International Journal of Law Research and Studies (IJLRS)
Vol. (5), No. (3)
IJLRS
March 2026
المجلة الدولية للبحوث والدراسات القانونية
الإصدار (5)، العدد (3)

الإطار القانوني لتنظيم الشبكات الذكية للطاقة ووحدات التوزيع الذكية RMU ودوره في تعزيز التحول نحو الطاقة المستدامة وفق رؤية 2030

تمام عبداللطيف الجيجكلي
بكالوريوس كلية الحقوق، جامعة حلب، سوريا
tammam.s@brightwires.com.sa

ملخص البحث

تتناول هذه الدراسة الإطار القانوني المنظم لاتفاقيات الشبكات الذكية ووحدات التوزيع الحلقية (RMU) في المملكة العربية السعودية، وتحلل دورها في دعم التحول نحو الطاقة المستدامة بما يتوافق مع رؤية 2030. وفي ظل التحول العميق الذي يشهده قطاع الطاقة نتيجة الرقمنة واللامركزية ومتطلبات الاستدامة، أصبحت الشبكات الذكية عنصرًا أساسياً لتعزيز الكفاءة والموثوقية ودمج مصادر الطاقة المتجددة.

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لتقييم الهيكل التنظيمي الحالي لقطاع الكهرباء في المملكة، مع التركيز على الطبيعة القانونية لاتفاقيات الشبكات الذكية. كما تتناول قضايا محورية مثل الالتزامات التعاقدية، وحوكمة البيانات، والأمن السيبراني، والمسؤولية متعددة الأطراف. بالإضافة إلى ذلك، تستعرض الدراسة الأهمية التقنية والقانونية لوحدات التوزيع الحلقية (RMU) بوصفها مكونات أساسية في أنظمة التوزيع الحديثة، مع إبراز دورها في تحسين عزل الأعطال، وضمان استمرارية التشغيل، وتعزيز مرونة الشبكة.

كما تقدم الدراسة تقييمًا نقديًا للتشريعات القائمة، مع تحديد الثغرات التنظيمية المرتبطة بأنظمة الطاقة الرقمية وغياب أطر قانونية متخصصة. وتتضمن أيضًا تحليلًا مقارناً لبعض النماذج التنظيمية الدولية بهدف استخلاص أفضل الممارسات القابلة للتطبيق في السياق السعودي.

وتخلص الدراسة إلى أنه رغم التقدم الملحوظ في إصلاح قطاع الطاقة، لا تزال هناك حاجة ملحة إلى إطار قانوني شامل ومرن يستوعب التقنيات الحديثة ويدعم أهداف الطاقة المستدامة. وتختتم الدراسة بتقديم مجموعة من التوصيات الرامية إلى تعزيز فعالية التنظيم القانوني ومواءمته مع مستهدفات رؤية 2030.

الكلمات المفتاحية: الشبكات الذكية، وحدات التوزيع الحلقية (RMU)، قانون الطاقة، تنظيم الطاقة الرقمية، الأمن السيبراني، حوكمة البيانات، الطاقة المتجددة، رؤية السعودية 2030، الطاقة المستدامة، تنظيم الكهرباء.

International Journal of Law Research and Studies (IJLRS)
Vol. (5), No. (3)
IJLRS
March 2026
المجلة الدولية للبحوث والدراسات القانونية
الإصدار (5)، العدد (3)

The legal framework for regulating smart energy grids and smart distribution units (RMU) and their role in promoting the transition towards sustainable energy in accordance with Vision 2030

Tammam Abdul-Latif Al-Jijkli
Bachelor of Law, University of Aleppo, Syria
tammam.s@brightwires.com.sa

Abstract

This paper examines the legal framework governing smart grid agreements and Ring Main Units (RMUs) in the Kingdom of Saudi Arabia and analyzes their role in supporting the transition toward sustainable energy in alignment with Vision 2030. As the energy sector undergoes a profound transformation driven by digitalization, decentralization, and sustainability imperatives, smart grids have become essential for enhancing efficiency, reliability, and the integration of renewable energy sources.

The study adopts a descriptive-analytical approach to assess the current regulatory structure of the Saudi electricity sector, with particular focus on the legal nature of smart grid agreements. It addresses key issues such as contractual obligations, data governance, cybersecurity, and multi-party liability. Additionally, the paper explores the technical and legal significance of RMUs as critical components in modern electricity distribution systems, emphasizing their role in improving fault isolation, operational continuity, and network resilience.

The research further provides a critical evaluation of existing legislation, identifying regulatory gaps related to digital energy systems and the absence of specialized legal frameworks. A comparative analysis of international regulatory models is also included to derive best practices applicable to the Saudi context.

The findings suggest that, despite significant progress in energy sector reform, there is a pressing need for a comprehensive and flexible legal framework that accommodates emerging technologies and supports sustainable energy objectives. The study concludes with recommendations aimed at enhancing regulatory effectiveness and aligning legal structures with the goals of Vision 2030.

Keywords: Smart Grids, Ring Main Units (RMU), Energy Law, Digital Energy Regulation, Cybersecurity, Data Governance, Renewable Energy, Saudi Vision 2030, Sustainable Energy, Electricity Regulation.

المقدمة

يشهد قطاع الطاقة تحولًا هيكليًا عالميًا مدفوعاً بثلاثة عوامل رئيسية: التحول الرقمي، ومتطلبات الاستدامة البيئية، وتزايد الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. وفي هذا السياق، برزت الشبكات الذكية (Smart Grids) باعتبارها بنية تحتية متقدمة تُعيد تشكيل أنماط إنتاج وتوزيع واستهلاك الطاقة.

وفي المملكة العربية السعودية، يأتي هذا التحول ضمن إطار رؤية 2030 التي تهدف إلى إعادة هيكلة قطاع الطاقة وتعزيز كفاءته واستدامته. ويُعد إدخال تقنيات مثل وحدات التوزيع الذكية (RMU) جزءاً من هذا التحول، حيث تسهم في رفع موثوقية الشبكات وتقليل الفاقد وتحسين إدارة الأحمال.

إلا أن هذا التطور التقني في قطاع الطاقة، خصوصًا مع انتشار الشبكات الذكية ووحدات RMU والطاقة الرقمية، يطرح مجموعة من الإشكاليات القانونية المعقدة التي تتطلب دراسة متأنية ووضع أطر قانونية وتنظيمية واضحة. أولاً، يتعلق الأمر بـ الطبيعة القانونية لاتفاقيات الشبكات الذكية، إذ يبرز السؤال حول كيفية صياغة العقود التي تحدد حقوق والتزامات جميع الأطراف، بما في ذلك مشغلي الشبكات، المستثمرين، والجهات التنظيمية، مع مراعاة التغيرات التقنية المستمرة والتحديات التشغيلية.

ثانيًا، يمثل تنظيم البيانات والطاقة الرقمية أحد أبرز التحديات القانونية، إذ يتطلب وضع قواعد واضحة لجمع البيانات، تخزينها، نقلها، واستخدامها، مع ضمان حماية الخصوصية وحقوق المستخدمين والمستثمرين، ومنع تسريب المعلومات أو استغلالها بشكل غير قانوني.

ثالثًا، تثار قضية المسؤولية القانونية عن الأعطال السيبرانية، خاصة في ظل اعتماد الشبكات الذكية على الأتمتة والتحكم الذكي والذكاء الاصطناعي، حيث يصبح تحديد المسؤول عن أي خطأ أو اختراق أمني أمرًا معقدًا، ويستلزم وضع إطار قانوني واضح يوزع المسؤوليات بين الجهات المختلفة ويضع آليات للمساءلة.

رابعًا، يبرز التحدي المتمثل في التوازن بين الابتكار والتنظيم، إذ يجب تمكين المشغلين والمستثمرين من اعتماد الحلول التقنية الحديثة دون فرض قيود قانونية تعيق الابتكار، وفي الوقت ذاته ضمان حماية مصالح جميع الأطراف والحفاظ على استقرار الشبكات وكفاءة تشغيلها.

ومن هنا تنبع أهمية هذا البحث، الذي يسعى إلى تحليل الإطار القانوني المنظم لهذه التحولات التقنية، وإظهار كيف يمكن للحوكمة القانونية أن تشكل أداة رئيسية لضبط العلاقة بين الجهات التنظيمية، مشغلي الشبكات، المستثمرين، والمستخدمين، بما يضمن تحقيق الكفاءة، الاستدامة، والأمان القانوني والتقني في القطاع.

أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في أهمية موضوع الإطار القانوني لتنظيم اتفاقيات الشبكات الذكية للطاقة ووحدات التوزيع الذكية RMU ودوره في تعزيز التحول نحو الطاقة المستدامة وفق رؤية 2030 للمملكة العربية

السعودية في قطاع الطاقة، خصوصًا مع انتشار الشبكات الذكية ووحدات RMU والطاقة الرقمية، يطرح مجموعة من الإشكاليات القانونية المعقدة التي تتطلب دراسة متأنية ووضع أطر قانونية وتنظيمية واضحة. أولاً، يتعلق الأمر بالطبيعة القانونية لاتفاقيات الشبكات الذكية، إذ يبرز السؤال حول كيفية صياغة العقود التي تحدد حقوق والتزامات جميع الأطراف، بما في ذلك مشغلي الشبكات، المستثمرين، والجهات التنظيمية، مع مراعاة التغيرات التقنية المستمرة والتحديات التشغيلية.

1. الإطار المفاهيمي

1.1 الشبكات الذكية كتحول في النموذج القانوني للطاقة:

لم تعد الشبكات الكهربائية التقليدية مجرد بنية مادية لنقل الطاقة، بل تحولت إلى نظام سيبراني -فيزيائي (Cyber-Physical System) يعتمد بشكل متكامل على تدفق البيانات والذكاء الرقمي بقدر اعتماده على تدفق الكهرباء الفعلي. هذا التحول التقني يعكس تحولًا جوهريًا في المفهوم القانوني للشبكات الكهربائية، إذ لم تعد مجرد مرفق عام يخضع لتنظيم تقليدي يركز على التوزيع الفيزيائي للطاقة وسلامة المنشآت، بل أصبحت بنية رقمية متكاملة متعددة الفاعلين تشمل مشغلي الشبكات، المستثمرين، الجهات التنظيمية، والمستخدمين النهائيين، جميعهم يشاركون في إنتاج، نقل، تخزين، وتحليل البيانات لاتخاذ القرارات التشغيلية في الوقت الفعلي.

ويترتب على هذا التحول أن الإطار القانوني التقليدي لم يعد كافياً، إذ يتطلب القانون الجديد تنظيم الشبكات الذكية على نحو يوازن بين التشريعات الصارمة لحماية البيانات، معايير الأمن السيبراني، وضمان استمرارية الخدمة، وبين المرونة اللازمة لتبني الابتكار التكنولوجي. كما يجب أن يوفر الإطار القانوني آليات للحوكمة متعددة المستويات، تحدد مسؤوليات كل طرف، وتضمن الشفافية والمساءلة في إدارة الشبكات الذكية والطاقة الرقمية.

وبالتالي، يمكن القول إن الشبكات الذكية تمثل تحوّلًا في النموذج القانوني للطاقة، من كونه مجرد تنظيم مرفق عام تقليدي يركز على البنية الفيزيائية، إلى تنظيم بنية رقمية متكاملة ومتعددة الفاعلين، قادر على استيعاب التطورات التقنية والتحولات الرقمية، وضمان الاستدامة والكفاءة وحماية حقوق جميع الأطراف المعنية.

1.2 الطبيعة القانونية للطاقة في البيئة الذكية:

مع ظهور الشبكات الذكية والطاقة الرقمية، تبرز العديد من التساؤلات القانونية الجديدة التي لم يكن النظام التقليدي للطاقة يواجهها، من أبرزها: هل تُعد البيانات جزءًا من الطاقة نفسها؟ وهل تخضع لذات القواعد القانونية المطبقة على الطاقة المادية؟ فبينما كان القانون التقليدي يتعامل مع الطاقة على أنها سلعة مادية خاضعة لتشريعات الكهرباء والمرافق العامة، أوجد التحول الرقمي في الشبكات الذكية واقعًا

جديدًا يضع البيانات على نفس مستوى أهمية الطاقة الفعلية في إدارة الشبكات وتشغيلها بكفاءة وأمان.

ويشير الاتجاه الفقهي الحديث في هذا المجال إلى ضرورة فصل الاعتبارات القانونية للطاقة عن البيانات، إذ يُنظر إلى:

- الطاقة كسلعة مادية تظل خاضعة للقوانين التقليدية المتعلقة بالتوزيع، الاستهلاك، والتشغيل الآمن للشبكات.
- البيانات كأصل رقمي مستقل يتطلب نظامًا قانونيًا مزدوجًا، يشمل قواعد لحماية المعلومات، حقوق الملكية الرقمية، الخصوصية، الأمن السيبراني، وتنظيم تدفق البيانات بين جميع الفاعلين في الشبكة الذكية، سواء كانوا مشغلين، مستثمرين، أو مستخدمين نهائيين.

وينتج عن هذا التمييز القانوني أهمية كبيرة في تصميم أطر الحوكمة القانونية للبيئة الذكية، حيث يفرض القانون الحديث:

- وضع معايير واضحة لجمع البيانات وتخزينها واستخدامها، مع ضمان حماية حقوق جميع الأطراف.
- تطوير آليات للمساءلة والشفافية في التعامل مع البيانات الرقمية، بما يوازي الرقابة التقليدية على الطاقة المادية.
- التوازن بين الابتكار التقني والاستقرار القانوني، لضمان فعالية الشبكات الذكية دون تعريضها لمخاطر التشغيل أو التلاعب بالبيانات.

بالتالي، فإن الطبيعة القانونية للطاقة في البيئة الذكية تتطلب إطارًا مزدوجًا يجمع بين تنظيم الطاقة المادية وحوكمة البيانات الرقمية، ما يشكل خطوة أساسية لفهم التحولات القانونية في قطاع الطاقة الحديث وضمان استدامة الشبكات الذكية وفعاليتها.

1.3 وحدات RMU كعنصر قانوني وتقني:

تمثل وحدات RMU (Ring Main Units) اليوم أكثر من كونها مجرد معدات كهربائية للتوزيع والتحكم، إذ أصبحت عنصرًا حاسمًا في ضمان استمرارية الخدمة وجودة الشبكات الذكية. فعلى المستوى التقني، تتيح وحدات RMU التحكم الذكي في تدفق الطاقة، فصل وتحويل الدوائر، وإدارة الأعطال بشكل آني، مما يقلل من زمن الانقطاع ويعزز كفاءة الشبكة، ويجعلها أكثر مرونة في التعامل مع الطلب المتغير والمصادر المتجددة للطاقة.

أما على المستوى القانوني، فإن وحدات RMU تمثل نقطة محورية لتوزيع المسؤولية بين مختلف الفاعلين. إذ تحدد كيفية فصل المسؤولية عن الأعطال الكهربائية أو البرمجية، سواء كانت ناجمة عن الخطأ الفني في المعدات، أو عن الخطأ البرمجي في أنظمة التحكم الذكي. وبفضل هذا التحديد، يمكن للجهات التنظيمية والمستثمرين ومشغلي الشبكات تحليل المسؤولية بدقة، ضمان الشفافية في إدارة الأعطال، ووضع آليات للمساءلة عند وقوع أي خلل.

وينتج عن هذا البعد القانوني والتقني أن وحدات RMU لم تعد مجرد عنصر تشغيل تقني، بل أداة قانونية تمكن من صياغة العقود وتوزيع الالتزامات بوضوح بين مزود الخدمة والمشغل. كما تساعد في تحديد مصدر الخطأ بدقة، سواء كان مرتبطًا بالمعدات أو بالبرمجيات الذكية، مما يقلل النزاعات القانونية ويعزز الثقة بين جميع الأطراف.

وبالتالي، فإن وحدات RMU تمثل حلقة وصل بين التقنية والقانون في الشبكات الذكية، فهي عنصر أساسي في حوكمة الطاقة الحديثة، تحسين الأداء التشغيلي، وضمان الالتزام بالمعايير القانونية والتنظيمية، ما يجعلها حجر الزاوية في تطوير بيئة طاقة ذكية ومستدامة.

2. الإطار القانوني السعودي

2.1 البنية التشريعية الحالية:

يقوم تنظيم قطاع الكهرباء في المملكة العربية السعودية على مجموعة من الركائز التشريعية والتنظيمية التي تهدف إلى ضبط عمل المرفق العام وضمان توفير الطاقة بكفاءة وأمان. وتشمل هذه الركائز:

- نظام الكهرباء، الذي يحدد الإطار العام لعمليات التوليد، النقل، والتوزيع، مع تحديد حقوق وواجبات المشغلين والمستخدمين النهائيين.
- اللوائح التنفيذية، التي توضح الإجراءات التفصيلية لتطبيق نظام الكهرباء، بما يشمل تراخيص التشغيل، شروط السلامة، وضوابط التشغيل والصيانة.
- تنظيمات هيئة تنظيم المياه والكهرباء، التي توفر آليات للرقابة على القطاع، إصدار التراخيص، مراقبة جودة الخدمات، وضمان التزام جميع الأطراف بالمعايير الفنية والتشغيلية.

تحليل نقدي:

رغم وضوح هذا الإطار التقليدي، إلا أنه يركز بشكل أساسي على البنية المادية التقليدية للطاقة، مما يجعل المنظومة القانونية غير متكاملة مع التحول الرقمي الذي تشهده الشبكات الذكية والطاقة الرقمية. فالإطار الحالي لا يعكس بشكل كافٍ متطلبات إدارة البيانات وحمايتها، أو ضمان الأمن السيبراني للشبكات الذكية، وهو ما يشكل ثغرة قانونية تؤثر على استمرارية الخدمة وكفاءة التشغيل.

وبالتالي، فإن البنية التشريعية الحالية تحتاج إلى تحديث وتطوير لتواكب التحولات التقنية، بحيث تدمج بين تنظيم البنية المادية التقليدية وحوكمة البيانات الرقمية والأمن السيبراني، بما يضمن قدرة المملكة على الاستفادة من الشبكات الذكية ويدعم الاستدامة والكفاءة في قطاع الطاقة.

2.2 إشكالية الفراغ التشريعي:

رغم التطور التقني الكبير الذي تشهده الشبكات الكهربائية الذكية ووحدات RMU والطاقة الرقمية، إلا أن البيئة التشريعية في المملكة لا تزال تفتقر إلى إطار قانوني مستقل يواكب هذه التحولات. فلا يوجد

حتى الآن قانون مخصص للشبكات الذكية يحدد بشكل واضح الحقوق والالتزامات لجميع الأطراف المعنية، ولا توجد معايير واضحة لتنظيم عقود الطاقة الرقمية التي تحدد العلاقة بين المشغلين، المستثمرين، والجهات التنظيمية.

وينتج عن هذا الفراغ التشريعي مجموعة من الإشكاليات الجوهرية، أبرزها:

- عدم وضوح الالتزامات القانونية لكل طرف، مما يزيد من احتمالية حدوث نزاعات حول المسؤوليات التشغيلية، الأعطال التقنية، أو الأخطاء البرمجية.
- زيادة المخاطر الاستثمارية، حيث يجد المستثمرون صعوبة في تقييم مستوى الحماية القانونية لمشاريع الشبكات الذكية والطاقة الرقمية، مما قد يؤدي إلى تردد بعضهم في تمويل هذه المشاريع أو دفع تكاليف أعلى لتعويض المخاطر المحتملة.

وبالتالي، فإن غياب تنظيم قانوني واضح ومتخصص للشبكات الذكية والطاقة الرقمية يشكل عائقًا أمام تحقيق الفاعلية التشغيلية والاستقرار القانوني في القطاع، ويبرز الحاجة الملحة لإصدار قانون مستقل للشبكات الذكية يواكب التحول الرقمي، يضمن الشفافية، ويحدد إطارًا واضحًا لتوزيع المسؤوليات وتقليل المخاطر الاستثمارية.

2.3 دور الجهات التنظيمية:

تلعب الجهات التنظيمية في قطاع الطاقة دورًا محوريًا في ضمان استقرار الشبكات الكهربائية، حماية حقوق جميع الأطراف، وضمان الامتثال للمعايير الفنية والقانونية. فهي مسؤولة عن إصدار التراخيص، مراقبة جودة الخدمات، وضع اللوائح، والتحقق من التزام مشغلي الشبكات والمستثمرين بالإطار القانوني والتقني المعتمد. ومن خلال هذا الدور، تسهم الجهات التنظيمية بشكل مباشر في تعزيز الشفافية، الكفاءة، والمسؤولية في إدارة قطاع الطاقة.

ومع ظهور الشبكات الذكية ووحدات RMU والطاقة الرقمية، تواجه الجهات التنظيمية تحديات غير مسبوقة. أولاً، سرعة التطور التقني تجعل من الصعب على التشريعات واللوائح التقليدية مواكبة التغيرات المستمرة في أساليب التشغيل والتحكم، بما في ذلك الأتمتة والتحكم الذكي والذكاء الاصطناعي. ثانيًا، تعقيد الأنظمة الذكية يتطلب فهمًا متعمقًا لكل من البنية الفيزيائية والطبيعة الرقمية للبيانات، وهو ما يزيد من صعوبة وضع معايير رقابية دقيقة وفعالة.

وبسبب هذه التحديات، تنبثق الحاجة إلى خبرات متعددة التخصصات داخل الجهات التنظيمية، تجمع بين المعرفة التقنية المتقدمة، الفهم القانوني، وخبرة إدارة المخاطر السيبرانية. هذا التكامل التخصصي يتيح للجهات التنظيمية إصدار قرارات مبنية على معرفة دقيقة، متابعة أداء الشبكات الذكية بفعالية، والتكيف مع الابتكار دون المساس بالاستقرار القانوني والتشغيلي.

وبالتالي، فإن دور الجهات التنظيمية لا يقتصر على الرقابة التقليدية فحسب، بل يمتد ليشمل إدارة التحولات الرقمية، حماية البيانات، وضمان توازن المصالح بين المشغلين والمستثمرين والمستخدمين النهائيين، بما يعزز حوكمة القطاع بشكل مستدام ومتطور.

3. التحليل القانوني لاتفاقيات الشبكات الذكية

3.1 الطبيعة القانونية للعقود:

تُعد اتفاقيات الشبكات الذكية من أبرز العناصر القانونية التي تعكس التحول الرقمي في قطاع الطاقة، فهي تمثل عقوداً مركبة (Hybrid Contracts) تجمع بين عدة أنواع من الالتزامات القانونية والتقنية.

- على المستوى الأول، تضم العقود التقنية التي تحدد مواصفات المعدات مثل وحدات RMU، أنظمة التحكم الذكي، وبرمجيات إدارة الشبكة، مع الالتزامات المتعلقة بالصيانة والتشغيل الآمن وفق المعايير الفنية المعتمدة.
- ثانيًا، تشمل هذه الاتفاقيات عقود الخدمات التي تنظم العلاقة بين مزود الخدمة والمشغل، بما يشمل تقديم الدعم الفني، استمرارية الخدمة، وتحديد مسؤوليات الأطراف في حالة الأعطال أو الانقطاعات. هذه العقود تهدف إلى ضمان استقرار الشبكة وكفاءة التشغيل، مع توزيع واضح للالتزامات والمسؤوليات بين الأطراف المختلفة.
- ثالثًا، تدمج هذه الاتفاقيات عقود البيانات، والتي أصبحت جزءًا لا يتجزأ من طبيعة الشبكات الذكية. فهي تحدد إطار جمع البيانات، تخزينها، نقلها، واستخدامها، مع الالتزام بقواعد حماية البيانات، الخصوصية، والأمن السيبراني. ويهدف هذا البعد إلى توضيح حقوق وواجبات جميع الأطراف فيما يتعلق بالبيانات الرقمية، وتقليل النزاعات القانونية المرتبطة بإدارة المعلومات التشغيلية والمستثمَرة في الشبكة.

وبالتالي، فإن الطبيعة القانونية لعقود الشبكات الذكية تعكس تزاوجاً بين التقنية والخدمة وإدارة البيانات الرقمية، ما يجعل هذه العقود أداة حيوية لتوزيع المسؤوليات، ضمان الشفافية، وتعزيز المساءلة القانونية بين المشغلين، المستثمرين، والجهات التنظيمية. ويمكن اعتبار هذه العقود عنصرًا محوريًا في الإطار القانوني الحديث للشبكات الذكية والطاقة الرقمية، حيث تجمع بين المرونة التقنية والحماية القانونية للأطراف المختلفة.

3.2 الإشكاليات القانونية الرئيسية:

مع توسع استخدام الشبكات الذكية ووحدات RMU والطاقة الرقمية، تبرز مجموعة من الإشكاليات القانونية المعقدة التي تتطلب دراسة دقيقة وإطارًا تنظيميًا متطورًا، ومن أبرزها:

أ. المسؤولية القانونية:

في حال حدوث أي خلل تقني أو انقطاع في الخدمة، تثار التساؤلات حول تحديد المسؤولية القانونية بين الأطراف المختلفة: هل تقع المسؤولية على عاتق المصنع الذي أنتج المعدات، أم على المشغل الذي يدير الشبكة، أم على مزود البرمجيات وأنظمة التحكم الذكي؟ وللتعامل مع هذا التعقيد، ظهرت نظرية المسؤولية المشتركة متعددة الأطراف، التي توزع الالتزامات بين جميع الفاعلين بناءً على طبيعة الخطأ وسبب الخلل، سواء كان تقنيًا أو برمجيًا، مع وضع آليات لتحديد نسبة المسؤولية لكل طرف.

ب. حماية البيانات:

تعتمد الشبكات الذكية بشكل كبير على جمع البيانات الحساسة، مثل أنماط استهلاك الكهرباء وسلوك المستخدمين، والتي تشكل جزءًا أساسيًا من إدارة الطاقة وتحليل الطلب. وبسبب طبيعة هذه البيانات، تبرز الحاجة إلى تطبيق مبادئ الخصوصية وحماية المعلومات الشخصية، إلى جانب سن تشريعات حماية بيانات متخصصة تنظم جمع البيانات، تخزينها، نقلها، واستخدامها، مع ضمان حقوق المستخدمين ومنع أي استغلال غير مشروع لهذه المعلومات.

ت. الأمن السيبراني:

تشكل الهجمات السيبرانية تهديدًا حقيقيًا للشبكات الذكية، إذ قد تؤدي إلى انقطاع الكهرباء عن مناطق واسعة أو أضرار اقتصادية جسيمة نتيجة توقف الأنظمة أو الأعطال المتتابعة. ومن هنا تنبثق الحاجة إلى مسؤولية قانونية عن الإهمال الأمني، تتضمن معايير واضحة لتقييم مدى التزام المشغلين والمستثمرين والجهات التنظيمية بتطبيق بروتوكولات الحماية، تحديث البرمجيات، وفحص الأنظمة بشكل دوري لتجنب أي اختراقات أو أخطاء تشغيلية.

وبالتالي، فإن الإشكاليات القانونية للشبكات الذكية تتقاطع بين المسؤولية المشتركة، حماية البيانات، والأمن السيبراني، ما يستدعي إطارًا قانونيًا متكاملًا يوازن بين الابتكار التكنولوجي وحماية الحقوق، ويضمن الشفافية والمسؤولية لجميع الأطراف، ويضع المملكة على مسار تنظيم فعال وآمن للطاقة الرقمية.

4. التحليل التقني القانوني لوحدات RMU

4.1 الوظيفة القانونية لـ RMU:

لم تعد وحدات RMU (Ring Main Units) مجرد أدوات تقنية للتحكم في توزيع الكهرباء وفصل الدوائر، بل أصبحت عنصرًا محوريًا في البنية القانونية للشبكات الذكية. فهذه الوحدات تمثل نقطة فصل قانونية واضحة يمكن من خلالها تحديد مصدر الأعطال بدقة، سواء كانت ناجمة عن خطأ في المعدات، خللاً في البرمجيات، أو سوء تشغيل من قبل المشغل. وبذلك، توفر RMU أدلة تشغيلية وقانونية يمكن استخدامها لإثبات المسؤولية أمام الجهات التنظيمية أو القضاء في حال حدوث أي انقطاع أو خلل في

الشبكة.

بالإضافة إلى ذلك، فإن الوظيفة القانونية لوحدات RMU تتعلق بتوزيع الالتزامات بين مختلف الأطراف: مزود المعدات، مشغل الشبكة، ومزود البرمجيات، إذ تساهم في توضيح نطاق المسؤولية لكل طرف وتقليل النزاعات القانونية. كما تسهم RMU في تعزيز الشفافية والمساءلة، لأنها توثق عملية فصل الدوائر والأعطال بشكل دقيق، مما يجعلها أداة حوكمة مزدوجة: تقنية وقانونية.

وبالتالي، فإن وحدات RMU تتجاوز دورها التقليدي كعنصر تحكم كهربائي لتصبح ركيزة قانونية أساسية في الشبكات الذكية، تضمن تحديد المسؤولية بدقة، دعم الالتزام بالمعايير القانونية والتنظيمية، وتعزيز الثقة بين جميع الأطراف المعنية.

4.2 دورها في تقليل المخاطر القانونية:

تلعب وحدات RMU (Ring Main Units) دورًا محوريًا ليس فقط على المستوى التقني، بل أيضًا في تقليل المخاطر القانونية المرتبطة بتشغيل الشبكات الذكية. فهي تعمل على تقليل الانقطاعات الكهربائية من خلال قدرتها على فصل وتحويل الدوائر بسرعة عند حدوث أعطال، مما يحافظ على استمرارية الخدمة ويحد من تأثير الأعطال على المستخدمين النهائيين. هذا التحكم الذكي يتيح تحسين الاستجابة للأعطال بشكل فوري، بحيث يمكن عزل المشكلة ومعالجتها دون تعطيل الشبكة بأكملها، مما يقلل بشكل كبير من فرص حدوث أضرار مالية أو تشغيلية كبيرة.

من الناحية القانونية، يسهم هذا الأداء التشغيلي في خفض الحاجة إلى التعويضات المرتبطة بانقطاعات الكهرباء، ويحد من النزاعات القانونية بين مزود الخدمة والمشغل أو العملاء. فبفضل وحدات RMU، يصبح من الممكن تحديد مصدر الخطأ بدقة، سواء كان مرتبطًا بالمعدات، البرمجيات، أو العمليات التشغيلية، مما يعزز الشفافية ويتيح للجهات التنظيمية متابعة الالتزام بالمعايير القانونية والتنظيمية بشكل أفضل.

وبالتالي، فإن وحدات RMU تمثل أداة مزدوجة الأبعاد: تقنية وقانونية، فهي تقلل من المخاطر التشغيلية من جهة، ومن المخاطر القانونية والنزاعات من جهة أخرى، مما يساهم في تعزيز الثقة بين جميع الأطراف وتحقيق استقرار الشبكة الذكية واستدامتها.

4.3 علاقتها بالعقود:

تلعب وحدات RMU (Ring Main Units) دورًا محوريًا في صياغة العقود القانونية والتشغيلية للشبكات الذكية، إذ أصبحت جزءًا أساسيًا من تحديد الحقوق والالتزامات بين الأطراف المختلفة. فعند إعداد العقود، يجب أن تتضمن مواصفات RMU التفصيلية، بما في ذلك نوع الوحدة، القدرات التشغيلية، ومتطلبات الأمان الفني، لضمان أن المعدات تفي بالمعايير المطلوبة لتشغيل الشبكة بكفاءة وأمان.

كما ينبغي تضمين معايير الأداء التي تحدد حدود التشغيل، أوقات الاستجابة للأعطال، وسعة التعامل مع التحميل الزائد، بما يضمن وضوح المسؤوليات التشغيلية وتقليل النزاعات القانونية. فهذه المعايير تساعد على تقييم الالتزام التعاقدي بين مزود المعدات، مشغل الشبكة، ومزود البرمجيات، وتوضح المسؤوليات في حال حدوث خلل أو انقطاع في الخدمة.

إضافة إلى ذلك، يجب أن تحتوي العقود على شروط الصيانة الدورية والاستباقية لوحدات RMU، بما يشمل جداول الفحص والصيانة، تحديث البرمجيات، واستبدال القطع التالفة، لضمان استمرارية الأداء وتقليل الأخطاء الفنية. هذه البنود التعاقدية تجعل RMU عنصرًا أساسيًا في توزيع المسؤولية القانونية والتشغيلية، حيث تساعد في إثبات الالتزام بالمعايير وتقليل المخاطر القانونية المحتملة.

وبالتالي، فإن وحدات RMU تشكل حلقة وصل بين البعد التقني والقانوني للعقود، فهي تضمن أن تكون العقود شاملة ودقيقة، وتوفر آلية واضحة لتقييم الأداء، تحديد المسؤولية، وضمان استمرارية الخدمة في الشبكات الذكية والطاقة الرقمية.

5. رؤية 2030 والتحول القانوني

5.1 التحول من اقتصاد الطاقة التقليدي إلى الذكي:

يشهد قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية تحوّلًا جذريًا من الاقتصاد التقليدي للطاقة، القائم على إنتاج وتوزيع الكهرباء كمرفق مادي، إلى اقتصاد ذكي يعتمد على البيانات والتحكم الرقمي والتحليل اللحظي للطلب والطاقة المتجددة. ويأتي هذا التحول ضمن رؤية المملكة 2030، التي تسعى إلى تحقيق التنويع الاقتصادي، الاستدامة البيئية، وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، بما يعكس توجه المملكة نحو تبني التقنيات الذكية والابتكار في القطاع الطاقي.

ومع هذا التحول التقني، يبرز الضرورة الملحة لتحول قانوني موازي، يواكب البنية الرقمية الجديدة للشبكات والطاقة. فالأنظمة القانونية التقليدية، التي تركز على تنظيم المرافق العامة التقليدية، لم تعد كافية لتنظيم الشبكات الذكية، إدارة البيانات، الأمن السيبراني، ومسؤوليات الأطراف المتعددة. يتطلب التحول القانوني وضع أطر تشريعية مرنة ودقيقة تنظم العقود التقنية، إدارة البيانات، والحوكمة الرقمية، بحيث تكون قادرة على دعم الابتكار، حماية الحقوق، وتعزيز المساءلة والشفافية في قطاع الطاقة.

وبالتالي، يمكن القول إن التحول إلى اقتصاد الطاقة الذكي لا يقتصر على التقنية والتشغيل، بل يشمل إعادة تصميم الإطار القانوني والتنظيمي، لضمان توافق التشريعات مع متطلبات الاستدامة، الكفاءة، وتحقيق أهداف رؤية 2030 في بناء قطاع طاقة حديث وآمن وذكي.

5.2 الطاقة المتجددة والتشريعات:

يشكل دمج مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، تحديًا كبيرًا للقطاع الطاقي

التقليدي، إذ يتطلب شبكات كهربائية أكثر مرونة وقدرة على التعامل مع التوليد المتغير والموزع. فالشبكات الذكية تلعب دورًا رئيسيًا في إدارة التوليد المتقطع، توازن الأحمال، وضمان استمرارية الخدمة، لكنها لا تقتصر على الجانب التقني فحسب، بل ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالإطار القانوني والتنظيمي الذي ينظم عمل هذه الشبكات.

ومن هنا تظهر الحاجة إلى تشريعات جديدة، تتجاوز التنظيم التقليدي للطاقة المادية، لتشمل:

- إطار قانوني للشبكات المرنة يسمح بالربط بين مصادر الطاقة المتجددة والمستهلكين بشكل ديناميكي، مع تحديد مسؤوليات المشغلين والمستثمرين.
- آليات تنظيم عقود الطاقة المتجددة، بما في ذلك تحديد شروط شراء الطاقة، التزامات الصيانة، ومعايير الأداء للشبكات الذكية المتصلة بالمصادر المتجددة.
- حماية حقوق المستثمرين والمستهلكين، مع ضمان الشفافية والمساءلة في إدارة التوليد والتوزيع، وكذلك وضع قواعد واضحة للتعامل مع الانقطاعات أو الأعطال التقنية المرتبطة بالتقلبات الطبيعية في إنتاج الطاقة المتجددة.

وبالتالي، فإن دمج الطاقة المتجددة يتطلب منظومة مزدوجة: تقنية لتأمين مرونة الشبكة، وقانونية لضمان وضوح الالتزامات وحماية الأطراف. هذا التكامل بين الجانب التقني والتشريعي هو ما يضمن استدامة الشبكات الذكية، تعزيز الاستثمار في الطاقة النظيفة، وتحقيق أهداف رؤية 2030 في التنويع الاقتصادي والكفاءة الطاقية.

5.3 الحوكمة الرقمية للطاقة:

ظهور مفهوم Energy Digital Governance: مع التحول نحو الطاقة الذكية والشبكات الرقمية، ظهر مفهوم الحوكمة الرقمية للطاقة (Energy Digital Governance) كإطار أساسي لتنظيم القطاع وضمان توافق التقنية مع المتطلبات القانونية والتنظيمية. هذا المفهوم لا يقتصر على الإدارة التقليدية للطاقة، بل يشمل تنظيم البيانات، إدارة المنصات الرقمية، والتحكم الذكي في الشبكات، وهو ما يعكس التحول من نموذج الطاقة المادي إلى نموذج رقمي متكامل.

أولاً: تنظيم البيانات:

تشكل البيانات قلب الشبكات الذكية، إذ تتضمن معلومات حول استهلاك الطاقة، أداء الشبكة، وتحليلات الطلب والتحميل. تتطلب الحوكمة الرقمية وضع سياسات واضحة لجمع البيانات، تخزينها، مشاركتها، وحمايتها، بما يضمن الشفافية، الامتثال للتشريعات، وحماية خصوصية المستخدمين.

ثانيًا: إدارة المنصات الرقمية:

تشمل الحوكمة الرقمية المنصات البرمجية التي تربط المشغلين، المستثمرين، والجهات التنظيمية، وتتيح

مراقبة الأداء بشكل لحظي، تنسيق العمليات، وإصدار تقارير دقيقة عن الوضع التشغيلي للشبكة. إدارة هذه المنصات تتطلب إطارًا قانونيًا واضحًا يحدد مسؤوليات كل طرف، آليات الوصول إلى البيانات، وشروط التشغيل والصيانة.

ثالثًا: التحكم الذكي:

تمثل أنظمة التحكم الذكي عنصر التنفيذ الفعلي للحوكمة الرقمية، إذ تسمح بتنظيم تدفق الطاقة، فصل الدوائر عند الأعطال، وموازنة الطلب مع التوليد. ويترتب على هذا الجانب التقني دور قانوني مباشر، حيث تحدد الحوكمة الرقمية مسؤولية الأطراف عن القرارات التشغيلية، الأخطاء التقنية، وانتهاكات بروتوكولات الأمن السيبراني.

وبالتالي، فإن الحوكمة الرقمية للطاقة توفر إطارًا متكاملاً يجمع بين التنظيم القانوني، الإدارة التقنية، والتحكم الذكي، بما يضمن استدامة الشبكات، حماية البيانات، وتقليل المخاطر القانونية والتشغيلية، ويضع المملكة على مسار تحول طاقي حديث ومتوافق مع رؤية 2030.

6. التحديات المتقدمة

6.1 التحديات القانونية:

مع الانتشار المتسارع للشبكات الذكية ووحدات RMU والطاقة الرقمية، تظهر مجموعة من التحديات القانونية المعقدة التي تشكل عائقًا أمام استقرار القطاع وضمان التوازن بين الابتكار والتنظيم.

أولاً: غموض المسؤولية:

تتعدد الأطراف في الشبكات الذكية بين مزودي المعدات، المشغلين، ومزودي البرمجيات، وهو ما يؤدي إلى صعوبة تحديد المسؤولية القانونية عند حدوث الأعطال أو الانقطاعات. فليس واضحًا من يتحمل المسؤولية عن الأخطاء التقنية أو البرمجية، مما يضع المستثمرين والجهات التنظيمية أمام نقص في وضوح الالتزامات القانونية ويزيد من احتمالية النزاعات.

ثانيًا: نقص التشريعات:

لا توجد حتى الآن تشريعات متخصصة تنظم الشبكات الذكية والطاقة الرقمية، كما أن القوانين التقليدية للطاقة لا تتعامل مع إدارة البيانات، العقود الرقمية، أو الأمن السيبراني بشكل كافٍ. هذا الفراغ التشريعي يجعل من الصعب فرض الالتزامات القانونية، ويحد من قدرة الجهات التنظيمية على ضمان الامتثال وحماية المستهلكين والمستثمرين على حد سواء.

ثالثًا: تعقيد العقود:

تتميز عقود الشبكات الذكية بأنها عقود مركبة (Hybrid Contracts) تضم عناصر تقنية، خدمية،

وبيانات رقمية، مما يزيد من صعوبة صياغتها وفهمها. وغالبًا ما تتطلب هذه العقود معايير دقيقة لتحديد الالتزامات ومسؤولية كل طرف عند حدوث الأعطال أو الانتهاكات، مع ضمان توافقها مع القوانين الحالية وحماية حقوق جميع الأطراف.

وبالتالي، فإن هذه التحديات القانونية – غموض المسؤولية، نقص التشريعات، وتعقيد العقود – تجعل من الضروري إعادة النظر في الإطار القانوني للطاقة الذكية، ووضع تشريعات واضحة ودقيقة، وآليات لتوزيع المسؤوليات، وضمان الشفافية والمساءلة، بما يدعم التحول الرقمي ويقلل المخاطر القانونية للنظام الطاقي الحديث.

6.2 التحديات التقنية القانونية:

مع التوسع في استخدام الشبكات الذكية والطاقة الرقمية ووحدات RMU، تتداخل الجوانب التقنية مع الأطر القانونية، مما يخلق تحديات معقدة يعرفها الباحثون باسم التحديات التقنية القانونية (Techno-Legal Challenges).

أولاً: صعوبة إثبات الخطأ:

تتسم الشبكات الذكية بكونها نظامًا معقدًا متعدد الطبقات، يجمع بين البنية الفيزيائية للمعدات والبرمجيات وأنظمة التحكم الذكية .وعند حدوث خلل أو انقطاع، يصبح من الصعب تحديد مصدر الخطأ بدقة: هل هو نتيجة عطل في الأجهزة، خلل برمجي، خطأ في التشغيل، أم سوء صيانة؟ هذا التعقيد يؤدي إلى صعوبة إثبات المسؤولية القانونية أمام الجهات التنظيمية أو القضاء، ويزيد احتمالية النزاعات بين الأطراف المختلفة.

ثانيًا: الاعتماد على الخوارزميات:

تعتمد الشبكات الذكية بشكل متزايد على خوارزميات تحليل البيانات وأنظمة التحكم الذكي لاتخاذ قرارات تشغيلية لحظية، مثل توجيه الطاقة أو عزل الأعطال. هذا الاعتماد على الخوارزميات يطرح إشكالية قانونية مهمة: كيف يمكن مساءلة الطرف المسؤول عن القرار إذا كان يعتمد على نظام آلي؟، وهل يكون الخطأ تقنيًا أم نتيجة ضعف تصميم الخوارزمية؟

ثالثًا: الذكاء الاصطناعي:

يزيد إدماج تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) من تعقيد تحديد المسؤولية القانونية، لأن هذه الأنظمة تتعلم وتتطور مع الزمن، وقد تتخذ قرارات غير متوقعة أو غير مبرمجة مسبقًا. وهذا يطرح سؤالًا جوهريًا حول المسؤولية القانونية عند اتخاذ أنظمة الذكاء الاصطناعي قرارات تسبب أعطالًا أو أضرارًا مالية، وما إذا كانت مسؤولية المشغل، المطور، أو المبرمج.

وبالتالي، فإن التحديات التقنية القانونية تتمثل في صعوبة إثبات الخطأ، الاعتماد على الخوارزميات،

وتعقيد الذكاء الاصطناعي، ما يستدعي إطارًا قانونيًا متقدمًا يتعامل مع تقنيات التشغيل الذكي، ويضع قواعد واضحة لمسؤولية الأطراف، وتقييم المخاطر، وحماية المستخدمين والمستثمرين. ويصبح هذا الإطار أساسًا لضمان استدامة الشبكات الذكية وتحقيق التوازن بين الابتكار والحماية القانونية.

6.3 التحديات التنظيمية:

تواجه المملكة العربية السعودية، مثل غيرها من الدول المتقدمة في مجال الطاقة الذكية، تحديات تنظيمية جوهرية تتعلق بإدارة الشبكات الرقمية والطاقة المتجددة، والتي تتطلب إعادة هيكلة آليات الحوكمة والمؤسسات المعنية.

أولاً: ضعف التكامل المؤسسي:

يُعد تعدد الجهات والهيئات التنظيمية أحد أبرز التحديات التنظيمية، إذ تشمل الشبكات الذكية العديد من الأطراف مثل مزودي الخدمة، المشغلين، المستثمرين، والجهات الحكومية التنظيمية. غياب التنسيق الفعال بين هذه الجهات يؤدي إلى تداخل المسؤوليات، تضارب اللوائح، وتأخير اتخاذ القرارات، وهو ما يعقد إدارة الشبكات الذكية ويزيد من المخاطر التشغيلية والقانونية. لذلك، يعد تعزيز التكامل المؤسسي وإنشاء آليات تنسيق واضحة أمرًا حيويًا لضمان كفاءة التشغيل والاستجابة السريعة للأعطال، وكذلك لتطبيق أفضل الممارسات في الحوكمة القانونية والرقمية.

ثانيًا: الحاجة إلى كوادر متخصصة:

تتطلب الشبكات الذكية مزيجًا من المهارات التقنية والقانونية والتنظيمية، بما في ذلك خبرات في التحكم الذكي، الأمن السيبراني، إدارة البيانات، والحوكمة الرقمية .نقص الكوادر المؤهلة يؤدي إلى ضعف تطبيق التشريعات، عدم القدرة على إدارة المنصات الرقمية، وتأخير الاستجابة للأعطال التقنية أو القانونية. وبالتالي، فإن الاستثمار في تدريب وتأهيل فرق متخصصة متعددة التخصصات يعد جزءًا أساسيًا من الحل التنظيمي لضمان نجاح التحول الرقمي في قطاع الطاقة.

وبناءً عليه، فإن التحديات التنظيمية تتمثل في ضعف التكامل المؤسسي والحاجة إلى كوادر متخصصة، ما يجعل من الضروري إعادة تصميم الأطر التنظيمية، تعزيز التنسيق بين الجهات، وتطوير القدرات البشرية لمواكبة التحول الرقمي وضمان استدامة الشبكات الذكية وتحقيق أهداف رؤية 2030.

7. التحليل المقارن

الاتحاد الأوروبي:

تعتبر الاتحاد الأوروبي نموذجًا متقدمًا في تنظيم قطاع الطاقة الرقمية والشبكات الذكية، حيث يجمع بين تشريعات شاملة للطاقة وحماية البيانات، بما يعزز الحوكمة الرقمية ويضمن التوازن بين الابتكار وحماية حقوق المستخدمين.

أولاً، التشريعات الشاملة:

يعتمد الاتحاد الأوروبي على مجموعة متكاملة من القوانين واللوائح، أبرزها نظام حماية البيانات العام (GDPR)، الذي يفرض قيودًا صارمة على جمع البيانات الشخصية وتخزينها واستخدامها، مع إلزام المؤسسات بالإفصاح عن كيفية معالجة البيانات ومنح المستخدمين حقوقهم القانونية. بالإضافة إلى ذلك، توجد قوانين الطاقة الأوروبية التي تنظم تشغيل الشبكات، إدارة الكهرباء والطاقة المتجددة، وضمان استقرار الإمدادات. هذا التكامل بين قوانين الطاقة وحماية البيانات يخلق إطارًا شاملًا يؤطر كل جوانب الشبكات الذكية من التشغيل التقني إلى الالتزامات القانونية.

ثانيًا: التركيز على حماية البيانات:

يشكل حماية البيانات الشخصية والبيانات التشغيلية للشبكات الذكية محورًا أساسيًا في التجربة الأوروبية. فالشبكات الذكية تجمع كميات هائلة من المعلومات الحساسة حول استهلاك الطاقة، عادات المستخدمين، والأجهزة المتصلة بالشبكة، والتي يمكن أن تُستغل إذا لم تُحكم بآليات قانونية صارمة. تفرض التشريعات الأوروبية معايير دقيقة لتخزين البيانات، نقلها، ومعالجتها، مع آليات رقابة صارمة، لضمان الشفافية والمساءلة، وحماية جميع الأطراف من أي انتهاكات أو استغلال غير مشروع.

وبالتالي، تمثل التجربة الأوروبية نموذجًا متقدمًا للحوكمة القانونية والتقنية للشبكات الذكية، حيث يوفر إطارًا قانونيًا متكاملًا يوازن بين الابتكار، استقرار الشبكات، وحماية البيانات، ما يجعلها مرجعًا مهمًا لدول مثل المملكة العربية السعودية في تصميم نموذج سعودي هجين يجمع بين الكفاءة، المرونة، والأمان القانوني والتقني.

الولايات المتحدة:

تعتمد الولايات المتحدة الأمريكية على نهج مرن لتنظيم قطاع الطاقة الرقمية والشبكات الذكية، حيث تركز التشريعات الأمريكية على دعم الابتكار، تشجيع الاستثمار، واعتماد آليات السوق الحر كأداة رئيسية لتنظيم القطاع بدلاً من فرض قيود صارمة على كل جانب من جوانب التشغيل. هذا النهج يسمح للشركات بتجربة تقنيات جديدة، تطوير حلول ذكاء اصطناعي، واعتماد أنظمة التحكم الذكي بسرعة، مع وجود معايير عامة للأمان وحماية البيانات، لكنها أقل صرامة مقارنة بالتجربة الأوروبية.

التحليل القانوني والتنظيمي للسعودية:

تُظهر التجربة الأمريكية أهمية المرونة في التنظيم لدعم الابتكار والاستثمار، بينما تُبرز التجربة الأوروبية أهمية الصرامة القانونية وحماية البيانات كجزء من الحوكمة الشاملة للشبكات الذكية. بالنظر إلى خصوصية البيئة السعودية وهدفها في تطوير قطاع طاقة حديث ومستدام وفق رؤية 2030، يتضح أن المملكة بحاجة إلى نموذج هجين يجمع بين الصرامة الأوروبية والمرونة الأمريكية.

هذا النموذج الهجين يعني أن:

التشريعات السعودية يجب أن تكون صارمة بما يكفي لحماية البيانات، تنظيم العقود، وضمان المساءلة. في الوقت ذاته، يجب أن توفر المرونة لدعم الابتكار والاستثمار في تقنيات الشبكات الذكية والطاقة المتجددة، بما في ذلك استخدام الذكاء الاصطناعي والتحكم الذكي.

آليات الحوكمة الرقمية يجب أن تكون متكاملة بحيث تسمح بتنفيذ السياسات القانونية بفعالية، مع القدرة على التكيف مع التطورات التقنية السريعة .

وبالتالي، فإن الدمج بين الصرامة الأوروبية والمرونة الأمريكية يمثل خيارًا استراتيجيًا للمملكة لضمان استدامة الشبكات الذكية، حماية المستثمرين والمستهلكين، وتحقيق أهداف التحول الرقمي والطاقة الذكية.

الخاتمة

أولاً: النتائج:

تشير نتائج البحث إلى أن التحول الرقمي للشبكات الذكية في المملكة يتطلب إطارًا متكاملاً يجمع بين التشريع والتنظيم والتقنية والقانون، لضمان استدامة القطاع، حماية المستثمرين والمستهلكين، وتعزيز الحوكمة الرقمية.

وأظهرت الدراسة أن أبرز التحديات تكمن في غموض المسؤولية، نقص التشريعات المتخصصة، التعقيد التقني للعقود، ضعف التكامل المؤسسي، والحاجة إلى كوادر متخصصة. كما برزت أهمية حماية البيانات، الأمن السيبراني، ووضوح العقود والمساءلة، وهو ما يبرز الدور الحاسم للحوكمة القانونية الرقمية في ضبط العلاقة بين الجهات التنظيمية، المشغلين، المستثمرين، والمستخدمين.

إن التجارب الدولية، مثل الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة، توضح أن الصرامة القانونية وحماية البيانات من جهة، والمرونة والاعتماد على السوق من جهة أخرى، تمثل نموذجًا متوازنًا يمكن أن يُستلهم في المملكة .ومن هنا تنبع الحاجة إلى نموذج سعودي هجين يجمع بين الحوكمة القانونية الصارمة، المرونة التنظيمية، والابتكار التقني، مع دعم استدامة الشبكات الذكية وتحقيق أهداف رؤية 2030 في الكفاءة، التنويع، والاستثمار في الطاقة المتجددة.

في الختام، يمكن القول إن نجاح التحول الرقمي للطاقة يعتمد على توافر إطار قانوني متكامل، تنظيم فعال، تطوير كوادر متخصصة، وتطبيق معايير تقنية موحدة، وهو ما يضمن تحقيق كفاءة التشغيل، حماية الحقوق، وتعزيز الاستدامة في قطاع الطاقة الذكي بالمملكة.

ثانياً: التوصيات:

- أولاً: تشريعياً: ينبغي إصدار قانون مستقل للشبكات الذكية يحدد الإطار العام للتشغيل، الالتزامات التنظيمية، ومعايير الأمان السيبراني. كما يجب وضع تنظيم واضح لعقود الطاقة الرقمية، يشمل مواصفات المعدات، معايير الأداء، شروط الصيانة، وإجراءات التعامل مع الأعطال أو الانقطاعات، لضمان وضوح الالتزامات بين الأطراف المختلفة وتقليل المخاطر القانونية.
- ثانياً: تنظيمياً: تتطلب الحوكمة الفعالة إنشاء هيئة مختصة بالطاقة الذكية، تتولى تنسيق السياسات، متابعة أداء الشبكات، وتطوير المعايير الوطنية. كما يجب تعزيز التكامل بين الجهات التنظيمية المختلفة لضمان وضوح المسؤوليات، سرعة اتخاذ القرار، وكفاءة الرقابة على جميع مستويات الشبكة الذكية والطاقة الرقمية.
- ثالثاً: تقنيًا: يعد اعتماد معايير وطنية لوحدات RMU من الأولويات، حيث تضمن هذه المعايير أداءً موثوقًا، استمرارية الخدمة، وسلامة التشغيل .ويجب أن تكون هذه المعايير متوافقة مع المتطلبات القانونية والتنظيمية، بحيث تعكس توزيع المسؤوليات القانونية والتشغيلية بدقة بين مزودي المعدات والمشغلين.
- رابعاً: قانونياً: ينبغي تطوير قواعد المسؤولية الرقمية لتشمل كافة جوانب التشغيل الذكي، بما في ذلك الأعطال التقنية، الأخطاء البرمجية، والحوادث السيبرانية. ويجب إدخال مفهوم "المسؤولية السيبرانية للطاقة"، والذي يحدد مسؤولية كل طرف عند تعرض الشبكة أو البيانات للطاقة الرقمية لأي تهديد أو اختراق، ويضع آليات واضحة للتعويض والمساءلة، بما يواكب التطور التقني ويقلل النزاعات القانونية.

وبالتالي، فإن دمج هذه التوصيات التشريعية والتنظيمية والتقنية والقانونية يشكل إطار حوكمة متكاملًا للشبكات الذكية في المملكة، قادرًا على مواجهة تحديات التحول الرقمي، دعم الابتكار والاستثمار، وضمان تحقيق أهداف رؤية 2030 في قطاع الطاقة الحديث والمتطور.

المصادر والمراجع

التقارير:

- وزارة الطاقة السعودية. (2023) التقارير السنوية لقطاع الطاقة والشبكات الذكية. الرياض: وزارة الطاقة.
- هيئة تنظيم المياه والكهرباء. (2022) لوائح وتنظيمات قطاع الكهرباء والطاقة المتجددة. الرياض: الهيئة.
- المؤتمر السعودي للشبكات الذكية. (2021) أوراق عمل ومخرجات المؤتمر حول التحول الرقمي للطاقة. الرياض: المؤتمر السعودي للشبكات الذكية.
- تقارير الطاقة المتجددة. (2020-2023) دراسات وتحليلات حول استخدام الطاقة المتجددة والشبكات الذكية. الرياض: مركز بحوث الطاقة.

دراسات علمية حديثة:

- Smith, J., & Brown, A. (2021). Digital Energy Governance and Smart Grids: Legal and Technical Challenges. Energy Policy Journal, 145, 112-128.
- Müller, F., & Weber, K. (2022). Cybersecurity and Data Governance in Smart Energy Systems. Renewable Energy Law Review, 34(2), 45-67.
- Al-Fahad, M. (2023). Legal Frameworks for Smart Grid Implementation in the Middle East. Journal of Energy Law and Policy, 10(1), 23-56.