دولة ليبيا
مجلس النواب الليبي
مجلس التخطيط الوطني

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة
وكفاءة الطاقة (2025 - 2040)

يوليو 2025

طرابلس - ليبيا

كلمة رئيس مجلس التخطيط الوطني

بسم الله الرحمن الرحيم

يشرفني، بصفتي رئيس مجلس التخطيط الوطني، أن أضع بين أيديكم هذا التقرير الوطني الاستراتيجي الذي يمثل خلاصة جهود نخبة من الخبراء الوطنيين، ومساهمة فعالة من مختلف المؤسسات والقطاعات ذات العلاقة، في إعداد "البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025-2040)".

لقد جاء هذا البرنامج استجابة لحاجة وطنية ملحّة تتطلب تنويع مصادر الطاقة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، وذلك ضمن التزامات الدولة الليبية بالتحول الطاقي المستدام، والتفاعل الإيجابي مع المستجدات الإقليمية والدولية في هذا المجال.

قام مجلس التخطيط الوطني بدور تنسيقي وإشرافي شامل في إعداد هذا البرنامج، حيث شكّل مظلة مؤسسية جمعت بين الخبرات الفنية الوطنية والقطاعات التنفيذية ذات العلاقة. فقد شارك في إعداد البرنامج نخبة من خبراء مجلس التخطيط الوطني، إلى جانب خبراء من الجامعات الليبية ومراكز البحوث، بالإضافة إلى ممثلين عن جهات رئيسية فاعلة مثل الشركة العامة للكهرباء، وجهاز الطاقات المتجددة، والمؤسسة الوطنية للنفط.

يهدف هذا البرنامج إلى صياغة سياسات عامة واستراتيجيات وطنية داعمة لقطاع الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، بما يُمكّن من توجيه الجهود المؤسسية نحو تحقيق التحول المنشود، وفتح المجال أمام إصلاحات تشريعية وتنفيذية فعّالة.

إن أهمية هذا العمل تكمن في ترسيخ دور مجلس التخطيط الوطني كذراع استشاري لمجلس النواب، يُسهم في دعم وتوجيه السياسات الوطنية، وإرساء دعائم التخطيط طويل المدى. كما يعزز البرنامج من مكانة المجلس كمحرّك رئيسي لمبادرات تشريعية داعمة، خاصة فيما يتعلق بإصدار القوانين والسياسات التي تمكّن الدولة الليبية من تحقيق أمنها الطاقي، وتنفيذ التزاماتها الوطنية والدولية في مجال الطاقة المستدامة.

إن ما يميز هذا البرنامج هو طبيعته التشاركية، حيث شمل إعداده مشاورات واسعة مع القطاعين العام والخاص، والخبراء، وممثلي المجتمع المدني. كما استند إلى تحليل علمي دقيق، ومنهجية مرنة، وأطر تنفيذية قابلة للتطوير، وهو ما يجعله مرجعًا وطنيًا يوجه السياسات العامة والخطط التنفيذية خلال المرحلة المقبلة.

إنني على ثقة بأن تنفيذ هذا البرنامج سيسهم في تحفيز الاستثمار، وخلق فرص عمل، وتعزيز الابتكار، ورفع كفاءة استخدام الموارد الوطنية، كما سيساعد في تحسين جودة حياة المواطن الليبي.

وختامًا، أتوجه بالشكر لكل من أسهم في إنجاح هذا العمل الوطني، وفي مقدمتهم الخبراء، والمستشارون، والجهات المشاركة من القطاعين العام والخاص. وأدعو الجميع إلى التعاون الكامل في تنفيذ مخرجاته، ومتابعة تحقيق أهدافه، لضمان مستقبل طاقي مستدام لأجيالنا القادمة.

والله ولي التوفيق.

أ. أحمد خليفة ابريدان

رئيس مجلس التخطيط الوطني

كلمة رئيس البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة(2025–2040)

بعد عام كامل من العمل المتواصل، تشرّفت برئاسة فريق وطني مميز كُلّف بإعداد هذا البرنامج الاستراتيجي للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، استنادًا إلى قرار رئيس مجلس التخطيط الوطني رقم (75) لسنة 2024 الصادر بتاريخ 22 مايو 2024. وقد جاء هذا التكليف امتدادًا للرؤية الوطنية الطموحة التي تبنّاها مجلس التخطيط الوطني، وضمن مظلته المؤسسية.

لقد اعتمدنا في عملنا على نهج تفاعلي يرتكز على العمل بروح الفريق، ودمجنا في عملية الإعداد خبرات فنية متنوعة من المؤسسات الحكومية، والأكاديمية، والبحثية، إضافة إلى الأجهزة التنفيذية المعنية بقطاع الطاقة. وقد شمل العمل عقد سلسلة من الاجتماعات الفنية المنتظمة، وتنظيم ورش عمل تحليلية وتشاورية، وتنفيذ دراسات مرجعية، وتحليلا متكاملا للخيارات المتاحة على الصعيدين الفني والمؤسسي.

انطلق الفريق من أساس علمي ومنهجي واضح، جمع بين التحليل الكمي والنوعي، ورسم السياسات اعتمادًا على النمذجة، والمقارنة بالمرجعيات الإقليمية والدولية، وصولًا إلى وضع رؤية شاملة للتحول الطاقي في ليبيا حتى عام 2040، تتضمن أهدافًا طموحة، ومؤشرات قياس، وأطرًا تنفيذية قابلة للتحديث والتطوير.

إن ما تحقق هو ثمرة جهد جماعي مخلص، أسهم فيه أعضاء الفريق بروح من المسؤولية الوطنية والالتزام المهني، وقد ضم فريق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة الزملاء التالية أسماؤهم:

تسلسل	الاسم	الصفة
1	أ. د. عوض البرعصي	رئيس اللجنة
2	أ. د. ناصر المعرفي	جامعة طرابلس
3	د. خليل العرودي	الهيئة الليبية للبحث العلمي
4	د. خالد ددش	جامعة طرابلس
5	د. علي الجازوي	كلية التقنية - بنغازي
6	د. قاسم الزين	جامعة سبها
7	أ. أسامة إلياس أحمد	خبير قانوني
8	م. عز الدين الهنشيري	المؤسسة الوطنية للنفط
9	م. إبراهيم الشنطة	جهاز الطاقات المتجددة
10	م. ناصر ساسي شامخ	الشركة العامة للكهرباء
11	م. خيري علي قديم	الشركة العامة للكهرباء

وختامًا، أعبّر عن بالغ امتناني وتقديري لكل من أسهم في هذا العمل الوطني، وأؤكد جاهزيتنا التامة لمواصلة تقديم الدعم الفني والمعرفي اللازم لتفعيل هذا البرنامج على أرض الواقع، بما يسهم في بناء مستقبل طاقي أكثر استدامة ومرونة في ليبيا.

والله ولي التوفيق.

أ.د. عوض البرعصي

رئيس البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

نعي

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَلَنَبْلُوَنَّكُم بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنفُسِ وَالثَّمَرَاتِ ۗ وَبَشِّرِ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٥﴾ الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُم مُّصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ ﴿١٥٦﴾ أُولَٰئِكَ عَلَيْهِمْ صَلَوَاتٌ مِّن رَّبِّهِمْ وَرَحْمَةٌ ۖ وَأُولَٰئِكَ هُمُ الْمُهْتَدُونَ﴾

صدق الله العظيم

ببالغ الحزن والأسى، ينعى مجلس التخطيط الوطني وفريق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة المغفور له بإذن الله تعالى

المهندس خيري علي قديم

عضو فريق البرنامج الوطني وممثل الشركة العامة للكهرباء،

الذي وافاه الأجل المحتوم مساء يوم الثلاثاء الموافق 01أكتوبر 2024م.

لقد كان الفقيد مثالًا في الإخلاص، والتفاني، والمهنية، وأسهم بجهوده القيمة في مسيرة إعداد هذا البرنامج الوطني، وظل ملتزمًا بدوره حتى آخر أيامه.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الملخص	1
الفصل الأول - المقدمة	2
الفصل الثاني- نبذة عن البرنامج الوطني للطاقات المتجددة	7
الفصل الثالث - الإطار المؤسسي والمنهجي لإعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة	15
الفصل الرابع - مراجعة وتعديل نسب التغلغل	32
الفصل الخامس - مراجعة وتطوير وثيقة رمز الشبكة العامة (Grid Code)	64
الفصل السادس - كفاءة الطاقة وإدارة الطلب	105
الفصل السابع - سياسات جذب الاستثمارات	140
الفصل الثامن - التكامل بين مشروعات البرنامج الوطني للطاقات المتجددة	166
الفصل التاسع - التوصيات العامة ومؤشرات الأداء والخاتمة	180

الملخص

يتضمن هذا البرنامج تصورًا استراتيجيًا متكاملًا للنهوض بقطاع الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة في ليبيا للفترة 2025–2040. وقد تم إعداد هذا البرنامج من خلال جهد وطني شارك فيه نخبة من الخبراء والجهات الحكومية والخاصة، ويغطي التقرير **تسعة فصول رئيسية**، يمكن تلخيصها كما يلي:

- **الفصل الأول:** يقدم خلفية عامة عن أهمية التحول الطاقي في ليبيا، والدوافع الاقتصادية والبيئية والاستراتيجية وراء إعداد هذا البرنامج، ويضعه في سياقه الوطني والدولي.
- **الفصل الثاني:** يعرض البرنامج الوطني في صورته الشاملة، بدءًا من الرؤية والأهداف الاستراتيجية، مرورًا بالمؤشرات المستهدفة، وانتهاءً بالإطار التنفيذي والبرامج والمبادرات المقترحة لتنفيذ التحول الطاقي.
- **الفصل الثالث:** يستعرض المنهجية المتبعة في إعداد البرنامج، بما في ذلك الهيكل المؤسسي، وتكوين الفرق الفنية، وأدوات التحليل ورسم السياسات، والمخرجات، والتحديات التي تم التعامل معها، بالإضافة إلى ورشة العمل الختامية التي عُرضت فيها مخرجات الفرق الفنية على الجهات المعنية.
- **الفصل الرابع:** يركّز على مراجعة نسب تغلغل (Penetration Rate) الطاقات المتجددة في الشبكة الكهربائية، من خلال تحليل القدرات الحالية والمستقبلية، وتقييم السيناريوهات المحتملة، واقتراح المنهجية الملائمة لتكامل الطاقات المتجددة ضمن البنية التحتية القائمة، بما يضمن استقرار الشبكة وكفاءتها.
- **الفصل الخامس:** يتناول مشروع تطوير رمز الشبكة (Grid Code)، ويقترح الجوانب الفنية والمؤسسية والتنظيمية المطلوبة لتحديث وتطوير معايير ربط مشروعات الطاقات المتجددة بالشبكة، لضمان سلامة واستقرار الشبكة الكهربائية ومرونة التشغيل والامتثال الفني.
- **الفصل السادس:** يعالج محور كفاءة الطاقة وإدارة الطلب (Energy Efficiency & DSM)، من خلال تحليل استهلاك الطاقة في القطاعات المختلفة، وتقديم سياسات وأدوات لتحسين الكفاءة، وترشيد الاستخدام، وتخفيض الأحمال في أوقات الذروة.
- **الفصل السابع:** يتناول بيئة الاستثمار (Investment Attraction Policies) في قطاع الطاقات المتجددة، من خلال تحليل التحديات المالية والتشريعية، واقتراح حوافز وآليات لتعزيز دور القطاع الخاص، واستقطاب التمويل المحلي والدولي.
- **الفصل الثامن:** يسلط الضوء على أهمية تكامل مشروعات الطاقات المتجددة ضمن النظام الكهربائي والاقتصاد الوطني، ويوضح كيف يمكن لهذه المشروعات أن تسهم في تحسين استقرار الشبكة، وتحفيز التنمية المحلية، وتعزيز مرونة النظام الطاقي، من خلال التكامل مع سياسات إدارة الأحمال، وتحديث البنية التحتية، وتفعيل الربط الإقليمي.
- **الفصل التاسع:** يجمع بين مؤشرات الأداء الختامية والتوصيات العامة، ويقدم خلاصة شاملة للعمل المنجز. يتضمن هذا الفصل مؤشرات المتابعة والتقييم التي تُستخدم لقياس التقدم في تنفيذ البرنامج، بالإضافة إلى التوصيات الاستراتيجية التي توجه الجهات التنفيذية، ويُختتم برؤية مستقبلية تؤكد أهمية التحديث المستمر والالتزام المؤسسي لتحقيق أهداف التحول الطاقي.

يوفر هذا البرنامج، من خلال هذه الفصول، خارطة طريق وطنية تسعى إلى تحويل التحديات إلى فرص، وتعزيز استقلال الطاقة، وضمان مستقبل طاقي أكثر استدامة وعدالة في ليبيا.

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل الأول: المقدمة

1.1 تمهيد

جاء إعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025-2040) استجابةً للضغوط المتزايدة على منظومة الطاقة في ليبيا، التي تعاني من اعتماد مفرط على الوقود الأحفوري، وتآكل في البنية التحتية، وطلب متزايد ومستمر، إلى جانب الحاجة الملحة إلى تحسين الأداء الاقتصادي والبيئي للقطاع. ومع التحولات العالمية الكبرى نحو مصادر الطاقة المستدامة والتقنيات الذكية، تبرز ضرورة ملحة لإعادة صياغة السياسات الوطنية للطاقة بما يضمن تحقيق السيادة والاستقرار والاستدامة.

في ضوء هذه الحاجة، أطلق مجلس التخطيط الوطني مبادرة استراتيجية تمثلت في البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، وذلك بعد تنظيم ورشة عمل بتاريخ 7 مايو 2024، أعقبها صدور القرار رقم (75) لسنة 2024 بشأن تشكيل لجنة وطنية تضم خبراء من مجلس التخطيط الوطني، والجامعات الليبية ومراكز البحوث، بالإضافة إلى ممثلين عن جهات رئيسية فاعلة مثل الشركة العامة للكهرباء، وجهاز الطاقات المتجددة، والمؤسسة الوطنية للنفط، ومجلس النواب. باشر الفريق أعماله في يونيو 2024، وتم إعداد خمسة مشروعات رئيسية تمثل المحاور الأساسية للبرنامج.

تشمل محاور البرنامج الخمسة ما يلي:

1- نسب التغلغل (Penetration Rate): تناول هذا المشروع تحليل الإمكانات الطبيعية الهائلة التي تتمتع بها ليبيا في مجالي الطاقة الشمسية والرياح، ووضع سيناريوهات مستقبلية لرفع مساهمة نسب تغلغل هذه المصادر في مزيج الطاقة الوطني حتى عام 2040، مع الأخذ في الاعتبار متطلبات الشبكة والتوزيع الجغرافي والجدوى الاقتصادية.
2- تحديث رمز الشبكة (Grid Code): ركّز على مراجعة الرمز الفني للشبكة الكهربائية الوطنية بهدف تمكين دمج مصادر الطاقة المتجددة، وتحقيق الاستقرار التشغيلي، وتعزيز المرونة التقنية في التوليد والنقل، من خلال تبني معايير فنية حديثة تتماشى مع متطلبات الطاقات المتجددة.

٣- كفاءة الطاقة وإدارة الطلب (Energy Efficiency and Demand Management): استعرض هذا المحور التحديات المرتبطة بالاستهلاك غير الرشيد للطاقة، وقدم سياسات ومبادرات لتحسين الكفاءة عبر تطبيق التقنيات الموفّرة، وتفعيل الشبكات الذكية، وتطوير أنظمة التحكم، وتعزيز وعي المستهلك.

٤- سياسات جذب الاستثمارات (Investment Attraction Policies): ناقش هذا المشروع البيئة الاستثمارية في ليبيا، وحدد العوائق التشريعية والمالية، وقدم حزمة مقترحات لتفعيل الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وتحفيز الاستثمار المحلي والأجنبي في مشروعات الطاقة المتجددة.

5- التكامل بين مشروعات البرنامج الوطني للطاقات المتجددة: لضمان تناغم وتكامل الجهود المبذولة ضمن مختلف مكونات البرنامج، بما في ذلك مشروعات الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وكفاءة الطاقة، والبنية التحتية،

والتشريعات. يعمل المشروع على تعزيز التنسيق المؤسسي والتقني بين الجهات المعنية، وتحقيق أقصى فاعلية في استخدام الموارد، وتفادي التداخل أو التكرار بين المبادرات، بما يضمن تحقيق الأهداف الوطنية بكفاءة واستدامة.

1.2 السياق العام والتحديات الوطنية

تُعدّ ليبيا من الدول الغنية بالموارد الطبيعية، وعلى رأسها الوقود الأحفوري والطاقة الشمسية والرياح. ورغم هذه الإمكانيات، لا تزال منظومة الطاقة تواجه تحديات متراكمة ناتجة عن:

- الاعتماد شبه الكلي على الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة الكهربائية.
- التهالك التدريجي للبنية التحتية، وارتفاع نسب الفاقد الفني والتجاري.
- ضعف كفاءة الإنتاج والنقل والتوزيع.
- معدلات النمو المرتفعة في الطلب غير المصحوبة بخطط استجابة مرنة.
- غياب التنويع في مزيج الطاقة، ومحدودية إدماج مصادر الطاقات المتجددة.

إضافة إلى ذلك، تأثرت المنظومة الطاقية الوطنية بالصراعات السياسية، مما فاقم من تعقيداتها، وأدى إلى انقطاعات متكررة ونقص في إمدادات الطاقة الكهربائية، وانخفاض في موثوقية الشبكة، وهو ما أثر سلبًا على الأداء الاقتصادي الوطني وعلى جودة حياة المواطنين.

1.3 التوجه العالمي نحو الطاقة النظيفة

يشهد العالم تحولًا استراتيجيًا في قطاع الطاقة، مدفوعًا بعوامل متعددة، من بينها:

- الالتزامات الدولية باتفاقيات المناخ وخفض الانبعاثات.
- التقدم التكنولوجي الذي أدى إلى خفض تكلفة إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة.
- التحول نحو أنظمة شبكات ذكية، وتخزين الطاقة، والحلول اللامركزية.
- البحث عن أمن طاقي أكثر استقرارًا واستقلالية من إمدادات الطاقة التقليدية.

هذا التوجه جعل من الطاقات المتجددة خيارًا استراتيجيًا، ليس فقط بيئيًا، بل أيضًا اقتصاديًا وتنمويًا، بما يسهم في خلق وظائف، وتحفيز الاستثمارات، وتحقيق نمو من مصادر الطاقة الخضراء المستدامة.

1.4 أهمية البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

في ظل هذه التحديات والتوجهات، جاء إطلاق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040) كمبادرة استراتيجية وطنية تهدف إلى:

- الانتقال من نموذج طاقي تقليدي قائم على الإمداد الأحفوري، إلى نموذج مستدام يعتمد على مصادر متنوعة ومرنة.
- تعظيم الاستفادة من الإمكانات الطبيعية الهائلة للطاقة الشمسية والرياح في ليبيا.
- خلق بيئة تنظيمية وتشريعية واقتصادية تشجع على استثمارات طويلة الأجل في قطاع الطاقات المتجددة.
- تعزيز كفاءة استخدام الطاقة على مستوى القطاعات الإنتاجية والخدمية والمستهلكين الأفراد.

ويمثل هذا البرنامج ركيزة أساسية للتحول الوطني، ويضع الأسس التقنية والمؤسسية اللازمة لتحقيق رؤية ليبيا الطاقية.

1.5 رؤية البرنامج وأهدافه العامة

الرؤية

"أن تكون الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة حجر الأساس لبناء نظام طاقي مرن وآمن ومستدام يدعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في ليبيا".

الأهداف العامة

- تعزيز التنمية الاقتصادية المستدامة من خلال دمج وتكامل مصادر الطاقة النظيفة.
- تحقيق استقلالية طاقية عبر تنويع مزيج الطاقة الوطني.
- تقليل كثافة الاستهلاك الطاقي عبر برامج كفاءة فعالة.
- تطوير بنية تحتية طاقية ذكية ومحدثة.
- رفع القدرة المؤسسية والفنية في مجال الطاقات المتجددة.
- تمكين القطاع الخاص والمستثمرين الوطنيين والأجانب من الانخراط في مشروعات إنتاج وتوزيع الطاقة.
- تحسين جودة البيئة والحد من الانبعاثات الضارة.

1.6 مراجعة التجارب السابقة

لا يُمكن بناء رؤية للمستقبل دون مراجعة التجارب السابقة. لذا، استند البرنامج إلى تقييم دقيق للاستراتيجيات السابقة في ليبيا، وعلى رأسها:

- الاستراتيجية الوطنية للطاقة (2013)
- استراتيجية الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2019–2030)
- مسودة استراتيجية (2023–2035) الصادرة عن وزارة التخطيط.

- وثائق شبكة الشركة العامة للكهرباء (رموز الشبكة).
- تقارير البنك الدولي ومشروع دعم إصلاح قطاع الكهرباء في ليبيا.

وخلصت هذه المراجعة إلى ضرورة إعادة تصميم السياسات والمنهجيات بأسلوب أكثر تكاملًا، قائم على الربط بين مصادر إنتاج الطاقة، شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، إدارة الطلب على الطاقة، وتشجيع الاستثمار.

1.7 منهجية الإعداد

تم اعتماد منهجية تكاملية تقوم على خمس مراحل رئيسية:

1. **تحليل الوضع الراهن**: تغطي الجوانب التقنية، المؤسسية، الاقتصادية، والاجتماعية.
2. **مراجعة الاستراتيجيات السابقة**: تحديد الثغرات والدروس المستفادة.
3. **الاطلاع على التجارب الدولية**: انتقاء تجارب ناجحة من دول ذات ظروف مشابهة.
4. **إجراء مشاورات موسعة**: مع الوزارات والهيئات الفنية وممثلي القطاع الخاص.
5. **بناء قاعدة بيانات مرجعية**: تدعم عملية اتخاذ القرار.

وقد أدار مجلس التخطيط الوطني العملية عبر لجنة وطنية صدر بشأنها القرار رقم (75) لسنة 2024، وضمّت ممثلين عن مؤسسات حكومية وأكاديمية.

1.8 نطاق هذا التقرير

يُعد هذا التقرير المرجع الوطني الرئيسي لمرحلة التحول الطاقي، ويتضمن:

- تحليل السياسات والتشريعات الحالية.
- أولويات ومشاريع الطاقات المتجددة.
- متطلبات شبكات نقل الطاقة وتحديث رموزها.
- سياسات إدارة الطلب وتحسين الكفاءة.
- خارطة طريق لجذب الاستثمار.
- مؤشرات الأداء وآليات المتابعة والتقييم.

ويمثل التقرير إطارًا تطبيقيًا للاستراتيجية، حيث يُترجم الأهداف إلى برامج تنفيذية قابلة للقياس والتنفيذ ضمن إطار زمني محدد.

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل الثاني: نبذة عن البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

2.1 تمهيد

يمثل البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة 2025–2040 نقلة استراتيجية تسعى إلى تحويل مشهد الطاقة في ليبيا من نموذج يعتمد اعتمادا شبه كلي على الوقود الأحفوري إلى نموذج مستدام ومنفتح على مصادر الطاقة النظيفة. وقد جاء إعداد هذا البرنامج استجابةً لمتطلبات التحول الطاقي العالمي، وضرورة تعزيز الأمن الطاقي المحلي، والتزامات الدولة في مجالات التنمية المستدامة، وحماية البيئة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد.

يرتكز البرنامج على رؤية طموحة تهدف إلى:

- تحقيق مزيج طاقي متوازن ومستدام.
- تقليل الانبعاثات الكربونية والتلوث البيئي.
- تنمية سوق الطاقة الوطني وتعزيز كفاءة الاستهلاك.
- جذب الاستثمارات المحلية والدولية في مشروعات الطاقات النظيفة.

ويُعد هذا البرنامج نتيجة جهد وطني تشاركي تقوده لجنة البرنامج الوطني للطاقات المتجددة بإشراف مجلس التخطيط الوطني، ويعكس توافقًا مؤسسيًا عاليًا بين مختلف الجهات الفاعلة في قطاع الطاقة.

2.2 الرؤية والأهداف الاستراتيجية

الرؤية:

"أن تكون الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة حجر الأساس لبناء نظام طاقي مرن وآمن ومستدام يدعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في ليبيا".

الأهداف الاستراتيجية:

1. تعزيز التنمية الاقتصادية المستدامة من خلال دمج الطاقات المتجددة في البنية التحتية.
2. تحقيق الاستقلالية الطاقية عبر تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
3. تحسين الأمن الطاقي من خلال ضمان توازن العرض والطلب.
4. تطوير البنية التحتية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة.
5. إعادة هيكلة قطاع الطاقة بما يعزز الاستدامة ويزيد من الكفاءة.
6. دعم البحث العلمي وتوطين التكنولوجيا وتشجيع الشراكة بين القطاعين العام والخاص.
7. رفع الوعي المجتمعي بأهمية الطاقة النظيفة.

2.3 المحاور الاستراتيجية للبرنامج

يرتكز البرنامج الوطني على خمسة محاور استراتيجية مترابطة تمثل الإطار العملي لتحقيق أهدافه، وهي:

1. **محور الإنتاج من مصادر الطاقات المتجددة:**

- التوسع في مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والكتلة الحيوية.
- تحديد نسب مستهدفة للتغلغل في الشبكة وفقًا للقدرات الفنية والتشغيلية والاقتصادية.
- تعزيز الإنتاج اللامركزي (Distributed Generation).
- دعم مشروعات الربط الإقليمي.

2. **محور الحوكمة والتشريعات:**

- تحديث وثيقة ترميز الشبكة (Grid Code).
- إصدار قانون جديد يعتمد نظام السوق المفتوح.
- إنشاء هيئة تنظيمية مستقلة (Regulator).
- استكمال القوانين الخاصة بكفاءة الطاقات والمتجددة.

3. **محور كفاءة الطاقة وإدارة الطلب:**

- تبني سياسات وطنية لتحسين الكفاءة في المباني والصناعة والنقل.
- تطبيق برامج إدارة الطلب على الطاقة (DSM) .
- تحديث المواصفات الفنية للأجهزة الكهربائية.
- إدخال العدادات الذكية.

4. **محور التمويل والاستثمار:**

- تطوير حوافز مالية وتشريعية للمستثمرين.
- إنشاء صناديق وطنية للطاقات النظيفة.
- تفعيل الشراكة بين القطاعين العام والخاص.
- تسهيل الوصول للتمويل الأخضر الدولي.

5. **محور بناء القدرات والبحث والتطوير:**

1. برامج تدريب وطني تخصصي.
2. دعم الجامعات ومراكز البحوث.
3. تعزيز التعاون الإقليمي والدولي.
4. حملات توعوية وطنية.

2.4 السيناريوهات الفنية والاقتصادية

في إطار إعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، تم تطوير ثلاثة سيناريوهات فنية واقتصادية تعكس المسارات الممكنة لتطور قطاع الطاقة في ليبيا حتى عام 2040، وذلك بناءً على مستوى التغيير المؤسسي والتشريعي والاستثماري المتوقع.

أولًا: السيناريو المرجعي (Baseline Scenario)

يمثل هذا السيناريو استمرارية الوضع الراهن دون تنفيذ إصلاحات أو تدخلات جوهرية في السياسات أو الإطار المؤسسي. في هذا السياق، يُتوقع أن يظل الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري قائمًا، مع تغلغل محدود جدًا لمصادر الطاقة المتجددة، لا يتجاوز 10% بحلول عام 2040. ويُظهر هذا السيناريو تحديات كبيرة من حيث الاستدامة، وتأثيرات سلبية محتملة على البيئة والأمن الطاقي.

ثانيًا: السيناريو الو اقعي (Realistic Scenario)

يعكس هذا السيناريو إمكانية تنفيذ تدريجي للسياسات المقترحة في البرنامج، بما في ذلك تفعيل الأطر التنظيمية، وتحفيز الاستثمار، وتطوير البنية التحتية. بناءً على ذلك، يُتوقع أن تصل نسبة التغلغل للطاقة المتجددة إلى نحو 30% بحلول عام 2040، مع تحقيق توازن معقول بين الجدوى الاقتصادية ومتطلبات الاستدامة. كما يتضمن هذا السيناريو تحسينات تدريجية في كفاءة الطاقة، وتوسيع نطاق مشاركة القطاع الخاص.

ثالثًا: السيناريو الطموح (High Ambition Scenario)

يمثل هذا السيناريو المسار التحويلي الذي يتطلب تبني إصلاحات تشريعية ومؤسسية واسعة النطاق، إلى جانب توفير بيئة جاذبة للاستثمارات الكبرى، خصوصًا من القطاع الخاص والمستثمرين الدوليين. في ظل هذا السيناريو، من المتوقع أن تتجاوز نسبة التغلغل للطاقة المتجددة 50% بحلول عام 2040، مع تحقيق تكامل إقليمي متقدم في شبكات الطاقة، وزيادة الاعتماد على الابتكار والتقنيات الحديثة في مجالات التخزين والإدارة الذكية للطاقة. ويُعد هذا السيناريو الأكثر انسجامًا مع أهداف التنمية المستدامة والرؤية طويلة الأجل لأمن الطاقة في ليبيا

مقارنة السيناريوهات:

تم تقييم السيناريوهات وفق معايير الكلفة، الانبعاثات، أمن التزود، والإمكانات المؤسسية. وخلصت اللجنة إلى أن السيناريو الواقعي هو الأكثر قابلية للتنفيذ، مع توجه تدريجي نحو السيناريو الطموح.

2.5 البرامج والمبادرات التنفيذية

يُنفذ البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة عبر مجموعة من المبادرات المصنفة ضمن خمسة محاور استراتيجية متكاملة، تغطي الجوانب الفنية، المؤسسية، المالية، والمعرفية، بما يعزز فرص النجاح ويضمن شمولية التنفيذ:

1. **محور إنتاج الطاقة**

يركز هذا المحور على تنمية قدرات إنتاج الطاقة من مصادر متجددة من خلال:

- إنشاء محطات طاقة شمسية ورياح متوسطة وكبيرة الحجم في مناطق استراتيجية.
- تطبيق نظام Net Metering لدعم الإنتاج اللامركزي على مستوى الأفراد والمؤسسات.
- تطوير مشروعات الربط الإقليمي لتعزيز التكامل الطاقي مع دول الجوار وتبادل الفائض.

2. **محور كفاءة الطاقة وإدارة الطلب**

يهدف إلى تقليل الاستهلاك وتحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلال:

- تنفيذ برامج لترشيد الطاقة في المباني الحكومية.
- دعم استيراد وتوزيع الأجهزة الكهربائية ذات الكفاءة العالية.
- تعميم العدادات الذكية لتعزيز الشفافية وتحسين أنماط الاستهلاك.
- إنشاء بوابة رقمية لعرض بيانات الاستهلاك عرضا تفاعليا للمستخدمين.

3. **محور الحوكمة**

يعالج هذا المحور الجوانب التشريعية والتنظيمية للقطاع عبر:

- إعداد قانون جديد لتنظيم قطاع الكهرباء وفق نموذج السوق المفتوح.
- إنشاء هيئة تنظيمية مستقلة للإشراف على القطاع.
- تحديث اللوائح الفنية والمعايير المتعلقة بتركيب وتشغيل أنظمة الطاقات المتجددة.
- تطوير وتحديث Grid Code بما يتواءم مع تقنيات الطاقات المتجددة ومتطلبات شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية.

4. **محور التمويل**

يُعنى بتوفير الأدوات والحوافز المالية الضرورية لتشجيع الاستثمار عبر:

- تأسيس صندوق وطني لدعم مشروعات الطاقات المتجددة.
- تقديم حوافز ضريبية وجمركية للمستثمرين.
- إنشاء منصة وطنية للترويج للمشاريع والفرص الاستثمارية.
- توقيع اتفاقيات تمويل مع مؤسسات دولية مانحة أو مقرضة.

5. **محور بناء القدرات**

يستهدف تطوير رأس المال البشري ونشر الثقافة الطاقية من خلال:

- تنفيذ برامج تدريب وطني للفنيين والمهندسين.
- إدماج مناهج جامعية متخصصة في تقنيات الطاقات المتجددة.
- دعم إنشاء مراكز بحوث تطبيقية مرتبطة بالتحديات الوطنية.
- إطلاق حملات توعية وطنية لتعزيز الوعي المجتمعي بقضايا الاستدامة

الإطار التنفيذي العام:

تم تصميم البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة وفق نهج تنفيذي متكامل، يقوم على ربط كل مبادرة محددة بمؤشر أداء رئيسي (KPI)، وزمن تنفيذ واضح، وجهة مسؤولة عن التنفيذ والمتابعة، سواء كانت جهة حكومية أو شريكا من القطاع الخاص. ويُعد هذا الربط أحد عناصر الحوكمة الفعّالة التي تتيح مراقبة التقدم المحرز بدقة، وتحديد الانحرافات إن وجدت، واتخاذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المناسب. كما ينص الإطار التنفيذي على إجراء مراجعة دورية شاملة كل ثلاث سنوات، تهدف إلى تحديث المبادرات والمستهدفات وفقًا للتطورات الميدانية والتكنولوجية، مما يضمن استمرار ملاءمة البرنامج للواقع الوطني وقدرته على تحقيق الأثر المنشود.

2.6 المخرجات المتوقعة ومؤشرات الأداء

المخرجات الرئيسية:

تهدف المخرجات الرئيسية للبرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة إلى إحداث تأثير ملموس في قطاع الطاقة الليبي على المستويات التقنية، البيئية، والتشريعية. وتشمل هذه المخرجات:

- **رفع حصة الطاقة المتجددة إلى 30% بحلول عام 2040**، من خلال تنفيذ مشروعات كبرى تعتمد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، بما يسهم في تنويع مزيج الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

- **خفض الانبعاثات الكربونية بنسبة لا تقل عن 20% مقارنة بمستويات عام 2022**، كإحدى المساهمات الوطنية لتحقيق التزامات ليبيا البيئية وتحسين جودة الهواء والصحة العامة.
- **تحقيق تحسين في كفاءة استخدام الطاقة بنسبة 15%**، عبر تطبيق معايير الكفاءة في القطاعات السكنية والصناعية والخدمية، بما يقلل من الهدر ويزيد من فعالية الاستهلاك.
- **إعداد واعتماد حزمة من التشريعات والسياسات الداعمة**، تتضمن قوانين جديدة وتنظيمات تحفيزية تهدف إلى تمكين القطاع الخاص، وتوفير بيئة تنظيمية مستقرة وجاذبة للاستثمار.
- **استقطاب استثمارات محلية ودولية**، من خلال تصميم حوافز مالية وتنظيمية، وتوفير خارطة طريق واضحة للمستثمرين.
- **تحسين أداء الشبكة الكهربائية وضمان استقرارها الفني**، عبر تحديث البنية التحتية ودمج مشروعات الطاقات المتجددة بكفاءة دون الإخلال باستقرارية الشبكة.

مؤشرات الأداء: (KPIs)

تشمل مؤشرات فنية وتشغيلية واقتصادية وبيئية وتشريعية وفيما يلي عرض لأهم المؤشرات التي تم اعتمادها في هذا البرنامج.

- **نسبة التغلغل الفعلي للطاقة المتجددة:**

تمثل النسبة المئوية لقدرة الطاقة المتجددة المركبة ضمن إجمالي القدرة الكهربائية المتاحة على الشبكة.
تعكس هذه النسبة مدى نجاح دمج مصادر الطاقة المتجددة (مثل الشمس والرياح) في النظام الكهربائي الوطني، وتُعد من المؤشرات الأساسية لمراقبة تقدم التحول الطاقي.

- **عدد المشروعات حسب النوع:**

يُقصد به عدد المشروعات المنفذة أو الجاري تنفيذها، مصنفة حسب نوع التكنولوجيا (كهرباء شمسية، طاقة رياح، كفاءة الطاقة، تحلية المياه بالطاقة النظيفة، إلخ). هذا المؤشر يساعد في قياس التنوع الفني في البرنامج ومدى التوازن في تبني تقنيات متعددة.

- **انخفاض كثافة استهلاك الطاقة:**

يُعبر عن مقدار الطاقة المستهلكة لكل وحدة إنتاج اقتصادي مثل kWh لكل دينار من الناتج المحلي أو لكل طن من الإنتاج الصناعي. انخفاض هذه الكثافة يدل على تحسن كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الهدر، خاصة في القطاعات الإنتاجية مثل الصناعة والنقل.

- **عدد التشريعات المعتمدة:**

يقيس عدد القوانين، اللوائح، أو القرارات التنظيمية التي تم إصدارها أو تعديلها لدعم نشر الطاقات المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة. يعتبر هذا المؤشر مؤشرًا على التقدم المؤسسي في تهيئة البيئة التنظيمية الملائمة.

- **حجم التمويل المحلي والدولي:**

يُقاس بإجمالي الاستثمارات التي تم تأمينها من الموازنة العامة، المؤسسات الدولية، أو من القطاع الخاص. ارتفاع هذا المؤشر يعكس نجاح البرنامج في جذب الموارد المالية ويُعد دليلًا على ثقة الشركاء في القطاع.

- **عدد الكوادر المدرّبة:**

يُمثل عدد المهندسين، الفنيين، والإداريين الذين استفادوا من برامج بناء القدرات والتدريب المهني في مجال الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة. هذا المؤشر يوضح مدى تطوير الموارد البشرية الوطنية وتوطين المعرفة.

- **المبادرات التوعوية:**

يشير إلى عدد الحملات والأنشطة الموجهة لرفع الوعي المجتمعي بأهمية الطاقة المتجددة، مثل الحملات الإعلامية، الورش المدرسية، والبرامج التثقيفية. يسهم هذا المؤشر في قياس تقبّل المجتمع للتغيير ودوره في التحول الطاقي.

- **مستويات رضا المستثمرين والمستهلكين:**

تُقاس من خلال استطلاعات رأي دورية تشمل المستثمرين في القطاع والمستهلكين النهائيين للطاقة. يُظهر هذا المؤشر مدى فعالية البرنامج في تلبية تطلعات الفاعلين الرئيسيين وجودة الخدمات المقدمة.

تُراجع مؤشرات الأداء وتُحدّث بشكل دوري كجزء أساسي من منظومة المتابعة والتقييم لضمان فاعلية تنفيذ البرنامج ومرونته في التكيّف مع المتغيرات. يشمل ذلك مراجعة سنوية أو نصف سنوية لتقييم مدى تحقق الأهداف، والاستفادة من التغذية الراجعة من الجهات التنفيذية والمستثمرين والجهات التنظيمية، إضافة إلى مواكبة التحولات في السياق الاقتصادي والتقني والتشريعي. ويهدف هذا التحديث المستمر إلى الحفاظ على ملاءمة المؤشرات للواقع العملي، وتمكين صانعي القرار من اتخاذ إجراءات تصحيحية أو تعزيزية في الوقت المناسب، بما يضمن تحقيق نتائج ملموسة ومستدامة.

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل الثالث: الإطار المؤسسي والمنهجي لإعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة

3.1 الإطار المؤسسي

جاء تأسيس اللجنة الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة كخطوة محورية لتعزيز الحوكمة المؤسسية وضمان التنسيق بين الجهات المعنية، بما في ذلك الوزارات، والمؤسسات العامة، والقطاع الخاص، والمجتمع الأكاديمي. تهدف هذه اللجنة إلى وضع رؤية وطنية موحدة، وتنسيق الجهود والسياسات ذات الصلة، وتذليل العقبات التشريعية والمؤسساتية أمام التحول الطاقي. كما تُعنى اللجنة بمتابعة تنفيذ البرنامج الوطني للطاقات المتجددة والتأكد من اتساقه مع الأولويات الوطنية وأهداف التنمية المستدامة.

3.1.1 الخلفية العامة وتأسيس اللجنة الوطنية

في ظل التحديات المتزايدة التي تواجه قطاع الطاقة في ليبيا، بما في ذلك الاعتماد المفرط على الوقود الأحفوري، وتدهور البنية التحتية الكهربائية، وتزايد الطلب غير المتوازن على الطاقة، برزت الحاجة إلى إطار وطني متكامل يعالج هذه الإشكاليات ويقود التحول نحو مصادر طاقة أكثر استدامة وكفاءة.

استنادًا إلى مخرجات حلقة النقاش الوطنية التي نظمها مجلس التخطيط الوطني بتاريخ 7 مايو 2024، والتي ضمّت نخبة من الخبراء الوطنيين وممثلي المؤسسات الفاعلة في القطاع (الكهرباء، النفط، الطاقات المتجددة، البحث العلمي، الجامعات، القطاع الخاص)، تم التوافق على ضرورة إطلاق مبادرة وطنية طموحة بعنوان:

"البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة 2025–2040"

تهدف هذه المبادرة إلى رسم سياسات واضحة ومسؤولة تقود التحول الطاقي في ليبيا على مدى 15 عامًا، وتحقق التوازن بين الاستدامة البيئية، الكفاءة الاقتصادية، والأمن الطاقي.

وبموجب القرار رقم (75) لسنة 2024 الصادر عن مجلس التخطيط الوطني، أُسست اللجنة الوطنية لإعداد البرنامج كما في جدول 3.1:

جدول 3.1: أعضاء فريق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

تسلسل	الاسم	الصفة
1	أ. د. عوض البرعصي	رئيس اللجنة
2	أ. د. ناصر المعرفي	جامعة طرابلس
3	د. خليل العرودي	الهيئة الليبية للبحث العلمي
4	د. خالد ددش	جامعة طرابلس
5	د. علي الجازوي	كلية التقنية - بنغازي
6	د. قاسم الزين	جامعة سبها
7	أ. أسامة إلياس أحمد	خبير قانوني
8	م. عز الدين الهنشيري	المؤسسة الوطنية للنفط
9	م. إبراهيم الشنطة	جهاز الطاقات المتجددة
10	م. ناصر ساسي شامخ	الشركة العامة للكهرباء
11	م. خيري علي قديم	الشركة العامة للكهرباء

3.1.2 تكوين الفرق الفنية وآلية العمل

نظرًا لتعدد أبعاد البرنامج وتشعب محاوره، ارتأت اللجنة الوطنية ضرورة تقسيم العمل الفني إلى محاور متخصصة، بحيث يتولى كل فريق فني تحليل محور محدد بعمق وكفاءة. وقد مكّن هذا التكوين من تعزيز التركيز، وتسريع الإنجاز، وتوفير خبرات متخصصة لكل موضوع، مع ضمان التنسيق المستمر بين الفرق لضمان تكامل المخرجات.

بناءً على ما تم التوافق عليه خلال الاجتماعات الأولى للجنة الوطنية، تقرر التركيز في المرحلة الأولى من البرنامج على تنفيذ خمسة مشروعات رئيسية فقط، وتأجيل العمل في باقي المشروعات المقترحة إلى مراحل لاحقة، وذلك لضمان التخصص، وتحقيق نتائج ملموسة ضمن الإطار الزمني المتاح.

وقد شملت هذه المشروعات ذات الأولوية:

1. مراجعة نسب التغلغل (Penetration Rate) كما وردت في الاستراتيجيات الوطنية السابقة للطاقات المتجددة، بما يتواءم مع قدرات الشبكة الكهربائية من النواحي الفنية والتشغيلية والاقتصادية.
2. مراجعة وتطوير وثيقة ترميز الشبكة العامة (Grid Code)، خاصة من حيث دمج مصادر الطاقات المتجددة المختلفة (شمسية، رياح، إلخ) في منظومة النقل والتوزيع.

3. إدارة الطلب وكفاءة الطاقة (DSM & EE)، من خلال تقييم الاستهلاك، وتصميم سياسات واستراتيجيات لتعزيز الكفاءة في القطاعات الرئيسية (منزلي، صناعي، خدمي).

4. مراجعة سياسات جذب الاستثمارات اللازمة لتطوير وتوسيع مشروعات الطاقات المتجددة، سواء من القطاع العام أو الخاص.

5. التكامل بين مشروعات البرنامج الوطني للطاقات المتجددة لضمان تناغم وتكامل الجهود المبذولة ضمن مختلف مكونات البرنامج، بما في ذلك مشروعات الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وكفاءة الطاقة، والبنية التحتية، والتشريعات.

أما المشروعات المؤجلة إلى مراحل لاحقة، فقد شملت التالي:

- متابعة إصدار تشريع قانون جديد ينظم نشاطات إنتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية على أساس نظام السوق المفتوح مع السلطة التشريعية.
- دراسة وتحديث التشريعات اللازمة لإنشاء جسم إشرافي مُنَظّم (Regulator) للطاقات المتجددة يتولى تنظيم النشاط بالقطاع وذلك من خلال تنفيذ المهام والاختصاصات الموكلة إليه.
- دراسة وتحديث التشريعات اللازمة الصادرة لتأسيس هيئة كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Authority) من أجل ضمان الكفاءة والأداء في مجال توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية.

لتنفيذ أعمال البرنامج، تم تشكيل الفرق الفنية التالية لتغطي المشروعات ذات الأولوية كما هو موضح في جدول 2.2:

جدول 3.2: الفرق الفنية المشكلة لتغطية المشروعات ذات الأولوية

تسلسل	اسم المشروع	رئيس المشروع
1	نسب التغلغل (Penetration Rate)	د. خالد ددش
2	رموز الشبكة (Grid Code)	د. خليل العرودي
3	كفاءة الطاقة وإدارة الطلب	د. علي الجازوي
4	سياسات جذب الاستثمارات	أ.د. ناصر المعرفي
5	التكامل بين مشروعات البرنامج الوطني للطاقات المتجددة	د. قاسم الزين

3.1.3 أسلوب العمل

اعتمدت اللجنة الوطنية وفرق العمل منهجية تنفيذ مرنة وتشاركية، تجمع بين التنظيم الرسمي والانخراط العملي المستمر. ونُظِم أسلوب العمل وفق الآليات التالية:

1. **الاجتماعات الدورية الأسبوعية الافتراضية**

- عُقدت سلسلة من الاجتماعات الأسبوعية المنظمة بلغت 13 اجتماعًا رسميًا موثقًا حتى مايو 2025.
- شملت هذه الاجتماعات مراجعة المخرجات المرحلية، مناقشة المقترحات، وتوزيع المهام بين الفرق الفنية.
- تميزت الاجتماعات بمشاركة منتظمة من أعضاء اللجنة الوطنية، مما ساعد في توجيه العمل وضمان تقدم متوازن في كافة المحاور.

2. **مجموعات العمل الرقمية**

- أنشئت لكل فريق فني مجموعة رقمية عبر تطبيق WhatsApp والبريد الإلكتروني، لتسهيل التواصل اليومي وتبادل الوثائق الفنية والملاحظات.
- ساعدت هذه المجموعات على تسريع التفاعل وحل المشاكل التشغيلية بشكل فوري، خصوصًا في ظل تباعد المواقع الجغرافية للأعضاء.

3. **إعداد تقريري إنجاز**

- تم إعداد تقريرين مرحليين مفصلين يوثقان تقدم العمل خلال المرحلة الأولى (مايو – ديسمبر 2024) والمرحلة الثانية (يناير – مايو 2025).
- شمل التقرير الأول توصيفًا لهيكل العمل، توزيع المهام، وخطة العمل الزمنية، بينما ركّز التقرير الثاني على تحليل المخرجات وتقييم التقدم المحرز وملاحظات اللجنة الاستشارية.
- قُدم التقريران رسميًا إلى مجلس التخطيط الوطني والجهات المعنية، مما عزز من الشفافية والرقابة على التنفيذ.

4. **جلسات تشاورية مع شركاء القطاعين العام والخاص**

- نظّمت اللجنة مجموعة من اللقاءات والحوارات مع ممثلين عن القطاع الخاص (شركات، مطورين، مستثمرين)، والمؤسسات العامة (الوزارات، شركات الكهرباء و الطاقات المتجددة، الأجهزة الرقابية).
- ركزت هذه الجلسات على استعراض مسودات السياسات، ومناقشة العوائق التشريعية والفنية، وتحديد فرص التعاون.

- أسهمت هذه اللقاءات في تحسين مواءمة السياسات المقترحة مع الواقع المؤسسي والاقتصادي، وضمان القبول الواسع لمخرجات البرنامج.

5. تنظيم ورشة العمل التشاركية مع أصحاب المصلحة

بعد استكمال أعمال الفرق الفنية الخمسة المختصة بمحاور البرنامج – وهي: مجموعة مراجعة نسب التغلغل، مجموعة تطوير وثيقة ترميز الشبكة، مجموعة كفاءة الطاقة وإدارة الطلب، مجموعة سياسات جذب الاستثمارات، ومجموعة تكامل المشروعات، نظّم مجلس التخطيط الوطني يوم الاثنين 24 فبراير 2025 ورشة عمل وطنية موسعة لاستعراض مخرجات ونتائج عمل فرق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040)، عملت على مدى أكثر من ثمانية أشهر ضمن فرق فنية متخصصة.

أكد ممثلو مجلس فريق العمل خلال ورشة العمل أهمية هذه المبادرة في تعزيز استدامة قطاع الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، واعتبارها خطوة رئيسية نحو وضع خارطة طريق استراتيجية لمستقبل الطاقة في ليبيا.

الجهات المشاركة: شارك في الورشة ممثلون عن عدد من الجهات الحكومية والرقابية، منها:

- الشركة العامة للكهرباء وجهاز الطاقات المتجددة.
- وزارة التخطيط، وزارة المالية، وزارة البيئة، وزارة الصناعة.
- ديوان المحاسبة، هيئة الرقابة الإدارية، مصرف ليبيا المركزي.
- المؤسسات البحثية وخبراء وطنيون.
- شركات خاصة، ورجال أعمال وممثلون عن القطاع الخاص الناشط في مجال الطاقات المتجددة.

مضمون العروض الفنية: قدّم أعضاء الفرق الفنية عروضًا تفصيلية تضمنت:

- مراجعة نسب تغلغل الطاقات المتجددة.
- تطوير وثيقة ترميز الشبكة العامة.
- سياسات كفاءة الطاقة وإدارة الطلب.
- جذب الاستثمارات وتعزيز الشراكات.
- تكامل المشروعات وتنسيقها مؤسسيًا وفنيًا.

أهداف الورشة:

- عرض مخرجات التحليل الفني والمؤسسي.

- تسلُّم الملاحظات والمقترحات من الأطراف المشاركة.
- مناقشة أولويات المرحلة القادمة والسياسات الداعمة للتنفيذ.

مخرجات الورشة:

- سُجل عدد من التوصيات والأفكار الجديدة التي ستُضمن في النسخة النهائية من البرنامج.
- أكدت الورشة أهمية تبني نهج تشاركي مستمر في كل مراحل إعداد السياسات.
- برزت دعوات لتعزيز التنسيق بين القطاعين العام والخاص، وزيادة تمكين القطاع الخاص في مشروعات التنفيذ.

لقد شكّلت هذه الورشة محطة تحليلية وتشاركية محورية في منهجية إعداد البرنامج، وأظهرت مدى التزام الفريق بالتفاعل مع أصحاب المصلحة كافة، وتكريس مبدأ التشاركية في رسم السياسات العامة. كما اعتبرت هذه الورشة جزءاً جوهرياً من المنهجية المعتمدة لإعداد البرنامج، وامتداداً طبيعيًا لأسلوب العمل الذي اتّبع نهجًا تشاركيًا وتحليليًا متدرجًا بدءًا من فرق العمل الفنية، مرورًا بجلسات التقييم الداخلي، وصولًا إلى الحوار المفتوح مع ممثلي الجهات ذات العلاقة.

3.1.4 التنسيق المؤسسي

حرصت اللجنة الوطنية على بناء منظومة تنسيق متعددة المستويات لضمان الاتساق بين مخرجات الفرق الفنية، ومراجعة جودة العمل، وتسهيل اتخاذ القرار في الوقت المناسب. وقد تم ذلك من خلال تنظيم التنسيق على ثلاثة مستويات متكاملة:

1. **المستوى الفني (Technical Coordination)**

- تم التنسيق المباشر بين رؤساء الفرق الفنية لضمان عدم تضارب المهام، وتبادل المعلومات ذات الصلة بين المحاور (مثل الربط بين كفاءة الطاقة ونسب التغلغل).
- عُقدت اجتماعات تنسيقية فنية مشتركة، خاصة في المراحل المفصلية، مثل إعداد السيناريوهات المشتركة أو مراجعة السياسات العامة للمحاور.
- تم اعتماد جداول عمل موحدة، ونماذج تقارير معيارية (Standard Templates) لجميع الفرق، مما سهّل تجميع وتحليل المخرجات.

2. **المستوى الاستشاري (Advisory Oversight)**

- قام أعضاء اللجنة الوطنية (بصفتهم خبراء استراتيجيين من مؤسسات بحثية وأكاديمية وفنية) بمراجعة ومناقشة مخرجات الفرق الفنية بشكل دوري.

- قدّم مستشارون متخصصون ملاحظات تفصيلية على الوثائق المرحلية، لا سيما فيما يتعلق بجودة التحليل، واقعية السياسات، وتناسق اللغة الفنية والتشريعية.
- أسهم هذا الدور الاستشاري في رفع جودة المخرجات وضمان اتساقها مع الأهداف الوطنية ومتطلبات صناع القرار.

3. **المستوى الإداري (Administrative Coordination)**

- تولى مجلس التخطيط الوطني الإشراف الإداري العام على البرنامج، من خلال مكتب شؤون الرئاسة المكلف بمتابعة تقدم العمل، وتسهيل التواصل بين الفرق والجهات الرسمية.
- شمل ذلك إدارة الجداول الزمنية، توثيق الاجتماعات، متابعة الالتزام بتسليم المخرجات، والتواصل مع الجهات ذات العلاقة لدعم المشاركة وتذليل العقبات.
- ساعد هذا التنسيق الإداري في تحقيق الانضباط الزمني وضمان تقديم التقارير والوثائق في مواعيدها.

3.2 المنهجية المعتمدة لإعداد البرنامج

في ضوء الحاجة إلى برنامج وطني يعكس واقع قطاع الطاقة في ليبيا، ويستجيب للتحولات العالمية في مجال الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، اِعتُمدت منهجية علمية ومتكاملة تقوم على الجمع بين التحليل الفني، والاقتصادي، والتشريعي، وتستند إلى أفضل الممارسات الدولية في تخطيط السياسات العامة.

سعت هذه المنهجية إلى تجاوز النهج التقليدي القائم على إعداد قوائم مشروعات أو تقديرات ظرفية، لتؤسس لنهجٍ أكثر استدامة وشمولية، يأخذ بعين الاعتبار السياق المحلي، ويُدمج أطرافًا متعددة في مراحل التحليل، التخطيط، والتنفيذ.

3.2.1 الرؤية المنهجية الشاملة

اعتمدت الفرق الفنية واللجنة الوطنية لإعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة رؤية منهجية شاملة تستند إلى خمس ركائز رئيسية شكلت الإطار التنظيمي لكل مراحل العمل، وهي:

1. **الاستناد إلى الأدلة (Evidence-Based Approach)**

- تم اعتماد أسلوب قائم على جمع وتحليل البيانات الميدانية والتقنية من مصادر موثوقة (الشركة العامة للكهرباء، جهاز الطاقات المتجددة، المؤسسة الوطنية للنفط، تقارير دولية).
- شملت الأدلة المستخدمة بيانات الشبكة، الفاقد في الطاقة، الاستهلاك القطاعي، كلفة إنتاج الطاقة، معدلات النمو، وغيرها.

- أتاحت هذه المقاربة تجاوز الطابع النظري في رسم السياسات، وربطها بمعطيات واقعية قابلة للقياس، ما يعزز مصداقية المخرجات وقابليتها للتنفيذ.

2. التشاركية (Inclusiveness and Stakeholder Engagement)

- شاركت مختلف الجهات الفاعلة في صياغة البرنامج، بما في ذلك الجهات العامة المعنية بالطاقة، والمؤسسات البحثية والجامعات، القطاع الخاص، والمجتمع المدني.
- أنشِئت فرق فنية تمثل مختلف الأطراف، إضافة إلى تنظيم جلسات نقاش موسعة واجتماعات منتظمة.
- هذه المقاربة التشاركية ضمنت شمولية التحليل، ورفعت مستوى القبول المؤسسي للمقترحات، وأسهمت في إدماج وجهات نظر متعددة ضمن السياسات.

3. المرونة (Adaptive and Iterative Approach)

- أدركت الفرق منذ البداية أن واقع القطاع يتسم بالتغير السريع، سواء على مستوى الظروف السياسية أو المؤسسية أو التمويلية.
- تم تصميم آلية عمل تسمح بتعديل المسارات والخطط وفق المستجدات، بما في ذلك إعادة ترتيب الأولويات، وتعديل نطاق التحليل وفق توفر البيانات.
- اعتمدت اللجنة على دورات مراجعة مستمرة لمخرجات العمل وتكييفها، مما مكّن من تجاوز المعوقات وضمان استمرارية التقدم.

4. الاتساق مع الأهداف الوطنية والدولية (Alignment with National and Global Goals)

- رُبط البرنامج بشكل وثيق مع:
  - **رؤية ليبيا 2040**، خاصة فيما يتعلق بالتنمية المستدامة والتنويع الاقتصادي.
  - **الالتزامات الدولية لليبيا** في اتفاق باريس، وجدول أعمال أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (SDGs)، لا سيما الهدف السابع: "طاقة نظيفة وبأسعار ميسرة".
  - **الخطط القطاعية الوطنية** في مجالات الكهرباء، الصناعة، الاقتصاد، والبيئة.
- هذا الربط يعزز مواءمة البرنامج مع الأولويات الاستراتيجية للدولة، ويرفع من فرص الدعم الدولي والشراكات الإقليمية.

5. **التحول من التخطيط الفني إلى رسم السياسات (From Technical Planning to Policy Design)**

- بخلاف الاستراتيجيات السابقة التي ركّزت على الجانب الفني (مثل تحديد المواقع والقدرات)، تم في هذا البرنامج التركيز على بناء سياسات عامة وقطاعية تتناول قضايا التسعير، الدعم، التشريع، والحوكمة.
- استُخدمت أدوات رسم السياسات لتوليد بدائل قابلة للتنفيذ، وتحديد التعديلات القانونية والتنظيمية اللازمة لتحقيق التحول الطاقي.
- يفتح هذا التحول المجال أمام اعتماد البرنامج كمرجعية وطنية في رسم السياسات الطاقية.

3.2.2مراحل المنهجية

المرحلة الأولى: تحليل السياق والسياسات القائمة

في هذه المرحلة، تم إجراء مسح شامل للبيئة العامة المؤثرة على قطاع الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة في ليبيا، وشملت الأعمال ما يلي:

- **مراجعة الاستراتيجيات والخطط الوطنية** السابقة مثل استراتيجية 2013، استراتيجية 2019، واستراتيجية 2023، وتحليل أوجه القصور والتحديات التي واجهت تنفيذها.
- **تحليل سياسات الدعم الحكومي للطاقة**، خصوصًا الدعم الموجه للكهرباء والوقود، وتقدير آثاره السلبية على كفاءة الطاقة وجاذبية الاستثمار في الطاقات النظيفة.
- **تقييم الإطار القانوني والمؤسسي**، بما يشمل تحليل صلاحيات المؤسسات القائمة (مثل جهاز الطاقات المتجددة، الشركة العامة للكهرباء، وزارة التخطيط، وغيرها)، مع تحديد التداخلات وضعف التنسيق بينها.
- **تحليل الالتزامات البيئية الدولية لليبيا** ضمن اتفاق باريس والعمل المناخي، وإبراز غياب الربط بين السياسات البيئية وسياسات الطاقة.
- **دراسة التجارب الدولية المقارنة** في بلدان مماثلة من حيث الموارد والظروف (مثل المغرب، مصر، تركيا، تونس، الهند)، واستخلاص الدروس ذات الصلة بالحوكمة، الاستثمار، ودمج الطاقات المتجددة في الشبكة.

المرحلة الثانية: التحليل الفني والاقتصادي

اعتمدت هذه المرحلة على أعمال الفرق الفنية الأربعة، وتم خلالها تنفيذ ما يلي:

- **تحليل قدرات الشبكة الكهربائية الوطنية** على استيعاب الطاقات المتجددة، من حيث قدرة النقل، استقرار الشبكة، ومتطلبات التحديث (أعمال مشروع رموز الشبكة).

- **تحديد مستويات التغلغل الفني والاقتصادي** للطاقة المتجددة في الشبكة حتى عام 2040، وذلك باستخدام نماذج محاكاة تعتمد على بيانات الاستهلاك وتوقعات نمو الأحمال وتكلفة الإنتاج والنقل.
- **تحليل الفاقد الكهربائي في جميع مراحل سلسلة القيمة** (توليد – نقل – توزيع)، وربطه بأسباب تقنية وتشغيلية.
- **تقييم الجدوى الاقتصادية** لمشاريع الطاقات المتجددة مقارنة بالمصادر التقليدية من حيث تكلفة الكيلووات/ساعة، العمر التشغيلي، وتكلفة التشغيل والصيانة.
- **تحليل أنماط استهلاك الطاقة في مختلف القطاعات** (المنزلي، الصناعي، الزراعي، المباني العامة)، وتحديد فرص تحسين الكفاءة والوفورات المحتملة.
- **تحليل المعوقات الاستثمارية**، مثل غياب الإطار التشريعي، ضعف التمويل، وغياب الحوافز، وتأثيرها على المشروعات المحتملة.

المرحلة الثالثة: رسم السياسات العامة والقطاعية

تشكل هذه المرحلة القلب الأساسي للبرنامج، وتميزت بـ:

- **تحليل الإشكاليات الجوهرية** في كل محور من المحاور الأربعة (التغلغل، الشبكة، الكفاءة، الاستثمار).
- **استخدام أدوات وأطر تحليل السياسات** مثل:
  - **SWOT**: لتحديد عناصر القوة والضعف، والفرص والتهديدات.
  - **PESTEL**: لتحليل الأبعاد السياسية، الاقتصادية، الاجتماعية، التكنولوجية، البيئية، والتشريعية.
  - **Policy Mapping**: لتحديد الفاعلين المؤسسيين والعلاقات التنظيمية بينهم.
  - **Scenario Planning**: لوضع مسارات بديلة للتوسع في الطاقات المتجددة بحسب مستويات نسب التغلغل للطاقات المتجددة (منخفض – متوسط – مرتفع).
- **اقتراح بدائل عملية** لكل محور، وتقييمها من حيث الأثر، القابلية للتنفيذ، القبول المؤسسي، والجدوى الاقتصادية.
- **اختيار السياسات الأنسب وتوصيفها** في شكل خطوات قابلة للتنفيذ، مدعومة بإصلاحات تنظيمية وتشريعية.

المرحلة الرابعة: تصميم البرامج التنفيذية المرتبطة بالسياسات

تم في هذه المرحلة تحويل السياسات المختارة إلى برامج عملية قابلة للتنفيذ:

- **ربط كل سياسة بمجموعة من المشروعات التنفيذية** المحددة زمنيًا، مع تحديد الجهات المسؤولة، الشركاء، ومتطلبات التمويل.
- **وضع مصفوفات تدخل واضحة** تشمل: المدخلات (Input)، الأنشطة (Activities)، المخرجات (Outputs)، النتائج (Outcomes)، والأثر (Impact).
- **تحديد مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)** لقياس التقدم في تنفيذ كل برنامج، وربطها بجداول زمنية.
- **اقتراح آليات رقابة وتقييم دورية** لضمان الالتزام وتنفيذ البرامج بفعالية.

المرحلة الخامسة: مراجعة تشاركية واعتماد المخرجات

اختُتمت منهجية الإعداد بمراجعة جماعية لمخرجات التحليل والسياسات:

- **تنظيم جلسات مراجعة داخلية بين الفرق الفنية** لضمان التكامل بين المحاور وعدم التكرار أو التداخل.
- **عرض المسودات الأولى على اللجنة الوطنية والمجلس الاستشاري** وتلقي الملاحظات والتعديلات.
- **تحديث السياسات والبرامج بناء على الملاحظات**، وتوثيق المخرجات في صيغة نهائية شاملة.
- **إعداد عروض تقديمية وتقارير دعم القرار** لتسهيل تقديم البرنامج إلى الجهات العليا وصناع السياسات.

3.2.3 أدوات وأطر رسم السياسات

في إطار رسم السياسات القطاعية والعامة للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، تم الاعتماد على مجموعة من الأدوات التحليلية المعتمدة دوليًا في تخطيط السياسات العامة، وذلك لضمان عمق التحليل ووضوح الرؤية. من أبرز هذه الأدوات:

1. **تحليل SWOT (القوة – الضعف – الفرص – التهديدات)**

أداة تستخدم لتحديد العوامل الداخلية والخارجية التي تؤثر على كل محور من محاور البرنامج. وقد استُخدمت كما يلي:

- **نقاط القوة (Strengths)**: كتوفر موارد شمسية ورياحية كبيرة، وجود قاعدة علمية محلية، وجود مؤسسات فنية قائمة (مثل جهاز الطاقات المتجددة).
- **نقاط الضعف (Weaknesses)**: مثل ضعف البنية التحتية، فاقد الطاقة الكهربائي، غياب الحوكمة، ومحدودية الخبرات التنفيذية.
- **الفرص (Opportunities)**: كالإقبال العالمي على تمويل الطاقة النظيفة، توطين التكنولوجيا، خلق وظائف جديدة، والربط الإقليمي مع شبكات دول الجوار.
- **التهديدات (Threats)**: كعدم الاستقرار السياسي، ضعف التمويل العام، وتأخر الإصلاحات التشريعية.

تم إجراء تحليل SWOT لكل محور من محاور البرنامج (التغلغل، الشبكة، الكفاءة، الاستثمار) لتحديد المجالات التي تتطلب تدخلات سياسية فاعلة.

2. تحليل PESTEL

يركز هذا التحليل على البيئة الخارجية المؤثرة في نجاح السياسات، ويغطي ستة أبعاد رئيسية:

- **السياسي (Political)**: مثل الاستقرار السياسي، الإرادة الحكومية، والهيكل الإداري للقطاع.
- **الاقتصادي (Economic)**: كالدعم الحكومي، أسعار الطاقة، تكاليف التمويل، وتكلفة الفرصة البديلة.
- **الاجتماعي (Social)**: بما في ذلك وعي المواطن، الثقافة الاستهلاكية، ودور المجتمع المدني.
- **التكنولوجي (Technological)**: توفر التقنيات، القدرة على استيعابها، وجاهزية البنية التحتية الذكية.
- **البيئي (Environmental)**: كأثر مشروعات الطاقة على المياه والأراضي والتنوع البيولوجي.
- **القانوني (Legal)**: الوضع القانوني للقطاع، القوانين المعطلة، وغياب إطار تنظيمي مستقل.

ساعد تحليل PESTEL في صياغة سياسات تأخذ بعين الاعتبار التحديات والمتغيرات الخارجية، وتُحسّن من قابلية التنفيذ السياسي والمؤسسي.

3. خارطة الفاعلين والمؤسسات (Policy Mapping)

تهدف هذه الأداة إلى تحديد الجهات الفاعلة التي لها دور في تنفيذ السياسات المقترحة، وتحليل العلاقة بينها:

- تم رسم خرائط تظهر التداخل في الاختصاصات بين مؤسسات مثل الشركة العامة للكهرباء، وزارة التخطيط، وزارة الاقتصاد، وزارة البيئة، الهيئة العامة للاستثمار، وجهاز الطاقات المتجددة.
- تم تقييم مستوى التنسيق الفعلي والاحتكاكات المؤسسية.
- اقتُرح ضمن المخرجات ضرورة تعزيز التنسيق المؤسسي عبر جهة تنظيمية مستقلة أو مرجعية موحدة للطاقة.

تُستخدم هذه الأداة لضمان وضوح آليات التنفيذ وتوزيع المسؤوليات، وتحديد الجهات التي يجب إشراكها في مراحل المتابعة والتقييم.

4. تخطيط السيناريوهات(Scenario Planning)

اعتمد البرنامج منهجية السيناريوهات لدراسة التوسع في إدماج الطاقات المتجددة حتى 2040 وفق ثلاثة مستويات لنسب التغلغل:

- **السيناريو المتحفظ (10%)**

- **السيناريو المتوسط (30%)**
- **السيناريو الطموح (50%)**

وقد تمت مقارنة السيناريوهات من حيث:

- التحديات التقنية على الشبكة.
- متطلبات الاستثمار.
- التوفير في الوقود.
- تقليل الانبعاثات الكربونية.

ساعدت هذه الأداة في اختبار واقعية الأهداف المقترحة، وتحديد السياسات التي تناسب كل مستوى من مستويات التغلغل، وتوقع آثاره الاقتصادية والبيئية.

3.2.4 مخرجات المنهجية

أسفرت المنهجية المعتمدة عن مخرجات استراتيجية وفنية وتنظيمية تُشكّل الأساس التنفيذي للبرنامج الوطني، وقد تم تصنيف هذه المخرجات كما يلي:

1. **وثائق تحليلية متخصصة**

هي مجموعة من التقارير الفنية والقطاعية التي أنتجتها الفرق، وتغطي المحاور التالية:

- **تحليل التغلغل الفني والاقتصادي للطاقة المتجددة** في الشبكة حتى عام 2040، بناءً على نماذج المحاكاة والبيانات الوطنية.
- **تحليل الشبكة الكهربائية** ومحدودية استيعابها الحالية، وسبل تحديث رموز الشبكة وتطوير قدرات النقل والتوزيع.
- **تحليل كفاءة الطاقة والطلب** في القطاعات الرئيسية (المنزلي، الصناعي، الزراعي، الحكومي)، مع توصيف فجوات الأداء واقتراحات المعالجة.
- **تحليل بيئة الاستثمار** في القطاع، والمعوقات القانونية والتشريعية والمالية التي تحد من مشاركة القطاع الخاص.

2. **مصفوفة السياسات العامة والقطاعية**

تُعد هذه المصفوفة المنتج المركزي الذي يجمع مخرجات التحليل الفني والاقتصادي والتنظيمي والتشريعي في هيكل منطقي واحد، وتحتوي على:

- الإشكاليات المحددة في كل محور.
- البدائل الممكنة.
- التوصيات المختارة مع مبررات الاختيار.
- الجهات المعنية بالتنفيذ.
- المتطلبات التشريعية أو المؤسسية الداعمة لكل سياسة.

وقد تم تنظيمها بطريقة تسهّل استخدامها من قبل راسمي السياسات وواضعي الخطط التنفيذية.

3. نماذج تنفيذية للمشاريع الكبرى

جرى تصميم عدد من النماذج القابلة للتطبيق المباشر، وتشمل:

- توصيف فني واقتصادي للمشاريع ذات الأولوية (مثلاً: مشروعات طاقة شمسية أو ريحية بقدرات معينة).
- مراحل التنفيذ، ومتطلبات التمويل، والشركاء المحتملين.
- الربط بين كل مشروع وأهداف السياسات المقررة.
- مؤشرات قياس الأداء الفني والتشغيلي (KPIs) لكل مشروع.

وتُعتبر هذه النماذج أدوات دعم قرار جاهزة للعرض على المستثمرين أو جهات التمويل الدولية.

4. حزمة إصلاحات تشريعية وتنظيمية

استنداً إلى تحليل الإطار القانوني الحالي، تم اقتراح مجموعة من الإصلاحات تشمل:

- إصدار أو تعديل قوانين تسمح بفك احتكار إنتاج وتوزيع الطاقة الكهربائية.
- اعتماد تعريفات تنظيمية لمشاريع الطاقات المتجددة ومشغلي الشبكة المستقلين.
- إنشاء جهة تنظيمية مستقلة للطاقة، لضمان الشفافية وحماية المستثمر والمستهلك.

5. مصفوفة مؤشرات الأداء والمتابعة

تتضمن مجموعة من مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) المصممة لقياس فعالية تنفيذ البرنامج على المستويات التالية:

- **المستوى الوطني:** نسبة مساهمة الطاقات المتجددة من إجمالي الاستهلاك، معدل فاقد الطاقة في الشبكة، تحسن كفاءة الطاقة.
- **المستوى القطاعي:** عدد المشروعات المنفذة، كفاءة الطاقة في المباني العامة، عدد العدادات الذكية المركبة.

- **المستوى المؤسسي:** عدد الإصلاحات القانونية المعتمدة، نسبة التنسيق بين الجهات، عدد المستثمرين الجدد في القطاع.

وقد تم ربط هذه المؤشرات بخطط المتابعة والتقييم الدوري للبرنامج، بما يضمن الشفافية وتحسين الأداء عبر الزمن.

3.3 التحديات والدروس المستفادة

أثناء إعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، واجهت الفرق الفنية واللجنة الوطنية مجموعة من التحديات المنهجية والتنظيمية التي أثّرت على مسار العمل وسرعته، وفي المقابل أفرزت التجربة مجموعة من الدروس القيّمة التي يُستفاد منها في تطوير العمل المؤسسي والمستقبلي في قطاع الطاقة.

أولًا: التحديات الرئيسية

1. تفاوت وتشتت البيانات الفنية والمؤسسية

- لوحظ غياب منظومة مركزية للبيانات الخاصة بقطاع الطاقة، مما أجبر الفرق الفنية على جمع البيانات من مصادر متعددة، بعضها غير محدث أو غير مكتمل.
- تفاوتت دقة البيانات بين المؤسسات، كما افتقرت بعض المؤشرات إلى توثيق رسمي أو قواعد بيانات رقمية.
- أدى ذلك إلى بذل جهود مضاعفة في التحقق من المعلومات، وتأخير بعض مراحل التحليل الفني.

2. ضيق الإطار الزمني مقارنة بحجم العمل المطلوب

- نظرًا للمدى الزمني القصير المخصص لإعداد البرنامج، واجهت الفرق تحديات في تنفيذ جميع مراحل التحليل، ورسم السياسات، وصياغة الوثائق التفصيلية ضمن الجداول المحددة.
- فرضت الظروف ضغوطًا على الفرق لموازنة الجودة مع الوقت، ما تطلّب العمل المتوازي في بعض المهام وتوزيع الجهود بكفاءة عالية.

3. ضعف الالتزام المؤسسي من بعض الجهات

- على الرغم من إشراك معظم المؤسسات الوطنية المعنية، لم يُبدِ البعض نفس المستوى من الالتزام أو التفاعل المنتظم، ما انعكس على توافر البيانات أو مراجعة المخرجات في الوقت المناسب.
- برزت الحاجة إلى دعم أعلى من المستويات الإدارية العليا لضمان الالتزام المؤسسي الكامل، وتوفير الموارد البشرية والفنية المطلوبة للفرق.

ثانيًا: الدروس المستفادة

1. تعزيز ثقافة العمل التشاركي

- أسهم هذا البرنامج في ترسيخ نموذج جديد من العمل الوطني القائم على الشراكة بين الجهات الحكومية، الأكاديمية، والخاصة، وهو ما مكّن من إنتاج تحليل أكثر شمولية وواقعية.
- أسهمت الاجتماعات المشتركة، ومجموعات النقاش، والحوارات المؤسسية في كسر الحواجز التنظيمية، وتعزيز الثقة المتبادلة بين المؤسسات.

2. بناء نواة وطنية من الكفاءات في مجال السياسات الطاقية

- أفرزت تجربة البرنامج خبرات فنية وتحليلية مهمة في مجالات رسم السياسات، التخطيط الطاقي، وتقييم المشروعات، مما يفتح المجال لتكوين مجموعة من الخبراء الوطنيين يمكن الاعتماد عليهم في مبادرات مستقبلية.
- أسهمت المشاركة النشطة للجامعات والخبراء المستقلين في توسيع قاعدة المعرفة المحلية وتطوير المهارات الاستراتيجية في تحليل الطاقة وإدارة الطلب والاستثمار.

3. أهمية التأسيس لهيكل مؤسسي مستدام

- أبرزت التجربة الوطنية والدولية على حد سواء أهمية وجود كيان مؤسسي دائم يُعنى بالتخطيط الاستراتيجي للطاقة، يتسم بالمرونة والاستقلالية، ويمتلك صلاحيات تنفيذية واضحة ومحددة.
- ينبغي أن يكون هذا الكيان مرتبطًا بشكل مباشر بمستوى عالٍ من صناع القرار لضمان فاعلية السياسات وتكاملها مع التوجهات التنموية العامة.
- إن وجود وحدة مؤسسية مستقرة يسهم في تقليل الاعتماد على المبادرات الوقتية، ويعزز من قدرة الدولة على الاستجابة السريعة للتغيرات التكنولوجية والاقتصادية، ومتابعة تنفيذ البرامج والمشاريع ذات العلاقة، وتقييم الأداء بشكل دوري لضمان تحقيق الأهداف الوطنية في مجالي الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة.

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل الرابع: مراجعة وتعديل نسب التغلغل

4.1 تمهيد

في ظل التحديات البيئية والاقتصادية المتزايدة التي يشهدها العالم، أصبح التحول نحو مصادر الطاقات المتجددة خيارًا استراتيجيًا لا غنى عنه لتحقيق استدامة الموارد، وتقليل الانبعاثات، وضمان أمن الطاقة. وتمثل ليبيا إحدى الدول التي تمتلك إمكانات واعدة في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مما يؤهلها لتبني سياسات أكثر طموحًا في هذا المجال.

ضمن هذا السياق، أطلق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040) مشروعًا خاصًا لمراجعة وتحديث **نسب التغلغل** (Penetration Rates) لمصادر الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الوطني. ويُقصد بهذه النسب **معدل مساهمة مصادر الطاقات المتجددة في إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة ضمن الشبكة الكهربائية الوطنية** خلال فترة زمنية محددة، وتُعد من المؤشرات الأساسية التي تُستخدم لتحديد مدى تحول منظومة الطاقة نحو المصادر النظيفة. ويعطى بالصيغة الرياضية التالية:

معدل التغلغل = (إجمالي توليد الطاقات المتجددة / إجمالي التوليد (الطلب) الكهربائي) * 100%

ويمكن تصنيف أنواع معدلات التغلغل إلى التالي:

- التغلغل اللحظي – النسبة في لحظة معينة.
- متوسط معدل التغلغل – على مدار يوم، شهر، أو سنة.
- أقصى معدل للتغلغل – أعلى مستوى مسجّل خلال فترة زمنية.
- التغلغل حسب القدرة المركبة - نسبة القدرة المركبة للطاقة المتجددة إلى إجمالي القدرة المركبة (وليس التوليد الفعلي).

يهدف هذا المشروع إلى إعادة تقييم الأهداف والمنهجيات المحددة في الاستراتيجيات الوطنية السابقة، مع الأخذ في الاعتبار التطورات التقنية في مجالات الإنتاج والتخزين، والتحديات التي تواجه الشبكة الكهربائية، إلى جانب دراسة تجارب الدول المشابهة. كما يسعى إلى وضع نسب تغلغل تدريجية، واقعية وطموحة في آن، على مدى زمني يمتد من عام 2025 إلى 2040، بما يعزز من قدرة الدولة على تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

ويقوم المشروع على تحليل دقيق للواقع الليبي، بما في ذلك قدرات التوليد الحالية، واستقرار الشبكة، والفرص الاستثمارية، والبنية المؤسسية، إلى جانب تقييم مدى جاهزية الجهات المعنية، وخاصة مراكز التحكم، للتعامل مع التحديات الفنية المرتبطة بإدماج مصادر الطاقات المتجددة ذات الطبيعة المتقطعة.

4.2 أهداف المشروع

يهدف مشروع مراجعة وتعديل نسب تغلغل مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني إلى وضع إطار عملي ومتوازن يحقق انتقالًا تدريجيًا نحو منظومة طاقة أكثر تنوعًا واستدامة. وينطلق هذا المشروع من الحاجة إلى مراجعة الأهداف والمنهجيات السابقة، واستيعاب المتغيرات التقنية والاقتصادية والسياسية، وتحديد نسب تغلغل قابلة للتحقيق، مدعومة بخطط تنفيذية واقعية.

وتتلخص الأهداف الرئيسية للمشروع فيما يلي:

1. **مراجعة وتقييم الاستراتيجيات الوطنية السابقة** لتحديد مكامن النجاح والقصور، واستخلاص الدروس المستفاد منها.
2. **اقتراح منهجيات لتحديد نسب تغلغل مناسبة وواقعية** على المدى القصير والمتوسط والطويل، تأخذ في الاعتبار تطور الطلب على الطاقة، واستقرار الشبكة، وإمكانات التوليد.
3. **تحقيق التوازن بين مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة**، بما يضمن أمن الإمدادات وكفاءة التشغيل وتقليل الانبعاثات.
4. **مراجعة وتحديد أولويات التقنيات والمواقع الجغرافية المناسبة** لمشاريع الطاقة المتجددة استنادًا إلى الجدوى الفنية والاقتصادية.
5. **تعزيز جاهزية الشبكة الوطنية**، بما في ذلك مراكز التحكم، لاستيعاب نسب أعلى من الطاقات المتجددة، خاصة المصادر المتقطعة.
6. **اقتراح مشروعات عملية قابلة للتنفيذ** وفق قدرات محددة وتقنيات مجربة وخطة زمنية واضحة.
7. **دعم بيئة الاستثمار والشراكة بين القطاعين العام والخاص** من خلال تقديم مؤشرات واضحة تساعد على اتخاذ القرار.
8. **المساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة**، من خلال خلق فرص عمل جديدة، وتحسين الأداء البيئي، ودعم الاقتصاد الوطني.

4.3 منهجية العمل

اعتمد مشروع مراجعة وتعديل نسب تغلغل مصادر الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الوطني منهجية تحليلية متعددة المحاور، ترتكز على مقاربة متكاملة تجمع بين البعد الفني، والاقتصادي، والمؤسسي، وتراعي خصوصية السياق الليبي. وتهدف هذه المنهجية إلى توفير أساس علمي وعملي لوضع سيناريوهات واقعية للتوسع في استخدام الطاقة المتجددة، وتحديد نسب تغلغل تدريجية قابلة للتنفيذ وقياس الأثر.

أولاً: مراجعة السياسات والاستراتيجيات السابقة

- **الهدف**: تقييم مدى تحقق الأهداف السابقة وتحديد مكامن القصور والدروس المستفادة.
- **الإجراء**: تحليل الاستراتيجيات الوطنية الصادرة منذ 2013، وربطها بنتائج التنفيذ على الأرض، ومدى مواءمتها مع الواقع الفني والمؤسسي.

ثانيًا: تشخيص الوضع الحالي لمنظومة الطاقة

- **الهدف**: فهم شامل لقدرات النظام الكهربائي، تحديات الشبكة، واحتياجات المناطق النائية.
- **الإجراء**: تحليل البيانات الصادرة عن الشركة العامة للكهرباء (GECOL) حول القدرة المركبة، الانقطاعات، منحنيات الحمل، وأداء الشبكة، مع تحديد نقاط الضعف والاختناقات الجغرافية.

ثالثًا: تحليل الإمكانات الجغرافية لمصادر الطاقات المتجددة

- **الهدف**: تحديد المناطق الأنسب لاستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.
- **الإجراء**: استخدام بيانات الأقمار الصناعية (PVGIS NASA POWER)، ومراجعة دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية، ودراسة مدى إمكانية ربط ذلك بالبنية التحتية المتوفرة بمختلف القطاعات كمنشآت النفط والنهر الصناعي.

رابعًا: بناء سيناريوهات استراتيجية للتوسع في الطاقات المتجددة

- **الهدف**: تصميم مسارات متدرجة ومرنة لرفع نسب التغلغل حتى سنة 2040.
- **المقترحات**:
  - **2025 - 2030**: تغلغل بنسبة 10% (معظمها طاقة شمسية).
  - **2030 - 2040**: 30% طاقة متجددة + إدخال التخزين والتحكم الذكي.

خامسًا: دراسة استقرار الشبكة وتحليل أثر الطاقة المتجددة

- **الهدف**: فهم تأثير إدماج مصادر متقطعة على أداء الشبكة.
- **الإجراء**: استخدام أدوات المحاكاة والتحليل الديناميكي، تقييم القصور الذاتي، دراسة إمكانيات التخزين، وتحليل دور الشبكات المصغرة.(Mini-grids)

سادسًا: إدماج التقنيات المساعدة

- **المكونات المقترحة:**
  - أنظمة تخزين (بطاريات).
  - برامج إدارة الطلب.
  - استخدام العدادات الذكية.

سابعًا: تحليل الجدوى الاقتصادية والإطار التشريعي

- **الهدف:** تهيئة بيئة استثمارية جاذبة.
- **الإجراء:**
  - دراسة دعم الوقود وآليات الإصلاح.
  - مقترح لتعرفة تغذية أو آلية مزادات.
  - استكشاف فرص التمويل الدولي.

ثامنًا: إعداد خارطة طريق وخطة تنفيذ مرحلية

- **المعالم الزمنية المقترحة:**
  - **2025:** +500 ميغاوات من الطاقة الشمسية.
  - **2030:** +200 ميغاوات من مزارع الرياح.
  - **2035:** تنفيذ الربط الإقليمي مع مصر وتونس.
  - **2040:** تغطية 30% من الكهرباء من مصادر متجددة.

تاسعًا: تحديد الجهات المعنية وتوزيع الأدوار

- **الجهات الرئيسية:** جهاز الطاقات المتجددة، الشركة العامة للكهرباء، وزارة التخطيط، الجامعات، الشركاء الدوليون.

عاشرًا: المراقبة والتقييم والتطوير المؤسسي

- **الإجراء:**
  - إنشاء منصة مركزية لمراقبة الأداء.
  - تدريب الكوادر المحلية.
  - تطوير أدوات البيانات المفتوحة وتعزيز الشفافية.

4.4 مراجعة نسب التغلغل في الاستراتيجيات السابقة

تعد منهجية العمل في مشروع مراجعة وتحديث نسب تغلغل الطاقات المتجددة في خليط الطاقة الوطني عنصرًا أساسيًا لضمان نجاحه وتحقيق أهدافه الاستراتيجية. حيث تعتمد هذه المنهجية على إطار عمل علمي ومنظم يشمل عدة مراحل متكاملة. وتم تصميم هذه المنهجية لضمان الشمولية والدقة، مع مراعاة الجوانب الفنية والاقتصادية وغيرها. ويعتمد تنفيذ هذه المنهجية على مجموعة من الخطوات الرئيسية التي تشمل:

4.4.1 السياق العام للاستراتيجيات السابقة

تبنت العديد من الدول استراتيجيات تهدف إلى زيادة الاعتماد على الطاقات المتجددة، مع تطلع بعض الدول إلى تحقيق نسب تغلغل تصل إلى 100% من مصادر متجددة بحلول عام 2050. ويعتمد هذا المسار على الإمكانيات الفنية والاقتصادية المتوفرة، إذ تبدأ الدول عادة بنسب تغلغل منخفضة تتوافق مع مرونة الشبكة الكهربائية، ثم ترفع هذه النسب تدريجيا بناءً على دراسات تخطيط التشغيل للشبكة العامة واستراتيجيات الاستثمار في إدماج الطاقات المتجددة.

كما تعتبر نتائج الدراسات الفنية والاقتصادية أداة أساسية لتحديد مدى إمكانية الاستثمار في المواقع المقترحة وزيادة نسب التغلغل بحسب نوع مصدر الطاقة، كما تسهم في توضيح ما إذا كانت هناك حاجة إلى تعزيز الشبكة الكهربائية أو تأجيل مراحل التغلغل إلى حين توافر الجاهزية التشغيلية.

وفي هذا السياق، تقترح العديد من الدراسات الاستراتيجية المحلية نسبا متباينة لتغلغل الطاقات المتجددة. إلا أن هذه النسب، في كثير من الحالات، تبدو مرتفعة وغير مدعومة بتحليل واقعي للجدوى الفنية أو الاقتصادية، ما يجعل تنفيذها في الأطر الزمنية المقترحة أمرا صعب التحقيق. الجداول التالية تعرض ملخصا لبعض هذه الاستراتيجيات الوطنية، مع إبراز التفاوت الكبير في التقديرات وعدم الاتساق بين الطموحات المعلنة والقدرات الفعلية الحالية للشبكة الكهربائية والبنية المؤسسية. من أبرز هذه الاستراتيجيات الوطنية:

- البرنامج الوطني للطاقة في إطار استراتيجية متكاملة الذي أصدره مجلس التخطيط الوطني سنة 2013.
- الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة التي أصدرتها وزارة التخطيط سنة 2019.
- الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة التي أصدرتها وزارة التخطيط سنة 2023.

نسب التغلغل - البرنامج الوطني للطاقة في إطار استراتيجية 2015-2030 مجلس التخطيط الوطني 2013			
2020-2015	2025-2020	2030-2025	Beyond 2030
%3	%7	%10	%15

نسب التغلغل - الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2019-2030 وزارة التخطيط 2019			
2022-2020	2025-2023	2028-2026	2030-2029
%3	%6	%8	%10

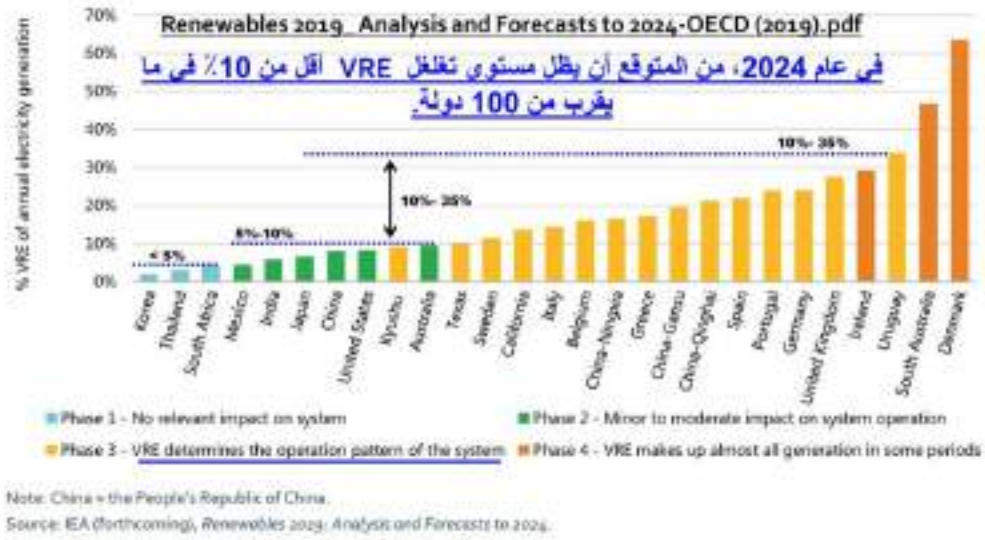
نسب التغلغل - الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2023-2035 وزارة التخطيط 2023		
2025-2023	20230-2025	2035-2030
%17	%19	%20

وقد حددت هذه الوثائق نسبًا مستهدفة لتغلغل الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية، ووضعت جداول زمنية للتنفيذ، مع افتراضات متفائلة حول التمويل والاستقرار المؤسسي والتطور التكنولوجي.

4.4.2 تصنيف مراحل دمج الطاقات المتجددة بحسب الوكالة الدولية للطاقة (IEA)

تصنف الوكالة الدولية للطاقة (IEA) مراحل دمج الطاقات المتجددة في الشبكات الكهربائية إلى عدة أطوار، استنادًا إلى مستويات التغلغل والآثار التشغيلية المترتبة على كل مرحلة. ويبين الشكل التالي مقارنة بين مستويات التغلغل في 24 دولة من مختلف مناطق العالم، مع ما نتج عن ذلك من تأثيرات على تشغيل الشبكة الكهربائية حتى تاريخ 17 يناير 2024.

حصص تغلغل الطاقات المتجددة المتغيرة VRE لبعض البلدان - 2018. الوكالة الدولية للطاقة (IEA)



Note: China = the People's Republic of China.
Source: IEA (forthcoming), *Renewables 2019: Analysis and Forecasts to 2024*.

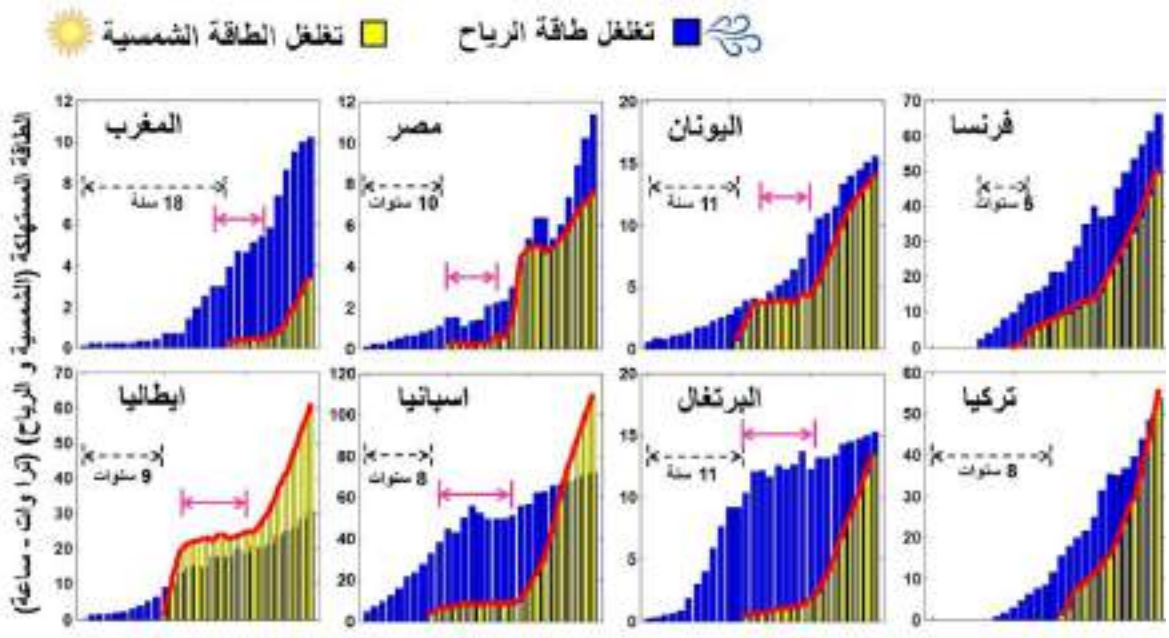
عند إدراج مستوى التغلغل المقترح في الاستراتيجية الوطنية الأخيرة ضمن المرحلة الأولى (2023–2025)، يتضح وجود اختلاف كبير في نمط التغلغل المستهدف مقارنة بتجارب الدول الأخرى.

وتُظهر تجارب الوكالة أن تغلغل الطاقات المتجددة بنسبة لا تتجاوز 5% غالبًا لا يُحدث تأثيرًا فوريًا على تشغيل الشبكة، خاصة في حال كانت قدرة الشبكة على استيعاب تقلبات الأحمال التقليدية تفوق المرونة المطلوبة لاستيعاب هذه النسبة المحدودة من الإنتاج المتجدد.

أما في حال تراوح التغلغل بين 5% و10%، فقد يترتب عليه بعض التغييرات التشغيلية البسيطة أو المتوسطة، مثل الحاجة إلى تحسين التنبؤ بالإنتاج أو تعزيز أنظمة التحكم بالشبكة. ومع تجاوز التغلغل نسبة 10%، تبدأ هذه النسبة في التأثير المباشر على نمط تشغيل المنظومة، وقد يصبح من الضروري تعديل نماذج التشغيل وتوسيع مرونة الشبكة لضمان استقرار واستمرارية الخدمة.

4.4.3 تحليل النمط السنوي لتغلغل الطاقة المتجددة المتغيرة في بعض دول حوض البحر الأبيض المتوسط

يبين الشكل التالي، المستخلص من مستندات الوكالة الدولية للطاقة (IEA)، النمط السنوي لتغلغل الطاقات المتجددة المتغيرة (تيراوات-ساعة) من مصادر مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في عدد من دول حوض البحر الأبيض المتوسط.



ويلاحظ من الشكل وجود حالة من الركود لدى بعض الدول استمرت لعدة سنوات من حيث نمو تغلغل الطاقة الشمسية (كما هو موضح باللون الأحمر). وقد يعود هذا الركود إلى أسباب متعددة، من أبرزها محدودية قدرة الشبكة الكهربائية على استيعاب المزيد من الطاقة المتجددة لأسباب تشغيلية، أو وجود تحديات اقتصادية، أو عراقيل تنظيمية، أو عوامل أخرى تتعلق ببيئة الاستثمار أو السياسات العامة.

وعلى الرغم من أن الدراسات الفنية قد تم إعدادها من قبل شركات الكهرباء أو الجهات المشغلة المسؤولة عن دمج الطاقة المتجددة في تلك الدول، فإن التأخر في الاستفادة الفعلية من هذه الطاقات، أو ما يشبه "الركود في الاستيعاب"، يمثل تحديًا قد يُضعف من فعالية عملية الدمج ويؤخر تحقيق الأهداف الوطنية المتعلقة بالطاقة المستدامة.

4.4.4 الانعكاسات على السياق الليبي وصياغة السياسات الوطنية

يبرز التحليل السابق أهمية فهم الديناميكيات الخاصة بكل دولة في مسار تغلغل الطاقات المتجددة، ويؤكد أن التقدم في هذا المجال لا يعتمد فقط على إعداد الدراسات الفنية، بل يتطلب أيضًا بيئة تنظيمية واقتصادية جاهزة، وشبكة كهربائية مرنة، وقدرات تشغيلية متقدمة.

وبالنسبة لليبيا، فإن اعتماد استراتيجية وطنية تستهدف نسب تغلغل متسارعة دون توافر المتطلبات الفنية والتشغيلية قد يؤدي إلى تأخر فعلي في تنفيذ المشروعات، أو إلى ركود مشابه لما شهدته بعض دول المتوسط. لذلك، فإن وضع مسارات واقعية للتغلغل التدريجي، مع ربطها ببرامج تعزيز مرونة الشبكة وبناء القدرات المؤسسية والفنية، يُعد خطوة أساسية لضمان نجاح عملية الدمج.

كما أن دراسة الفجوة الزمنية بين إدخال مصادر مختلفة للطاقة (مثل الرياح والشمس) في الدول المجاورة يمكن أن تساعد في تحديد أولويات الاستثمار في ليبيا، وتفادي التداخل غير المتكامل بين المشروعات.

بالتالي، فإن الاستفادة من تجارب دول المنطقة يجب أن تُترجم إلى سياسات تدريجية ذكية، تنطلق من الواقع التشغيلي الحالي، وتتبنى نهجًا تصاعديًا مبنيًا على تقييم دوري للأداء، وتطوير تدريجي للبنية التحتية والقدرات المؤسسية لضمان استيعاب مستدام وآمن للطاقات المتجددة ضمن منظومة الطاقة الوطنية

في ضوء ما سبق، يتضح أن النسبة المستهدفة للتغلغل في المرحلة الأولى من الاستراتيجية الوطنية (2023–2025) يجب أن تُحدد بطريقة واقعية ومدروسة، تأخذ في الاعتبار القدرات الحالية للشبكة الكهربائية، ومستوى المرونة التشغيلية، والبنية التحتية المتوفرة.

نظرًا لكون ليبيا لا تزال في مراحلها الأولى من اعتماد الطاقات المتجددة، ومع محدودية مرونة الشبكة، فإن رفع نسب التغلغل بسرعة أو دون تمهيد فني ومؤسسي كافٍ قد يؤدي إلى صعوبات تشغيلية وتقنية. لذلك، فإن تبني نهج تدريجي متوازن، يستند إلى تقييم دقيق للأثر الفني والتشغيلي في كل مرحلة، هو الخيار الأمثل لضمان نجاح عملية الدمج دون التأثير سلبًا على استقرار الشبكة.

4.4.5 توصيات مرتبطة بالمرحلة الأولى من الاستراتيجية

1. التركيز على مشروعات صغيرة ومتوسطة الحجم يمكن ربطها بمواقع قريبة من نقاط الاتصال بالشبكة، لتقليل الحاجة إلى استثمارات ضخمة في البنية التحتية.
2. تعزيز قدرات المرونة التشغيلية للشبكة من خلال مشروعات للتحكم في التردد والجهد، واستخدام أدوات التنبؤ بالإنتاج الشمسي والرياح.
3. تأجيل التوسع في نسب التغلغل إلى ما بعد تنفيذ مشروعات تحسين البنية الشبكية، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية أو الشبكات الضعيفة.
4. ربط الاستثمارات المستقبلية بنتائج التقييم المرحلي لأداء الشبكة مع بداية إدخال نسب متدنية من الطاقة المتجددة (أقل من 5%)، لضمان اتخاذ قرارات مبنية على معطيات واقعية.
5. استلهام التجارب الإقليمية الناجحة، مثل المغرب ومصر، في إدارة مراحل التغلغل الأولى، مع مراعاة خصوصية السياق الليبي من حيث التوزيع الجغرافي والطلب على الطاقة.

4.4.6 تحليل الفجوة بين الأهداف والنتائج

رغم طموح تلك الاستراتيجيات، فإن نسب التغلغل المقترحة فعليا ظلت محدودة للغاية. ويُعزى ذلك إلى مجموعة من العوامل، من أبرزها:

- تقديرات غير واقعية للإمكانات الفنية والتنفيذية.

- ضعف التمويل وغياب الحوافز الاستثمارية.
- انعدام الاستقرار السياسي والأمني.
- عدم جاهزية الشبكة الكهربائية ومراكز التحكم لاستيعاب مصادر متقطعة.
- غياب التشريعات القانونية الداعمة لتنظيم وتشجيع الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة.

4.4.7 أوجه القصور في الاستراتيجيات السابقة

عند تحليل الوثائق الاستراتيجية السابقة، يمكن ملاحظة أوجه قصور جوهرية، أبرزها:

- غياب ربط الأهداف بخطة تنفيذية واضحة وقابلة للقياس.
- ضعف التنسيق بين الجهات المعنية (الشركة العامة للكهرباء، جهاز الطاقات المتجددة، الجهات التشريعية).
- التجاهل النسبي للعوامل المناخية والبنية التحتية في تحديد التقنيات.
- افتقار الخطط السابقة إلى آليات للتمويل المستدام والشراكة مع القطاع الخاص.

وقد عمّق من فجوة التنفيذ غياب الاستقرار السياسي، وتضارب المسؤوليات بين الجهات المعنية، وعدم استقرار التشريعات المتعلقة بالطاقة، مما أعاق الانتقال نحو نموذج مستدام.

4.4.8 الدروس المستفادة

انطلاقًا من التقييم أعلاه، يمكن استخلاص عدد من الدروس المهمة التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في إعداد الاستراتيجية الجديدة:

- ضرورة تبني مقاربة واقعية وتدريجية لتحديد نسب التغلغل، تأخذ في الحسبان الواقع الفني والاقتصادي.
- أهمية الربط بين السياسات والمؤسسات المنفذة، مع بناء قدرات حقيقية بمراكز التحكم في الطاقة والإدارات التنفيذية.
- وضع إطار تمويلي واضح يعتمد على أدوات جذب الاستثمار وتوفير الحوافز.
- استخدام بيانات محدثة وأدوات نمذجة علمية لتحديد الإمكانات والسيناريوهات المستقبلية.

4.5 مراجعة منحنيات الأحمال المتوقعة والمفترض تغذيتها من الشبكة العامة للكهرباء

تختلف نسبة نمو الأحمال الكهربائية السنوية في الشبكة العامة الليبية بناءً على عدة عوامل، من أبرزها: الأوضاع الاقتصادية، النمو السكاني، التوسع العمراني والصناعي، إضافة إلى الظروف السياسية والأمنية. ووفقًا لبعض التقارير، كانت نسبة نمو الأحمال الكهربائية في ليبيا تتراوح بين 5% و7% سنويًا قبل عام 2011، إلا أنها شهدت تذبذبًا كبيرًا بعد ذلك، وقد باتت تتفاوت تفاوتاً ملحوظ من عام إلى آخر.

من خلال المراجع المتوفرة لهذا البند يظهر العديد من منحنيات الأحمال والتي قامت بها جهات متنوعة يذكر منها الآتي:

i. منحنى الأحمال الفعلي لسنة 2023 حسب بيانات الشركة العامة للكهرباء

يوضح الجدول المرفق أن أقصى حمل كهربائي مسجل كان في شهر أغسطس، بقيمة بلغت 8.234 جيجاوات. ووفقًا لما تم توثيقه خلال النقاشات الفنية مع فريق الشركة العامة للكهرباء، فإن هذا الحمل يمثل القيمة الفعلية دون أي عمليات طرح للأحمال (Load Shedding)، كما أنه تم قياسه عند محطات التوليد مباشرة. تجدر الإشارة إلى أن هذه القيمة تشمل الاستهلاك الذاتي لمحطات التوليد، والذي يُقدَّر بحوالي 0.5% في المحطات الغازية، و3% في المحطات البخارية، لكنها لا تشمل الفاقد في شبكات النقل والتوزيع.

بناءً على ذلك، يمكن اعتماد هذا الرقم كحمل مرجعي موثوق لاستخدامه في تحليل النماذج المختلفة لتنبؤ نمو الأحمال الكهربائية السنوية، وذلك لتحديد النموذج الأمثل والأكثر توافقًا مع البيانات الفعلية، مما يسهم في تطوير نموذج تنبؤ موثوق يمكن اعتماده كأساس للتخطيط المستقبلي للمنظومة الكهربائية.

الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أقصى حمل (ميوات)	7603	7800	6320	6200	6900	7260	8200	8234	7880	6820	6232	6800
أدنى حمل (ميوات)	4065	3771	3231	2875	2720	3315	5549	5126	2969	3416	2885	3336

قراءة 24 ساعة ليوم أدنى حمل (ميوات) في عام 2023

الساعة	الشرقية	الغربية	الشبكة العامة
1	1002	2319	3321
2	936	2108	3044
3	888	1916	2804
4	815	1942	2757
5	771	2024	2795
6	781	1939	2720
7	798	2016	2814
8	793	2283	3076
9	862	2369	3231
10	890	2603	3493
11	991	2778	3769
12	1056	2927	3983
13	1178	2957	4135
14	1195	3049	4244
15	1087	3122	4209
16	1088	3064	4152
17	1321	2962	4283
18	1202	3082	4284
19	1273	3099	4372
20	1388	3312	4700
21	1290	3381	4671
22	1286	3176	4462
23	1188	2885	4073
24	1137	2799	3936

قراءة 24 ساعة ليوم أقصى حمل (ميوات) في عام 2023

الساعة	الشرقية	الغربية	الشبكة العامة
1	1724	6235	7959
2	1653	6059	7712
3	1589	5794	7383
4	1539	5634	7173
5	1470	5544	7014
6	1424	5515	6939
7	1401	5506	6907
8	1459	5601	7060
9	1499	5787	7286
10	1708	5796	7504
11	1796	5810	7606
12	1784	6076	7860
13	1875	6166	8041
14	1832	6199	8031
15	1895	6165	8060
16	1885	6160	8045
17	1889	6166	8055
18	1857	6191	8048
19	1818	6132	7950
20	1897	6176	8073
21	1921	6313	8234
22	1940	6239	8179
23	1932	6215	8147
24	1976	6200	8176

من ناحية قياس الفاقد الكهربائي، يُلاحظ أن الطريقة التقليدية تعتمد على احتساب الفرق بين إجمالي الطاقة المنتجة والطاقة المفوترة خلال فترة زمنية محددة، وهي آلية تفتقر إلى الدقة وتعتمد بدرجة كبيرة على التقديرات. أما الطريقة الأكثر دقة، والتي يُوصى باعتمادها في إطار التحول نحو منظومة قياس أكثر كفاءة وشفافية، فتتمثل في استخدام العدادات الدقيقة عند نقطة التوصيل في محطات التوليد، وربطها بمنظومة عدادات ذكية لدى المستهلكين، بما يتيح قياس الطاقة الكهربائية بشكل متزامن وزمني دقيق على طرفي المنظومة. إلا أن هذه المنظومة تواجه حالياً تحديات تشغيلية وتقنية أدت إلى توقفها شبه الكامل، مما يستدعي إعادة تقييمها ضمن إطار سياسات التحول الرقمي والحوكمة الرشيدة للقطاع.

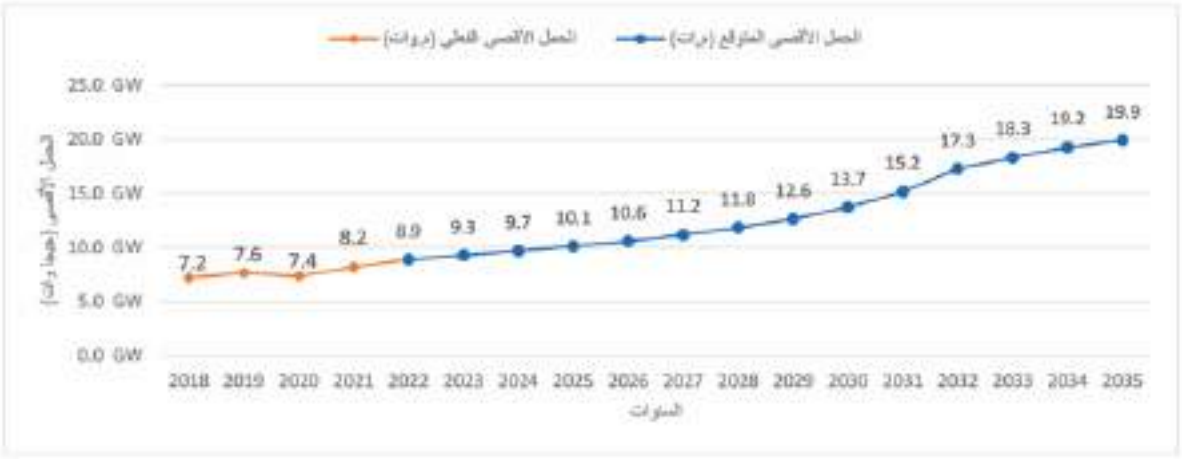
يوضح الجدول التالي بيانات الطاقة الكهربائية المتبادلة شهرياً خلال عام 2023، والتي أُخِذت بعين الاعتبار ضمن بيانات الأحمال المعروضة في الجدول السابق. وقد اِعتُمدت منهجية موازنة تتمثل في خصم كميات الطاقة المصدّرة وإضافة كميات الطاقة الموردة، وذلك للوصول إلى تقدير أكثر دقة للأحمال الصافية على الشبكة الوطنية.

ii. تطور الأحمال حسب الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة - وزارة التخطيط 2023-2035

يبين الجدول التالي تطور الأحمال الكهربائية وفقاً لما ورد في وثيقة الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2023-2035) الصادرة عن وزارة التخطيط. ويُظهر الجدول الفجوة بين القدرات المركبة والقدرات المنتجة فعلياً، بالإضافة إلى حجم العجز في تلبية الحمل الأقصى خلال السنوات المشمولة بالاستراتيجية، مما يعكس الحاجة إلى تعزيز الاستثمارات في منظومات التوليد ورفع كفاءة تشغيل الشبكة لتحقيق أمن الطاقة وتقليل الاعتماد على الحلول الطارئة.

السنة	إجمالي الطاقة المنتجة (م.وات ساعة)	أقصى توليد محقق (م.وات)	إجمالي الأحمال (م.وات ساعة)	الحمل الأقصى (م.وات)	القدرة المركبة (م.وات)
2017	37,116,922	5,615	41,187,794	7,383	9,989
2018	36,974,037	5,914	39,931,661	7,185	9,989
2019	38,510,760	6,078	43,459,992	7,659	9,989
2020	35,302,928	6,145	42,985,097	7,350	9,989
2021	40,731,187	6,110	46,107,476	8,150	9,989

واستناداً إلى هذه البيانات، ترسم الاستراتيجية خط اتجاه (Trend Line) يوضح المسار المتوقع لنمو الأحمال الكهربائية خلال السنوات القادمة، وذلك بهدف دعم عمليات التخطيط المستقبلي وتقدير الفجوات بين الطلب المتوقع والإمكانات المتاحة. ويُعرض هذا الاتجاه في الشكل التالي، بما يعكس التحديات المرتقبة وأهمية تبني حلول مستدامة لتعزيز أمن الطاقة



الشكل ٥: توقعات نمو الحمل الأقصى خلال الفترة (2025 – 2035) - (جيجاوات)

عند مقارنة القيمة التقديرية لأقصى حمل كهربائي لسنة 2023، والتي بلغت 9.3 جيجاوات، بالقيمة المسجلة فعلياً لنفس السنة والبالغة 8.234 جيجاوات، يتبيّن وجود فارق كبير يُقدّر بحوالي 1 جيجاوات. هذا التباين يسلّط الضوء على محدودية دقة النماذج الحالية لتنبؤ الأحمال، ويؤكد الحاجة إلى تطوير نماذج أكثر واقعية تعتمد على مدخلات محدثة وتحليل ديناميكي للعوامل المؤثرة في نمو الطلب على الطاقة.

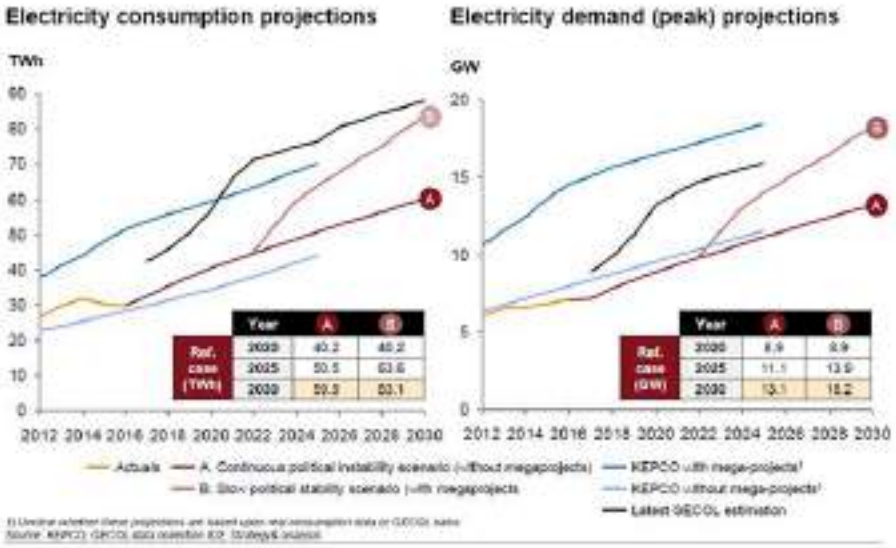
iii. تطور منحنى الأحمال حسب دراسة البنك الدولي لسنة 2017

تضمن تحليل الأحمال ضمن دراسة البنك الدولي لعام 2017 توقعات نمو الطلب الكهربائي في إطار المهمة A، حيث تم إعداد نماذج تنبؤية تمتد حتى عام 2030 وفق سيناريوهين رئيسيين:

السيناريو A: يفترض نمواً منخفضاً في الطلب، نتيجة استمرار حالة عدم الاستقرار السياسي، وما يترتب عليها من تباطؤ اقتصادي وتأخر في تنفيذ المشروعات التنموية.

السيناريو B: يفترض نمواً مرتفعاً في الطلب، في حال تحقق الاستقرار السياسي، بما يسمح بإطلاق مشروعات ضخمة (Mega Projects) تؤدي إلى زيادات كبيرة في الاستهلاك الكهربائي.

ويُبرز الشكل المرفق منحنيين رئيسيين: الأول لتطور أقصى حمل كهربائي، والثاني لتطور إجمالي الطلب السنوي على الطاقة. كما يعرض الشكل مقارنات مع سيناريوهات أخرى تم إعدادها من قبل الشركة العامة للكهرباء (GECOL) ومن قبل استشاري خارجي (KEPCO)، ما يتيح فهماً أوسع لتباين التوقعات بناءً على الافتراضات المختلفة.



عند مقارنة منحنيات التنبؤ بالأحمال الواردة في الدراسات السابقة مع البيانات الفعلية المسجلة لعام 2023، والتي بلغت 8.234 جيجاوات كقيمة فعلية لأقصى حمل، يتضح أن السيناريو A -الوارد في دراسة البنك الدولي- قد بالغ في تقدير نمو الأحمال، حيث توقع وصول الحمل الأقصى إلى نحو 10 جيجاوات في نفس العام. يشير هذا الفارق الملحوظ إلى وجود انحراف كبير بين النماذج التقديرية والواقع الميداني، مما يستدعي مراجعة نماذج التنبؤ المستخدمة وتحديث افتراضاتها بما يعكس الظروف الاقتصادية والسياسية والهيكلية الراهنة.

iv. بعض البيانات التي توضح الطلب في السنوات 2021-2024

يعرض الشكل تطور الحمل الأقصى (Maximum Demand) في الشبكة العامة للكهرباء خلال الفترة من 2021 إلى 2024، مع الإشارة إلى معدل التغير السنوي.

- في عام 2021:

بلغ الحمل الأقصى 8150 ميغاوات، وهو يمثل نقطة الانطلاق في هذا التحليل.

- في عام 2022:

ارتفع الحمل بشكل ملحوظ ليصل إلى 8864 ميغاوات، أي بزيادة قدرها 714 ميغاوات مقارنة بالعام السابق، وهو ما يعادل نموا سنويا بنسبة 8.8%.

يعزى هذا الارتفاع إلى:

- التعافي الاقتصادي بعد جائحة كورونا.
- ضعف تطبيق سياسات الترشيد.
- زيادة الأحمال الموسمية، خاصة في فصل الصيف.

- **في عام 2023:**

شهد الحمل تراجعا واضحا إلى 8234 ميغاوات، أي بانخفاض قدره 630 ميغاوات عن عام 2022، ما يمثل نسبة تراجع سنوية تقارب 7.1%.

ويمكن تفسير هذا الانخفاض بعدة عوامل:

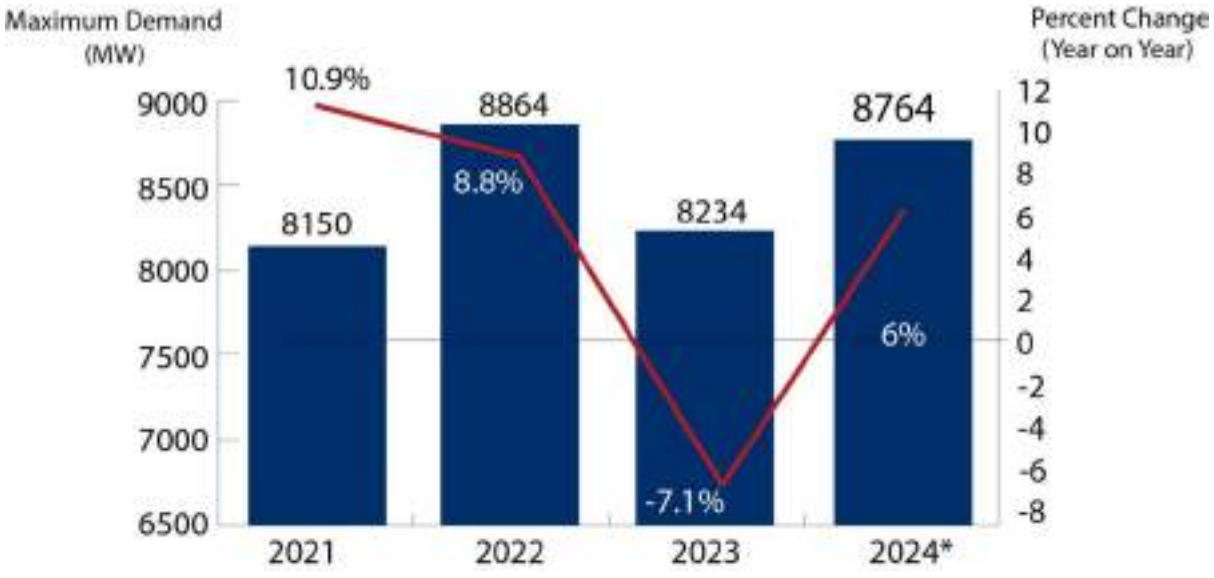
- قيام الشركة العامة للكهرباء بتعديل تعرفة الكهرباء لبعض القطاعات، لا سيما القطاع الصناعي والتجاري، مما حفز سلوكا استهلاكيا أكثر حذرا.
- البدء في تركيب العدادات الذكية.
- الظروف الاقتصادية والسياسية التي أثرت على نشاط بعض القطاعات الإنتاجية.

- **في عام 2024:**

تشير التقديرات إلى عودة الاتجاه التصاعدي للحمل، حيث يُتوقع أن يصل إلى 8764 ميغاوات، بنسبة نمو تبلغ 6% مقارنة بعام 2023.

ويرجح أن يكون هذا الارتفاع نتيجة:

- توسع في استخدام المكيفات خلال موسم الصيف.
- عودة بعض الأنشطة الاقتصادية إلى العمل بكفاءة أعلى.



خلاصات واستنتاجات:

- يعكس الاتجاه العام تذبذبا في الطلب نتيجة تفاعل عدة عوامل تنظيمية واقتصادية وتقنية.
- يوصى بمواصلة دراسة العلاقة بين التعرفة والاستهلاك على مستوى كل قطاع، مع النظر في تعزيز استخدام العدادات الذكية وأنظمة المراقبة الفعلية للأحمال.

4.6 تقديرات نمو الأحمال ودورها في تخطيط تغلغل الطاقات المتجددة:

تُعد توقعات نمو الأحمال الكهربائية أحد المدخلات الأساسية في عمليات تخطيط تغلغل مصادر الطاقة المتجددة في الشبكة، حيث تؤثر مباشرة على تقدير حجم المشروعات، توقيتها، ومدى استيعاب الشبكة لها. يمكن تلخيص أهم الجوانب ذات العلاقة على النحو التالي:

1. **الاستناد إلى دراسات مرجعية:**

تشير الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2023–2035) إلى أن توقعات نمو الأحمال قد بُنيت على دراسات صادرة عن جهات دولية ومحلية معتبرة. كما أوضحت تقارير فنية داعمة -من بينها تقارير برنامج المساعدات الفنية الدولية- المنهجية المعتمدة في إعداد هذه التقديرات من قبل الجهات المشغلة للشبكة.

2. **تباين النمو حسب الظروف الوطنية:**

تختلف معدلات نمو الأحمال الكهربائية السنوية في الشبكة الليبية العامة باختلاف عدد من العوامل، أبرزها: الوضع الاقتصادي، النمو السكاني، مستوى النشاط الصناعي، التغير في الدعم الحكومي، تطور سوق الكهرباء، والظروف السياسية والأمنية. كما أن محدودية توفر بيانات دقيقة من بعض فئات المستهلكين النهائيين تُشكل عائقاً أمام تطوير نماذج تنبؤ دقيقة.

3. **تاريخ النمو والتغيرات:**

بحسب التقارير الفنية المتاحة، تراوحت معدلات النمو السنوي في الأحمال بين 5% و9% قبل عام 2011، إلا أن هذه المعدلات شهدت تراجعاً ملحوظاً نتيجة الأحداث السياسية والاقتصادية خلال السنوات اللاحقة.

4. **التحسين المستمر في التنبؤ بالأحمال:**

تجري حالياً جهود لتحديث تقديرات الأحمال بشكل سنوي ومشاركتها مع الجهات ذات العلاقة، في إطار السعي لتطوير أدوات التنبؤ وتحسين دقة التوقعات بما يتماشى مع التغيرات في نمط الاستهلاك وظروف السوق.

5. **الاعتماد المرحلي على بيانات الاستراتيجية:**

في ظل غياب بيانات حديثة مكتملة، يمكن الاعتماد على توقعات النمو الواردة في الاستراتيجية الوطنية كمرجعية مؤقتة، نظراً لاعتمادها على مصادر مدروسة وإجراءات تحليلية موثوقة.

6. **المرونة في حالة التغلغل المنخفض:**

الفروقات المحتملة بين القيم الفعلية والتقديرية للأحمال في السنوات المقبلة لن يكون لها تأثير كبير على تخطيط دمج الطاقة المتجددة في المدى القريب، خصوصاً في ظل اعتماد نسب تغلغل منخفضة (single-digit penetration).

- **أهمية دراسة الجدوى الجغرافية:**

تُعد دراسة الجدوى المتعلقة باختيار المواقع الجغرافية لوحدات إنتاج الطاقة المتجددة، وتقدير مدى تأثير نسب التغلغل على قدرة الشبكة على الاستيعاب، ومراعاة توافر نقاط الربط بالشبكة ومحطات التحويل، عاملاً محورياً لضمان فعالية وأمان عملية الدمج.

4.7 أنواع وتقنيات الطاقات المتجددة

في إطار السعي نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتعزيز أمن الطاقة، يعد تحديد أنواع الطاقات المتجددة والتقنيات التي يجب التركيز عليها في المرحلة القادمة خطوة حاسمة ضمن البرنامج الوطني للطاقات المتجددة. يأتي هذا التحديد استجابةً للتطورات التكنولوجية المتسارعة، والتغيرات في أسواق الطاقة العالمية، والالتزامات الدولية المتعلقة بتقليل الانبعاثات الكربونية ومكافحة تغير المناخ.

تتمتع الطاقات المتجددة بتنوع كبير في مصادرها، مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية. ولكل من هذه المصادر إمكانات وتحديات خاصة تتطلب تحليلًا دقيقًا لتحديد الأنسب منها للسياق الوطني. بالإضافة إلى ذلك، فإن التطورات الحديثة في تقنيات تخزين الطاقة، والشبكات الذكية، وأنظمة إدارة الطاقة تفتح آفاقًا جديدة لزيادة كفاءة واعتماد هذه المصادر. بالإضافة إلى ذلك تدخل عوامل محلية أخرى مثل ضعف البنية التحتية لتركيب وتشغيل بعض التقنيات من توربينات الرياح الضخمة والمحطات الشمسية وغيرها، وكذلك نقص العمالة الماهرة المحلية في التنفيذ على الأرض لبعض التقنيات يعد من الأشياء الأساسية في تحديد التقنيات التي يوصى بتبنيها في خطة البرنامج الوطني للطاقات المتجددة.

في هذه المرحلة، يتم تقييم الإمكانات الجغرافية والمناخية للدولة لتحديد أنواع الطاقات المتجددة الأكثر ملاءمة. على سبيل المثال، في المناطق التي تتمتع بمستويات عالية من الإشعاع الشمسي، يمكن التركيز على الطاقة الشمسية بأنواعها (كهروضوئية والحرارية)، بينما في المناطق ذات الرياح القوية، يمكن تعزيز مشروعات طاقة الرياح. كما يتم تقييم التقنيات الناشئة، مثل الهيدروجين الأخضر وغيرها، والتي يمكن أن تلعب دورًا مهمًا في المستقبل.

علاوة على ذلك، يتم تحليل الجدوى الاقتصادية والفوائد البيئية لكل نوع من أنواع الطاقات المتجددة، مع مراعاة التكاليف الأولية، وفترات الاسترداد، والأثر البيئي. كما يتم الأخذ بعين الاعتبار القدرة على التكامل مع البنية التحتية الحالية للطاقة، والقدرة على توفير إمدادات طاقة مستدامة وموثوقة. كما تجدر الإشارة إلى وجود دراسة شاملة أعدها البنك الدولي سنة 2017 خلص فيها إلى اعتماد أولوية لبعض التقنيات عن غيرها سيتم أخذها في عين الاعتبار.

من خلال هذه العملية الشاملة، يتم تحديد الأولويات التي يجب أن يركز عليها البرنامج الوطني للطاقات المتجددة في المرحلة القادمة. هذا التحديد ليس فقط لزيادة حصة الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الوطني، ولكن أيضًا لتعزيز الابتكار، وجذب الاستثمارات، وخلق فرص عمل جديدة، والمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وفيما يلي أولويات بعض أنواع الطاقات المتجددة والتقنيات التي يمكن التوصية بها ضمن استراتيجية البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وهي:

الأولوية الأولى: الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV)

التقنية الأكثر انتشارًا هي الألواح الشمسية السيليكونية (Crystalline Silicon) وتشكل حوالي **90%**من سوق الألواح الشمسية العالمية. وتنقسم إلى نوعين رئيسيين:

- **ألواح أحادية البلورة (Monocrystalline Silicon)**
  - تتميز بكفاءة عالية (عادة بين 18% و22%).
  - عمر افتراضي طويل (25 سنة أو أكثر).

- تكلفة أعلى نسبيًا بسبب عملية التصنيع المعقدة.

o **ألواح متعددة البلورة (Polycrystalline Silicon)**

- كفاءة أقل قليلاً (عادة بين 15% و18%).
- تكلفة أقل مقارنة بالألواح الأحادية.

الأولوية الثانية: الطاقة الشمسية الحرارية (Concentrated Solar Power CSP)

الطاقة الشمسية الحرارية هي تقنية تستخدم المرايا أو العدسات لتركيز أشعة الشمس على منطقة صغيرة لتوليد الحرارة، والتي تُستخدم لاحقًا لإنتاج الكهرباء. تُعتبر هذه التقنية مناسبة بشكل خاص للمناطق ذات الإشعاع الشمسي المباشر العالي، مثل المناطق الصحراوية.

وأنواع تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية المُوصى بها هي:

I. **أنظمة حوض القطع المكافئ (Parabolic Trough)**

o **الأكثر شيوعًا** في مشروعات CSP

o تستخدم مرايا على شكل قطع مكافئ لتركيز أشعة الشمس على أنابيب يمر فيها مائع نقل الحرارة.

o المائع المسخن يُستخدم لتوليد البخار الذي يدير التوربينات.

o **كفاءتها**: تتراوح بين 15% و20%.

o **مميزاتها**: تقنية ناضجة وموثوقة، وتكاليفها معقولة نسبيًا.

II. **أبراج الطاقة الشمسية (Solar Power Towers)**

o تستخدم مرايا مسطحة (هيليوستات) لتركيز أشعة الشمس على مستقبل مركزي موجود في أعلى برج.

o يتم تسخين مائع نقل الحرارة (غالبًا أملاح مذابة) في المستقبل المركزي.

o **كفاءتها**: أعلى من القنوات المكافئة (تصل إلى 20% - 25%).

o **مميزاتها**: قدرة تخزين عالية للحرارة باستخدام الأملاح المذابة، مما يسمح بتوليد الكهرباء حتى في غياب الشمس.

الأولوية الثالثة: توربينات الرياح البرية (Onshore Wind Turbines)

توربينات الرياح البرية هي واحدة من أكثر تقنيات طاقة الرياح شيوعًا واستخدامًا حول العالم. تعتمد هذه التوربينات على تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية باستخدام مراوح كبيرة موصلة بمولدات. تُعتبر التوربينات البرية من أقدم وأكثر تقنيات طاقة الرياح نضجًا، وتُستخدم على نطاق واسع في العديد من الدول لتوليد الكهرباء النظيفة والمتجددة.

وأنواع تقنيات توربينات الرياح البرية المُوصى بها هي:

توربينات المحور الأفقي (Horizontal Axis Wind Turbines - HAWT) هو **النوع الأكثر شيوعًا** والأكثر استخدامًا في مشروعات طاقة الرياح البرية.

مميزاتها:

- كفاءة عالية في تحويل طاقة الرياح إلى كهرباء.
- تصميمها مناسب لسرعات الرياح العالية والمتوسطة.
- سهولة التوسع في إنشاء مزارع الرياح الكبيرة.

النوع المُوصى به توربينات ذات الريش الثلاث (Three-Bladed Turbines) وهي

الأكثر استخدامًا بسبب توازنها بين الكفاءة والتكلفة.

تقنيات متقدمة

كما أن هناك تقنيات يمكن أن يكون لها دور كبير في المستقبل ولكن لا ينصح بها في المرحلة الحالية لعدم نضجها ومتطلباتها المعقدة وارتفاع تكلفتها وهي على سبيل المثال لا الحصر

1. تقنيات التخزين: بطاريات الليثيوم أيون.
2. الهيدروجين الأخضر: إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقات المتجددة.
3. الشبكات الذكية: أنظمة إدارة الطاقة المتقدمة وتقنيات الربط الشبكي الذكي.

4.8 مو اقع وقدرات الطاقات المتجددة

يُعد تحديد المواقع المناسبة لإنشاء محطات الطاقة المتجددة وتقدير القدرات الممكنة في كل موقع من الخطوات الأساسية في التخطيط الاستراتيجي لمشاريع الطاقة النظيفة. ويستند هذا التحديد إلى تحليل دقيق لعوامل جغرافية ومناخية وبيئية واقتصادية، بهدف ضمان الاستغلال الأمثل لموارد الطاقة المتاحة وتعظيم العائد من الاستثمارات.

1. **دراسات الجدوى الفنية والتشغيلية**

تشمل هذه الدراسات تقييم إمكانات كل تقنية من تقنيات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية PV، والطاقة الشمسية المركزة CSP، وطاقة الرياح من خلال:

- تحليل الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح في المناطق المختلفة.
- دراسة البنية التحتية المتوفرة من طرق ومحطات تحويل.
- تقييم الأثر البيئي والاجتماعي.
- تقدير الكلفة الاستثمارية والتشغيلية.

2. **أهمية الربط بالشبكة الكهربائية**

يشكل توفر محطات الربط الفرعية عاملاً محورياً في تحديد المواقع المؤهلة، حيث تضمن هذه المحطات:

- سهولة نقل الطاقة المنتجة إلى الشبكة الوطنية أو المحلية.
- خفض الفاقد في الطاقة المرسلة.
- تقليل التكاليف الرأسمالية المطلوبة لإنشاء خطوط نقل جديدة.

3. **نتائج الدراسات المعتمدة**

بسبب غياب بيانات حديثة شاملة، تم اعتماد قائمة أولية بالمواقع المقترحة بناءً على **دراسة البنك الدولي لتنظيم قطاع الطاقة في ليبيا (2017)**، والتي شملت تحديد 20 موقعاً موزعات جغرافياً وفق معايير فنية وتشغيلية.

الجدول المرفق يوضح هذه المواقع، مع بيان:

- القدرة التقديرية الدنيا والعليا لكل موقع (MW).
- موقع محطة التحويل ومسافتها إلى موقع المشروع.
- مستوى الجهد الكهربائي لمحطة التحويل (kV).
- أنواع التقنيات القابلة للتنفيذ في كل موقع PV، CSP، WIND.

4. **تحليلات وملاحظات على الجدول:**

- هناك مواقع كبيرة السعة مثل **جغبوب** (حتى 300 ميغاوات)، تتمتع بموارد شمسية ممتازة.
- بعض المواقع قريبة من محطات تحويل قائمة أو مخطط لها، مثل هون وأم الأرانب، مما يسهل الدمج الشبكي.

- تم تخصيص أكثر من تقنية لبعض المواقع مثل PV وCSP وWIND لتوفير خيارات مرنة حسب التمويل والطلب.
- المواقع موزعة جغرافيًا بما يعزز التوزيع العادل للمشاريع ويساعد في استقرار الشبكة محليًا.

5. التوصيات:

- تحديث دراسة المواقع المعتمدة بالاعتماد على بيانات أقمار صناعية حديثة وقياسات ميدانية.
- إعطاء الأولوية للمواقع ذات البنية التحتية الجاهزة وربط سريع بالشبكة لتقليل وقت التنفيذ.
- دمج الاعتبارات البيئية والاجتماعية ضمن تقييم كل موقع.
- تطوير منصة جغرافية رقمية (GIS) تعرض هذه المواقع ببياناتها كاملة لتيسير اتخاذ القرار الاستثماري.

المنطقة	السعة [MW]		المحطة		الجهد	Technology Configurations		
المدينة	Min	Max	الاسم	المسافة (km)	kV	PV	CSP	WIND
Aziziya		200	الهيرة	13	220/66/30/11			WIND1;WIND2
Misallatha		400	القرة بولي	12	220/30/11			WIND1;WIND2
Misurata		200	حكمون	11	220/30/11			WIND1;WIND2
Assaba	50	200	الرابطة	10	220/30/11			WIND1;WIND2
Zliten	50	200	البرج	5	30	PV1; PV2; PV3;PV4		
Jadu	50	200	شكشوك	13	220/66/11	PV1; PV2; PV3;PV4	CSP1;CSP2;CSP3;CSP4	
Derna		100	محطة تحويل	12	66/11			WIND1;WIND2
Al Magron	50	200	اجدابيا	64	400/220			WIND1;WIND2
Al Tamimi	100	100	التميمي	3	220/66		CSP1;CSP2	
Shahat		50	البيضاء	4	220/66	PV1; PV2; PV3;PV4		
Sebah	50	100	سبها كم 18	13	220/66	PV1; PV2; PV3;PV4	CSP1;CSP2	
Edri	50	100		0.5	66/11	PV1; PV2; PV3;PV4		
Ghadamis	50	50	غدامس	13	400/220	PV1; PV2; PV3;PV4		
Brega		100	راس لانوف	16	220/66/306	PV1; PV2; PV3;PV4	CSP1;CSP2	
Hun	50	100	هون	4	220/66/11	PV1; PV2; PV3;PV4	CSP1;CSP2	
Thala	50	200		0.5	400/220/66	PV1; PV2; PV3;PV4		
Jagboub	50	100		300	66	PV1; PV2; PV3;PV4		
Kufra1	50	100	السرير	7	220/66/11	PV1; PV2; PV3;PV4		
Kufra2	50	100	السرير الجنوبي	10	220	PV1; PV2; PV3;PV4		

4.9 دراسات التأثير على الشبكة العامة للكهرباء

لتحديد معدل تغلغل الطاقات المتجددة المناسب في نظام الطاقة الكهربائية يجب إجراء مجموعة من الدراسات التأثيرية التي تقيم قدرة الشبكة على استيعاب الطاقات المتجددة بشكل آمن وفعال واقتصادي.

1. دراسة تدفق الأحمال (Load Flow Analysis)

- **الغرض:** فهم كيفية تأثير الطاقات المتجددة على تدفق الطاقة في شبكة النقل والتوزيع.

- **النتائج:** تقييم سلوك الجهد الكهربائي، تحميل الخطوط والمحولات.
- **الأهمية:** يمكن أن يتسبب التغلغل العالي للطاقة المتجددة في انعكاس تدفق الطاقة، ارتفاع الجهد، أو تحميل زائد على الخطوط.

2. **دراسة استقرار التردد (Frequency Stability Study)**

- **الغرض:** تقييم قدرة النظام على الحفاظ على التردد بعد حدوث تغييرات مفاجئة (مثل فقدان توليد أو حمل).
- **الأهمية:** تأثير مصادر الطاقة المتجددة (خصوصاً التي تعتمد على محولات مثل الطاقة الشمسية) على القصور الذاتي (low inertia) واستجابة التردد.
- **الأدوات:** برامج المحاكاة الزمنية الديناميكية

3. **تحليل استقرار الجهد (Voltage Stability Analysis)**

- **الغرض:** دراسة تأثير حقن الطاقات المتجددة على استقرار الجهد، خاصة خلال تغيرات الأحمال أو الأعطال.
- **الأهمية:** نقص الدعم في الطاقة التفاعلية من مصادر الطاقات المتجددة قد يقلل من استقرار الجهد.
- **الحل:** تركيب أجهزة دعم الجهد مثل STATCOM أو المكثفات التزامنية.

4. **التحليل الديناميكي تحليل الحالات العابرة -Transient Analysis**

- **الغرض:** فحص سلوك النظام أثناء وبعد الاضطرابات (مثل القصر أو فقدان التوليد).
- **الأهمية:** التغلغل العالي للطاقات المتجددة يقلل من التخميد والاستقرار الديناميكي للنظام.

5. **دراسة تنسيق الحماية (Protection Coordination Study)**

- **الغرض:** ضمان أن تعمل أنظمة الحماية (مثل المرحلات والقواطع) بشكل صحيح مع وجود تدفق طاقة ثنائي الاتجاه بسبب الطاقة المتجددة الموزعة.
- **المشكلة:** قد يحدث فشل في التنسيق نتيجة التيار العكسي أو مساهمة العطل من مصادر الطاقة المعتمدة على المحولات.

6. **تقييم سعة الاستيعاب (Hosting Capacity Assessment)**

- **الغرض:** تحديد كمية الطاقات المتجددة التي يمكن دمجها في جزء معين من الشبكة دون الحاجة إلى تحديثات.

- **ينطبق على:** شبكات الجهد المتوسط والمنخفض، خصوصاً في المناطق الريفية أو ذات الشبكات الضعيفة.

7. **دراسة تقلب الموارد والتنبؤ (Resource Variability & Forecasting Analysis)**

- **الغرض:** تقييم تأثير التغيرات اللحظية للطاقات المتجددة على تشغيل الشبكة.
- **الحاجة:** أخطاء التنبؤ قد تؤدي إلى مشاكل في التوازن؛ يجب دراسة احتياجات الاحتياطي وسرعة الاستجابة.

8. **تقييم جودة الطاقة (Power Quality Assessment)**

- **الغرض:** فحص المشكلات مثل التوافقيات، الوميض، وعدم توازن الجهد الناتج عن مصادر الطاقات المتجددة.
- **الأدوات:** أجهزة تحليل الطاقة، دراسات التوافقيات.

9. **دراسة التشغيل الاقتصادي ومحاكاة السوق (Economic Dispatch and Market Simulation)**

- **الغرض:** تقييم تأثير الطاقات المتجددة على تكلفة التشغيل، وترتيب التوليد، وتوفير الوقود.
- **النواتج:** مستويات تقليص التوليد، تكاليف التشغيل، تأثيرها على وحدات الوقود الأحفوري.

10. **تحليل تكلفة تكامل الشبكة (Grid Integration Cost Analysis)**

- **الغرض:** تقدير تكلفة البنية التحتية المطلوبة لدعم ارتفاع معدل اختراق الطاقات المتجددة.
- **يشمل:** تعزيز شبكات النقل، أنظمة التحكم، تحديثات الاتصالات، وتخزين الطاقة.

4.10 أهمية دراسة أفضل الممارسات لتقنيات تخزين الطاقة

تلعب تقنيات تخزين الطاقة دورا محوريا في تعزيز موثوقية وكفاءة أنظمة الطاقة الحديثة، خاصة في سياق التوسع في مصادر الطاقة المتجددة. وتبرز أهمية دراسة أفضل الممارسات العالمية في هذا المجال من خلال النقاط التالية:

1. تحسين استقرار الشبكة الكهربائية: يسهم التخزين في موازنة الفجوات الزمنية بين إنتاج الطاقة واستهلاكها، لا سيما مع الطبيعة المتقطعة لمصادر مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. حيث يمكن تخزين الفائض من الإنتاج خلال فترات الذروة وضخه إلى الشبكة عند الحاجة، مما يحسن من استقرار الجهد والتردد ويقلل من مخاطر الانقطاعات.

2. زيادة كفاءة استخدام الطاقة: تتيح تقنيات التخزين إعادة استخدام الطاقة المنتجة في أوقات انخفاض الطلب، مما يقلل من الهدر ويرفع من كفاءة استخدام موارد التوليد. كما تدعم هذه التقنيات عمليات تشغيل أكثر توازنا لمحطات التوليد التقليدية، من خلال تخفيف الضغط أثناء أوقات الذروة.

3. . دعم التحول نحو الطاقة النظيفة: يعتبر التخزين أحد العوامل الأساسية لرفع نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في خليط الطاقة الوطني. فهو يوفر المرونة اللازمة للتعامل مع التغيرات اللحظية في الإنتاج ويقلل من الاعتماد على محطات الوقود الأحفوري كاحتياطي طارئ.

4. تقليل التكاليف التشغيلية: يسهم استخدام الطاقة المخزنة في تقليل الاعتماد على وحدات التوليد السريعة والمكلفة خلال فترات الذروة، مما ينعكس إيجابا على تخفيض التكاليف التشغيلية للشبكة. كما يساعد في تقليل الحاجة لتوسيع البنية التحتية التقليدية مثل المحطات أو خطوط النقل الجديدة.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى دعم جهود التخطيط الاستراتيجي لتكامل تقنيات تخزين الطاقة في منظومة الكهرباء الوطنية، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:

1. **تحليل التقنيات المتاحة**

دراسة الأنواع المختلفة لتقنيات تخزين الطاقة، بما في ذلك:

- البطاريات (مثل الليثيوم أيون والرصاص الحمضي).
- التخزين بالهواء المضغوط.
- الطاقة الكهرومائية المخزنة.(Pumped Hydro)
- تقنيات التخزين الحراري والكيميائي والهيدروجيني.

ويتم التركيز على الجوانب التقنية، وعمر التشغيل، ومتطلبات البنية التحتية لكل تقنية.

2. **تقييم الكفاءة والتكلفة**

مقارنة فعالية وكفاءة هذه التقنيات من حيث:

- كلفة الإنشاء والتشغيل والصيانة.
- كفاءة التحويل.(round-trip efficiency)
- الجدوى الاقتصادية في السياق الليبي (ظروف المناخ، توفر الموارد، البنية التحتية القائمة).

3. **تحديد أفضل الممارسات الدولية**

تحليل تجارب الدول الرائدة التي اعتمدت حلول تخزين الطاقة ضمن سياساتها الوطنية للطاقة، مع التركيز على الدول ذات السياقات المشابهة، مثل:

- المغرب، مصر، جنوب إفريقيا، الهند، وألمانيا.

وذلك بهدف استخلاص الدروس المستفادة وتحديد النماذج القابلة للتطبيق محلياً.

4. **تقديم توصيات عملية لتحسين أنظمة التخزين**

تطوير مجموعة من التوصيات الموجهة إلى الجهات المعنية، تتضمن:

- أولويات الاستثمار في تقنيات التخزين المناسبة.
- الأطر التنظيمية والتشريعية المطلوبة.
- إدماج التخزين في استراتيجيات توسعة الشبكة وتخطيط الأحمال.
- دعم البحث والتطوير في هذا المجال محلياً.

أفضل الممارسات في تخزين الطاقة:

تتعدد تقنيات تخزين الطاقة وتختلف في خصائصها الفنية والاقتصادية، مما يجعل اختيار التقنية المناسبة مرهونا بطبيعة الاستخدام وظروف التشغيل. وفيما يلي عرض لأهم التقنيات المستخدمة عالميًا:

1. **البطاريات الكهربائية**

تُعد البطاريات من أكثر تقنيات التخزين استخدامًا على مستوى العالم، وتتنوع وفقًا لنوع المادة الفعالة، وأبرزها:

- **بطاريات الليثيوم أيون:**

تتميز بكفاءة عالية (تتجاوز 90%) وعمر افتراضي طويل، كما أنها مدمجة الحجم وسريعة الاستجابة، إلا أن تكلفتها لا تزال مرتفعة نسبيًا، وتحتاج إلى نظم متقدمة لإدارة السلامة.

- **بطاريات الرصاص الحمضية:**

أقل تكلفة وأكثر توفرا، لكنها ذات كفاءة تشغيلية منخفضة وعمر افتراضي أقصر، كما تتطلب صيانة دورية، مما يحد من استخدامها في التطبيقات واسعة النطاق.

2. **تخزين الطاقة بالهواء المضغوط (CAES)**

- تعتمد هذه التقنية على ضغط الهواء وتخزينه في خزانات أو كهوف تحت الأرض خلال فترات توفر الفائض، ثم إطلاقه لتدوير التوربينات وتوليد الكهرباء عند الحاجة.
- تمتاز هذه التقنية بعمر تشغيلي طويل وتكلفة منخفضة نسبيًا، لكنها تتطلب توفر تكوينات جيولوجية مناسبة ومساحات كبيرة.

3. **الطاقة الكهرومائية المخزنة (Pumped Hydro)**

- وهي أكثر تقنيات التخزين استخدامًا على مستوى العالم من حيث السعة.
- تقوم على ضخ المياه من خزان منخفض إلى خزان مرتفع خلال فترات انخفاض الطلب، ثم إعادة تمرير المياه لإنتاج الكهرباء خلال أوقات الذروة.
- تتميز بكفاءة عالية (70–85%) وعمر طويل، لكنها تعتمد على توفر تضاريس مناسبة وكميات مياه كافية.

4. **تخزين الطاقة الحرارية**

- يتم في هذه التقنية تخزين الطاقة الحرارية في مواد مثل الأملاح المذابة أو الصخور الحرارية خلال فترات توفر الطاقة الشمسية، ومن ثم استخدامها لتوليد الكهرباء عند الحاجة.
- تُستخدم هذه التقنية عادة في محطات الطاقة الشمسية المركزة (CSP)، وتمتاز بتكلفة تشغيلية منخفضة، وقدرة على التخزين لعدة ساعات.

التحديات المتوقعة:

على الرغم من الفوائد الكبيرة لتقنيات تخزين الطاقة في تعزيز موثوقية الشبكة ودعم التوسع في مصادر الطاقة المتجددة، فإن هناك مجموعة من التحديات التي قد تواجه عملية إدماج هذه التقنيات ضمن البنية التحتية الكهربائية القائمة، وأبرزها:

1. **التكلفة الاستثمارية المرتفعة**

تتطلب أنظمة تخزين الطاقة، خاصة في مراحلها الأولى، استثمارات مالية كبيرة تشمل:

- شراء المعدات والتقنيات المتقدمة.
- إنشاء البنية التحتية المساندة (خزانات، محطات تحكم، نقاط ربط).
- تكاليف التشغيل والصيانة على المدى الطويل.

وهذا يشكل تحديًا في ظل محدودية الموارد المالية وغياب آليات تمويل مخصصة لهذا المجال.

2. **نقص الكفاءات والخبرة الفنية**

تفتقر العديد من المؤسسات المشغلة في الدول النامية إلى كوادر متخصصة في تصميم وتشغيل وصيانة تقنيات التخزين، مما يستدعي:

- إعداد برامج تدريب متخصصة.
- التعاون مع الشركاء الدوليين لتبادل الخبرات.
- دمج مفاهيم تخزين الطاقة في البرامج الأكاديمية الوطنية.

3. **التحديات الفنية والتشغيلية**

تشمل التحديات الفنية ما يلي:

- الحاجة إلى أنظمة تحكم ذكية لإدارة عمليات الشحن والتفريغ بدقة.
- تكامل التخزين مع نظم إدارة الشبكة وتنبؤ الأحمال.
- ضمان استقرار الجهد والتردد مع تغيّر تدفقات الطاقة.

وتزداد هذه التحديات مع توسع التغلغل المتجدد وتوزع وحدات التخزين في مناطق مختلفة من الشبكة.

الفرص المتاحة:

رغم التحديات القائمة، تبرز مجموعة من الفرص المهمة التي يمكن أن تسهم في تسريع إدماج تقنيات تخزين الطاقة في منظومة الكهرباء الوطنية، وتعزيز فاعلية التحول نحو الطاقة النظيفة. من أبرز هذه الفرص:

1. **التطور التكنولوجي**

تشهد تقنيات تخزين الطاقة تطورات متسارعة على مستوى الكفاءة والتكلفة، بما في ذلك:

- تحسن كفاءة البطاريات وامتداد عمرها التشغيلي.
- دخول تقنيات جديدة مثل التخزين بالهيدروجين والتخزين الحراري المتقدم.
- انخفاض تدريجي في كلفة الإنتاج والتوريد نتيجة زيادة الطلب العالمي وتوسّع السوق.

هذه التطورات تفتح المجال أمام اعتماد حلول مرنة وقابلة للتوسع وفقاً لاحتياجات الشبكة الليبية.

2. **توفر فرص الدعم الدولي**

يمكن لليبيا الاستفادة من:

- برامج التمويل الميسّر التي تقدمها مؤسسات دولية مثل البنك الدولي، وصندوق المناخ الأخضر، والوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA).
- الدعم الفني وبناء القدرات من خلال الشراكات مع منظمات دولية وإقليمية.
- فرص التعاون الثنائي مع دول رائدة في مجال التخزين لتبادل الخبرات ونقل التكنولوجيا.

3. **تحسين استقرار الشبكة وكفاءتها**

يمثل ضعف استقرار الشبكة الكهربائية أحد التحديات المزمنة في ليبيا، وتوفر تقنيات التخزين فرصة استراتيجية لمعالجة هذه الإشكالية من خلال:

- تقليل الاعتماد على وحدات توليد الطوارئ المكلفة.
- موازنة التذبذب في الأحمال والإنتاج، خاصة مع تزايد الاعتماد على مصادر متجددة متقطعة.
- تقليل نسب الفقد الفني وزيادة موثوقية التزويد بالطاقة.

التوصيات المقترحة لتطوير وتنفيذ حلول تخزين الطاقة في ليبيا

أولًا: الإطار التشريعي والتنظيمي

1. إصدار إطار تنظيمي خاص بتقنيات تخزين الطاقة، يحدد التعاريف، شروط الترخيص، وأسس الدمج في الشبكة.
2. إدراج التخزين ضمن مزيج الطاقة الوطني كعنصر مكمّل لمصادر الطاقة المتجددة في الاستراتيجية العامة للطاقة.
3. تحديث لوائح ربط الشبكة الكهربائية لتشمل الاشتراطات الفنية لتوصيل وحدات التخزين.
4. وضع حوافز تنظيمية لمشغلي الشبكات والمستثمرين في مجال التخزين، مثل تعرفة تفضيلية أو إعفاءات ضريبية.

ثانيًا: الجوانب التمويلية والاستثمارية

5. تصميم آلية تمويل وطني مختلط (تمويل حكومي + شراكة مع مؤسسات دولية) لتمويل المشروعات التجريبية والتجارية في مجال التخزين.

6. إدماج مشروعات التخزين ضمن حزم مشروعات الطاقة المتجددة لتسهيل تمويلها المشترك.
7. استكشاف فرص التمويل من برامج المناخ والطاقة الدولية مثل:
   - صندوق المناخ الأخضر (GCF)
   - صندوق التكنولوجيا النظيفة (CTF)
8. مبادرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة - IRENA وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي – UNDP.

ثالثًا: البحث والتطوير وبناء القدرات

9. إطلاق برامج تدريبية وطنية متخصصة في تصميم وتشغيل وصيانة أنظمة التخزين بالتعاون مع الجامعات والمعاهد التقنية.
10. دعم البحث العلمي التطبيقي في مجالات البطاريات، التخزين الحراري، والهجين، مع إعطاء الأولوية للتطبيقات المناسبة للبيئة الليبية.
11. تأسيس شراكات أكاديمية وصناعية مع دول تمتلك خبرة متقدمة (مثل المغرب، ألمانيا، الهند) لنقل التكنولوجيا والمعرفة.

رابعًا: الجوانب الفنية والتشغيلية

12. تنفيذ مشروعات نموذجية (Pilot Projects) لتقييم أداء تقنيات مختلفة في بيئات مناخية وجغرافية متنوعة (جنوب ليبيا، الشمال الساحلي، المناطق الجبلية).
13. إنشاء مركز تحكم ذكي لإدارة نظم التخزين المتصلة بالشبكة ومراقبة كفاءتها وتكاملها مع الإنتاج المتجدد.
14. ربط التخزين بالعدادات الذكية وأنظمة إدارة الأحمال لتمكين استخدامه في الاستجابة للطلب وخفض الذروة.

خامسًا: التوعية ودعم القبول المجتمعي

15. إطلاق حملات توعوية لشرح فوائد التخزين للقطاعين السكني والصناعي، ودوره في استقرار الإمداد وتقليل الانقطاعات.
16. تشجيع التطبيقات اللامركزية للتخزين (مثل أنظمة البطاريات المنزلية أو للمؤسسات) من خلال حوافز مالية أو غير مالية.

وختاما ينبغي أن تتبنى الجهات التنفيذية مقاربة تدريجية ومرنة في تطوير التخزين، تبدأ بمشاريع تجريبية مرتبطة بمشاريع الطاقة الشمسية والرياح القائمة أو المخطط لها، وتنتقل تدريجياً إلى مرحلة التعميم ضمن الشبكة الوطنية، بالتوازي مع تطوير التشريعات والكوادر.

4.11 المراجع الرئيسية للمشروع

1- الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة 2023-2035، وزارة التخطيط، مارس 2023

2- الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة2020-2030 وزارة التخطيط، مايو 2019

3- البرنامج-الوطني للطاقة في إطار استراتيجية متكاملة، مجلس التخطيط الوطني، طرابلس ديسمبر 2013

4- Least Cost Expansion Plan (LCEP) - Up-dated Final Report Energy Mix and Renewable Resource Assessment 12th December 2017, World Bank.

5- موقع الوكالة الدولية للطاقات المتجددة https://www.irena.org/

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل الخامس: مراجعة وتطوير وثيقة رمز الشبكة العامة (Grid Code)

5.1 تمهيد

يعرض هذا المستند التقرير النهائي لأعمال لجنة مراجعة وتطوير وثيقة رمز الشبكة العامة (Grid Code) للبرنامج الوطني للطاقات المتجددة في ليبيا (2025-2040). وشملت مهام اللجنة في هذا المشروع التالي: إعداد منهجية لمراجعة وتطوير وثائق ترميز الشبكة في الشبكة الليبية خلال الفترة التي سبقت سنة 2024، تحديد الأطر التنظيمية والسياسات اللازمة للمشروع، حصر الممارسات العالمية ودراسات الحالة، التحديات القائمة والحلول المقترحة، توصيات مخرجات المشروع، المراجع الرئيسية للمشروع. ويتمثل الهدف الأساسي في تقييم وتطوير رمز الشبكة فيما يتعلق بتصنيف أنواع الطاقة المتجددة المزمع ربطها على الشبكة، وتحديد التحديات، واقتراح الحلول بما يتماشى مع أهداف واستراتيجيات الطاقة الوطنية.

في هذا المشروع تم التركيز فقط على تفاصيل البنود المتعلقة بإدماج وربط مصادر الطاقة المتجددة (Renewable Energy Grid Connection Code) في الشبكة الليبية والمتعلقة -على سبيل المثال- بالربط مع المنظومات الأخرى في دول الجوار أو دول الاتحاد الأوروبي (AC and HVDC connections) أو المتعلقة بسوق الطاقة المفتوح والتشغيل الآمن ومشاركة المعلومات والأمن السيبراني. وقد تضمن المشروع مراجعة وتطوير رمز الشبكة بشكل منهجي بحيث يظل فعالًا وملائمًا لاستيعاب مصادر الطاقة المتجددة مستقبلا مع الحفاظ على استقرار الشبكة. وكذلك من خلال اتباع نهج منظم يشمل التقييم، إشراك أصحاب المصلحة، التحليل الفني، والتحسين المستمر، يمكن أن يدعم رمز الشبكة المطور التحول طويل الأجل نحو نظام طاقة أكثر مرونة. كما يتضمن هذا المستند التعرف على العناصر المكونة لمستندات رموز الشبكة.

كما تجدر الإشارة إلى أن فريق المشروع يعتمد في تقديم الملاحظات الفنية وسبل تطويرها على مستندات ووثائق رموز الشبكة المعدة من الشركة العامة للكهرباء دون التطرق إلى سبل إعداد مقترح محدث لمستند رمز الشبكة. ويستند في ذلك على المعايير والمراجع القياسية والتجارب الإقليمية والدولية القائمة.

5.2 أهداف المشروع (Project Objectives)

يعد رمز الشبكة المصمم جيدًا أداة حاسمة لضمان التكامل السلس لمصادر الطاقة المتجددة مع الحفاظ على استقرار الشبكة وكفاءتها. من خلال اتباع منهجية منظمة تشمل مشاركة أصحاب المصلحة، وتحديد المتطلبات الفنية، والنظر في الأبعاد التنظيمية، وضمان الامتثال المستمر، يمكن أن يصبح ترميز الشبكة أداة ديناميكية تدعم النمو المستدام للطاقة المتجددة.

ويهدف هذا المشروع إلى مراجعة واقتراح تطوير على وثيقة رمز الشبكة العامة (Grid Code) الحالي في ليبيا خلال الفترة 2025 إلى 2040 آخذا في الاعتبار التالي:

- تسهيل دمج الطاقة المتجددة، مع التركيز بشكل خاص على معايير استقرار الشبكة وجودة الإمداد وتوليد الطاقات المتجددة.
- تصنيف أنواع الطاقات المتجددة المزمع ربطها على الشبكة الكهربائية.

5.3 رمز الشبكة (Grid Code)

يعرف رمز الشبكة للطاقة المتجددة على أنه مستند يحتوي مجموعة من المعايير الفنية والتنظيمية التي تحدد المتطلبات الخاصة بربط وتشغيل مصادر الطاقة المتجددة (مثل الطاقة الشمسية، والرياح) داخل شبكة الكهرباء. تهدف هذه القواعد إلى ضمان التكامل الآمن والمستقر والفعال للطاقات المتجددة مع الحفاظ على موثوقية الشبكة وجودة الطاقة.

5.3.1 المكونات الرئيسية لرمز الشبكة للطاقة المتجددة (Key Components of a Grid Code for RE)

1. **متطلبات ربط الشبكة (Grid Connection Requirements)**

- تحديد حدود الجهد والتردد لمحطات الطاقات المتجددة.
- وضع متطلبات تحمل الأعطال (Fault Ride-Through - FRT) للحفاظ على الاستقرار أثناء الاضطرابات.
- وضع حدود للتشوهات التوافقية (Harmonics) والوميض (Flicker)، وجودة الطاقة (Power Quality).

2. **قواعد التشغيل والإرسال (Operational and Dispatch Rules)**

- إلزام منتجي الطاقات المتجددة بالتنبؤ بالإنتاج ووضع جداول زمنية.
- وضع إجراءات تخفيض الأحمال (Curtailment) للحفاظ على استقرار الشبكة.
- تحديد دور الطاقات المتجددة في الخدمات المساندة مثل استجابة التردد والتحكم في القدرة غير الفعالة.

3. **معايير الحماية والتحكم (Protection and Control Standards)**

- تحديد أنظمة الحماية للكشف عن الأعطال ومنع فشل النظام.
- ضمان الامتثال لحماية عدم العزل (Anti-Islanding) لتجنب المخاطر التشغيلية.
- تنفيذ تدابير الأمن السيبراني للمراقبة والتحكم عن بُعد.

4. **الامتثال التنظيمي والسوقي (Market and Regulatory Compliance)**

- وضع قواعد مشاركة الطاقات المتجددة في أسواق الكهرباء.
- تحديد سياسات تزويد الطاقة وقواعد الربط مع الشبكة للطاقات المتجددة.
- فرض عقوبات على عدم الامتثال للقواعد وتقديم حوافز للأداء الجيد.

5.3.2 أهمية رمز الشبكة للطاقة المتجددة (Importance of Grid Code for RE)

- **استقرار الشبكة:** يمنع تغيرات التردد والجهد الناتجة عن الطبيعة المتقطعة للطاقات المتجددة.
- **موثوقية الإمداد:** يضمن أمان وجودة إمدادات الطاقة مع زيادة نسبة الطاقات المتجددة.
- **وصول عادل إلى السوق:** يحدد قواعد واضحة لمشاركة الطاقات المتجددة في أسواق الطاقة.
- **التو افق مع المعايير الدولية:** يوائم المعايير الفنية مع أفضل الممارسات العالمية والسياسات الوطنية.

5.4 متطلبات الرمز الشبكي في ليبيا (Grid Code Requirements in Libya)

- أن ينص رمز الشبكة على القواعد والجوانب الفنية التي تحكم وضع وتشغيل وتطوير نظام الطاقة الليبي بما في ذلك الطاقات المتجددة وغير المتجددة.
- أن يتوافق رمز الشبكة مع قوانين مجلس النواب الليبي ويكملها وكذلك أحكام لجنة الطاقة (Energy Committee) والهيئة التنظيمية (Regulator).
- تشكيل لجنة للإشراف على رمز الشبكة (Grid Code Supervisory Committee) من حيث التحديث وصياغة أحكام التعديلات على رمز الشبكة وصياغة أحكام لإلغاء قانون الشبكة.
- أي طرف يعمل ضمن نظام الطاقة الليبي في سياق الأنشطة التي يحكمها رمز الشبكة، ملزم بالامتثال للقواعد الواردة فيه إلى الحد الذي يسمح له بالاختصاص.
- وضع الإطار التنظيمي لإدارة وتنفيذ وتفسير رمز الشبكة وكذلك إدارة الشروط الخاصة في تطبيق رمز الشبكة (أي حل النزاعات، والظروف غير المتوقعة، والقوة القاهرة، وعدم الشرعية، والبطلان الجزئي)، وتحديد القواعد العامة المتعلقة بالاتصالات بين مشغل نظام النقل (Transmission System Operator) وأي طرف.

5.5 منهجية مراجعة وتطوير رمز الشبكة لمصادر الطاقات المتجددة (R&D Methodology)

في هذا الفصل سيجري التطرق إلى منهجية المراجعة والتطوير لرمز الشبكة في ليبيا. في البداية سنعرض لمحة عن الدراسات المرجعية السابقة التي أجريت للشركة العامة للكهرباء وبعد ذلك سنعرض منهجية فريق عمل اللجنة في مراجعة واقتراح تطوير الرمز الشبكي لهذه الدراسات.

5.5.1 الدراسات المرجعية السابقة لرمز الشبكة (Review of Past Studies for Grid Code)

في هذا الفصل نعرض المستندات المرجعية لرمز الشبكة التي أعِدّت لصالح الشركة العامة للكهرباء بواسطة الاستشاريين في المراجع التالية ذكرها والمشار إليها في الفصل الخاص بالمراجع:

1. المرجع [1] يعتبر مقترحا لرمز الشبكة الخاص بربط مصادر الطاقات المتجددة ومصادر الطاقة التقليدية وقد أعدّه الاستشاري جوبا (GOPA intec) برعاية البنك الدولي في ديسمبر 2017. هذا المستند يتعلق فقط برمز ربط مولدات الطاقة التقليدية والمتجددة وتعتمد مرجعيته على رمز الشبكة الخاصة بربط نظم الطاقة الكهربائية في شبكة الاتحاد الأوروبي "ENTSO-E" [3].
2. تم اعتماد المرجع [1] كملحق "ب" في مستند رمز الشبكة الخاص بالشركة العامة للكهرباء (النسخة الابتدائية المعتمدة من الشركة) وهو نفس المرجع المعتمد من جهاز الطاقات المتجددة.
3. قام الاستشاري تشيزي (CESI) بتكليف من الشركة العامة للكهرباء (GECOL) ورعاية شركة ايني (Eni) بالعمل على إصدار مستند [2] لرمز الشبكة لصالح الشركة العامة للكهرباء. يهدف المشروع إلى مراجعة مسودة رمز الشبكة الابتدائية والذي يشمل **الملحق "ب"** سالف الذكر. وقد اعتمدت الشركة في إعداد المستند على العديد من مستندات رموز الشبكة وأهمها رموز الشبكة لسوق الكهرباء العربي المشترك.
4. تم إصدار وثيقة رمز الشبكة المحدث [2] في ديسمبر 2020 في شكله النهائي والذي يشتمل على ثمانية فصول رئيسية بالإضافة إلى تقرير تحليل الفجوة (Gap Analysis) وخارطة الطريق للتخطيط والتشغيل.

وتحكم وثيقة رمز الشبكة الشروط والمتطلبات الفنية لتنظيم ربط وحدات التوليد ومرافق الطلب وأنظمة التوزيع إلى الشبكة، وذلك لضمان التشغيل الآمن والمأمون لنظام الطاقة الليبي. وتضمن هذه الوثيقة المتطلبات التالية:

- تحديد المتطلبات الفنية والتصميمية والتشغيلية الأساسية لوحدات التوليد الجديدة ومرافق الطلب وأنظمة التوزيع المتصلة بالشبكة.
- ضمان التشغيل الآمن وسلامة وموثوقية الشبكة.
- توفير قانون غير تميزي وشفاف لحل الاختناقات الفنية في الشبكة وأي قضايا قانونية بين مشغل نظام النقل وجميع المستخدمين.

تتضمن موضوعات وثيقة رمز الشبكة [2] التي يرى فريق عمل اللجنة مراجعتها واقتراح تطويرها الفصول التالية:

- الشروط العامة البند 2.0.
- إجراءات ربط وحدات التوليد ومرافق الطلب وأنظمة التوزيع بالشبكات، البند 7.4
- متطلبات الربط المشتركة لجميع وحدات التوليد ومرافق الطلب وأنظمة التوزيع، البند 7.5.
- الحد الأدنى من المتطلبات الفنية اللازمة لمعايير التصميم والقدرات التشغيلية لوحدات التوليد، البند 7.6.
- الحد الأدنى من المتطلبات الفنية اللازمة لمعايير التصميم والقدرات التشغيلية لمرافق الطلب وأنظمة التوزيع، البند 7.7.
- مجموعة من المبادئ التوجيهية لتحديد متطلبات الربط الخاصة بالتوليد الموزع، البند 7.8.

بالإضافة لما سبق ذكره فقد رأت اللجنة الاتفاق على النقاط التالية في مراجعة وتطوير مستند الرمز الشبكي للطاقات المتجددة:

- الاعتماد على مستند رمز الشبكة المحدث من الشركة العامة للكهرباء والاستفادة من مقترحات الاستراتيجيات السابقة للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (أو أية مستندات أخرى) فيما يتعلق بإعداد أو تطبيق رموز الشبكة [3] - [8].
- الاعتماد على مراجع مستند رمز الشبكة المعد للربط بين دول الاتحاد الأوروبي [3] (والذي كان المرجع الوحيد في إعداد رموز الشبكة الليبية) مع مراعاة الخصوصية المتعلقة بشبكة الكهرباء في ليبيا والاستعانة بالمراجع الأخرى لرموز الشبكة حسب الحاجة.
- التشجيع على مشاركة القدر الأكبر من مؤسسات الدولة وأصحاب المصلحة في تقديم آرائهم وملاحظاتهم حول مستند رموز الشبكة من خلال المشاورة العامة والندوات وحلقات النقاش.
- التركيز على الجانبين الاقتصادي والاجتماعي ومدى انعكاس مستند رمز الشبكة على المجتمع والدولة من جانب توطين المعرفة والتأكيد على توفير فرص عمل جديدة محليا وتشجيع الانفتاح على الاستثمار الداخلي والخارجي.
- يستند الفريق في مراجعة مستند رموز الشبكة إلى التجارب الإقليمية والدولية القائمة بالإضافة إلى الاستشارات وورش العمل التي سوف تنظمها لجنة البرنامج الوطني للطاقات المتجددة برعاية مجلس التخطيط الوطني.

5.5.2 منهجية المراجعة والتطوير لرمز الشبكة (Grid Code Methodology)

يعد تحديث رمز الشبكة الحالي لدمج الطاقة المتجددة أمرًا ضروريًا لمواجهة التحديات الناشئة، واستيعاب التقنيات الجديدة، وضمان استقرار الشبكة وموثوقيتها. تتضمن منهجية مراجعة وتطوير رمز الشبكة خطوات منظمة تشمل التقييم، إشراك أصحاب المصلحة، التحليل الفني، الصياغة، التحقق، والتنفيذ.

5.5.2.1 تقييم رمز الشبكة الحالي (Assessment of the Existing Grid Code)

1. تحليل الفجوات والمقارنة المعيارية (Gap Analysis and Benchmarking)

- مراجعة رمز الشبكة الحالي وتحديد الفجوات المتعلقة بدمج الطاقات المتجددة.
- مقارنة مع أفضل الممارسات الدولية مثل IEEE 1547، معايير IEC، ورموز الشبكة الأوروبية.
- تقييم مدى توافق رمز الشبكة مع السياسات الوطنية للطاقة وأهداف تخفيض الغازات الدفيئة وكفاءة الطاقة.

2. تقييم الأداء (Performance Evaluation)

- تحليل تأثير أحكام رمز الشبكة الحالية على نسب تغلغل الطاقات المتجددة.
- تحديد التحديات التشغيلية التي تواجه مشغلي الشبكة ومنتجي الطاقات المتجددة.
- تقييم تكرار وشدة مشكلات استقرار الشبكة (مثل تغيرات الجهد، انحرافات التردد، إلخ).

5.5.2.2 التشاور مع أصحاب المصلحة وجمع البيانات (Stakeholder Consultation and Data Collection)

1. إشراك أصحاب المصلحة الرئيسيين (Engagement with Key Stakeholders)

- تنظيم ورش عمل واجتماعات مع الهيئات التنظيمية، وشركات الكهرباء، ومنتجي الطاقة المستقلين (IPPs)، ومشغلي أنظمة النقل (TSOs)، ومزودي التكنولوجيا.
- جمع ملاحظات مطوري مشروعات الطاقات المتجددة حول تحديات الامتثال لرمز الشبكة.
- التشاور مع خبراء الصناعة لفهم الاتجاهات الناشئة في إدارة الشبكة.

2. جمع البيانات الفنية والتشغيلية (Collection of Technical and Operational Data)

- تحليل بيانات أداء الشبكة التاريخية مع ارتفاع نسبة الطاقات المتجددة.
- تقييم فعالية آليات التنبؤ، والجدولة، وتخفيض الأحمال (Curtailment).
- مراجعة مستويات الامتثال وفعالية إجراءات الإنفاذ

5.5.2.3 المراجعة الفنية وتطوير المقترحات (Technical Review and Proposal Development)

1. تحديد المجالات الرئيسية للتحسين (Defining Key Areas for Improvement)

- تحديث متطلبات ربط الشبكة لمحطات الطاقات المتجددة (الجهد، التردد، تحمل الأعطال).
- تحسين المرونة التشغيلية من خلال تعزيز التنبؤ وآليات نقل الطاقة.
- تعزيز خدمات دعم الشبكة (مثل التحكم في القدرة غير الفعالة، استجابة التردد، محاكاة القصور الذاتي).

2. **معالجة التحديات الناشئة (Addressing Emerging Challenges)**

- وضع معايير فنية للأنظمة الهجينة للطاقات المتجددة (مثل الطاقة الشمسية + التخزين).
- تحديد متطلبات رمز الشبكة للطاقات المتجددة، والموارد الموزعة للطاقة (DERs)
- تعزيز تدابير الأمن السيبراني والبنية التحتية الرقمية لدمج الشبكات الذكية.

3. **ضمان التو افق التنظيمي والسوقي (Ensuring Regulatory and Market Alignment)**

- مواءمة أحكام رمز الشبكة مع هياكل سوق الكهرباء المتطورة (الخدمات المساندة، الاستجابة للطلب).
- إدخال آليات لمشاركة الطاقات المتجددة في خدمات استقرار الشبكة.
- تنسيق تحديثات رمز الشبكة مع استراتيجيات التحول في قطاع الطاقة.

الصياغة، التحقق، والاختبار (Drafting, Validation, and Testing)

1. **صياغة رمز الشبكة المحدث (Drafting the Updated Grid Code)**

- إعداد وثيقة محدثة تشمل جميع التعديلات الفنية والتشغيلية والتنظيمية اللازمة.
- ضمان وضوح اللغة لتقليل الغموض وتحسين إمكانية التنفيذ.
- تضمين آليات لمراجعة وتحديث رمز الشبكة في المستقبل.

2. **التحقق والاختبار التجريبي (Validation and Pilot Testing)**

- إجراء محاكاة للنظام ومشروعات تجريبية لاختبار أحكام رمز الشبكة المحدث.
- التحقق من تأثير المتطلبات الفنية المعدلة على استقرار الشبكة.
- جمع ملاحظات مطوري الطاقات المتجددة حول تحديات التنفيذ العملية.

5.5.2.4 المو افقة، التنفيذ، والمر اقبة المستمرة (Approval, Implementation, and Continuous Monitoring)

1. **عملية المو افقة التنظيمية (Regulatory Approval Process)**

- تقديم رمز الشبكة المحدث للمراجعة والموافقة من قبل الجهات التنظيمية المختصة.
- إجراء مشاورات عامة ودمج ملاحظات أصحاب المصلحة.
- إصدار النسخة النهائية من رمز الشبكة مع تحديد جداول زمنية واضحة للتنفيذ.

2. **التنفيذ ومر اقبة الامتثال (Implementation and Compliance Monitoring)**

- تطوير برامج تدريبية لمشغلي الشبكة، وشركات الكهرباء، ومطوري مشروعات الطاقات المتجددة.
- إنشاء إطار عمل لمراقبة الامتثال باستخدام أدوات التتبع في الوقت الفعلي.
- تطبيق عقوبات على عدم الامتثال، وتحفيز الالتزام الاستباقي.

3. **المراجعة المستمرة والتحديثات المستقبلية (Continuous Review and Future Updates)**

- إنشاء مجموعة عمل مخصصة لمراجعة رمز الشبكة بشكل دوري.
- مراقبة أداء الشبكة بموجب الرمز المحدث ومعالجة التحديات غير المتوقعة.
- تحديث رمز الشبكة بما يتماشى مع التطورات التكنولوجية والتحولات في السياسات.

5.6 تحليل رموز الشبكة السابقة (Assessment of Previous GECOL RE Grid Code)

قام فريق عمل اللجنة بدراسة وتحليل لوثائق الرموز الشبكية السابقة والمذكورة في الفصل (2.1) في هذا المستند، وقد تم إدراج ملاحظات لجنة البرنامج الوطني للطاقات المتجددة على بعض البنود في وثيقة رموز الشبكة مدعومة بالتوصيات. فيما يلي البنود التي تم إدراج ملاحظات عليها:

5.6.1 وصف الشبكة (البند 2.3.4) - (Description of the Grid)

تمت مراجعة بند وصف الشبكة الوارد في البند **(2.3.4)** من وثيقة رمز الشبكة [2]. **وقد لوحظ اختلاف بين القيم المعرفة في وثيقة رمز الشبكة مع القيم الفعلية المستخدمة على الو اقع في الشركة العامة للكهرباء. وتم حصر هذه الاختلافات كما مبينة في الجدول التالي:**

System Level المنظومة	The Libran Grid Code رمز الشبكة - البند 2.3.4	GECOL Actual Applied القيم الفعلية المطبقة في الشركة
نظم نقل الطاقة (Transmission)	$E \geq 220\ kV$	$E > 66\ kV$
نظم النقل الفرعي (Sub- Transmission)	$60kV < E < 220\ kV$	$30kV < E \leq 66\ kV$
نظم توزيع الطاقة (Distribution)	$E \leq 66\ kV$	$E \leq 30\ kV$

5.6.2 المو افقة على رمز الشبكة و إنفاذه (البند 2.4) - (Grid Code Approval and Enforcement)

تمت مراجعة بند الموافقة على رمز الشبكة وإنفاذه الوارد في البند **(2.4)** من وثيقة رمز الشبكة [2] حيث ورد في البند (2.4.1) أن الجهة التنظيمية (Regulator) هي السلطة الوحيدة المسؤولة عن الموافقة على رمز الشبكة. وأن مشغل نظام نقل الطاقة (TSO) الوارد في البند (2.4.2) هو الكيان الوحيد الذي يتحمل مسؤولية تطبيق رمز الشبكة. ولتحقيق هذه الغاية، يحق لمشغل نظام النقل، عند الحاجة، الوصول إلى مرافق وخدمات المستخدمين وكذلك تنفيذ رمز الشبكة وتطبيقه. بالإضافة إلى ذلك، قد يكون مشغل نظام النقل في حاجة إلى إصدار تعليمات وتوجيهات للمستخدمين من أجل تطبيق رمز الشبكة. وبالتالي، يُطلب من جميع المستخدمين أن يمنحوا مشغل نظام النقل هذا الحق في الوصول إلى الخدمات والمرافق، وأن يمتثلوا لهذه التعليمات والتوجيهات الصادرة.

ولتطبيق هذا البند فإن هناك حاجة إلى تأسيس جهة تنظيمية (Regulator) وهيكلة الشركة العامة للكهرباء بحيث يتم إنشاء مشغل نقل الطاقة (TSO).

5.6.3 لجنة الإشراف على رمز الشبكة (البند 2.5) - (Grid Code Supervisory Committee)

تمت مراجعة بند الإشراف على رمز الشبكة الوارد في البند (**2.5**) من وثيقة رمز الشبكة [2]. وفقا لرمز الشبكة، يتم تأسيس لجنة الإشراف على رمز الشبكة (GCSC) ويستضيفها مشغل شبكة نقل الطاقة (TSO) وتمثل مصالح ومواقف أي طرف يعمل ضمن نظام الطاقة الليبي في لجنة الإشراف على رمز الشبكة.

5.6.3.1 أعضاء لجنة الإشراف (البند 2.5.2)

تتألف لجنة إدارة الطاقة من الأعضاء التاليين الذين لهم حق التصويت:

- رئيس يختاره مشغل نظام نقل الطاقة.
- شخصان يمثلان جمعية مالكي المولدات. أحدهما لتوليد الطاقة باستخدام الوقود الأحفوري التقليدي والآخر لتوليد الطاقة باستخدام مصادر الطاقات المتجددة (RE).
- شخص واحد يمثل جمعية مالكي وحدات توليد الطاقة المدمجة (DG/DER).
- شخص واحد يمثل جمعية كيانات التوزيع (Distribution System).
- شخص واحد يمثل مرافق الطلب للعملاء المتصلين مباشرة (الأحمال الصناعية).
- شخص واحد يمثل جمعية المستهلكين بالتجزئة.
- يحضر ممثل عن الهيئة التنظيمية وممثل عن لجنة الطاقة اجتماعات لجنة مراقبة الطاقة بصفة مراقبين.

5.6.3.2 مهام لجنة الإشراف (البند 2.5.8)

تكون لجنة الإشراف على رموز الشبكة مسؤولة عن التالي:

- اقتراح تعديلات على رمز الشبكة إلى مشغل نظام النقل والتي تعتبر ضرورية بسبب التغييرات في الإطار التنظيمي أو السوق الجديدة والظروف الفنية.
- اقتراح تعديلات على رمز الشبكة إلى مشغل نظام النقل بناءً على تقييماتها وخبرتها الفنية في هذا الشأن.
- التعبير عن آراء غير ملزمة بشأن التعديلات والتحديثات المقترحة على الرمز والتي يرسلها مشغل نظام النقل.
- تقديم التوجيه فيما يتعلق برمز الشبكة وتنفيذه وأدائه وتفسيره بناءً على طلب من أي طرف.
- بناءً على طلب الأطراف المهتمة، لتسهيل حل أي نزاعات ناشئة عن تطبيق رمز الشبكة.

5.6.3.3 تعديل رموز الشبكة (البند 2.7)

الجهة التنظيمية (Regulator) هي السلطة الوحيدة المسؤولة عن الموافقة على التعديلات على رموز الشبكة. أي تغييرات و / أو إضافات على محتوى رمز الشبكة تصبح ضرورية بعد التغييرات في الرمز (الرموز) التي يوافق عليها مجلس النواب

الليبي، وكذلك أحكام لجنة الطاقة التي لا تتطلب إصدار تشريعات ثانوية أخرى لتنفيذها، بل يتم دمجها تلقائيا في رمز الشبكة من قبل مشغل نظام النقل TSO الذي سيقوم بتحديث رمز الشبكة.

مما سبق نورد الملاحظات التالية على (البنود 2.5 – 2.7):

- **لا يجود هيكل تنظيمي لمشغل شبكة النقل (TSO) بالهيكلية الحالية للشركة العامة للكهرباء.**
- **لم يتم إدراج شخص يمثل جهاز الطاقات المتجددة.**
- **يجب إنشاء لجنة للإشراف على مراقبة رموز الشبكة.**

5.6.3.4 اللغة المستخدمة في صياغة رموز الشبكة (البند 2.16)

نوه البند (**2.16**) من مستند رمز الشبكة [2] بأنه تمت كتابة رمز الشبكة الليبي هذا باللغة الإنجليزية. وفي حالة وجود أي اختلافات بين النسخة الإنجليزية والنسخة المترجمة إلى أي لغة أخرى، فإن النسخة الإنجليزية هي التي تسود.

لذا نرى من الضرورة ترجمة الجزء التنظيمي والتشريعي من رمز الشبكة للغة العربية وأن تُعتمد على أنها الأساس في صياغة الاتفاقيات.

5.6.3.5 إدارة وآلية تحديث وثيقة رمز الشبكة

تمت مناقشة هذا الموضوع بين أعضاء لجنة البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكانت التساؤلات التالية محل بحث:

- ما الممارسات المتبعة لإدارة مستندات رموز الشبكة في بعض دول العالم (الإعداد والمراجعة والتحديث)؟
- هل وثيقة رمز الشبكة الليبي تحدد آلية الإعداد والمراجعة والتحديث والمراحل الزمنية لتطبيق ذلك؟
- ما دور أصحاب المصلحة في كل مرحلة من مراحل صياغة رمز الشبكة والموافقة عليه ومراجعته؟

وبالنظر إلى المراجع الرئيسية لرمز الشبكة الليبي ومقارنتها مع وثائق رموز الشبكة في بعض الدول التي تمت دراستها، فإن إدارة وآلية تحديث وثيقة رمز الشبكة يجب أن تلبي المتطلبات المدرجة في الفصول (2.3.3) و(2.3.4) في هذا المستند.

5.6.3.6 نطاق تطبيق رمز الشبكة (البند 7.3) - (Scope of Application)

تمت مراجعة بند نطاق تطبيق رمز الشبكة الوارد في البند (**7.3**) من وثيقة رمز الشبكة [2] حيث تنطبق متطلبات هذا الرمز على وحدات التوليد التقليدية والمتجددة ومرافق الطلب والأنظمة الموزعة التي تفي بالمعايير، ومن أهمها التالي:

- المرافق الجديدة المتصلة بالشبكة بجهد يتجاوز 66 ك.ف.
- المرافق الجديدة التي لديها سعة أعلى من 10 ميغاوات، بغض النظر عن الجهد عند نقطة التوصيل.

لذا نقترح تطوير هذا البند ليشمل وحدات الطاقات المتجددة بقدرة أقل من 10 ميغاوات وعلى جهود أقل من 66 ك.ف والذي يتطلب تبني معايير الربط على مستوى جهد النقل-الفرعي ومستوى جهد توزيع الطاقة.

كما أن المتطلبات الخاصة يجب أن تشمل منح استثناءات لأحكام وثيقة رمز الشبكة المتعلقة بمحطات الطاقات المتجددة وفقًا للقواعد المنصوص عليها في الشروط العامة (2.8) الذي يعتبر مشغل نظام نقل الطاقة هو السلطة المسؤولة عن منح أي استثناءات لأحكام رمز الشبكة.

لذا نقترح تحديد نطاق المسؤوليات والتنسيق بين مشغل نظام نقل الطاقة ومشغل نظام توزيع الطاقة لوحدات الطاقات المتجددة المتصلة بشبكة النقل الفرعي أو التوزيع.

5.7 عملية الربط (البند 7.4) - (Connection Process)

يتضمن هذا البند (7.4.1) الإجراءات والعمليات التي يجب اتباعها لربط المستخدم بالشبكة، ويجب **تحديثه من وقت لآخر من قبل مشغل نظام النقل** استنادًا إلى تطور الإطار التنظيمي لقطاع الكهرباء الليبي وضرورة استكمال المبادئ المذكورة بمزيد من التفاصيل والمواصفات. وتعتمد عملية الربط على الخطوات التالية:

- الخطوة 1: دراسات الجدوى الأولية.
- الخطوة 2: مراجعة طلب الربط.
- الخطوة 3: القبول والتصاريح واتفاقية الربط وتركيب المرفق.
- الخطوة 4: فحص المرفق وتركيب عدادات الطاقة.
- الخطوة 5: استخدام اتفاقية النظام وتنشيطه وتشغيله.

بمجرد توقيع الطرفين على اتفاقية الربط ودفع رسومه، يتعين على شركة **تطوير المستخدم** أن تشرع في إنشاء المنشأة بحلول تاريخ الربط، الذي يُحدد في غضون 18 شهرًا من تاريخ إخطارها بقبول تقدير الربط. وعلاوة على ذلك، يتعين على شركة تطوير المستخدم أن تقدم إلى مشغل نظام نقل الطاقة إقرارًا يفيد بأن أعمال الإنشاء قد بدأت، مرفقًا به أي تقارير تُرسل إلى السلطات المختصة.

نوه مستند رمز الشبكة في الخطوة الأولى بدراسات الجدوى الأولية (البند 7.4.3.3)، وخاصة تلك التي تهدف إلى حل الخلافات بين مشغل نظام نقل الطاقة (TSO) وشركة تطوير المستخدم، يُفضل استخدام لغة دقيقة وواضحة لتجنب أي غموض في التفسير. وحتى يكون مستند رمز الشبكة مرجعا فنيا-قانونيا يهدف إلى وضع قواعد صارمة وواضحة، يجب تجنب الكلمات التي تفتح مجالًا للتفسير المتساهل واستخدام صياغة أكثر تحديدًا ووضوحًا. ومن الأفضل الاستعانة بخبير قانوني مختص عند إعداد الصيغة النهائية لنصوص مستند رمز الشبكة، خاصة تلك التي تهدف إلى تنظيم العلاقة بين الأطراف أو حل الخلافات.

يجب تقديم نماذج طلب الربط طبقا للبند (7.4.3.7)، التي تُعِدها شركة تطوير المستخدم، إلى مشغل نظام نقل الطاقة (TSO) لكل وحدة توليد ومرفق طلب ونظام توزيع ينطبق عليها وثيقة رمز الشبكة.

حدد البند (7.4.3.5) في النقطة (v) من وثيقة رمز الشبكة تفصيل الخدمات التي يجب تقديمها بواسطة مشغل نظام نقل الطاقة والتي تتطلب دراسة وتحديد الآثار المترتبة على ربط وحدة الطاقة المتجددة المقترحة في الموقع المحتمل وذلك يتطلب إجراء الدراسات اللازمة.

مما سبق نورد الملاحظات التالية على (البند 7.4):

- مشغل شبكة نقل الطاقة (TSO) هو المسؤول عن الجانب الهندسي الاقتصادي-التقني المتعلق بالربط مع الشبكة الكهربائية في المواقع الابتدائية المحددة مسبقا والمقترحة لربط مصادر الطاقات المتجددة والتي حددها مشغل شبكة نقل الطاقة (TSO) وجهاز الطاقات المتجددة (REAOL) واعتمدتها السلطة التنظيمية (Regulator). وتشمل دراسة الربط الجانب الفني-الاقتصادي-الاجتماعي والجانب البيئي بالإضافة إلى التكنولوجيا المقترحة والقدرة الاستيعابية للشبكة شاملة للمحطات والمعدات، والبنية التحتية القائمة والمستقبلية وغيرها من العوامل الفنية والاقتصادية والاجتماعية أو غيرها من العوامل التي يرى مشغل شبكة نقل الطاقة وجهاز الطاقات المتجددة أهمية دراستها.
- وجود تناقض بين البند (7.4.1) الخاص بالجهة المخولة بتحديث مستند رمز الشبكة، والبند (2.8.5) الخاص بمهام لجنة الإشراف على رموز الشبكة.
- عطفا على البند (2.16) والبند (7.4) فإنه من الضروري استخدام لغة عربية دقيقة وواضحة؛ لتجنب أي غموض في التفسير، ولكي يكون مستند رمز الشبكة مرجعا فنيا-قانونيا يهدف إلى وضع قواعد صارمة وواضحة.
- البند رقم (7.4.3.4) في رمز الشبكة لم تُحدد أماكن ربط منظومات الطاقات المتجددة على شبكات النقل أو النقل الفرعي أو التوزيع.
- خلص نقاش لجنة عمل المشروع في البند (7.4.3.5) إلى أنه من الأفضل ألا يقدم مشغل الشبكة خدمة (شبه استشارية) مقابل رسوم يحددها. يعتبر مشغل الشبكة جهة تنظيمية وتنسيقية تحدد المعايير والمواصفات وتقوم بمراجعة الطلبات واعتمادها وفقاً لمعايير رمز الشبكة. فتقديم خدمات استشارية مقابل رسوم من قبل المشغل أو جهاز الطاقات المتجددة، يمكن أن يؤدي إلى تضارب في المصالح. ويمكن للمشغل أو جهاز الطاقات المتجددة تحديد مجموعة من المكاتب الاستشارية المعتمدة والتي يمكن الاستعانة بها لتقديم الخدمات الاستشارية الفنية والاقتصادية والاجتماعية أو غيرها من الاستشارات المتعلقة بربط مصادر الطاقات المتجددة مع الشبكة الكهربائية، مما يضمن عدم تضارب المصالح ويعزز الشفافية.

- تشمل دراسات الربط تحديد نقطة توصيل الطاقات المتجددة على الشبكة:

1. دراسات فنية محددة ببرنامج زمني تشير إلى ما يلي:

- تحقق متطلبات الربط عند نقاط التوصيل المقترحة وحسب نسب التغلغل السنوية المعتمدة لمصادر الطاقات المتجددة (أو مولدات الطاقة التقليدية) وملحقات التحكم وتنظيم الأداء.
- البرنامج الزمني للموازنة بين البنية التحتية للشبكة (شاملة مواقع التحكم والاتصال ونقل المعلومات المتعلقة بسوق الطاقة الحر) وبين البرامج المتعلقة بتشغيل محطات الطاقات المتجددة ومحطات الطاقة التقليدية (متضمنة في ذلك التحكم في استيعاب ونقل الطاقة المنتجة وتشغيل المنظومة في ظروف التشغيل المستقرة وغير المستقرة).
- مخططات ومتطلبات التوسع السنوي في البنية التحتية للشبكة متزامنة مع الخطط الاستراتيجية للشركة العامة للكهرباء وجهاز الطاقات المتجددة والخطة الاستراتيجية لتغلغل وحدات الطاقات المتجددة.

2. دراسات الجدوى تشمل التحليل الكمي والكيفي الشفاف للتكلفة والعائد، وتشير إلى ما يلي:

- تكاليف اشتراط الامتثال لهذه اللائحة، فيما يتعلق بوحدات توليد الطاقة.
- المنفعة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الناتجة عن تطبيق المتطلبات المنصوص عليها في هذه اللائحة.
- التدابير البديلة التي يمكن اتخاذها لتحقيق متطلبات التوصيل السابقة.

3. دراسات إضافية حسبما يرى مشغل الشبكة وجهاز الطاقات المتجددة ضرورة إجرائها.

يُسمح للمستثمرين أو المطورين المستقلين باقتراح مواقع إضافية غير تلك المحددة من قبل المشغل لربط مشروعات الطاقات المتجددة.

- يقدم المستثمر دراسات تفصيلية فنية واقتصادية واجتماعية وبيئية أو غيرها من الدراسات التي تم تحديدها في البند السابق والمتعلقة بنقطة التوصيل المقترحة وحسب المعلومات المتاحة من مشغل الشبكة. ويمكن للمستثمر الاستعانة بالمكاتب الاستشارية المعتمدة من قبل المشغل أو جهاز الطاقات المتجددة في إجراء هذه الدراسات.
- يقوم جهاز الطاقات المتجددة والمشغل بمراجعة طلب التوصيل من المستثمر وتحديد نتائج المراجعة خلال زمن محدد.
- يمتلك مشغل الشبكة حق الاعتماد النهائي لطلب التوصيل المقدم من المستثمر بناءً على الدراسة التفصيلية شاملة نقطة التوصيل والشبكة الكهربائية والخطط المستقبلية والأماكن المقترحة، بالإضافة إلى ملاحظات جهاز الطاقات المتجددة.

- يعمل المشغل على الحصول على موافقة من السلطة التنظيمية بالمواقع المقترحة للربط مع الشبكة من قبل المشغل أو المواقع الإضافية المقترحة من المستثمرين وذلك بناء على اعتماد نتائج الدراسات السابقة.
- يجب على مشغل النظام رفض السماح بتوصيل وحدة توليد الطاقة التي لا تتوافق مع المتطلبات المنصوص عليها في رمز الشبكة أو التي لا يغطيها الاستثناء الممنوح من قبل السلطة التنظيمية.
- يجب على مشغل النظام إبلاغ هذا الرفض، من خلال بيان كتابي معلل، إلى مالك منشأة توليد الطاقة، ما لم تحدد السلطة التنظيمية خلاف ذلك.

5.8 المتطلبات العامة لعمليات الربط مع الشبكة (البند 7.5) – (General Requirements)

هذا البند رقم 7.5 في رمز الشبكة له علاقة بالبنود رقم 2، 3 في المشروع (1): تحديد مواقع وقدرات الطاقات المتجددة محليا لكل نوع من أنواع الطاقة المتجددة المزمع استخدامها.

- الجانب الإداري –القانوني – الاجتماعي - الفني – الموقع الجغرافي المحتمل
- الجانب الهندسي الاقتصادي التقني المتعلق بالشبكة وغيرها من العوامل.

- يتم التركيز في هذا البند 7.5 على الجانب الهندسي الاقتصادي التقني المتعلق بالربط والتوصيل مع الشبكة.
- كما تم التنويه به سابقا في البند رقم 7.4 فإن النقاط المقترحة في هذا المستند تتعلق فقط بربط وحدات الطاقات المتجددة وتستثني من ذلك ربط أحمال شبكة التوزيع أو أحمال المنشآت الكبيرة والتي تطرق إليها رمز الربط.

5.8.1 المتطلبات العامة (البند 7.5.1) – (General Requirements)

تنطبق المتطلبات العامة دون تمييز على وحدات التوليد ومركز الأحمال وأنظمة التوزيع وفقًا للبند (7.3) والتي تحدد جهد التوصيل أكبر من 66 ك.ف وسعة قدرة أكبر من 10 ميغاوات.

لذا نقترح تطوير هذا البند ليشمل وحدات الطاقات المتجددة بقدرة أقل من 10 ميغاوات وجهود على مستوى النقل الفرعي أو توزيع الطاقة والذي يتطلب تبني معايير الربط.

كما أن المتطلبات الخاصة يجب أن تشمل منح استثناءات لأحكام هذا القانون لمحطات الطاقات المتجددة وفقًا للقواعد المنصوص عليها في الشروط العامة 2.8 الذي يعتبر مشغل نظام نقل الطاقة هو السلطة المسؤولة عن منح أي استثناءات لأحكام قانون الشبكة.

لذا نقترح تحديد نطاق المسؤوليات والتنسيق بين مشغل نظام نقل الطاقة ومشغل نظام توزيع الطاقة لوحدات الطاقات المتجددة المتصلة بشبكة النقل الفرعي أو التوزيع.

5.8.2 الأحكام التمهيدية (البند 7.5.2) – (Preliminary Provisions)

البند (7.5.2.1) يؤكد "على أنه يجب ألا يؤدي ربط المستخدم بالشبكة إلى أي تدهور في أداء أو موثوقية الشبكة، ويسهم في سلامة وجودة الخدمة الكهربائية، وفقًا لنوع وحدة التوليد".

هذه النقطة مرتبطة بالمشروع (1) حيث أن استقرار وموثوقية الشبكة وجودة القدرة تتأثر بنسبة التغلغل للطاقات المتجددة عند نقاط التوصيل بالشبكة.

لذا نقترح إضافة ملاحظة إلى هذا البند بضرورة إجراء دراسات نسب تغلغل الطاقات المتجددة بواسطة المستخدم ويراجع بواسطة مشغل نظام نقل الطاقة بحيث يراعى قيم الحيود في (التردد، الجهد، تيارات القصر، معدلات التغير الديناميكية في القدرة، استقرارية التحكم في الجهد، استقرارية التحكم في التردد، إدارة نظام الطاقة، إدارة حالات الطوارئ) عن القيم المشروطة في البند 7.6 متطلبات وحدات التوليد (Requirements for Generating Units) المدرجة في وثيقة ترميز الشبكة.

البند (7.5.2.2) "يجب أن يتم تصميم أي منشأة بحيث لا يؤثر توصيلها سلبًا على تشغيل الشبكة أو يضر بالمستخدمين الآخرين". ومن المعروف أن مصادر الطاقات المتجددة بطبيعتها تعتبر مصادر طاقة متقطعة (intermittent resources).

لذا نقترح إضافة توضيح بأن على المستخدم إجراء دراسات التأثير على الشبكة (Operational Impact Studies) آخذا في الاعتبار نوع مصدر الطاقات المتجددة، أماكن إنشائها، نسب تغلغلها، أنظمة التنبؤ، أنظمة الإجراءات التصحيحية (remedial action systems).

5.8.3 نقطة ربط وظيفية (البند 7.5.3) – (Functional Connection Point)

البند (7.5.3) "يجب تحديد حدود المسؤولية المادية ونقاط الاتصال الوظيفية بين المستخدم ومشغل نظام النقل وتحديدها في اتفاقية استخدام النظام قبل دخول المرفق إلى الخدمة ".

مما تقدم في شرح النقاط الأربع لمفهوم نقطة الاتصال الوظيفية، نرى بأن هذا المصطلح (Functional Connection Point) بمفرده لا يكفي عند إدماج الطاقات المتجددة أو مصادر الإنتاج المستقل حيث يركز مصطلح نقطة الاتصال الوظيفية (FCP) على الاتصالات الوظيفية والمعلوماتية بين الأجهزة والأنظمة، وخاصة في سياق تقنيات الشبكة الذكية و اتصالات البيانات. بينما تركز نقطة الاقتران المشتركة (Point of Common Coupling PCC) على الجو انب المادية والتنظيمية للتوصيل الكهربائي في أنظمة الطاقة. ويلعب المفهومان أدوارًا مختلفة في تصميم وتشغيل وإدارة أنظمة الطاقة الكهربائية. وحتى يكون التعريف شاملا ومتكاملا نقترح إضافة المصطلح (PCC) إلى هذا البند وفقا لتعريف هذا المصطلح في المعايير (IEEE 1547/IEC 61000).

5.8.4 إدارة محطات الربط (البند 7.5.4) – (Management of Delivery Substations)

البند (7.5.4.2-ii) "يجب أيضًا التأكد من فصل المسؤوليات، عندما يكون ذلك ممكنًا من الناحية المادية، في فصل الدوائر المساعدة من خلال تجهيزات مناسبة وفي أجزاء الجهد الفائق من خلال أجهزة عزل فاصلة، وذلك للمسؤولية المرتبطة بسلامة الأشخاص والمعدات".

في هذا البند لم يرد ذكر التجهيزات اللازمة في حالة إدماج الطاقات المتجددة ومن أهمها ظاهرة التجزير(Islanding Phenomena) لما لها من مخاطر تتعلق بسلامة الأشخاص ومعدات الشبكة فضلا عن زعزعة استقرار الشبكة. لذا تتطلب المعايير واللوائح المختلفة أن تتمتع محطات الطاقة المتجددة بخصائص محددة مضادة للانقطاع (Anti-islanding detection) لضمان التشغيل الآمن. وتشمل هذه الخصائص وظائف مصممة للكشف عن أعطال الشبكة وفصل النظام بسرعة.

كما تضع هيئات تنظيمية معايير قياسية لمتطلبات حماية ظاهرة التجزير لضمان تشغيل مصادر الطاقات المتجددة بأمان وموثوقية عند التفاعل مع الشبكة.

البند (7.5.4.2-iii) "يجب إعداد شبكات التأريض لمحطات التوصيل بحيث يتم توصيلها بشبكة التأريض الخاصة بمنشأة المستخدم، كما يمكن توصيل شبكات التأريض الخاصة بالمحطات القريبة أو الاحتفاظ بها منفصلة. يعتمد جهد الخطوة وجهد اللمس على القيمة القصوى لتيار قصير الدائرة والوقت النسبي لعزل العطل، والتي يقرها مشغل نظام نقل الطاقة."

في هذا البند نعدد الملاحظات التالية:

- **الصياغة باللغة الإنجليزية غير مفهومة من حيث تعريف قياس وتحديد جهد الخطوة وجهد اللمس وتحديدها بواسطة مشغل نظام نقل الطاقة.**
- **غالبًا ما يكون لأنظمة الطاقات المتجددة نظام تأريض خاص بها، والذي يُصمم لضمان سلامة وتشغيل معدات الطاقات المتجددة والمحولات والمعدات الكهربائية المرتبطة بها بشكل سليم.**
- **في العموم فإن أنظمة التأريض لنظام القدرة ونظام الطاقة المتجددة قد تكون مترابطة أو منفصلة، حيث تعتمد على الخيارات الهندسية واللوائح وتقييمات السلامة والالتزام بالقواعد الكهربائية في تصميم أنظمة تأريض فعالة.**

5.8.5 المتطلبات العامة لنظام الحماية (البند 7.5.6) – (Protection System general requirements)

البند (7.5.6.2) "يجب أن يتم اختيار نظام الحماية بالتنسيق مع مشغل شبكة نقل الطاقة، مع الأخذ في الاعتبار -من بين أمور أخرى- ما يلي: (أ) فلسفة نظم الحماية في محطة التوصيل الفرعية. (ب) مستوى الجهد الكهربائي للتوصيلات.

(ج) مخططات التوصيل والمحطة. (د) خصائص محطة التوصيل الفرعية. (هـ) خصائص التوصيل (خطوط علوية أو كابلات أو مختلطة) وطولها".

لذا نقترح إضافة التالي: 1) التنسيق مع مشغل شبكة النقل الفرعي (أو التوزيع) في حالة توصيل الطاقات المتجددة على شبكات الجهد النقل الفرعي. 2) متطلبات وحدود نظم الحماية والتحكم لمحطة الطاقة المتجددة.

البند (7.5.6.4) "بالنسبة لمنشآت المستخدم ذات المساهمة المنخفضة لتيارات القصير، يجب استخدام ترتيبات خاصة لضمان الانتقائية، كما هو موضح في الفقرة 7.5.6.6 (iv) (e).".

إن هذه النقطة تنطبق على مصادر الطاقات المتجددة من حيث انخفاض مستوى المساهمة في تيارات القصر؛ لذا نقترح إضافة ملاحظة تلزم شركة المستخدم للطاقات المتجددة بإجراء دراسات اختبار منظومات الحماية للطاقات المتجددة حسب الحالة والموقع حتى تضمن الانتقائية واستقرارية الشبكة.

البند (7.5.6.6-ii) "الحماية ضد الأعطال التي تقع خارج المنشأة، والتي يجب أن تضمن الشروط المذكورة الصفحة 14 من الوثيقة"

اشترطت الوثيقة في النقطة (b) ألا يتم تثبيت حمايات للمنشأة يمكن أن تؤدي لعزلها عن الشبكة إلا بالاتفاق مع مشغل شبكة النقل، لذا نقترح إضافة ظاهرة التجزير وشروط العزل المتعمد/غير المتعمد لوحدات الطاقات المتجددة.

البند (7.5.6.6-iv) "حماية خطوط التوصيل بين محطة التوصيل الفرعية والشبكة (في حالة وجودها)، والتي يجب أن تضمن الشروط المذكورة في الصفحة 14 من الوثيقة "

اشترطت الوثيقة في النقطة (e) أن يتم استخدام مرحلات بفلسفة خاصة في حالة أن مساهمة وحدات الإنتاج لتيارات القصر منخفضة وذلك لضمان عمل الحماية المسافية لخطوط النقل. هذه النقطة غامضة فيما يخص استخدام العبارة "maximum current protection".

البند (7.5.6.14) "يقوم مشغل شبكة النقل، اعتمادًا على خصائص المرفق والشبكة، بتحديد نوع معدات إعادة الإغلاق التي سيتم استخدامها، والتوقيت، وإذا لزم الأمر، شروط التزامن. يجب أن تتم هذه الاختيارات وفقًا للمعايير المستخدمة عادةً لخطوط الشبكة ذات مستوى الجهد المتساوي.".

لم تتطرق الوثيقة إلى دواعي تأثير أنظمة إعادة القفل التلقائي على سلوك الطاقات المتجددة من حيث الامتثال لمتطلبات ما يعرف بـ(سلوك تجاوز فترات الأعطال) (FRT – Fault Ride through). لذا نقترح إضافة فقرة عن ضرورة الامتثال لهذه المتطلبات في حالة إدماج الطاقات المتجددة.

5.8.6 تأريض نقاط التعادل (البند 7.5.7) – (Neutral State)

البند (7.5.7.1) "بالنسبة للجهد الذي يساوي أو أكبر من 120 ك.ف، فإن النقاط المحايدة لمحولات الجهد لمحطة التوليد والوصلة البينية بين الشبكات المختلفة يجب أن تكون مهيأة للتوصيلات المؤرضة مباشرة.".

- **إن استخدام كلمة محولات الجهد (Voltage Transformer) غير دقيق والأصح هو محولات القدرة (Power Transformer).**
- **نرى إضافة ملاحظة فيما لو كان دمج مصادر الطاقات المتجددة على مستوى جهد شبكة النقل الفرعي (أقل من 120 ك.ف).**

5.8.7 حدود تبادل الطاقة (البند 7.5.10) – (Power exchange limits)

البند (7.5.10.1) "في الحالة الطبيعية، يجب أن تضمن خصائص البناء لأي منشأة استمرارية وانتظام تبادل القدرة الفعالة وغير الفعالة بما يتفق مع برامج إدخال الطاقة وسحبها وكذلك اللوائح (أي أحكام خدمات النظام) التي تحكم المنشأة".

البند (7.5.10.2) " يجب أن تكون خصائص بناء المنشأة مناسبة: (أ) لوحدات التوليد، لتلبية انحرافات الجهد والتيار ضمن حدود محددة مسبقًا، وبقائها متصلة وإنتاج القدرة الفعالة المبرمجة. (ب) لمحطات المرافق الطلب، لضمان نفس القدرة الفعالة المسحوبة في الحالة الطبيعية، باستثناء المساهمة والتي تعتمد على التردد والجهد، وباستثناء إدراج مرفق الطلب في المخطط الدفاعي للشبكة التي يضعها مشغل نظام النقل".

نرى تعديل هذه البنود بحيث تأخذ في الاعتبار أن طبيعة مصادر الطاقة المتجددة متقطعة وأن القدرات المتاحة تعتمد على الفترات الزمنة للتزويد ومتغيرات الطقس.

5.9 متطلبات وحدات إنتاج الطاقة (البند 7.6) – (Requirements for Generating Units)

يحدد هذا البند متطلبات الربط الفنية لجميع وحدات التوليد الجديدة أو المعدلة والتي يتم ربطها بالشبكة كما تطبق هذه المتطلبات بشكل غير محدد على كل من وحدات التوليد المتزامنة (Synchronous Generating Units) ووحدات التوليد المعتمدة على أنظمة العاكس (Inverter-based Generating Units) ما لم يتم تحديد خلاف ذلك في هذا القانون.

كما أننا نؤكد على ما تم التنويه به سابقا في البند رقم (7.4) فإن النقاط المقترحة في هذا المستند تتعلق فقط بربط وحدات الطاقات المتجددة وتستثني من ذلك ربط أحمال شبكة التوزيع أو أحمال المنشآت الكبيرة والتي تطرق إليها كود التوصيل.

هذا البند يُعنى بمتطلبات وحدات إنتاج الطاقة عند ربطها مع الشبكة وتتكون من تسعة محاور كالتالي:

- 7.6.1: تعريف نطاق التطبيق (Defining the Scope).
- 7.6.2: حدود المتطلبات (Limit of Requirements).
- 7.6.3: نطاق التشغيل الآمن (Operating Ranges).
- 7.6.4: المناعة ضد اضطرابات الشبكة (Immunity to Grid disturbances).
- 7.6.5: الاستقرار والتحكم في تردد نظام القدرة (Stability and Control of the Power System Frequency).
- 7.6.6: الاستقرار والتحكم في جهد نظام القدرة (Stability and Control of the Power System Voltage).
- 7.6.7: إدارة منظومة القدرة (Management of the Power System).
- 7.6.8: إدارة الحالات الطارئة (Management of Emergency situations).
- 7.6.9: مراقبة الاستيفاء بالمتطلبات (Compliance monitoring).

مما تقدم في شرح ومناقشة البنود الأربعة لمفاهيم حيود الجهد والتردد (Voltage & Frequency deviations) ونطاق التشغيل الآمن (Operating Limits) والمناعة من استجابة وحدات التوليد لاضطرابات الشبكة (Fault-ride through)، **فإن هذه البنود يمكن تطبيقها على مصادر الطاقات المتجددة التي ترتبط بشبكات نقل الطاقة عند نقطة الاقتران المشتركة (Point of Common Coupling PCC) عبر أنظمة العاكس (Inverter-based Generating Units).**

5.9.1 متطلبات وحدات إنتاج الطاقة المدمجة (البند 7.8) – (Guidelines for Embedded Generating Units)

يحدد هذا البند متطلبات وحدات الإنتاج المدمجة والتي تختص بكل ما له علاقة بإدماج الطاقات المتجددة في الشبكة العامة.

هذا البند له علاقة ببنود المشروع (1) والمتعلقة بالتالي: تحديد مواقع وقدرات الطاقة المتجددة محليا لكل نوع من أنواع الطاقة المتجددة المزمع استخدامها.

- الجانب الإداري –القانوني – الاجتماعي - الفني – الموقع الجغرافي المحتمل.
- الجانب الهندسي الاقتصادي التقني المتعلق بالشبكة وغيرها من العوامل.

هذا البند يُعنى بمتطلبات وحدات إنتاج الطاقة المدمج عند ربطها مع الشبكة وتتكون من خمسة محاور كالتالي:

- 7.8.1: متطلبات وحدات الإنتاج المدمج (Connection requirement of Embedded Gen.).
- 7.8.2: التأثير على منظومات القدرة (Effect on the overall system).
- 7.8.3: تحديد المنهجيات (Define Methodologies).
- 7.8.4: المتطلبات السعوية (Requirements applicable to Embedded Generating Unit).
- 7.6.5: متطلبات حدود التشغيل (Requirements for Embedded Generating Unit).

5.10 المعايير المرجعية (البند 7.9) – (Reference Standards)

اقتراح ومناقشة بنود رمز الشبكة الخاصة بالمعايير المرجعية وكل ما له علاقة بإدماج الطاقات المتجددة في الشبكة العامة. يتضمن رمز الربط عددًا من المتطلبات والمواصفات التي تشير إلى المعايير الدولية التي تُقدم في تحديد المتطلبات. يتم توفير المعايير في جداول البنود المذكورة وهي تمثل المعايير الأكثر تحديثًا وقت كتابة رمز الشبكة. في حالة حدوث أي تغيير في المعايير الدولية، تسود المراجع الأكثر تحديثًا على محتويات هذه الجداول، كما تمت الموافقة عليها واعتمادها يجب على مشغل الشبكة والشركة العامة للكهرباء تنفيذ المتطلبات بالمعايير المحددة في المرفق (A) من الفصل 7.9.

لذا يجب على الشركة العامة للكهرباء مراجعة هذه المعايير وتحديثها دوريا؛ لأن تقنيات ومتطلبات مصادر الطاقات المتجددة تتطور باضطراد.

5.11 الإجراءات والمقررات المطلوبة (البند 7.10) – (GECOL Required actions / decisions)

اقتراح ومناقشة بنود رمز الشبكة الخاصة بالإجراءات والمقررات المطلوبة والتي تختص بكل ما له علاقة بإدماج الطاقات المتجددة في الشبكة العامة. ويقدم الجدول في المرفق (B) قائمة بالأحكام المحددة التي تتطلب إجراءً من الشركة العامة للكهرباء لكي يتم تطويرها بالكامل.

توجز النقاط التالية قائمة الأحكام المحددة التي تتطلب تطويرها بالكامل، حيث لم تُحدد في دراسات رموز الشبكة السابقة:

- كملحق لمقترح الشروط العامة، يقدم القسم التالي (الملحق أ الإجراءات / القرارات المطلوبة من GECOL) قائمة مفصلة بالأحكام التي تتطلب على وجه التحديد تطوير إجراء و / أو قرار GECOL بالكامل.
- حدود جودة القدرة (Power Quality) من حيث التيارات والجهود التوافقية وفقًا للمعيار IEEE 519 ولمستويات الجهد المختلفة للشبكة.
- الحد الأدنى لفترات الوقت التي يجب أن تكون وحدة توليد الطاقات المتجددة قادرة على العمل فيها بتردد يختلف عن القيمة الاسمية البالغة 50 هرتز دون الانفصال عن الشبكة.
- حدود الحيود في التردد والجهد المسموح بها عند نقطة الربط بين الشبكة ووحدات الطاقات المتجددة.
- يجب على شركة GECOL الإبلاغ عن حدود التيارات التوافقية وفقًا للمعيار IEEE 519 ولمستويات الجهد المختلفة للشبكة.
- تعتبر خطة بناء الشبكة (Restoration Plan) أحد الإجراءات التي ستقوم الشركة العامة للكهرباء بتطويرها. وبمجرد تطويرها، يجب على الشركة العامة للكهرباء أن تضع مرجع الوثيقة الذي يحتوي على خطة بناء الشبكة.
- المخطط الدفاعي (Defense Plan) هو أحد الإجراءات التي يتعين على الشركة العامة للكهرباء تطويره. وبمجرد تطويره، يتعين على الشركة العامة للكهرباء أن تضع مرجع الوثيقة الذي يحتوي على المخطط الدفاعي.

- تحدد الشركة العامة للكهرباء الخصائص الوظيفية والفنية لمثل هذه الأجهزة الإضافية لمراقبة والتحكم عن بعد من أجل الدفاع عن النظام واستعادته، وتكمل النص الذي يشير إلى أن المعايير ستكون في ملحق لرمز الشبكة.
- الفترات الزمنية للقبول وإعطاء التراخيص وإجراءات اتفاقية التوصيل ومدة تركيب وحدات الطاقات المتجددة.
- تحدد الشركة العامة للكهرباء المعايير المعتمدة لخطوط نقل الجهد العالي والجهد الفائق وتكمل النص موضحة ما إذا كانت: المعايير ستكون في ملحق رمز الشبكة.

5.12 الأطر التنظيمية والسياسات اللازمة للمشروع

5.12.1 الهيكل التنظيمي للشركة العامة للكهرباء

تجدر الإشارة إلى أن الرمز الشبكي المقترح في جميع الدراسات التي تمت مع الشركة العامة للكهرباء يجد تطبيقه الكامل في سياق الهيكل التنظيمي المعروف اصطلاحيا بفك الارتباط (UNBUNDLING) وإلى فصل وظائف الشركة الكهربائية المختلفة (مثل التوليد، والنقل، وتوزيع الطاقة) إلى كيانات مستقلة غير مجمعة، إلا أنه سيظل يمثل وثيقة قيمة وصالحة للتطبيق أيضا على الهيكل الحالي لشركة GECOL. إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار نوع الهيكل غير المرتبط ومنها التالي:

- فك الارتباط القانوني: إنشاء كيانات قانونية منفصلة تحت شركة رئيسية.
- فك الارتباط المحاسبي: الاحتفاظ بحسابات مالية منفصلة لكل وظيفة.
- فك الارتباط في الملكية: فصل الملكية تمامًا بين التوليد والنقل والتوزيع. ومثال على ذلك تقسيم شركة الكهرباء الوطنية إلى ثلاث شركات مستقلة: شركة لتوليد الكهرباء، وأخرى لنقلها، وثالثة لتوزيعها.

لقد ورد ذكر مشغل نظام نقل الطاقة (TSO) في جميع الوثائق المتعلقة برمز الشبكة مع أنه لا يوجد هذا النظام في هيكلية الشركة العامة للكهرباء وإنما توجد إدارتان عامتان منفصلتان هما الإدارة العامة للتحكم (Transmission Dispatch Control - TSDC) والإدارة العامة لنقل وصيانة الطاقة (Transmission System Maintenance).

كما تمت الإشارة في البند رقم 7.4 الجانب الإداري –القانوني – الاجتماعي - والفني – للموقع الجغرافي المحتمل يتم تحديده مسبقا من قبل جهاز الطاقات المتجددة (REAOL) ومشغل نظام نقل الطاقة (TSO) ويعتمد من السلطة التنظيمية (Regulator) بناء على الدراسات اللازمة. كما أن الموقع الجغرافي مرتبط بالبند 3 – المشروع (1): تحديد مواقع وقدرات الطاقة المتجددة محليا (الموقع الجغرافي المحتمل). كما يمكن اقتراح مواقع جديدة من قبل المستثمر.

إن الإشارة إلى نظام (TSO) غير معتمد بالهيكلية الحالية غير ملائم، عليه نقترح أن يتم إعطاء صلاحيات أوسع للإدارة العامة للتحكم (Transmission Dispatch Control - TSDC) والمعتمدة وفق الهيكلية الحالية. وفي هذا الصدد، تنطبق الاعتبارات التالية:

- بشكل عام، فإن الأساس المنطقي والهدف وراء كل بند من رمز للشبكة هو تحديد إجراءات التشغيل والمبادئ التي تحكم العلاقة بين مشغل شبكة نقل الطاقة (TSO) ومستخدمي الشبكة. وبالتالي، فإن رمز الشبكة يجد تطبيقه الكامل داخل هيكل قطاع الكهرباء غير المجمع (Unbundling).
- كما ورد في تقرير تحليل الفجوات [2]، تم تطوير النسخة المحدثة من رمز الشبكة الليبية بناء على أفضل ممارسات المرافق الدولية الحالية في هذا المجال ورموز الشبكات الإقليمية والوطنية المرجعية.
- إن المنظور في تطوير رمز الشبكة الليبية المحدث هو تحرير قطاع الكهرباء في ليبيا. وهذا يعني أن رمز الشبكة والمصطلحات المستخدمة والعلاقات القائمة بين الأطراف سيكون بالفعل تلك النموذجية لقطاع كامل غير مجمع (Unbundling) (مثل "مالكي المولدات" و"مشغل نظام نقل الطاقة" و"توزيع الطاقة" و"مستخدمي الشبكة").
- وحتى يتم تحرير قطاع الكهرباء في ليبيا (liberalization of the electricity sector)، لا يزال تطبيق رمز الشبكة هذا ساريا أيضا في الهيكل الحالي، ويجب أن يكون بمثابة مجموعة من "الإجراءات الداخلية" تعطي الصلاحيات اللازمة **للإدارة العامة للتحكم** والتي يجب على الشركة العامة للكهرباء اتباعها والاعتراف بها من أجل تشغيل نظام الطاقة الخاص بها بشكل أكثر كفاءة ومواءمته مع أفضل الممارسات في قطاع الطاقة.

5.13 الممارسات العالمية ودراسات الحالة للمشروع

لقد تم الاطلاع على بعض المراجع [3] - [11] وذلك للمقارنة بين رمز الشبكة للشركة العامة للكهرباء المعتمد [2] مع بعض الممارسات العالمية ودراسات الحالة.

في الجدول التالي نلخص الفروقات بين رمز الشبكة الليبي ورمز الشبكة السعودي.

رقم	البند	كود الشبكة الليبي	كود الشبكة السعودي
1	تبعية لجنة الإشراف على رمز الشبكة	وفقا لقانون الكهرباء، لجنة الإشراف على رمز الشبكة (GCSC) تم تأسيسها واستضافتها من قبل TSO. يتم تمثيل مصالح ومواقف أي طرف يعمل ضمن نظام الشبكة الكهربية الليبية في لجنة الإشراف على رمز الشبكة.	يجب على مقدم خدمة الاتصالات (TSP) تشكيل واستضافة لجنة الإشراف على رمز الشبكة (GCSC) وفقًا لتوجيهات الهيئة التنظيمية. يجب أن تكون لجنةGCSC هيئة دائمة تقوم بالمهام المشار إليها أدناه.
2	مهام لجنة الإشراف على رمز الشبكة	1- اقتراح تعديلات على قانون الشبكة على TSO والتي تعتبر ضرورية بسبب التغييرات في الإطار التنظيمي أو ظروف السوق والظروف الفنية الجديدة. 2- اقتراح تعديلات على مدونة الشبكة على TSO بناء على تقييماتها الخاصة وخبرتها الفنية في هذا الشأن. 3- إبداء آراء غير ملزمة بشأن التعديلات والتحديثات المقترحة على المدونة والتي يرسلها TSO. 4- تقديم إرشادات بشأن مدونة الشبكة وتنفيذها وأدائها وتفسيرها بناء على طلب معقول من أي طرف. 5- وبناء على طلب الأطراف المعنية، لتسهيل حل أي نزاعات تنشأ عن تطبيق قانون الشبكة.	١- إبقاء قانون الشبكة وعمله قيد المراجعة. ٢- مراجعة جميع الاقتراحات الخاصة بالتعديلات على كود الشبكة والتي قد يقدمها المنظم أو أي مشارك إلى GCSC للنظر فيها من وقت لآخر أو التي تبدأها GCSC من تلقاء نفسها. ٣- تقديم توصيات إلى الهيئة التنظيمية لإجراء تعديلات على قانون الشبكة التي ترى GCSC أنها ضرورية أو مرغوبة وتسجيل أسباب التوصيات. ٤- إصدار إرشادات فيما يتعلق بقانون الشبكة وتنفيذه وأدائه وتفسيره بناءً على طلب معقول من أي مشارك. ٥- النظر في التغييرات الضرورية على قانون الشبكة الناشئة عن أي ظروف غير متوقعة يحيلها إليه مقدم خدمات الاتصالات بموجب (1.6). ٦- مراجعة وتقديم توصية إلى الهيئة التنظيمية لاتخاذ القرار النهائي بشأن أي طلب يقدمه أحد المشاركين في الشبكة إلى GCSC لطلب الاستثناء من أي حكم (أحكام) من قانون الشبكة.
3	أعضاء لجنة الإشراف على رمز الشبكة	تكون لجنة الإشراف على رمز الشبكة من الأعضاء التالية أسماؤهم الذين لديهم حق التصويت: 1- الرئيس تختاره TSO. 2- شخصان نيابة عن جمعية مالكي المولدات. واحد للتوليد التقليدي القائم على الوقود الأحفوري، والآخر للتوليد القائم على مصدر الطاقات المتجددة – RES. 3- شخص واحد نيابة عن جمعية مالكي وحدات التوليد المدمجة (Distributed Generation).	يجب أن تكون لجنة GCSC بمثابة لجنة تمثل أصحاب المصلحة وتتكون من: ١- رئيس وثلاثة (3) أشخاص يعينهم TSP. ٢- الشخص المعين من قبل الجهة التنظيمية. ٣- شخصان (2) يمثلان المولدات التي يمتلك كل منها محطة توليد بقدرة إجمالية مسجلة تتجاوز 500 ميغاوات. ٤- شخص واحد يمثل المولدات التي تمتلك كل منها محطة

		4- شخص واحد نيابة عن جمعية كيانات التوزيع. 5- شخص واحد يمثل تسهيلات الطلب للعملاء المتصلين مباشرة (الأحمال الصناعية). 6- شخص واحد يمثل جمعية مستهلكي التجزئة.	توليد بقدرة إجمالية مسجلة تبلغ 500 ميغاوات أو أقل. ٥- شخص واحد يمثل كل جهة توزيع في المملكة العربية السعودية، بإجمالي أربعة (4). ٦- شخص واحد لتمثيل العملاء المتصلين مباشرة. ٧- شخص واحد يمثل مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة (KACARE). ٨- شخص واحد لتمثيل المشتري الرئيسي.
4	تعديل رمز الشبكة أو عملية الاستثناء	• الهيئة التنظيمية هي السلطة الوحيدة المسؤولة عن الموافقة على التعديلات على رمز الشبكة. • إجراءات تحديث ودمج وتعديل رمز الشبكة موصوفة أدناه وفقا لما يلي: o إجراء التحديث التلقائي. o الإجراء العادي. o الإجراء الاستعجالي. • أي تغييرات و / أو إضافات على محتوى قانون الشبكة تصبح ضرورية بعد التغييرات في القانون (القوانين) التي يوافق عليها مجلس النواب الليبي وكذلك أحكام لجنة الطاقة والتي لا تتطلب إصدار تشريعات ثانوية أخرى لتنفيذها، سيتم دمجها تلقائيا في قانون الشبكة من قبل TSO الذي سيقوم بتحديث المدونة.	• الجهة التنظيمية هي سلطة الموافقة على قانون الشبكة، وكذلك إجراء التعديلات عليه ومنح أي استثناء من أحكامه. ولمحافظ الجهة المنظمة صلاحية الموافقة على أي طلب تعديل أو استثناء. • للموافقة على أي طلب تعديل أو استثناء، سوف تسترشد الجهة التنظيمية بتوصيات GCSC بشأن المسألة ذات الصلة. • يجوز لأي مشارك أو عضو في GCSC أو الجهة التنظيمية نفسها اقتراح تعديلات على قانون الشبكة. • كما يمكن لأي مشارك أن يطلب الاستثناء من الالتزام بحكم أو أكثر من أحكام قانون الشبكة.

5.14 التحديات القائمة والحلول المقترحة

5.14.1 التحديات القائمة

- المتطلبات الفنية: قد لا يأخذ رمز الشبكة الحالي في الاعتبار المتطلبات الفنية المحددة لتقنيات الطاقات المتجددة مثل التوليد المتغير (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) والتوليد الموزع.
- معايير الربط: عدم وجود معايير ثابتة لدمج مصادر الطاقات الموزعة (DERs) مثل ربط منظومات الطاقة الشمسية على شبكة توزيع الشبكة الوطنية.
- تأهيل مشغل نظام نقل الطاقة: قد يفتقر مشغلو الشبكة إلى الخبرة الفنية والأدوات اللازمة لإدارة تكامل مستويات عالية من الطاقة المتجددة بكفاءة.

5.14.2 الحلول المقترحة

- مراجعة رمز الشبكة: إنشاء رمز شبكة جديد وشامل لتكامل الطاقات المتجددة، مع أحكام محددة لربط أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وتخزين الطاقة. وينبغي أن يشمل ذلك المتطلبات الفنية لاستقرار الشبكة والتحكم في التردد وتنظيم الجهد.
- حوافز لموردي الطاقة الموزعة: تشجيع أنظمة الطاقة الموزعة (على سبيل المثال، الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح على نطاق صغير) من خلال تبسيط إجراءات ربط الشبكة وضمان التعويض العادل للمنتجين الصغار للطاقة المتجددة.
- بناء القدرات للمشغلين: الاستثمار في تدريب مشغلي الشبكة لإدارة تكامل الطاقة المتجددة واستخدام أدوات التنبؤ المتقدمة وتكنولوجيا الشبكة الذكية.

5.15 توصيات مخرجات المشروع

تعرض الجداول التالية ملخص لمخرجات مشروع مراجعة ومقترح تطوير لبنود وثيقة رمز الشبكة المحدث [2] والتي يرى فريق العمل تطويرها.

البند	الوصف وفقا لمرجع الدراسة	مراجع الدراسة	التوصيات	الملاحظات
1	وصف الشبكة العامة للشركة العامة للكهرباء (البند 2.3.4) (Description of the Grid) • نظام النقل: المعدات تعمل بجهد اسمي أكبر من أو يساوي 220 ك.ف. • نظام النقل الفرعي: المعدات تعمل بجهد اسمي أكبر من 66 ك.ف وأقل من 220 ك.ف. • نظام (أنظمة) التوزيع: المعدات تعمل بجهد اسمي أقل من أو يساوي 66 ك.ف.	[1] [2]	يجب تعديل هذا البند على النحو التالي: • نظام النقل: المعدات تعمل بجهد اسمي أكبر من 66 ك.ف. • نظام النقل الفرعي: المعدات تعمل بجهد اسمي أكبر من 30 ك.ف وأقل من أو يساوي 66 ك.ف. • نظام (أنظمة) التوزيع: المعدات تعمل بجهد اسمي أقل من أو يساوي 30 ك.ف.	• لوحظ اختلاف بين القيم المعرفة في وثيقة رمز الشبكة مع القيم الفعلية المستخدمة على الواقع في الشركة العامة للكهرباء. وتم حصر هذه الاختلافات كما مبين في الجدول الصفحة 9. • الاختلاف بين الواقع ومستند رمز في تعريف واختيار القيم التي تعبر عن الجهود لمكونات نظام الطاقة الليبي قد ينعكس سلبا عند التطبيق. فعلى سبيل المثال يحكم رمز الربط (7.1.1) الشروط والمتطلبات الفنية لتنظيم التوصيل مع الشبكة وضمان متطلبات السلامة والتشغيل الآمن لنظام الطاقة الليبي. ويشمل رمز الربط (1) وحدات التوليد (التقليدية والمتجددة) و(2) مرافق الطلب و(3) أنظمة التوزيع، وتعمل العناصر الثلاثة على جهود قد تكون مختلفة.
2	الموافقة على رمز الشبكة وإنفاذه (البند 2.4) - (Grid Code Approval and Enforcement) ورد في البند (2.4.1) أن الجهة التنظيمية (Regulator) هي السلطة الوحيدة المسؤولة		• التأكيد على وجود هيئة تنظيمية (Regulator) والتي تعتبر السلطة الوحيدة المسؤولة عن الموافقة على الرمز الشبكة ولتطبيق هذا البند	

	عن الموافقة على رمز الشبكة. وأن مشغل نظام نقل الطاقة (TSO) الوارد في البند (2.4.2) هو الكيان الوحيد الذي يتحمل مسؤولية تطبيق رمز الشبكة.		فإن هناك حاجة إلى تأسيس جهة تنظيمية. • هيكلة الشركة العامة للكهرباء بحيث يتم إنشاء مشغل نظام نقل الطاقة (TSO) وإعطاؤه الصلاحيات وتحديد المسؤوليات ونطاق وحدود العمل مع مشغل نظام التوزيع (DSO). • تحديث قانون الشبكة لتسهيل تكامل الطاقة المتجددة وضمان استقرار الشبكة.	
3	لجنة الإشراف على رمز الشبكة (البند 2.5) - (Grid Code Supervisory Committee)		تعديل هذا البند على النحو التالي: • إدراج شخص في لجنة الإشراف يمثل جهاز الطاقات المتجددة. • إنشاء لجنة الإشراف على رمز الشبكة (GCSC) وتستضيفها شركة نقل الكهرباء وتمثل مصالح ومواقف أي طرف يعمل ضمن نظام الطاقة الليبي في لجنة الإشراف على رمز الشبكة وإعطاؤها كافة الصلاحيات المنصوص عليها في البند 2.5.	
4	اللغة المستخدمة في صياغة رموز الشبكة (البند 2.16).		• توصي اللجنة بضرورة ترجمة الجزء التنظيمي	• وبالنظر إلى المراجع الرئيسية لرمز الشبكة الليبي

	نوه البند (2.16) من مستند رمز الشبكة بأنه تمت كتابة رمز الشبكة الليبي هذا باللغة الإنجليزية. وفي حالة وجود أي اختلافات بين النسخة الإنجليزية والنسخة المترجمة إلى أي لغة أخرى، فإن النسخة الإنجليزية هي التي تسود.		والتشريعي من رمز الشبكة للغة العربية وبأن يتم اعتمادها على أنها الأساس في صياغة الاتفاقيات. • رمز الشبكة وثيقة قانونية وفنية يجب أن ينطبق على الواقع ولا يختلف معه.	ومقارنتها بوثائق رموز الشبكة في بعض الدول التي تمت دراستها فإن إدارة وآلية تحديث وثيقة رمز الشبكة يجب أن تلبي المتطلبات المدرجة في البنود (2.5) و (2.16) في هذا المستند.
5	نطاق تطبيق رمز الشبكة (البند 7.3) - (Scope of Application). تنطبق متطلبات هذا الرمز على وحدات التوليد التقليدية والمتجددة ومرافق الطلب والأنظمة الموزعة التي تفي بالمعايير التي من أهمها التالي: • المرافق الجديدة المتصلة بالشبكة بجهد يتجاوز 66 ك.ف. • المرافق الجديدة والتي لديها سعة أعلى من 10 ميغاوات، بغض النظر عن الجهد عند نقطة التوصيل.		توصي اللجنة بالتالي: • تطوير هذا البند ليشمل وحدات الطاقات المتجددة بقدرة أقل من 10 ميغاوات وعلى جهود أقل من 66 ك.ف والذي يتطلب تبني معايير الربط على مستوى الجهد النقل-الفرعي ومستوى جهد توزيع الطاقة. • تحديد نطاق المسؤوليات والتنسيق بين مشغل نظام نقل الطاقة ومشغل نظام توزيع الطاقة لوحدات الطاقات المتجددة المتصلة بشبكة النقل الفرعي أو التوزيع.	• إن المتطلبات الخاصة يجب أن تشمل منح استثناءات لأحكام وثيقة رمز الشبكة محطات الطاقات المتجددة وفقًا للقواعد المنصوص عليها في الشروط العامة (2.8) الذي يعتبر مشغل نظام نقل الطاقة هو السلطة المسؤولة عن منح أي استثناءات لأحكام رمز الشبكة.
6	عملية الربط (البند 7.4) - (Connection Process). يتضمن هذا البند (7.4.1) الإجراءات والعمليات التي يجب اتباعها لربط المستخدم بالشبكة، ويجب أن يحدثه من وقت لآخر		• عطفا على البند (2.16) والبند (7.4) فإنه من الضرورة استخدام لغة عربية دقيقة وواضحة لتجنب أي غموض في التفسير وحتى يكون مستند رمز الشبكة مرجعا فنيا-قانونيا يهدف	• وجود تناقض بين البند (7.4.1) الخاص بالجهة المخولة بتحديث مستند رمز الشبكة، والبند (2.8.5) الخاص بمهام لجنة الإشراف على رموز الشبكة. • البند رقم (7.4.3.4) في رمز الشبكة لم يتم تحدد

	مشغل نظام النقل استنادًا إلى تطور الإطار التنظيمي لقطاع الكهرباء الليبي وضرورة استكمال المبادئ المذكورة بمزيد من التفاصيل والمواصفات.		إلى وضع قواعد صارمة وواضحة. • نقترح إضافة ملاحظة في البند رقم (7.4.3.4) في رمز الشبكة يحدد إمكانية ربط منظومات الطاقات المتجددة على شبكات النقل والنقل الفرعي والتوزيع. • نقترح تعديل في البند (7.4.3.5) على ألا يقدم مشغل الشبكة خدمة (شبه استشارية) مقابل رسوم يحددها.	أماكن ربط منظومات الطاقات المتجددة على شبكات النقل أو النقل الفرعي أو التوزيع. • يعتبر مشغل الشبكة جهة تنظيمية وتنسيقية تحدد المعايير والمواصفات وتقوم بمراجعة الطلبات واعتمادها وفقاً لمعايير رمز الشبكة. تقديم خدمات استشارية مقابل رسوم من قبل المشغل أو جهاز الطاقات المتجددة يمكن أن يؤدي إلى تضارب في المصالح. ويمكن للمشغل أو جهاز الطاقات المتجددة تحديد مجموعة من المكاتب الاستشارية المعتمدة والتي يمكن الاستعانة بها لتقديم الخدمات الاستشارية الفنية والاقتصادية والاجتماعية أو غيرها من الاستشارات المتعلقة بربط مصادر الطاقات المتجددة مع الشبكة الكهربائية
7	المتطلبات العامة لعمليات الربط مع الشبكة (البند 7.5) – (General Requirements)			• يتم التركيز في هذا البند 7.5 على الجانب الهندسي الاقتصادي التقني المتعلق بالربط والتوصيل مع الشبكة. • كما تم التنويه به سابقا في البند رقم 7.4 فإن النقاط المقترحة في هذا المستند تتعلق فقط بربط وحدات الطاقات المتجددة وتستثني من ذلك ربط

				أحمال شبكة التوزيع أو أحمال المنشآت الكبيرة والتي تطرق إليها رمز الربط.
8	المتطلبات العامة (البند 7.5.1) – (General Requirements)		• نقترح تطوير هذا البند ليشمل وحدات الطاقات المتجددة بقدرة أقل من 10 ميغاوات والذي يتطلب تبني معايير الربط على شبكات توزيع الطاقة والتي تغطي قدرات أقل من 10 ميغاوات وجهود على مستوى توزيع الطاقة. • نقترح تحديد نطاق المسؤوليات والتنسيق بين مشغل نظام نقل الطاقة ومشغل نظام توزيع الطاقة لوحدات الطاقات المتجددة المتصلة بشبكة النقل الفرعي أو التوزيع.	• تنطبق المتطلبات العامة دون تمييز على وحدات التوليد ومركز الأحمال وأنظمة التوزيع وفقًا للبند (7.3) والتي تحدد جهد التوصيل أكبر من 66 ك.ف وسعة قدرة أكبر من 10 ميغاوات. • كما أن المتطلبات الخاصة يجب أن تشمل منح استثناءات لأحكام هذا القانون محطات الطاقات المتجددة وفقًا للقواعد المنصوص عليها في الشروط العامة § 2.8 الذي يعتبر مشغل نظام نقل الطاقة هو السلطة المسؤولة عن منح أي استثناءات لأحكام قانون الشبكة.
9	الاحكام التمهيدية (البند 7.5.2.1 – (Preliminary Provisions)		• لذا نقترح إضافة ملاحظة إلى هذا البند بضرورة إجراء دراسات نسب التغلغل الطاقات المتجددة بواسطة المستخدم ويراجع بواسطة مشغل نظام نقل الطاقة بحيث يراعى قيم الحيود (في التردد، الجهد، تيارات القصر،	• البند (7.5.2.1) يؤكد "على أنه يجب ألا يؤدي ربط المستخدم بالشبكة إلى أي تدهور في أداء أو موثوقية الشبكة، ويسهم في سلامة وجودة الخدمة الكهربائية، وفقًا لنوع وحدة التوليد". • هذه النقطة مرتبطة بالمشروع (1) حيث ان استقرار

			معدلات التغير الديناميكية في القدرة، استقرارية التحكم في الجهد، استقرارية التحكم في التردد، إدارة نظام الطاقة، إدارة حالات الطوارئ) عن القيم المشروطة في البند 7.6 متطلبات وحدات التوليد (Requirements for Generating Units) المدرجة في وثيقة ترميز الشبكة.	وموثوقية الشبكة وجودة القدر تتأثر بنسبة التغلغل للطاقات المتجددة عند نقاط التوصيل بالشبكة.
10	الاحكام التمهيدية (البند 7.5.2.2) – (Preliminary Provisions)		• لذا نقترح إضافة توضيح بأنه على المستخدم إجراء دراسات التأثير على الشبكة (Operational Impact Studies) آخذا في الاعتبار نوع مصدر الطاقات المتجددة، أماكن إنشائها، نسب تغلغلها، أنظمة التنبؤ، أنظمة الإجراءات التصحيحية (remedial action systems).	البند (7.5.2.2) "يجب أن يتم تصميم أي منشأة بحيث لا يؤثر توصيل المنشأة سلبًا على تشغيل الشبكة أو يضر بالمستخدمين الآخرين". ومن المعروف أن مصادر الطاقات المتجددة بطبيعتها تعتبر مصادر طاقة متقطعة (intermittent resources).
11	نقطة ربط وظيفية (البند 7.5.3) – (Functional Connection Point)		• حتى يكون التعريف شاملا ومتكاملا نقترح إضافة المصلح (PCC – Point of Common Coupling) إلى هذا البند وفقا لتعريف هذا المصلح في المعايير (IEEE 1547/IEC 61000).	• البند (7.5.3) "يجب تحديد حدود المسؤولية المادية ونقاط الاتصال الوظيفية بين المستخدم ومشغل نظام النقل وتحديدها في اتفاقية استخدام النظام قبل دخول المرفق إلى الخدمة". • مما تقدم في شرح النقاط الأربع لمفهوم نقطة

				الاتصال الوظيفية، لذا نرى بأن هذا المصلح (Functional Connection Point) بمفرده لا يكفي عند إدماج الطاقات المتجددة أو مصادر الإنتاج المستقل حيث يركز مصطلح نقطة الاتصال الوظيفية (FCP) على الاتصالات الوظيفية والمعلوماتية بين الأجهزة والأنظمة، وخاصة في سياق تقنيات الشبكة الذكية واتصالات البيانات. بينما تركز نقطة الاقتران المشتركة (Point of Common Coupling PCC) على الجوانب المادية والتنظيمية للتوصيل الكهربائي في أنظمة الطاقة. ويلعب المفهومان أدوارًا مختلفة في تصميم وتشغيل وإدارة أنظمة الطاقة الكهربائية.
12	إدارة محطات الربط (البند 7.5.4.2-ii – (Management of Delivery Substations)		• نقترح تضمين بنود تنظيمية ومعايير قياسية لمتطلبات حماية ظاهرة التجزير لضمان تشغيل مصادر الطاقة المتجددة بأمان وموثوقية عند التفاعل مع الشبكة.	• في هذا البند لم يرد ذكر التجهيزات اللازمة في حالة إدماج الطاقات المتجددة ومن أهمها ظاهرة التجزير(Islanding Phenomena) لما لها من مخاطر تتعلق بسلامة الأشخاص ومعدات الشبكة فضلا عن زعزعة استقرار الشبكة.

13	إدارة محطات الربط (البند 7.5.4.2-iii) – (Management of Delivery Substations)		• نقترح إضافة الملاحظة: أنظمة التأريض لنظام القدرة ونظام الطاقات المتجددة قد تكون مترابطة أو منفصلة حيث يعتمد على الخيارات الهندسية واللوائح وتقييمات السلامة والالتزام بالقواعد الكهربائية في تصميم أنظمة تأريض فعالة.	• الصياغة باللغة الإنجليزية غير مفهومة من حيث تعريف قياس وتحديد جهد الخطوة وجهد اللمس وتحديدها بواسطة مشغل نظام نقل الطاقة.
14	المتطلبات العامة لنظام الحماية (البند 7.5.6.2) – (Protection System general requirements)		• نقترح إضافة التالي: 1) التنسيق مع مشغل شبكة النقل الفرعي (أو التوزيع) في حالة توصيل الطاقات المتجددة على شبكات الجهد النقل الفرعي. 2) متطلبات وحدود نظم الحماية والتحكم لمحطة الطاقات المتجددة.	• البند (7.5.6.2) " يجب أن يتم اختيار نظام الحماية بالتنسيق مع مشغل شبكة نقل الطاقة.
15	المتطلبات العامة لنظام الحماية (البند 7.5.6.4) – (Protection System general requirements)		• نقترح إضافة ملاحظة تلزم مستخدم الطاقات المتجددة بإجراء دراسات اختيار منظومات الحماية لطاقات المتجددة حسب الحالة والموقع حتى تضمن الانتقائية واستقرارية الشبكة.	• البند (7.5.6.4) "بالنسبة لمنشآت المستخدم ذات المساهمة المنخفضة لتيارات القصير".
16	المتطلبات العامة لنظام الحماية (البند 7.5.6.6.ii) – (Protection System general requirements)		• نقترح إضافة ظاهرة التجزير وشروط العزل المتعمد/غير المتعمد لوحدات الطاقات المتجددة.	• البند (7.5.6.6-ii) "الحماية ضد الأعطال التي تقع خارج المنشأة، والتي يجب أن تضمن الشروط المذكورة بالصفحة 14 من الوثيقة"

17	المتطلبات العامة لنظام الحماية (البند 7.5.6.6.iv) – (Protection System general requirements)		• يطلب استخدام مفردات فنية دقيقة فيما يخص استخدام العبارة " maximum current protection".	• البند (7.5.6.6-iv) " حماية خطوط التوصيل بين محطة التوصيل الفرعية والشبكة (في حالة وجودها)، والتي يجب أن تضمن الشروط المذكورة الصفحة 14 من الوثيقة". • اشترطت الوثيقة في النقطة (e) أن يتم استخدام مرحلات بفلسفة خاصة في حالة أن مساهمة وحدات الإنتاج لتيارات القصر منخفضة وذلك لضمان عمل الحماية المسافية لخطوط النقل. هذه النقطة غامضة فيما يخص استخدام العبارة "maximum current protection".
18	المتطلبات العامة لنظام الحماية (البند 7.5.6.14) – (Protection System general requirements)		• نقترح إضافة فقرة عن ضرورة الامتثال لهذه المتطلبات في حالة إدماج الطاقة المتجددة.	• البند (7.5.6.14) "يقوم مشغل شبكة النقل، اعتمادًا على خصائص المرفق والشبكة، بتحديد نوع معدات إعادة الإغلاق التي سيتم استخدامها. • لم تتطرق الوثيقة إلى دواعي تأثير أنظمة إعادة القفل التلقائي على سلوك الطاقات المتجددة من حيث الامتثال لمتطلبات ما يعرف بـ(سلوك تجاوز فترات الأعطال) (FRT – Fault Ride through).
19	تأريض نقاط التعادل (البند 7.5.7) –		• استخدام كلمة محولات الجهد (Voltage	• البند (7.5.7.1) " بالنسبة للجهد الذي يساوي أو

	(Neutral State)		(Transformer) غير دقيقة والأصح هو محولات القدرة (Power Transformer). • نرى إضافة ملاحظة فيما لو كان دمج مصادر الطاقة المتجددة على مستوى جهد شبكة النقل الفرعي (أقل من 120 ك.ف).	أكبر من 120 ك.ف، فإن النقاط المحايدة لمحولات محولات الجهد لمحطة التوليد والوصلة البينية بين الشبكات المختلفة يجب أن تكون مهيأة للتوصيلات المؤرضة مباشرة".
20	حدود تبادل الطاقة (البند 7.5.10) – (Power exchange limits)		• نرى تعديل هذه البنود بحيث تأخذ في الاعتبار أن طبيعة مصادر الطاقة المتجددة متقطعة وأن القدرات المتاحة تعتمد على الفترات الزمنة للتزويد ومتغيرات الطقس.	• البند (7.5.10.1) " في الحالة الطبيعية، يجب أن تضمن خصائص البناء لأي منشأة استمرارية وانتظام تبادل القدرة الفعالة وغير الفعالة. • البند (7.5.10.2) " يجب أن تكون خصائص بناء المنشأة مناسبة: (أ) لوحدات التوليد، لتلبية انحرافات الجهد والتيار ضمن حدود محددة مسبقًا، وبقائها متصلة وإنتاج القدرة الفعالة المبرمجة. (ب) لمحطات المرافق الطلب، لضمان نفس القدرة الفعالة المسحوبة في الحالة الطبيعية، باستثناء المساهمة والتي تعتمد على التردد والجهد، وباستثناء إدراج مرفق الطلب في المخطط الدفاعي للشبكة التي يضعها مشغل نظام النقل".
21	متطلبات وحدات إنتاج الطاقة (البند 7.6) – (Requirements for Generating Units)		• إضافة فقرة تفيد بأن هذا البند يمكن تطبيقه على مصادر الطاقات المتجدد التي ترتبط مع	• يحدد هذا البند متطلبات الربط الفنية لجميع وحدات التوليد الجديدة أو المعدلة والتي سيتم

			شبكات نقل الطاقة عند نقطة الاقتران المشتركة (Point of Common Coupling PCC) عبر أنظمة العاكس (Inverter-based Generating Units).	ربطها بالشبكة كما تطبق هذه المتطلبات بشكل غير محدد على كل من وحدات التوليد المتزامنة (Synchronous Generating Units) ووحدات التوليد المعتمدة على أنظمة العاكس (Inverter-based Generating Units) ما لم يتم تحديد خلاف ذلك في هذا القانون.
22	متطلبات وحدات إنتاج الطاقة المدمجة (البند 7.8) – (Guidelines for Embedded Generating Units)		• إدراج توضيح بخصوص نقاط ربط وحدات الإنتاج المدمجة على شبكة النقل أو النقل الفرعي أو التوزيع.	• يحدد هذا البند متطلبات وحدات الإنتاج المدمجة والتي تختص بكل ما له علاقة بإدماج الطاقات المتجددة في الشبكة العامة.
23	المعايير المرجعية (البند 7.9) – (Reference Standards)		• يجب على شركة العامة للكهرباء مراجعة هذه المعايير وتحديثها دوريا حيث أن تقنيات ومتطلبات مصادر الطاقات المتجددة تتطور باضطراد.	• على مشغل الشبكة والشركة العامة للكهرباء تنفيذ المتطلبات بالمعايير المحددة في المرفق (A) من الفصل 7.9.
24	الإجراءات والمقررات المطلوبة (البند 7.10) – (GECOL Required actions / decisions)		توجز النقاط التالية قائمة الأحكام المحددة التي تتطلب تطويرها بشكل كامل حيث لم تُحدد في الدراسات رموز الشبكة السابقة: • حدود جودة القدرة (Power Quality) من حيث التيارات والجهود التوافقية وفقًا للمعيار IEEE 519 ولمستويات الجهد المختلفة للشبكة.	• كملحق لمقترح الشروط العامة، يقدم القسم التالي (§ الملحق أ الإجراءات / القرارات المطلوبة من GECOL) قائمة مفصلة بالأحكام التي تتطلب على وجه التحديد تطوير إجراء و / أو قرار GECOL بالكامل.

			• الحد الأدنى لفترات الوقت التي يجب أن تكون وحدة التوليد الطاقات المتجددة قادرة على العمل فيها بتردد يختلف عن القيمة الاسمية البالغة 50 هرتز دون الانفصال عن الشبكة. • حدود الحيود في التردد والجهد المسموح بها عند نقطة الربط بين الشبكة ووحدات الطاقة المتجددة. • يجب على شركة GECOL الإبلاغ عن حدود التيارات التوافقية وفقًا للمعيار IEEE 519 ولمستويات الجهد المختلفة للشبكة. • تعتبر خطة بناء الشبكة (Restoration Plan) أحد الإجراءات التي يجب أن تقوم الشركة العامة للكهرباء بتطويرها. وبمجرد تطويرها، يجب على الشركة العامة للكهرباء أن تضع في مرجع الوثيقة التي تحتوي على خطة بناء الشبكة. • المخطط الدفاعي (Defence Plan) هو أحد الإجراءات الذي يتعين على الشركة العامة للكهرباء تطويره. وبمجرد تطويره، يتعين على	•

			الشركة العامة للكهرباء أن تضع في الفقرة مرجع الوثيقة التي تحتوي على المخطط الدفاعي. • تحدد الشركة العامة للكهرباء الخصائص الوظيفية والفنية لمثل هذه الأجهزة الإضافية للمراقبة والتحكم عن بعد من أجل الدفاع عن النظام واستعادته، وتكمل النص الذي يشير إلى ما إذا كانت المعايير ستكون في ملحق لرمز الشبكة، أو ستكون متاحة على موقع الشركة العامة للكهرباء. • الفترات الزمنية للقبول وإعطاء التراخيص وإجراءات اتفاقية التوصيل ومدة تركيب وحدات الطاقات المتجددة. • تحدد الشركة العامة الكهرباء المعايير المعتمدة لخطوط نقل الجهد العالي والجهد الفائق موضحة ما إذا كانت: المعايير ستكون في ملحق رمز الشبكة.	

5.16 المراجع الرئيسية للمشروع

[1] The World Bank, Libya-Supporting Electricity Sector Reform (PI 54606), Contract No. 7181909 - Task D: Strategic Plan for Renewable Energy Development, "Grid Code for Renewable Sources", 12th December 2017. مستند رموز الشبكة المعتمد من الشركة العامة للكهرباء (الملحق ب).

[2] Assessment and Endorsement of GECOL grid code, FINAL APPROVED – Grid Code Proposal, LIBYA Power enhancement initiative Studies for electrical system in Libya, prepared by CESI SpA, in support of Eni SpA, 21th December 2020.

[3] COMMISSION REGULATION (EU) 2016/631 of 14 April 2016, establishing a network code on requirements for grid connection of generators, Official Journal of the European Union, 27.4.2016.

[4] Implementation of the Network Code on Requirements for Grid Connection of Generators, February – 2021 Catalogue number: MJ-03-19-956-EN-N, ISBN 978-92-76-14311-6, doi:10.2833/235293, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021, © European Union, 2021

[5] Saudi Electricity Company, The Saudi Arabian Grid Code, May 2024, Updated by: National Grid SA.

[6] THE GRID CODE, ISSUE 6, REVISION 24, 4 June 2024. © 2024 Copyright owned by National Grid Electricity System Operator, Great Britain.

[7] EirGrid Grid Code, Version 14.1, Issue Date: 11/06/2024, (Island of Ireland, Northern Ireland).

[8] RENEWABLES STANDARDS, Version 1.3 May 2019, Regulatory & Supervisory Bureau – Dubai, UAE.

[9] Grid codes for renewable powered systems, International Renewable ، IRENA (2022) Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-427-1.

CESI INTERCONNECTION GRID CODE FOR THE PAN ARAB ELECTRICITY MARKET, [10] CONNECTION CODE, 22/05/2020.

Transmission Code 2007, Network and System Rules of the German Transmission [11] System Operators, August 2007

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل السادس: كفاءة الطاقة وإدارة الطلب

6.1 تمهيد

في ظل التحولات الجذرية في أنظمة الطاقة العالمية، باتت كفاءة الطاقة (Energy Efficiency) وإدارة الطلب على الطاقة (Demand Side Management - DSM) من المحاور الأساسية لتحقيق أمن الطاقة، وتعزيز الاستدامة البيئية، وتقليل التكاليف الاقتصادية على المدى الطويل. وتكتسب هذه الاستراتيجيات أهمية متزايدة في الدول التي تعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري، مثل ليبيا، والتي تواجه تحديات متعلقة بارتفاع معدلات الاستهلاك، وضعف كفاءة أنظمة النقل والتوزيع، وغياب الحوافز الفعالة لترشيد الطلب.

وتشير دراسات الوكالة الدولية للطاقة (IEA, 2021) إلى أن تحسين كفاءة الطاقة يمثل الوسيلة الأقل تكلفة لتقليل الانبعاثات وتحسين استقرار الشبكات. كما يسهم في خلق وظائف خضراء جديدة، وتحقيق وفورات مالية كبيرة على المستوى الوطني.

6.2 كفاءة الطاقة: تحسين الأداء وتقليل الهدر

كفاءة الطاقة تعني استخدام كميات أقل من الطاقة لإنتاج نفس المستوى من الخدمة أو الأداء. ويتحقق ذلك من خلال تبني تقنيات وممارسات تقلل من الفاقد، وتحسّن أداء الأجهزة والأنظمة في مختلف القطاعات، لا سيما السكنية، الصناعية، والتجارية.

تشمل أبرز تطبيقات كفاءة الطاقة:

- **تصميم المباني المستدامة:** عبر استخدام مواد عزل حراري فعّالة، وتصاميم تقلل الحاجة للتبريد أو التدفئة الاصطناعية، بما في ذلك النوافذ مزدوجة الزجاج، والاتجاه المعماري المناسب للشمس.
- **التجهيزات والأجهزة عالية الكفاءة:** مثل أنظمة الإنارة LED، والمحركات الكهربائية المصنّفة بدرجة كفاءة عالية، وأنظمة التبريد والتدفئة المعتمدة على تكنولوجيا Inverter
- **أنظمة التحكم الذكية:** التي تعتمد على تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي لمراقبة الاستهلاك وتحسين الأداء في الوقت الحقيقي، وخاصة في المباني الكبرى والمنشآت الصناعية.
- **إدماج مصادر الطاقة المتجددة:** مثل الطاقة الشمسية لتقليل الاعتماد على مصادر تقليدية، مما يعزز الكفاءة الكلية لمنظومة الطاقة.

المرجع: IEA (2022), Energy Efficiency 2022 Report

6.3 إدارة الطلب على الطاقة: استراتيجيات متقدمة لتحقيق التوازن

إدارة الطلب هي مجموعة من السياسات والتقنيات المصممة لتعديل سلوك المستهلكين وتحسين أنماط استهلاكهم للطاقة، خاصة خلال فترات الذروة. ويُعد هذا النهج جزءًا من تحول عالمي نحو أنظمة كهربائية أكثر مرونة واستجابة؛ إذ يساعد في تخفيف الضغط على الشبكة، وتقليل الحاجة لاستثمارات ضخمة في التوليد التقليدي.

تشمل أدوات إدارة الطلب ما يلي:

- برامج الاستجابة للطلب (Demand Response): التي توفّر حوافز مالية للمستهلكين مقابل تقليل أو تحويل استهلاكهم خلال أوقات الذروة، مما يسهم في استقرار النظام الكهربائي.
- نظم التسعير المتغيرة: مثل التعرفة حسب الوقت (Time-of-Use Tariffs) أو التسعير الديناميكي، والتي تشجع المستهلكين على تقليل استهلاكهم خلال ساعات الذروة.
- التخزين الكهربائي: من خلال البطاريات أو أنظمة التخزين الحراري، والتي تسمح بتخزين الفائض من الكهرباء خلال أوقات الحمل المنخفض، واستخدامه لاحقًا عند الحاجة.
- الشبكات الذكية (Smart Grids) : التي تستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لإدارة وتحسين توزيع الكهرباء، وكشف الأعطال، وتحسين كفاءة التوزيع.

المرجع: World Bank (2020), Demand Side Management Best Practices; IEA (2023), Digital Demand-Driven Electricity Networks.

6.4 الفوائد الاقتصادية والبيئية

يُعد الاستثمار في كفاءة الطاقة وإدارة الطلب من أكثر السياسات فعالية لتحقيق وفورات اقتصادية ملموسة وتحقيق الأهداف البيئية في آن واحد. وتشير تقارير الوكالة الدولية للطاقة (IEA, 2022) إلى أن تنفيذ برامج كفاءة الطاقة يمكن أن يؤدي إلى تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة تصل إلى 40% بحلول عام 2040، مع تحقيق وفورات تصل إلى تريليونات الدولارات عالميًا في فواتير الطاقة. وتكتسب هذه الفوائد أهمية خاصة في الدول ذات الموارد المحدودة أو التي تعاني من اختناقات في البنية التحتية، مثل ليبيا.

أولًا: الفوائد الاقتصادية

1. تخفيض التكاليف التشغيلية:

تحسين كفاءة الطاقة يقلل من استهلاك الكهرباء والوقود، مما ينعكس مباشرة على انخفاض فواتير الطاقة لدى

المستهلكين والشركات. كما أن إدارة الطلب تقلل من اعتماد الشبكة على محطات التوليد الاحتياطية ذات التكلفة العالية، مما يخفض النفقات التشغيلية لشركات الكهرباء.

2. تحسين كفاءة الإنتاج وزيادة الربحية:

في القطاع الصناعي، يسهم استخدام تقنيات مثل المحركات عالية الكفاءة واسترداد الطاقة الحرارية في تقليل الفاقد وتحسين كفاءة التشغيل، مما يعزز الربحية ويُحسن القدرة التنافسية للمنتجات المحلية.

3. تقليل الحاجة إلى استثمارات في البنية التحتية:

إدارة الطلب تسهم في توزيع الاستهلاك بشكل أكثر توازنًا على مدار اليوم، مما يقلل من الحاجة إلى توسعة شبكات الكهرباء أو بناء محطات جديدة، ويؤدي إلى خفض تكاليف الصيانة والتحديثات.

4. خلق فرص عمل وتحفيز الاقتصاد:

الاستثمارات في برامج كفاءة الطاقة تخلق فرص عمل في مجالات متعددة مثل الهندسة، والتشييد، وخدمات الطاقة، وتكنولوجيا المعلومات. ووفقًا لتقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA, 2021)، فإن كل مليون دولار يُستثمر في كفاءة الطاقة يولّد ما بين 10 إلى 15 فرصة عمل مباشرة وغير مباشرة.

5. تعزيز أمن الطاقة وتقليل الاعتماد على الاستيراد:

خفض الاستهلاك المحلي للطاقة يقلل من الحاجة إلى استيراد الوقود، مما يعزز من أمن الطاقة ويقلل من التأثر بتقلبات الأسواق الدولية. كما يدعم الاستقرار الاقتصادي من خلال تقليل العجز التجاري وتحقيق وفورات في الميزانية العامة.

ثانيًا: الفوائد البيئية

1.تقليل الانبعاثات الكربونية:

ترشيد استهلاك الوقود الأحفوري يؤدي إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والملوثات الهوائية الأخرى، مما يساعد ليبيا على الوفاء بالتزاماتها الدولية بموجب اتفاقية باريس للمناخ.

2. الحفاظ على الموارد الطبيعية:

من خلال تقليل الحاجة لاستخراج الوقود الأحفوري والمياه المستخدمة في التبريد، تقلل كفاءة الطاقة من التأثيرات البيئية السلبية المصاحبة للتعدين واستهلاك الموارد، خاصة في المناطق ذات الندرة المائية.

3.تقليل النفايات والفاقد الحراري:

تحسين كفاءة الأجهزة والمنشآت الصناعية يقلل من المخلفات الإلكترونية والحرارية، ويدعم تطبيق أنظمة استرداد الطاقة التي تقلل من الفاقد وتعيد استخدام الحرارة المهدورة في العمليات الأخرى.

4.تعزيز الاعتماد على الطاقات المتجددة:

تسمح إدارة الطلب بدمج أفضل لمصادر الطاقة المتجددة المتقطعة مثل الشمس والرياح، من خلال تقنيات التخزين الذكي وتعديل أنماط الاستهلاك، مما يزيد من موثوقية الشبكة ويقلل الاعتماد على المصادر التقليدية.

5. تحسين جودة الهواء والصحة العامة:

الحد من حرق الوقود الأحفوري يؤدي إلى تقليل ملوثات الهواء مثل أكاسيد النيتروجين والكبريت، مما يقلل من معدلات الإصابة بالأمراض التنفسية ويخفض العبء المالي على النظام الصحي.

المراجع:

1. IEA (2022), Energy Efficiency 2022 Report
2. IRENA (2021), Measuring the Socio-Economics of Transition
3. World Bank (2020), Energy Efficiency: Lessons Learned and Best Practices

6.5 تقييم الوضع الحالي للنفط والغاز الطبيعي

تُعد ليبيا من أبرز الدول المنتجة للنفط والغاز الطبيعي في إفريقيا، وتمتلك احتياطيات ضخمة تشكّل الركيزة الأساسية لاقتصادها الوطني. ورغم ما تتيحه هذه الموارد من فرص تنموية واقتصادية واعدة، فإن قطاع الطاقة في ليبيا يواجه تحديات كبيرة تتعلق بالاستقرار السياسي، ونقص الاستثمارات، وتهالك البنية التحتية. ويُعتبر تقييم هذا الوضع خطوة جوهرية لفهم الواقع الحالي وتحديد نقاط القوة والضعف في مسار الانتقال إلى مزيج طاقي أكثر استدامة.

6.5.1 احتياطيات النفط والغاز الطبيعي

- **النفط الخام**: تُقدَّر الاحتياطيات المؤكدة من النفط في ليبيا بحوالي 48 مليار برميل، ما يجعلها في المرتبة التاسعة عالميًا من حيث حجم الاحتياطي، والأولى على مستوى إفريقيا.
- **الغاز الطبيعي**: تمتلك ليبيا احتياطيات مؤكدة من الغاز الطبيعي تُقدَّر بنحو 1.5 تريليون متر مكعب، وهي موارد غير مستغلة بالكامل بعد، رغم ما تمثله من فرصة استراتيجية لتنويع مصادر الطاقة وتعزيز الصادرات.

6.5.2 الإنتاج المحلي من النفط والغاز الطبيعي

- **النفط الخام**: بلغ إنتاج ليبيا من النفط حتى سبتمبر 2024 نحو 1.3 مليون برميل يوميًا، ويعتمد الإنتاج على استقرار الأوضاع في الحقول والموانئ النفطية.

- **الغاز الطبيعي:** يُقدّر الإنتاج المحلي من الغاز الطبيعي بنحو 4.5 مليار قدم مكعب يوميًا، يُستخدم معظمه محليًا لتوليد الكهرباء وتشغيل المصانع، مع تصدير نسبة محدودة منه إلى الأسواق الأوروبية، خاصة عبر خط أنابيب "السيل الأخضر (Greenstream) "إلى إيطاليا.

6.5.3 الاستهلاك المحلي للطاقة

- **مشتقات النفط:** يستهلك السوق المحلي نحو 100ألف برميل يوميًا من المنتجات المكررة مثل البنزين والديزل، يُستخدم أغلبها في قطاع النقل والصناعات الخفيفة.
- **الغاز الطبيعي:** يُستخدم الغاز الطبيعي بنسبة تقديرية تصل إلى 70 %من إجمالي استهلاك الطاقة، خاصة في تشغيل محطات الكهرباء الحرارية ومحطات التحلية وبعض الصناعات الثقيلة.

6.5.4 الصادرات

- **النفط الخام:** تصدّر ليبيا تقريبًا كامل إنتاجها البالغ 1.3مليون برميل يوميًا، ويُعد النفط المصدر الأول للعملة الصعبة.
- **الغاز الطبيعي**: رغم محدودية حجم التصدير مقارنة بالنفط، فإن الغاز الطبيعي يُمثل المورد الثاني للعائدات، ويُصدّر أساسًا إلى إيطاليا عبر خطوط بحرية مباشرة.

6.5.5 حجم المشتقات المستوردة

- **البنزين والديزل**: تستورد ليبيا ما بين 20,000 إلى 30,000 برميل يوميًا من البنزين، وما بين 50,000إلى 60,000 برميل يوميًا من الديزل، نظرًا لانخفاض كفاءة المصافي المحلية وعدم قدرتها على تلبية الطلب المحلي.
- **الغاز الطبيعي**: لا تُعد ليبيا مستوردًا تقليديًا للغاز، نظرًا لوفرة الاحتياطي المحلي، لكنها قد تلجأ إلى استيراد كميات محدودة من الغاز الطبيعي المسال (LNG) في ظروف خاصة، مثل حالات الذروة أو تعطل خطوط الإنتاج المحلي.

المراجع:

1. OPEC Annual Statistical Bulletin 2023
2. BP Statistical Review of World Energy 2023
3. تقارير المؤسسة الوطنية للنفط في ليبيا (NOC)
4. وزارة النفط والغاز – ليبيا
5. IEA – International Energy Agency

6. Libya Energy Outlook – Oxford Institute for Energy Studies (2022)

7. Greenstream Pipeline Information – ENI SpA

6.6 الوضع الحالي للطاقة الكهربائية في ليبيا

6.6.1 الإنتاج ومصادر الطاقة

يعتمد قطاع توليد الكهرباء في ليبيا بشكل شبه كلي على الوقود الأحفوري، وبشكل خاص الغاز الطبيعي، الذي يمثل أكثر من 70% من الوقود المستخدم في محطات التوليد، يليه النفط ومشتقاته. ورغم وفرة هذه الموارد، فإن النظام الكهربائي يعاني من فجوة متزايدة بين القدرة الإنتاجية والطلب الفعلي، خاصة خلال أشهر الصيف التي تشهد ارتفاعًا حادًا في استهلاك الكهرباء بسبب استخدام أجهزة التكييف. بلغت الذروة الصيفية لعام 2024 م حوالي 8764 MW حسب المعلومات المتوفرة من الشركة العامة للكهرباء. ولا يوجد لدينا أي معلومات عن نسبة العجز في إنتاج الكهرباء.

6.6.2 التحديات

1. التحديات التقنية

معظم محطات التوليد الحالية قديمة وتعاني من تقادم تقني، حيث تجاوز عمر العديد منها 30 عامًا، وهي بحاجة إلى صيانة جذرية أو استبدال. كما أن محدودية توفر قطع الغيار والاعتماد على مصادر خارجية يزيد من تعقيد المشكلة.

2. التحديات المالية

يعاني قطاع الكهرباء من نقص مزمن في التمويل، سواء من الميزانيات العامة أو من الاستثمارات الخارجية، مما يؤخر تنفيذ مشروعات الصيانة والتحديث، ويؤدي إلى تراكم الأعطال والخسائر.

3. التحديات الأمنية والسياسية

حالة عدم الاستقرار السياسي والانقسام المؤسساتي منذ عام 2014 أثرت سلبًا على تنفيذ المشروعات الاستراتيجية وصيانة البنية التحتية، كما أن الهجمات المتكررة على خطوط نقل الكهرباء ومحطات التوليد تؤدي إلى انقطاعات متكررة في التغذية.

4. التحديات الإدارية والمؤسسية

ضعف التنسيق بين الجهات المعنية (الشركة العامة للكهرباء، وزارة الكهرباء، الجهات التنظيمية)، إلى جانب غياب آلية فعالة للتخطيط الطويل الأجل وسوء إدارة الموارد، كلها عوامل أدت إلى تراجع الأداء العام للقطاع.

6.6.3 التوصيات

1. **تنفيذ برامج صيانة طارئة**

يجب وضع خطة عاجلة لصيانة المحطات الكبرى ورفع كفاءتها التشغيلية، خصوصًا في طرابلس، الخمس، الزاوية، ومصراتة، لتقليل الفاقد وزيادة الجاهزية.

2. **التحول نحو الطاقة المتجددة**

يمثل إدماج مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية والرياح) ضرورة استراتيجية لتعزيز أمن الطاقة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتوفير التكاليف طويلة الأمد.

3. **تحفيز استثمارات القطاع الخاص**

وضع حوافز ضريبية وتعريفات شراء عادلة من خلال اتفاقيات شراء الطاقة (PPAs) لجذب مستثمرين في مجال التوليد المستدام.

4. **تعزيز التخطيط المؤسسي والتنسيق**

إنشاء وحدة وطنية مستقلة للتخطيط الكهربائي تضم ممثلين من كافة الجهات ذات العلاقة، وتعمل على إعداد خطط استثمارية وتمويلية مبنية على سيناريوهات الطلب المتوقعة.

5. **تحديث البنية التحتية للنقل والتوزيع**

تحسين كفاءة شبكات النقل وخطوط الجهد العالي، وتحديث محطات التوزيع، من خلال الاستفادة من تقنيات الشبكات الذكية (Smart Grids).

المراجع:

1. **الشركة العامة للكهرباء في ليبيا (GECOL)**
   - تقارير الأداء السنوية. (2022–2024)
2. **وزارة الكهرباء والطاقات المتجددة – ليبيا**
   - خطط الوزارة وتقاريرها السنوية حول مشروعات التوليد والنقل.
3. **تقرير البنك الدولي عن قطاع الطاقة في ليبيا**
   - World Bank (2020). *"Libya Economic Monitor: Addressing Libya's Electricity Crisis"*.
4. **تقرير الوكالة الدولية للطاقة (IEA)**
   - *IEA Country Profiles: Libya – Energy Data and Statistics*
   - https://www.iea.org/countries/libya

5. **مشروع البنك الإفريقي للتنمية حول البنية التحتية في ليبيا**

- African Development Bank (AfDB), *Libya Infrastructure and Energy Report*, 2021.

6. **تقرير المبادرة الإقليمية لشمال إفريقيا للطاقة المستدامة -MEDENER**

- *Assessment of Energy Efficiency and Renewable Energy in North Africa – Libya Chapter*

6.7 تقييم الوضع الحالي للطاقات المتجددة في ليبيا

تسعى ليبيا في السنوات الأخيرة إلى تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، خاصة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية المتصاعدة، وتذبذب أسعار النفط، وتفاقم الطلب المحلي على الكهرباء. وعلى الرغم من امتلاكها لإمكانات متجددة هائلة، فإن مساهمة الطاقة المتجددة في خليط الطاقة الوطني لا يزال محدودا للغاية، ما يتطلب تدخلًا استراتيجيًا لتطوير هذا القطاع الحيوي..

6.7.1 الوضع الحالي

1.الإمكانات الطبيعية للطاقة المتجددة في ليبيا:

الطاقة الشمسية:

ليبيا من أغنى دول العالم بالإشعاع الشمسي، حيث يتراوح المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي بين 6 إلى 7 كيلووات/ساعة لكل متر مربع يوميًا في معظم المناطق، ويمتد ضوء الشمس لأكثر من 3,200 ساعة سنويًا، ما يوفر بيئة مثالية لمحطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية والمركّزة (CSP).

طاقة الرياح:

تتميز السواحل الشمالية وبعض المناطق الصحراوية بسرعات رياح ملائمة لتوليد الكهرباء، إذ تصل سرعة الرياح إلى أكثر من 6 أمتار/ثانية على ارتفاع 50 مترًا في عدة مواقع. أبرز المناطق المناسبة تشمل: الجبل الأخضر، ومناطق هون، وغات، ومحيط مدينة مزدة.

الطاقة الحيوية والحرارية الجوفية:

لا تزال الإمكانات المتاحة لهذه المصادر محدودة وغير مستغلة حتى الآن، نظرًا للتركيز على الشمس والرياح، لكن ثمة فرص مستقبلية للزراعة الطاقية وإعادة استخدام النفايات.

2.المشروعات:

حتى منتصف 2024، لم تدخل أي محطة كبيرة للطاقة المتجددة حيز التشغيل الفعلي. ومع ذلك، تم التوقيع على عدة مذكرات تفاهم واتفاقيات نوايا مع مستثمرين دوليين ومحليين لتطوير مشروعات طاقة شمسية ورياح بقدرة إجمالية

تتجاوز 2,000 ميغاوات. ورغم ذلك، لم تصل أي من المشروعات إلى مرحلة التشغيل بسبب العقبات المؤسسية والفنية والتمويلية.

3.التحديات الرئيسية:

1. الإطار التشريعي والمؤسسي:

- غياب قانون حديث للطاقة المتجددة يحدد أدوار القطاع الخاص والجهات الحكومية.
- ضعف الحوافز المالية (مثل التعرفة المشجعة أو الإعفاءات الضريبية).
- غموض السياسات المتعلقة باتفاقيات شراء الطاقة (PPAs).

2. التمويل والاستثمار:

- ضعف قدرة الدولة على تمويل المشروعات الكبرى في ظل الضغوط المالية.
- تخوف المستثمرين بسبب المخاطر السياسية والأمنية.
- غياب آليات تمويل مبتكرة مثل التمويل الأخضر أو الحوافز السيادية.

3. البنية التحتية:

- عدم استعداد الشبكة الكهربائية لاستقبال مصادر طاقة متقطعة مثل الشمس والرياح.
- محدودية أنظمة التخزين، وصعوبة الربط في المناطق النائية.
- ضعف أنظمة القياس والتحكم الذكية (Smart Metering/Smart Grids).

4. القدرات البشرية:

- نقص الكفاءات المحلية المتخصصة في تصميم وتركيب وتشغيل أنظمة الطاقة المتجددة.
- غياب مراكز تدريب وبحث تطبيقية متخصصة.

5. الثقافة المجتمعية:

- ضعف الوعي لدى الجمهور بأهمية الطاقة المتجددة وجدواها.
- مقاومة التغيير نحو مصادر جديدة للطاقة لأسباب اقتصادية واجتماعية.

المراجع:

1. الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، تقرير آفاق 2023.

2. وكالة الطاقة الدولية.(IEA) – Country Profile: Libya (2022)

3. Global Solar Atlas, World Bank Group, 2023.

4. تقرير خارطة الطريق للطاقة المتجددة في ليبيا.IRENA & RCREEE, 2021 –

5. وزارة التخطيط – ورقة سياسات الطاقة 2022.

6. صندوق الطاقة المستدامة لأفريقيا – (SEFA) حالة الاستثمار في الطاقات المتجددة بليبيا، 2022.

7. مقابلات فنية مع مسؤولي جهاز الطاقات المتجددة – 2023 و2024.

8. مشروع برنامج الطاقة في ليبيا.GIZ/UNDP Libya, 2021 -

6.8 كفاءة الطاقة في قطاع الكهرباء

يُعد قطاع التحويل الكهربائي (Generation, Transmission, and Distribution) من أكبر مستهلكي الطاقة في ليبيا، ويشكل محورًا رئيسيًا لأي جهود وطنية لتحسين كفاءة الطاقة وتقليل الانبعاثات. فالهدر الكبير في عمليات التوليد والنقل والتوزيع يؤثر مباشرة على استقرار الشبكة، ويزيد من التكاليف التشغيلية والبيئية، ويقلل من الكفاءة الاقتصادية العامة للقطاع. وفقًا لتقارير وكالة الطاقة الدولية (IEA)، يمكن تحقيق تحسن كبير في كفاءة القطاع من خلال اعتماد مجموعة من الإجراءات التقنية والتنظيمية.

6.8.1 استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الكهرباء

1. **تحسين كفاءة محطات التوليد الحرارية:**
   - التوسع في استخدام تقنيات الدورة المركبة (Combined Cycle Gas Turbines - CCGT) بدلاً من الدورة البسيطة، حيث تصل الكفاءة إلى أكثر من 55% مقارنة بـ33–38% في المحطات التقليدية.
   - إدخال أنظمة استرداد الحرارة المهدرة (Heat Recovery Steam Generators - HRSG) لتعزيز الكفاءة والحد من فقدان الطاقة.
2. **التحول إلى الوقود الأنظف:**
   - استبدال المشتقات النفطية المستخدمة في المحطات بالغاز الطبيعي باعتباره خيارًا أكثر كفاءة وأقل انبعاثًا للملوثات.
   - دعم مشروعات البنية التحتية المرتبطة بشبكات نقل الغاز لتغذية المحطات بانتظام.
3. **تحسين كفاءة أنظمة النقل والتوزيع:**
   - تطوير شبكات النقل عبر استخدام أسلاك كهربائية عالية الجهد وذات مقاومة منخفضة.
   - تنفيذ مشروعات لتحديث المحولات وخفض الفاقد الفني في شبكات التوزيع (Technical Losses) الذي يتجاوز في بعض المناطق 20%، بينما المعدل العالمي الأمثل يقل عن 8%.

4. **اعتماد الشبكات الذكية (Smart Grids):**

- تمكين الإدارة الذكية للأحمال والاستهلاك، وتقليل الفاقد غير الفني، وتحسين استجابة الشبكة للطلب المتغير.
- تركيب العدادات الذكية (Smart Meters) وأنظمة مراقبة وتحكم رقمية لتتبع وتحسين الأداء التشغيلي.

5. **تعزيز الصيانة والتشغيل الفعال:**

- تطبيق جداول صيانة دورية ووقائية للمعدات، بما يقلل من الأعطال المفاجئة التي تؤدي إلى توقف التوليد أو فقدان الطاقة.
- تدريب الكوادر الهندسية والفنية على تقنيات تشغيل وتحكم أكثر كفاءة في المحطات، خاصة خلال فترات الذروة.

6. **تحسين إجراءات قياس الأداء والانبعاثات:**

- تطوير أنظمة قياس وتحكم في الاحتراق (Combustion Control) لرفع كفاءة التشغيل وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين.

المراجع:

1. International Energy Agency (IEA), "Energy Efficiency 2023", https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023
2. World Bank, "Electricity Transmission and Distribution Efficiency Improvement Projects," Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP).
3. United Nations ESCWA, "Improving Power System Efficiency in the Arab Region", 2021.
4. Libya Energy & Power Report, African Development Bank, 2022.
5. GECOL(الشركة العامة للكهرباء) – تقارير الأداء السنوي.
6. وزارة التخطيط – تقارير قطاع الطاقة الوطنية.

6.9 كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي

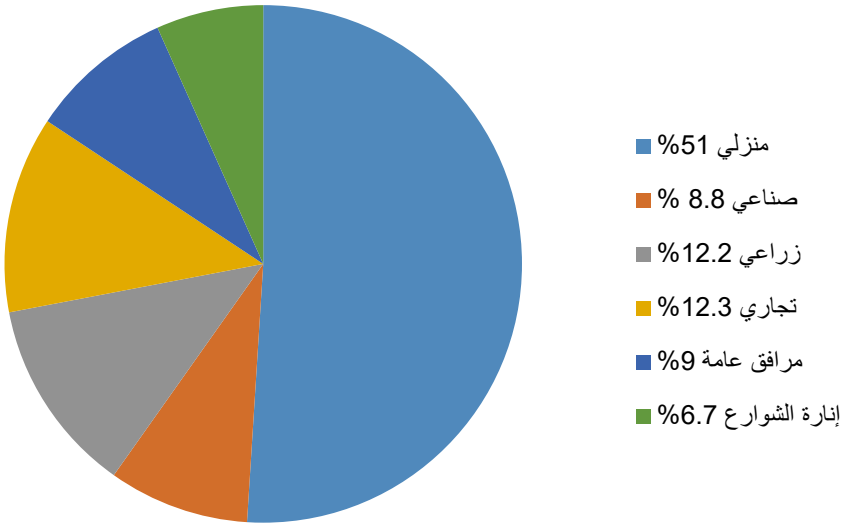
يمثل تحسين كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي، سواء كان فردًا أو مؤسسة، محورًا حاسمًا في مساعي تقليل فاتورة الطاقة والحد من الانبعاثات الكربونية وتعزيز الاستخدام الرشيد للموارد. تشمل هذه الجهود تحسين أداء الأجهزة الكهربائية، واعتماد حلول إنشائية وهندسية ذكية، وتفعيل أنظمة التحكم والمراقبة في استهلاك الطاقة.

وفقًا لبيانات الشركة العامة للكهرباء لعام 2021، يتوزع استهلاك الكهرباء كما يلي:

- **القطاع المنزلي**: يستحوذ على **51%** من إجمالي الاستهلاك، وهو ما يشير إلى ضرورة تركيز الجهود على هذا القطاع من خلال حملات توعية، وتقديم حوافز لاستبدال الأجهزة المنزلية بأخرى ذات كفاءة أعلى.

- **القطاع التجاري**: يمثل **12.3%** من الاستهلاك، ما يستدعي تحسين كفاءة أنظمة التكييف، والتبريد، والإضاءة في المحلات والمراكز التجارية.
- **القطاع الزراعي**: يستحوذ على **12.2%** من الاستهلاك، ويبرز هنا أهمية إدخال أنظمة ري موفرة للطاقة ومضخات كهربائية ذات كفاءة عالية.
- **المرافق العامة**: تمثل **9%**، وتشمل المدارس، المستشفيات، الإدارات الحكومية، وهي مبانٍ يمكن تحقيق وفورات كبيرة بها عبر التحسينات المؤسسية وتحديث نظم الإنارة والتكييف.
- **القطاع الصناعي**: يستهلك **8.8%**، مع إمكانات كبيرة لترشيد الاستهلاك من خلال تحسين العمليات التشغيلية والآلات.
- **إنارة الشوارع**: تشكل **6.7%** من الاستهلاك، ما يبرز الحاجة إلى تعميم استخدام المصابيح LED منخفضة الاستهلاك في الطرقات.

الشكل 6.1 : يوضح نسبة استهلاك الكهرباء حسب القطاع (المصدر: تقرير إدارة خدمات المستهلكين – الشركة العامة للكهرباء، 2021



الشكل 6.1: نسبة استهلاك الكهرباء لكل قطاع عند المستخدم النهائي - الشركة العامة للكهرباء (2021)

6.9.1 تحسين الكفاءة في المباني والمنشآت

تُعد كفاءة الطاقة في المباني والمنشآت من الركائز الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، حيث تسهم في تقليل استهلاك الطاقة، وخفض التكاليف التشغيلية، والحد من الانبعاثات البيئية. ويزداد هذا الدور أهمية بالنظر إلى أن القطاع المنزلي والتجاري والمرافق العامة يستهلك مجتمعًا نحو 72% من إجمالي الكهرباء في ليبيا، حسب تقرير وكالة الطاقة لعام 2024، مما يجعل المباني من أبرز المجالات ذات الأولوية في استراتيجيات كفاءة الطاقة.

يتحقق تحسين الأداء الطاقي في المباني من خلال تطبيق حزمة من الحلول التقنية والتشغيلية، تشمل استخدام مواد بناء عالية الكفاءة، مثل العزل الحراري للجدران والأسطح، والنوافذ المزدوجة، وأنظمة تهوية طبيعية محسنة. كما يُعد اعتماد أنظمة إضاءة موفرة للطاقة مثل تقنيات LED، وتركيب أجهزة تكييف وتبريد ذات كفاءة عالية وتصنيفات عالمية A++)أو أعلى (من الإجراءات المحورية لتقليل الأحمال الكهربائية.

إلى جانب الجوانب التقنية، يلعب التشغيل الذكي للمباني دورًا حيويًا في ضبط أنماط الاستهلاك. ويشمل ذلك إدخال أنظمة التحكم الآلي في الإنارة والتكييف (BMS)، وتطبيق حلول تعتمد على إنترنت الأشياء (IoT) لتحسين مراقبة الطاقة في الوقت الفعلي، وزيادة الاستجابة لمتطلبات إدارة الأحمال.

ولتحقيق نتائج مستدامة، يُوصى بالتركيز على محورين متكاملين:

- **تحسين كفاءة الطاقة في المباني والمنشآت القائمة**، بما في ذلك تحديث المنظومات الكهربائية والميكانيكية المرتبطة بالمبنى مثل أنظمة التكييف والمياه والتدفئة، وإدخال أنظمة عزل وتظليل مناسبة، مع تشجيع إعادة تأهيل المباني القديمة وفقًا لمعايير جديدة.
- **تحسين كفاءة الأجهزة الكهربائية المستخدمة**، من خلال اعتماد ملصقات تصنيف كفاءة الطاقة، وتحديد الحد الأدنى المسموح به من الأداء للأجهزة المنزلية والتجارية في الأسواق الليبية، مع فرض الرقابة ومنع دخول الأجهزة ذات الكفاءة المنخفضة.

تمثل هذه الإجراءات خطوة أساسية نحو تقليل الحمل على الشبكة الوطنية، وخفض الفاقد، وتحقيق بيئة مبنية أكثر استدامة وكفاءة في مواجهة التحديات المناخية والاقتصادية المستقبلية.

6.9.2 استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في المباني والمنشآت

يمثّل قطاع المباني أحد أكبر مصادر استهلاك الطاقة في ليبيا، حيث أظهر الشكل البياني (6.1) أن القطاع المنزلي وحده يستهلك أكثر من نصف الكهرباء (51%)، يليه القطاع التجاري (12.3%)، والزراعي (12.2%)، والمرافق العامة (9%).

لذلك، فإن تعزيز كفاءة الطاقة في هذا القطاع يُعد ضرورة اقتصادية وبيئية، تتطلب مجموعة من التدخلات التقنية والتشريعية والمؤسسية.

1.استبدال المعدات الأساسية بكفاءة عالية

عند تصميم المباني الجديدة أو تحديث المباني القائمة، يجب استبدال المعدات الأساسية المرتبطة بالمبنى، مثل أنظمة التكييف والتسخين المركزي ومنظومات المياه المركزية، بمعدات عالية الكفاءة لتعزيز الأداء وتقليل استهلاك الطاقة.

2.تطوير أنظمة الإنارة والتحكم في المباني العامة

يتعين تحسين منظومات الإنارة في المباني الحكومية والعامة، مثل المدارس والمستشفيات والمساجد والفنادق، مع اعتماد وسائل تحكم ذكية لتوفير الطاقة وزيادة الكفاءة التشغيلية.

3.تحويل المباني إلى منشآت صديقة للبيئة

يجب تعزيز كفاءة استخدام الطاقة في المباني السكنية والإدارية والتجارية والخدمية من خلال تبني تقنيات العزل الحراري، واستخدام النوافذ عالية الكفاءة، ودمج الحلول المستدامة في التصميم والتشغيل.

4.وضع وتحديث القوانين والمعايير لكفاءة الطاقة

لضمان تحول مستدام نحو كفاءة الطاقة في المباني، يجب إصدار قوانين ولوائح تنظيمية تتضمن:

تحديث مستمر للمعايير والمواصفات لضمان تغطية شاملة وامتثال صارم.

- تطوير معايير كفاءة الطاقة للمباني والمعدات المستخدمة فيها، والتأكد من توافقها مع متطلبات الشركة العامة للكهرباء.
- تحديد الحد الأدنى لمتطلبات كفاءة الطاقة في المباني القائمة لضمان الأداء الجيد وتسريع عمليات التحديث.
- إدراج تقنيات المباني الذكية في اللوائح المستقبلية لتعزيز التفاعل السريع مع برامج إدارة الطلب.
- تحفيز الاستثمار طويل الأجل في كفاءة الطاقة لزيادة فرص العمل وتسريع التطوير العمراني.
- تقديم حوافز مالية وتقديرية، مثل القروض التفضيلية والإعفاءات الضريبية، وتشجيع إصدار التصاريح المعجلة لمشاريع البناء أو التحديث نحو كفاءة الطاقة.

5.إنشاء منصة معلومات رسمية لكفاءة الطاقة في المباني

لضمان تحسين أداء الطاقة، يجب توفير منصة معلومات موثوقة تسهم في:

- تصنيف المباني الأكثر كفاءة لمساعدة الجهات المعنية في التقييم والاستثمار.
- تحليل سلوك المستهلك النهائي وتقديم حلول لتحسين استخدام الطاقة.

- تعزيز برامج التدريب والدراسات المتعلقة بكفاءة الطاقة والاستفادة من التجارب العالمية.
- تنظيم حملات توعوية حول كفاءة الطاقة، وتشجيع استخدام التقنيات الذكية في إدارة المباني.

يمثل تنفيذ هذه الاستراتيجيات خطوة أساسية نحو تحقيق الاستدامة في قطاع المباني، وتقليل استهلاك الطاقة، وتعزيز كفاءة التشغيل في مختلف أنواع المباني.

المراجع:

1. International Energy Agency (IEA). (2024). *Energy Efficiency 2024: Analysis and Outlooks to 2030.* Paris: IEA. https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2024
2. UN Environment Program (UNEP). (2022). *Accelerating Building Efficiency: Eight Actions for Urban Leaders.* https://www.unep.org/resources/report/accelerating-building-efficiency
3. الشركة العامة للكهرباء في ليبيا (2021). *تقرير إدارة خدمات المستهلكين*. طرابلس، ليبيا.
4. World Bank. (2023). *Green Buildings and Energy Efficiency in MENA: Policies and Market Transformation.*
5. المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE). (2022). *تحسين كفاءة الطاقة في المباني في المنطقة العربية*. القاهرة، مصر.

6.10 كفاءة الطاقة في مجال الصناعة

يتسارع توسع قطاع الصناعة في دفع نمو الطلب على الطاقة مع استمرار التقدم التنموي والتطور الصناعي في البلاد، حيث تشتد الحاجة إلى زيادة كفاءة قطاع الصناعة في استخدام الطاقة بشكل كبير والتبديل التدريجي في التقنيات الملوثة للبيئة إلى التقنيات النظيفة ومنخفضة الانبعاثات، ويمكن ذلك باتباع سياسات وتقنيات أكثر وفرا للطاقة وكذلك باستخدام الأدوات الحديثة وتطبيق أنظمة إدارة الطاقة الصناعية وفق المعايير والقياسات الدولية المعتمدة بهذا الخصوص.

6.10.1 استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في القطاع الصناعة

1.وضع معايير أداء الطاقة للمحركات الكهربائية الصناعية

- تشكل الأنظمة التي تعتمد على المحركات الكهربائية أكثر من 50% من الاستهلاك العالمي للكهرباء.
- يجب تحديد الحد الأدنى لمتطلبات كفاءة الطاقة للمحركات الكهربائية الصناعية، مع إلغاء المحركات الأقل كفاءة من السوق لتعزيز استهلاك مستدام للطاقة.

2.إنشاء شبكات لكفاءة الطاقة الصناعية

- تعمل هذه الشبكات على رفع الوعي حول كفاءة الطاقة من خلال تبادل المعرفة بين الشركات والخبراء.
- تسهم في تسريع تنفيذ برامج إدارة الطاقة وعمليات التدقيق من خلال التعلم بين الأقران، ما يؤدي إلى تحقيق وفورات كبيرة في استهلاك الطاقة.

3.إجراء الدراسات وجمع البيانات

- جمع وتحليل بيانات استهلاك الطاقة بشكل عام، مع التركيز على القطاع الصناعي الحكومي والخاص، وإنشاء قاعدة بيانات متكاملة لدعم سياسات ترشيد الطاقة.

4.إجراء المقارنات التقنية والصناعية

- تحليل الفجوات بين العمليات الصناعية المختلفة من حيث التقنيات، المعدات، أساليب التشغيل والصيانة، وكفاءة الإنتاج، بهدف تحديد فرص التحسين.

5.تحسين العمليات التشغيلية والإدارية

- تحديد التدابير الإدارية والتشغيلية والتقنية اللازمة للاستفادة المثلى من المعدات والآلات، وزيادة كفاءتها التشغيلية والإنتاجية.

6.تنفيذ تحسينات هندسية على العمليات الصناعية

- اقتراح تعديلات على العمليات الصناعية، بما في ذلك تحسين الترتيب الهندسي، إدخال تعديلات على المعدات، وتنفيذ التحديثات التي تعزز كفاءة الطاقة.

7.تعزيز الصيانة الفعالة للمعدات

- تقديم الدعم اللازم لتنفيذ برامج صيانة فعالة، بما يضمن تشغيل المعدات بأعلى كفاءة، وتقليل هدر الطاقة، وتحسين الأداء البيئي.

8.دعم تطبيق التقنيات الحديثة

- تعزيز استخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة في العمليات الصناعية، وتبني أساليب متقدمة لإدارة الطاقة وفق المعايير الدولية المعتمدة.

9.توسيع نطاق البحث والتطوير

- تطوير التكامل التقني في القطاع الصناعي لإيجاد حلول للمشاكل الفنية، وتحسين عمليات الإنتاج، واستخدام مواد أولية صديقة للبيئة.

10.الحد من الانبعاثات الصناعية

- تحديد الصناعات ذات الانبعاثات الغازية العالية، واقتراح حلول فعالة للحد من هذه الانبعاثات وتحسين الأداء البيئي للصناعات.

11.تطوير نظام تقييم المطابقة للمعدات الكهربائية الصناعية

- تطبيق نظام معتمد لمطابقة المعدات الكهربائية والصناعية الحديثة لضمان توافقها مع معايير كفاءة الطاقة.

12.استحداث نظام تدقيق دوري لاستهلاك الطاقة

- إنشاء نظام فني لتقييم وتتبع استهلاك الطاقة، بما يتيح مقارنة الاستهلاك الفعلي مع القيم المرجعية الأولية، لضمان التحسين المستمر.

13.تعزيز ثقافة كفاءة الطاقة داخل المؤسسات الصناعية

- نشر الوعي حول أهمية ترشيد استهلاك الطاقة، وتبني ممارسات بيئية مستدامة، وتعزيز السلوك المسؤول في استهلاك الطاقة داخل المنشآت الصناعية.

14.بناء القدرات في مجال كفاءة الطاقة والبيئة

- توفير برامج تدريب وتأهيل للكوادر الصناعية في مجال إدارة الطاقة والاستدامة البيئية، لرفع كفاءة التشغيل وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

15. دمج كفاءة الطاقة في استراتيجيات التنمية الصناعية

- ينبغي تضمين متطلبات كفاءة الطاقة كجزء من السياسات الصناعية الوطنية، وربطها بخطط التنمية الاقتصادية طويلة المدى، لضمان توافق التنمية الصناعية مع أهداف الاستدامة.

16.تطوير حوافز مالية وتشجيعية مخصصة للصناعة

- إنشاء برامج تحفيزية للمؤسسات الصناعية التي تتبنى تقنيات وممارسات كفاءة الطاقة، من خلال تخفيضات ضريبية، وقروض ميسرة، وبرامج دعم تقني.

17. .تحفيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص

- تشجيع التعاون بين الشركات الصناعية والجهات الحكومية لتطوير مشروعات تجريبية ومبادرات مشتركة في مجال كفاءة الطاقة، مما يعزز التبني السريع للحلول المتطورة.

18.إنشاء بوابة رقمية وطنية للطاقة الصناعية

- تصميم منصة إلكترونية تحتوي على أدوات تقييم، وبيانات مقارنة، وأدلة تقنية موجهة للمؤسسات الصناعية، لتسهيل الوصول إلى الموارد والخبرات المتخصصة في كفاءة الطاقة.

يهدف تطبيق هذه المعايير إلى تعزيز كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الصناعة، مما يسهم في خفض التكاليف التشغيلية، وتقليل الأثر البيئي، وتحقيق الاستدامة الاقتصادية.

المراجع:

1. International Energy Agency (IEA), *Energy Efficiency 2023 Report*
2. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), *Industrial Energy Efficiency Guidelines*
3. Alliance to Save Energy (ASE), *Improving Industrial Energy Efficiency*
4. GIZ, *Energy Efficiency in Industry – MENA Region Case Studies*
5. World Bank – ESMAP, *Energy Efficiency in Industry Roadmap*
6. RCREEE, *تحليل سياسات كفاءة الطاقة في الصناعة – تجارب عربية*
7. ISO 50001, *نظم إدارة الطاقة – المواصفات والإرشادات*

6.11 كفاءة الطاقة في مجال الزراعة و انتاج الغذاء

يُعد تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الزراعة وإنتاج الغذاء عاملًا حاسمًا لتحقيق التنمية المستدامة وضمان الأمن الغذائي في ظل التغيرات المناخية والضغوط المتزايدة على الموارد الطبيعية. يعتمد هذا القطاع بشكل كبير على الطاقة في مختلف مراحله، بدءًا من الإنتاج الزراعي والري والتسميد والحصاد، وصولًا إلى التصنيع، والتخزين، والنقل، والتوزيع. لذا فإن تحسين الكفاءة الطاقية لا يسهم فقط في تقليل التكاليف التشغيلية، بل يسهم أيضًا في حماية البيئة، وتقليل الانبعاثات، وتعزيز قدرة المزارعين والمستثمرين على تحقيق عوائد أعلى بموارد أقل.

تشير الدراسات العالمية، مثل تقرير منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2022)، إلى أن تحسين كفاءة الطاقة في الزراعة يمكن أن يقلل استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 30% في بعض الأنشطة، وهو ما يعزز فرص التوسع المستدام في الإنتاج الغذائي مع الحفاظ على الموارد الطبيعية.

6.11.1 استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الزراعة و انتاج الغذاء

1.دمج الطاقات المتجددة في الإنتاج الزراعي وصيد الأسماك

- اعتماد أنظمة الطاقات المتجددة على طول سلسلة إنتاج الغذاء والأنشطة الزراعية وصيد الأسماك، بهدف تحقيق الأمن الغذائي وتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة.

2.تحسين كفاءة الري واستخدام الطاقة المتجددة في نظم المياه

- تعزيز كفاءة أنظمة الري وتوزيع المياه، وتشجيع استخدام الطاقة الشمسية والرياح في تشغيل أنظمة الري، مما يقلل من استهلاك الوقود الأحفوري ويحسن الاستدامة البيئية.

3.تقليل الفاقد من الأغذية عبر سلسلة التوريد والاستهلاك

- وضع استراتيجيات للحد من فقد وهدر الغذاء من الإنتاج إلى الاستهلاك، عبر تحسين التخزين والنقل والمعالجة، مما يسهم في تقليل استهلاك الطاقة والموارد.

4.تطوير سياسات وطنية لدعم كفاءة الطاقة في الزراعة

- تبني سياسات وتشريعات تحفز استخدام تقنيات كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة في القطاع الزراعي، لضمان استدامة الموارد وتقليل التكاليف التشغيلية.

5.تشجيع الاستثمار في الطاقات المتجددة للقطاع الزراعي

- تحفيز المستثمرين على تنفيذ مشروعات الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لدعم العمليات الزراعية وتحقيق فوائد اقتصادية وبيئية طويلة الأمد.

6.رفع نسبة خلط الوقود الحيوي بالوقود الأحفوري تدريجياً

- تعزيز استخدام الوقود الحيوي كمصدر طاقة بديل ومستدام، من خلال رفع نسبة مزجه مع الوقود التقليدي بشكل تدريجي، مما يقلل من انبعاثات الكربون ويحسن الاستدامة البيئية.

7.تحويل النفايات الزراعية إلى طاقة حيوية

- اعتماد تقنيات الاستفادة من المخلفات العضوية الزراعية وتحويلها إلى طاقة حيوية، مما يسهم في تقليل النفايات وتعزيز الاقتصاد الدائري في القطاع الزراعي.

8.استخدام آلات ومعدات زراعية ذات كفاءة عالية

- الترويج لاستخدام المحركات والمعدات الزراعية عالية الكفاءة التي تقلل استهلاك الوقود وتسهم في تحسين الإنتاجية مع خفض التأثير البيئي.

9.توعية المزارعين بأهمية الطاقات المتجددة

- تنفيذ برامج توعية موجهة للمزارعين وأصحاب المصلحة، لتعريفهم بالمزايا الاقتصادية والبيئية لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز تبني هذه التقنيات.

10.توفير قروض لدعم كفاءة الطاقة في الزراعة

- تخصيص برامج تمويل وقروض ميسرة لدعم تنفيذ مشروعات كفاءة الطاقة في القطاع الزراعي، وتحفيز تبني حلول مستدامة وفعالة.

11.دعم البحث والتطوير في كفاءة الطاقة الزراعية

- تعزيز دور المراكز البحثية في تطوير أساليب وتقنيات حديثة لتحسين كفاءة الطاقة في القطاع الزراعي، مع التركيز على الحلول المبتكرة والمستدامة.
- يؤدي تنفيذ هذه الاستراتيجيات إلى تحقيق قطاع زراعي أكثر استدامة وكفاءة، مما يعزز الأمن الغذائي، ويخفض التكاليف التشغيلية، ويقلل التأثير البيئي للأنشطة الزراعية.

المراجع:

1. FAO. (2022). *Energy-smart food for people and climate: Issue paper*. Rome.
2. IEA. (2021). *Energy Efficiency 2021: Analysis and Outlooks to 2030*.
3. World Bank. (2020). *Agricultural Productivity and Energy Use: Trends and Recommendations for Africa*.
4. GIZ. (2019). *Renewable Energy for Agriculture – New Opportunities for Developing Countries*.
5. UNIDO. (2022). *Industrial Energy Efficiency in the Agro-Food Sector*.

6.12 كفاءة الطاقة في قطاع المواصلات

يُعد قطاع المواصلات من أكثر القطاعات استهلاكًا للطاقة، حيث يعتمد بشكل رئيسي على الوقود الأحفوري في تشغيل المركبات والطائرات والسفن والقطارات وحسب تقرير وكالة الطاقة الدولية لسنة 2022 فإن السيارات الخاصة والشاحنات مسؤولة عن أكثر من 25% من الاستهلاك العالمي للطاقة ونحو 10% من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. لذلك، فإن تحسين كفاءة الطاقة في هذا القطاع يُسهم في تقليل استهلاك الوقود، وخفض التكاليف، والحد من الانبعاثات الكربونية، مما يدعم الاستدامة البيئية ويسهم في تحسين جودة الهواء.

تشمل استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في المواصلات تطوير المركبات الكهربائية والهجينة، وتعزيز وسائل النقل العام، واستخدام الوقود البديل مثل الهيدروجين والغاز الطبيعي. بالإضافة لتحسين البنية التحتية للنقل، مثل تطوير الطرق الذكية، وتطبيق أنظمة المرور الحديثة، التي تساعد في تقليل الازدحام وزيادة كفاءة استهلاك الوقود.

6.12.1 استراتيجيات تحسين كفاءة الطاقة في قطاع المواصلات

1.إنشاء قاعدة بيانات وإحصائيات حديثة لقطاع النقل

تطوير قاعدة بيانات شاملة باستخدام أحدث التقنيات لجمع وتحليل بيانات النقل البري، بما في ذلك إحصائيات نسبة تملك السيارات إلى عدد السكان، لدعم التخطيط واتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات.

2.تطوير التشريعات البيئية لقطاع النقل

- استصدار معايير ومواصفات بيئية ملزمة لمركبات النقل، ووضع آليات لمتابعة الامتثال وتنفيذها بفعالية.
- اتخاذ قرار بالرفع التدريجي لدعم المحروقات لتشجيع التحول إلى وسائل النقل الأكثر كفاءة واستدامة.

3.التحول نحو المركبات الكهربائية ومصادر الطاقة النظيفة

- مواكبة التوجه العالمي في اعتماد المركبات الكهربائية، خاصة في المدن ذات الكثافة السكانية العالية، للحد من التلوث البيئي.
- تطوير سياسات وإجراءات لدعم استخدام المركبات الكهربائية، مع ضمان إنتاج الطاقة اللازمة لها من مصادر متجددة أو وقود أنظف بكفاءة عالية.

4.تعزيز النقل الجماعي العام بوسائل نظيفة

- تشجيع استخدام وسائل النقل الجماعي الصديقة للبيئة، مثل الحافلات الكهربائية، مترو الأنفاق، وسكك الحديد، مع تحسين مستوى الخدمة والراحة والالتزام بالمواعيد.
- تعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص لتنفيذ مشروعات النقل المستدام.

5.رفع الوعي البيئي وتعزيز القدرات الوطنية

- تنفيذ برامج توعية شاملة عبر وسائل الإعلام والتقنيات الرقمية، لتعزيز الوعي البيئي والاقتصادي بأهمية الاستدامة في قطاع النقل.
- تطوير الكفاءات الوطنية في مجالات النقل المستدام، من خلال برامج تدريب وتأهيل متخصصة.

6.تطوير البنية التحتية الداعمة للتنقل المستدام

- إنشاء ممرات مخصصة للدراجات الهوائية والمشاة، وتوسيع شبكات شحن السيارات الكهربائية، خاصة في المدن الكبرى والمراكز الحضرية.

7. اعتماد أنظمة النقل الذكي (ITS)

- تطبيق حلول رقمية ذكية لإدارة حركة المرور، تتضمن الإشارات الضوئية الذكية، وتطبيقات التنبؤ بالازدحام، مما يقلل من وقت الانتظار واستهلاك الوقود.

8.تحفيز تصنيع وتجميع المركبات الكهربائية محليًا

- وضع حوافز ضريبية وتشريعية لجذب الاستثمارات نحو تصنيع السيارات الكهربائية وقطع غيارها داخل ليبيا، بما يعزز القيمة المضافة المحلية.

9.إدخال الحو افز الضريبية والمالية

- تقديم إعفاءات جمركية وضريبية على استيراد المركبات الكهربائية والهجينة، ودعم القروض التفضيلية لتشجيع الأفراد والشركات على التغيير.

10.تطبيق برامج صيانة دورية للمركبات

- إلزام المركبات العامة والخاصة بإجراء فحص دوري لاستهلاك الوقود والانبعاثات، مما يضمن كفاءة التشغيل ويقلل من التلوث.

يهدف تنفيذ هذه الاستراتيجيات إلى تقليل الانبعاثات وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع النقل، مما يسهم في تحقيق تنقل مستدام وصديق للبيئة.

المراجع:

1. IEA (2023) – *Energy Efficiency 2023: The Decade for Action*
2. UNEP – *Global Outlook on Sustainable Transport*
3. World Bank (SuM4All) – *Global Roadmap Toward Sustainable Mobility*

   GIZ – *Energy Efficiency in Transport: Policy Guidelines*
4. RCREEE - *تقييم سياسات كفاءة الطاقة في النقل – الدول العربية*

6.13 تطوير البنية التحتية للطاقات المتجددة

يُعد تطوير البنية التحتية للطاقات المتجددة ركيزة أساسية لتحقيق أمن الطاقة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتعزيز التوجه نحو اقتصاد منخفض الكربون. تمتلك ليبيا موارد طبيعية واعدة، خاصة من حيث الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لكن الاستفادة منها تتطلب بنية تحتية متكاملة تشمل مراحل التخطيط، التمويل، التنفيذ، والتشغيل، ضمن إطار تنظيمي واضح وشامل. فيما يلي بعض النقاط الرئيسية التي يمكن العمل عليها لتحقيق ذلك:

1.التخطيط والتصميم

أ. دراسة الموارد الطبيعية

- قياس وتقييم وفرة الموارد الطبيعية مثل الشمس والرياح.
- تحديد المواقع الجغرافية المثلى لإنشاء المشروعات.

ب. تحديد الاحتياجات والأهداف

- وضع أهداف واضحة مثل نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الوطني.
- تحديد الاحتياجات التقنية والبشرية والمالية المطلوبة للمشروع.

ج. إجراء دراسات الجدوى

- تقييم التكلفة مقابل الفائدة.
- دراسة الأثر البيئي والاجتماعي والاقتصادي للمشاريع.

2.التمويل والاستثمار

أ. إيجاد مصادر التمويل

- التعاون مع البنوك والمؤسسات المالية لتأمين قروض ميسرة.
- تشجيع الاستثمارات المحلية والدولية عبر تقديم حوافز مالية وإعفاءات ضريبية.

ب. الشراكات العامة والخاصة

- العمل مع القطاع الخاص لتطوير المشروعات من خلال نموذج الشراكة.
- دعوة الشركات المتخصصة في الطاقات المتجددة للعمل في ليبيا.

3.إنشاء البنية التحتية

أ. تصميم و إنشاء المحطات

- بناء محطات طاقة شمسية ورياح تعتمد على التكنولوجيا الحديثة.
- تركيب الألواح الشمسية والتوربينات في المواقع المناسبة.

ب. تطوير شبكات الكهرباء

- تحديث شبكات النقل والتوزيع لتكون قادرة على استيعاب الطاقات المتجددة.
- إضافة أنظمة إدارة ذكية لتحسين كفاءة توزيع الطاقة.

ج. أنظمة تخزين الطاقة

- بناء أنظمة تخزين لضمان استمرارية الإمداد بالطاقة.

4.التشغيل والصيانة

أ. تشغيل المحطات بفعالية

- توظيف فرق متخصصة لإدارة المحطات وضمان كفاءتها.
- تطبيق أنظمة مراقبة رقمية لمتابعة أداء المحطات.

ب. الصيانة الدورية

- جدولة عمليات صيانة دورية للحفاظ على المعدات.
- تحديث الأنظمة عند الحاجة لتحسين الأداء.

5.إطار قانوني وتنظيمي داعم

أ. وضع التشريعات

- إصدار قوانين تُلزم باستخدام نسبة من الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء.
- تسهيل التراخيص للشركات والمستثمرين في هذا المجال.

ب. الدعم الحكومي

- تقديم إعانات للشركات والمستهلكين لاستخدام الطاقة المتجددة.
- توفير بنية تحتية قانونية لتنظيم عقود شراء الطاقة.

6.التعاون الدولي والإقليمي

- الاستفادة من الخبرات الدولية والتكنولوجيا الحديثة.
- الدخول في شراكات مع دول وشركات متقدمة في الطاقات المتجددة.
- الانضمام إلى مبادرات الطاقة المتجددة العالمية للحصول على الدعم الفني والمالي.

6.13.1 النتائج المتوقعة من تطوير البنية التحتية للطاقات المتجددة

يُتوقع أن يسهم تطوير البنية التحتية لمشاريع الطاقة المتجددة في تحقيق مجموعة من النتائج الاقتصادية والبيئية والاجتماعية المهمة، من أبرزها:

1. تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، والحد من تقلبات أسعاره وتأثيراته الاقتصادية.
2. تحسين أمن الطاقة الوطني من خلال تنويع مصادر الطاقة وتعزيز الاستقلالية الطاقية.
3. خلق فرص عمل جديدة في مجالات التشغيل والصيانة والتصنيع المحلي.
4. تقليل انبعاثات الكربون والمساهمة في الحفاظ على البيئة ومكافحة التغير المناخي.
5. تنويع مزيج الطاقة وزيادة مرونته في مواجهة الأزمات وتقلبات الأسواق العالمية.
6. تعزيز التنمية الاقتصادية المحلية من خلال جذب الاستثمارات العامة والخاصة في مشروعات الطاقة النظيفة.
7. دعم الابتكار ونقل التكنولوجيا وتطوير المهارات الوطنية في مجالات الطاقة المتجددة.
8. تقليل تكاليف إنتاج الطاقة على المدى البعيد نتيجة انخفاض كُلف التشغيل والصيانة.
9. تحسين جودة الهواء والصحة العامة نتيجة انخفاض الملوثات الناتجة عن الحرق التقليدي للوقود.
10. توفير الطاقة للمناطق النائية والمحرومة من خدمات الشبكة الكهربائية التقليدية.
11. تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية المحلية مثل الشمس والرياح، بما يعزز من القيمة المضافة للموارد الوطنية.
12. المساهمة في الوفاء بالتزامات الدولة البيئية الدولية ودعم توجهاتها نحو الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة.

المراجع:

1. International Energy Agency. (2023). *Renewables 2023: Analysis and Forecast to 2028*. Retrieved from https://www.iea.org/reports/renewables-2023
2. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Planning and Prospects for Renewable Power in Africa*. Abu Dhabi: IRENA. Retrieved from https://www.irena.org/publications
3. World Bank – Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). (2021). *Toolkits for Scaling Up Renewable Energy Projects*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from https://www.esmap.org
4. REN21. (2024). *Renewables 2024 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat. Retrieved from https://www.ren21.net/reports/global-status-report/

6.14 التحديات التي تواجه كفاءة الطاقة وإدارة الطلب في ليبيا

رغم ما توفره استراتيجيات كفاءة الطاقة وإدارة الطلب من فرص اقتصادية وبيئية كبيرة، فإن تطبيقها في ليبيا يواجه عددًا من التحديات المؤسسية والتقنية والتشريعية، التي تعيق تنفيذ السياسات والبرامج بشكل فعّال. ويرتبط جزء كبير من هذه التحديات بطبيعة الاقتصاد الليبي، والاعتماد شبه الكامل على الدعم الحكومي للطاقة، وضعف البنية التحتية والمؤسسات المعنية بالقطاع.

1. غياب الإطار التشريعي والتنظيمي

لا تزال ليبيا تفتقر إلى قانون وطني شامل خاص بكفاءة الطاقة، إضافة إلى ضعف التشريعات الداعمة لبرامج إدارة الطلب، وغياب لوائح ملزمة لتطبيق المعايير والمواصفات الفنية للمعدات والأجهزة الكهربائية. ويُعد غياب جهاز مستقل مختص بكفاءة الطاقة من أبرز نقاط الضعف المؤسسي.

2. استمرار نظام الدعم غير الموجه للطاقة

يشكّل دعم أسعار الكهرباء والوقود تحديًا رئيسيًا، حيث يؤدي إلى تشويه الأسعار وعدم تحفيز المستهلكين أو الشركات على الاستثمار في الكفاءة أو تقليل الاستهلاك. ووفقًا لتقارير صندوق النقد الدولي (IMF, 2021)، فإن نظم الدعم غير الموجه تمثل عائقًا رئيسيًا أمام إصلاح القطاع الطاقي في دول المنطقة.

3. ضعف القدرات الفنية والمؤسسية

تعاني المؤسسات العامة والبلديات من نقص في الكوادر المؤهلة في مجالات كفاءة الطاقة والتدقيق الطاقي، وعدم توفر مراكز متخصصة للتدريب وبناء القدرات، مما يحد من قدرتها على تصميم وتنفيذ البرامج الفعالة. كما أن غياب قواعد البيانات الوطنية يضعف إمكانيات الرصد والتحليل.

4. تدني وعي المستهلك وسلوكيات الاستخدام

يُعد انخفاض الوعي المجتمعي بأهمية ترشيد استهلاك الطاقة من التحديات البارزة، حيث يغيب لدى العديد من المستهلكين الإدراك بالفوائد الاقتصادية والبيئية المرتبطة بتحسين الكفاءة، ويرتبط ذلك جزئيًا بانخفاض الأسعار وعدم توفر حوافز فعلية للتغيير السلوكي.

5. تقادم البنية التحتية الكهربائية

تعاني الشبكات الكهربائية في ليبيا من تقادم كبير وارتفاع معدلات الفاقد الفني والتجاري، والتي تصل في بعض المناطق إلى أكثر من 30%، بحسب بيانات الشركة العامة للكهرباء .(GECOL, 2022) ويشكل ذلك عائقًا أمام تطبيق تقنيات إدارة الطلب الذكية أو ربط مصادر الطاقة المتجددة بكفاءة.

6. غياب الحوافز التمويلية

لا تتوفر في السوق الليبي حاليًا آليات تمويلية مخصصة لمشاريع كفاءة الطاقة أو إدارة الطلب، سواء على مستوى الأفراد أو الشركات، كما تفتقر البنوك المحلية إلى الخبرة في تصميم منتجات تمويلية مناسبة لهذا النوع من المشروعات.

7. تحديات أمنية و اقتصادية

تُضعف التحديات السياسية والأمنية المتكررة من قدرة الدولة على تنفيذ برامج إصلاح طاقي طويلة الأمد، وتحدّ من جاذبية ليبيا كموقع استثماري لمشاريع كفاءة الطاقة، إضافة إلى التذبذب الاقتصادي الذي يثني القطاع الخاص عن المبادرة.

6.15 التشريعات والسياسات الخاصة لكفاءة الطاقة وإدارة الطلب

حسب التقرير الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة لسنة 2024، تم عرض حزمة من السياسات الفعالة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، سواء على مستوى القطاعات الاستهلاكية أو في قطاع إنتاج وتوزيع الكهرباء. تهدف هذه السياسات إلى

تحقيق الهدف العالمي المتمثل في مضاعفة التقدم في كفاءة الطاقة بحلول عام 2030، والوصول إلى صافي انبعاثات صفري بحلول عام 2050.

ومن أبرز هذه السياسات:

- وضع معايير وتشريعات إلزامية لكفاءة الأجهزة والمباني.
- تحسين كفاءة أنظمة النقل والصناعة.
- تحديث الشبكات الكهربائية وتعزيز الرقمنة.
- استخدام أدوات تمويل مبتكرة لدعم مشروعات الكفاءة.
- حملات توعوية لتحفيز تغيير السلوك الاستهلاكي.
- تحفيز استخدام العدادات الذكية وآليات التسعير المتغير حسب وقت الذروة.

وفي هذا الإطار، سيتم استعراض عدد من التجارب الدولية الناجحة في مجال كفاءة الطاقة وإدارة الطلب، وذلك للاستفادة من الممارسات الرائدة التي تم تبنيها في دول مثل ألمانيا، اليابان، المغرب، وتركيا، وغيرها من الدول التي حققت نتائج ملموسة في هذا المجال. يهدف هذا الاستعراض إلى الاستفادة من الدروس المستخلصة وتكييف السياسات الفعالة بما يتناسب مع السياق المحلي.

6.15.1 السياسات المقترحة لكفاءة الطاقة وإدارة الطلب في القطاعات المستخدمة

1. إنشاء هيئة متخصصة لكفاءة الطاقة

تعتبر هيئة كفاءة الطاقة جهة متخصصة تضع سياسات وتنظم خطط عمل تنفيذية لتحقيق كفاءة استخدام الطاقة. تهدف هذه الهيئة إلى متابعة مدى الالتزام بممارسات كفاءة الطاقة عبر القطاعات المختلفة وتقديم توصيات لتطوير التشريعات وتحديثها حسب الحاجة. يشمل دور الهيئة التنسيق مع وزارات الطاقة، والنقل، والصناعة، والبيئة لضمان تنفيذ السياسات بفعالية.

تجربة مصر: أسست مصر "جهاز تنظيم مرفق الكهرباء" الذي يتولى الإشراف على كفاءة الطاقة في البلاد ويعمل بالتنسيق مع القطاعات الصناعية والمستهلكين لضمان تنفيذ سياسات توفير الطاقة.

2. اعتماد مواصفات المباني الصديقة للبيئة

تسعى سياسات كفاءة الطاقة في قطاع البناء إلى تحقيق مباني صديقة للبيئة، حيث يتضمن ذلك إلزام المباني الجديدة بتطبيق معايير العزل الحراري، واستخدام أنظمة إضاءة طبيعية، وتبني أنظمة ذكية لتقليل استهلاك الطاقة. يمكن دعم أصحاب المباني القائمة لتحديث تصميماتهم وفقاً لهذه المعايير عبر منح حوافز ضريبية، مما يشجع على تبني هذه التحسينات الطاقية.

تجربة المغرب: أطلقت المغرب مبادرة للمباني المستدامة شملت تشريعات لزيادة كفاءة الطاقة في المباني، مما قلل من استهلاك الكهرباء بنسبة تتراوح بين 20-30% في المنشآت التي اعتمدت التقنيات الجديدة.

3. وضع معايير للأجهزة الكهربائية والمعدات

يتطلب تحقيق كفاءة الطاقة اعتماد معايير محددة للأجهزة الكهربائية والمعدات المستخدمة. من المقترح إلزام الشركات بوضع تصنيفات كفاءة الطاقة على المنتجات لتسهيل اتخاذ المستهلكين قرارات واعية، بالإضافة إلى ضبط معايير الإنتاج لتشمل أنظمة الإضاءة، وأجهزة التكييف، ووسائل النقل، بما يحقق ترشيد استخدام الطاقة.

تجربة الاتحاد الأوروبي: يُعد نظام تصنيف الأجهزة الكهربائية في أوروبا مثالًا بارزًا، حيث ساعد في تقليل الاستهلاك المنزلي للطاقة بنسب ملحوظة.

4. تحسين كفاءة الطاقة في الصناعة

يمكن تحسين كفاءة قطاع الصناعة عبر تطبيق تقنيات حديثة موفرة للطاقة، مثل أنظمة إدارة الطاقة التي تسهم في تقليل استهلاك الطاقة وتحسين الأداء الطاقي للمصانع. كما يُنصح بتقديم دعم مالي للشركات التي تعتمد أنظمة وتقنيات موفرة للطاقة.

تجربة تركيا: نفذت تركيا سياسات تدعم تبني أنظمة إدارة الطاقة مما أسهم في تحسين الأداء الطاقي وخفض التكاليف الصناعية للطاقة.

5. تشجيع القطاع الزراعي على تبني الطاقة المتجددة

ويتم من خلال دعم استخدام الطاقة المتجددة في الري وعمليات الإنتاج، يمكن تحسين كفاءة الطاقة في هذا القطاع. تتضمن المقترحات تقديم حوافز لمشاريع الطاقة الشمسية للري، ودعم مشروعات توليد الطاقة من النفايات العضوية، مما يقلل من تكاليف الطاقة ويحسن من كفاءة القطاع.

تجربة الهند: في الهند، أدى تقديم الحوافز لاستخدام الطاقة الشمسية في الزراعة إلى توفير المياه والكهرباء، مع تقليل الانبعاثات.

6. التوجه نحو النقل النظيف

يعد تحسين كفاءة الطاقة في قطاع النقل أمرًا حيويًا لتقليل الانبعاثات، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. يُنصح بتشجيع استخدام المركبات الكهربائية من خلال توفير البنية التحتية اللازمة لشحنها، وتقديم إعفاءات ضريبية على شرائها. كما يجب تعزيز النقل الجماعي العام عبر وسائل نقل نظيفة كالحافلات الكهربائية ومترو الأنفاق، بالشراكة بين القطاعين العام والخاص لتحسين جودة الخدمة وتخفيف الازدحام.

تجربة الإمارات: وضعت الإمارات سياسات لدعم استخدام السيارات الكهربائية والبنية التحتية لمحطات الشحن، مما ساعد في خفض الانبعاثات خاصة في المدن الكبرى.

6.15.2 السياسات المقترحة في قطاع الكهرباء

1. تحسين كفاءة محطات الإنتاج من خلال مشروعات الدورة المزدوجة

تحسين كفاءة محطات الإنتاج يتم من خلال اعتماد تقنيات الدورة المزدوجة في المحطات الغازية، مما يسهم في زيادة كفاءة استخدام الوقود وتقليل التكاليف. يُنصح كذلك بالتوسع في بناء محطات بخارية جديدة تضمن استمرارية إمدادات الطاقة وتقلل من الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.

تجربة السعودية: قامت السعودية بتحويل العديد من محطات الإنتاج إلى نظام الدورة المزدوجة مما حسن كفاءة الوقود وخفض الانبعاثات.

2. استخدام الغاز الطبيعي كمصدر رئيسي للطاقة

يُعد الغاز الطبيعي بديلاً نظيفًا وفعّالًا للنفط في محطات الإنتاج. يمكن لليبيا تقليل التلوث البيئي من خلال تعديل المحطات الحالية لاستخدام الغاز الطبيعي، الذي يعد خيارًا استراتيجيًا لتقليل انبعاثات الكربون وتحسين كفاءة المحطات.

تجربة الجزائر: شجعت الجزائر على استخدام الغاز الطبيعي كجزء من استراتيجية طويلة الأمد لتقليل الانبعاثات وزيادة إنتاج الطاقة المستدامة.

3. تحديث أنظمة القياس والتحكم ومر اقبة الانبعاثات

لتقليل الانبعاثات، يُقترح إضافة أنظمة متطورة لمراقبة الانبعاثات في محطات الإنتاج وتحديث أنظمة القياس والتحكم لأنظمة الاحتراق. هذه الإجراءات تسهم في تحسين الأداء البيئي لمحطات الإنتاج وتوفر بيانات دقيقة لصانعي القرار.

تجربة ألمانيا: طبقت ألمانيا أنظمة مراقبة شاملة في محطات الطاقة لتحسين الكفاءة والالتزام بمعايير البيئة، مما أسهم في تحسين الأداء البيئي.

4. تحسين شبكات توزيع الطاقة الكهربائية

تُسهم شبكات توزيع الطاقة الكهربائية في تقليل الفاقد من الطاقة. يُنصح باستبدال المحولات منخفضة الكفاءة بأخرى حديثة لتحسين أداء الشبكة وتقليل الفاقد. كما يجب دراسة مسارات جديدة لخطوط النقل لتجنب الفاقد الناتج عن المسافات الطويلة.

تجربة فرنسا: اعتمدت فرنسا على شبكة نقل ذات جهد عالي، مما أسهم في تقليل الفاقد وزيادة كفاءة النقل الكهربائي.

6.16 برامج التوعية لكفاءة الطاقة وإدارة الطلب

تعد برامج التوعية بكفاءة الطاقة وإدارة الطلب على الطاقة في ليبيا جزءًا مهمًا من استراتيجيات تحقيق التنمية المستدامة في البلاد، خاصة مع التحديات التي تواجه قطاع الطاقة نتيجة الاعتماد الكبير على النفط كمصدر رئيسي للطاقة. تهدف هذه البرامج إلى تحسين استخدام الموارد الطاقية، وتقليل الفاقد وتعزيز الاستدامة البيئية. ووفقا لتقرير وكالة الطاقة الدولية لسنة 2024 فإن هذه البرامج أدت إلى تحقيق تخفيض استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين 10% إلى 30 % في القطاعات المستهدفة.

6.16.1 برامج التوعية بكفاءة الطاقة

تهدف هذه البرامج إلى تعزيز وعي المستهلكين (سواء كانوا أفرادًا أو شركات أو مؤسسات حكومية) بأهمية تحسين كفاءة استخدام الطاقة، مما يؤدي إلى توفير الطاقة وتقليل الفواتير والآثار البيئية.

1. الأهداف:

- تقليل استهلاك الطاقة دون التأثير على جودة الحياة أو الإنتاج.
- تشجيع استخدام الأجهزة الكهربائية ذات الكفاءة العالية.
- الترويج لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية.

- نشر الوعي حول الممارسات البسيطة التي تُقلل من استهلاك الطاقة (مثل إطفاء الأنوار غير الضرورية واستخدام المصابيح الموفرة للطاقة)

2. الأنشطة:

- ورش عمل ودورات تدريبية للتعريف بكفاءة الطاقة.
- حملات إعلامية عبر وسائل التواصل الاجتماعي، التلفاز، والراديو.
- توزيع كتيبات ونشرات توعوية.
- تنظيم مسابقات لتحفيز تبني الممارسات الفعّالة في كفاءة الطاقة.

6.16.2 برامج إدارة الطلب على الطاقة

تهدف هذه البرامج إلى تنظيم وتحسين استهلاك الطاقة خصوصاً في أوقات الذروة، بحيث يتم تخفيض الطلب على الشبكة الكهربائية وتقليل الضغط على البنية التحتية للطاقة.

1. الأهداف:

- تقليل الحاجة إلى استثمارات جديدة في محطات توليد الطاقة وشبكات النقل.
- تحسين موثوقية النظام الكهربائي والحد من انقطاعات الطاقة.
- تقليل الانبعاثات الكربونية الناتجة عن توليد الكهرباء.
- تشجيع المستهلكين على تقليل استخدام الأجهزة الكهربائية خلال ساعات الذروة.

2. الاستراتيجيات:

- التسعير المتغير: تقديم تعريفات أسعار متفاوتة وفقاً لأوقات الذروة، لتشجيع المستهلكين على تقليل الاستهلاك في هذه الفترات.
- التحكم الآلي: استخدام أجهزة ذكية مثل العدادات الذكية والتطبيقات التي تسمح بالتحكم عن بعد في الأجهزة.
- الحوافز: تقديم حوافز مالية للأفراد والشركات الذين يحققون تقليلاً ملحوظاً في استهلاك الطاقة.

6.17 المراجع

1. البرنامج الوطني للطاقة في إطار استراتيجية - مجلس التخطيط الوطني- 2013.
2. الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة- وزارة التخطيط- 2023 -2035.

3. الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة- وزارة التخطيط- 2019-2030.

4. الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة- وزارة التخطيط- 2019-2030.

5. الرؤية الوطنية لكفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك - وزارة التخطيط -2022.

6. تقرير البنك الدولي المتعلق بالمزيج الطاقي - 2017.

7. استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي في الدول الأعضاء بمنظمة أوبك.2020.

8. Fuel availability and opportunities for cost reduction (World Bank)

9. Energy Efficiency Policy Toolkit 2024 - From Versailles to Nairobi - International Energy Agency(IEA)

10. World Bank (2020), Demand Side Management Best Practices; IEA (2023), Digital Demand-Driven Electricity Networks.

11. IEA (2022), Energy Efficiency 2022 Report

12. IRENA (2021), *Measuring the Socio-Economics of Transition*

13. World Bank (2020), *Energy Efficiency: Lessons Learned and Best Practices*

14. IMF (2021), *Energy Subsidy Reform in MENA Countries*

15. GECOL (2022), *Annual Technical Report*

16. UN ESCWA (2020), *Barriers to Energy Efficiency in Arab Countries*

17. OPEC Annual Statistical Bulletin 2023

18. BP Statistical Review of World Energy 2023

19. تقارير المؤسسة الوطنية للنفط في ليبيا(NOC)

20. وزارة النفط والغاز – ليبيا -بيانات رسمية وتقارير سنوية عن أداء القطاع وسياسات الطاقة.

21. IEA – International Energy Agency

22. Libya Energy Outlook – Oxford Institute for Energy Studies (2022)

23. Greenstream Pipeline Information – ENI SpA

24. . Retrieved from https://www.iea.org/reports/renewables-2023

25. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Planning and Prospects for Renewable Power in Africa*. Abu Dhabi: IRENA. Retrieved from https://www.irena.org/publications

26. World Bank – Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). (2021). *Toolkits for Scaling Up Renewable Energy Projects*. Washington, DC: World Bank. Retrieved from https://www.esmap.org

27. REN21. (2024). *Renewables 2024 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat. Retrieved from https://www.ren21.net/reports/global-status-report/

28. RCREEE – Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency. (2022). *Assessment of Renewable Energy Policies in Arab States*. Cairo: RCREEE. Retrieved from https://www.rcreee.org

29. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2021). *Grid Integration of Renewable Energy: Lessons from MENA Countries*. Bonn: GIZ.

30. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). *Renewable Energy Auctions: Toolkit*. Abu Dhabi: IRENA. Retrieved from https://www.irena.org

31. United Nations Development Programme (UNDP). (2021). *Renewable Energy for Rural Development in Developing Countries*. New York: UNDP.

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل السابع: سياسات جذب الاستثمارات

7.1 تمهيد

تعتبر الطاقة عصب الحياة الاقتصادية ومحركها الرئيسي، وقد أدى تزايد الطلب على هذه المادة الحيوية في الأسواق العالمية إلى ارتفاع أسعارها وتأثيرها المباشر وغير المباشر على أوجه النشاط الاقتصادي، لذلك يعد امتلاك الدول لمصادر الطاقة من مقاييس قوتها الاقتصادية.

كما يحتل ملف الطاقة المتجددة اهتماماً متزايدا في الاقتصاد العالمي، نطرا للفوائد والمنافع التي تخلقها مشروعات الطاقة المتجددة، وقد دفعت الفوائد المكتسبة بفعل التخفيضات في التكلفة في مجال الطاقة المتجددة معظم البلدان إلى تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة، والتوجه نحو الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة.

تبلغ الاحتياجات الاستثمارية اللازمة لتحول الطاقة في أرجاء العالم، وبالأخص في البنية التحتية والتطوير والكفاءة حتى 2030، ما يقارب 5.2 تريليون دولار، **وهناك** حاجة لمضاعفة قدرة الطاقة المتجددة المركبة 3 أضعاف على مستوى العالم ما بين الآن وحتى 2030، ولسد احتياجات النمو المحلي للطاقة، لابد من أن تزاد 10 أضعاف في الشرق الأوسط وأفريقيا، وإلى الضعف في أوروبا.

يستند التوجه العالمي نحو الاستثمار في الطاقة المتجددة، سواء في البلدان المتقدمة أو النامية، إلى اعتبارها مصدرا موثوقا ومستداما يمكن أن ترتكز عليه اقتصادات هذه البلدان، وبلغت قيمة سوق الطاقة المتجددة العالمية نحو مليار دولار في عام 2024، ومن المتوقع أن تصل إلى 2 تريليون دولار وأكثر بحلول عام 2030، وقد تزايد الطلب على هذه المادة الحيوية في الأسواق العالمية، ما أدى إلى ارتفاع أسعارها وتأثيرها المباشر وغير المباشر على أوجه النشاط الاقتصادي.

7.1.1 نبذة حول الوضع القائم

يعتمد الاقتصاد الليبي بشكل أساسي على الصناعات الهيدروكربونية، حيث تشكل أكثر من 95% من دخل الصادرات والإيرادات العامة، وحوالي 70% من إجمالي الناتج المحلي الإجمالي، كما يلعب قطاع الطاقة في ليبيا دوراً مهماً في عملية التنمية.

وتسعى الدولة من خلال الموارد المالية المتأتية من هذا القطاع لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية، لذلك يعتبر توفر إمدادات الطاقة الحديثة والكهرباء بأسعار مقبولة وبكفاءة، مطلبا ضروريا لتحقيق التنمية المستدامة في ليبيا، حيث يتوزع الطلب المحلي على الطاقة على قطاعات الكهرباء، والنقل والصناعة والقطاع المنزلي والخدمي والزراعة.

ولقد استحوذت قطاعات الكهرباء والنقل على الحصة الأكبر من إجمالي الكميات المستهلكة من الطاقة خلال العقود الماضية حيث ارتفعت نسبتهما من 87% عام 1975، إلى أكثر من 90% من إجمالي مجموع استهلاك الطاقة في ليبيا سنة 2015، وأمام هذا الاستهلاك المفرط للطاقة سواء في توليد الكهرباء وفي قطاع المواصلات أو القطاعات الأخرى بسبب النمو الاقتصادي والسكاني المتسارع في ليبيا، فقد تزايد الطلب على الطاقة خلال السنوات الماضية، وبلغ إجمالي تكلفة الوقود المستهلك لإنتاج الطاقة الكهربائية نحو 8.5 مليار دولار أمريكي في سنة 2023.

وفي ظل التوقعات باستمرار النمو السكاني والتوسع في الاستثمار وفي الإعمار والتصنيع وارتفاع مستويات المعيشة، فمن المتوقع أن يستمر تزايد الطلب على الطاقة خلال العقود المقبلة، وتوفير الطاقة الكهربائية لتلبية الطلب المتزايد بالشكل الكبير أصبح غير ممكن، لاسيما ومتطلبات الطاقة الكهربائية متزايدة باستمرار، وارتفاع تكاليف الوقود المستخدم في إنتاجها يشكل عبئا ثقيلا على ميزانية الدولة.

عليه، فقد أصبح تنويع مصادر الطاقة وتحسين كفاءة إنتاجها واستخدامها، وخفض الطلب عليها ضرورة قصوى ينبغي أن يكون هدفا استراتيجيا للدولة، عبر دمج مصادر الطاقة المتجددة وتبني سياسات كفاءة الطاقة في تخطيط نظام الطاقة، بما يؤدي إلى تقليل الطلب على الوقود الأحفوري السائل، وبالتالي خفض تكلفة أو فاتورة توليد الكهرباء في ليبيا.

وضمن هذا السياق، هناك فرصة وإمكانية لاستثمار مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا، لاسيما وإن موقع ليبيا المميز يمكن أن يكون مكاناً ملائماً لاستخدام الطاقة المتجددة، خاصّة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، ويمكن أن تكون الطاقة المتجددة واعدة للغاية في ليبيا، خاصة أنها ستساعد في الاستغناء نسبياً عن الاعتماد على النفط والغاز لتوليد الطاقة، مما سيساعد على خفض نفقات الطاقة وتوليد فائض في الميزانية يمكن تخصيصه للتنمية. ومع ذلك، فإن للطاقة المتجددة تحدياتها

7.1.2 التحديات

هناك عدة تحديات تواجه الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا، متصلة مباشرة بمحددات القرار الاستثماري، سواء المحلي أو الأجنبي، ومنها التحديات الرئيسية التالية:

- عدم ملائمة بيئة ممارسة الأعمال للاستثمار المحلي والأجنبي.
- الافتقار للمناخ الاستثماري الملائم نتيجة لعدم الاستقرار السياسي والاقتصادي والأمني.
- عدم توافر إطار قانوني وتنظيمي فعال لمشروعات الطاقة المتجددة.
- غياب الضمانات السيادية أمام الاستثمار الأجنبي.
- ارتفاع التكاليف الاستثمارية لتكنولوجيات الطاقة المتجددة.
- نقص الخبرة في تكنولوجيات الطاقة المتجددة.

- النقص الحاد في البيانات الميدانية.
- ضعف شبكة الكهرباء الحالية.
- احتكار الشركات العامة لقطاع الكهرباء.
- تدني مساهمة القطاع الخاص المحلي في الاقتصاد الوطني.
- محدودية أدوات التمويل المحلية.
- الافتقار للتمويل المستدام طويل الأجل.

7.1.3 الأهداف

الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا بالغ الأهمية والضرورة، لتأمين استمرار أمن واستقرار إمدادات الطاقة الكهربائية، وتعزيز تطوير الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، لذلك يتحدد الهدف الرئيسي في التالي:

(تهيئة البيئة الاستثمارية الملائمة لتفعيل وتوسيع دور القطاع الخاص المحلي والأجنبي في مجال الطاقات المتجددة)، وذلك عبر تحقيق مجموعة من الأهداف الفرعية التالية:

- تحديد الاحتياجات الاستثمارية اللازمة للدفع بهذه التقنيات، وضمان نجاحها مستقبلا في ليبيا.
- مراجعة وتطوير التشريعات الاقتصادية ذات العلاقة بالاستثمار في صناعة الطاقة المتجددة.
- تحديد النموذج المناسب للشراكة بين القطاعين الخاص والعام في مجالات الطاقة المتجددة.
- تحديد العوامل المؤثرة في التكلفة المستوية للطاقة المتجددة.
- تأمين الأدوات التمويلية المتنوعة والمستدامة لمشروعات الطاقة المتجددة.

7.1.4بنود المشروع

يتكون المشروع من البنود الرئيسية المرتبطة مباشرة بمناخ وبيئة الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا التالية:

- البعد التنموي للطاقة المتجددة (المكاسب والفوائد)
- الاحتياجات الاستثمارية في مشروعات الطاقة المتجددة
- الشراكة بين القطاعين الخاص والعام
- مصادر وخيارات تمويل مشروعات الطاقة المتجددة
- حوافز وآليات الدعم
- مكونات التكلفة المستوية (LCOE)
- اتفاقيات شراء الطاقة PPAs

7.2 البعد التنموي للطاقة المتجددة

ترتكز التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة بشكل أساسي على إنتاج واستهلاك الطاقة، فالهدف الأساسي للعالم اليوم هو تحقيق التنمية المستدامة، واعتماد الطاقة كمحرك أساسي وفاعل لكافة أوجه الحياة والأنشطة الاقتصادية، فالاستثمار الفعال في مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا يمكّن قطاع الكهرباء من استخدام مزيج الطاقة الأمثل، ويحقق الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة عدة فوائد تنموية على مستوى الأبعاد التالية:

7.2.1 البعد الاقتصادي:

- تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري
- خفض نفقات الطاقة وتوليد فائض في الميزانية يمكن تخصيصه للتنمية
- خلق فرص عمل جديدة في مجالات أو تخصصات متعددة
- تحفيز الابتكار والتطور التكنولوجي
- تقليص التكاليف التشغيلية في المدي الطويل
- تحفيز النمو الاقتصادي

7.2.2 البعد الاجتماعي

- تحسين جودة الحياة في المجتمعات المحلية.
- تعزيز العدالة الاجتماعية، عبر الوصول العادل إلى الطاقة.
- رفع مستوي الوعي المجتمعي حول البيئة

7.2.3 البعد البيئي

- الحد من التلوث البيئي.
- حماية التنوع البيولوجي.
- تقليل التأثيرات السلبية على الحياة البرية.
- مكافحة التغير المناخي.

7.2.4 التوصيات (السياسات المقترحة)

- إدراج برامج التحول الطاقي ضمن سياسات وخطط وبرامج التنمية الشاملة في ليبيا.
- رفع قدرات المؤسسات والمرافق الكهربائية الحكومية لمواكبة التحول الطاقي.
- وضع آليات ونماذج لتبادل البيانات والمعلومات بين المؤسسات الحكومية وكل أصحاب المصلحة.

- تعزيز الوعي المجتمعي حول التحول الطاقي وأهمية دمج المصادر المتجددة.
- إصلاح قطاع الكهرباء عبر آلية الخصخصة ومنع الاحتكار.
- إصلاح سياسة الدعم في قطاع الطاقة والكهرباء بما يتلاءم وسوق الطاقة الحر.

7.3 الاحتياجات والاعتبارات الاستثمارية في مشروعات الطاقة المتجددة

مع تزايد الحاجة إلى تنويع مصادر الطاقة وتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية، أصبحت مشروعات الطاقة المتجددة خيارًا استراتيجيًا للاستثمار في ليبيا. ويتطلب تطوير هذه المشروعات توافر بيئة استثمارية مناسبة تأخذ في الاعتبار عدة عوامل، من بينها البنية التحتية، الإطار التشريعي والتنظيمي، آليات التمويل، وتوافر القدرات التقنية. كما تختلف الاحتياجات الاستثمارية باختلاف حجم المشروع ونطاقه، مما يستدعي تصنيفًا واضحًا للمشروعات وتحديد المتطلبات الخاصة بكل فئة منها

7.3.1 تصنيف المشروعات

تعد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من أهم مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا والتي تتميز بمخزون هائل لا ينضب كما هو الحال في مصادر الطاقة الأخرى مثل النفط والغاز، وبالتالي فإن الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا يعد من المشروعات التنموية الواعدة التي ستؤدي إلى تكوين رأس المال الثابت والمساهمة في زيادة وتنويع مصادر الدخل للاقتصاد الوطني.

الإطار العام للاستثمار في مشروعات الطاقة (الشمسية والرياح) يندرج تحت وفورات الحجم أو اقتصاد الحجم (Economies of Scale)، بالتركيز أكثر على المشروعات الكبيرة وجعلها مشروعات اقتصادية تنافسية، حيث يكون متوسط التكلفة عند الحد الأدنى، إضافة إلى ذلك فإن الحجم يؤثر في احتساب أو تحديد التكلفة، حيث تولد الأنظمة ذات الأحجام الكبيرة كهرباء منخفضة مقارنة مع أنظمة الطاقة المتجددة ذات الأحجام الصغيرة، مما يجعل المشروعات الاستثمارية استراتيجية ومنافسة.

وتندرج المشروعات الأخرى (المتوسطة والصغيرة) تحت المستوى المحلي أو تعتبر مشروعات ذاتية تندرج تحت استثمار الشركات كثيفة الاستخدام للطاقة (مثل الحديد والصلب وشركات الإسمنت وجهاز النهر الصناعي والمؤسسة الوطنية للنفط)، وعليه تصنف المشروعات وفقاً لحجم رأس المال إلى:

1) مشروعات كبرى
2) مشروعات متوسطة
3) مشروعات صغرى (المشروعات الخدمية الصغرى والمحطات المنزلية)

7.3.2 دور الأطراف الاستثمارية

1. دور الدولة (الحكومة)

تلعب الحكومة دورا مهما في الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة ومن يمثلها من مؤسسات، وتقوم بالتالي:

- منح التراخيص والموافقات المطلوبة.
- التنسيق مع كل أطراف المصلحة المحليين والأجانب.
- العمل على علاج إخفاقات السوق.
- إجراء الإصلاحات في السياسات الضرورية لمساندة مشروعات الطاقة المتجددة.
- تسهيل ربط مشروعات الطاقة المتجددة بالشبكة.
- تقديم ضمانات حكومية لمعالجة مخاطر الاستثمار.
- إتاحة أرض المشروع بأسعار تشجيعية.
- وضع اللوائح والسياسات المستقرة المنظمة لقطاع الطاقة المتجددة.
- تشجيع البحث والتطوير في مجالات الطاقة المتجددة.
- تحديد وتطوير مسؤوليات (الشركة العامة للكهرباء، جهاز الطاقات المتجددة، السلطة التنظيمية، المنتج المستقل، عملاء الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة).
- التدخل الفعال لمعالجة الجوانب الفنية-الاجتماعية لضمان نجاح التقنيات مستقبلاً.

2. دور القطاع الخاص

يتم الاعتماد على الاستثمار الخاص لتدارك أوجه النقص في موارد المالية العامة في ليبيا، وتماشياً مع السياسات المتبعة في العديد من الدول في تعزيز دور القطاع الخاص، والتي تأكدت أهميتها في تسريع عملية التحول إلى الطاقة المتجددة من خلال المساهمة في:

- بناء وتشغيل محطات الطاقة المتجددة.
- البيع للمستخدم النهائي وفق عقد الطاقة المعروف باتفاقية شراء الطاقة
- المستثمرون الأجانب وجذب الاستثمارات الأجنبية هو الأداة الرئيسية لتطوير مستوى الاستثمار في الطاقات المتجددة في ليبيا.
- يسهم الاستثمار الأجنبي المباشر في نقل المعرفة وتطوير أساليب الإدارة
- الاستثمار الأجنبي قادر علي خلق نقاط تواصل مع أسواق عالمية للتوفير رأس المال.

- القطاع الخاص المحلي يفتقر للخبرة الفنية والإدارية الكافية، ولا يملك القدرة التمويلية اللازمة لهذه الاستثمارات.
- يمكن الاعتماد فقط على القطاع الخاص المحلي لتنفيذ المشروعات الاستثمارية ذات الأحجام الصغيرة والمنزلية.

7.3.3 التوصيات (السياسات المقترحة)

جدوى الطاقة المتجددة لا شك فيها، لكن ارتفاع رأس المال المطلوب مقدماً يُعقد الاستثمار في هذا النوع من مصادر توليد الطاقة الكهربائية. وهذا يحتم توفير بيئة استثمارية جاذبة من ناحية الاستقرار الإداري والمالي والسياسي والأمني، خصوصا وأن الحاجة للاستثمار الأجنبي ملحة. إن توفير هذه البيئة الجاذبة يتطلب النقاط التالية:

- خلق المناخ الاستثماري الملائم لتفعيل وتوسيع دور القطاع الخاص المحلي والأجنبي.
- العمل على وضع السياسات العامة الواضحة بما يخلق الثقة لدى المستثمرين المحليين والأجانب.
- توفير بيئة قانونية وتنظيمية وتشغيلية تلبي المعايير والأنظمة الدولية ذات العلاقة.
- تحديد الاحتياجات الاستثمارية اللازمة للدفع بهذه التقنيات، بالاعتماد على نسب التغلغل وكود الشبكة وكفاءة الطاقة.
- تطوير وتحسين البنية التحتية الأساسية والمصاحبة للطاقة المتجددة.
- تهيئة البيئة التمكينية، من خلال إصلاح اللوائح التنظيمية.
- تسهيل كافة الاجراءات الإدارية لبدء المشروعات وإصدار التراخيص اللازمة.
- البد في الاصلاح التدريجي لشركة الكهرباء، باعتبارها العمود الفقري للقطاع في ليبيا.
- توفير متطلبات سوق الطاقة الحر وتحويل الشركة العامة للكهرباء نحو هذا التوجه.
- إعادة النظر في نظام تسعير الكهرباء بما يتماشى مع متطلبات السوق الحر.
- العمل على تحديد نسب التغلغل المطلوبة، ووجود كود شبكة واضح وموحد.
- العمل على رفع وتطوير القدرات البشرية والفنية في الجهات المعنية بالطاقة المتجددة.

7.4 الشراكة بين القطاعين العام والخاص

تعد مشروعات إنشاء البنى التحتية في قطاع الطاقة المتجددة من أهم المشروعات التنموية الاستراتيجية، لما تتطلبه من تمويلات كبيرة واستثمارات طويلة الأجل نتيجة للتكلفة العالية المرتبطة بتصميمها وتنفيذها وتشغيلها.

ونظرا لهذه المتطلبات المالية والفنية، تتجه معظم الدول، ولا سيما الدول النامية، إلى اعتماد أسلوب الشراكة بين القطاعين العام والخاص (PPP) كآلية فعالة لتمويل وتنفيذ وتشغيل هذه المشروعات.

ويسهم هذا النموذج في تقاسم التكاليف والمخاطر، وتحفيز الابتكار، وتعزيز كفاءة التنفيذ، مع ضمان استفادة الدولة من خبرات القطاع الخاص دون تحميل الميزانية العامة أعباء مالية مباشرة.

7.4.1 عقود BOT في مشروعات الطاقة المتجددة

تعد عقود BOT أسلوبا من أساليب الاستثمار ومشاركة القطاع الخاص وبالأخص الأجنبي في مجال مشروعات الطاقة المتجددة، وهناك عدة تقسيمات تعرف بصور أو أشكال BOT كما بالجدول التالي:

صور التعاقد	التسمية المختصرة	البيان
البناء-التشغيل-نقل الملكية	BOT	يتولى فيه المستثمر بناء وتشغيل مشروع البنية التحتية (المحطة)
البناء-التملك-التشغيل-نقل الملكية	BOOT	يتميز عن BOT بنقل ملكية المشروع مؤقتا لمدة معينة إلى الشريك أو ما يعرف بشركة المشروع
البناء-الإيجار-نقل الملكية	BLT	تقوم شركة المشروع بإنشاء المشروع وتملكه ثم تأجيره إلى الجهة التي تقوم بتشغيله بنفسها أو أن تعهد إلى أطراف أخرى باستغلاله، وإعادته إليها بعد انتهاء مدة الإيجار
البناء-التملك والتشغيل	BOO	يعتبر من أساليب الخصخصة الكاملة، ويتم منح القطاع الخاص مسؤوليات التصميم والبناء والتشغيل والإدارة بكاملها. تقوم شركة المشروع صاحبة الامتياز بالإشراف على التشغيل دون نقل ملكية المشروع وإنما يتم تجديد الامتياز لمدة زمنية أخرى
التصميم-البناء-التمويل-التشغيل	DBFO	تتولى شركة المشروع التصميم والتمويل والتشغيل بعد الاتفاق

إن اعتماد أسلوب BOT البناء – التشغيل – نقل الملكية (كشكل من أشكال الشراكة) في ليبيا يُعد من الآليات الفعالة لجذب الاستثمارات الأجنبية المباشرة نحو مشروعات البنية التحتية في مجال الطاقة المتجددة، وذلك نظرًا لما تتطلبه المشروعات الكبرى من تمويلات ضخمة، يصعب على الدولة الليبية توفيرها في ظل الظروف الراهنة وتزايد الالتزامات المالية الأخرى.

كما أن الارتفاع النسبي في تكلفة التكنولوجيا المستخدمة في هذه المشروعات قد يُشكّل عائقًا أمام الاستثمار، ما لم يتم اعتماد نماذج شراكة فعّالة مثل BOT.

ويوفر أسلوب BOT كآلية استثمارية وتمويلية في مشروعات الطاقة المتجددة عدة مزايا، من أبرزها:

1. تمكين الدولة من تنفيذ مشروعات البنية التحتية دون أن تتحمل مخاطر التأخير أو فشل التنفيذ، حيث تتحمل الشركة المنفذة تلك المخاطر.
2. تحقيق مكاسب تتعلق بكفاءة نقل التكنولوجيا المتطورة وتوطين المعرفة الفنية.
3. إتاحة الفرصة أمام الدولة للاستمرار في تنفيذ محطات الطاقة المتجددة دون تحميل الميزانية العامة أعباء إضافية، مما يسهم في تعزيز الاستدامة المالية.

7.4.2 متطلبات الشراكة

- تطبيق أساليب الشراكة بين القطاعين تتطلب تحرير قطاع الخدمات والبنى التحتية، والتي تعتبر من أهم مجالات تدخل الدولة، وقطاع الكهرباء يأتي على رأس قائمة هده القطاعات.
- كما يتضمن تحرير قطاع الكهرباء منح حق إنتاج الطاقة الكهربائية المحتكر من قبل شركة الكهرباء للقطاع الخاص (محلي أو أجنبي).
- الدولة أو من يمثلها (جهاز الطاقة المتجددة مثلا) هي المالك الأصلي للمشروع، وتتنازل عنه خلال فترة تنفيذ العقد لصالح المستثمر، ودورها لا يقتصر فقط على مرحلة إبرام العقد، بل يستمر في جميع مراحل إنجاز المشروع وخاصة في المتابعة والإشراف والرقابة التي تفرضها على المشروع في كل مراحله إلى غاية نقل ملكيته إليها وهو في حالة جيدة.
- يتعين علي الدولة باعتبارها مانحة الامتياز توفير المكان أو الموقع الدي يقام عليه المشروع والضمانات القانونية والإجرائية لحماية الاستثمار على أراضيها.
- شركة المشروع تتولى تأمين التمويل المطلوب لتنفيذ المشروع موضوع التعاقد باتباع نموذج أو صورة BOT، وقد تتكون هده الشركة من مجموعة شركات أو اتحاد Consortium، وتشمل هذه الشركات عدة تخصصات لإنجاز عدة مراحل تبدأ بالتصميم والبناء مروراً بالإدارة والتشغيل وصولاً إلى الصيانة والتدريب.

7.4.3 التوصيات (السياسات المقترحة)

لكي تتوفر البيئة الملائمة لتفعيل الشراكة مع القطاع الخاص وجذب الاستثمار الأجنبي المباشر نحو سوق الطاقة في ليبيا، لا بد أن تعمل الدولة ومؤسساتها المعنية بقطاع الطاقة على ما يلي:

- توفير بيئة قانونية وتنظيمية مستقرة ومشجعة للقطاع الخاص للاستثمار في مجالات الطاقة المتجددة.
- إعداد إطار تشريعي شامل ودقيق ينظم مشروعات الشراكة بين القطاعين العام والخاص، ويؤمن أساسًا قانونيًا واضحا للتنفيذ.

- الاستفادة من أفضل الممارسات الدولية وتجارب الدول الأخرى في وضع الأطر القانونية والتنظيمية للشراكة.
- تشجيع التعاون بين القطاعين العام والخاص في مجال البحث والتطوير، بما يعزز الابتكار في تقنيات الطاقة المتجددة.
- وضع قواعد واضحة لاختيار المشروعات الاستثمارية، وتحديد آليات شفافة لاختيار أفضل العروض.
- التأكيد على أسس التقييم التي تراعي خصوصية هذه المشروعات من الجوانب المالية والفنية والتشغيلية.
- نشر ثقافة داعمة للشراكة، تشجع مؤسسات الدولة والمواطنين على المشاركة الفاعلة في مشروعات تنموية ذات طابع استراتيجي بعيد المدى.
- صياغة سياسات مرنة للشراكة قابلة للتكيف مع المتغيرات الاقتصادية والمؤسسية.
- وضع آليات عادلة لتقاسم المخاطر والعوائد بين الشركاء، وفقًا لطبيعة المشروع والتوازن المالي والاقتصادي.

7.5 مصادروخيارات تمويل مشروعات الطاقة المتجددة

يحظى تمويل مشروعات الطاقة المتجددة بأهمية كبيرة، باعتباره أحد الركائز الأساسية لقيام أي مشروع اقتصادي ناجح. وتتميز هذه المشروعات بالحاجة إلى تمويل ضخم، إضافة إلى تحمل المستثمرين لمستويات عالية من المخاطر، نظراً لإحجام العديد من المؤسسات المالية عن المشاركة في هذا القطاع بسبب ارتفاع درجة المخاطرة.

كما تتطلب هذه المشروعات تدفقات مالية كبيرة يصعب تأمينها من المصادر المحلية فقط، مما يستوجب توفير تمويل كافٍ من مصادر متنوعة محلياً ودولياً، سواء من خلال الحكومات، أو البنوك التنموية، أو المؤسسات المالية الدولية، أو الشراكات مع القطاع الخاص.

7.5.1 مصادر التمويل المحلية

ويشمل المصادر والخيارات التالية:

1. الميزانية العامة للدولة

في إطار تبنّي استراتيجية وطنية واقعية لتعزيز الطاقة المتجددة، تبرز أهمية بلورة سياسة تمويلية مرنة تراعي الأوضاع الاقتصادية والمالية للدولة، وتعمل في الوقت ذاته على تهيئة البيئة الجاذبة للاستثمار المحلي والأجنبي في هذا القطاع الحيوي.

وبينما لا يُعتمد على الميزانية العامة للدولة كمصدر رئيسي ومستمر لتمويل مشروعات الطاقة المتجددة في المرحلة الراهنة، فإن الدور التحفيزي للحكومة يظل جوهريًا، خاصة في تمويل المشروعات الريادية الأولية (Pilot Projects) التي تُمثّل نماذج ناجحة يمكن البناء عليها لاحقًا لجذب الاستثمارات الخاصة.

يتجلى هذا الدور في دعم عدد محدود من المشروعات النموذجية من خلال الميزانية العامة، بالشراكة مع المؤسسات التمويلية الدولية إن أمكن، على أن تُوظّف هذه المشروعات في:

• تقليل المخاطر المرتبطة بالاستثمار.

• إثبات جدوى تقنيات الطاقة المتجددة في السياق الليبي.

• تمكين القطاع الخاص من الدخول التدريجي، بعد ضمان الحد الأدنى من الثقة في البيئة الاستثمارية.

كما يمكن تخصيص جزء من الميزانية العامة لدعم:

• البنية التحتية الأساسية (مثل محطات الربط وشبكات التوزيع).

• مراكز البحث والتطوير الوطنية.

• برامج بناء القدرات.

• التحفيز الضريبي أو دعم التعرفة في المراحل الأولى.

وتُظهر التجارب الدولية (المغرب، الهند، مصر) أن الدعم الحكومي الأولي المشروط والمؤقت كان محفزًا قويًا لاستقطاب الاستثمارات طويلة الأجل، ولبناء أسواق وطنية للطاقة النظيفة، شريطة أن يكون هذا الدعم مرتبطًا بإطار حوكمة شفاف، وآليات تقييم ومراجعة واضحة، وخطة خروج تدريجية من التمويل العام نحو التمويل الخاص أو المختلط.

2. أموال المصارف التجارية

تعد المصارف التجارية من أهم الأدوات التمويلية التي تتجمع فيها رؤوس الأموال، ويجب أن يكون أحد أهدافها الأساسية هو تمويل المشروعات الاقتصادية والتنموية. وتشير النشرة الاقتصادية الصادرة عن مصرف ليبيا المركزي للربع الأول من عام 2024 إلى أن إجمالي ودائع المصارف التجارية بلغ نحو 138.07 مليار دينار ليبي.

وتُعد هذه الإمكانيات المالية الضخمة فرصة واعدة يمكن توجيه جزء منها نحو دعم الاستثمارات الاستراتيجية، وعلى رأسها مشروعات الطاقة المتجددة، التي تمثل ركيزة أساسية للتنمية المستدامة وتحقيق التنويع الاقتصادي في ليبيا.

3. صناديق الطاقات المتجددة

تعد الصناديق الاستثمارية أداة تمويلية غير مصرفية تسهم في استقطاب المستثمرين الأجانب من خلال توفير الضمانات المطلوبة، كما تمثل وسيلة فعالة لتجميع الموارد المالية من مصادر متعددة وتوجيهها نحو مشروعات إنتاجية. وتُعد

صناديق الاستثمار في الطاقة المتجددة أدوات مالية متخصصة تقوم بتجميع الموارد من مستثمرين مختلفين لتمويل المشروعات والشركات العاملة في هذا القطاع.

ويمكن أن تُدار هذه الصناديق من قبل القطاع العام أو الخاص؛ حيث تنشئ الحكومات أو المؤسسات العامة الصناديق العامة، بينما تُدار الصناديق الخاصة عادةً من قبل شركات الأسهم أو مؤسسات استثمارية خاصة.

وتُموّل صناديق الطاقة المتجددة من مصادر متنوعة تشمل:

- المستثمرين المؤسسيين.
- الأفراد.
- المؤسسات العامة.
- الشركات الخاصة.

وبمجرد تجميع رأس المال، يتم تخصيص الموارد وفقًا لاستراتيجية الاستثمار الخاصة بالصندوق لتمويل مشروعات وشركات الطاقة المتجددة المختلفة.

وبناء على ذلك، يمكن النظر في إنشاء صندوق استثماري للطاقة المتجددة في ليبيا كأحد الخيارات الواعدة، خاصة في ظل القانون رقم 11 لسنة 2010 بشأن سوق المال، والذي ينظم طرح الأوراق المالية عن طريق الاكتتاب العام، ويجعله خاضعًا لموافقة هيئة سوق المال.

ويُقترح أن يضم هذا الصندوق مساهمات من جهات متنوعة، مثل:

- شركة الاستثمارات الداخلية.
- صندوق الإنماء.
- شركة الاستثمار الوطني.
- المصارف التجارية.
- شركات التأمين.
- الشركات الصناعية الكبرى مثل شركة الحديد والصلب، وشركات الإسمنت، وجهاز تنفيذ وإدارة النهر الصناعي، والمؤسسة الوطنية للنفط.

كما يمكن الاستفادة من بعض الأموال المستقطعة سابقًا والتي لم تُستغل بعد، مثل أموال شركة الاستثمار الوطني، وأموال صندوق الجهاد، لتكون من ضمن مصادر رأس المال للصندوق الاستثماري.

وتعد الصناديق الاستثمارية أيضا فرصة واعدة أمام الأفراد لاستثمار أموالهم بدلاً من الاكتناز، خاصة في ظل وجود ما يقارب 44مليار دينار ليبي مودعة كاحتياطيات ساكنة خارج الدورة الاقتصادية، وذلك وفقًا للنشرة الاقتصادية الصادرة عن مصرف ليبيا المركزي في الربع الأول من عام 2024. ويعزز من أهمية هذه الخطوة ما ورد في قانون النشاط التجاري من اهتمام بالاكتتاب العام، ابتداءً من المادة 107 وما بعدها.

4. الصكوك الخضراء

تعد الصكوك الخضراء خيارا تمويلا مناسبا لتمويل المشروعات الصديقة للبيئة، خصوصا في ظل عجز الموازنة العامة كما أنها أقل مخاطر من أدوات الاستثمار الأخرى في بعض الحالات، ويمكن إصدار الصكوك الخضراء من جهاز الطاقات المتجددة باعتباره جهة الاختصاص بالطاقات المتجددة حيث يتم:

- دراسة وتقدير قيمة رأس مال المشروع المطلوب إنشاؤه ومن ثم تُطرح هذه الصكوك للاكتتاب وهناك عدة أنواع من الصكوك الخضراء التي يمكن استصدارها وفقا للقانون رقم (1) لسنة 2013م في تمويل مشروعات الطاقات المتجددة
- صكوك الاستصناع: وتستخدم هذه الصكوك على الأصول غير الموجودة أي يمكن استخدامها لبناء وتركيب أصول مشروعات الطاقة المتجددة.
- صكوك الإجارة: تستخدم لتمويل المرحلة التشغيلية وليس لتمويل البنية التحتية للطاقة المتجددة.
- صكوك المشاركة: وتستخدم عائداتها لتمويل مشروعات الطاقة المتجددة وفيها يشارك المستثمر حصة في الأرباح ويتحمل حصة في الخسائر على أساس المشاركة في راس المال.

7.5.2 مصادر التمويل الدولية

1. الاستثمارات الأجنبية

غالبا ما تلجأ إليها الدول لسد فجوة الموارد المحلية التي تعاني منها، وتنقسم الاستثمارات الأجنبية إلى قسمين رئيسيين هما:

- الاستثمارات غير المباشرة وتشمل القروض أو شراء الأسهم والصكوك الخضراء والسندات الحكومية من الجهات المصدرة لهذه الأدوات المالية في ليبيا، وهذا النوع من التمويل الخارجي لا يجب أن يكون عن طريق الاقتراض المباشر.

- الاستثمارات المباشرة عن طريق التعاقد في أشكال أو نماذج BOT التي يجب أن تقوم على الشراكة الاستثمارية التي تجلب الأموال من الخارج، وألا تتجاوز نسبة التمويل الداخلي 40%.

2. بنوك التنمية الدولية

وهي مؤسسات دولية مكرسة لتمويل مشروعات التنمية الاقتصادية ويمكن تمويل مشروعات الطاقة المتجددة من خلال الاستفادة من مساهمات ليبيا في المؤسسات المالية الدولية متل البنك الأفريقي للتنمية، حيث:

- يدير بنك التنمية الإفريقي صندوق الطاقة المستدامة لإفريقيا المعني بالاستثمار في مشروعات الطاقة النظيفة، وهو صندوق خاص متعدد المانحين يوفر التمويل التحفيزي لاستثمارات القطاع الخاص في الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
- كما يقدم الصندوق الدعم والمساعدة الفنية وأدوات التمويل الميسرة لإزالة حواجز السوق، وقام بنك التنمية الإفريقي بتمويل عدة مشروعات في مجالات الطاقات المتجددة في المغرب وتونس.

إضافة إلى ذلك، يمكن الاستفادة من مساهمة ليبيا في المؤسسات الدولية ذات العلاقة مثل البنك الإسلامي للتنمية، حيث:

- يولي البنك اهتماماً خاصاً لتطوير مشروعات الطاقة النظيفة في البلدان الأعضاء من أجل تحقيق الاستدامة البيئية.
- لكن هذا النوع من التمويل يتطلب ضمانات سيادية غير متوفرة في الوقت القريب.

3. الصناديق الدولية للتنمية

تضم مؤسسات الإقراض الدولية المانحة قروضًا بشروط ميسرة، إما بدون فوائد وإما بفوائد منخفضة، مثل صندوق البيئة العالمي، بالإضافة إلى الصندوق الأخضر للمناخ (Green Climate Fund – GCF)، الذي تم إنشاؤه بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي.

ويعد الصندوق الأخضر للمناخ من أبرز الآليات الدولية التي تدعم المشروعات والبرامج والسياسات والأنشطة المرتبطة بالاقتصاد الأخضر وتقليل الانبعاثات في الدول النامية، بما في ذلك الاستثمارات المباشرة في مشروعات الطاقة المتجددة. ويتميز هذا الصندوق بما يلي:

- يقدم منحًا وقروضًا ميسرة للغاية للدول النامية، مقدمة من الدول الصناعية الكبرى، بهدف تقليل الانبعاثات الضارة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان وغيرها من الغازات الدفيئة المسؤولة عن تغير المناخ وارتفاع درجة حرارة الأرض.

- يوفر تمويلًا ضخمًا قد يصل إلى 100 مليار دولار سنويًا، إلا أن الحصول على هذا التمويل يتطلب تجهيزات مستندية شاملة، ودراسات جدوى مفصلة، وتوافر شراكات محلية، إلى جانب إشراف جهات محلية أو إقليمية أو دولية معتمدة لدى الصندوق لإدارة التمويل.
- تعتبر مشروعات الطاقة المتجددة من أكثر المشروعات حظًا في الحصول على التمويل، نظرًا لوضوح وسهولة قياس مساهمتها في تقليل الانبعاثات بالكمية المطلوبة.
- يمتاز الصندوق بإمكانية تمويل كل من القطاعين العام والخاص، وهي ميزة لا تتوفر في كثير من الصناديق الدولية الأخرى.
- مع ذلك، تبقى الضمانات السيادية العائق الأكبر أمام استفادة ليبيا من هذا التمويل، بسبب حالة عدم الاستقرار المالي والأمني والسياسي، مما يتطلب إصلاحات مؤسسية وتعزيز بيئة الثقة والشفافية.

7.5.3 التوصيات (السياسات المقترحة)

- العمل على خلق بيئة مستقرة من الناحية الإدارية والمالية والأمنية والسياسية لتقليل المخاطر المرتبطة بالاستثمار.
- وضع إطار فعال ومحفز للاستثمار يسهم في زيادة التمويل الموجه إلى مشروعات الطاقة المتجددة.
- تطوير منتجات تمويل مخصصة لمشروعات الطاقة المتجددة في المصارف التجارية، لتمويل رأس المال العامل أو الأصول الثابتة أو أعمال الصيانة والتوسعة.
- إعداد برنامج تمويل محلي بالتنسيق بين مصرف ليبيا المركزي والمصارف التجارية لدعم مشروعات الطاقة المتجددة.
- إنشاء صندوق وطني للطاقة المتجددة بمساهمات من المؤسسات المصرفية والمالية، والقطاع الخاص، والأفراد، والشركات الكبرى العاملة في الصناعة والمجالات ذات العلاقة.
- تنشيط أدوات التمويل غير المصرفي، وعلى رأسها **الصكوك الخضراء**، وفقًا للقانون رقم (1) لسنة 2013.
- اعتماد التشريعات والآليات التنظيمية والتنفيذية اللازمة لتفعيل الشراكة بين القطاعين العام والخاص.
- الاستفادة من مساهمة ليبيا في مؤسسات التمويل الدولية مثل بنك التنمية الإفريقي والبنك الإسلامي للتنمية.
- تحسين آليات الوصول إلى برامج التمويل الدولية المقدمة من مؤسسات التنمية متعددة الأطراف.
- الاستفادة من تمويل **الصندوق الأخضر للمناخ (GCF)**، والبدء في التنسيق مع الجهات المعنية للحصول على دعم لبعض المشروعات ذات الأولوية.
- توفير الضمانات السيادية اللازمة لمشروعات الطاقة المتجددة المخطط ربطها بالشبكة العامة.

7.6 الدعم والحوافز

تُعد السياسات الداعمة والحوافز المالية من الأدوات الأساسية لتشجيع التحول نحو الطاقة المتجددة. فعندما تلتزم الحكومة بتطوير هذا القطاع، فإنها تكون مستعدة لتقديم أشكال متعددة من الدعم والحوافز التي من شأنها تعزيز الثقة وتحفيز الاستثمارات، خاصة من قبل القطاع الخاص.

وتعتمد كل دولة مجموعة من السياسات المصممة لزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، وتشجيع الاستثمار فيها، ويشمل ذلك أدوات تمويلية وتنظيمية وتشجيعية يمكن استخدامها، ومن أبرز هذه الأدوات:

7.6.1 تعريفة التغذية (Feed-in Tariff - FIT)

تعريفة التغذية هي إحدى الآليات الأساسية لتشجيع الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة، وتقوم على مبدأ الشراء بأسعار محفزة من خلال ضمان أسعار مناسبة وثابتة لشراء الكهرباء المولدة من مصادر متجددة، مما يجعل الاستثمار في هذا القطاع أكثر جاذبية واستقرارًا.

ومن أبرز ملامح تعريفة التغذية:

- ضمان أسعار محفزة تُعلن مسبقًا وتُمنح لمنتجي الطاقة المتجددة مقابل بيع الكهرباء لشركات توزيع الكهرباء، بعقود شراء طويلة الأجل تتراوح بين 15 إلى 25 سنة.
- تهدف هذه التعريفة إلى تقديم عوائد مجزية ومضمونة تُمكن المستثمرين من استرداد تكاليفهم وتحقيق أرباح مناسبة، بما يساعد في تمويل مشاريعهم واستدامتها.
- يُحدد سعر شراء الكهرباء وفقًا لنوع التكنولوجيا المستخدمة (مثل طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية)، وبناءً على تكلفة التوليد لكل تقنية على حدة، مما يجعل السعر عادلًا ويعكس التكلفة الحقيقية للإنتاج.
- على سبيل المثال، يكون سعر الكيلووات/ساعة من طاقة الرياح عادة أقل من سعره في تقنيات الطاقة الشمسية، نظرًا لاختلاف تكلفة التوليد بين التقنيتين.

وتُعتبر تعريفة التغذية من أكثر الأدوات فاعلية في تشجيع الاستثمارات الخاصة في الطاقة المتجددة، خاصة في المراحل الأولى من تطوير السوق، حيث توفر وضوحًا في العائد المالي وتقلل من المخاطر التجارية للمستثمرين.

7.6.2 الإعفاءات الضريبية

تعد الإعفاءات الضريبية من بين أهم الحوافز التي يمكن أن تقدمها الحكومة لتشجيع الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة. فالحكومة الملتزمة بتطوير هذا القطاع تكون على استعداد لاستخدام السياسات الضريبية لتخفيف الأعباء المالية عن المستثمرين، من خلال التنازل عن بعض الرسوم أو الضرائب على قطع الغيار والتجهيزات والخدمات المستخدمة في تطوير البنية التحتية لمشاريع الطاقة المتجددة.

وتهدف هذه الإعفاءات إلى:

- تحفيز القطاع الخاص للدخول في استثمارات الطاقة المتجددة من خلال خفض التكاليف التشغيلية والرأسمالية.
- تخفيف الأعباء الضريبية عبر تقديم تخفيضات أو إعفاءات ضريبية كلية أو جزئية على المشروعات المؤهلة.
- دعم قدرة المستثمرين على تنفيذ المشروعات في المراحل الأولى، خاصة في ظل ارتفاع كلفة التقنيات المستوردة.

ويمكن لهذه الإعفاءات أن تشمل:

- إعفاءات جمركية على المعدات والتجهيزات الخاصة بالطاقة المتجددة.
- إعفاء من ضريبة القيمة المضافة على مكونات المشروعات.
- إعفاء من ضرائب الأرباح خلال السنوات الأولى من التشغيل.

7.6.3 الحوافز التمويلية

تُعد الحوافز التمويلية من العوامل المهمة لتشجيع الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة، خاصةً في ظل التحديات التمويلية التي تواجه المشروعات الصغيرة والمتوسطة. وتشمل هذه الحوافز:

- **توفير تمويل منخفض الفائدة** للمشاريع في مجال الطاقة المتجددة، مما يسهل على المستثمرين تنفيذ المشروعات، خاصةً في مراحلها الأولى، ويُشجع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة على دخول هذا القطاع.
- **تقديم الضمانات المالية** التي تُمثل آلية فعالة لتقليل المخاطر المحتملة، وتُشجع القطاع الخاص على الاستثمار من خلال تقليص التحديات المرتبطة بالتمويل والاستدامة.
- **تطوير منتجات مالية خضراء** مثل **السندات الخضراء**، التي تُمكن من جذب رؤوس الأموال المخصصة للمشاريع ذات الأثر البيئي الإيجابي، وتُسهم في تسريع وتيرة الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة.

7.6.4 التوصيات (السياسات المقترحة)

- العمل على تأسيس نظام تعريفة التغذية الكهربائية لتشجيع إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، وضمان عوائد مجزية للمستثمرين.
- وضع نظام إعفاء جمركي وضريبي لأنظمة ومعدات الطاقة المتجددة، بهدف خفض تكاليف الاستيراد وتشجيع التوسع في استخدام هذه التقنيات.

- تقديم تسهيلات ضريبية للمستثمرين الأجانب في مجالات الطاقة المتجددة لتعزيز جاذبية السوق الليبي للاستثمار الخارجي.
- تخصيص دعم وحوافز حكومية موجهة نحو البحث والتطوير في تقنيات الطاقة المتجددة، لتعزيز الابتكار المحلي ونقل التكنولوجيا.
- توفير قروض منخفضة الفائدة للمشاريع الصغيرة والمتوسطة العاملة في مجال الطاقة المتجددة، لتسهيل دخول المستثمرين المحليين.
- تطوير منتج السندات الخضراء وربط مطوري المشروعات الخضراء بالمستثمرين المحتملين عبر منصات مالية وتشريعية ملائمة.
- وضع آلية تمويلية من قبل مصرف ليبيا المركزي لتوفير التمويل بضمان المعدات والأصول المستخدمة في مشروعات الطاقة المتجددة.
- تخصيص **دعم إضافي لمشاريع البحث والتطوير** في مجال تكنولوجيا الطاقة المتجددة ضمن برامج حكومية مستدامة.

7.7 التكلفة المستوية للطاقة

تعد التكلفة المستوية للطاقة (LCOE) مقياسًا يستخدم لتحديد متوسط تكلفة إنتاج وحدة واحدة من الكهرباء على مدار العمر التشغيلي لمحطة توليد الطاقة، سواء كانت من مصادر متجددة أو تقليدية.

ويمثل هذا المقياس أداة تحليلية مهمة تشمل:

- جميع التكاليف المرتبطة بالمشروع، بما في ذلك الاستثمار الأولي، وتكاليف التشغيل والصيانة، وتكاليف الوقود (إن وجدت)، إضافة إلى تكلفة رأس المال.
- يستخدم بشكل واسع في تقييم الجدوى المالية لمشاريع الطاقة، خاصة عند توقيع اتفاقيات شراء الطاقة (PPAs)، حيث يساعد في مقارنة الخيارات التكنولوجية المختلفة من حيث الكفاءة والجدوى الاقتصادية.
- تتطلب مشروعات الطاقة المتجددة عادة تكاليف رأسمالية عالية في البداية، لكنها تقابلها تكاليف تشغيل منخفضة نسبيًا مقارنة بالمصادر التقليدية. ويمكن تحديد أهم المتغيرات المكونة للتكلفة المستوية للكهرباء وفقا للجدول التالي:

المتغير	LCOE
عامل السعة	يحدد الطاقة الكهربائية الفعلية المولدة
تكلفة التوقف عن العمل	مشمولة من أجل دقة تقدير التكلفة الكلية للمشروع
العمر المتوقع للأصول	يقلل بشكل ملحوظ من LCOE في حالة زيادة عمر المشروع، ولكن فقط في حالة بقاء تكلفة رأس المال أعلى من المعدل السنوي لتكلفة التشغيل
تكاليف التشغيل والصيانة الدورية (كيلووات)	جزء من مصروفات التشغيل
تكلفة الاستثمار المطلوبة (كيلووات)	الاستثمارات الأولية المطلوبة في إنشاء المحطات والمدخلات، وتشكل نسبة عالية في LCOE
تكاليف التشغيل المتغيرة والصيانة	جزء من مصروفات التشغيل، تشير إلى ارتفاع التكاليف في LCOE
المتوسط المرجح للتكلفة رأس المال	يستخدم كمعدل الخصم في LCOE، لإعادة القيمة للسنة الحالية

تشير بيانات تقرير الاستثمار الدولي الصادر عن UNCTAD (2023)، بالإضافة إلى تحليلات وكالة الطاقة الدولية(IEA) ، إلى أن حساسية التكلفة المستوية للطاقة (LCOE) تجاه معدلات الخصم عالية، حيث تُشكل تكلفة رأس المال ما يصل إلى 50% من التكلفة المستوية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية. وهذا ما يعكس أهمية تمويل هذه المشروعات بشروط ميسرة، وتأثير بيئة الاستثمار على جدواها الاقتصادية.

7.7.4 التوصيات (السياسات المقترحة)

- إجراء مراجعة دورية للأسعار بهدف الاستجابة للتغيرات في تكاليف الإنتاج أو ظهور تقنيات جديدة تؤثر على كفاءة وجدوى مشروعات الطاقة المتجددة.
- تحديث تسعير الكهرباء بشكل منتظم وفقًا للمتغيرات الاقتصادية والتكنولوجية التي تؤثر على مكونات التكلفة المستوية للطاقة.(LCOE)
- إصلاح نظام التسعير الحالي والعمل على معالجة تشوهات السوق من خلال التوجه نحو سوق كهرباء حرة وتنافسية تشجع على الكفاءة والشفافية.
- تحديد الجهة المسؤولة قانونيًا عن اعتماد وتحديد أسعار الطاقة المتجددة، بما يعزز الثقة لدى المستثمرين ويضمن وضوح الإجراءات.
- إعداد قاعدة بيانات وطنية تشمل عناصر ومكونات التكلفة الاقتصادية لوحدات إنتاج الطاقة المتجددة، لدعم الدراسات والتحليل الاستثماري.
- إقامة دورات تدريبية متخصصة للمختصين في شركة الكهرباء وجهاز الطاقات المتجددة، تركز على إعداد وتحليل دراسات الجدوى الاقتصادية لمشاريع الطاقة المتجددة.

7.8 اتفاقيات شراء الطاقة (Power Purchase Agreement - PPAs)

تعد اتفاقيات شراء الطاقة (PPAs) من الأدوات القانونية والتمويلية الأساسية في تطوير مشروعات الطاقة المتجددة، حيث تُبرم بين منتج الطاقة (القطاع الخاص) وبين مشتري الطاقة (غالبًا شركة التوزيع أو الحكومة)، وتنظم هذه الاتفاقية شروط بيع الكهرباء المنتجة من المشروع على مدى فترة طويلة الأجل، عادة ما تتراوح بين 15 إلى 25 سنة.

وتتميز اتفاقيات شراء الطاقة بالخصائص التالية:

- توفير ضمان مالي طويل الأجل للمستثمرين، من خلال تحديد سعر شراء ثابت أو شبه ثابت للكهرباء المولدة، مما يعزز الثقة ويقلل من مخاطر السوق.
- تعزيز إمكانية الحصول على التمويل من المؤسسات المالية، حيث تُستخدم هذه الاتفاقيات كضمان أساسي لجدوى المشروع واستقراره المالي.
- تحديد التزامات كل طرف بوضوح، بما في ذلك شروط التوليد، الربط بالشبكة، الدفع، وآليات فض النزاعات.
- تتيح للحكومة أو شركات التوزيع تخطيط احتياجاتها المستقبلية من الطاقة وضمان التزود بالكهرباء من مصادر نظيفة.

وتُعتبر PPAs أداة استراتيجية في التحول نحو الطاقة المتجددة، خاصة في الدول التي تسعى إلى تشجيع القطاع الخاص على الاستثمار في هذا المجال، وتقلل من العبء المالي على الدولة في المراحل الأولى من تنفيذ المشروعات.

7.8.1 المعالم الرئيسية لاتفاقية شراء الطاقة

- عقد طويل الأمد بين طرفين رئيسيين، هما منتج الطاقة (المنتج) ومشتري الطاقة (المشتري)، وغالبًا ما تكون هذه الطاقة من مصادر متجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح.
- تُبرم الاتفاقية لتحديد شروط بيع وشراء الكهرباء المنتجة من المشروع لفترة زمنية تتراوح عادة من 10 إلى 25 عامًا، مع تضمين تفاصيل مثل الكميات، الأسعار، والجودة.
- تعتبر هذه الاتفاقيات من أهم الأدوات المستخدمة لتعزيز الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة، من خلال تأمين الإيرادات طويلة الأمد وتقليل المخاطر.
- هذه العقود توفر أساسًا ماليًا قويًا يمكّن من تطوير مشروعات الطاقة المتجددة، كما أنها تقلل من المخاطر المرتبطة بتذبذب أسعار الطاقة في السوق الحر.
- تكمن أهمية اتفاقيات شراء الطاقة في قطاع الطاقات المتجددة، عبر عدة أدوار حيوية تعزز مشروعات الطاقات المتجددة، منها:

- تأمين الإيرادات المالية: حيث تضمن PPAs تدفقا نقديا منتظما وثابتا، مما يسهل على المستثمرين الحصول على تمويل من البنوك.
- تقليل المخاطر التجارية: من خلال تثبيت سعر الكهرباء، يقلل المنتج من المخاطر المرتبطة بتقلبات أسعار السوق.
- تشجيع استثمارات القطاع الخاص: مع وجود عقد طويل الأمد يضمن بيع الطاقة، يصبح من المغري للمستثمرين الدخول في مشروعات الطاقة المتجددة.
- يمكن أن تكون PPAs محفزًا رئيسيًا لدعم مشروعات الطاقة المتجددة، مما يساعد في تحسين إمدادات الطاقة وتقليل الاعتماد على مصادر الوقود الأحفوري المستوردة.

7.8.2 أنواع اتفاقيات شراء الطاقة

1. PPAs التقليدية (Off-Site PPA):

- **الموقع:** تكون محطة إنتاج الطاقة بعيدة عن موقع الاستهلاك.
- **الربط بالشبكة:** يتم نقل الطاقة المنتجة عبر الشبكة الوطنية.
- **الأطراف:** يتضمن منتج الطاقة ومشتري الطاقة، مثل شركات توزيع الكهرباء.

2. PPAs الموقعية (On-Site PPA):

- **الموقع:** يتم تركيب محطة إنتاج الطاقة (مثل الألواح الشمسية) داخل أو بجوار موقع العميل.
- **التوصيل المباشر:** يتم توصيل الطاقة مباشرة إلى المنشأة، مما يوفر تكاليف نقل الكهرباء.
- **مثال عملي:** يمكن أن توقع شركة صناعية اتفاقية PPA لتركيب ألواح شمسية على سطح مصنعها لتأمين احتياجاتها من الطاقة.

3. PPAs الافتراضية (Virtual PPA):

- **مفهوم العقد:** في هذا النوع من الاتفاقيات، يتم بيع وشراء الطاقة دون الحاجة لتوصيل مباشر.
- **التنفيذ:** يتم التعامل بالفرق بين أسعار السوق وسعر الكهرباء المتفق عليه (Hedge).
- **الفوائد:** يُستخدم بشكل كبير من قبل الشركات التي ترغب في تحسين بصمتها الكربونية دون تغيير إمداداتها الفعلية.

7.8.3 مكونات اتفاقية شراء الطاقة

- المدة الزمنية:

تتراوح مدة اتفاقيات PPAs عادة بين 10 و25 عامًا. هذه المدة الطويلة توفر الاستقرار المالي للمشروع.

- **التسعير:**

التسعير الثابت: يبقى سعر الكيلووات/ساعة ثابتًا طوال فترة العقد.

التسعير المتغير: يعتمد على عوامل مثل التضخم أو التغيرات في أسعار السوق.

- **المسؤوليات والالتزامات:**

المنتج: الالتزام بإنتاج وتوفير الكهرباء بجودة محددة.

المشتري: الالتزام بشراء الكمية المنتجة بالكامل، ودفع المقابل وفق الشروط.

- **شروط الدفع:**

تتضمن آلية الدفع، توقيت الدفع، والغرامات في حالة التأخير.

- **المخاطر المشتركة:**

تحديد المخاطر المتعلقة بالإنتاج أو بالتغيرات في التشريعات، وتقاسم المسؤوليات بين الأطراف.

7.8.4 التوصيات (السياسات المقترحة)

- العمل على ضمان استقرار السياسات الحكومية وعدم تغيير القواعد التنظيمية المتعلقة باتفاقيات شراء الطاقة، لضمان ثقة المستثمرين واستدامة المشروعات.
- اعتماد إطار تنظيمي وقانوني واضح وفعال يعزز من كفاءة تطبيق اتفاقيات شراء الطاقة، ويُسهم في جذب الاستثمار المحلي والدولي.
- الاستعانة بالمستشارين والخبراء المحليين والدوليين في عمليات التفاوض وإعداد الاتفاقيات، لضمان التوازن وحماية مصالح الدولة والمستثمرين.
- تأهيل الفرق الفنية والقانونية المتخصصة لتجنب التعقيدات القانونية، وضمان صياغة اتفاقيات واضحة ومنصفة لجميع الأطراف.
- إجراء دراسات جدوى اقتصادية دقيقة لاختيار المشروعات المناسبة من مصادر الطاقة المتجددة، خاصة تلك المخطط دمجها في الشبكة العامة.
- التشاور مع أصحاب المصلحة المعنيين باتفاقيات شراء الطاقة، لضمان توافق المصالح وتعزيز الشفافية والقبول المجتمعي.

- العمل على تقليل المخاطر الاقتصادية والأمنية والمؤسسية التي قد تؤثر سلبًا على استقرار اتفاقيات PPAs في قطاع الطاقة المتجددة.
- اعتماد آليات تسعير مرنة تأخذ في الحسبان معدلات التضخم، من خلال المراجعة الدورية للأسعار المدرجة في الاتفاقيات.
- تحسين وتوفير البنية التحتية الكهربائية الملائمة لمشاريع الطاقة المتجددة، بما يضمن ربطها الفعال بالشبكة الوطنية واندماجها التقني.
- التعامل بمرونة مع تقلبات الإنتاج المرتبطة بالطبيعة، مثل تفاوت الإشعاع الشمسي أو سرعة الرياح، وذلك من خلال تقنيات التخزين أو أنظمة الدعم التكميلي.

7.9 الخلاصة

أصبح التوجه نحو الاستثمار في الطاقة المتجددة متصلا بتحقيق التنمية المستدامة، وبالتحول نحو الاقتصاد الأخضر، وحماية البيئة وضمان الاستخدام الأمثل والتوزيع العادل بين الجيل الحالي والأجيال القادمة، ضرورة تنموية في ليبيا، لاسيما وأن الاستثمار هو المحرك الرئيسي للتحول في الطاقة وتنويع مصادرها في ليبيا، ليس فقط على تركيبات توليد الطاقة المتجددة والكهرباء، ولكن أيضاً على البنية التحتية المستدامة وأبنية الطاقة الكفؤة وصناعة إزالة الكربون، وسلاسل قيمة الطاقة المتجددة والتكنولوجيا البديلة من أجل أدنى الانبعاثات.

لهذا، يعد جذب الاستثمارات الأجنبية المباشرة أداةً رئيسية لتطوير مستوى الاستثمار في الطاقة المتجددة في ليبيا، حيث يسهم الاستثمار الأجنبي في نقل المعرفة وتطوير أساليب الإدارة وخلق نقاط تواصل مع أسواق عالمية، ناهيك عن توفير رأس المال اللازم لتنقيد مشروعات الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، ما يتطلب إطارا متكاملا ومتسقا لسياسات وآليات الاستثمار في هذه المصادر ضمن البرنامج الوطني للطاقات المتجددة.

عليه، ولضمان استمرار تدفق الاستثمار الأجنبي يجب معالجة كل المعوقات التي تواجه تدفق الاستثمارات الأجنبية نحو سوق الطاقة في ليبيا، لاسيما وأن عملية اتخاذ القرار الاستثماري تتوقف على مجموعة من المحددات المؤسسية والاقتصادية والفنية والتنظيمية والأمنية، والتي يجب العمل على توفيرها حتى يتم ضمان استقطاب الاستثمارات الاجنبية الكافية.

كما يعتبر تحسين مناخ الاستثمار والبيئة المحيطة بالاستثمار مطلبا رئيسيا لتدفق وتوسيع الاستثمار الخاص، فالمستثمرون يأتون وراء استقرار الأمن والسياسة الاقتصادية الكلية بما في ذلك تخفيض العجز المالي والتجاري واستقرار السياسة المالية والنقدية والتحكم في التضخم، وتفادي التقلبات العنيفة في سعر الصرف، والتي عادة ما

يكون لها أثر سلبي على تدفق الاستثمارات الأجنبية المباشرة وخاصة فيما يتعلق بالتقدير السليم لجدوى المشروعات والأرباح.

تشكل سياسة الدعم والتسعير في مجال الطاقات المتجددة أداة رئيسية لتحفيز التحول نحو الطاقة المتجددة في ليبيا، عبر توفير إعفاءات وحوافز تشجع على الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة، إضافة إلى تبني نظام تسعير يضمن تحقيق العدالة بين المنتجين والمستهلكين والمراجعة الدورية للأسعار لتحقيق استجابة للتغيرات في تكاليف الإنتاج أو التقنيات الجديدة، واعتبارها إجراءات تعزز من نمو قطاع الطاقة المتجددة. كما أن نظام التسعير العادل في ليبيا يتطلب إصلاح ومعالجة تشوهات السوق الحالية، والتوجه نحو سوق الكهرباء التنافسية.

وضمن هدا السياق، تعد اتفاقيات شراء الطاقة (PPAs) أداة محورية في دعم مشروعات الطاقة المتجددة، حيث توفر عقودًا طويلة الأمد تمنح الاستقرار المالي للمستثمرين وتسهم في تحقيق أهداف الاستدامة، ما يجعلها أداة استراتيجية لتعزيز استثمارات الطاقة المتجددة، من خلال اعتماد إطار تنظيمي مناسب وتوفير بيئة قانونية داعمة، ودلك بما يمكن من زيادة فعالية (PPAs) في تعزيز التحول الطاقي ودعم مشروعات الطاقة المتجددة.

لهذا، فإن التحول الفعال نحو الطاقات المتجددة في ليبيا جزء لا يتجزأ من عملية التحول نحو بيئة اجتماعية واقتصادية ومؤسسية جديدة، كأساس للتحول نحو الاقتصاد المنتج والمتنوع المستدام، هذا التحول متصل بتحقيق أهداف إعادة هيكلة الاقتصاد، وتطبيق السياسات المناسبة الفعالة للإصلاح الاقتصادي والمؤسسي. فالمؤسسات الفعالة هي الأساس للتخطيط السليم والضامن لنجاح التحول. وعليه لابد من وضع خطط واستراتيجيات واضحة للتنمية الوطنية، تتضمن وضع أهداف واستراتيجيات الطاقة المستدامة، بحيث تتسق وتتكامل سياسات قطاع الطاقة مع سياسات التنمية الوطنية الشاملة.

وختامًا، فإن مستقبل الطاقة في ليبيا يرتبط ارتباطًا وثيقًا بقدرتها على تبني نموذج تنموي جديد يقوم على الاستفادة من مواردها الطبيعية المتجددة، وتحفيز الاستثمار المحلي والأجنبي، وبناء مؤسسات قوية تقود هذا التحول. فالطاقات المتجددة لم تعد مجرد بديل تقني، بل أصبحت خيارا استراتيجيا لتحقيق الاستقرار الاقتصادي، وتعزيز السيادة الطاقية، وتقليل الهشاشة البيئية.

ويُمثل الاستثمار بكل أشكاله حجر الزاوية في هذا التحول، إذ يُسهم في تمويل المشروعات، ونقل التكنولوجيا، وتطوير الكفاءات المحلية، وفتح آفاق الشراكة مع الأسواق العالمية. لذا، فإن خلق بيئة استثمارية جاذبة وشفافة، مدعومة بسياسات واضحة وآليات تنظيمية فعالة، يُعد شرطًا أساسيًا لإنجاح مشروعات الطاقة المتجددة وتحقيق الاستفادة القصوى منها.

ومن خلال شراكات ذكية مع القطاع الخاص والمجتمع الدولي، وتنسيق مؤسسي فعّال، وتخطيط استراتيجي طويل المدى، يمكن لليبيا أن تبني قطاعًا طاقيًا مستدامًا يسهم في تنويع الاقتصاد، وخلق فرص العمل، وتحقيق تطلعات الأجيال القادمة. ويبقى نجاح هذا المسار مرهونًا بوجود إرادة سياسية جادة تضع الاستثمار في الطاقات المتجددة في صلب أولويات التنمية الوطنية الشاملة.

7.10 المراجع الرئيسية

1) البنك الدولي، 2017، تقرير متعلق بالمزيج الطاقي.
2) مجلس التخطيط الوطني، 2013، البرنامج الوطني للطاقة في إطار استراتيجية.
3) مصرف ليبيا المركزي، 2024، النشرة الاقتصادية-الربع الأول.
4) وزارة التخطيط، 2023 -2035، الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة.
5) وزارة التخطيط، 2019-2030، الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة.
6) وزارة التخطيط، 2022، الرؤية الوطنية لكفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك.
7) وكالة الطاقة الدولية، (2022)، تقرير تحولات الطاقة المتجددة في الاقتصادات الناشئة. واشنطن العاصمة: وكالة الطاقة الدولية.

8) *International Investment Report. UNCTAD. 2023*
9) *International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). Power Purchase Agreements for Renewable Energy Projects in Emerging Markets. Available at: www.irena.org*
10) *International Energy Agency (IEA). (2022). Renewables 2022: Analysis and Forecast to 2027. Available at: www.iea.org*
11) *Mazza, P. (2021). The Role of PPAs in the Energy Transition: An Overview. Journal of Energy Economics, 45(2), 150-165.*

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل الثامن: التكامل بين مشروعات البرنامج الوطني للطاقات المتجددة

8.1 تمهيد

يمثل البرنامج الوطني الاستراتيجي للطاقات المتجددة للفترة من 2025 إلى 2040 إطارًا استراتيجيًا شاملاً يستهدف تحقيق التحول المستدام لقطاع الطاقة في ليبيا. ويقوم هذا البرنامج على رؤية وطنية تهدف إلى بناء اقتصاد منخفض الكربون، وتحسين أمن الطاقة، وتعزيز التنافسية الاقتصادية من خلال الانتقال التدريجي إلى مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة.

في هذا السياق، حدد البرنامج الوطني مجموعة من الأهداف الاستراتيجية الرئيسية، من أبرزها :

1. تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري بنسبة لا تقل عن 30% بحلول عام 2040.
2. رفع مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني إلى 10% بحلول عام 2030، و30% بحلول عام 2040.
3. تحسين كفاءة أداء الشبكة الكهربائية بما لا يقل عن 15%.
4. خلق بيئة استثمارية تنافسية على المستويين الإقليمي والدولي لتعزيز مشاركة القطاع الخاص.

وتعتمد السياسة التنفيذية للبرنامج على تبني حزمة من المشروعات المتكاملة، يتم تنفيذها بالتزامن لضمان تحقيق الأثر التراكمي والتحويلي المطلوب، وتشمل هذه المشروعات:

1. مشروع تحديد نسب تغلغل الطاقات المتجددة.
2. مشروع تطوير رموز الشبكة الوطنية والشروط الفنية للتوصيل.
3. مشروع إدارة الأحمال وتحسين كفاءة استخدام الطاقة.
4. مشروع تحفيز وجذب الاستثمارات المحلية والدولية في قطاع الطاقة النظيفة.

وتُعتبر منهجية التكامل بين هذه المشروعات أساسًا لتحقيق الأهداف الوطنية للطاقة، حيث يعتمد نجاح كل مشروع على مواءمته مع السياسات الفنية والاقتصادية والتنظيمية للمشاريع الأخرى. وعليه، يستعرض هذا التقرير الأبعاد التكاملية لكل مشروع، والتحديات المصاحبة، والحلول المقترحة، ضمن إطار استراتيجي يدعم التحول المنشود لقطاع الطاقة في ليبيا.

8.2 تكاملات نسب تغلغل الطاقات المتجددة في الشبكة الوطنية

أولًا: مع رموز الشبكة الوطنية والشروط الفنية للتوصيل

يُعد تحديث رموز الشبكة بما يتماشى مع نسب تغلغل الطاقات المتجددة عاملًا رئيسيًا في تعزيز استقرار النظام الكهربائي. فوفقًا لتقرير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، يتطلب تحقيق أهداف التحول الطاقي نحو سيناريو 1.5 درجة مئوية رفع القدرة العالمية للطاقة المتجددة إلى أكثر من 11,000 جيجاوات بحلول 2030، مع مساهمة تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بنحو 90% من هذا النمو. وفي هذا الإطار، تشير أفضل الممارسات إلى أن تحديث البنية التحتية لدمج هذه المصادر قد يسهم في رفع سعة الشبكة بنسبة تصل إلى 30%.

كما يتطلب التوسع في استخدام الطاقات المتجددة تعديل معايير التشغيل والحماية في الشبكة، لا سيما فيما يتعلق بقيم التردد، حدود الجهد، وآليات الفصل التلقائي، لضمان دمج آمن ومستقر لهذه المصادر.

ثانياً: مع إدارة الأحمال وكفاءة الطاقة

يسهم ارتفاع نسب تغلغل الطاقات المتجددة في تعزيز فعالية إدارة الأحمال، ما يؤدي إلى تقليل الاعتماد على المحطات التقليدية العاملة بالوقود الأحفوري. وتظهر دراسة صادرة عن المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL) أن اعتماد أنظمة إدارة الأحمال الذكية يمكن أن يفضي إلى تقليل استهلاك الوقود بنسبة تصل إلى 25%.

وقد أظهرت التجربة الكورية أن دمج أنظمة المراقبة والتحكم الذكية SCADA مع تقنيات التخزين ساعد في تقليص انقطاعات الكهرباء بنسبة بلغت 60%. وفي مثال آخر من ولاية ألاسكا، أثبت نظام تخزين الطاقة بالبطاريات (BESS) فعاليته في تقليص الانقطاعات المرتبطة بمصادر الطاقة بنسبة تجاوزت 60%.

ثالثًا: مع جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية

يُعزز ارتفاع نسب تغلغل الطاقات المتجددة في الشبكة من جاذبية السوق الليبي أمام الاستثمارات، لا سيما في ظل وجود سياسات دعم واضحة. ووفقًا لتقرير البنك الدولي لعام 2023، فقد استثمر البنك ما يقرب من 16.4 مليار دولار في مشروعات الطاقات المتجددة خلال سبع سنوات، مما يشير إلى الإمكانات الكبيرة لهذا القطاع. وتشير التقديرات إلى أن وجود سياسات داعمة وتكامل مؤسسي يمكن أن يؤدي إلى زيادة الاستثمارات بنسبة تصل إلى 15%.

8.3 تكاملات رموز الشبكة الوطنية والشروط الفنية للتوصيل

أولًا: مع نسب تغلغل الطاقات المتجددة

- تشكل معايير **IEEE 2030** مرجعية مهمة لدمج مختلف مصادر الطاقة المتجددة، بما في ذلك نظم توليد موّزعة في الشبكات الذكية، مما يعزز من كفاءة شبكة أكثر استدامة.
- يُستخدم هذا الإطار لتوجيه تحديث معايير الربط، الحماية، والجودة، بما يمكن الشبكة من استيعاب نسب أعلى من الطاقة المتجددة، وتحقيق كفاءة تشغيلية على المدى الطويل.

IEEE SA - Evolving IEEE Standards Foster a More Sustainable Power Grid

ثانيًا: مع إدارة الأحمال وكفاءة الطاقة

- تُبيّن الدراسات أهمية تحديث بنية شبكات توزيع الطاقة؛ حيث يسهم تحسين التوصيل ورفع مستوى الشبكة الذكية في تخفيض الفاقد الفني. حيث تُعد هذه التحسينات جزءًا أساسيًا من استراتيجية تقليل الفاقد وتطوير جودة الشبكة.
- علاوة على ذلك، تشير مراجع حديثة إلى وجود طرق فعّالة لتخفيض الفاقد الفني ضمن شبكات التوزيع من 5–12% حسب التقنيات المستخدمة مثل مواضع المكثفات وتحسين موائمة الجهد.

ثالثًا: مع جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية

- وجود إطار تنظيمي وفني واضح يعزز ثقة المستثمرين ويحد من المخاطر، مما يجذب مزيدًا من رأس المال إلى قطاع الطاقات المتجددة.
- تجربة المغرب تُعدّ مثالًا ناجحًا: فقد أسهم تحديث الإطار التنظيمي (قانون 13-09 وغيره من التشريعات) في تعزيز حصة الطاقات المتجددة إلى نحو 38% من قدرة الشبكة بحلول 2022، مما جلب استثمارات كبرى تجاوزت مليار دولار.
- كما تشير وثائق البنك الدولي وتقارير شركة ماكينزي إلى أن البيئة التقنية والتنظيمية المستقرة قد تزيد من الاستثمار في القطاع بنسبة تصل إلى 20%.

8.4 تكاملات إدارة الأحمال وكفاءة الطاقة

أولًا: التكامل مع نسب تغلغل الطاقات المتجددة

- يُعد تحسين إدارة الأحمال من الأدوات الأساسية لاستيعاب نسب أعلى من الطاقة المتجددة ضمن الشبكة، ما يقلل من الاعتماد على محطات الوقود الأحفوري. ووفقًا لدراسات NREL (2021)، قد تسهم استراتيجيات إدارة الأحمال والاستجابة للطلب في تحسين كفاءة تشغيل الشبكة بنسبة تصل إلى 18%.
- على مستوى المستخدم النهائي، يُسهم استخدام أنظمة إدارة الطاقة المنزلية (HEMS) في تقليل استهلاك الطاقة خلال أوقات الذروة، مما يدعم مرونة الشبكة في التعامل مع تقلبات الإنتاج من المصادر المتجددة.

ثانيًا: التكامل مع رموز الشبكة الوطنية والشروط الفنية للتوصيل

- تلعب المعايير الفنية دورًا حاسمًا في تمكين استراتيجيات إدارة الأحمال. فكلما كانت معايير التوصيل أكثر تطورًا ومرونة، زادت إمكانية تطبيق تقنيات التحكم الديناميكي.
- من الضروري أن تتضمن رموز الشبكة توصيات باستخدام تقنيات التحكم التنبؤي، والتي تتيح تعديل الأحمال بشكل استباقي بناءً على توقعات إنتاج الطاقة المتجددة.

ثالثًا: التكامل مع جهود جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية

- تحسين إدارة الأحمال يعزز من الجدوى الاقتصادية لمشاريع الطاقة، حيث تسهم استراتيجيات الإدارة الفعالة في تقليل تكاليف التشغيل والصيانة.
- تشير تقارير الاستشاري العالمي McKinsey إلى أن استراتيجيات إدارة الأحمال قد تسهم في تحقيق وفورات تشغيلية تُحسن العائد على الاستثمار، خاصة في مشروعات تعتمد على تقنيات متقدمة للتحكم والجدولة.

8.5 تكاملات جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية

يشكل تعزيز البيئة الاستثمارية في قطاع الطاقة ركيزة أساسية لتحقيق التحول الطاقي المستدام. ويتطلب ذلك توافقًا بين نسب تغلغل الطاقات المتجددة، الأطر التنظيمية، والجاهزية التقنية للمرافق، ما ينعكس مباشرة على ثقة المستثمرين. وتوضح التجارب الدولية أن وجود إطار متكامل يعزز من جاذبية السوق.

أولاً: التكامل مع نسب تغلغل الطاقات المتجددة

- يسهم رفع نسب تغلغل الطاقات المتجددة ضمن المزيج الوطني في تعزيز جاذبية السوق للاستثمارات الخضراء، خاصة من قبل المستثمرين المعنيين بالمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG) . فكلما زادت هذه النسبة، عكس ذلك التزام الدولة بالتحول الأخضر، وهو ما يُعد عاملًا جاذبًا رئيسيًا لأسواق التمويل المستدام.
- ارتفاع نسب الطاقات المتجددة يعطي إشارات إيجابية لجهات التمويل ويُسهل الوصول إلى القروض الميسّرة والمنح الدولية.

ثانيًا: التكامل مع رموز الشبكة الوطنية والشروط الفنية للتوصيل

- تُعد الشفافية والوضوح في المتطلبات الفنية للتوصيل من العوامل الحاسمة في قرارات المستثمرين. فوجود رموز فنية محدثة ومتاحة عبر منصات رقمية يسهم في تسهيل الإجراءات وزيادة الثقة.
- إتاحة الأدلة الفنية وشروط الربط عبر بوابات إلكترونية يقلل من المخاطر الفنية والتنظيمية، ويزيد من جاذبية الاستثمار في البنية التحتية الكهربائية.

ثالثًا: التكامل مع إدارة الأحمال وكفاءة الطاقة

- تمثل الاستثمارات في كفاءة الطاقة وإدارة الأحمال عنصرًا مهمًا في تقليل التكاليف التشغيلية للمشاريع، وتعزيز موثوقية الشبكة.
- تمويل مشروعات إدارة الأحمال يُعد استثمارًا طويل الأمد في تحسين كفاءة النظام الكهربائي، ويُقلل من الحاجة إلى بناء محطات تقليدية جديدة، مما يُحسن من العائد على الاستثمار ويزيد من استدامة المشروع.

8.6 التحديات التي تواجه التكامل بين مشروعات الطاقة والحلول المقترحة

يُعد تحقيق التكامل الفعّال بين مشروعات الطاقة – لا سيما تلك المعنية بالطاقات المتجددة – من الركائز الأساسية لتحسين كفاءة المنظومة الكهربائية، وخفض التكاليف التشغيلية، وتعزيز الاستدامة البيئية والمؤسسية. غير أن هذا التكامل يواجه مجموعة من التحديات المتداخلة، والتي يمكن معالجتها من خلال إجراءات فنية ومالية وإدارية وبيئية متكاملة، على النحو التالي:

1. التحديات الفنية

- **المشكلة**: تفاوت المعايير والمواصفات الفنية بين المشروعات المختلفة، سواء من حيث تقنيات الربط بالشبكة، أو نظم التحكم، أو مكونات البنية التحتية.
- **الحلول المقترحة**:
  - إعداد إطار وطني موحد للمعايير الفنية لمشاريع الطاقة، بالتنسيق مع هيئات دولية مثل IEC وIRENA.
  - توصي الجهات المسؤولة عن تشغيل وتنظيم الشبكة الكهربائية مثل مشغل النظام الكهربائي TSO والهيئة التنظيمية بإجراء دراسات فنية لمحاكاة أداء الشبكة وتكامل المشروعات الجديدة، باستخدام برامج وأدوات رقمية متقدمة، بما يضمن التوافق الفني قبل الربط الفعلي.

2. التحديات التمويلية

- **المشكلة**: محدودية التمويل المتاح لتنفيذ مشروعات الطاقة، وارتفاع مستويات المخاطر الاستثمارية، خاصة في البيئات الاقتصادية غير المستقرة.
- **الحلول المقترحة**:
  - تفعيل حوافز مالية وضريبية لجذب استثمارات القطاع الخاص، مثل الإعفاءات الجمركية، تخفيض الضرائب، وأسعار شراء الطاقة التفضيلية.
  - إنشاء صناديق ضمان وطنية بالتعاون مع مؤسسات التمويل الدولية (كالبنك الدولي أو بنك التنمية الإسلامي)، لتقليل مخاطر الاستثمار وتحفيز مشاركة رأس المال الخاص.

3. التحديات التنظيمية والتشريعية

- **المشكلة**: ضعف التنسيق المؤسسي بين الجهات الحكومية المعنية بالتخطيط، والتراخيص، والتنفيذ، مما يؤدي إلى ازدواجية الإجراءات وتأخير تنفيذ المشروعات.
- **الحلول المقترحة**:
  - تأسيس هيئة تنسيقية عليا أو وحدة تنفيذ مركزية تُعنى بإدارة وتنسيق المشروعات، وتكون بمثابة نقطة اتصال موحدة لجميع الجهات ذات العلاقة.
  - تطوير نظام معلومات جغرافي (GIS) موحد، يربط بين المؤسسات ذات العلاقة، ويُستخدم لأغراض التخطيط المكاني، ومتابعة التراخيص، وتفادي التداخل في استخدام الأراضي.

4. التحديات البيئية

- **المشكلة**: التأثيرات البيئية المحتملة لبعض المشروعات، مثل الإضرار بالتنوع البيولوجي أو تغيير طبيعة استخدام الأراضي، خاصة في المشروعات الواسعة النطاق.
- **الحلول المقترحة**:
  - إلزام جميع المشروعات بتنفيذ دراسات تقييم الأثر البيئي (EIA) بعمق قبل البدء في التنفيذ.
  - اعتماد تقنيات مستدامة منخفضة الأثر البيئي، مثل الألواح الشمسية عالية الكفاءة، والمراوح منخفضة الانبعاثات الصوتية.
  - اختيار مواقع المشروعات في أراضٍ غير زراعية أو غير مأهولة، مع مراعاة القرب من مراكز الأحمال لتقليل الفاقد.
  - تعزيز أفضل الممارسات البيئية، كاستخدام معدات قابلة لإعادة التدوير، وتجنب المواقع ذات الحساسية البيئية العالية، وضمان التشاور مع المجتمعات المحلية.

8.7 التكامل التشريعي المطلوب لإنجاح البرنامج الوطني للطاقات المتجددة

يشكل الإطار التشريعي أحد أعمدة نجاح الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة، حيث يرتبط به التنفيذ الفني، التمويل، وجذب الاستثمار، إضافة إلى الحوكمة البيئية.

أولًا: التشريعات المطلوبة

- إصدار قانون وطني شامل للطاقات المتجددة يُنظم الإطار القانوني لمشروعات الإنتاج، التخزين، والربط بالشبكات الكهربائية، مع تحديد حقوق وواجبات الجهات المعنية.
- تعديل التشريعات الاستثمارية لتسهيل دخول المستثمرين، من خلال تخفيض الضرائب الجمركية على المعدات، وتقديم حوافز مالية وضريبية مستدامة.
- تطوير قانون خاص بحماية البيئة في مشروعات الطاقة، يضمن التكامل بين متطلبات التنمية والتحول الأخضر، عبر إلزامية تقييم الأثر البيئي وتطبيق معايير الاستدامة.

ثانيًا: أبرز العناصر الواجب تضمينها في قانون الطاقة المتجددة

- إلزام الجهات العامة بشراء نسبة محددة من احتياجاتها من مصادر الطاقات المتجددة.
- اعتماد تسعيرة محفزة للطاقة المنتجة من الشمس والرياح (Feed-in Tariff) لضمان عائد اقتصادي عادل للمستثمرين.
- تقنين نماذج البيع المباشر للطاقة بين الأفراد والقطاع الخاص (Peer-to-Peer Energy Trading) ضمن ضوابط واضحة.

ثالثاً: الجهات المؤسسية المحورية ودورها في تفعيل الاستراتيجية

يتطلب تنفيذ البرنامج الوطني للطاقات المتجددة إطارًا مؤسسيًا منسقًا، قائمًا على توزيع واضح ومتكامل للأدوار بين الجهات المعنية على المستويين التشريعي والتنفيذي. ويُعد وضوح المسؤوليات بين مختلف المؤسسات الحكومية والرقابية والتنظيمية، عاملاً حاسمًا في تسريع خطوات التنفيذ، وتقليل الازدواجية، وضمان الكفاءة في إدارة المشروعات.

في هذا السياق، يوضح الجدول التالي الجهات المؤسسية الرئيسية المعنية بتفعيل الاستراتيجية، والأدوار المنوطة بكل منها، وفقًا للمسارات التشريعية، الفنية، البيئية، والتخطيطية.

الجهة	الدور المقترح
مجلس النواب والمجلس الأعلى للدولة	إقرار التشريعات والقوانين الداعمة للاستراتيجية
الشركة العامة للكهرباء (GECOL)	الإشراف الفني وتنفيذ مشروعات الربط وتحديث الشبكة
الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة	منح التراخيص، إعداد خرائط المواقع، ومتابعة الالتزام
وزارة الاقتصاد	تهيئة البيئة الاستثمارية وتقديم الحوافز
الهيئة العامة للبيئة	مراجعة وتقييم الأثر البيئي للمشروعات
وزارة التخطيط	دمج مشروعات الطاقة المتجددة ضمن الخطط التنموية الوطنية

8.8 العلاقة بين تكامل المشروعات والتحول في نمط منظومة الطاقة

أظهرت الدراسات التي أجراها فريق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة أن التكامل بين مشروعات البرنامج الوطني للطاقات المتجددة لا يتوقف عند حدود التنسيق المؤسسي أو الفني، بل يمتد ليشكل رافعة أساسية لتغيير نمط المنظومة الطاقية في ليبيا. فالتفاعل بين مشروعات نسب التغلغل، تحديث رموز الشبكة، إدارة الأحمال، وتشجيع الاستثمار، يؤدي إلى:

- انتقال تدريجي نحو نظام طاقي مرن ومتجدد، قادر على استيعاب الإنتاج المتغير من المصادر الشمسية والرياح، وتقليل الاعتماد على أنظمة التوليد الأحفورية.
- تحقيق توازن ديناميكي بين العرض والطلب، من خلال استخدام تقنيات إدارة الأحمال والاستجابة للطلب، مما يخفف العبء على البنية التحتية التقليدية.
- تحسين جودة الطاقة وكفاءة الشبكة، نتيجة استخدام أنظمة التخزين والتوزيع الذكي، والمواصفات الفنية الحديثة.

ويبرز من تحليل الدراسات أن التكامل يسهم في تحقيق أربعة أنماط تحول رئيسية في قطاع الطاقة:

1. من مركزية الإنتاج إلى اللامركزية، مع انتشار نظم التوليد الموزع - Distributed Generation.
2. من التحكم التقليدي إلى التحكم الذكي، باستخدام نظم إدارة الطاقة SCADA و.EMS
3. من الاعتماد على الوقود الأحفوري إلى الطاقات المتجددة، ضمن سيناريوهات تغلغل تدريجية.
4. من غياب التنسيق المؤسسي إلى الحوكمة المتكاملة، عبر إنشاء آليات تنسيقية وهيئات مركزية.

وتعد هذه التحولات ضرورية للوصول إلى منظومة طاقة مرنة، موثوقة، ومستدامة، قادرة على دعم رؤية ليبيا 2040 نحو اقتصاد منخفض الكربون وتنمية مستدامة شاملة.

8.9 التكامل بين مشروعات الطاقات المتجددة ونمط التغير في الأحمال المستقبلية

يعد فهم العلاقة بين مشروعات الطاقات المتجددة ونمط التغير في الأحمال المستقبلية عنصرًا أساسيًا في التخطيط المتكامل للمنظومة الكهربائية. إذ أن تغلغل مصادر الطاقات المتجددة (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) يتطلب دراسة دقيقة لتوزيع الأحمال على مدار اليوم وفصول السنة، خاصة مع التغيرات المتوقعة في أنماط الاستهلاك نتيجة للتحول في استخدامات الطاقة، والنمو السكاني، والتوسع العمراني والصناعي.

تشير الدراسات إلى أن المشروعات ذات النطاق الواسع للطاقات المتجددة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار تغيرات الإنتاج المرتبطة بظروف الطقس، مما يتطلب تطوير حلول تكميلية مثل أنظمة التخزين، أو تحسين إدارة الطلب، أو الربط مع شبكات إقليمية.

ومن هذا المنطلق، يُوصى بما يلي:

- إجراء دراسات استشرافية لنمط الأحمال المستقبلية تشمل السيناريوهات الاقتصادية والديمغرافية المختلفة.
- تكامل نماذج توقعات الأحمال مع خطط تنفيذ مشروعات الطاقات المتجددة.
- تطوير آليات تنبؤية للتشغيل الديناميكي تأخذ بعين الاعتبار الإنتاج المتغير من مصادر متجددة والتغير في الطلب.
- تعزيز مرونة الشبكة من خلال تقنيات ذكية وتوسيع قدرات التخزين الكهربائي.

يسهم هذا التكامل في رفع كفاءة استخدام الموارد المتجددة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وضمان استقرار الشبكة على المدى الطويل.

8.10 التوصيات العامة وأولويات تفعيل البرنامج الوطني للطاقات المتجددة (2025–2040)

أولًا: تعزيز الإطار التشريعي والتنظيمي

- الإسراع بإصدار قانون وطني شامل للطاقات المتجددة، يتضمن تنظيم الإنتاج، التخزين، الربط بالشبكة، وآليات التسعير العادل.
- مراجعة وتعديل التشريعات الحالية بما يسمح بإدخال نماذج التمويل الحديثة، كالتعرفة التشجيعية، البيع المباشر للطاقة، وأدوات التمويل الأخضر.
- تفعيل دور الجهات الرقابية والفنية لضمان الالتزام بالمعايير الدولية لجودة الطاقة، السلامة، والبيئة.

ثانيًا: تطوير البنية التحتية الكهربائية

- تحديث شامل لرموز الشبكة الوطنية لتتلاءم مع خصائص التوليد اللامركزي والمتجدد، خاصة في المناطق النائية.
- إدخال أنظمة التحكم الذكي SCADA وEMS لتعزيز القدرة على مراقبة الأحمال والتحكم بالتوليد.

- اعتماد تقنيات تخزين الطاقة (BESS، التخزين الهيدروليكي) لتقليل الاعتماد على مصادر غير مستقرة وضمان استمرارية التوريد.

ثالثًا: تحسين إدارة الأحمال وكفاءة الطاقة

- التوسع في نشر أنظمة إدارة الطاقة المنزلية (HEMS) والعدادات الذكية.
- تنفيذ حملات توعية مؤسسية ومجتمعية لترشيد استهلاك الطاقة والتحفيز على استخدام مصادر متجددة.
- إعداد استراتيجية وطنية لإدارة الطلب (DSM)، مع تركيز خاص على القطاع السكني والصناعي.

رابعًا: جذب وتحفيز الاستثمارات

- إنشاء صناديق استثمار للطاقة الخضراء بالشراكة مع بنوك محلية ودولية.
- تقديم حوافز ضريبية وجمركية لموردي ومطوري أنظمة الطاقات المتجددة.
- تفعيل منصة رقمية موحدة لتبسيط إجراءات التراخيص البيئية والمالية والتقنية.

خامسًا: التنسيق المؤسسي وتوزيع الأدوار

- تأسيس هيئة تنسيقية مركزية تضم ممثلين من كافة المؤسسات ذات العلاقة (كهرباء، بيئة، اقتصاد، بلديات).
- تمكين الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة كمؤسسة إشرافية.
- تطوير الكفاءات المؤسسية عبر برامج تدريب وورش متخصصة مستمرة.

سادسًا: تنمية القدرات الوطنية ونقل التكنولوجيا

- بناء شراكات بين الجامعات ومراكز الأبحاث وقطاع الطاقة لتأهيل كوادر فنية وهندسية.
- دعم مشروعات البحث والتطوير (R&D) بمنح وطنية ومبادرات تنافسية.
- توقيع اتفاقيات تعاون تقني دولي لنقل المعرفة والخبرة من الدول الرائدة.

سابعًا: دمج الأبعاد البيئية والاجتماعية

- إجراء دراسات تقييم الأثر البيئي (EIA) لجميع المشروعات، مع إعطاء أولوية لحماية التنوع البيولوجي.
- دعم مشروعات الاقتصاد الأخضر وخلق فرص عمل خضراء خاصة للشباب والمجتمعات المستفيدة من المشروعات.
- تخصيص جزء من العائدات الاستثمارية لدعم التنمية المحلية وتعزيز القبول المجتمعي.

ثامنًا: آليات المتابعة والتقييم

- إنشاء نظام رقمي لمتابعة مؤشرات الأداء (KPIs) يغطي جميع محاور الاستراتيجية.
- إجراء مراجعة استراتيجية كل سنتين لتقييم التقدم وتحديث المسارات عند الحاجة.

- نشر تقارير شفافة دورية توضح نسب التغلغل، حجم الاستثمارات، الأثر البيئي والاجتماعي، وعدد الوظائف المستحدثة.

8.11 الخاتمة

إن تحقيق الأثر الكامل لمشروعات الطاقات المتجددة في ليبيا لا يقتصر على تنفيذها كمنشآت منفردة أو معزولة، بل يتطلب نهجًا تكامليًا يربط هذه المشروعات بمنظومة الطاقة الوطنية، وبالمسارات الاقتصادية والاجتماعية والتنموية على المستوى المحلي والوطني.

وقد أظهر تحليل هذا الفصل أن تكامل مشروعات الطاقات المتجددة مع مكونات الشبكة الكهربائية، وسياسات إدارة الطلب، والبرامج الاقتصادية الوطنية، من شأنه أن:

- يعزز استقرار وأمان النظام الكهربائي، من خلال تنويع مصادر الإمداد وتقليل الهدر والفقد.
- يتيح مرونة أعلى للتعامل مع تذبذب الإنتاج المتجدد، عبر دمج أنظمة التخزين والتحكم الذكي في الأحمال.
- يدعم التكامل الإقليمي عبر الربط الكهربائي مع دول الجوار، مما يفتح آفاقًا جديدة لتبادل الطاقة وتصدير الفائض.
- يحفز التنمية المحلية، من خلال إقامة مشروعات صغيرة ومتوسطة للطاقة الشمسية والرياح في المناطق الريفية والنائية.
- يوفر فرصًا لاستحداث وظائف جديدة، ونقل التكنولوجيا، وبناء القدرات الوطنية في مجالات التشغيل والصيانة والإدارة.

ولضمان فعالية هذا التكامل، لا بد من تعزيز الأطر المؤسسية والتنظيمية، وتحديث التشريعات المرتبطة بالتوصيل بالشبكة، وتوفير الحوافز للاستثمار في المشروعات المتكاملة، إلى جانب اعتماد نظم رقمية متقدمة لمراقبة الأداء وتحقيق الكفاءة التشغيلية.

إن المضي في هذا الاتجاه سيمكن ليبيا من الاستفادة الكاملة من مواردها المتجددة، ومن تحويل مشروعات الطاقة من مجرد مبادرات تقنية إلى أدوات تنموية متكاملة تسهم في بناء اقتصاد أكثر مرونة واستدامة.

8.12 المراجع

أولاً: مراجع محلية

أ- التقرير الوطني للطاقة المتجددة في ليبيا"الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة 2023-2035" في عام 2023، الموضوع: تحليل وضع الطاقة المتجددة في ليبيا، التحديات والفرص المستقبلية. المؤسسة: وزارة التخطيط الليبية

ب- تقرير بعنوان "سياسات وإجراءات دمج الطاقات المتجددة في الشبكة الكهربائية الليبية" من قبل الهيئة العامة للكهرباء والطاقات المتجددة في ليبيا. عام 2012، تم إصدار قرار رقم (33) لسنة 2012 من قبل مجلس الوزراء الليبي، والذي اعتمد الهيكل التنظيمي واختصاصات وزارة الكهرباء والطاقات المتجددة، متضمناً مهاما تتعلق بتطوير سياسات وإجراءات دمج الطاقات المتجددة في الشبكة الكهربائية الليبية.

ج- "تقييم إمكانات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في ليبيا" من قبل المركز الليبي لبحوث الطاقة المتجددة. ومع ذلك، يُشار إلى أن وزارة التخطيط بحكومة الوفاق الوطني أطلقت مشروع "الخطة الاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2020-2030"، والذي أعدته لجنة مشكلة بموجب قرار وزير التخطيط المفوض رقم 48 لسنة 2017. يهدف هذا المشروع إلى تحقيق نسبة 10% من الطاقة المتجددة ضمن المزيج الطاقي بحلول عام 2030. csers.ly

د- "إمكانات طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية في المنطقة الوسطى من ليبيا" في 19 أكتوبر 2023، من قبل جامعة عمر المختار. "تحليل مصادر طاقة الرياح في المنطقة الوسطى في ليبيا وإمكانية استثمارها في إنتاج الطاقة الكهربائية". journal.su.edu.ly

ثانياً: تقارير وأوراق علمية "إدارة الأحمال وكفاءة الطاقة في ليبيا"

1. **"إدارة جانب الطلب على الطاقة الكهربائية للقطاع السكني بليبيا"**

إبراهيم بادي، يونيو 2017 ، "استراتيجيات إدارة الأحمال الكهربائية في القطاع السكني الليبي - تقنيات إدارة الطلب لتقليل استهلاك الطاقة خلال فترات الذروة".

رابط الوصول: إدارة جانب الطلب على الطاقة الكهربائية للقطاع السكني بليبيا

2. "الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة 2023-2035"

وزارة التخطيط الليبية، 2023، "رؤية شاملة لتطوير الطاقات المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة في ليبيا حتى عام 2035 - سياسات وإجراءات دمج الطاقات المتجددة في الشبكة الكهربائية".

رابط الوصول: الاستراتيجية الوطنية للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة 2023-2035

3. "إدارة جانب الطلب على الطاقة الكهربائية بين الفرص والتحديات للقطاع السكني في ليبيا"

الصديق ميلاد إبراهيم ابعيوه، 2015، "التحديات والفرص المرتبطة بإدارة جانب الطلب على الطاقة الكهربائية في القطاع السكني الليبي - استراتيجيات تقليل الاستهلاك وتحسين كفاءة الطاقة".

رابط الوصول: إدارة جانب الطلب على الطاقة الكهربائية بين الفرص والتحديات للقطاع السكني في ليبيا

ثالثاً: مراجع دولية

1. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA). (2022). *تكامل الطاقة المتجددة في نظم الطاقة*. IRENA.

2. المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL). (2021). *الشبكة الذكية وكفاءة الطاقة*. NREL.

3. البنك الدولي (World Bank). (2023). *الاستثمار في الطاقة المتجددة*. World Bank.

4. معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). (2022). *معايير توصيل الطاقة المتجددة بالشبكة*. IEEE.

5. ماكينزي (McKinsey). (2022). *كفاءة الطاقة وإدارة الأحمال*. McKinsey.

مجلس التخطيط الوطني
National planning Council

البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

(2040 – 2025)

الفصل التاسع: التوصيات العامة ومؤشرات الأداء والخاتمة

9.1 تمهيد

يمثل هذا الفصل خلاصة مركزة للعمل التحليلي والتشاركي الذي امتد على مدار ١٢ شهرًا من التخطيط والتنفيذ ضمن إطار **البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040)**. وقد جاء هذا الجهد ثمرة لتكامل مؤسسي فعّال، وتعاون وثيق بين مختلف الأطراف المعنية، من خلال الاجتماعات الفنية وورش العمل التشاورية، التي هدفت إلى بلورة رؤية وطنية واقعية وقابلة للتنفيذ، تستجيب لطموحات التنمية المستدامة في ليبيا.

ينقسم هذا الفصل إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

(1)التوصيات العامة، التي تتضمن مسارات استراتيجية مقترحة لدفع عجلة تنفيذ البرنامج وتحقيق أهدافه.

(2)مؤشرات الأداء الرئيسية، التي تشكل إطارًا مرجعيًا لقياس التقدم ومتابعة الأثر.

(3)الخاتمة، التي تضع البرنامج ضمن سياقه الوطني الأوسع، وتستشرف آفاق المستقبل بناءً على ما تحقق من نتائج وما رسم من طموحات.

9.2 التوصيات العامة

بناءً على ما تم تنفيذه خلال مراحل إعداد البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040)، وفي ضوء التحليل الفني والمؤسسي، والمشاورات الواسعة مع أصحاب المصلحة، تُوصي لجنة البرنامج الوطني بما يلي:

1. اعتماد البرنامج كوثيقة مرجعية وطنية لتوجيه سياسات الطاقة المستقبلية، وربطها باستراتيجيات التنمية المستدامة.
2. إصدار تشريعات داعمة عاجلة، تشمل قانون الكهرباء الجديد، ولوائح الرمز الشبكي (Grid Code)، وتأسيس الهيئة التنظيمية وهيئة كفاءة الطاقة.
3. إنشاء آلية دائمة للتنسيق المؤسسي تضم الجهات الحكومية والقطاع الخاص لضمان تنفيذ متكامل وتشاركي.

4. إطلاق حزمة تحفيزات مالية وتنظيمية لتشجيع الاستثمار الخاص المحلي والأجنبي، وخاصة في مشروعات التوليد اللامركزي وكفاءة الطاقة.
5. إدماج التعليم والتدريب في السياسات الطاقية عبر تعزيز المناهج الجامعية، وإنشاء مراكز بحوث وتدريب متخصصة.
6. تعزيز حوكمة البيانات والشفافية من خلال بناء منصة وطنية لبيانات الطاقة، تشمل الاستهلاك، المشروعات، التمويل، ونسب الإنجاز.
7. تبني نهج المراجعة الدورية والتقييم المرحلي لضمان مواءمة البرنامج مع المتغيرات وتطويره باستمرار بناءً على الأداء.
8. تفعيل آليات تمويل مبتكرة تشمل إنشاء صندوق وطني لتمويل مشروعات الطاقة المتجددة، وتشجيع إصدار السندات الخضراء، وتسهيل الوصول إلى التمويل الدولي عبر الصناديق المناخية مثل الصندوق الأخضر للمناخ.
9. تحديث وتبني معايير كفاءة الطاقة للمباني والأجهزة الكهربائية، وإصدار لوائح تنفيذية ملزمة، بالتنسيق مع وزارة الإسكان والجهات الرقابية ذات العلاقة.
10. إطلاق حملات توعية وطنية موجهة للمواطنين والمؤسسات، تهدف إلى ترسيخ ثقافة ترشيد الطاقة، وزيادة الوعي بفوائد التحول إلى الطاقة المتجددة على المستوى الفردي والمجتمعي.
11. دعم التحول الرقمي في قطاع الطاقة عبر اعتماد أنظمة العدادات الذكية، وتطبيقات إدارة الطلب على الطاقة، والبنية التحتية للبيانات المرتبطة بأداء الشبكة وكفاءة الاستهلاك.
12. تشجيع التصنيع المحلي لمكونات مشروعات الطاقة المتجددة (مثل الهياكل المعدنية، البطاريات، الألواح الشمسية)، كجزء من سياسة إحلال الواردات وبناء سلاسل قيمة محلية.
13. تعزيز التنسيق الإقليمي والدولي من خلال الانضمام إلى مبادرات وشبكات الطاقة المتجددة في المنطقة، وتبادل الخبرات مع الدول التي لديها تجارب ناجحة في هذا المجال.

14. ربط أهداف البرنامج الوطني بالأجندة المناخية الوطنية والدولية، من خلال تضمين مؤشرات البرنامج ضمن تقارير الالتزام الوطني NDCs لاتفاقية باريس للمناخ.

9.3 مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)

رغم أن ليبيا لم تشهد حتى الآن تنفيذ مشروعات فعلية للطاقة المتجددة على نطاق واسع، سواء في مجالات الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، فإن البرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040) لا يُعد أداة تنفيذية مباشرة، بل يمثل إطارًا استراتيجيًا يهدف إلى رسم السياسات وتوجيه المستقبل.

وانطلاقًا من ذلك، فإن مؤشرات الأداء الرئيسية المدرجة في هذا الفصل لا تُستخدم حاليًا لقياس نتائج فعلية قائمة، بل وُضعت كمرجعية استرشادية للجهات التنفيذية، لتُعتمد لاحقًا عند انطلاق تنفيذ المشروعات وتطبيق السياسات المقترحة خلال المدى الزمني للبرنامج.

تهدف هذه المؤشرات إلى دعم بناء منظومة تقييم مؤسسية قابلة للتطبيق والتطوير، بما يُمكّن من تتبع التقدم، وقياس الأثر، وتوجيه السياسات المستقبلية استنادًا إلى نتائج قابلة للرصد والتحليل، خاصة مع توقع بدء التنفيذ الفعلي خلال السنوات القادمة.

وفي هذا الإطار، ورغم أن البرنامج لم يشمل حتى الآن تنفيذ عمليات قياس فعلية لمؤشرات الأداء، فقد تم تحديد مجموعة من المؤشرات الرئيسية المقترحة لتكون بمثابة إطار استرشادي لمتابعة التقدم في المستقبل، وتشمل ما يلي:

1. نسبة تغلغل الطاقة المتجددة (% من القدرة المركبة).
2. عدد المشروعات المنفذة، مصنفة حسب النوع والموقع والجهة المنفذة.
3. معدل خفض كثافة استهلاك الطاقة (كيلووات/ساعة لكل وحدة إنتاج).
4. عدد التشريعات الصادرة (المعتمدة أو المعدلة) لدعم القطاع.
5. حجم التمويل الوطني والدولي المجمّع للمشاريع.
6. عدد الكوادر المدربة في مختلف التخصصات.

7. مؤشرات رضا المستثمرين والمستهلكين، بناءً على استطلاعات دورية.
8. عدد المبادرات المجتمعية والتوعوية المنفذة.
9. عدد اتفاقيات شراء الطاقة (PPAs) الموقعة ومجموع القدرات الكهربائية التعاقدية ضمنها ومتوسط التكلفة المستوية للطاقة.
10. نسبة الطاقة المنتجة من مصادر متجددة إلى إجمالي الإنتاج السنوي للكهرباء.(GWh)
11. عدد التصنيفات أو الشهادات البيئية المعتمدة للمشروعات (مثل شهادات الانبعاثات، أو التوافق البيئي).
12. معدل تقليص الانبعاثات الكربونية الناتج عن مشروعات الطاقة المتجددة) طن مكافئ.(CO2)
13. عدد برامج الشراكة المفعّلة بين القطاعين العام والخاص (PPP) في مجالات الطاقة المتجددة.
14. عدد المنتجات التمويلية الخضراء المتاحة في السوق المحلي (مثل الصكوك والسندات الخضراء، التمويل منخفض الفائدة).
15. عدد البحوث أو الابتكارات أو براءات الاختراع المسجلة في مجال الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة.

تُعد هذه المؤشرات نقطة انطلاق لبناء منظومة وطنية للرصد والتقييم. ويُوصى بوضع آلية دورية لمراجعتها وتحديثها ضمن دورة التقييم الاستراتيجي كل ثلاث سنوات، بالتنسيق مع الجهات التنفيذية ذات العلاقة. كما يُقترح اعتماد نظام تحليل أداء يستند إلى هذه المؤشرات لتوجيه السياسات والبرامج، وضمان مرونة التنفيذ وفعاليته.

9.4 الخاتمة

بعد رحلة عمل استغرقت ١٢ شهرا من التنسيق المؤسسي، والتحليل الفني، والنقاش التشاركي، يُشكل هذا التقرير النهائي للبرنامج الوطني للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة (2025–2040) علامة فارقة في مسيرة التخطيط الطاقي في ليبيا. فقد أفضت الجهود المبذولة إلى إعداد وثيقة استراتيجية متكاملة تتناول مختلف أبعاد التحول الطاقي، وتُقدم حلولًا عملية وواقعية قابلة للتنفيذ ضمن جدول زمني واضح، وهيكل مؤسسي مرن، ورؤية وطنية طموحة.

لقد أظهرت نتائج المشروعات الأربعة التي تناولها التقرير أن ليبيا تملك إمكانيات واعدة لتصبح من الدول الرائدة في مجال الطاقات المتجددة، خاصة في مجالي الطاقة الشمسية والرياح. كما كشفت التحليلات الفنية أن تطوير كفاءة

الطاقة لا يُعد خيارًا تقنيًا فقط، بل هو ضرورة اقتصادية وتنموية، تتيح تقليل الهدر، ورفع الجدوى الاقتصادية، وتحسين الأداء البيئي لمنظومة الطاقة.

لقد وفّر مشروع "نسب التغلغل" إطارًا مرجعيًا لتقدير المساهمة المستقبلية للطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني، ضمن سيناريوهات تدريجية قابلة للضبط حسب الظروف المحلية والدولية. بينما عمل مشروع "رمز الشبكة" على مواءمة البنية الفنية مع متطلبات إدماج الطاقات المتجددة والتقنيات المتطورة، لضمان استقرار الشبكة وجودة الخدمة. وأسهم مشروع "كفاءة الطاقة" في تحديد مكامن التحسين الممكنة، واقتراح سياسات ذكية لتحسين استهلاك الطاقة في جميع القطاعات. أما مشروع "جذب الاستثمارات" فقد وضع الأسس التشريعية والمالية والمؤسساتية لتفعيل شراكة حقيقية بين الدولة والقطاع الخاص.

توصي اللجنة الوطنية المكلفة بإعداد البرنامج بما يلي:

1. إقرار البرنامج على المستوى الحكومي والتشريعي، واعتماده كإطار ملزم لجميع الجهات المعنية بقطاع الطاقة.
2. الإسراع بإصدار القوانين واللوائح المنظمة للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، بما يشمل التعرفة، الحوافز، الشراكات، واتفاقيات شراء الطاقة.
3. إطلاق حملة وطنية للتوعية المجتمعية بأهمية التحول الطاقي، وتفعيل برامج تدريب وتأهيل الكوادر الوطنية.
4. تطوير قاعدة بيانات وطنية للطاقة تشمل الجوانب التقنية والاقتصادية والجغرافية، وتحديثها دوريًا لدعم اتخاذ القرار.
5. إدراج مكون الطاقات المتجددة في الخطط القطاعية (الزراعة، الصناعة، النقل، التعليم، الإسكان...)، لضمان تكامل الأهداف الوطنية.

لقد أفضى هذا العمل إلى جملة من التوصيات الداعمة لتنفيذ البرنامج، شملت إقرار البرنامج كوثيقة مرجعية وطنية، وتسريع إصدار التشريعات ذات العلاقة، وتفعيل أدوات التحفيز، وبناء قاعدة بيانات وطنية، وتعزيز التكامل القطاعي والتنسيق بين الجهات ذات العلاقة.

كما أكد البرنامج أهمية توفير بيئة استثمارية جاذبة، تتسم بالشفافية والاستقرار، وتشجع على دخول القطاع الخاص والمستثمرين الأجانب، عبر أدوات مثل اتفاقيات شراء الطاقة، والتعريفات المحفزة، والحوافز الضريبية، وآليات التمويل الميسر، بما يضمن تحفيز السوق وتحقيق الجدوى الاقتصادية والاجتماعية لمشاريع الطاقة المتجددة.

وإدراكًا لأهمية تقييم الأداء، فقد اقترح البرنامج مجموعة من مؤشرات الأداء الرئيسية، تشكل مرجعية للمتابعة والتقييم في المراحل اللاحقة، وتساعد على قياس التقدم، وتحسين التخطيط، وتعزيز المساءلة، مع التوصية بمراجعتها وتحديثها دوريًا وفقًا للمتغيرات.

وختامًا، فإن تنفيذ هذا البرنامج الوطني يتطلب إرادة سياسية فاعلة، والتزامًا إداريًا مستدامًا، وتمويلًا مرنًا، وشراكة مجتمعية حقيقية. إن بناء مستقبل طاقي مستدام في ليبيا لم يعد ترفًا، بل هو ضرورة حتمية لضمان تنمية عادلة، واقتصاد منتج، ومجتمع أكثر قدرة على مواجهة التحديات المناخية والاقتصادية. هذه الوثيقة، بما تحمله من رؤية ومقترحات، تمثل بداية لمسار جديد، ومسؤولية وطنية مشتركة، وخارطة طريق طموحة لبناء قطاع طاقة حديث وفعّال يخدم حاضر ليبيا ويصون مستقبلها.

ونحن إذ نضع هذا التقرير بين يدي صناع القرار ومؤسسات الدولة والمجتمع المدني، فإننا نؤكد أن هذه الوثيقة ليست نهاية المطاف، بل هي بداية مسار طويل من العمل والتطوير والبناء. إنها خارطة طريق وطنية تتطلب الالتزام، التقييم المستمر، والانفتاح على فرص التحديث والتحسين، وهي تمثل تعبيرًا صادقًا عن طموحات الليبيين في غدٍ أكثر استدامة، وعدالة، وسيادة في قطاع الطاقة.