيمي المحيط بالعقود الذكية مهمة معقدة بسبب الطبيعة المتطورة لتقنية Blockchain وتطبيقاتها فمع اكتساب العقود الذكية أهمية كبيرة حيث يتصارع المنظمون وصناع السياسات في جميع أنحاء العالم مع الحاجة إلى وضع مبادئ توجيهية وأنظمة واضحة لضمان الامتثال القانوني وحماية مصالح جميع الأطراف المعنية وأحد الجوانب الرئيسية للمشهد التنظيمي هو تحديد الوضع القانوني للعقود الذكية حيث تختلف الولايات القضائية في نهجها فيعترف البعض بالعقود الذكية كاتفاقيات ملزمة قانونا بينما لا يزال البعض الآخر في طور تحديد وضعها القانوني و يعد الاعتراف القانوني بالعقود الذكية امر هام في تحديد مدى قابليتها للتنفيذ وتحديد حقوق والتزامات الأطراف المعنية وهناك اعتبار آخر وهو دور الأنظمة المالية القائمة فمع تزايد استخدام العقود الذكية في المعاملات المالية يقوم المنظمون بدراسة كيفية تطبيق الأطر التنظيمية الحالية مثال قوانين الأوراق المالية ولوائح مكافحة غسيل الأموال على هذه الاتفاقيات كما ويكمن التحدي في تحقيق التوازن بين تعزيز الابتكار وضمان حماية المستثمرين ونزاهة السوق وتعتبر لوائح حماية البيانات والخصوصية ذات صلة في سياق العقود الذكية وذلك نظرا لأن هذه العقود في الغالب ما تتضمن تبادل البيانات الشخصية وتخزينها فإن الامتثال لقوانين حماية البيانات مثال اللائحة العامة لحماية البيانات وأيضا تلعب لوائح حماية المستهلك دورا حاسما في ضمان شروط تعاقدية عادلة وشفافة حيث يستكشف المنظمون كيفية تطبيق قوانين حماية المستهلك الحالية على العقود الذكية وما إذا كانت هناك حاجة إلى تدابير إضافية لحماية مصالح المستهلكين في هذا النظام البيئي الرقمي وتعتبر قابلية التشغيل البيني والتوحيد من الاعتبارات المهمة بالنسبة للجهات التنظيمية فإن الافتقار إلى البروتوكولات الموحدة وأطر التشغيل البيني بين منصات Blockchain المختلفة يشكل تحديات أمام التكامل السلس واعتماد العقود الذكية ويمكن للهيئات التنظيمية أن تشجع التعاون وتطوير معايير الصناعة لتعزيز قابلية التشغيل البيني وتعزيز كفاءة السوق.[9]

كما تعمل الهيئات التنظيمية على معالجة المخاطر ونقاط الضعف المحتملة المرتبطة بالعقود الذكية وتشمل هذه المخاطر أخطاء الترميز والثغرات الأمنية واحتمال الاحتيال أو التلاعب وقد تطلب الجهات التنظيمية من مطوري العقود الذكية ومنفذيها الالتزام بأفضل الممارسات أو الخضوع لعمليات تدقيق أمنية أو اتباع إرشادات محددة للتخفيف من هذه المخاطر فان المنظمون يستكشفون كيفية إنشاء الولاية القضائية والقوانين المعمول بها عندما تكون الأطراف موجودة في ولايات قضائية مختلفة أو عندما تتجاوز العقود الذكية الحدود الوطنية حيث يعد تحقيق التنسيق والتعاون بين الهيئات التنظيمية من مختلف الولايات القضائية أمرا بالغ الأهمية لضمان أطر قانونية متسقة للاستخدام العالمي للعقود الذكية.[4]

*** آليات حل النزاعات الناشئة عن العقود الذكية**

يمثل حل النزاعات الناشئة عن العقود الذكية تحديات فريدة بسبب الطبيعة اللامركزية والآلية لهذه الاتفاقيات وبالرغم من ذلك يجري استكشاف آليات مختلفة لتوفير حلول فعالة لحل النزاعات ويتمثل أحد الأساليب في استخدام الأساليب البديلة لتسوية المنازعات مثال الوساطة أو التحكيم حيث تتيح هذه الآليات للأطراف الفرصة لحل النزاعات خارج إجراءات المحاكم التقليدية فتتضمن الوساطة وجود طرف ثالث محايد يساعد الأطراف في التوصل إلى حل مقبول للطرفين ومن اتجاه اخر يتضمن التحكيم محكما أو لجنة محايدة تتخذ قرارا ملزما مبني على الأدلة المقدمة و يمكن أن تكون أساليب التسوية البديلة للنزاعات أكثر مرونة وفعالية من حيث التكلفة وكفاءة مقارنة بالتقاضي التقليدي مما يجعلها مناسبة لحل النزاعات الناشئة عن العقود الذكية [40] كما يمكن أن تتضمن العقود الذكية آليات ذاتية التنفيذ لتسوية المنازعات حيث تهدف هذه الآليات إلى أتمتة عملية الحل من خلال تضمين قواعد وشروط محددة مسبقًا في العقد نفسه ومثال علي ذلك فانه في حالة حدوث نزاع قد يتضمن العقد الذكي آلية ضمان تقوم بتحرير الأموال فقط عند حل النزاع أو من خلال خوارزمية إجماع محددة مسبقًا ويقلل هذا النهج من الحاجة إلى التدخل الخارجي ويبسط عملية الحل وهناك آلية محتملة أخرى وهي استخدام المنظمات اللامركزية المستقلة أو منصات التحكيم اللامركزية حيث تستفيد هذه المنصات من تقنية Blockchain لإنشاء شبكات لا مركزية فيتم حل النزاعات من خلال عملية صنع القرار اللامركزية ويمكن للأطراف المعنية تقديم حججها وأدلتها كما ويمكن لآلية الإجماع أو التصويت داخل الشبكة أن تحدد النتيجة كما يمكن للأطر القانونية أن تلعب دورا في حل نزاعات العقود الذكية وذلك مع استمرار تطور الاعتراف القانوني بالعقود الذكية فقد يُطلب من المحاكم تفسير هذه الاتفاقيات وتنفيذها كما يمكن تطبيق مبادئ قانون العقود التقليدية والأطر القانونية الحالية على العقود الذكية مما يضمن اليقين القانوني ويحمي حقوق الأطراف المعنية وبالرغم من ذلك قد يكون تكييف القوانين الحالية مع الخصائص الفريدة للعقود الذكية ضروريا لضمان حل عادل وفعال علاوة على ذلك يمكن للمعايير وأفضل الممارسات على مستوى الصناعة للعقود الذكية أن تساعد في منع النزاعات أو توفير الوضوح في حالة حدوث تعارف فيمكن لقوالب العقود الموحدة وإرشادات الترميز وبروتوكولات الأمان أن تقلل من احتمالية الأخطاء ونقاط الضعف والغموض في العقود الذكية وبالتالي تقليل النزاعات المحتملة.[8]

*** تقييم الاعتراف القانوني بالتوقيعات والسجلات الإلكترونية**

يعد الاعتراف القانوني بالتوقيعات والسجلات الإلكترونية جانب هام في سياق المعاملات والاتصالات الرقمية فمع تقدم التكنولوجيا تتم إعادة تقييم المفاهيم التقليدية للتوقيع وتسجيل المستندات لتلائم العصر الرقمي حيث قامت العديد من الولايات القضائية حول العالم بسن قوانين ولوائح لتحديد الصلاحية القانونية للتوقيعات الإلكترونية وقابليتها للتنفيذ وتعترف هذه القوانين بأن التوقيعات الإلكترونية يمكن أن تؤدي نفس وظيفة التوقيعات المكتوبة بخط اليد التقليدية بشرط أن تستوفي معايير معينة فقد تختلف المتطلبات المحددة للتوقيعات الإلكترونية عبر الولايات القضائية [15] ولكن العناصر المشتركة تشمل الحاجة إلى نية التوقيع والموافقة

والقدرة على تحديد الموقع ولتقييم الاعتراف القانوني بالتوقيعات الإلكترونية تأخذ المحاكم والهيئات التنظيمية في الاعتبار عوامل مثل موثوقية وسلامة طريقة التوقيع المستخدمة كما قد توفر التقنيات المختلفة مثال التوقيعات الرقمية أو التوقيعات البيومترية أو طرق التشفير مستويات مختلفة من الأمان والتحقق كما يمكن أن يؤدي استخدام مراجع تصديق خارجية موثوقة أو تقنيات تشفير آمنة إلى تعزيز موثوقية التوقيعات الإلكترونية وقبولها كما يعد الاعتراف القانوني بالسجلات الإلكترونية امر هام لضمان مقبولية المعلومات المخزنة رقميا وقيمتها الإثباتية حيث تركز القوانين واللوائح التي تحكم السجلات الإلكترونية عادة على قضايا مثل النزاهة والأصالة وإمكانية الوصول ومثال علي ذلك التأكد من أن السجلات الإلكترونية مقاومة للتلاعب وتمثل بدقة المعلومات التي تزعم أنها تنقلها ويمكن استرجاعها وتقديمها كدليل عند الحاجة علاوة على ذلك تساهم المعايير والمبادئ التوجيهية الدولية مثل تلك التي تقدمها لجنة الأمم المتحدة للقانون التجاري الدولي (الأونسيترال) وقانون التوقيعات الإلكترونية في التجارة العالمية والوطنية ففي تقييم الاعتراف القانوني تهدف هذه المعايير إلى تعزيز التوحيد والمواءمة في قوانين التوقيع الإلكتروني وتسهيل المعاملات عبر الحدود وضمان اليقين القانوني.[10]

لذا الاعتراف القانوني بالتوقيعات والسجلات الإلكترونية امر هام لأغراض مختلفة منها تكوين العقود والامتثال التنظيمي وحل النزاعات ومن خلال الاعتراف بصحة التوقيعات والسجلات الإلكترونية وقابليتها للتنفيذ تعمل الأطر القانونية على تمكين الكفاءة والراحة التي توفرها المعاملات الرقمية وذلك مع الحفاظ على الضمانات اللازمة والأصالة المطلوبة في العمليات الورقية التقليدية. [11]

*** قابلية تكييف قانون العقود التقليدية لتنظيم العقود الذكية**

تعد القدرة على التكيف مع قانون العقود التقليدي لتنظيم العقود الذكية موضوع ذا أهمية كبيرة حيث تستمر هذه الاتفاقيات ذاتية التنفيذ في اكتساب مكانة بارزة في العصر الرقمي ففي حين أن العقود الذكية تقدم ميزات وتحديات فريدة فإن العديد من مبادئ ومفاهيم قانون العقود التقليدية تظل ذات صلة وقابلة للتكيف لتنظيم هذه الاتفاقيات المبتكرة كما ان أحد المبادئ الأساسية لقانون العقود هو شرط الموافقة المتبادلة أو اجتماع العقول حيث يؤكد هذا المبدأ على أنه يجب على الأطراف إظهار نيتهم في الالتزام بشروط الاتفاقية ففي حين أن العقود التقليدية تعتمد في كثير من الأحيان على التواصل الكتابي أو الشفهي لإنشاء موافقة متبادلة يمكن للعقود الذكية استخدام التفاعلات البرمجية والرقمية لتحقيق نفس النتيجة والمفتاح هو التأكد من موافقة الأطراف المعنية بشكل واضح وواعي على الشروط والأحكام المشفرة في العقد الذكي [40] واضافة الي ذلك يظل مبدأ المقابل الذي يتضمن تبادل شيء ذي قيمة بين الطرفين قابلا للتطبيق على العقود الذكية وذلك في حين أن العقود التقليدية في الغالب ما تتضمن أصولا ملموسة أو اعتبارات نقدية فإن العقود الذكية يمكن أن تسهل نقل الأصول الرقمية أو العملات المشفرة أو غيرها من أشكال الاعتبارات غير الملموسة وطالما كان هناك تبادل يتم التفاوض عليه بين الأطراف فمن الممكن تلبية الاعتبارات في المجال الرقمي وفي جانب آخر مهم من قانون العقود التقليدي هو اشتراط تكوين العقود لأغراض مشروعة وينطبق هذا المبدأ بالتساوي على

العقود الذكية ففي حين أن العقود الذكية يمكنها أتمتة وتبسيط مجموعة واسعة من المعاملات إلا أنها يجب أن تتوافق مع القوانين واللوائح المعمول بها حيث يجب على مطوري ومنفذي العقود الذكية التأكد من أن الشروط والإجراءات المشفرة تتوافق مع المتطلبات القانونية وتجنب العقود التي تسهل الأنشطة غير القانونية أو تتعارض مع السياسة العامة كما ان مبدأ التفسير والبناء التعاقدي قابل للتكيف مع العقود الذكية فلقد تم تكليف المحاكم والأنظمة القانونية منذ فترة طويلة بتفسير نوايا الأطراف وتفسير الشروط التعاقدية فمع العقود الذكية قد يمتد التفسير إلى تحليل الكود الأساسي والمنطق الكامن وراء الإجراءات الآلية والنتائج المقصودة حيث يمكن للمحاكم تطبيق الأدوات التقليدية لتفسير العقود لفهم نية الأطراف وحل أي غموض أو تعارض في أحكام العقد الذكي علاوة على ذلك فإن مبدأ الأداء والانتهاك وثيق الصلة بالعقود الذكية حيث يوفر قانون العقود التقليدي سبل الانتصاف لعدم الأداء أو الإخلال بالالتزامات التعاقدية وفي المقابل يمكن أن تتضمن العقود الذكية احكام تحدد عواقب عدم الأداء أو الخطوات التي يجب اتخاذها في حالة حدوث خرق فيمكن ترميز هذه الأحكام في العقد الذكي مما يؤدي إلى اتخاذ إجراءات آلية أو آليات التنفيذ الذاتي[12]

*** الآثار والتحديات المرتبطة بالطبيعة القانونية للعقود الذكية**

*** التحديات المرتبطة بالطبيعة القانونية للعقود الذكية**

تمثل الطبيعة القانونية للعقود الذكية تحديات مختلفة حيث تستمر هذه الاتفاقيات الرقمية في إعادة تشكيل مبادئ وممارسات قانون العقود التقليدية فعلي الرغم من أن العقود الذكية توفر العديد من المزايا فإن خصائصها الفريدة تصنع تعقيدات تتطلب دراسة متأنية ويكمن أحد التحديات في تحديد الوضع القانوني للعقود الذكية وبما أن هذه الاتفاقيات عادةً ما تكون ذاتية التنفيذ وتعتمد على التعليمات البرمجية بدلاً من التواصل الكتابي أو الشفهي التقليدي فقد تنشأ أسئلة بشأن تصنيفها كعقود ملزمة قانونا ويجب تقييم مبادئ قانون العقود التقليدية مثل الموافقة المتبادلة والاعتبار ففي سياق العقود الذكية لتحديد مدى قابليتها للتنفيذ تتطلب الطبيعة المتطورة للعقود الذكية أطرا قانونية يمكنها التكيف مع هذه الأشكال الجديدة من العلاقات التعاقدية كما ان التحدي الآخر هو ضمان وضوح وفهم شروط العقد الذكي ففي الغالب ما تتضمن العقود التقليدية مفاوضات وتوضيحات وتعبيرات صريحة عن النوايا [17] وبالرغم من ذلك فغالبا ما تتم كتابة العقود الذكية باستخدام التعليمات البرمجية الأمر الذي قد يكون معقدا ويصعب على الأطراف غير الفنية فهمه بالكامل لذا يعد التأكد من أن شروط العقد الذكي تعكس بدقة نوايا الأطراف ويمكن تفسيرها بسهولة من قبل جميع أصحاب المصلحة أمر بالغ الأهمية لتحقيق اليقين القانوني والإنفاذ الفعال كما تمثل مسألة الحوكمة والمسؤولية تحدي آخر مرتبطًا بالعقود الذكية فغالبا ما يكون للعقود التقليدية أدوار ومسؤوليات واضحة مخصصة للأطراف حيث تتوفر سبل الانتصاف القانونية في حالة الانتهاك أو عدم الأداء ففي الطبيعة اللامركزية والآلية للعقود الذكية تطرح أسئلة حول من المسؤول عن ضمان دقة الكود وأمن العقد وأداء المهام المتفق عليها و يعد تحديد المسؤولية وإنشاء آليات لحل النزاعات في بيئة لا مركزية مهمة معقدة تتطلب أساليب وحلول جديدة فإن طبيعة العقود الذكية العابرة للحدود

تفرض تحديات تتعلق بالاختصاص القضائي والقوانين المعمول بها وبما أن العقود الذكية يمكن تنفيذها على مستوى العالم فان ذلك يثير تساؤلات بشأن النظام القانوني الذي يحكم العقد وما هي المحاكم التي تتمتع بالولاية القضائية في حالة النزاع حيث يعد تحقيق التنسيق والتعاون بين الولايات القضائية المختلفة امر ضروري لتعزيز اليقين القانوني وضمان التطبيق المتسق للقوانين على العقود الذكية كما تنشأ مخاوف تتعلق بحماية البيانات والخصوصية في سياق العقود الذكية وبما أن هذه الاتفاقيات في الغالب ما تتضمن تبادل البيانات الشخصية وتخزينها فإن الامتثال لقوانين حماية البيانات يصبح امر هام و تعد حماية حقوق الأفراد وضمان ممارسات التعامل الآمن مع البيانات ضمن العقود الذكية من الاعتبارات المهمة التي يجب معالجتها للحفاظ على الثقة والامتثال القانوني.[4]

وتفرض الوتيرة السريعة للابتكار التكنولوجي تحديات في الحفاظ على تحديث الأطر القانونية حيث انه مع تطور تكنولوجيا العقود الذكية يجب أن تتكيف الأنظمة القانونية لاستيعاب الميزات الجديدة والمخاطر المحتملة ويحتاج المنظمون وصانعو السياسات إلى البقاء على اطلاع بالتقدم التكنولوجي وتحديث القوانين واللوائح بشكل استباقي لمعالجة القضايا الناشئة المتعلقة بالعقود الذكية. [12]

*** الصلاحية القانونية للمستندات وإثبات الملكية في العقود الذكية**

تعد الصلاحية القانونية للمستندات وإثبات الملكية ضمن العقود الذكية أحد الاعتبارات المهمة في العصر الرقمي حيث تتمتع العقود الذكية بالقدرة على إحداث ثورة في الطريقة التي نتعامل بها مع ملكية الأصول ونقلها فضمان الصلاحية القانونية وإثبات الملكية يتطلب اهتمامًا دقيقًا بعوامل مختلفة وأحد تلك الجوانب هو مصادقة وسلامة المستندات ضمن العقود الذكية فغالبا ما تعتمد العقود التقليدية على المستندات المادية أو السجلات الورقية والتي يمكن التحقق منها والمصادقة عليها بسهولة وفي مجال العقود الذكية يتم استخدام المستندات والسجلات الرقمية مما يستلزم إنشاء آليات لضمان صحتها وسلامتها حيث يمكن أن تلعب التوقيعات الرقمية وتقنيات التشفير وبروتوكولات التخزين الآمنة دور هام في توفير الضمان والتحقق من المستندات الرقمية ضمن العقود الذكية كما يعد إثبات الملكية عنصر اساسي في العقود الذكية فقد تتضمن الطرق التقليدية لإثبات الملكية وثائق مادية أو سندات أو شهادات بينما في سياق العقود الذكية يمكن تمثيل الملكية ونقلها من خلال الرموز الرقمية أو مفاتيح التشفير كما ويكمن التحدي في إنشاء رابط واضح بين هذه التمثيلات الرقمية والأصول أو الحقوق الأساسية التي تمثلها و يعد ضمان وجود نظام قوي ومقاوم للتلاعب للتحقق من حقوق الملكية ونقلها امر ضروري للحفاظ على الثقة واليقين القانوني ضمن العقود الذكية وتحتاج الأطر القانونية إلى معالجة مسألة الاعتراف بالمستندات الرقمية وإنفاذها وإثبات الملكية ضمن العقود الذكية و تتصارع الولايات القضائية في جميع أنحاء العالم مع الحاجة إلى تكييف القوانين الحالية لاستيعاب هذه الأصول الرقمية الجديدة وحقوق الملكية المرتبطة بها ويشمل ذلك الاعتراف بالوضع القانوني للرموز الرقمية ووضع قواعد لقابليتها للتحويل والتأكد من أن الحقوق المنقولة من خلال العقود الذكية قابلة للتنفيذ في محكمة قانونية حيث يمكن لدور التقنيات اللامركزية مثل Blockchain أن يعزز الصلاحية القانونية وإثبات الملكية ضمن العقود الذكية كما

يمكن أن توفر تقنية Blockchain .بما تتمتع به من ثبات وشفافية سجل قابل للتدقيق لعمليات نقل الملكية وتاريخ المستندات ومن خلال الاستفادة من تقنية Blockchain يمكن للعقود الذكية أن تشتمل على دفتر أستاذ مقاوم للتلاعب ويمكن التحقق منه والذي يمكن أن يكون بمثابة مصدر موثوق لإثبات الملكية وتاريخ المعاملات.[13]

*** المخاطر القانونية التي تنطوي عليها العقود الذكية**

توفر العقود الذكية فوائد عديدة ولكنها تأتي مع بعض المخاطر القانونية التي يجب النظر فيها بعناية حيث يعد فهم هذه المخاطر وتخفيفها أمرا هام للتنفيذ الناجح والسليم قانونا للعقود الذكية وأحد المخاطر القانونية الهامة المرتبطة بالعقود الذكية هو احتمال حدوث أخطاء في الترميز أو نقاط الضعف فتعمل العقود الذكية بناء على تعليمات برمجية مبرمجة مسبقًا وأي أخطاء أو نقاط ضعف داخل التعليمات البرمجية يمكن أن يكون لها عواقب وخيمة حيث يمكن أن تؤدي هذه الأخطاء إلى إجراءات غير مقصودة أو انتهاكات أمنية أو استغلال من قبل جهات فاعلة ضارة فمن الضروري إجراء اختبار ومراجعة شاملة لرمز العقد الذكي لتقليل مخاطر أخطاء الترميز وضمان سلامة العقد ووظيفته[18] كما انه هناك خطر قانوني آخر يتمثل في الافتقار إلى الوضوح التنظيمي وعدم اليقين المحيط بالعقود الذكية و لا تزال الأطر القانونية التي تحكم العقود الذكية في طور التطور وقد تكون هناك تناقضات أو ثغرات في القوانين الحالية وهذا يصنع حالة من عدم اليقين فيما يتعلق بقابلية إنفاذ وصحة العقود الذكية وخاصة في المعاملات عبر الحدود فتحتاج الأنظمة القانونية إلى التكيف لمعالجة الخصائص الفريدة للعقود الذكية وتوفير مبادئ توجيهية ولوائح واضحة للتخفيف من هذه المخاطر

واضافة الي ذلك تشكل مسألة حل النزاعات خطرًا قانونيًا في العقود الذكية فغالبا ما تحتوي العقود التقليدية على آليات مدمجة لحل النزاعات مثل التحكيم أو إجراءات المحكمة وبالرغم من ذلك فإن العقود الذكية وخاصة تلك التي تعمل على منصات لا مركزية قد تفتقر إلى آليات واضحة لحل النزاعات و قد يكون تحديد الولاية القضائية والقانون المعمول به وإنفاذ الالتزامات التعاقدية في سياق لامركزي وعالمي أمرا صعبا فيعد إنشاء آليات فعالة لحل النزاعات ضمن العقود الذكية أمرا هاما للتخفيف من هذه المخاطر وضمان حق الأطراف في اللجوء في حالة حدوث نزاعات ويعد الامتثال للمتطلبات القانونية والتنظيمية أحد الاعتبارات المهمة في العقود الذكية اعتمادا على طبيعة المعاملة أو الأصول المعنية قد تكون هناك لوائح محددة يجب الالتزام بها مثال اللوائح المالية أو قوانين حماية البيانات أو قوانين حماية المستهلك حيث يمكن أن يؤدي عدم الامتثال لهذه المتطلبات إلى عواقب قانونية أو غرامات أو الإضرار بالسمعة ومن الضروري التأكد من تصميم العقود الذكية وتنفيذها بما يتوافق مع القوانين واللوائح المعمول بها للتخفيف من هذه المخاطر وهناك خطر قانوني آخر مرتبط بالعقود الذكية وهو احتمال حدوث عواقب غير مقصودة ونتائج غير متوقعة حيث تعمل العقود الذكية بناء على قواعد وشروط محددة مسبقًا ولكنها قد لا تأخذ في الاعتبار جميع السيناريوهات المحتملة أو الظروف المتغيرة فيمكن أن يؤدي هذا النقص في المرونة إلى نتائج غير مقصودة أو التزامات تعاقدية يصعب الوفاء بها وأيضا يمكن أن يساعد النظر المتأني في السيناريوهات المحتملة ودمج المرونة في العقود الذكية في التخفيف من هذه المخاطر.[3]

*** الاثار المترتبة على استخدام العقود الذكية**

يحمل استخدام العقود الذكية آثارا كبيرة في مختلف المجالات حيث يقدم مزايا واعتبارات تحتاج إلى تقييم بعناية وتتطرق هذه الآثار إلى مجالات مثل الكفاءة والأتمتة والثقة والابتكار فان أحد الآثار الرئيسية لاستخدام العقود الذكية هو إمكانية زيادة الكفاءة في المعاملات والعمليات حيث تعمل العقود الذكية على أتمتة تنفيذ الاتفاقيات وتنفيذها مما يلغي الحاجة إلى التدخل اليدوي ويقلل الأعباء الإدارية ومن خلال إزالة الوسطاء وتبسيط سير العمل يمكن للعقود الذكية تقليل التكاليف بشكل كبير والقضاء على الأخطاء البشرية وتسريع أوقات المعاملات كما يمكن لهذه الكفاءة المتزايدة أن تفيد صناعات مثل التمويل وإدارة سلسلة التوريد والعقارات وحقوق الملكية الفكرية[18]

بينما الأتمتة هي أحد الآثار الهامة الأخرى للعقود الذكية فيمكن لهذه الاتفاقيات ذاتية التنفيذ أن تؤدي تلقائيا إلى اتخاذ إجراءات مثل تحويل الأموال أو الإفراج عن البضائع ومن خلال تضمين القواعد والشروط داخل الكود تتيح العقود الذكية التنفيذ السلس والموثوق دون الحاجة إلى وسطاء حيث يمكن لهذه الأتمتة أن تزيد من سرعة ودقة المعاملات مع تقليل الاعتماد على العمليات اليدوية كما إن استخدام العقود الذكية له آثار على الثقة والشفافية فهي توفر الطبيعة اللامركزية لبعض منصات العقود الذكية مثل Blockchain سجل شفاف مقاوما للتلاعب بالمعاملات حيث تعمل هذه الشفافية على تعزيز الثقة بين الأطراف فيمكنهم التحقق بشكل مستقل من شروط العقد وتنفيذه وأيضا استخدام التشفير والتوقيعات الرقمية ضمن العقود الذكية يضيف طبقة إضافية من الأمان والثقة من خلال ضمان سلامة الاتفاقيات وصحتها ومن الآثار الأخرى للعقود الذكية إمكانية تعطيل الوسطاء التقليديين ففي الغالب ما تتضمن العقود التقليدية وسطاء مثل البنوك أو المحامين أو الوسطاء لتسهيل الاتفاقيات وتنفيذها وفي حال العقود الذكية قد يصبح هؤلاء الوسطاء غير ضروريين لأن طبيعة التنفيذ الذاتي للعقود تلغي الحاجة إلى مشاركة الوسطاء في عمليات المعاملات وفي حين أن هذا قد يؤدي إلى زيادة الكفاءة وتوفير التكاليف الا انه أيضا يثير تساؤلات حول دور هؤلاء الوسطاء وأهميتهم في المستقبل.[16]

وبالرغم من ذلك فإن الآثار المترتبة على استخدام العقود الذكية تأتي مع اعتبارات وتحديات لذا يجب أن تتكيف الأطر القانونية والتنظيمية للاعتراف بالعقود الذكية وضمان تنفيذها فيجب معالجة المخاوف المتعلقة بالخصوصية وحماية البيانات لأن العقود الذكية في الغالب ما تتضمن تبادل المعلومات الشخصية وتخزينها واضافة الي ذلك فإن الاعتماد على الكود والأتمتة يثير تساؤلات حول المساءلة والمسؤولية والقدرة على التعامل مع الظروف غير المتوقعة. [17]

*** مراجعة الادبيات**

في دراسة بعنوان" العقود الذكية: حكمها وضوابطها الفقهية" هدفت الي بيان حقيقة العقود الذكية ولتحقيق ذلك الهدف استخدمت الدراسة المنهج الاستقرائي لتتبع الظاهرة محل الدراسة والمنهج التحليلي للتوصل للحكم الفقهي لها وقد توصلت الدراسة ان العقود الذكية هي " تلاقي إرادة المتعاقدين من خلال برمجيات خاصة على شكل أكواد مشفرة، تتضمن شروط المتعاقدين وحقوقهم والالتزامات المترتبة على كل منهم، يتم تنفيذها تلقائيا ضمن ضوابط محددة مقبولة شرعا" كما توصلت الدراسة الي انطباق أركان نظرية

العقد على هذه العقود، مما يعني الحكم بجوازها وترتب كافة الآثار المترتبة على العقود التقليدية من الإلزام والالتزام إذا ما التزمت الضوابط الفقهية المذكورة [22]،وفي دراسة اخري هدفت الي فحص المزايا (العيوب) القانونية والفنية المحتملة للعقود الذكية القائمة على المنطق في ضوء الأنشطة المشتركة التي تتميز بالعقود العادية فقد أظهرت نتائج الدراسة إلى التأكيد على التحدي الأساسي وهو أن خوارزميات الأساليب المنطقية يجب أن تكون فعالة كما يجب أن تكون رخيصة بالمعنى الحرفي للكلمة إذا تم قياسها داخل البيئة التي يتم نشرها فيها ووفقًا لقواعدها الاقتصادية[24]،وفي بحث هدف الي دراسة تاثير التطورات السريعة في مجال تقنية Blockchain علي نشاة العقود الذكية فقد توصلت الدراسة ان العقود الذكية غير وسيطة وشفافة بشكل عام بطبيعتها مما يوفر وعدا بزيادة الكفاءة التجارية وانخفاض تكاليف المعاملات والتكاليف القانونية والمعاملات المجهولة وبالتالي يدرس عالم الأعمال بنشاط استخدام تقنية Blockchain لأغراض تجارية مختلفة[23]بينما في دراسة هدفت الي أتمتة العقود القانونية بشكل عام ولتحقيق هذا الهدف اجرب الباحثيت هذه الدراسة على مرحلتين ففي المرحلة الأولى، اجري الباحثين مقابلات شبه منظمة مع 20 مطورا من GitHub ومتخصصين في الصناعة يعملون على العقود الذكية وفي المرحلة الثانية، أجرينا مسحا على 232 ممارسا للتحقق من صحة نتائج المقابلات و كشفت نتائج المقابلات والاستبيانات التي تم اجرائها عن العديد من التحديات الرئيسية التي يواجهها المطورون أثناء تطوير العقود الذكية وهي انهم لا توجد طريقة فعالة لضمان أمان كود العقد الذكي كما لا تزال الأدوات الحالية للتنمية أساسية للغاية وايضا لا تزال لغات البرمجة والأجهزة الافتراضية تعاني من عدد من القيود[25] وفي دراسة قامت بتحليل قيمة العقود الذكية والبلوكتشين كبديل للالتزامات التعاقدية التقليدية حيث تم النقاش حول امكانية تسريع عملية تحويل العقود في عالم ملتزم تماما باستخدام العقود الذكية وقد توصلت النتائج الي افتراض سيناريو مستقبلي حيث لا توجد حواجز تكنولوجية أو تنظيمية أمام اعتماد العقود الذكية مما يساهم في نموها[26]بينما في ورقة بحثية حللت القضايا القانونية المرتبطة بتطبيق أحكام قانون العقود الحالية على ما يسمى بالعقود الذكية وتوصلت الدراسة الي انه يوجد توترات رئيسية بين قانون العقود الكلاسيكي والعقود الذكية وانه يجب علي الحكومات مواءمة الصلاحيات مع بلوكتشين إذا لم تكن هناك سلطة مركزية ولكن فقط التقنيات الموزعة[27]

*** النتائج**

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف الطبيعة القانونية للعقود الذكية ودراسة خصائصها المميزة ومواءمة الإطار القانوني والتحديات المحيطة بالإنفاذ والاعتراف والتعديلات التنظيمية اللازمة والآليات القانونية لحل النزاعات حيث استخدمت الدراسة تحليل شامل للأدبيات الموجودة والأطر القانونية ودراسات الحالة لتقديم نظرة ثاقبة للأسئلة البحثية وجاءت النتائج كالتالي:-

١- كشفت نتائج الدراسة عن العديد من الخصائص المميزة للعقود الذكية مقارنة بالعقود التقليدية فالعقود الذكية هي اتفاقيات ذاتية التنفيذ تعمل على Blockchain أو غيرها من المنصات اللامركزية حيث إنهم يعتمدون على التعليمات البرمجية بدل من الأشكال المكتوبة أو الشفهية التقليدية.

ويتضمن تنفيذها إجراءات تلقائية ناجمة عن ظروف مبرمجة مسبقًا مما يقلل الحاجة إلى الوسطاء ويتيح التنفيذ السلس.

٢- كما سلطت النتائج الضوء على الحاجة إلى مواءمة الإطار القانوني مع الميزات الفريدة والطبيعة ذاتية التنفيذ للعقود الذكية حيث تظل مبادئ قانون العقود التقليدية مثل الموافقة المتبادلة والاعتبار ولكن تطبيقها على العقود الذكية يتطلب التكيف حيث يجب أن تعترف الأطر القانونية بالأشكال الرقمية للموافقة والاعتبار وتستوعبها مما يضمن الحفاظ على النية والالتزامات الأساسية للأطراف

٣- وحددت الدراسة التحديات القانونية الأساسية المحيطة بإنفاذ العقود الذكية والاعتراف بها بموجب مبادئ قانون العقود الحالية وتشمل هذه التحديات التحقق والمصادقة على المستندات الرقمية وإثباتات الملكية ضمن العقود الذكية واضافة الي ذلك فإن الافتقار إلى الوضوح التنظيمي وعدم اليقين فيما يتعلق بالوضع القانوني للعقود الذكية يشكل تحديات في ضمان قابلية تنفيذها وصلاحيتها.

٤- ولضمان الامتثال للمتطلبات القانونية الحالية وتدابير حماية المستهلك اقترحت نتائج الدراسة العديد من التعديلات والتدابير التنظيمية ويشمل ذلك وضع مبادئ توجيهية ولوائح واضحة تتناول على وجه التحديد العقود الذكية والاعتراف بالرموز الرقمية ومفاتيح التشفير كأشكال صالحة للملكية وإنشاء آليات لحماية البيانات والخصوصية ضمن العقود الذكية.

٥- وأكدت الدراسة على أهمية وضع الآليات القانونية لمعالجة المنازعات والمخالفات في العقود الذكية حيث واقترحت النتائج تنفيذ آليات فعالة لحل النزاعات ضمن العقود الذكية مثل دمج شروط التحكيم أو استخدام المنصات اللامركزية لحل النزاعات وينبغي لهذه الآليات أن تأخذ في الاعتبار التحديات القضائية والقوانين المعمول بها والقدرة على التعامل مع النزاعات الناشئة عن السيناريوهات التكنولوجية المعقدة.

*** الاستنتاج**

سلطت الدراسة الضوء علي الخصائص المميزة للعقود الذكية وما تحمله من آثار قانونية من خلال تحليل ميزاتها الفريدة وطرق تنفيذها فمن الواضح أن العقود الذكية تعمل بشكل مختلف عن العقود التقليدية حيث تعتمد على الكود والأتمتة في التنفيذ وتطرح مواءمة الإطار القانوني مع هذه الخصائص تحديات ولكن التعديلات والتدابير التنظيمية يمكن أن تضمن الامتثال وحماية المستهلك حيث تعتبر آليات حل المنازعات والأبحاث المستمرة ضرورية لمعالجة التحديات القانونية والتكيف مع الطبيعة المتطورة للعقود الذكية ومن خلال تبني هذه النتائج يمكن لأصحاب المصلحة التنقل في المشهد القانوني المحيط بالعقود الذكية وإطلاق العنان لإمكاناتهم من حيث الكفاءة والموثوقية.

*** التوصيات**

١- يجب تعزيز جهود التعاون والمواءمة الدولية لمعالجة الآثار المترتبة على العقود الذكية عبر الحدود

٢- يجب التحقيق في التحديات والفرص القانونية المرتبطة بالاعتراف الدولي وإنفاذ العقود الذكية

٣- يجب استكشاف الآثار الأخلاقية للعقود الذكية بما في ذلك قضايا العدالة والمساءلة والشفافية

٤- دراسة الآليات والإجراءات القانونية اللازمة لضمان حماية المستهلك في معاملات العقود الذكية

٥- تقييم تأثير الأطر التنظيمية على اعتماد وتنفيذ العقود الذكية واقتراح توصيات لتعزيز الوضوح واليقين التنظيمي.

٦- يجب التحقيق في الآثار القانونية لأتمته العقود الذكية ومنها دور النية والنظر وتكوين العقود في بيئة رقمية

٧- إجراء دراسات عملية لتقييم الأثر العملي للعقود الذكية على مختلف الصناعات والقطاعات والتي منها التمويل وإدارة سلسلة التوريد والعقارات وحقوق الملكية الفكرية

*** الاعتراف**

يعلن الباحثين عدم وجود تصادم مصالح

*** المراجع**

أولاً- المراجع العربية

سمية علي العمري. (2022). العقود الذكية: حكمها وضوابطها الفقهية. مجلة العلوم الإسلامية, 5(2), 91-109.

هايدي عيسى حسن علي حسن ، (2022). إشكاليات العقود الذكية في القانون الدولي الخاص. مجلة البحوث القانونية والاقتصادية (المنصورة) ص 737-971.

معداوي نجية ، (2021). العقود الذكية والبلوكشين. مجلة المفكر للدراسات القانونية والسياسية، ص 58-76.

عبد الرازق وهبه سيد أحمد محمد، (2021)، مفهوم العقد الذكي من منظور القانون المدني: دراسة تحليلية. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، ص 83-99.

حمصي ميلود، مقلاتي مونة، (2022). العقود الذكية كآلية للتعاقد عن بعد Smart contracts as a remote contracting mechanism. المجلة الدولية للبحوث القانونية والسياسية، 137-158.

فيحان به فزاج آل هقشه ،(2023). العقود الذكية حقيقتها وحكمها. مجلة كلية الدراسات الإسلامية والعربية للبنات ببني سويف،ص 555-593.

محمد إبراهيم مرسي، (2023)، مدى ملائمة عقود الذكاء الاصطناعي المبرمة عبر تقنية البلوك تشين لقانون العقود The Suitability Of Artificial Intelligence Contracts Concluded Via Blockchain Technology For Contract Law. مجلة البحوث الفقهية والقانونية،ص 913-964.

حسن السوسي. (2020). مواءمة نظرية العقد مع متطلبات العصر-نظرة في العقود الذكية-. المجلة الإلكترونية للأبحاث القانونية, 2(6), 64-49.

حسام الدين محمود محمد محمد حسن، (2023)،العقود الذكية المبرمة عبر تقنية البلوك تشين. المجلة القانونية, 16(1), 1-52.

رايس حورية،(2023)،التوقيع الالكتروني كآلية قانونية لحماية المتعاقد الالكتروني. مجلة الدراسات الحقوقية، 110-139.

محمد فائز خضور، هيثـــم الطاس، (2021)، المسؤوليّة المدنيّة لمزوّد خدمات التّصديق الإلكتروني. مجلة جامعة البعث-سلسلة العلوم القانونية، 43(13).

مدى عبداللطيف الرحيلي، هناء علي الضحوي ،(2020)، تطوير قطاع الإيجار العقاري بما يتماشى مع التحول الرقمي للمملكة العربية السعودية: دراسة مقترحة

لتطبيق تقنية البلوك تشين (Blockchain). Journal of Information Studies and Technology, 2020(1), 5.

محمد رفعت ابراهيم على. (2023). دور العقود الذكية في تعزيز حقوق المستهلك الإلكتروني دراسة تحليلية مقارنة بين النظام السعودي والقانون المصري. روح القوانين.

رياض السيد حسين ابو سعيده. (2013). توثيق المستند الرقمي في التعامل الالكتروني دراسة تحليلية مقارنة. Journal of Kufa Studies Center, 1(28).

اشرف جابر،(2023)،البلوك تشين وحقوق المؤلف- نحو حماية ذكية للمصنفات الرقمية ،ص36-50

محمد عرفان الخطيب،(2020) العقود الذكية: الصدقية والمنهجية: دراسة نقدية معمقة في الفلسفة والتأصيل، مجلة كلية القانون الكويتية العالمية،ص152-155

اية لبيب محمد عبد الرحمن ،(2023) ،الحماية القانونية للهوية الرقمية، ص55-70

ثانياً- المراجع الأجنبية

Fauziah, Z., Latifah, H., Omar, X., Khoirunisa, A., & Millah, S. (2020). Application of blockchain technology in smart contracts: A systematic literature review. Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT), 2(2), 160-166.

Hamledari, H., & Fischer, M. (2021). Role of blockchain-enabled smart contracts in automating construction progress payments. Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction, 13(1), 04520038.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. Future Generation Computer Systems, 105, 475-491.

Mezquita, Y., Valdeolmillos, D., González-Briones, A., Prieto, J., & Corchado, J. M. (2019). Legal aspects and emerging risks in the use of smart contracts based on blockchain. In Knowledge Management in Organizations: 14th International Conference, KMO 2019, Zamora, Spain, July 15–18, 2019, Proceedings 14 (pp. 525-535). Springer International Publishing.

Giancaspro, M. (2017). Is a 'smart contract'really a smart idea? Insights from a legal perspective. Computer law & security review, 33(6), 825-835.

De Filippi, P., & Hassan, S. (2018). Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code. arXiv preprint arXiv:1801.02507.

Filatova, N. (2020). Smart contracts from the contract law perspective: outlining new regulative strategies. International Journal of Law and Information Technology, 28(3), 217-242.

Allam, Z. (2018). On smart contracts and organisational performance: A review of smart contracts through the blockchain technology. Review of Economic and Business Studies, 11(2), 137-156.

Bashir, I. (2020). Mastering Blockchain: A deep dive into distributed ledgers, consensus protocols, smart contracts, DApps, cryptocurrencies, Ethereum, and more. Packt Publishing Ltd.

Alharby, M., & Van Moorsel, A. (2017). Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study. arXiv preprint arXiv:1710.06372.

Hewa, T. M., Hu, Y., Liyanage, M., Kanhare, S. S., & Ylianttila, M.

Idelberger, F., Governatori, G., Riveret, R., & Sartor, G. (2016). Evaluation of logic-based smart contracts for blockchain systems. In Rule Technologies. Research, Tools, and Applications: 10th International Symposium, RuleML 2016, Stony Brook, NY, USA, July 6-9, 2016. Proceedings 10 (pp. 167-183). Springer International Publishing.

Zou, W., Lo, D., Kochhar, P. S., Le, X. B. D., Xia, X., Feng, Y., ... & Xu, B. (2019). Smart contract development: Challenges and opportunities. IEEE Transactions on Software Engineering, 47(10), 2084-2106.

Gilcrest, J., & Carvalho, A. (2018, December). Smart contracts: Legal considerations. In 2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (pp. 3277-3281). IEEE.

Savelyev, A. (2017). Contract law 2.0:'Smart'contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information & communications technology law, 26(2), 116-134.

Solomon, R., Weber, R., & Almashaqbeh, G. (2023, July). smartfhe: Privacy-preserving smart contracts from fully homomorphic encryption. In 2023 IEEE 8th European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P) (pp. 309-331). IEEE.

Bünz, B., Agrawal, S., Zamani, M., & Boneh, D. (2020, February). Zether: Towards privacy in a smart contract world. In International Conference on Financial Cryptography and Data Security (pp. 423-443). Cham: Springer International Publishing.

Herian, R. (2018, December). Legal recognition of Blockchain registries and Smart contracts. EU Blockchain Observatory and Forum.

Buchwald, M. (2019). Smart contract dispute resolution: The inescapable flaws of blockchain-based arbitration. U. Pa. L. Rev., 168, 1369.

Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. (2021). Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. (2021). Survey on blockchain-based smart contracts: Technical aspects and future research. IEEE Access, 9, 87643-87662.

Rouhani, S., & Deters, R. (2019). Security, performance, and applications of smart contracts: A systematic survey. IEEE Access, 7, 50759-50779.

Kongmanee, J., Kijsanayothin, P., & Hewett, R. (2019, November). Securing smart contracts in blockchain. In 2019 34th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering Workshop (ASEW) (pp. 69-76). IEEE.

Groce, A., Feist, J., Grieco, G., & Colburn, M. (2020). What are the actual flaws in important smart contracts (and how can we find them)? In Financial Cryptography and Data Security: 24th International Conference, FC 2020, Kota Kinabalu, Malaysia, February 10–14, 2020 Revised Selected Papers 24 (pp. 634-653). Springer International Publishing.

Peer-to-peer Networking and Applications, 14, 2901-2925.