الأمم المتحدة

E

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/C.3/2023/6
16 May 2023
ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

المجلس
الاقتصادي والاجتماعي

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

لجنة الطاقة
الدورة الرابعة عشرة
بيروت، 20-22 حزيران/يونيو 2023

البند 7 من جدول الأعمال المؤقت

دور تكنولوجيا سلاسل الكُتل في الانتقال إلى الطاقة المستدامة في المنطقة العربية

موجز

تقدّم هذه الوثيقة لمحة عامة عن تكنولوجيا سلاسل الكُتل ودورها في دعم الانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية. وتستند هذه المواد إلى العمل الجاري الذي تقوم به اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) واستراتيجية الأمين العام للأمم المتحدة بشأن التكنولوجيات الجديدة، التي تدعو إلى تنفيذ تكنولوجيا سلاسل الكُتل وغيرها من التكنولوجيات الناشئة لتسريع تحقيق خطة التنمية المستدامة لعام 2030.

وتحدِّد هذه الوثيقة أيضاً التحديات والفرص الرئيسية التي تواجه تكنولوجيا سلاسل الكُتل في المنطقة العربية، كما تستعرض نتائج اجتماع فريق الخبراء في الإسكوا الذي عُقِد عبر الإنترنت في 20 أيلول/سبتمبر 2022 وتناول دور تكنولوجيا سلاسل الكُتل في الانتقال إلى الطاقة المستدامة في المنطقة العربية. وتسلِّط هذه الوثيقة الضوء على حالات الاستخدام الواعدة من جميع أنحاء العالم التي تستفيد من تكنولوجيا سلاسل الكُتل لتسريع الانتقال إلى الطاقة المستدامة، وتقدِّم مجموعة من الركائز الاستراتيجية وتوصيات السياسات لضمان دعم هذه التكنولوجيا الناشئة للانتقال في مجال الطاقة في المنطقة العربية. ولجنة الطاقة مدعوّة إلى استعراض هذه الوثيقة والتعليق على توصياتها.

المحتويات

	الفقرات	الصفحة
مقدمة	3-1	3
الفصل		
أولاً- دور تكنولوجيا سلاسل الكُتل في الانتقال إلى الطاقة المستدامة	14-4	3
ألف- زيادة فرص الحصول على الطاقة	7-4	3
باء- تسريع اعتماد الطاقة المتجدِّدة	14-8	5
ثانياً- الوضع الراهن والتحديات التي تواجه المنطقة العربية	20-15	7
ثالثاً- الاستنتاجات والتوصيات	21	9

مقدمة

1- يزداد قطاع الطاقة تعقيداً ويرجع ذلك جزئياً إلى الانتقال إلى لامركزية الطاقة والرقمنة وإزالة الكربون. وتتطلب إدارة هذا التعقيد وتمكين أصحاب المصلحة في مجال أنظمة الطاقة، ومنهم المورّدون ومشغّلو الشبكات والمنتِجون المستهلكون، أدوات رقمية أكثر شفافية وذكاءً. وينتُج عن انتشار الكيانات الذكية الطرفية في الشبكة، مثل الأجهزة الذكية والمباني الذكية والمَرْكَبات الكهربائية وأنظمة الطاقة الشمسية على الأسطح والبطاريات المنزلية، كمية هائلة من البيانات الدقيقة. ويمكن استخدام هذه البيانات لزيادة كفاءة نظام الطاقة ومطابقة الطلب على الطاقة مع الإنتاج، وتقليل استخدام الطاقة من خلال تبادل البيانات والاتصالات على نحوٍ أفضل، وزيادة تعزيز هذه العمليات بفضل التكنولوجيا والأدوات المتقدِّمة. وتكنولوجيا سلاسل الكُتل هي أداة ناشئة يمكنها أن تساعد في إدارة نظام طاقة متزايد التعقيد على نحوٍ آمن وفعّال وشفاف، كجزءٍ من مجموعة أدوات الابتكارات.

2- ولتكنولوجيا سلاسل الكُتل عموماً القدرة على تسريع الانتقال في مجال الطاقة المستدامة في المنطقة العربية من خلال تمكين أنظمة أكثر كفاءة وشفافية وأماناً لإدارة الموارد وتقديم الخدمات بفعاليّة. وتركّز هذه الوثيقة تحديداً على الطاقة، وتناقش حالات الاستخدام الناشئة في قطاع الطاقة المتزايد التعقيد. وتتيح هذه التكنولوجيا نماذج أعمال جديدة في قطاع الطاقة، بما في ذلك الطُرق المبتكَرة لتمويل مشاريع الطاقة المتجدِّدة، وتعقُّب أرصدة توليد الطاقة من مصادر متجدِّدة وإصدار شهادات لها، وإدارة موارد الطاقة الموزّعة، وحلول التنقُّل الإلكتروني، وتداول الطاقة المحلية بين المستخدِمين وبالجملة.

3- وتمضي الوثيقة في استكشاف كيفية تكييف آليات سلاسل الكُتل وتطبيقها، مع التركيز على المنطقة العربية. ويعتمد التنفيذ الناجح لحلول تكنولوجيا سلاسل الكُتل وتحقيق أقصى إمكاناتها على مجموعة متنوعة من العوامل، بما في ذلك الأُطُر التنظيمية وتوافر البنية التحتية. ويتطلب ذلك جهوداً تعاونية من الحكومات ومنظمات القطاع الخاص والمجتمع المدني.

أولاً- دور تكنولوجيا سلاسل الكُتل في الانتقال إلى الطاقة المستدامة

ألف- زيادة فرص الحصول على الطاقة

4- بلغت نسبة الحصول على الكهرباء في المنطقة العربية 91 في المائة تقريباً في عام 2021، ممّا ترك 42 مليون شخص تقريباً بدون إمكانية الحصول على الكهرباء. وواجهت المناطق الريفية أكبر حالات العجز، فلا يحصل على الكهرباء إلاّ 83 في المائة من سكان الريف، مقارنةً بنسبة 98 في المائة في المناطق الحضرية. وظهرت الفجوة بين الريف والحضر بوضوح أكبر في أقلّ البلدان العربية نمواً حيث بلغت نسبة الحصول على الكهرباء في المناطق الحضرية 84.5 في المائة، مقابل 52 في المائة فقط في المناطق الريفية. علاوة على ذلك، كان حوالي 52 مليون شخص في البلدان العربية يفتقر إلى إمكانية الوصول إلى حلول الطهي النظيف في عام 2021، مع وجود تفاوتات كبيرة في المناطق دون الإقليمية[1].

(1) بيانات الحصول على الكهرباء مأخوذة من البنك الدولي؛ وبيانات الطهي النظيف مأخوذة من منظمة الصحة العالمية.

5- وتُستخدَم تكنولوجيا سلاسل الكُتل لتطوير وسائل مبتكَرة لزيادة الوصول إلى الطاقة الحديثة وتجربتها وتنفيذها، لا سيّما في القارة الأفريقية. وكان دور تكنولوجيا سلاسل الكتل في زيادة الوصول إلى التمويل قوياً بشكل خاص بحيث تمّ توليد آلاف الميغاواط/ساعة من الطاقة المتجدِّدة وتجنُّب أطنان من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون[2]. ومكَّنت التكنولوجيا اللامركزية إقامة نماذج أعمال جديدة للتمويل الجماعي، لا سيّما في المناطق الريفية.

التمويل اللامركزي

6- يزداد استخدام تكنولوجيا سلاسل الكُتل كأداة للاستفادة من التمويل اللامركزي لتسريع الوصول إلى الطاقة المستدامة في البلدان النامية ذات الوصول المحدود إلى التمويل المنخفض التكلفة. والتمويل اللامركزي هو مصطلح شامل للخدمات المالية على سلاسل الكُتل العامة، مثل سلاسل كُتل عملة الإيثيريوم (Ethereum) في المقام الأول. ويمكن أن يوفِّر التمويل اللامركزي معظم الخدمات التي تدعمها البنوك (مثل كسب الفائدة، والاقتراض، والإقراض، وشراء التأمين، وتداول المشتقات المالية، والأصول التجارية)، إلاّ أنّه قد يكون أسرع ولا يتطلب أعمالاً إدارية أو طرفاً ثالثاً. ويكتسب التمويل اللامركزي، مثل التشفير بصورة عامة، طابعاً عالمياً، كما يتمّ من نظير إلى نظير (بمعنى أنّه يتمّ مباشرةً بين شخصين، ولا يتمّ توجيهه عبر نظام مركزي)، ويستخدم الاسم المستعار، وهو مفتوح للجميع[3].

7- ويمكن توزيع الأموال، باستخدام التمويل اللامركزي، على شكل قروض صغيرة لسكان المجتمعات التي تحصل على نسبة صغيرة من الطاقة الكهربائية، مما يمكنهم من الوصول إلى الطاقة الشمسية بأسعار معقولة. والوصول إلى التمويل المباشر المنخفض التكلفة الذي يحرّر رأس المال من سوق العملات المشفَّرة العالمي، يمكِّن المستهلكين الصغار خارج الشبكة من تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بدون تكاليف مسبقة أو بأقلّ قدر ممكن منها. وبدلاً من ذلك، يدفع المستهلكون للمستثمرين العالميين سعراً ثابتاً مقابل ما يحصلون عليه من طاقة متجدِّدة، إما بالعملة المحلية أو بالعملة المشفرة مثل البيتكوين (Bitcoin (BTC أو "الإثير" (Ether (ETH. ويُسدَّد للمستثمرين عادةً أصل مالهم مع الفائدة لمدّة محدَّدة (على سبيل المثال، فائدة تصل إلى 10 في المائة في حالة برنامج Engie Energy Access programme في أفريقيا). والطبيعة اللامركزية واللامحدودة للعملة المشفّرة، مع الحدّ الأدنى من رسوم المعاملات (بحسب تكنولوجيا سلاسل الكُتل المستخدَمة)، يمكن أن تجعل من هذه العملة وسيلة تبادل مثالية لهذا الغرض. كما أنّ شفافية وثبات معاملات تكنولوجيا سلاسل الكُتل تعني أيضاً أنه يمكن لجميع الأطراف التدقيق بهذه المدفوعات والتحقُّق منها في أيّ وقت، مما يقلِّل أكثر فأكثر من المخاطر. وقد أنجزت The Sun Exchange، وهي منصّة لتأجير الطاقة الشمسية بين المستخدِمين في جنوب أفريقيا، 66 مشروعاً بقدرة 17,405 ميغاواط/ساعة من الطاقة الشمسية المولدَّة باستخدام تمويل المشاريع اللامركزي عبر تكنولوجيا سلاسل الكُتل[4].

---

(2) The Sun Exchange.

(3) Coinbase, What is DeFi?, 2023.

(4) The Sun Exchange.

باء- تسريع اعتماد الطاقة المتجدِّدة

8- لا تزال معدلات استخدام الطاقة المتجدِّدة في البلدان العربية منخفضةً مقارنةً بالمعدلات المسجَّلة في سائر بلدان العالم، وتأتي معظم الطاقة المتجدِّدة من الكتلة الأحيائية التقليدية. وفي عام 2020، بلغت نسبة مصادر الطاقة المتجدِّدة 5.1 في المائة فقط من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في المنطقة العربية[5]. ومع ذلك، يستمرّ توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجدِّدة الحديثة في التسارع. فبرزت مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية بشكلٍ خاص، ومن المقرَّر أن تُطرح في المنطقة بعض المشاريع الأكبر حجماً على مستوى العالم والتي تتميّز بتحقيق أسعار منخفضة قياسية للطاقة، لا سيّما في دول مجلس التعاون الخليجي.

9- ولا يُعَدُّ التمويل الجماعي مجرّد أداةٍ لزيادة الوصول إلى الطاقة المتجدِّدة، بل أيضاً وسيلةً لتسريع اعتماد توليد الطاقة المتجدِّدة على نطاق صغير. وبالإضافة إلى آليات التمويل المبتكَرة، تؤدي تكنولوجيا سلاسل الكُتل أساساً دوراً رئيسياً بطُرق أخرى. فيمكن لهذه التكنولوجيا أن تسهِّل تعقُّب وتتبُّع الطاقة المتجدِّدة والوقود المستدام (مثل الهيدروجين والميثانول والأمونيا) على نحوٍ أفضل، مما يوفِّر معلومات شفّافة للمشترين الإقليميين والعالميين الذين يبحثون عن ضمانةٍ في ما يتعلق بالمنشأ وسلسلة التوريد واستدامة وقودهم. ويمكن أن توفِّر الحلول القائمة على تكنولوجيا سلاسل الكُتل الشفافية والأمن والكفاءة والقدرة على التنبؤ، مقابل رسومٍ أقلّ وبوقتٍ أقصر، مع توفير معلومات آنية عن منشأ البضائع وحركة انتقالها، وبالتالي تمكين إدارة فضلى لسلاسل توريد الوقود. ويمكنها المساعدة في التصدي للتحديات والقضايا المتعلقة بتيسير التجارة، مثل الحاجة إلى الابتكار ورقمنة الإجراءات التجارية. كما يمكنها أن ترفع قدرة الحكومات على تبادل البيانات التجارية عبر الحدود وتعزّز الشفافية للمستهلكين[6].

1- إدارة موارد الطاقة الموزّعة والتجارة فيها

10- في ما يتعلق بإدارة موارد الطاقة الموزّعة وتداول الطاقة، إنّ المدفوعات الآلية باستخدام العقود الذكية والتتبُّع الشفاف للتجارة باستخدام الهويات والمحافظ الرقمية مع الحفاظ على الخصوصية، تمثِّل بعض حالات الاستخدام الرئيسية التي تم تمكينها عبر تكنولوجيا سلاسل الكُتل[7]. ويمكن استعمال هذه التكنولوجيا أيضاً للتحقُّق بشفافية من مصدر إنتاج الطاقة المتجدِّدة، عند اقترانها بأجهزة إنترنت الأشياء، بحيث يتسنّى للعملاء أن يتأكّدوا من أنّ ما يشترونه مستدام. وفي أستراليا، يعمل مشروع EDGE من "أنرجي ويب" (Energy Web) على تجربة قدرة موارد الطاقة الموزّعة على توفير خدمات الشبكة المحلية والخدمات بالجملة على السواء ضمن حدود الشبكة المحلية. وفي إطار مشروع EDGE، تستفيد الجهات الفاعلة في سوق الطاقة من مركز مشترك لتبادل البيانات الموزّعة لتمكين أصول العملاء من المشاركة في أسواق الجملة، وفي الوقت نفسه تقديم خدمات الشبكة المحلية

---

(5) بيانات مقدَّمة من الوكالة الدولية للطاقة.

(6) United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), Project explores blockchain solutions for trade facilitation, 2022.

(7) العقود الذكية هي برامج مخزّنة ضمن سلاسل كُتل يتمّ تشغيلها عند استيفاء شروط محدَّدة مسبقاً؛ وتُستخدَم عادةً لأتمتة تنفيذ اتفاقيةٍ ما بحيث يمكن لجميع المشاركين التأكّد على الفور من النتيجة، بدون إشراك وسيط أو إضاعة الوقت. ويمكنها أيضاً أتمتة سير العمل، فتستهلّ الإجراء التالي عند استيفاء الشروط.

إلى شبكة التوزيع. ويتيح ذلك فرصاً جديدة للعملاء ليصبحوا منتِجين مستهلكين، يدرّون دخلاً من البطاريات والألواح الشمسية ويدعمون موثوقية الشبكة عموماً.

2- التنقُّل الكهربائي

11- يؤدي ارتفاع شعبية المَرْكَبات الكهربائية إلى زيادة الطلب على الطاقة المتجدِّدة وتوليد فرص للمَرْكَبات لتقديم خدمات الشبكة باستخدام تكنولوجيا "من المَرْكَبة إلى الشبكة" (V2G). ومع ازدياد انتشار المَرْكَبات الكهربائية، لا بدّ من تبسيط استخدام الطاقة المتجدِّدة للشحن للمستهلكين. وفي هذا الإطار، يمكن استخدام تكنولوجيا سلاسل الكُتل لمنح سائقي المَرْكَبات الكهربائية ومشغّلي الأساطيل القدرة على اختيار الجهة التي تمدّهم بالكهرباء في محطات الشحن العامة. وتقوم فولكس فاجن، بالتعاون مع الشركاء، باختبار وتنفيذ تكنولوجيا سلاسل الكُتل لإزالة الكربون من عملية شحن المَرْكَبات الكهربائية. والغرض من إثبات صحة هذا المفهوم هو تمكين المطابقة الدقيقة بين استهلاك المَرْكَبات الكهربائية وتوليد الطاقة المتجدِّدة. ثمّ أنّ إثبات صحة هذا المفهوم سمح لأصحاب المَرْكَبات الكهربائية بتعيين تفضيلات لنوع توليد الكهرباء والموقع الذي يُحدِّد جدول شحن المَرْكَبة الكهربائية، وبضمان المطابقة الآنية للاستهلاك مع الطاقة النظيفة المولَّدة من مصادر محلية. وقدَّم حلّ تكنولوجيا سلاسل الكُتل من "أنرجي ويب" مسارَ تدقيقٍ موثوقاً به حتى يتمكن أصحاب المَرْكَبات الكهربائية من تتبُّع وإثبات مصدر كلّ كيلوواط ساعة يُستخدم لشحن بطارية مَرْكَبتهم الكهربائية. وأُجريت معظم الاختبارات قرب فولفسبورغ بألمانيا، وقد استفادت من الطاقة النظيفة الوفيرة الناتجة عن مزارع الرياح والطاقة الشمسية في المنطقة المحيطة[8].

3- تتبُّع الطاقة المتجدِّدة وإصدار الشهادات بشأنها

12- إنّ شفافية تكنولوجيا سلاسل الكُتل وثباتها تجعلان منها منصّة مثالية لإدارة أرصدة الطاقة المتجدِّدة (REC)، وهي عبارة عن شهادة تمثّل دليلاً على أنّ كميّة معيّنة من الطاقة المتجدِّدة قد تم توليدها وتغذية الشبكة بها. ويمكن للأفراد أو الشركات أو المؤسسات العامة شراء هذه الأرصدة وبيعها كوسيلة للتعويض عن انبعاثات الكربون الصادرة عنهم أو لدعم تطوير الطاقة المتجدِّدة. ويمكن إصدار أرصدة الطاقة المتجدِّدة لمجموعة متنوّعة من تكنولوجيات الطاقة المتجدِّدة، بما فيها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرمائية. وغالباً ما تُستخدم هذه الأرصدة كآلية امتثالٍ لمعايير حافظة مصادر الطاقة المتجدِّدة أو مخطّطات تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات الكربونية. ويمثّل كلّ رصيد من أرصدة الطاقة المتجدِّدة عادةً السمات البيئية لتوليد 1 ميغاواط/ساعة من الكهرباء المنتَجة من مصادر متجدِّدة. وطبيعة أرصدة الطاقة المتجدِّدة (التفرُّد والموثوقية والشفافية) تجعلها خياراً مثالياً للترميز على تكنولوجيا سلاسل الكُتل. وتتّسم أرصدة الطاقة المتجدِّدة بكونها منتجاتٍ فريدة لا سلعاً. وتكون كلّ شهادة فريدة من نوعها بقدر المولِّد الذي أنتجها.

13- ولا يمكن تتبُّع الكهرباء فحسب، بل يمكن أيضاً تتبُّع الغاز غير الأحفوري، والهيدروجين، واحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، وأيّ منتجات أخرى تعتمد على الهيكل الأساسي لعملية تتبُّع السمات. ويمكن لهذه المنتجات أن تستفيد من تكنولوجيا سلاسل الكُتل، ممّا يؤدي إلى زيادة الثقة والفهم والاستخدام والنمو في الأسواق

(8) Energy Web, Energy Web and Volkswagen deliver 24/7 renewable energy charging solution for electric vehicles, 2022.

الأساسية[9]. وإلى جانب ترميز هذه الشهادات (أي تمثيلها الرقمي على سلسلة كُتل)، يمكن أيضاً رقمنة أسواق هذه الشهادات وجعلها لامركزية باستخدام تكنولوجيا سلاسل الكُتل، ممّا يسمح بشراء الشهادات وبيعها على نطاق أصغر مع تقليص الرسوم والاحتكاك. ويساعد هذا الأمر في دعم المولِّدات الصغيرة النطاق من خلال توفير الوصول إلى أسواق أرصدة الطاقة المتجدِّدة اللامركزية العالمية برسومٍ مخفّضة (ممّا يتيح المعاملات الأصغر حجماً). وقد بدأت بعض المؤسسات، مثل "رينيوم" (Reneum) و"سنغبور باور" (Singapore Power)، بتجربة شهادات أرصدة الطاقة المتجدِّدة الرقمية، وتسهيل تداول هذه الشهادات على سلسلة كُتل.

4- أرصدة الكربون

14- يمكن أن تساعد تكنولوجيا سلاسل الكُتل في منع "الإنفاق المزدوج" لأرصدة الكربون، وزيادة الوصول إلى هذه الأسواق، والمساعدة في حلّ العديد من مشاكل الحوكمة التي ابتُليَ بها القطاع. وفي الربع الأخير من عام 2021، تمّ تداول ما قيمته 3 مليارات دولار تقريباً من أرصدة الكربون المرمّزة، أي ما يمثل مئات ملايين الأطنان من غازات الدفيئة[10]. وفي النصف الأول من عام 2022، نُقِل ما لا يقلّ عن 23 مليون رصيد كربون من السجلات المركزية إلى سلسلة كُتل، أي نحو ربع الأرصدة المُدرجة في ذلك الوقت. وفي ما يخصّ الاستثمار، تمّ استثمار 423 مليون دولار من أصحاب رأس الأموال الاستثماري في مبادرات تتبُّع الكربون القائمة على التشفير، على مدى فترة 18 شهراً من كانون الثاني/يناير 2021 إلى تموز/يوليو 2022[11].

ثانياً- الوضع الراهن والتحديات التي تواجه المنطقة العربية

15- تُعتمَد تكنولوجيا سلاسل الكُتل في قطاع الطاقة في المنطقة العربية، وتقود هذا التوجّه جزئياً الإمارات العربية المتحدة عن طريق مبادرات مثل استراتيجية المعاملات الرقمية لهيئة كهرباء ومياه دبي (DEWA). وتعمل منصة سلاسل الكُتل التابعة لهيئة كهرباء ومياه دبي والتي تأسست في عام 2017، على أتمتة العمليات مثل تجديد عقود الإيجار وتفعيل خدمات الكهرباء والمياه (من دون الحاجة إلى زيارة مركز الخدمة فعلياً)، فضلاً عن معاملات السيارات الكهربائية، لجعلها أسرع وأكثر أماناً وكفاءة. وتتماشى هذه الجهود مع استراتيجية الإمارات للتعاملات الرقمية 2021 (بلوك تشين) واستراتيجية دبي للتعاملات الرقمية - البلوك تشين، اللتين تهدفان إلى تبسيط ورقمنة العمليات الحكومية والحدّ من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن قطاع النقل. كذلك، تتعاون هيئة كهرباء ومياه دبي مع مؤسسات، مثل مدينة دبي الذكية وهيئة الطُرق والمواصلات، لإنشاء شبكة وطنية موحّدة لشحن المَرْكَبات الكهربائية تعمل على تكنولوجيا سلاس الكُتل وتربط جميع الشركاء من القطاعَين العام والخاص في جميع أنحاء الإمارات العربية المتحدة.

16- وفي المملكة العربية السعودية، كانت جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية تُجري البحوث بشأن استخدام تكنولوجيا سلاسل الكُتل في إدارة موارد الطاقة الموزّعة وبرامج الاستجابة للطلب. ويمكن أن يساعد ذلك في الحفاظ على استقرار الشبكة، لا سيّما في المناطق ذات الانتشار العالي لمصادر الطاقة المتجدِّدة.

(9) The International REC Standard (I-REC), An Introduction to REC schemes, 2022.

(10) KlimaDAO.

(11) CoinDesk, Crypto carbon credits: slapping lipstick on a pig, 2022.

17- علاوة على ذلك، دخلت شركة بترول أبو ظبي الوطنية (أدنوك) في شراكة مع شركة "أي بي أم" (IBM) لتجربة نظام قائم على تكنولوجيا سلاسل الكُتل لتتبُّع دورة حياة منتجات النفط والغاز، من الإنتاج إلى المستخدِمين النهائيين. وفي ما يتعلق بأرصدة الطاقة المتجدِّدة وأرصدة الكربون، يستكشف مركز دبي المتميّز لضبط الكربون استخدام تكنولوجيا سلاسل الكُتل لإدارة وتتبُّع معاملات أرصدة الكربون لتسهيل إصدارها وتداولها وتتبُّعها، مما يساعد في تعزيز اعتماد مصادر الطاقة المتجدِّدة والحدّ من انبعاثات الكربون.

18- وكان التقدُّم في المنطقة أضعف في ما يخصّ التمويل والاستثمار في مشاريع الطاقة النظيفة باستخدام تكنولوجيا سلاسل الكُتل. وبدأ استخدام هذه التكنولوجيا في أفريقيا لتسهيل التمويل الجماعي والاستثمار في مشاريع الطاقة المتجدِّدة، ممّا يسمح بتخصيص رأس المال بكفاءةً أكبر وخفض تكاليف المعاملات. وتستكشف شركة "سول شير" (SOLshare) التي تعمل في بنغلاديش، إمكانية توسيع منصة تداول الطاقة الشمسية لديها القائمة على تكنولوجيا سلاسل الكُتل، لتصل إلى المنطقة العربية.

19- وتُعَدُّ المنطقة العربية واحدة من أسرع أسواق العملات المشفّرة نموّاً حول العالم، فقد زاد فيها حجم العملات المشفرة المستلَمة بنسبة 48 في المائة بين تموز/يوليو 2021 وحزيران/يونيو 2022. وفي حين أنّ المنطقة لا تزال واحدة من أصغر أسواق العملات المشفرة، فإن هذا النمو البالغ 566 مليار دولار يُظهر أنّ اعتماد هذا التوجّه يرتفع بسرعة، وأنّ الإلمام بتكنولوجيا سلاسل الكُتل وقبولها آخذٌ في الازدياد[12]. وأصبحت دبي على وجه الخصوص مركزاً لشركات العملات المشفّرة التي تخدم العملاء في جميع أنحاء آسيا وأفريقيا، وليس فقط المنطقة العربية. وأسَّس الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، نائب رئيس الدولة ورئيس مجلس الوزراء وحاكم دبي، مركز دبي لتكنولوجيا سلاسل الكُتل (Dubai Blockchain Center) في عام 2018 بهدف الجمع بين قادة الفكر والمطوّرين والمستثمرين والمعلّمين في مجال تكنولوجيا سلاسل الكُتل.

20- وتشمل التحديات التي تواجه اعتماد تكنولوجيا سلاسل الكُتل في قطاعات الطاقة العربية ما يلي:

(أ) في كثيرٍ من الحالات، لا تكون البنية التحتية لطاقة الكهرباء والنقل في المنطقة العربية متطوّرة بما يكفي أو أنّها تتطلب التحديث، كما يتّضح من محدودية توصيلات الكهرباء عبر الحدود وخطوط النقل وشبكات التوزيع القديمة. ويمكن أن تعيق هذه العوامل تقدّم الحلول الرقمية لتوفير الطاقة بكفاءة وفعالية؛

(ب) قد تنقص الخبرة الفنيّة الكافية، لا سيّما في المجتمعات الريفية التي تفتقر إلى إمكانية الحصول على الطاقة الحديثة، لتصميم وتركيب وصيانة نُظُم الطاقة المستدامة وتنفيذ أحدث التكنولوجيات الرقمية؛

(ج) غالباً ما توضع أُطُر سياساتية وتنظيمية غير كافية لدعم رقمنة قطاع الطاقة وتطوير الطاقة المستدامة في المجتمعات الريفية أو المناطق الحضرية؛

(12) Chainalysis, The 2022 Geography of Cryptocurrency Report, 2022.

(د) قد تنشأ التحديات المرتبطة بممارسات الاحتكار في قطاع الكهرباء ومحدودية المشاركة والاستثمار من القطاع الخاص، بما في ذلك عدم كفاءة تخصيص الموارد، وعدم كفاية إمدادات الطاقة، ومحدودية الابتكار واعتماد التكنولوجيا المتقدّمة، وعدم كفاية الاستثمار الخاص، والاعتماد على الدعم الحكومي؛

(هـ) يمكن أن يؤدي عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي في بعض البلدان العربية إلى صعوبة تنفيذ سياسات ومشاريع الطاقة، لا سيّما التكنولوجيا الرقمية الناشئة التي لم تُنفَّذ محلياً بعد، وقد تُعتبر غير ضرورية أو محفوفة بالمخاطر من وجهة نظر التكنولوجيا والتنظيم؛

(و) قد يكون تنفيذ الحلول الرقمية للطاقة المستدامة مُكلِفاً، وقد لا تملك العديد من البلدان العربية الموارد المالية اللازمة للاستثمار فيها، لا سيّما في المجتمعات الريفية؛

(ز) ثمّة وعيٌ عام محدود وقبولٌ ضيّق للتكنولوجيا الرقمية الجديدة وحلول الطاقة المستدامة في المجتمعات الريفية، مما يصعِّب إمكانية تنفيذها.

ثالثاً- الاستنتاجات والتوصيات

21- يمكن للبلدان العربية أن تستفيد من تكنولوجيا سلاسل الكُتل كجزءٍ من مجموعة أدوات التكنولوجيا الرقمية لإدارة التعقيد المتزايد لقطاع الطاقة، مع السعي إلى تحقيق انتقال سليم وشامل ومستدام للطاقة. ويجري بالفعل تنفيذ حالات استخدام ناجحة على الصعيد العالمي وينبغي تكييفها واعتمادها داخل المنطقة لتسريع وتيرة التقدّم. ويمكن أن تساعد الاستراتيجيات التالية في تطوير قطاعات الطاقة بفعاليّة على نحوٍ يتماشى مع هذه الأهداف:

(أ) وضع خارطة طريق لتطبيق التكنولوجيا الرقمية، بما في ذلك سلاسل الكُتل، في قطاع الطاقة والقطاعات ذات الصلة لتشجيع المشاركة والاستثمار من جانب القطاع الخاص؛

(ب) تحديد وتكييف واعتماد أفضل الممارسات من جميع أنحاء المنطقة والعالم. ويجب اختبار حالات الاستخدام القابلة للتطبيق وتكييفها بناءً على الاحتياجات والاعتبارات المحليّة، مما يضمن أن يكون اعتمادها منصفاً وعادلاً في المناطق الريفية خارج الشبكة كما في المناطق الحضرية المتصلة بالشبكة؛

(ج) إعادة هيكلة أسواق الطاقة وبناء البنية التحتية اللازمة لتمكين الشبكات الذكية مع التدّفق المتعدِّد الاتجاهات للطاقة والبيانات؛

(د) إصلاح نُظُم تسعير الطاقة وضمان تكامل السياسات للتخفيف من الآثار السلبية غير المقصودة على الفئات الضعيفة؛

(هـ) تمكين المستهلِكين من أن يصبحوا منتِجين مستهلِكين من خلال تمكين القياس الذكي (مع القياس الفرعي على مستوى الأصول)، وسجل المرونة على المستوى القُطري لموارد الطاقة الموزّعة، وحوافز أخرى لتشجيع المشاركة؛

(و) الاستثمار في البنية التحتية الرقمية والتكنولوجيا، بما في ذلك الإنترنت عالي السرعة والحوسبة السحابية وتحليلات البيانات، لدعم مبادرات الرقمنة في قطاع الطاقة؛

(ز) تعزيز المهارات الرقمية والتعليم لدعم رقمنة قطاع الطاقة من خلال الاستثمار في برامج التدريب والتعليم حرصاً على أنّ تتّسم القوى العاملة بالمهارات اللازمة للعمل مع تكنولوجيا سلاسل الكُتل وغيرها من التكنولوجيا الجديدة. ويمكن أن يؤدي تعزيز إدارة الطاقة وتقوية المؤسسات إلى التعجيل بتنمية القدرات الفكرية والتكنولوجية، وإعادة صقل مهارات الموارد البشرية؛

(ح) تشجيع الشراكات بين القطاعَين العام والخاص بما أنّ التعاون بين القطاعَين العام والخاص قد يساعد في اجتذاب الخبرة ورأس المال اللازمَين لتنفيذ مبادرات الرقمنة في قطاع الطاقة؛

(ط) زيادة الاستثمار العام في الطاقة النظيفة. فعلى الحكومات إعطاء الأولوية للحصول على الطاقة النظيفة من خلال تحديد أهداف طموحة وتنفيذ مشاريع الطاقة المتجدِّدة. وينبغي دعم خطط التنفيذ التفصيلية باستثمارات عامة وتعزيزها بالموارد الفنية والمالية من جانب المجتمع الدولي؛

(ي) تسريع التقدّم في مجال الطاقة المتجدِّدة. تمتلك الدول العربية موارد وفيرة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، التي يمكن استغلالها لتوليد طاقة نظيفة ومستدامة. ويمكن أن تساعد الأدوات الرقمية، مثل تكنولوجيا سلاسل الكُتل والذكاء الاصطناعي، في إدارة التباين المتأصّل في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من خلال التنبؤ بالأحوال الجويّة وإدارة الشبكة بصورة أدقّ، وبالتالي تمكين نشر الطاقة المتجدِّدة المتغيّرة بحصصٍ أعلى. وللشبكات الصغيرة وتبادل الطاقة بين المستخدِمين القدرة على توسيع نطاق الحصول على الكهرباء من مصادر متجدِّدة على نحوٍ يتخطّى حدود الشبكات المركزية؛

(ك) تعزيز الشراكات الإقليمية والدولية في مجال الطاقة. يمكن للبلدان العربية تحقيق المكاسب من خلال تكامل الطاقة، بما في ذلك من خلال تشغيل وصلات الشبكة الكهربائية، والاستثمار في مشاريع البنية التحتية المشتركة، وترسيخ العلاقات السوقية.