Firnas Shuman

ملخص خطة الاستثمار في الطاقة المتجددة المختلطة في اليمن

مايو ٢٠٢٤

إخلاء المسؤولية

يعرض هذا التقرير نتائج دراسة تم التكليف بإعدادها حول الطاقة المتجددة المختلطة في اليمن. الآراء المعرب عنها في هذه الدراسة هي آراء المؤلف (المؤلفين) ولا تمثل بالضرورة آراء الأمم المتحدة، بما في ذلك برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (***UNDP***)، أو الدول الأعضاء في الأمم المتحدة. وعلاوة على ذلك، فإن التسميات المستخدمة هنا واكتمالها وعرض المعلومات هي مسؤولية المؤلف (المؤلفين) وحدهم ولا تعكس بالضرورة رأي برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

جدول المحتويات

ملخص واف ____ ٩
١ مقدمة ____ ١١
التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي ____ ١٢
٣ التقرير رقم ٢ – التقييم الفني وآفاق الطاقة في ظل مزيج توليدٍ فعَّال من حيث التكلفة____ ١٢
٣,١ التقييم الفني لقطاع الكهرباء في اليمن ____ ١٨
٣,٢ تنبؤات أحمال التوزيع لليمن ____ ١٨
٣,٣ تقرير تقييم وخطة تعزيز كفاءة استخدام الطاقة والحد من الفقد ____ ١٩
٤ التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي على الأمدين القصير والطويل ٢٣
٤,١ مزيج توليد الطاقة ____ ٢٤
٤,٢ احتياجات قدرات النقل والتوزيع لتلبية الطلب على الشبكة ____ ٣٠
٤,٣ إدماج مصادر الطاقة المتجددة وربط القدرة الجديدة المولَّدة بشبكة النقل والتوزيع ____ ٣١
٤,٤ تعزيزات شبكة النقل والتوزيع اللازمة للحفاظ على أمن الشبكة وموثوقيتها____ ٣٢
٤,٥ توسيع شبكة النقل على المدى المتوسط (عام ٢٠٣٥) ____ ٣٦
٤,٦ إعداد خطة الاستثمار ____ ٣٦
٤,٧ بيئة الأعمال، ووكالات التمويل، ومتطلبات التمويل من القطاع الخاص في اليمن ____ ٣٧
٤,٨ تقييم المخاطر المناخية وقابلية التأثر بها ____ ٣٨
٤,٩ إطار الإدارة البيئية والاجتماعية ____ ٣٨
٥ التقرير رقم ٤ – المشروعات التجريبية، وتمويل الأنشطة المناخية، وبرنامج دعم لأنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة ____ ٤٠
٥,١ المشروعات التجريبية المقترحة ____ ٤٢
٥,٢ استراتيجية التمويل المناخي لتحقيق الأهداف الوطنية للإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ____ ٤٣
٥,٣ إطار السياسات لإنشاء نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق المحلي ____ ٤٤
٥,٤ مقترح بآلية لبرنامج الدعم لشراء أنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة ٥٢
٦ التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية ____ ٥٣
٦,١ إجراءات الشراء للمشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة ____ ٥٤
٦,٢ تنمية بناء القدرات المؤسسية ____ ٥٥
٦,٣ خطة العمل المعنية بالمساواة بين الجنسين ____ ٦٢
٧ جدول تقديم التقارير ____ ٦٤
٨ سلسلة التدريب ____ ٦٦
٨,١ نظرة عامة على مشروعات الطاقة المتجددة ____ ٦٧
٨,٢ القواعد التشغيلية للشبكة المزودة بقدرات توليد من الطاقة المتجددة ____ ٦٧
٨,٣ تكنولوجيات الطاقة المتجددة وتحدياتها، ونموذج العمل والمشتريات لمشروعات الطاقة المتجددة ____ ٦٧
٨,٤ نظرة عامة على مشتريات شركة إنتاج الكهرباء المستقلة ____ ٦٧
٨,٥ الإجراءات الوقائية البيئية والاجتماعية ____ ٦٨
٨,٦ التنبؤ بالأحمال ____ ٦٨
٨,٧ إدارة مشروعات الطاقة المتجددة ____ ٦٨
٩ الختام ____ ٦٩
٩,١ المرحلة المقبلة في ضوء الدروس المستفادة ____ ٧٠
٩,٢ توصيات للاعتبارات المستقبلية ____ ٧٠

قائمة الجداول

الجدول ١ آخر ما قُدّم من تقارير عناصر المشروع والدورات التدريبية _____ ١٠
الجدول ٢ مخرجات النموذج: قدرة منظومة الطاقة اليمنية حتى عام ٢٠٥٠ _____ ٢٥
الجدول ٣ مخرجات النموذج: نشاط منظومة الطاقة اليمنية حتى عام ٢٠٥٠ _____ ٢٦
الجدول ٤ قائمة المشروعات للسيناريو المتوسط لمزيج الطاقة (عام ٢٠٣٠) _____ ٢٧
الجدول ٥ قائمة المشروعات التجريبية المعزولة المقترحة (عام ٢٠٣٠) _____ ٢٩
الجدول ٦ ربط القدرة الجديدة المولدة المقترحة بشبكة النقل في اليمن (عام ٢٠٣٥) ___ ٢٩
الجدول ٧ متطلبات تحديث قدرة محطات النقل الفرعية بحلول عام ٢٠٣٠ _____ ٣٠
الجدول ٨ تحديث المحطات الفرعية والشبكة الخاصة بالتوزيع – ٢٠٣٠ _____ ٣١
الجدول ٩ ملخص متطلبات النقل والتوزيع لربط المشروع الجديد بشبكة الكهرباء
في اليمن (٢٠٣٠) _____ ٣١
الجدول ١٠ إنشاء خطوط النقل الجديدة المطلوبة بجهد ١٣٢ و٤٠٠ كيلو فولط _____ ٣٢
الجدول ١١ متطلبات الاستثمار للإجراءات التدخلية المقترحة في مجالات التوليد
والنقل والتوزيع _____ ٣٧
الجدول ١٢ قائمة بالمشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة _____ ٤٢
الجدول ١٣ جدول ملخص تحليل الفجوة _____ ٤٤
١ لجدول ١٤ إطار السياسات لإنشاء نظام القياس واعداد التقارير والتحقق _____ ٤٨
الجدول ١٥ خطة عمل تخفيف المخاطر للمخاطر ذات الشدة القصوى _____ ٥٥
الجدول ١٦ توصيات لتنمية القدرات _____ ٥٦
الجدول ١٧ الدورات التدريبية المطلوبة لتنمية القدرات _____ ٥٩
الجدول ١٨ تقديم التقارير _____ ٦٥

قائمة الأشكال

الشكل ١ تكوين الشبكة الكهربائية لعام ٢٠٣٠ المستهدف مع دمج مصادر
الطاقة المتجددة وإجراء تعزيزات _____ ٣٦
الشكل ٢ مخطط سير إجراءات الشراء _____ ٥٤
الشكل ٣ مراحل عملية بناء القدرات المؤسسية _____ ٥٥

الاختصارات

AC	تيار متردد
BAU	العمل كالوضع المعتاد
BOO	البناء والتملُّك والتشغيل
CCGT	توربين غاز يعمل بنظام الدورة المركبة
CCU	وحدة تغيير المناخ
CDM	آلية التنمية النظيفة
CEDAW	اتفاقية القضاء على جميع أشكال التمييز ضد المرأة
CFL	مصابيح فلورسنت صغيرة
CIP	منصة الاستثمار في الأنشطة المناخية
CO2	ثاني أكسيد الكربون
COD	تاريخ التشغيل التجاري
CRI	مؤشر تجسيد اللون
CSO	الجهاز المركزي اليمني للإحصاء
CSP	طاقة شمسية مركَّزة
DC	تيار مستمر
DFI	مؤسسة تمويل إنمائي
DG	مولّد ديزل
DNA	التقييم الديناميكي للاحتياجات
DSM	إدارة جانب الطلب
DSS	دعم جانب الطلب
E&S	الجوانب البيئية والاجتماعية
EBRD	البنك الأوروبي للإنشاء والتعمير
EE	كفاءة استخدام الطاقة
EEM	تدابير كفاءة استخدام الطاقة
EIB	البنك الأوروبي للاستثمار
EPA	هيئة حماية البيئة
ERRY	مساندة سبل كسب العيش القادرة على الصمود والأمن الغذائي في اليمن
ESAP	خطة العمل البيئي والاجتماعي
ESMF	إطار الإدارة البيئية والاجتماعية
ESMP	خطة الإدارة البيئية والاجتماعية
ESRB	هيئة تنظيم قطاع الكهرباء
EU	الاتحاد الأوروبي
FI	مؤسسات التمويل
GARE	الهيئة العامة لكهرباء الريف
GCC	مجلس التعاون الخليجي

GCF	الصندوق الأخضر للمناخ
GDP	إجمالي الناتج المحلي
GEWE	المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة
GGF	الصندوق الأخضر من أجل النمو
GHG	الغازات الدفيئة
GHI	الإشعاع الشمسي الأفقي
GIS	نظام المعلومات الجغرافية
GNI	الدخل القومي الإجمالي
GOY	الحكومة اليمنية
GT	مولد الغاز
GW	جيجا واط
GWa	جيجا واط سنوي
GWh	جيجا واط ساعة
HFO	زيت الوقود الثقيل
HSE	الصحة والسلامة والبيئة
HV	جهد عالٍ
HVAC	التيار المتردد عالي الجهد
IEA	الوكالة الدولية للطاقة
IFC	مؤسسة التمويل الدولية
IMF	صندوق النقد الدولي
INDC	الإسهامات الوطنية المعتزمة لمكافحة تغيير المناخ
IPCC	الفريق الحكومي الدولي المعني بتغيير المناخ
IPP	شركة إنتاج كهرباء مستقلة
IRC	لجنة الإنقاذ الدولية
IRENA	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
ISIC	التصنيف الصناعي الدولي الموحد
KOSAP	مشروع الحصول على الطاقة الشمسية غير المرتبطة بالشبكة العامة في كينيا
LCC	تكلفة دورة الحياة
LEDS	إستراتيجية التنمية منخفضة الانبعاثات
LFO	زيت الوقود الخفيف
LNG	الغاز الطبيعي المسال
LNGC	شركة الغاز الطبيعي المسال
LPG	غاز البترول المسال
LV	جهد منخفض
M USD	مليون دولار أمريكي
MDB	بنك تنمية متعدد الأطراف
MENA	منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

MEPS	المعيار الأدنى لأداء الطاقة
MIGA	الوكالة الدولية لضمان الاستثمار
MoEE	وزارة الكهرباء والطاقة في اليمن
MOM	وزارة النفط والمعادن
MOMY	وزارة النفط والمعادن اليمنية
MOPIC	وزارة التخطيط والتعاون الدولي
MOWE	وزارة المياه والبيئة
MPWH	وزارة الأشغال العامة والإسكان
MRV	القياس واعداد التقارير والتحقُّق
MV	جهد متوسط
MW	ميجا وات
NAMA	إجراءات التخفيف الملائمة على المستوى الوطني
NC	الاتصالات الوطنية
NDC	الإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ
NEEAP	خطة العمل الوطنية لكفاءة استخدام الطاقة
NG	الغاز الطبيعي
NGOs	منظمات غير حكومية
NLCRI	الرقم القياسي لمعدل تغيير الأضواء الليلية
NRES	الاستراتيجية الوطنية لكهرباء الريف
O&M	التشغيل والصيانة
OCGT	التوربين الغازي ذو الدورة الواحدة
OE	مهندس تابع للمالك
OHL	خطوط الكهرباء العلوية
OHTL	خط النقل العلوي
OPEC	منظمة البلدان المُصدِّرة للنفط (أوبك)
PEC	المؤسسة العامة للكهرباء
PEPA	هيئة استكشاف وإنتاج البترول
PP	محطة كهرباء
PPA	اتفاق شراء الكهرباء
PPP	الشراكة بين القطاعين العام والخاص
PV	الطاقة الكهروضوئية
QA/QC	ضمان الجودة ومراقبتها
RBF	التمويل المرتبط بالنتائج
RCREEE	المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
RE	الطاقة المتجددة

REAP	مشروع توفير الكهرباء في المناطق الريفية
RES	مصادر الطاقة المتجددة
RFO	زيت الوقود المتبقي
RfP	طلب تقديم عروض
RHH	الأُسر المعيشية الريفية
SCADA	الإشراف على البيانات والتحكم فيها والحصول عليها (سكادا)
SDF	مؤسسة التنمية المستدامة
SEP	خطة مشاركة أصحاب المصلحة
SHS	أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية
SME	منشآت الأعمال الصغيرة والمتوسطة
SNC	الاتصالات الوطنية الثانية
SS	محطة فرعية
SSS	دعم جانب العرض
ST	مولد البخار
TCCCA	الشفافية والاكتمال والاتساق والقابلية للمقارنة والدقة
TCX	صندوق صرف العملة
TL	خط نقل الكهرباء
TNA	تقدير الاحتياجات التكنولوجية
TNC	الاتصالات الوطنية الثالثة
TNL	إجمالي الإضاءة الليلية
UHH	الأُسر الحضرية
UN	الأمم المتحدة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
UNFCCC	اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ
UN-Habitat	برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (موئل الأمم المتحدة)
USA	الولايات المتحدة الأمريكية
USD	دولار أمريكي
WB	البنك الدولي
YER	ريال يمني
YGC	الشركة اليمنية للغاز
YOC	شركة النفط اليمنية
YOGC	المؤسسة اليمنية العامة للنفط والغاز
YOPDC	الشركة اليمنية لتوزيع المنتجات النفطية
YRC	الشركة اليمنية لتكرير النفط
YSMO	الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس وضبط الجودة

ملخص وافٍ

تعرض هذه الوثيقة التقرير النهائي لدراسة لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي بعنوان «الخدمات الاستشارية بشأن تخطيط وتصميم استثمارات الطاقة المتجددة» في اليمن، طلب تقديم عروض رقم: **RFP–YEM**–٠٠٥٤–٢٠٢٠.

وقدّم الاستشاري سلسلة من خمسة تقارير وسبع جلسات تدريبية لبناء القدرات لتلبية التقارير في هذه الدراسة.

وتلخص النقاط التالية المخرجات الفنية الرئيسية لسلسلة التقارير:

- يعاني اليمن من عدم كفاية قدرات توليد الكهرباء.
- معظم محطات توليد الكهرباء القائمة لدى المؤسسة العامة للكهرباء قديمة ومنخفضة الكفاءة.
- وبلغ الحد الأقصى للحمل في اليمن حتى عام ٢٠٢٠ ما مجموعه ٣٨٠٩ ميجا واط.
- أُجري تحليل للاتجاه العام للحد الأقصى للطلب (ميجا واط) في اليمن لعام ٢٠٢٠. ومن المتوقع أن يكون إجمالي استهلاك الكهرباء (جيجا واط/ ساعة) والحد الأقصى للطلب (ميجا واط) على النحو التالي:

o الطاقة:

٣٣,٢٧٨ جيجا واط/ ساعة بحلول عام ٢٠٢٥

٤١,٤٧٠ جيجا واط/ ساعة بحلول عام ٢٠٣٠

١٠٠,٠١٤ جيجا واط/ ساعة بحلول عام ٢٠٥٠

o الكهرباء:

٤,٧٤٩ ميجا واط بحلول عام ٢٠٢٥

٥,٩١٨ ميجا واط بحلول عام ٢٠٣٠

١٤,٢٧١ ميجا واط بحلول عام ٢٠٥٠

- أعقب ذلك إجراء تحليل أقل التكاليف لإنتاج خطة مزيج الطاقة، والذي أسفر عما يلي من القدرات الإضافية المولدة لكل سيناريو من السيناريوهات المفترضة بحلول عام ٢٠٥٠:

٦٤,٩ جيجا واط من خلال قدرة ناتجة من الطاقة المتجددة بنسبة ١٩,٨**%** (أقل مجهود تدخلي من الطاقة المتجددة)

٦٦,٩ جيجا واط من خلال قدرة ناتجة من الطاقة المتجددة بنسبة ٢٨,٩**%** (تدخل محدد من الطاقة المتجددة)

٧٢,٧ جيجا واط من خلال قدرة ناتجة من الطاقة المتجددة بنسبة ٤٣,٤**%** (تدخل قوي من الطاقة المتجددة)

- وفيما يلي إجمالي الطاقة المُضافة المناظر في عام ٢٠٥٠:

٤١,٤٠٢ جيجا واط سنوي (أقل مجهود تدخلي من الطاقة المتجددة)

٤٣,٥٦٥٥ جيجا واط سنويّاً (مجهود تدخل محدد وقوي من الطاقة المتجددة)

- تم اقتراح مجموع ٢٤ مشروعاً للطاقة المتجددة على المدى القصير من جملة ٣٤ مشروعاً.
- تضيف مشروعات الطاقة المتجددة المقترحة على المدى القصير قدرة تبلغ ٢٤١٥ ميجا واط.
- تم اقتراح مجموع ٦ مشروعات بنظام الدورة المركبة على المدى القصير بقدرة إجمالية تبلغ ٤٣٥٣ ميجا واط.
- يبلغ إجمالي الاستثمارات اللازمة للزيادات في التوليد على المدى القصير ٦,٨٠ مليارات دولار أمريكي.
- يبلغ إجمالي الاستثمارات اللازمة للمشروعات التجريبية على المدى القصير ٣٩٢,٥ مليون دولار أمريكي.
- يبلغ إجمالي الاستثمارات اللازمة لعمليات التوسع في النقل والتوزيع ٣,٥٨ مليار دولار أمريكي.
- يبلغ إجمالي الاستثمارات اللازمة لإنشاء مركز تحكم وطني ١٢ مليون دولار.

وبالإضافة إلى خطط التوسع في التوليد والنقل والتوزيع، اقترحت تدابير لتعزيز القدرة على الصمود في وجه تغيير المناخ في كل موقع مراعاةً لهذا التغيير. وبالإضافة إلى ذلك، صِيغ إطارٌ كامل للإدارة البيئية والاجتماعية لتكملة الجوانب الفنية لخطط تنفيذ المشروعات. وكذلك، اقتُرح إطارَ للقياس و اعداد التقارير والتحقق لدمج التخفيف من آثار تغيير المناخ والتنمية المستدامة في جهود بناء القدرات في قطاع الطاقة.

أضيفت إرشادات بشأن إجراءات الشراء في مشروعات الطاقة المقترحة لمساعدة صانعي القرار في تنفيذ الخطة بكفاءة. وأخيراً، وضعت خارطة طريق لتنمية القدرات المؤسسية بغرض بناء قدرات أصحاب المصلحة، بما يسمح بوجود منظومة قوية لمشروعات الكهرباء المقترحة.

وتعرض الأقسام التالية من هذا التقرير نواتج التقارير من المشروع، ويعرض الجدول التالي أسماء هذه التقارير والدورات التدريبية بالإضافة إلى آخر تواريخ إنجازها.

الجدول ١ آخر ما قُدِّم من تقارير عناصر المشروع والدورات التدريبية

البند	العنوان	آخر تاريخ للتقديم
التقرير رقم ١	التقرير المبدئي.	٢١ يونيو/ حزيران ٢٠٢٢
التقرير رقم ٢	تقرير التقييم.	٠٦ ديسمبر/ كانون الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٣	الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي على الأمدين القصير والطويل.	٠٧ ديسمبر/ كانون الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٤	المشروعات التجريبية، وتمويل الأنشطة المناخية، وبرنامج دعم لأنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة.	٠٧ ديسمبر/ كانون الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٥	إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية.	١١ ديسمبر/ كانون الأول ٢٠٢٣
جلسة تدريبية رقم ١	نظرة عامة على مشروعات الطاقة المتجددة.	٢١ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤
جلسة تدريبية رقم ٢	القواعد التشغيلية للشبكة المزودة بقدرات توليد من الطاقة المتجددة.	٢١ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤
جلسة تدريبية رقم ٣	تكنولوجيات الطاقة المتجددة وتحدياتها، ونموذج العمل والمشتريات لمشروعات الطاقة المتجددة.	٢٢ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤
جلسة تدريبية رقم ٤	نظرة عامة على مشتريات شركة إنتاج الكهرباء المستقلة.	٢٢ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤
جلسة تدريبية رقم ٥	الإجراءات الوقائية البيئية والاجتماعية.	٢٣ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤
جلسة تدريبية رقم ٦	التنبؤ بالأحمال.	٢٤ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤
جلسة تدريبية رقم ٧	إدارة مشروعات الطاقة المتجددة.	٢٥ يناير/ كانون الثاني ٢٠٢٤

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | تركيب الألواح الشمسية في صنعاء.

الفصل ١
مقدمة

مقدمة

قدم برنامج الأمم المتحدة الإنمائي طلب تقديم عرض برقم: RFP–YEM–٠٠٥٤–٢٠٢ بشأن «خدمات استشارية في مجال تخطيط وتصميم استثمارات الطاقة المتجددة» في اليمن. وكان الهدف من هذه المهمة هو وضع خطة استثمار للطاقة المتجددة من أجل خطة التعافي وإعادة الإعمار بقطاع الطاقة في اليمن.

وحددت الخدمة الاستشارية إمكانيات تعظيم نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الكلي بالنظر إلى الفُرص المتاحة لدمج الطاقة المستدامة في خطط التعافي وإعادة الإعمار مع ضمان إعادة البناء على نحوٍ أفضل.

ويمكن تلخيص الأهداف الرئيسية لهذا المشروع فيما يلي:

• النظر في المخزون الحالي من موارد الطاقة المتجددة، والقدرات الفنية ذات الصلة التي يمكن استخدامها للتعافي في اليمن.

• توقع الطلب المحتمل الذي يمكن أن يدعم جميع احتياجات التعافي.

• تحديد الفجوات الحرجة في الطاقة والقدرات الفنية لتلبية الاحتياجات المختلفة للطاقة ومتطلبات التعافي بما في ذلك الاحتياجات المنزلية والتجارية والصناعية والزراعية، وما إلى ذلك ، وصولاً للتنبؤات بشأن الطلب المستقبلي.

• تحديد مزيج الطاقة المناسب لسد الفجوات التي تم تحديدها، وتعظيم نسبة الطاقة المتجددة، بما في ذلك مزيج إمكانات الطاقة الأكثر فعالية وكفاءة وعملية من حيث التكلفة، من بين خيارات طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية.

• تحديد القدرات الفنية التي تحتاج إلى تعزيز أو تنمية لدعم دمج قطاع الطاقة في جهود التعافي وفي القطاعات الأخرى ذات الصلة، بما في ذلك الاستجابة للآثار المحتملة لجائحة كورونا.

• وضع خطة للاستثمار في استعادة الطاقة المتجددة وتصميمات تتضمن توليد الكهرباء وتعديل وتحديث نقل الكهرباء والمحطات الفرعية والتوزيع.

• ضمان أن تكون خطط وتصاميم الاستثمار في استعادة الطاقة المتجددة قادرةً على الصمود، ومراعيةً للمخاطر، نظراً لكون اليمن معرضاً بشدة للكوارث الطبيعية والمخاطر المناخية، بما في ذلك الفيضانات.

• وضع خطة وطنية شاملة لتعافي قطاع الطاقة، بما في ذلك مكونات كفاءة استخدام الطاقة، والطاقة المتجددة، وإمدادات الكهرباء للريف.

• إعداد مجموعة جاهزة للتمويل، من مشروعات الطاقة المتجددة قصيرة الأجل ذات الأولوية، بما في ذلك التصميمات، وتحديد التكاليف، وحزم العقود، والجداول الزمنية لتنفيذ الخيارات المحددة والمتطلبات المرتبطة بها.

• إعداد خطة متوسطة الأجل للشراكة بين القطاعين العام والخاص وتنمية القدرات.

وتألفت المهمة من خمسة تقارير يشمل نطاقها ما يلي:

التقرير رقم ١– التقرير المبدئي: مثَّل هذا التقرير بداية الجهود من خلال تحديد هيكل الفريق الاستشاري ومنهجية الدراسات وخطة عمل المشروع.

التقرير رقم ٢ - تقرير التقييم: قدَّم هذا التقرير تقييماً فنيّاً لقطاع الكهرباء اليمني وقت صدوره، مبرزاً مجالات التحسين في هذا القطاع والفجوات في القدرات. وبالإضافة إلى ذلك، تم تقدير الطلب الحالي على الكهرباء في اليمن، والتنبؤ بالطلب المستقبلي بحيث يمكن استخدامه في الخطة التالية لمزيج التوليد وخطط توسيع النقل والتوزيع. وأخيراً، استعرض التقرير سياسات كفاءة استخدام الطاقة في اليمن، ومدى تطبيقها، ثم اقترح تدابير على جانبي العرض والطلب لتعظيم كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الكهرباء.

التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي على الأمدين القصير والطويل: عرض التقرير العمل المعني بتوليد مزيج الطاقة الأقل تكلفة الذي يعتمد جزئيّاً على موارد الطاقة المتجددة. وبعد التوصل إلى سيناريوهات مزيج الطاقة، وُضعت خطة تعاف لشبكات النقل والتوزيع في البلد، وأُعدت قائمة بالمشروعات المستخدمة لموارد الطاقة المتجددة. وبعد إعداد خطط التوليد والنقل، وُضعت خطة استثمارية قدّرت التكاليف المطلوبة ودرست آفاق المشهدين التمويليَّيْن الحالي والمحتمل في اليمن ومن أجله. وأُجري تقييم لمخاطر تغيير المناخ ومَواطن الضعف فيه، لتحسين قدرة المشروعات المقترحة على الصمود ومراعاة الأحداث المناخية المتطرفة. وأخيراً، وضع إلاطار البيئي والاجتماعي والسلامه المهنية لاستيعاب الخطة المقترحة من وجهة نظر بيئية واجتماعية.

التقرير رقم ٤ – المشروعات التجريبية، وتمويل الأنشطة المناخية، وبرنامج دعم لأنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة: قدَّم هذا التقرير قائمة بالمشروعات التجريبية على المدى القصير في جميع أنحاء اليمن موضحاً مواقعها المقترحة، والتكاليف الرأسمالية التقديرية، وآثارها البيئية. وإلى جانب ذلك، أُعدت استراتيجية لتمويل الأنشطة المناخية لتأمين الأموال اللازمة للمشروعات المقترحة. وبالإضافة إلى ذلك اقُترح إطار سياسات لإنشاء آليات محلية للقياس واعداد التقارير والتحقق، لمساعدة اليمن في الوفاء بمتطلبات الإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ التي تم التعهد بها في اتفاق باريس. وأخيراً، عرضت آلية لدعم شراءَ أنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة.

التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية: قدَّم هذا التقرير نظرة على إجراءات الشراء المعتادة لمشروعات الكهرباء، وخصوصاً تلك المشتراة من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص، وقدَّم عينة من عقود البناء والتملُّك والتشغيل، واتفاقيات استخدام الأراضي، واتفاق شراء الكهرباء، ونموذج المناقصات الرئيسية لمشروعات توليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية. وبالإضافة إلى ذلك، عرض عينة لعقود البناء والتشغيل ونقل الملكية (**BOT**) وعقود البناء والتملُّك والتشغيل ونقل الملكية (**BOOT**). وكذلك، عرض خطة لتطوير القدرات المؤسسية كخاتمة تشمل جميع الجهود الأخرى المتوقعة لإعادة البناء بشكل أفضل باستخدام الطاقة المتجددة. وأخيراً، قدّم التقرير تحليلاً وخطة عمل للمساواة بين الجنسين في اليمن.

وتضمنت المهمة أيضاً الآتي:

- ورشة عمل فنية في القاهرة في فبراير/شباط ٢٠٢٢ لمواءمة وجهات نظر المستفيدين والاستشاريين بشأن المعايير الفنية للدراسة.
- زيارة إلى اليمن في أغسطس/آب ٢٠٢٣ لمناقشة المعايير الفنية ومواءمة وجهات النظر.
- سلسلة دورات تدريبية في القاهرة في يناير/كانون الثاني ٢٠٢٤ حول الموضوعات الرئيسية المتعلقة بجهود المشروع لبناء القدرات.

تُناقش الأقسام التالية بإيجاز نتائج الأعمال التي تم تنفيذها في كل تقرير من التقارير المقدمة وسلسلة التدريب.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | إيمان مؤسسة ومالكة شبكة للطاقة الشمسية في عبس.

الفصل ٢

التقرير رقم ١ التقرير المبدئي

التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي

تقع الجمهورية اليمنية، المعروفة باسم اليمن، في غرب آسيا، محتلة الجنوب الغربي إلى الطرف الجنوبي من شبه الجزيرة العربية. وتحدها المملكة العربية السعودية من الشمال، والبحر الأحمر من الغرب، وخليج عدن وبحر العرب من الجنوب، وعُمان من الشرق. وعاصمتها وأكبر مدنها هي صنعاء. وتضم أراضي اليمن أكثر من ٢٠٠ جزيرة، أكبرها سقطرى، على بعد حوالي ٣٥٤ كيلومتراً إلى الجنوب من البَر الرئيسي لليمن. واليمن هو ثاني أكبر بلد في شبه الجزيرة، ويحتل مساحة ٥٢٧٩٧٠ كيلومتراً مربعاً.

ويُعَد اليمن الآن واحداً من أكثر بلدان العالم فقراً ومعاناة من انعدام أمن الطاقة، حيث يفتقر معظم البلد إلى الطاقة المستدامة. وبشكل عام، كانت إمدادات الطاقة في اليمن محدودة وتتسم بضعف قدرات التوليد، وارتفاع فقد الكهرباء من الشبكة.

وبلغ إجمالي قدرة التوليد لشبكة الكهرباء اليمنية قبل عام ٢٠١١ حوالي ١,٢٢٣ جيجا واط. وتعتمد معظم إمدادات الطاقة الكهربائية في اليمن على الوقود الأحفوري، بما في ذلك المازوت والديزل وغاز البترول المسال. ومن ناحية أخرى، قُدِّرت حصة الطاقة المتجددة آنذاك (قبل عام ٢٠١١) بنحو ٠,٠٠٩٪ من إجمالي مزيج الطاقة.

وقد أشار تقييم الأضرار والاحتياجات الذي أُجري أخيراً إلى أن الصراع الدائر قد أثر تأثيراً كبيراً في البنية التحتية للكهرباء، وقطع إمدادات الكهرباء عن معظم السكان في المناطق الحضرية والريفية على حد سواء. وقد أدى ذلك إلى انخفاض كبير في قدرات تَوليد الكهرباء وتفاقم إمداداتً وخدمات الكهرباء إلى مستويات غير مسبوقة، وهو ما تسبب في آثار شديدة على الصحة والتعليم والمياه والصرفً الصحي والقطاع الخاص، الذي يعتمد اعتماداً كبيراً على إمدادات الكهرباء العاملة. وكادت إمكانية الوصول إلى شبكات الكهرباء المركزية أن تنهار في عدة محافظات. وتوقفت إمدادات الكهرباء من خلال الشبكة العامة بشكل كامل لعدة سنوات في صنعاء وكثيرٍ من المحافظات الأخرى.

يتمتع اليمن بإمكانات هائلة غير مستغَلَّة لمصادر الطاقة المتجددة. وًقد أشارت دراسات كثيرة، بما في ذلك آلية التنمية النظيفة، والمًساهمة الوطنية لمكافحة تغيير المناخ بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ، إلى أن إمكانات الطاقة المتجددة مشجِّعة، خصوصاً تلك التي تتعلق بأربعة مصادر متجددة طبيعيّاً (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية والكتلة الحيوية).

وتتوافر المصادر الأربعة المتجددة طبيعيّاً بكثرة في اليمن، ويمكن تسخيرها واستخدامها لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة في البلاد لتحقيق نمو اقتصادي منخفض الانبعاثات. وتشير التقديرات إلى توافر أكثر من ٥٥ جيجا واط من الإمكانات العملية من ثلاثة مصادر متجددة رئيسية هي الرياح البرية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الشمسية. وإلى جانب ذلك، يُقدَّر توافر أكثر من ٢٧٠ ميجا واط و ٦ ميجا واط لسخّانات المياه الشمسية الحرارية والشمسية والأودية الرئيسية للطاقة الكهرومائية على الترتيب.

وفيما يخص الإمكانات المتجددة العالية في اليمن، يتقدم برنامج الأمم المتحدة الإنمائي بطلب تقديم عروض رقم: RFP-YEM–٠٠٥٤–٢٠٢ بشأن «خدمات استشارية في مجال تخطيط وتصميم استثمارات الطاقة المتجددة» في اليمن. وحُدد الهدف من هذه المهمة في إعداد خطة للاستثمار في الطاقة المتجددة في اليمن، وتحديد إمكانيات تعظيم نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الكلي، بالنظر إلى الفُرص المتاحة لدمج الطاقة المستدامة في خطط التعافي وإعادة الإعمار مع ضمان إعادة البناء على نحو أفضل.

وفي مارس/آذار ٢٠٢١، تم منح هذا المشروع إلى فرناس شومان وميركادوس أريس وهاني سحولي للاستشارات الهندسية. وتهدف الخطة إلى تعظيم دمج الطاقة المتجددة وتلبية الاحتياجات العاجلة، والاحتياجات على الأجلين القصير إلى المتوسط، مع إمكانية التوسع لتلبية الطلب المتزايد.

وتحقيقاً للمشروع، حُددت ثمانية أنشطة (مهام) رئيسية، بيانها كالتالي:

– المهمة ١: تقييم المخزون الحالي من موارد الطاقة المتجددة، وتحديد الطلب على الطاقة، مع مراعاة التطبيقات المختلفة لتعافي قطاع الطاقة ومختلف المستخدمين، مثل: المرافق المنزلية والتجارية والزراعية والصناعية والعامة، وتقييم فجوة الطاقة.

– المهمة ٢: استعراض الدراسات الحالية حول توليد الكهرباء وشبكات النقل. وتحديد العوامل التي تحُد من الاستفادة من شبكات النقل وتحديد الحلول المناسبة لتحسين الاستفادة من خطوط النقل وشبكات التوزيع.

– المهمة ٢–أ: تقييم ومراجعة الطلب على الكهرباء الريفية، وخيارات العرض مع التركيز على مزيج الكهرباء وخيارات الطاقة المتجددة.

– المهمة ٣: مراجعة خطط تطوير الطاقة الكهربائية والطاقة المتجددة لتقييم إمكانات مزيج الطاقة المكوَّن من مجموعة من خيارات الطاقة المتجددة تبعاً لفعالية التكلفة ونقل الكهرباء المولدة، لتحديد خطة مزيج توليد الطاقة المُثلى الأقل تكلفة لتوفير إمدادات كهرباء موثوقة.

– المهمة ٤: استكشاف وبيان الشركاء المحتملين الحاليين والمستقبليين، بما في ذلك المؤسسات المالية ومستثمري القطاع الخاص.

– المهمة ٥: تقييم استخدامات الطاقة وفاقدها، وتطبيق تدابير كفاءة استخدام الطاقة للتحكم/التخفيض، واقتراح استحداث سياسات وتدابير لتحسين كفاءة استخدام الطاقة.

– المهمة ٦: احتياجات بناء القدرات وتنمية الأسواق، بما في ذلك المساعدة الفنية والإعداد لخطة توسيع نطاق تنمية موارد الطاقة المتجددة والشراكة بين القطاعين العام والخاص.

– المهمة ٧: إعداد سياسة وأدوات وإرشادات للإجراءات الوقائية قابلة للتطبيق من أجل التخطيط والتنفيذ الفعّالَيْن للامتثال للمعايير البيئية والاجتماعية والسياسات الوقائية.

– المهمة ٨: إعداد التصميم الهندسي للمحطات الفرعية، بما في ذلك مخطط معدات المحطات الفرعية والرسومات و وجدول الكميات ونظام التحكم والتنسيق الوقائي ونظام الاتصالات وتقدير التكلفة.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | مشروع الطاقة الشمسية في اليمن، ذمار، صورة لوردة وهي تقف بالقرب من الوح الشمسي.

الفصل ٣

التقرير رقم ٢ – التقييم الفني وآفاق الطاقة في ظل مزيج توليد فعّال من حيث التكلفة

٣,١ التقييم الفني لقطاع الكهرباء في اليمن

استناداً إلى التقييم الفني لقطاع الكهرباء في اليمن، يمكن تسليط الضوء على ما يلي:

• يعاني اليمن من عدم كفاية قدرات توليد الكهرباء؛ فيجب على اليمن إعادة تفعيل خطط التوليد الاستراتيجية مع الاستفادة القصوى من الموارد المتجددة للحد من فجوة العرض، وتحقيق التوازن بين العرض والطلب، وتلبية الزيادة في الأحمال.

• معظم محطات توليد الكهرباء القائمة لدى المؤسسة العامة للكهرباء قديمة ومنخفضة الكفاءة. ويجب على اليمن إعادة تفعيل خطة صيانة محطات الكهرباء القائمة والعمل على زيادة كفاءة هذه المحطات.

• تعتمد معظم محطات الكهرباء القائمة على وقود الديزل والوقود الثقيل المُكلف والضار بالبيئة. فيجب على اليمن إعادة تفعيل خطة الاستفادة من الموارد المحلية مثل الغاز الطبيعي والموارد المتجددة في توليد الكهرباء، وهو ما يتسم بفعالية التكلفة.

• يجب أن تركز خطة التعافي للمدى القصير على إعادة خدمات الكهرباء إلى المرافق الحيوية (مثل المياه والصرف الصحي والرعاية الصحية والتعليم، وما إلى ذلك)، وتوسيع إمكانية الحصول على الطاقة الشمسية، والحد من فقد الشبكة.

• يجب أن يعمل اليمن على الحد من الفقد من شبكة الكهرباء من خلال الصيانة السليمة، ووضع خطط لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة.

• يتمثل النهج الأكثر جدوى لاستعادة شبكة الكهرباء العامة في البدء بالشبكات على مستوى البلديات (الشبكات المنعزلة) أو الأقاليم وتوسيعها إلى الشبكة على المستوى الوطني.

• من الضروري أن تركز مسألة إعادة تأهيل شبكات التوزيع على مكونات ومواد الشبكة القياسية والموحدة التي يمكن توريدها بوتيرة سريعة.

• يجب على اليمن إعادة بناء شبكة الكهرباء لديه لتكون أنظف وأقل اعتماداً على الوقود الأحفوري، بالنظر إلى إمكانات الطاقة المتجددة العالية في اليمن، وانخفاض تكلفة تقنيات الطاقة المتجددة

• يجب على اليمن إعادة تفعيل الخطط الإستراتيجية للنقل والتوزيع لتحسين قدرة شبكة النقل وتأمين الإمداد.

• يجب على اليمن إعادة تفعيل مبادرات توصيل الكهرباء، وتوسيع نطاق الحصول على خدمات الطاقة الموزّعة التي يقدمها القطاع الخاص، وخصوصاً الطاقة الشمسية، لزيادة إمكانية الحصول على الكهرباء في اليمن.

٣,٢ تنبؤات أحمال التوزيع لليمن

أُجري تحليل للاتجاه العام للحد الأقصى للطلب (ميجا واط) في اليمن لعام ٢٠٢٠. ثم تم التنبؤ بإجمالي استهلاك الكهرباء (جيجا واط/ ساعة) والحد الأقصى للطلب (ميجا واط) لكل محافظة باستخدام سيناريوهَيْن اثنين: متحفظ ومقترح. وفي كل سيناريو، وُضعت ثلاثة تنبؤات، منخفضة ومتوسطة ومرتفعة. وفيما يلي التنبؤات المنخفضة والمتوسطة والمرتفعة للسيناريوهين المتحفظ والمقترح: ١,٥٪, ٣٪, ٤,٥٪; و ٥٪, ٧٪, ١٠٪, على التوالي. ولأغراض عمل حسابات المزيج الأمثل لتوليد الكهرباء، وأعمال تحديث شبكات النقل والتوزيع، تمت التوصية باستخدام التوقعات المرتفعة للسيناريو المتحفظ (أي معدل نمو ٤,٥٪) التي كانت قريبة من التوقعات المنخفضة للسيناريو المقترح (أي معدل نمو قدره ٥٪). ويُعَد معدل النمو هذا معقولاً لأغراض التخطيط، وقد أخذ في الحسبان تأثير عدة ظروف (الصراعات السياسية، جائحة كورونا، ..إلخ) على الحد من نمو استهلاك الكهرباء. ومن ناحية أخرى، اختير أعلى معدل من بين معدلات النمو المتحفظة، مراعاةً لاحتياجات التعافي لليمن في مرحلة ما بعد الصراع.

وتراوحت التوقعات الخاصة باستهلاك الكهرباء في عام ٢٠٥٠ بين ٤٠ و١٠٠ جيجا واط/ ساعة للسيناريو المتحفظ، وبين ١١٥ و٢٦٥ جيجا واط/ ساعة للسيناريو المقترَح. ومن المتوقع أن يتراوح إجمالي الحد الأقصى للطلب في عام ٢٠٥٠ بين ٦ الى ١٤ جيجا واط، وبين ١٦ الى ٦٦ جيجا واط للسيناريوهين المتحفظ والمقترح، على الترتيب.

٣,٣ تقرير تقييم وخطة تعزيز كفاءة استخدام الطاقة والحد من الفقد

٣,٣,١ العوامل الرئيسية لفقدان الطاقة

حُددت العوامل الرئيسية لفقدان الطاقة على النحو التالي:

• الفقد الفني:

o الدوائر الأحادية مقابل الدوائر المزدوجة: جزء كبير من مغذيات شبكة التوزيع في اليمن عبارة عن دوائر أحادية، وهو ما يؤدي إلى ضعف الموثوقية وزيادة الفقد.

o طول المغذيات: تتسبب المغذيات الطويلة جداً في زيادة انخفاض الجهد الكهربي، وبالتالي زيادة الفقد. ويصل طول بعض مغذيات صنعاء التي تبلغ طاقتها ١١ كيلو فولطا إلى ٤٠ كيلومتراً.

o تنظيم الجهد: يؤدي سوء تنظيم الجهد الكهربي على مغذيات الشبكة إلى فصل المغذيات المعنية، وهو ما يؤدي إلى توجيه تدفق الطاقة إلى مغذيات أخرى، وهو ما قد يتسبب في زيادة الأحمال وزيادة الفقد.

o تحميل المحولات: بعض محولات الشبكة إما مُحمّلة فوق طاقتها، أو أقل من طاقتها، وهو ما يؤدي إلى انخفاض كفاءة التشغيل.

o أحجام المغذيات: أصبحت المقاطع العرضية للمغذيات القديمة صغيرة الحجم بالنسبة لظروف الحمل الحالية (والمستقبلية)، وهو ما يؤدي إلى زيادة انخفاض الجهد وفقدانه.

o تقادُم المغذيات: تؤدي نهايات وصلات المغذيات القديمة، التي تكرر إصلاحها، إلى زيادة الفقد الأومي.

o الشبكات الشعاعية في مقابل الحلقية: يُعَدّ تكوين الشبكة الشعاعية أقل كفاءةً نسبيّاً من التصميم (الطوبولوجيا) الحلقي.

o اختلال توازن الطور: يؤدي التحميل غير المتوازن على مغذيات الجهد المنخفض إلى زيادة الفواقد في مغذيات الطور الأكثر تحميلاً.

o كفاءة التوليد: يجب تحويل قدرات توليد الكهرباء نحو توليد أكثر كفاءة عن طريق الاستبعاد التدريجي للديزل واعتماد توليد الطاقة بنظام الدورة المركّبة

• الفقد الغير فني:

o سرقة الكهرباء: يشيع الاستغلال غير القانوني لشبكة الكهرباء في اليمن. فإلى جانب كون سرقة الكهرباء خطراً جسيماً على المتورطين فيها، فإنها تتسبب في زيادة الأحمال على البنية التحتية للشبكة، ومن ثم زيادة إجمالي الاستهلاك الفعلي. ويمكن الحد من سرقة الكهرباء أو تثبيطها من خلال إنفاذ القانون، أو تطبيق تدابير الأمن المادي لأصول الشبكة مثل مغذيات التوزيع والمحولات والمفاتيح الكهربائية.

o فروق القياس: تنجم هذه الفواقد عن استهلاك الكهرباء بشكل قانوني، ولكن مع عدم تسجيله بشكل صحيح من قبل (أو نقلها إلى) المرفق (أي المؤسسة العامة للكهرباء). ويمكن أن يحدث ذلك بسبب عدم دقة قراءات العدادات (على سبيل المثال عند استخدام القراءة اليدوية)، أو أخطاء في تسجيل القراءات في النظام المحاسبي (على سبيل المثال: أخطاء الموظفين)، أو العدادات المعطلة. وينتج عن هذه الأخطاء فرق لا يحاسب عليه بين استهلاك الطاقة الفعلي والمسجل، ويُعَد هذا الفرق فاقداً.

o الإمدادات غير المقاسة: ينبغي تقنين الاستهلاك غير الخاضع للقياس في المنشآت العامة من خلال إلزام تلك المنشآت بتتبع استهلاكها من الكهرباء، حتى لو لم تكن مفوترة. وإلى جانب ذلك، يجب أن تقدم المرافق العامة حصراً لمخزون معداتها الكهربائية واستهلاكها المقدَّر، وأن تحدّثها بانتظام. ويجب على المرافق بعد ذلك مراجعة هذه المخزونات وطلب توضيحات بشأن الاستهلاك غير المعقول أو الاختيارات الغير مناسبة من المعدات.

o الأنماط السلوكية: حتى عندما يتم تصميم البنية التحتية للشبكة وحجمها بشكل صحيح، فإن نمط الاستهلاك الكلي لمستهلكي الكهرباء يمكن أن يتسبب بشكل غير مباشر في فواقد للنظام. فعلى سبيل المثال، إذا كان قطاع كبير، مثل المستهلك المنزلي، يستخدم في الوقت نفسه جهازاً كثيف الاستخدام للطاقة (مثل سخانات المياه الكهربائية)، فمن شأن هذا أن يثقل كاهل البنية التحتية للشبكة، التي حُدد حجمها بناءً على التنوع المعقول وعوامل الطلب المتزامنة. ويمكن الحد من هذا النوع من الفقد الغير فني من خلال زيادة الوعي العام ومتابعة حالة البنية التحتية للشبكة لمنع الفقد أو الأضرار المفرطة.

٣,٣,٢ خيارات إدارة الطاقة

يعرض هذا القسم مختلف خيارات إدارة الطاقة التي تنطبق على الوضع في اليمن. وقد قُسمت خيارات إدارة الطاقة إلى خيارات في جانب العرض وأخرى في جانب الطلب من أجل توضيح إمكانية تطبيقها

- إدارة جانب العرض:
  - تحديث محطات الكهرباء.
  - تقليل الحرارة المهدرة واستردادها.
  - كفاءة النقل والتوزيع.
  - نظام التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات (سكادا).
- إدارة جانب الطلب:
  - تعريفة وقت الاستخدام.
  - تقارير حالة الشبكة.
  - تبديل الوقود.
  - التوليد في الموقع.
  - الشبكات المُصغَّرة ذات التيار المستمر.

٣,٣,٣ قابلية التطبيق في القطاعات الاقتصادية

القطاعات الاقتصادية الخمسة ذات الأولوية لتخطيط وتنفيذ تحسينات كفاءة استخدام الطاقة في اليمن هي

- الزراعة والغابات وصيد الأسماك.
- تجارة التجزئة والجملة.
- النقل والتخزين.
- الصناعات التحويلية.
- السكنية.

٣,٣,٤ تدابير تحسين كفاءة استخدام الطاقة

تدابير كفاءة استخدام الطاقة المطبَّقة على القطاعات الاقتصادية الرئيسية في اليمن هي:

- القطاع الزراعي.
- قطاع التجارة.
- قطاع النقل.
- قطاع الصناعات التحويلية.
- القطاع السكني.

٣,٣,٥ المعيار الأدنى لأداء الطاقة

من أجل وضع معيار وطني أدنى لأداء الطاقة في اليمن، يجب تحديد متطلبات الأداء لمختلف الأجهزة والعُدد والمعدات المستخدمة للطاقة بناءً على الظروف المحلية في اليمَن

الخطوات العامة لإنشاء معيار أدنى لأداء الطاقة في اليمن كالآتي

١. تعيين أو إنشاء هيئة مؤسسية مسؤولة عن استحداث المعيار الأدنى لأداء الطاقة. وفي اليمن، يمكن أن تكون الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس وضبط الجودة هي تلك الهيئة

٢. البحث في السوق المحلية اليمنية وتحديد المنتجات المستخدمة للطاقة المرشحة للمعيار الأدنى لأداء الطَاقة، وتحديد أولوياتها بناءً على الانتشار والاستهلاك المحدد للطاقة

٣. وضع إجراء اختبار موحد، مع تحديد كيفية قياس معايير الأداء. واعتماد مختبرات الفحص لقدرات قياس الأداء

٤. زيادة وعي الأطراف الفاعلة في السوق (الموردين والمصنعين والمستخدمين النهائيين) فيما يتعلق بالمعيار الأدنى لأداء الطاقة المقترح

٥. دمج المعيار الأدنى لأداء الطاقة في القوانين واللوائح الرسمية لإنفاذه

٦. متابعة تنفيذ المعيار الأدنى لأداء الطاقة وتزويد واضعي السياسات بالمعلومات التقييمية.

٣,٣,٦ إطار السياسات والإطار المؤسسي المقترح

هناك كثير من المؤسسات التي يجب أن تشارك في التخطيط على المدى القصير والمدى المتوسط والمدى الطويل لقطاع الطاقة في اليمن، بما في ذلك

- وزارة الكهرباء والطاقة.
- وزارة النفط والمعادن.
- الهيئة العامة لكهرباء الريف.
- الجهاز المركزي اليمني للإحصاء.
- الهيئة اليمنية للمواصفات والمقاييس وضبط الجودة.

وفيما يلي التوصيات الرئيسية بشأن السياسات واستراتيجيات التنفيذ

(أ) تنمية القدرات المؤسسية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة: إنشاء هيئة مستقلة معنية بالطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة في إطار إعادة الهيكلة المؤسسية التي تهدف إلى دعم مجالات

- إدارة جانب الطلب.
- المعايير الوطنية.
- برنامج لصق بطاقات التعريف وتدريب وتثقيف الموظفين الفنيين والإداريين بشأن قضايا كفاءة استخدام الطاقة وتغيير المناخ والتدابير العملية للتخفيف والتكيف معه. وإلى جانب ذلك، إنشاء هيئة تنظيم قطاع الكهرباء باعتبارها مؤسسة تنظيمية مستقلة وفقاً لقانون الكهرباء.
- وضع وإدارة المعايير الدنيا للامتثال الفني لتكنولوجيات الطاقة المتجددة لاستيرادها واستخدامها في اليمن.
- اعتماد وترخيص موردي تكنولوجيا الطاقة المتجددة وفنيي تركيبها ومصمميها
- تحفيز وتنسيق الإقبال على مصادر الطاقة البديلة مع المؤسسات العامة اليمنية الأخرى، مثل
  - استخدام الغاز من مقالب النفايات.
  - استخدام الغاز المجمع من محطات معالجة مياه الصرف.
  - استخدام الطاقة الكهرومائية الصغيرة على خطوط أنابيب المياه.
  - إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية.
  - استخدام ضخ المياه بالطاقة الشمسية.
  - تشجيع وحدات تسخين المياه بالطاقة الشمسية.
  - تشجيع الأجهزة المنزلية الموفرة للطاقة للعملاء السكنيين والتجاريين.
  - تشجيع الشبكات الصغيرة (سواءً بالتيار المستمر أو التيار المتردد).
- إعداد مواد تثقيفية وترويجية لتوزيعها على جميع مستهلكي الكهرباء في اليمن
- المشاركة الفعّالة في المؤتمرات الدولية للطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة وتمثيل اليمن فيها
- رصد التقنيات الناشئة وتقييم مدى ملاءمتها للاستخدام في اليمن

(ب) إصدار سياسات وقوانين ولوائح تفرض الأداء المحقق لكفاءة استخدام الطاقة: يهدف قانون الكهرباء اليمني (رقم ١ السنة ٢٠٠٩) إلى تعزيز أمن الطاقة في اليمن من خلال تنويع مصادر التوليد، بما في ذلك مصادر الطاقة المتجددة. ومع ذلك، لا يتناول القانون كفاءة استخدام الطاقة صراحة، ويعاني القانون من ضعف قابلية الإنفاذ، من جراء الصراع الدائر

(ج) فصل سوق الكهرباء: تنظيم عمليات توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها والفصل بينها، لتحقيق إدارة تشغيلية فعّالة واقتصادية. وتوزيع المسؤولية عن أنشطة توزيع الكهرباء بالتجزئة (المنوطة حالياً بالمؤسسة العامة للكهرباء) على شركات توزيع إقليمية، وإنشاء مجلس مستهلكين إقليمي واحد أو أكثر لتمثيل مصالح مستهلكي الكهرباء ومستثمري قطاع الطاقة الكهربائية أمام هيئة تنظيم قطاع الكهرباء وشركات التوزيع الإقليمية

(د) إشراك القطاع الخاص في التخطيط والتنفيذ: ثبت فعالية نموذج الشراكة بين القطاعين العام والخاص في إنشاء البنية التحتية في البلدان النامية. وينبغي الإسراع بإصدار القانون اليمني للشراكة بين القطاعين العام والخاص، الذي لا يزال قيد الإعداد منذ سنوات.

(ه) إعادة النظر في الإستراتيجية الوطنية لكفاءة استخدام الطاقة وتفعيلها: ينبغي تنقيح أهداف الاستراتيجية استناداً إلى الحالة الراهنة وحالة ما بعد الصراع. ويجب إعطاء الأولوية لتفعيل استراتيجية كفاءة استخدام الطاقة ومتابعة خطة عملها، فضلاً عن توثيق النتائج وتحديد الفجوات

(و) إعادة النظر في تعريفة الكهرباء: ضمان توجيه الدعم إلى فئات المستهلكين الأكثر ضعفاً واحتياجاً، تجنباً لتشجيع الاستهلاك غير المسؤول بطريقةٍ غير مباشرة.

(ز) تعظيم الاستفادة من سلسلة إمداد الكهرباء للحد من الفقد: يمكن أن يؤدي تحديث محطات التوليد ومعدات ومغذيات البنية التحتية لشبكة النقل إلى تقليل الفقد الفني وغير الفني وتحسين كفاءة الطاقة بشكل عام.

(ح) تخطيط وتنفيذ معيار أدنى لأداء الطاقة على المستوى الوطني: وضع معايير دنيا لأداء الطاقة على المستوى الوطني، لمختلف المنتجات المستهلكة للطاقة، مثل الإضاءة والمحركات الكهربائية وتكييف الهواء. وإنشاء برنامج وطني للصق بطاقات التعريف لتشجيع كفاءة استخدام الطاقة للأجهزة الكهربائية.

(ط) زيادة وعي المستخدم النهائي: توعية مستهلكي الطاقة بأهمية تدابير كفاءة استخدام الطاقة على جانب الطلب وتأثيرها الكبير في المستوى الكلي. والترتيب للإبلاغ عن حالة الشبكة على القنوات التلفزيونية والإذاعية الوطنية لإشراك المستهلكين. ومن المقرر أن تُولي الحملات لمساهمة المرأة اهتماماً خاصاً فيَ زيادة الوعي داخل أسرتها ومجتمعها المحلي.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | إيمان مؤسس ومالك شبكة الطاقة الشمسية في عبس.

الفصل ٤

التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي على الأمدين القصير والطويل

يعرض هذا التقرير العمل المُنّفذ فيما يتعلق بتوليد مزيج الطاقة الأقل تكلفةً والذي يعتمد جزئيّاً على موارد الطاقة المتجددة. وبعد التوصل إلى سيناريوهات مزيج الطاقة، وُضعت خطة تعاف لشبكات النقل والتوزيع في البلد، وأعدت قائمةً بالمشروعات المستخدمة لموارد الطاقة المتجددة. وبعد إعداد خطط التوليد والنقل، وُضعت خطة استثمارية قدَّرت التكاليف المطلوبة ودرست آفاق المشاهد التمويلية الحالية والمحتملة في اليمن ومن أجله.

وأُجري تقييم لمخاطر تغيير المناخ ومواطن الضعف فيه لتحسين قدرة المشروعات المقترحة على الصمود ومراعاة الأحداث المناخية المتطرفة. وأخيراً، وضع إطار للصحة البيئية والاجتماعية والمهنية لاستيعاب الخطة المقترحة من وجهة نظر بيئية واجتماعية. وفيما يلي نتائج جهود هذا التقرير:

٤,١ مزيج توليد الطاقة

اقتُرح مزيج توليد الطاقة في اليمن للفترة ٢٠٢١–٢٠٥٠ بناءً على السيناريو الأفضل والأقل تكلفةً وفقاً لعدة معايير وقيود فنية واقتصادية. وقد أعدت خطة الطاقة هذه من خلال أداتين متكاملتين لنمذجة التحسين التقني والاقتصادي: (١) **FICUS** للتخطيط الاستراتيجي قصير الأجل على نطاق جغرافي صغير نسبيّاً (س من الأيام s-day) و(٢) **MESSAGEix** للتخطيط طويل الأجل على نطاق جغرافي أكبر (ع من العقود **h-decade**).

وحلل الاستشاري مجموعة واسعة من السيناريوهات تبعاً للطلب، ومدى انتشار الطاقة المتجددة، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأمن الطاقة، وغيرها. وبناءً على البيانات المتاحة، واستعراض المشروعات والاستراتيجيات السابقة لدمج الطاقة المتجددة وتخطيط الطاقة في اليمن، اقتُرحت ثلاثة سيناريوهات لزيادة انتشار الطاقة المتجددة ومستويات الحد من الانبعاثات الكربونية واعتُمدت بالترتيب التالي:

١. **السيناريو أ (الحد الأدنى من المجهود):** بناءً على الطلب على الطاقة، سيُستبدل بقدرات توليد الكهرباء بواسطة البخار والديزل والغاز، محطاتٌ أكثر كفاءةً لتوليد الكهرباء بنظام الدورة المركبة طوال الفترة ٢٠٢١–٢٠٥٠، بالإضافة إلى مصادر الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح التي سيبدأ العمل بها في عام ٢٠٢٥ بنمو بطيء.

٢. **السيناريو ب (مجهود محدد):** يمكن تحقيق نسبة تتراوح بين ٢٥ و٣٤٪ من الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٥٠ عن طريق زيادة انتشار الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية في خلال الفترة ٢٠٢١–٢٠٥٠، إلى جانب تراجع قدرات التوليد بالبخار والديزل والغاز والاستعاضة عنها بنظام الدورة المركبة.

٣. **السيناريو ج (مجهود قوي):** يمكن تحقيق نسبة ٣٥–٥٠٪ من الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٥٠ من خلال زيادة انتشار الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية في خلال الفترة ٢٠٢١–٢٠٥٠ مع معدل نمو أعلى بين عامي ٢٠٢٥ و٢٠٥٠، وخفض الاعتماد على الدورة المركبة لتقليل الواردات والاعتماد على الغاز الطبيعي.

وتَظهر الجداول ٢ و ٣ القدرات والأنشطة الناتجة عن استخدام النموذج الأقل تكلفة.

الجدول ٢ مخرجات النموذج: قدرة منظومة الطاقة اليمنية حتى عام ٢٠٥٠

السيناريو أ : القدرات الناتجة من الجهد الأدنى (جيجا واط)							
التكنولوجيا	السنة						
	٢٠٢١	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠
الكتلة الحيوية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الدورة المركبة	٠,٠٠٠٠	٢,٦٩١٧	٣,٨٥٨٥	٥,٣٢٣٩	٧,١٦٢٩	٩,٤٦٨٣	١٢,٣٥٦٥
طاقة شمسية مركَّزة	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الديزل	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤
الغاز	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥
الحرارة الأرضية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الطاقة الكهروضوئية	٠,٠٠٠٠	٠,٨٢٤٣	٠,٩١٠١	١,٠٠٤٨	١,١٠٩٤	١,٢٢٤٩	١,٣٥٢٤
البخار	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢
الأمواج	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الرياح	٠,٠٠٠٠	٠,٨٢٤٣	٠,٩١٠١	١,٠٠٤٨	١,١٠٩٤	١,٢٢٤٩	١,٣٥٢٤
(السيناريو ب : القدرات الناتجة من الجهد المحدد (جيجا واط							
التكنولوجيا	السنة						
	٢٠٢١	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠
الكتلة الحيوية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٢٢٦	٠,٠٢٦٨	٠,٠٣١٨	٠,٠٣٧٨	٠,٠٤٤٩	٠,٠٥٣٣
الدورة المركبة	٠,٠٠٠٠	٢,٣٧٠٧	٣,٤١٢٩	٤,٦٨٧٠	٦,٢٥٤٢	٨,٢٣٣٣	١٠,٦٦٦٧
طاقة شمسية مركَّزة	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الديزل	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤
الغاز	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٦١٤٢	٠,٦٩٤٩	٠,٧٨٦٢	٠,٨٨٩٥
الحرارة الأرضية	٠,٠٠٠٠	٠,٣٠١١	٠,٣٥٧٦	٠,٤٢٤٧	٠,٥٠٤٤	٠,٥٩٩١	٠,٧١١٥
الطاقة الكهروضوئية	٠,٠٠٠٠	٠,٨٤٣٠	١,٠٠١٢	١,١٨٩١	١,٤١٢٣	١,٦٧٧٤	١,٩٩٢٢
البخار	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢
الأمواج	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الرياح	٠,٠٠٠٠	٠,٨٤٣٠	١,٠٠١٢	١,١٨٩١	١,٤١٢٣	١,٦٧٧٤	١,٩٩٢٢
(السيناريو ج : القدرات الناتجة من الجهد القوي (جيجا واط							
التكنولوجيا							
	٢٠٢١	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠
الكتلة الحيوية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الدورة المركبة	٠,٠٠٠٠	٢,٣٤٤٦	٣,١٧٨٢	٤,١٦٦٠	٥,٣٢٦٩	٦,٦٧٧٥	٨,٢٢٨٧
طاقة شمسية مركَّزة	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الديزل	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤	٠,٥٤٥٤
الغاز	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥	٠,٥٧٧٥
الحرارة الأرضية	٠,٠٠٠٠	٠,٣١٤٨	٠,٤٣١٣	٠,٥٩٠٩	٠,٨٠٩٦	١,١٠٩٢	١,٥١٩٨
الطاقة الكهروضوئية	٠,٠٠٠٠	٠,٨٨١٤	١,٢٠٧٦	١,٦٥٤٦	٢,٢٦٦٩	٣,١٠٥٩	٤,٢٥٥٣
البخار	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢	٠,٤٨١٢
الأمواج	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الرياح	٠,٠٠٠٠	٠,٨٨١٤	١,٢٠٧٦	١,٦٥٤٦	٢,٢٦٦٩	٣,١٠٥٩	٤,٢٥٥٣

الجدول ٣ مخرجات النموذج: نشاط منظومة الطاقة اليمنية حتى عام ٢٠٥٠

السيناريو أ : نشاط الجهد الأدنى (جيجا واط سنوي)							
التكنولوجيا	السنة						
	٢٠٢١	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠
الكتلة الحيوية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الدورة المركبة	٠,٠٠٠٠	٢,٠١٨٨	٢,٨٩٣٩	٣,٩٩٣٠	٥,٣٧٢١	٧,١٠١٢	٩,٢٦٧٤
طاقة شمسية مركَّزة	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الديزل	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠
الغاز	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١
الحرارة الأرضية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الطاقة الكهروضوئية	٠,٠٠٠٠	٠,٣٢٩٧	٠,٣٦٤٠	٠,٤٠١٩	٠,٤٤٣٨	٠,٤٩٠٠	٠,٥٤١٠
البخار	٠,٣٦٠٩	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الأمواج	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الرياح	٠,٠٠٠٠	٠,٢٤٧٣	٠,٢٧٣٠	٠,٣٠١٥	٠,٣٣٢٨	٠,٣٦٧٥	٠,٤٠٥٧
(السيناريو ب : نشاط الجهد المحدد (جيجا واط سنوي							
التكنولوجيا	السنة						
	٢٠٢١	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠
الكتلة الحيوية	٠,٠٠٠٠	٠,٠١٦٩	٠,٠٢٠١	٠,٠٢٣٩	٠,٠٢٨٤	٠,٠٣٣٧	٠,٠٤٠٠
الدورة المركبة	٠,٠٠٠٠	١,٧٧٨٠	٢,٥٥٩٧	٣,٥١٥٣	٤,٦٩٠٦	٦,١٧٤٩	٨,٠٠٠٠
طاقة شمسية مركَّزة	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الديزل	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠
الغاز	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٦٠٦	٠,٥٢١٢	٠,٥٨٩٧	٠,٦٦٧١
الحرارة الأرضية	٠,٠٠٠٠	٠,٢١٠٧	٠,٢٥٠٣	٠,٢٩٧٣	٠,٣٥٣١	٠,٤١٩٣	٠,٤٩٨٠
الطاقة الكهروضوئية	٠,٠٠٠٠	٠,٣٣٧٢	٠,٤٠٠٥	٠,٤٧٥٦	٠,٥٦٤٩	٠,٦٧٠٩	٠,٧٩٦٩
البخار	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٤٠٨٤
الأمواج	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الرياح	٠,٠٠٠٠	٠,٢٥٢٩	٠,٣٠٠٤	٠,٣٥٦٧	٠,٤٢٣٧	٠,٥٠٣٢	٠,٥٩٧٧
(السيناريو ج : نشاط الجهد القوي (جيجا واط سنوي							
التكنولوجيا	السنة						
	٢٠٢١	٢٠٢٥	٢٠٣٠	٢٠٣٥	٢٠٤٠	٢٠٤٥	٢٠٥٠
الكتلة الحيوية	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الدورة المركبة	٠,٠٠٠٠	١,٧٥٨٤	٢,٣٨٣٧	٣,١٢٤٥	٣,٩٩٥٢	٥,٠٠٨١	٦,١٧١٥
طاقة شمسية مركَّزة	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الديزل	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠	٠,٤٠٩٠
الغاز	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١	٠,٤٣٣١
الحرارة الأرضية	٠,٠٠٠٠	٠,٢٢٠٤	٠,٣٠١٩	٠,٤١٣٦	٠,٥٦٦٧	٠,٧٧٦٥	١,٠٦٣٨
الطاقة الكهروضوئية	٠,٠٠٠٠	٠,٣٥٢٦	٠,٤٨٣١	٠,٦٦١٨	٠,٩٠٦٨	١,٢٤٢٣	١,٧٠٢١
البخار	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩	٠,٣٦٠٩
الأمواج	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
الرياح	٠,٠٠٠٠	٠,٢٦٤٤	٠,٣٦٢٣	٠,٤٩٦٤	٠,٦٨٠١	٠,٩٣١٨	١,٢٧٦٦

قائمة المشروعات وعمليات التحديث في مجال نقل وتوزيع الطاقة

قائمة مشروعات مصادر الطاقة المتجددة على الأمدين القصير والمتوسط

لإعداد قائمة مشروعات مصادر الطاقة المتجددة؛ عُينت المواقع المرشحة بناءً على معيار محدد لاختيار المواقع. وقد أخذ المعيار في الاعتبار إمكانات الطاقة المتجددة، وزيادة أمن الإمداد، وتوافر شبكة النقل والتوزيع للحد من متطلبات شبكة النقل والتوزيع، ومراكز الأحمال الثقيلة لاستهلاك الطاقة محليّاً وتقليل فجوة الطاقة وما إلى ذلك.

وتأخذ قائمة المشروعات التي أُعدت استناداً إلى سيناريو مزيج الطاقة المتوسط (السيناريو المحدد) في الاعتبار جميع مشروعات الطاقة المتجددة التي يُفترض أن تكون من المشروعات المرتبطة بالشبكة العامة باستثناء المشروعين #٢١ و#٢٢ وهما مشروعان معزولان. وترد قائمة المشروعات قصيرة الأجل في الجدول ٤.

الجدول ٤ قائمة المشروعات للسيناريو المتوسط لمزيج الطاقة (عام ٢٠٣٠)

الرقم	المشروع	التكنولوجيا	الحالة	القدرة بالميجا واط
أ	وصف المشروع (إدماج مصادر الطاقة المتجددة)	إجمالي مصادر الطاقة المتجددة		٢٤١٥
١	مزرعة رياح في المخا (تعز)	الرياح	جديد	٢٤٠
٢	مزرعة رياح الفزة (الحديدة) – تجريبي	الرياح	جديد	٦٠
٣	مزرعة رياح الفزة (الحديدة) – المرحلة ٢	الرياح	جديد	٢٠٠
٤	مزرعة رياح خليج عمران (عدن)	الرياح	جديد	٣٠٠
٥	مزرعة رياح لحج	الرياح	جديد	١٨٠
٦	مزرعة رياح كود العبادل (أبين) – تجريبي	الرياح	جديد	٢٥
٧	مزرعة رياح ذمار	الرياح	جديد	٢٩٠
٨	مجمع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في كود العبادل (أبين) – تجريبي	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٢٥
٩	مجمع صنعاء للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٢٠٠
١٠	مجمع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مدينة صعدة	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٤٠
١١	مجمع جهران (ذمار) للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٠٠
١٢	مجمع القاعدة (إب) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – تجريبي	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٥
١٣	مجمع القاعدة (إب) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – المرحلة ٢	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٥٠
١٤	مجمع دمنة خدير (تعز) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – تجريبي	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٥
١٥	مجمع دمنة خدير (تعز) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – المرحلة ٢	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٥٠
١٦	مجمع رأس كتنيب (الحديدة) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – تجريبي	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٦٠
١٧	مجمع رأس كتنيب (الحديدة) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – المرحلة ٢	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٢٠
١٨	مجمع حضرموت للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٥٠
١٩	مجمع عتق (شبوة) للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٢٠

الرقم	المشروع	التكنولوجيا	الحالة	القدرة بالميجا واط
٢٠	مجمع الحزم (الجوف) للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٤٠
٢١	مجمع بير أحمد (عدن) للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٦٠
٢٢	مجمع بير ناصر (لحج) للطاقة الشمسية الكهروضوئية	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٣٠
٢٣	مجمع الحبيلين (لحج) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – تجريبي	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٥
٢٤	محطة عدن لتوليد الكهرباء باستخدام الغاز الحيوي	الكتلة الحيوية	جديد	٣٠
ب	وصف المشروع (الدورة المركبة)	الدورة المركبة – إجمالي		٤٣٥٣
٢٥	محطة مأرب بنظام الدورة المركبة		جديد	١,٥٠٠
٢٦	محطة معبر بنظام الدورة المركبة		جديد	٧٥٠
٢٧	محطة بلحاف بنظام الدورة المركبة		جديد	٥٠٠
٢٨	محطة الحسوة الجديدة بنظام الدورة المركبة		جديد	٣٥٣
٢٩	محطة عمران بنظام الدورة المركبة		جديد	٥٠٠
٣٠	محطة الصليف بنظام الدورة المركبة		جديد	٧٥٠
ج	وصف المشروع (غاز/بخار)	البخار – الإجمالي		٣٢٥
٣١	الحسوة ١ بالبخار		تجديد	٥٠
٣٢	المخا بالبخار		جديد / استبدال	١٥٠
٣٣	محطة رأس كتنيب بالبخار		تجديد	١٢٥
د	وصف المشروع (غاز)	الغاز – الإجمالي		٦٠٠
٣٤	العقلة		جديد	١٠٠
٣٥	بدرة		جديد	٥٠٠
هـ	وصف المشروع (الديزل)	ديزل – إجمالي		٤٦٤,٤
٣٦	المنصورة ٢ بالديزل		تجديد	٦٠
٣٧	صنعاء بالديزل		تجديد	١٩,٨
٣٨	حزيز ١، ٢، ٣ بالديزل		تجديد	١٠٥
٣٩	الريان بالديزل		تجديد	٦٠
٤٠	خلف بالديزل		تجديد	١٣
٤١	الشحر بالديزل		تجديد	١٣٫٥
٤٢	المدينة بالديزل		تجديد	١٦
٤٣	العصيفرة		إحلال	٢٧
٤٤	الحالي		تجديد	١٦
٤٥	ذهبان ١		تجديد	٢٠
٤٦	ذهبان ٢		تجديد	٢٥
٤٧	الحسوة ٢		تجديد	٥٠
٤٨	الغيضة بزيت الوقود الثقيل		جديد	٤٠

الجدول ٥ قائمة المشروعات التجريبية المعزولة المقترحة (عام ٢٠٣٠)

الرقم	المشروع	التكنولوجيا	الحالة	القدرة بالميجاواط
١	بطارية الطاقة الشمسية الكهروضوئية في حديبو (سقطرى) (تجريبي) بطارية ١٠ ميجا واط + ٥ ميجا واط (معزولة	الطاقة الكهروضوئية + بطارية	جديد	٥+١٠
٢	مجمع الغيضة للطاقة الشمسية الكهروضوئية (تجريبي) ١٠ ميجا واط ((معزول	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٠
٣	مجمع الجبين (ريمة) للطاقة الشمسية الكهروضوئية (تجريبي) ١٥ (ميجا واط (معزول	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٥
٤	مجمع البيضاء (مدينة البيضاء) للطاقة الشمسية الكهروضوئية ((تجريبي) ١٠ ميجا واط (معزول	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٠
٥	مجمع الجوف (الحزم) للطاقة الشمسية الكهروضوئية (تجريبي) ١٠ (ميجا واط (معزول	الطاقة الكهروضوئية	جديد	١٠
٦	مجمع الضالع (الضالع) للطاقة الشمسية الكهروضوئية (تجريبي) ٥ (ميجا واط (معزول	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٥
٧	مجمع خيلة بقشان (دوعن حضرموت) للطاقة الشمسية الكهروضوئية – ((تجريبي) ٥ ميجا واط (معزول	الطاقة الكهروضوئية	جديد	٥

الجدول ٦ ربط القدرة الجديدة المولدة المقترح بشبكة النقل في اليمن (عام ٢٠٣٥)

#	وصف المشروع	النوع	إجمالي القدرة (المركبة (ميجا واط
١	مزرعة الرياح في كود العبادل (أبين) – المرحلة الثالثة – ٥٠ ميجا واط إضافية	الرياح	٥٠+٦٥
٢	مزرعة لحج لطاقة الرياح – ٦٠ ميجا واط إضافية	الرياح	٦٠+١٨٠
٣	مجمع حضرموت للطاقة الشمسية الكهروضوئية – ٥٠ ميجا واط إضافية	الطاقة الكهروضوئية	٥٠+١٠٠
٤	مجمع الحديدة للطاقة الشمسية الكهروضوئية – ٥٠ ميجا واط إضافية	الطاقة الكهروضوئية	٥٠+١٨٠
٥	مجمع بير أحمد (عدن) للطاقة الشمسية الكهروضوئية –١٠٠ ميجا واط	الطاقة الكهروضوئية	١٠٠+١٦٠
٦	محطة الصليف بنظام الدورة المركبة – ٧٥٠ ميجا واط إضافية	الدورة المركبة	٧٥٠+٧٥٠
٧	محطة الحسوة الجديدة الثانية بنظام الدورة المركبة – ٣٥٣ ميجا واط إضافية	الدورة المركبة	٣٥٣+٣٥٣

عمليات تحديث البنية التحتية على المدى القصير

أُعدت خطة لعمليات تحديث البنية التحتية على المدى القصير وتعديل شبكات النقل والتوزيع للتوليد من أجل خطة التوليد من مصادر الطاقة المتجددة؛ وشمل ذلك:

(أ) تحديد الاحتياجات من قدرات النقل والتوزيع لتلبية الطلب على الشبكة.

(ب) تحديد متطلبات إدماج مصادر الطاقة المتجددة وربط القدرة الجديدة المولَّدة بنظام النقل والتوزيع.

(ج) تحديد تعزيزات شبكة النقل والتوزيع اللازمة للحفاظ على أمن الشبكة وموثوقيتها، مع أقصى قدر من إدماج مصادر الطاقة المتجددة.

(د) توسيع شبكة النقل على المدى المتوسط.

لتحديد عمليات تحديث البنية التحتية على المدى القصير مع إدماج المشروعات الجديدة؛ أُعدِ نموذج شبكة الكهرباء الخاص بشبكة النقل في اليمن بالأساس للشبكة الرئيسية للمؤسسة العامة للكهرباء، وأخذ في الاعتبار جميع المشروعات المقترحة قصيرة الأجل (الجديدة والمعاد تأهيلها).

أُجري التحليل الفني لسيناريو الحد الأقصى وسيناريو الحد الأدنى للإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة. وفي كل سيناريو تم دراسه حالتان لتشغيل الشبكة (ذروة الطلب، والطلب على الشبكة في خارج أوقات الذروة). وتضمَّن التحليل الفني الذي أُجري تدفق الطاقة الكهربائية في حالة ان كل المعدات في الخدمة، وتحليل الطوارئ (بشكل أساسي مبدأ N–١)، وتحليل الماس الكهربائي، وتحليل تعويض القدرة الغير فعالة، وتحليل الاستقرار العابر للشبكة. وفيما يلي نتائج عمليات تحديث البنية التحتية على المدى القصير:

٤,٢ احتياجات قدرات النقل والتوزيع لتلبية الطلب على الشبكة

(أ) تحديث محطة النقل الفرعية

يُظهر تحليل تحديث محطة النقل الفرعية أنه بالإضافة إلى قدرات النقل الحالية والمتعهد بها، هناك حاجة إلى تركيب (٨٥) محول نقطة تزويد ضخم جديد (راجع الجدول ٧). وجميع محولات نقطة التزويد الضخمة ٣٣/١٣٢ كيلو فولط.

الجدول ٧ متطلبات تحديث قدرة محطات النقل الفرعية بحلول عام ٢٠٣٠

البند	المتعهد به	المطلوب إضافي	الإجمالي (٢٠٢٣ – ٢٠٣٠)
جديد ١٠٠ ميجا فولط أمبير	٦	٤	١٠
جديد ٩٠ ميجا فولط أمبير	٠	١٠	١٠
جديد ٦٣ ميجا فولط أمبير	١٤	٥٥	٦٩
جديد ٥٥ ميجا فولط أمبير	٢	١	٣
جديد ٤٥ ميجا فولط أمبير	١٣	١٢	٢٥
جديد ٣١,٥ ميجا فولط أمبير	٢	١	٣
جديد ٢٥ ميجا فولط أمبير	٤	٢	٦
الإجمالي	٤١	٨٥	١٢٦

تحديث المحطات الفرعية والشبكة الخاصة بالتوزيع

أخذ تحديث قدرات محطة التوزيع الفرعية في الاعتبار أن يكون متوسط أحمال محولات التوزيع (أي ١١/٣٣ كيلو فولط و٠,٤/١١ كيلو فولط) في حدود ٦٧% من قدرتها المركبة وفقاً للخطة الرئيسية للتوزيع. الجدول ٨ يورد عمليات تحديث المحطات الفرعية والشبكة الخاصة بالتوزيع المطلوبة بحلول عام ٢٠٣٠.

الجدول ٨ تحديث المحطات الفرعية والشبكة الخاصة بالتوزيع – ٢٠٣٠

البند	الإجمالي (٢٠٣٠)
تحديث المحطة الفرعية ١١/٣٣ كيلو فولط (عدد)؛ ٢ * ٢٠ ميجا فولط أمبير لكلٍ منها	٦٠
تحديث الشبكة بجهد ٣٣ كيلو فولط (خط دائرة مزدوجة) – بالكيلومتر	٨٢٤٠
تحديث محطة فرعية ٠,٤/١١ كيلو فولط (عدد)؛ ١ * ١,٠ ميجا فولط أمبير لكلٍ منها	٦٧٠١
تحديث الشبكة بجهد ١١ كيلو فولطاً (خط دائرة مفردة) – بالكيلو متر	٤٦٩٠٧

٤,٣ إدماج مصادر الطاقة المتجددة وربط القدرة الجديدة المولَّدة بشبكة النقل والتوزيع

وعلى المدى القصير اعتمد إدماج مصادر الطاقة المتجددة وربط القدرة الجديدة المولدة بالشبكة، الخيار الأقل تكلفة باستخدام أصول النقل والتوزيع القائمة/ الملتزم بها وتصميمها لتلبية معايير N-1 للمحولات وخطوط النقل. الجدول ٩ يلخص متطلبات النقل والتوزيع لإدماج مصادر الطاقة المتجددة وربط القدرة الجديدة المولَّدة بشبكة الكهرباء اليمنية (٢٠٢٣–٢٠٣٠).

الجدول ٩ ملخص متطلبات النقل والتوزيع لربط المشروع الجديد بشبكة الكهرباء في اليمن (٢٠٣٠)

محطات النقل الفرعية وقدراتها			
الجهد	عدد المحطات الفرعية	عدد المحولات	القدرة المركبة ((ميجا فولط أمبير
١١/٤٠٠ كيلو فولط	٤	٢٥	٥١٢٨
٣٣/١٣٢ كيلو فولط	١٩	٦١	٥٢٨٦
٣٣ كيلو فولط	٦	١٢	٣٣٦

٤,٤ تعزيزات شبكة النقل والتوزيع اللازمة للحفاظ على أمن الشبكة وموثوقيتها

يُظهر التحليل الفني أنه يمكن إخلاء مشروعات مصادر الطاقة المتجددة بأمان في ظل ظروف تشغيل الشبكة المختلفة، وأن بإمكان شبكة الكهرباء اليمنية أن تصمد أمام الاضطرابات الشديدة بالنظر إلى الشبكة. ويبين التحليل احتياجات تعزيز شبكة النقل المذكورة في الجدول ١٠ لتحسين أمن الشبكة وموثوقيتها. و الشكل ١ يوضح مخطط شبكة الكهرباء في اليمن ذات الخط الواحد للعام المستهدف ٢٠٣٠ مع إدماج مصادر الطاقة المتجددة وإجراء التعزيزات.

الجدول ١٠ إنشاء خطوط النقل الجديدة المطلوبة بجهد ١٣٢ و٤٠٠ كيلو فولط

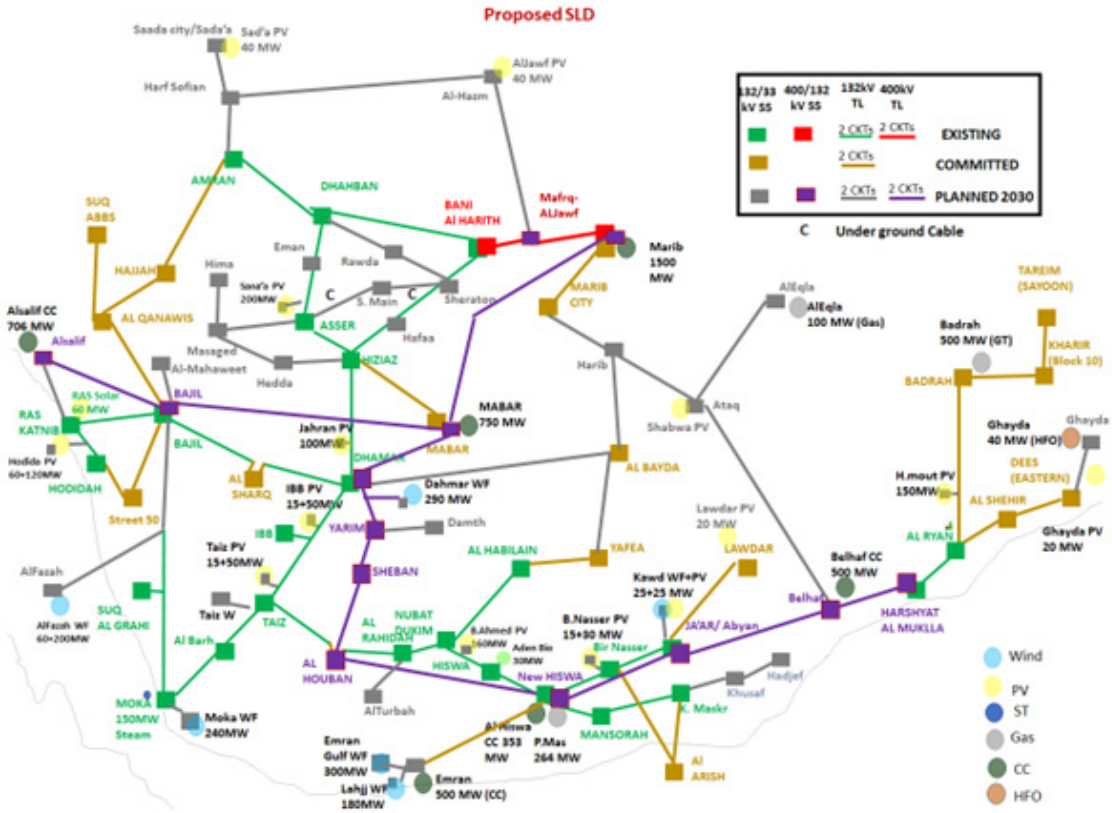
الرقم	البند	الوحدة	إيضاحات
١	شبكة النقل بجهد ١٣٢ كيلو فولط		
١(أ)	خطوط التيار المستمر عمران – حرف سفيان بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٠١ كم	مطلوب لربط صعدة بالشبكة المترابطة
١(ب)	خطوط التيار المستمر حرف سفيان –صعدة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٧٣ كم	مطلوب لربط صعدة بالشبكة المترابطة
١(ج)	خطوط التيار المستمر مفرق الجوف– الحزم بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٦٠ كم	مطلوب لربط الجوف بالشبكة المترابطة
١(د)	خطوط التيار المستمر حرف سفيان –الحزم بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٩٠ كم	مطلوب لربط الجوف وصعدة بالشبكة المترابطة
١(هـ)	خطوط التيار المستمر البيضاء – ذمار بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٧٠ كم	مطلوب لربط البيضاء بالشبكة المترابطة
١(و)	خطوط التيار المستمر البيضاء – يافع بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٥٥ كم	مطلوب لربط البيضاء بالشبكة المترابطة
١(ز)	خطوط التيار المستمر البيضاء – حريب بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٣٣ كم	مطلوب لربط البيضاء بالشبكة المترابطة
١(ح)	خطوط التيار المستمر حريب – عتق بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٢٣٤ كم	مطلوب لربط شبوة بالشبكة المترابطة
١(ط)	خطوط التيار المستمر حريب – مأرب بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٧٧ كم	مطلوب لربط شبوة بالشبكة المترابطة
١(ك)	خطوط التيار المستمر العقلة – عتق بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٠٠ كم	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في العقلة
١(ك)	خطوط التيار المستمر بلحاف – عتق بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٨٦ كم	مطلوب لربط شبوة بحضرموت
١(ل)	خطوط التيار المستمر الحيمة – المساجد بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٧٥ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في المساجد
١(م)	خطوط التيار المستمر ضبان – جامعة الإيمان بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٣ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة بجامعة الإيمان
١(ن)	خطوط التيار المستمر، السر– جامعة الإيمان بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٣ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة بجامعة الإيمان
١(س)	خطوط التيار المستمر ضبان – الروضة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١١ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في الروضة
١(ع)	خطوط التيار المستمر الروضة – شيراتون بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٤ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في شيراتون
١(ف)	خطوط التيار المستمر حزيز– حدة –المساجد بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٢٥ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في شيراتون
١(ص)	خط كيبل تحت أرضي الشيراتون – صنعاء الرئيسي – السر بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٢٥ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم الرئيسية المقترحة في صنعاء

x

ا(ق)	خطوط التيار المستمر التربة – الراهدة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٣١ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في التربة
ا(ر)	خطوط التيار المستمر خور مكسر – الخساف بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٥ كم	وتتسق هذه الخطة مع خطة وزارة الكهرباء والطاقة في اليمن للتوسع في عدن.
ا(ش)	خطوط التيار المستمر الخساف – حجيف بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٥ كم	وتتسق هذه الخطة مع خطة وزارة الكهرباء والطاقة في اليمن للتوسع في عدن.
ا(ت)	خطوط التيار المستمر الحسوة الجديدة – جعار بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٧٠ كم	مطلوب إعادة توصيل موصلات جديدة على هذا الخط الحالي.
ا(ث)	خطوط التيار المستمر باجل – المحويت بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٩١ كم	مطلوب لربط المحويت بالشبكة المترابطة
ا (خ)	خطوط التيار المستمر الحسوة إلى بير أحمد بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٠ كم	مطلوب إعادة توصيل موصلات جديدة على هذا الخط الحالي
ا (ذ)	خطوط التيار المستمر الغزة – وصلة الغزة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٣٠ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في الغزة وإخلاء مزرعة رياح الحديدة
ا (ض)	خطوط التيار المستمر الصليف – رأس كتنيب بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٤٠ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في الصليف وإخلاء محطة الصليف بنظام الدورة المركبة
ا (أ)	خط بدائرة كهروضوئية مفردة لرأس كتنيب – الحديدة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	١x٢٨ كم	مطلوب للحد من تعدي الحد الحراري وفقاً لمبدأ N–١ على الدوائر الكهروضوئية رأس كتنيب – الحديدة
ا(أب)	خطوط التيار المستمر باجل – وصلة الغزة – بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x١٠٠ كم	يلزم أن يستبدل هذا الخط الحالي بخط بتقنين أعلى للتخفيف من تعدي الحد الحراري وفقاً لمبدأ N–١ على وصلة باجل الغزة
ا(أج)	خطوط التيار المستمر شيراتون – الحفاء – حزيز بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٢٥ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في الحفاء
ا(أد)	خطوط التيار المستمر تعز – غرب تعز بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٢٠ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في غرب تعز
ا(أه)	خطوط التيار المستمر يريم – دمت بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٥٤ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في دمت
ا(أو)	خطوط التيار المستمر الغيضة – الديس بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢x٣٥٠ كم	مطلوب لتلبية طلب نقطة التزويد الضخم المقترحة في الغيضة
ا(أز)	خطوط التيار المستمر خليج عمران – الحسوة الجديدة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢X٣٠ كم	هذان الخطان مطلوبان بالإضافة إلى الخطين المتعهد بهما لإخلاء محطة عمران بنظام الدورة المركبة، ومزرعة رياح خليج عمران، ومزرعة رياح لحج
ا(أح)	خطوط التيار المستمر بير ناصر – الحسوة الجديدة بجهد ١٣٢ كيلو فولط	٢X١٠ كم	هذان الخطان مطلوبان بالإضافة إلى الخطين الحاليين للتخفيف من حالات تعدي الحد الحراري وفقاً لمبدأ N–١ الملحوظ على دوائر بير ناصر – الحسوة الجديدة
٢	خطوط نقل بجهد ٤٠٠ كيلو فولط		
٢(أ)	خطوط التيار المستمر مأرب – معبر بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٢٢٥ كم	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في مأرب والعقلة ومعبر
٢(ب)	خطوط التيار المستمر مأرب – مفرق الجوف بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x١٠٠ كم	مطلوب إعادة التأهيل
٢(ج)	خطوط التيار المستمر الحارث – مفرق الجوف بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٩٦ كم	مطلوب إعادة التأهيل
٢(د)	خطوط التيار المستمر باجل – معبر بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x١٦٥ كم	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في الصليف
٢(ه)	خطوط التيار المستمر باجل – الصليف بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x١٠٠ كم	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في الصليف
٢(و)	خطوط التيار المستمر ذمار – معبر بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٣٥ كم	العمود الفقري لشبكة النقل

٢(ز)	خطوط التيار المستمر ذمار – يريم بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٥٤ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٢(ح)	خطوط التيار المستمر يريم – شيبان بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٤٤ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٢(ط)	خطوط التيار المستمر شيبان – الحوبان بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٤٢ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٢(ي)	خطوط التيار المستمر الحوبان – الحسوة الجديدة بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x١٦٢ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٢(ك)	خطوط التيار المستمر الحسوة – جعار الجديدة بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٨٠ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٢(ل)	خطوط التيار المستمر جعار – بلحاف بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x٣٣٠ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٢(م)	خطوط التيار المستمر بلحاف – مكلا بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٢x١٤٠ كم	العمود الفقري لشبكة النقل
٣	**تركيب محطة فرعية جديدة ٤٠٠/١٣٢**	**الأعداد**	
٣(أ)	محول ٦٠٠ ميجا فولط أمبير في معبر	٢	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في مأرب والعقلة ومعبر
٣(ب)	محول ١٠٠ ميجا فولط أمبير في المفرق –الجوف	٢	مطلوب لربط الجوف بالشبكة المترابطة.
٣(ج)	محول ٣٠٠ ميجا فولط أمبير في باجل	٢	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في الصليف
٣(د)	محول ٦٠٠ ميجا فولط أمبير في الصليف	٢	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في الصليف
٣(هـ)	محول ١٠٠ ميجا فولط أمبير في يريم	٢	مطلوب لربط دمت بالشبكة المترابطة.
٣(و)	محول ١٠٠ ميجا فولط أمبير في الحوبان	٢	مطلوب لربط الشبكة بجهد ١٣٢ كيلو فولطاً إلى الشبكة بجهد ٤٠٠ كيلو فولط
٣(ز)	محول ٦٠٠ ميجا فولط أمبير في الحسوة الجديدة	٢	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في الحسوة الجديدة ومحطة المستقبل بالدورة المركبة
٣(ح)	محول ٦٠٠ ميجا فولط أمبير في بلحاف	٢	مطلوب لإخلاء محطة التوليد بالدورة المركبة في بلحاف
٣(ط)	محول ١٠٠ ميجا فولط أمبير في الحرشيات بالمكلا	٢	مطلوب لربط الشبكة بجهد ١٣٢ كيلو فولطاً إلى الشبكة بجهد ٤٠٠ كيلو فولط
٣(ي)	محول ١٠٠ ميجا فولط أمبير في ذمار	٢	مطلوب لربط الشبكة بجهد ١٣٢ كيلو فولطاً إلى الشبكة بجهد ٤٠٠ كيلو فولط
٣(ك)	محول ١٠٠ ميجا فولط أمبير في شيبان	٢	مطلوب لربط الشبكة بجهد ١٣٢ كيلو فولطاً إلى الشبكة بجهد ٤٠٠ كيلو فولط

٤	دعم تعويض القدرة الغير فعالة الديناميكية ١٣٢ كيلو فولط	الأعداد	
٤(أ)	الحديدة ١٣٢ كيلو فولطاً ٥٠x٩ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	مطلوب للحفاظ على الجهد ضمن الحدود تحت ظروف (N–٠) و(N–I)
٤ (ب)	القناويص ١٣٢ كيلو فولط ١٥x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	
٤ (ج)	ذهبان ١٣٢ كيلو فولطاً ٥٠x٥ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	
٤(د)	صعدة ١٣٢ كيلو فولطاً ٢٠x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	
٤(هـ)	المساجد ١٣٢ كيلو فولطاً ٢٠x٥ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	
٤ (و)	الجوف ١٣٢ كيلو فولط ١٥x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، معوض فار إستاتيكي (**SVC**)	١	
٤ (ز)	تعز ١٣٢ كيلو فولطاً ١٥x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال سعوي، منفصل	١	
٤(ح)	الحوبان ١٣٢ كيلو فولطاً ٢٠x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	
٤(ط)	الحبيلان ١٣٢ كيلو فولطاً ١٥x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	
٣ (ي)	لودر ١٣٢ كيلو فولط ١٥x٦ ميجا فولط أمبير غير فعال، سعوي، منفصل	١	



الشكل ١ تكوين الشبكة الكهربائية لعام ٢٠٣٠ المستهدف مع دمج مصادر الطاقة المتجددة وإجراء تعزيزات

٤,٥ توسيع شبكة النقل على المدى المتوسط (عام ٢٠٣٥)

يُجرى تحليل للحساسية لتقدير احتياجات التوسيع الإضافي للشبكة على المدى المتوسط (عام ٢٠٣٥) لتحسين أمن الشبكة وموثوقيتها واستقرار الجهد ودعم إدماج مصادر الطاقة المتجددة على نطاق واسع.

ويشير تحليل الحساسية إلى أن مشروعات النقل لعام ٢٠٣٠ كافية للتزويد بالأحمال، وإخلاء جميع المشروعات التي تعمل بمصادر الطاقة المتجددة وبنظام الدورة المركبة، والتخفيف من جميع حالات تعدي حدود الحرارة والجهد الملحوظة في عام ٢٠٣٥.

٤,٦ إعداد خطة الاستثمار

أُعدت خطة الاستثمار بهدف تحديد الاستثمارات المطلوبة لتنفيذ الإجراءات التدخلية المقترحة ذات الصلة بتوليد الكهرباء والنقل والتوزيع في اليمن لصالح مزيج الطاقة على المدى القصير. ومن المتوقع أيضاً أن تؤدي خطة الاستثمار إلى التطوير المنسق لقطاع الكهرباء وتحديد نماذج التمويل ذات الصلة المناسبة لسياق بيئة الأعمال السائدة في اليمن.

وقد وُضعت هذه الخطة الاستثمارية مع الأخذ في الاعتبار الإجراءات التدخلية المقترحة على الأجلين القصير والمتوسط في مجالات التوليد والنقل والتوزيع، وما يقابلها من تكاليف مرجعية مناسبة لتكنولوجيا المشروع المقترح وقدراته وتكوينه. وأخذت مصادر المعلومات التالية في الاعتبار عند وضع التكاليف المرجعية:

(i) قاعدة البيانات الداخلية.

(ii) بيانات التكلفة السنوية لعام ٢٠٢٠ لمشروعات الطاقة المتجددة التي نشرتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة.

(iii) كتيبات بيانات التكاليف لمختلف مرافق النقل المشاركة في تنفيذ وتشغيل شبكات النقل.

(iv) بيانات التكلفة التي يقدمها مصنعو المعدات وموردوها (ووضع التكلفة من خلال نهج تصاعدي لتكوينات المشروع غير الشائعة، مع مراعاة جداول الكميات).

(v) كتيبات بيانات التكاليف لمرافق التوزيع.

(vi) تفاصيل التكلفة المقدمة من اللجان التنظيمية لدى الموافقة على خطط الإنفاق الرأسمالي لمرافق النقل والتوزيع.

تدور خطة الاستثمار المقترحة حول الفئات الرئيسية التالية من الإجراءات التدخلية المقترحة:

(i) مشروعات الطاقة المتجددة المرتبطة بالشبكة المقترحة على الآجال القصيرة والمتوسطة والطويلة،
(ii) قدرات النقل والتوزيع اللازمة لتلبية الطلب على الشبكة؛ ويشمل هذا:
• تحديث محطة النقل الفرعية.
• تحديث المحطات الفرعية والشبكة الخاصة بالتوزيع.
(iii) متطلبات النقل والتوزيع لإدماج مصادر الطاقة المتجددة وتوصيل القدرة الجديدة المولَّدة بشبكة الكهرباء في اليمن.
(iv) تعزيزات شبكة النقل اللازمة للحفاظ على أمن الشبكة وموثوقيتها مع أقصى توليد للطاقة المتجددة.
(v) توسيع شبكة النقل على المدى المتوسط (ممر شبكة جديد بجهد ٤٠٠ كيلو فولط).

وفيما يلي الجدول ١١ يعرض ملخص للخطة الاستثمارية الكلية المقترحة التي تبلغ قيمتها ١٠,٣٩٦ مليون دولار أمريكي:

الجدول ١١ متطلبات الاستثمار للإجراءات التدخلية المقترحة في مجالات التوليد والنقل والتوزيع

الرقم	البنود	الإجمالي (مليون دولار)
١.	توليد الكهرباء	٦٨٠٠
٢.	تحديث شبكة النقل والتوزيع	٢,١٦٨
٢,١	تحديث شبكة النقل بجهد ١٣٢ كيلو فولط	١٦٩,٩
٢,٢	تحديث شبكة التوزيع	١,٩٩٨
٣.	شبكات النقل والتوزيع المطلوبة لإدماج مصادر الطاقة المتجددة وتوصيل مشروعات التوليد الجديدة بشبكة الكهرباء في اليمن	٢٢٥
٣,١	شبكة النقل بجهد ٤٠٠ كيلو فولط	٦٥,٢
٣,٢	شبكة النقل بجهد ١٣٢ كيلو فولط	١٤٤,٠
٣,٣	شبكة التوزيع	١٥,٦
٤.	تعزيز شبكة النقل والتوزيع اللازم للحفاظ على أمن الشبكة وموثوقيتها في ظل أقصى قدرة مولَّدة من الطاقة المتجددة	١١٩١
٥.	إنشاء مركز تحكم وطني	١٢
	REMC	٤
	مركز تحكم آخر (من أجل ٥٠ محطة فرعية)	٨
المجموع الكلي للإجراءات التدخلية في مجالات التوليد والنقل والتوزيع		**١٠٣٩٦**

٤,٧ بيئة الأعمال، ووكالات التمويل، ومتطلبات التمويل من القطاع الخاص في اليمن

دخلت الجمهورية اليمنية في صراع منذ أوائل عام ٢٠١٥؛ وقد أدى ذلك إلى تدمير اقتصادها الضعيف أصلاً، وانهيار الخدمات العامة، وتدمير البنية التحتية، وظهور أزمات حادة على الجبهات الإنسانية والصحية والنقدية والمالية والاجتماعية. وقد تراجعت قدرة اليمن بشدة على الحصول على النقد الأجنبي اللازم لتلبية احتياجاته الأساسية مع نضوب احتياطيات النقد الأجنبي، وتراجع الدعم الخارجي، وتراجع صادرات النفط والغاز، وانخفاض تحويلات المغتربين. واستمر انخفاض قيمة العملة إلى مستويات منخفضة جديدة، وتفشى التضخم، وأضعف الانقسام في الحكومة القدرات واضعف عملية صنع القرار. ونتيجة لذلك تم تصنيف اليمن واحداً من أسوأ البلدان في العالم من حيث سهولة ممارسة أنشطة الأعمال.

وبعد الحرب، سيواجه اليمن حاجةً مُلِحة لإعادة بناء بنيته التحتية للكهرباء. وتعني إعادة بناء قطاع الكهرباء، مع الأخذ في الاعتبار أمن الطاقة كمتطلب أساسي، توفير طاقة ميسورة التكلفة وموثوقة ومستدامة وأنظف للشعب اليمني. وللقيام بذلك، سيتعين على السلطات اليمنية الشروع في صياغة استراتيجيات، وتطبيق حوافز تعزز نشر تقنيات الطاقة المتجددة في الأسواق، وكذلك إزالة الحواجز أمام تطوير الطاقة المتجددة. وسيتعين تنفيذ إصلاحات مهمة مثل تحديد التعريفة، وفصل عمليات التوليد والنقل والتوزيع، وتعيين هيئة تنظيمية مستقلة، وتحسين ممارسات المشتريات، ...إلخ.

ولتأمين التمويل اللازم لإعادة بناء القطاع وتطويره وتحديثه، سيتعين على الحكومة اليمنية الانخراط في حوار استراتيجي وتبادل للآراء مع الأطراف الرئيسية الفاعلة في اليمن والمانحين. وستكون مساندة المانحين بالغة الأهمية في المراحل الأوليّة لتأمين التمويل وتخفيف بعض المخاطر الخاصة بالبلد، وذلك باستخدام أدوات الضمان أو ائتمانات التصدير. ورهناً بتحقيق الاستقرار على الصعيد الأمني، وتحسين ظروف العمل، وإجراء الإصلاحات اللازمة لتحسين حوكمة القطاع، ومساندة المانحين – لا سيما لتخفيف المخاطر – يمكن للقطاع الخاص، من خلال الشراكة بين القطاعين العام والخاص، أن يصبح في نهاية المطاف مصدراً مهمّاً للتمويل والتكنولوجيا والخبرة اللازمة لتطوير ونشر الطاقات المتجددة في اليمن.

٤,٨ تقييم المخاطر المناخية وقابلية التأثر بها

في هذه الدراسة، فحصت قائمة مشروعات الطاقة باستخدام منهجية البنك الدولي، ومن خلال جمع البيانات من الأدبيات وبيانات المعلومات الجغرافية بصيغة شيب فايل، وخرائط المخاطر المناخية بتنسيق PDF، وكذلك بيانات المخاطر المناخية التاريخية من ١٩٧٦–٢٠١٠ من الموقع الرسمي لإدارة مخاطر الكوارث التابعة للأمم المتحدة. ونظراً لنقص البيانات عن المواقع الدقيقة للمشروع، وكذلك بيانات التصميم، أُجري التقييم على أساس حكومي. وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن:

- محافظات صنعاء وذمار وتعز وإب عُرضة لمخاطر محتملة تتمثل في الانهيارات الأرضية والزلازل.
- مأرب وحضرموت والمهرة وسقطرى وصعدة عرضة لمخاطر محتملة من الفيضانات والأعاصير.
- الحديدة أبين وعدن وشبوة والجوف ولحج عرضة لمخاطر محتملة تتمثل في ارتفاع منسوب البحر وهطول الأمطار والرياح والعواصف.

ونظراً لنقص البيانات المتاحة لتصميم المشروعات، اقتُرحت تدابير تكيّف عالية المستوى، وفيما يلي بعض الأمثلة المفصلة للأهداف التالية:

- الاستيعاب/ الإدارة: الهياكل البديلة، وفرق الإصلاح في حالات الطوارئ، وعمليات التفتيش على الصيانة والعمليات.
- الحماية/ التدعيم: تقوية الجدران والأسقف، ومواد بناء أكثر مقاومة وتقليل ارتفاعات الإنشاءات/ الجسور إلى أدنى حد.
- التراجع/ الانتقال: توقعات ارتفاع منسوب سطح البحر والعواصف العاتية في المناطق الساحلية، وإنشاء مناطق عازلة وتحديد الإقامة في المناطق المعرَّضة للخطر.
- بناء المعلومات: نظام معلومات الطقس والمناخ وبرامج تقوية القدرات المؤسسية.
- تدعيم السياسات والتخطيط والأنظمة: وضع خطط إدارة تغيير المناخ وإدارة الكوارث، وتخطيط استخدامات الأراضي، ودمج تقييمات تغيير المناخ لتصبح جزءاً من التصميم والدراسات البيئية.

٤,٩ إطار الإدارة البيئية والاجتماعية

أُعد إطار الإدارة البيئية والاجتماعية، هذا من أجل تقديم خطة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي للاستثمار في الطاقة المتجددة في اليمن. والغرض منه هو المساعدة في تقييم الآثار البيئية والاجتماعية المحتملة. ويُشكل هذا الإطار الأساس الذي ستوضع عليه خطة (خطط) الإدارة البيئية والاجتماعية، لضمان الامتثال الكامل لمتطلبات المعايير الاجتماعية والبيئية لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي وكذلك المعايير البيئية والاجتماعية لمؤسسة التمويل الدولية المتعلقة بمشروعات الطاقة المتجددة.

ويُعَد إطار الإدارة البيئية والاجتماعية أداةً إدارية تهدف إلى المساعدة في تحديد وإدارة الآثار الاجتماعية والبيئية السلبية المحتَمَلة، المصاحبة لأنشطة المشروع المختلفة، بما يتماشى مع متطلبات المعايير الاجتماعية والبيئية لمؤسسة التمويل الدولية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي. وفي مرحلة التنفيذ، سيُلتزم بهذا الإطار في كل مشروع مختار وسيخضع للإشراف من بداية المشروع، لضمان إجراء تقييم كامل للمخاطر والآثار البيئية والاجتماعية، ووضع تدابير لإدارتها، قبل تنفيذ أنشطة المشروع ذات الصلة.

ويركز إطار الإدارة البيئية والاجتماعية على تحديد معالم الإطارين القانوني والتنظيمي ذوي الصلة بخطة الاستثمار، وإلى جانب ذلك، تقدم هذه الوثيقة تعريفاً شاملاً بالمخاطر والآثار المحتملة للمشروعات المختارة في خطة الاستثمار. كما تُذكر فيها تدابير التخفيف الرئيسية وتحدد منهجيتها. ونوصي بشدة أن يحدد المستفيدون الآثار ويضعوا تدابير للتخفيف منها على أساس كل مشروع على حِدة.

بالإضافة إلى ذلك يلخص إطار الإدارة البيئية والاجتماعية إجراءات الفحص المختلفة للتقييم البيئي والاجتماعي وخطط الإدارة. كما أُعدت الخطوط العريضة لآلية معالجة المظالم بما يتماشى مع المعايير الاجتماعية والبيئية لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

ويحدد إطار الإدارة البيئية والاجتماعية أيضاً متطلبات تنمية القدرات. ويشمل ذلك المستويات المختلفة للمسؤوليات في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي والشركاء في المشروعات.

وأخيراً، أُجري استعراض مقطعي لاعتبارات النوع الاجتماعي للتقرير –٣ (هذه الوثيقة) وعُرض.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | دعم الطاقة الشمسية لمرافق الرعاية الصحية في صنعاء

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | تركيب الألواح الشمسية في صنعاء.

الفصل ٥

التقرير رقم ٤ – المشروعات التجريبية، والتمويل المناخي، وبرنامج دعم لأنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة

جاء هذا التقرير على نسق الجهد السابق من خلال عرض ما يلي:

- اقتراح قائمة بالمشروعات التجريبية للطاقة المتجددة في مواقع مختلفة في اليمن.
- بالإضافة إلى ذلك، أُعدت إستراتيجية للتمويل المناخي واقترحت لتأمين التمويل لهذه المشروعات نظراً لإسهامها في مساعدة اليمن في تحقيق أهدافه الخاصة بالإسهامات الوطنية المعتزمة لمكافحة تغيير المناخ.
- إلى جانب ذلك اقتُرح إطار سياسات لإنشاء نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق المحلي. ومن شأن هذا الإطار أن يفي بمتطلبات اتفاق باريس الذي وقّع عليه اليمن. وفضلًا على ذلك سيساعد إطار القياس و اعداد التقارير والتحقق في تحقيق أهداف الإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ لليمن.
- علاوةً على ذلك عُرضت آلية لدعم شراء أنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة. ومن شأن هذه الآلية أن تساعد في تنفيذ خطة التعافي القائمة على الطاقة المتجددة من خلال تشجيع الجمهور على اختيار خيارات الطاقة المتجددة لتلبية احتياجاتهم من الكهرباء.

٥,١ المشروعات التجريبية المقترحة

يعرض الجدول التالي ملخصاً للمشروعات التجريبية الثمانية المقترحة:

الجدول ١٢ قائمة بالمشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة

	قدرة المشروع (ميجا واط)	الموقع	التكنولوجيا	الربط بالشبكة	التكاليف			
					دولار أمريكي/ كيلو واط	مليون دولار أمريكي		
					المعايير	المحطة	الربط البيني	إجمالي تكلفة المشروع
١	٢٥	كود العبادل، أبين	الرياح	مرتبطة	١٥٦٠	٣٩,٠٠	٧,٢٣	٧٢,٢٣
	٢٥		طاقة شمسية	مرتبطة	١٠٤٠	٢٦,٠٠		
٢	٦٠	الغزة، الحديدة	الرياح	مرتبطة	١٥٦٠	٩٣,٦٠	١١,٠٠	١٠٤,٦٠
٣	٦٠	رأس كثيب، الحديدة	طاقة شمسية	مرتبطة	١٠٤٠	٦٢,٤٠	٩,٦٢	٧٢,٠٢
٤	١٥	القاعدة، إب	طاقة شمسية	مرتبطة	١٠٤٠	١٥,٦٠	٥,٤٥	٢١,٠٥
٥	١٥	دمنة خدير، تعز	طاقة شمسية	مرتبطة	١٠٤٠	١٥,٦٠	٥,١٧	٢٠,٧٧
٦	١٥	الحبيلين، لحج	طاقة شمسية	مرتبطة	١٠٤٠	١٥,٦٠	١,٤٤	١٧,٠٤
٧	١٠	الغيظة، المهرة	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	١٠,٤٠	١,٣١	١١,٧١
٨	١٠	حديبو، سقطرى	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	١٠,٤٠	١,٤٤	١٩,٤٧
	٥		بطارية		١,٥٢٥	٧,٦٣		
٩	١٥	الجبين، ريمة	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	١٥,٦٠	١,٣١	١٦,٩١
١٠	١٠	البيضاء، البيضاء	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	١٠,٤٠	١,٣١	١١,٧١
١١	١٠	الجوف، الحزم	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	١٠,٤٠	١,٥٧	١١,٩٧
١٢	٥	الضالع، الضالع	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	٥,٢٠	١,٣١	٦,٥١
١٣	٥	خيلة بقشان، دوعن، حضرموت	طاقة شمسية	غير مرتبطة بالشبكة العامة	١٠٤٠	٥,٢٠	١,٣١	٦,٥١

٥,٢ إستراتيجية التمويل المناخي لتحقيق الأهداف الوطنية للإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ

وتتمثل المُكوّنات الرئيسية للاستراتيجية فيما يلي:

– تعزيز البيئة المواتية للتمويل المناخي وفقاً للتوصيات الواردة في القسم ٤ من التقرير رقم ٣.

– اعتماد نهج برامجي للتمويل المناخي بدلاً من نهج كل مشروع على حِدة (بدءاً بالمشروعات التجريبية التي يمكن أن تكون بمَثابة إثبات لصحة الفكرة على نحو يعطي الثقة للقطاع الخاص ووكالات التمويل للاستثمار في اليمن).

– إن أمكن، إنشاء صندوق لليمن للاستثمار الأخضر كوسيلة لتعبئة موارد القطاع الخاص.

– مواصلة المشاركة من خلال الصندوق الأخضر للمناخ، إما كمقترح متعدد السنوات للتأهب (حتى ٣ ملايين دولار أمريكي لمدة ٣ سنوات) أو كبرنامج تسهيلات لإعداد المشروعات (حتى ١,٥ مليون دولار أمريكي بشرط أن تبدأ المرحلة التجارية للمشروع في نهاية المشروع) أو حتى كمقترح مشروع كامل قائم على المنح.

– حشد مزيد من المنح والمساعدة الفنية لدعم إعداد البرامج/ المشروعات وتعزيز البيئة المواتية؛ ويمكن السعي للحصول على هذه المنح من خلال المنظمات الخيرية أو حتى الوكالات ثنائية الأطراف/ بنوك التنمية متعددة الأطراف/ مؤسسات التمويل الإنمائي التي ترغب في تقديم منحة أوليّة على أساس أن البرنامج من شأنه أن يتيح سوقاً قابلة للاستمرار من خلال الأدوات التجارية (على سبيل المثال: من قِبَل البنك الأوروبي للإنشاء والتعمير وبنك الاستثمار الأوروبي يمكن أن يدعما في نهاية المطاف المبادرات الإستراتيجية في مراحلها المبكرة، شريطة وجود مبررات تجارية قوية لنجاحها).

– إبرام مذكرة تفاهم للتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة؛ أنشأت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة منصة للاستثمار المناخي تُستخدَم للجمع بين فُرص المشروعات ومؤسسات التمويل؛ تخلق المبادرة دورة حميدة يمكن للبلدان من خلالها وضع أهداف طموحة للطاقة والمناخ، بما في ذلك الإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ بموجب اتفاق باريس، ثم الاستفادة من المنصة لخلق بيئة قانونية وتنظيمية مواتية؛ وتهدف المبادرة إلى التخفيف من المخاطر المتبقية ومساعدة المشروعات في اجتذاب التمويل اللازم للبناء والتشغيل؛ وتوفر المنصة سوقاً للربط بين المستثمرين في الطاقة النظيفة ورعاة المشروعات.

– استخدام مصفوفة التمويل المناخي (المرفق ب) لبناء مزيد من الشراكات وتحديد مصادر إضافية للتمويل.

– تعبئة تمويل المشروعات من خلال بنوك التنمية متعددة الأطراف، ومؤسسات التمويل الإنمائي، ومستثمري القطاع الخاص، وصناديق المعاشات التقاعدية، والبنوك التجارية والاستثمارية، وصناديق الاستثمار المباشر، وشركات رأس المال المخاطر: يمكن أن توفر هذه مجموعة متنوعة من الأدوات، بما في ذلك القروض المشتركة، وصناديق الديون، والمنح المختلطة، ومساندة المساعدة الفنية لتطوير المشروعات، وما إلى ذلك، وكثير منها مدرج في المرفق ب.

– تحديد إيرادات التعويض عن انبعاثات الغازات الدفيئة من المشروعات كبيرة الحجم (على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي التعويض عن الانبعاثات الناتجة عن مشروعات الغاز الطبيعي المسال إلى توليد إيرادات يُعاد استثمارها في التخفيف)؛ وسيتطلب ذلك إجراءً تنظيميّاً لوضع إطار لمدفوعات التعويض.

– آليات التمويل الابتكارية الأخرى من خلال آلية التنمية النظيفة، أو بغرض رسم كربون على تذاكر السفر بالطائرة أو خطط مماثلة).

– تشجيع الربط الشبكي/ التوفيق/ تبادل المعارف
– بناء الشراكات:

o الاستفادة من الشبكات مثل مجلس صناعات الطاقة النظيفة (مجموعة عمل تمويل الأنشطة المناخية) ومنصة الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، كما هو مذكور أعلاه.

– تشمل وظائف الدعم الأخرى التي ستكون مطلوبة لضمان الأهلية للتمويل المصرفي للبرنامج ما يلي:

o التحوط من انخفاض قيمة العملة: على سبيل المثال، صندوق صرف العملة.

o خدمات التأمين/ برامج الضمانات (التي تغطي المخاطر السياسية، وخسارة الأصول والممتلكات، مثل: الوكالة الدولية لضمان الاستثمار، وبرنامج ضمان الصندوق الأخضر للمناخ).

o أدوات الرصد والتقييم وإدارة البرامج: على سبيل المثال، Odyssey Energy.

o خدمات استشارية قانونية وإدارية وضريبية.

o المراجعة الخارجية.

٥,٣ إطار السياسات لإنشاء نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق المحلي

الجمهورية اليمنية من الدول الموقعة على الاتفاقية منذ عام ٢٠١٦، ومن ثمّ هي مطالَبة بوضع نظام للقياس و اعداد التقارير والتحقق لتمويل انبعاثات الكربون على المستوى الوطني. ويُعَد تطوير نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق جانباً أساسيّاً في التنفيذ الفعال لتقرير الإسهامات الوطنية المعتزمة لمكافحة تغيير المناخ الذي تم تحديثه في عام ٢٠١٥.

قدمت الحكومة اليمنية ثلاثة تقارير اتصالات وطنية إلى مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ، وكان أحدثها التقرير الصادر في عام ٢٠١٨.

تحليل الفجوة

أُجري تحليل للفجوات، وترد النتائج في الجدول أدناه.

الجدول ١٣ جدول ملخص تحليل الفجوة

المكون	الفجوة (الفجوات) المحددة	الإجراءات المناسبة التي يتعين اتخاذها	الأطراف المسؤولة
إطار عمل قانوني ومؤسسي	يفتقر التشريع الوطني اليمني إلى نص تشريعي واضح يحدد إنشاء نظام للقياس و اعداد التقارير والتحقق في داخل البلد. لم تنشط وحدة تغيير المناخ بجهاز حماية البيئة التابع لوزارة المياه والبيئة منذ عام ٢٠١٥، فلم تجمع سوى كمية ضئيلة من البيانات. يؤدي نقص البيانات على مر السنين إلى وجود فجوات في البيانات، ويؤدي إلى ارتفاع مستويات عدم اليقين عند تقييم الانبعاثات الكربونية لكلٍّ من القطاعات. لا تملك وزارة التخطيط والتعاون الدولي القدرة على تحديد ومعالجة الثغرات المتعلقة بالقوانين والسياسات ذات الصلة بإعداد وتنفيذ إجراءات التخفيف الملائمة على المستوى الوطني في اليمن، ومن ثَم تطوير نظام للقياس واعداد التقارير والتحقق.	الإنفاذ القانوني لنظام القياس و اعداد التقارير والتحقق قبل تدشينه، مع تحديد واضح لمسؤوليات كل طرف مشارك في النظام (يُقصد المؤسسات والهيئات الحكومية، وقطاعات الشركات، وشركات التحقق الخارجية، وأصحاب الأعمال وموظفي الإدارة، ...إلخ). تسريع وتيرة إعادة تفعيل وإعادة إنشاء وحدة تغيير المناخ بهيئة حماية البيئة التابعة لوزارة المياه والبيئة. دعم وزارة التخطيط والتعاون الدولي بالموارد اللازمة (البشرية والمالية والتكنولوجية، وما إلى ذلك) لتتمكن من معالجة ثغرات القوانين والسياسات المتعلقة بإعداد إجراءات التخفيف الملائمة على المستوى الوطني وتنفيذها في اليمن.	الحكومة اليمنية وزارة التخطيط والتعاون الدولي وزارة المياه والبيئة

الإرشادات والمعايير الفنية	يفتقر التشريع الوطني اليمني إلى نص تشريعي واضح يحدد إنشاء نظام للقياس و اعداد التقارير والتحقق في داخل البلد. لم تنشط وحدة تغيير المناخ بجهاز حماية البيئة التابع لوزارة المياه والبيئة منذ عام ٢٠١٥، فلم تجمع سوى كمية ضئيلة من البيانات. يؤدي نقص البيانات على مر السنين إلى وجود فجوات في البيانات، ويؤدي إلى ارتفاع مستويات عدم اليقين عند تقييم الانبعاثات الكربونية لكلٍّ من القطاعات. لا تملك وزارة التخطيط والتعاون الدولي القدرة على تحديد ومعالجة الثغرات المتعلقة بالقوانين والسياسات ذات الصلة بإعداد وتنفيذ إجراءات التخفيف الملائمة على المستوى الوطني في اليمن، ومن ثَم تطوير نظام للقياس واعداد التقارير والتحقق.	الإنفاذ القانوني لنظام القياس و اعداد التقارير والتحقق قبل تدشينه، مع تحديد واضح لمسؤوليات كل طرف مشارك في النظام (يُقصد المؤسسات والهيئات الحكومية، وقطاعات الشركات، وشركات التحقق الخارجية، وأصحاب الأعمال وموظفي الإدارة، ...إلخ). تسريع وتيرة إعادة تفعيل وإعادة إنشاء وحدة تغيير المناخ بهيئة حماية البيئة التابعة لوزارة المياه والبيئة. دعم وزارة التخطيط والتعاون الدولي بالموارد اللازمة (البشرية والمالية والتكنولوجية، وما إلى ذلك) لتتمكن من معالجة ثغرات القوانين والسياسات المتعلقة بإعداد إجراءات التخفيف الملائمة على المستوى الوطني وتنفيذها في اليمن.	الحكومة اليمنية وزارة التخطيط والتعاون الدولي وزارة المياه والبيئة
الإرشادات والمعايير الفنية	نظراً لعدم تفعيل نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق بعد، فإن وزارة المياه والبيئة لم تضع معايير وإرشادات فنية يجب اتباعها عند استكمال نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق في جميع مكونات العملية.	وضع الإرشادات والمعايير الفنية المعدَّة بما يلائم السياق اليمني. وينبغي أن تكون الإرشادات والمعايير مرنةً وعمليةً لتسهيل سير العمل في أثناء جمع البيانات. كما يجب أن تكون الإرشادات والمعايير شاملةً وواضحةً، مع تقليل تعقيد المتطلبات الواجب استيفاؤها إلى أقل حد. ينبغي أن تتضمن الإرشادات أيضاً تعريفات واضحة وموحدة لكل مصطلح لتجنُّب اختلاف التفسيرات فيما بين الأطراف.	وزارة المياه والبيئة هيئة حماية البيئة وحدة تغيير المناخ

فريق التحقق الخارجي	نقص عدد شركات التحقق الخارجية المتاحة في اليمن والمنطقة، والاعتماد على فريق من الخبراء والمتخصصين، بدلاً من ذلك، لتنفيذ عملية التحقق من البيانات.	يجب جدولة عملية التحقق على أساس سنوي، وبالتالي هناك حاجة إلى تقييم وقت الذروة/ الموسم/ الشهر من السنة لتداول النّسب المسموح به. ويجب أن يتم التحقق من البيانات قبل شهر واحد على الأقل من ذلك التاريخ. وضع آلية تقييم الأداء لتقييم وتقويم عمل الشركة الخارجية. ومن الأمثل أن تُدعم آلية تقييم الأداء بنص تشريعي يحدد أدوار وواجبات كل طرف من الأطراف المعنية (في هذه الحالة: وحدة تغيير المناخ بهيئة حماية البيئة والشركة الخارجية).	وزارة المياه والبيئة هيئة حماية البيئة وحدة تغيير المناخ
بناء القدرات	تأخر عمل وحدة تغيير المناخ منذ عام ٢٠١٥، والبيانات الوحيدة الموثوق بها المتاحة تعود إلى عام ٢٠١٠. ومن المرجَّح أن يكون الفريق أقل انخراطاً في إدارة انبعاثات الكربون وتغيير المناخ، خصوصاً في ظل الحرب الدائرة في اليمن.	توفير التدريبات وورش العمل للعاملين في داخل وحدة تغيير المناخ، ليكونوا على اطلاع دائم بأحدث التغييرات التي تطرأ. توفير المواد والموارد لفريق وحدة تغيير المناخ بدعم من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ. مساعدة فريق وحدة تغيير المناخ بالموارد المطلوبة (البشرية والمالية والفنية وما إلى ذلك) لتسهيل عملهم وأدائهم.	وزارة المياه والبيئة هيئة حماية البيئة وحدة تغيير المناخ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي الفريق الحكومي الدولي المعني بتغيير المناخ
نقص التمويل	في الفترة من ٢٠١٥ إلى ٢٠٢١، لم يتلق اليمن أي دعم مالي. وفي عام ٢٠٢١، شرع اليمن في تنفيذ تقدير الاحتياجات التكنولوجية، وحصل على الموافقة على أول مشروع للتأهب من الصندوق الأخضر للمناخ. وفي عام ٢٠٢٢، قدم اليمن مقترحه الثالث للتأهب الذي يهدف إلى إعداد نظام للقياس واعداد التقارير والتحقق، والمساهمة الوطنية الأولى لمكافحة تغيير المناخ، والتمويل الوطني للأنشطة المناخية.	دعم هيئة حماية البيئة من أجل المشاركة الفعّالة مع صناديق المناخ مثل الصندوق الأخضر للمناخ وصندوق البيئة العالمية وصندوق التكيف.	وكالات الأمم المتحدة

		وضع خطة عمل تهدف إلى التطوير والتنفيذ التدريجيين لخطط ونماذج المتابعة للمنشآت والمؤسسات والشركات.	يجب على الهيئات المقدمة للعروض الاستفادة من خطط الرصد، واتباع النماذج، للاحتفاظ بسجلات لجميع بيانات انبعاثات الكربون المتوافرة لديهم على مستوى المنشآت والعمليات والمنتجات. ويجب أن يسير اعتماد خطط الرصد هذه عبر إطار زمني محدَّد يحدد كل مرحلة من مراحل خطة العمل.	هيئة حماية البيئة
	وضع نظام إحصائي	إنشاء نظام إحصائي تديره هيئة حماية البيئة وتسيّره.	يمكن أن يكون النظام بسيطاً وغير معقَّد، مع الأخذ في الاعتبار الأزمة الإنسانية الحالية المستمرة في أعقاب الصراع والحرب في البلاد. على مدى تنفيذ المرحلة الأولى، ينبغي أن تدرس حكومة اليمن تأمين الأموال والاستثمارات اللازمة لوضع نظام أكثر تعقيداً وتطوراً. ستُجري حكومة اليمن، عبر وزارة المياه والبيئة، تنسيقاً مع مراكز البحوث المحلية والدولية أيضاً لتوحيد الجهود الرامية إلى إعداد هذا النظام.	وزارة المياه والبيئة؛ هيئة حماية البيئة
إدارة البيانات لنظام القياس واعداد التقارير والتحقق	جمع البيانات	البيانات التي ستُجمع من مصادر مختلفة	الأهم من ذلك: يجب أن تكون المصادر موثوقاً بها ودقيقة، لا سيما من الهيئات الحكومية الوطنية (مثل هيئة حماية البيئة)، والإحصاءات الدولية، وغيرها من المصادر، بما في ذلك الاستشعار عن بُعد، والنقابات الصناعية، والأوساط الأكاديمية. ضماناً لتنفيذ جمع البيانات بكفاءة، يمكن إعداد قائمة مرجعية.	وحدة تغيير المناخ
		أنظمة إدارة البيانات	التنسيق مع الوزارات الأخرى ذات الصلة: وزارة الصناعة والتجارة، ووزارة النفط والمعادن، ووزارة الزراعة والري، ووزارة النقل، ووزارة الأشغال العامة والبنية التحتية، ووزارة الكهرباء والطاقة. يجب على كل وزارة إبلاغ هيئة حماية البيئة ببيانات انبعاثات الغازات الدفيئة التي جمعتها على أساس سنوي. سيُطلب من الإدارات المختصة تحت مظلة كل وزارة جمع البيانات من الشركات والمنشآت والصناعات والمزارع لتغطية جميع القطاعات. ينبغي تغطية جميع الأنشطة الزراعية والتجارية والصناعية التي تتم في داخل اليمن. ويمكن تنفيذ ذلك من خلال إشراك موظفين ميدانيين يجرون زيارات ميدانية ويجمعون البيانات.	هيئة حماية البيئة؛ الأوساط الأكاديمية؛ الوزارات؛ منشآت الأعمال الصناعية والتجارية والزراعية

إطار السياسات لإنشاء نظام القياس واعداد التقارير والتحقق

يوضح الجدول أدناه التدابير الرئيسية التي تجب مراعاتها عند إنشاء وتنفيذ نظام للقياس واعداد التقارير والتحقق.

الجدول ١٤ إطار السياسات لإنشاء نظام القياس واعداد التقارير والتحقق

المكون	المكون الفرعي	الإجراءات الواجب اتخاذها	وصف الإجراءات	الطرف المسؤول
إنفاذ القانون والإرشاد الفني	وضع تشريعات بشأن تمويل الأنشطة المناخية.	وضع تشريع يتعلق بانبعاثات الغازات الدفيئة وتغيير المناخ.	يجب أن تصدق التشريعات بوضوح على مواد اتفاق باريس ذات الصلة بانبعاثات الكربون وتمويل المناخ. يجب أيضاً أن تحدد بوضوح أدوار ومسؤوليات المؤسسات الحكومية وأصحاب المصلحة لتجنُّب أي تداخل و/ أو فجوة في الإجراءات والأنشطة التي يتعين تنفيذها. الحوافز الخضراء وزيادة التعريفات الجمركية على الواردات وتخفيضاتها في نص قانوني منفصل. وينبغي أن يؤكد النص أهمية تحوُّل الجمهورية اليمنية من التكنولوجيات التقليدية إلى التكنولوجيات الفعّالة التي تستهلك قدراً أقل من الوقود الأحفوري و/ أو تكون صديقة للبيئة. يجب أن تتبع جميع النصوص التشريعية التي ستوضع نهجاً تنازليّاً من القمة إلى القاعدة لتنظيم عمل ومسؤوليات ومشاركة جميع الهيئات الحكومية ذات الصلة.	مجلس الوزراء
	وضع إرشادات ومعايير فنية لنظام القياس واعداد التقارير والتحقق.	وضع الإرشادات والمعايير الفنية لنظام القياس واعداد التقارير والتحقق.	ستكون الإرشادات والمعايير الفنية مواداً موثوقاً بها لدى جميع أصحاب المصلحة، من مختلف الخلفيات والخبرات، لتحسين فهم عملية تنفيذ نظام القياس واعداد التقارير والتحقق.	هيئة حماية البيئة

			يجب الاتصال بالهيئات المعنية المقدّمة للعروض، لإبلاغها بتقديم تقرير سنوي مصمَّم خصوصاً لانبعاثات الغازات الدفيئة. يمكن تقديم التقارير التي استكملتها الهيئات المقدمة للعروض إلكترونيّاً عبر الإنترنت أو في نسخ ورقية في خلال الجدول الزمني الأول لتنفيذ نظام القياس واعداد التقارير والتحقق. يجب نسخ البيانات الوطنية احتياطيّاً على بوابة السجل التي تتيحها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ. ويجب إشراك المنظمات والشركات ذات الصلة من القطاع الخاص، وخصوصاً من قطاعات الطاقة والزراعة والمخلفات، في عملية القياس. سيُمول وينفذ مزيداً من الدراسات البحثية للإسهام في مجال البحث والتطوير في البلاد. يجب على الأوساط الأكاديمية مشاركة مخرجات أبحاثها المتعلقة بانبعاثات الغازات الدفيئة وتغيير المناخ مع هيئة حماية البيئة. يجب على هيئة حماية البيئة زيادة كفاءة جمع البيانات من خلال رسائل تذكير وتعميمات لأصحاب المصلحة المعنيين من القطاعين الخاص والعام. ينبغي جمع البيانات التي لم تكن متاحةً و/ أو موثوقاً بها من قبل، للتقليل من أوجه عدم اليقين عند إعداد تقارير الاتصالات الوطنية المقبلة. ضمان إمكانية تطبيق أحدث منهجيات القياس في السياق اليمني. إعادة النظر في افتراضات الخط الأساسي، عند الضرورة، بناءً على البيانات المجموعة. في مرحلة لاحقة، تقوم هيئة حماية البيئة بإنشاء بوابة إلكترونية للجهات المقدّمة للعروض وأصحاب المصلحة لتقديم البيانات المجموعة على مر السنين والوصول إليها. يُعَد إنشاء أرشيف وقائمة بمجموعات البيانات أمراً بالغ الأهمية للحفاظ على سجلات البيانات السابقة المجموعة في خلال سلاسل زمنية مختلفة. يمكن إنشاء قائمة وأرشيف لكل قطاع على حدة، أو ككيان مركزي. يوجد أدناه جدول نموذجيَ لقائمة مجموعات البيانات.	
		القياس الدوري	كل سنة لنظام الحصر الوطني؛ .ومرة كل سنتين للتقارير المحدَّثة لفترة السنتين يُوصى بجمع البيانات والمعلومات المتعلقة بانبعاثات الكربون مرةً واحدةً في السنة.	هيئة حماية البيئة

	اعداد تقارير عن البيانات		يجب على جميع الوزارات رفع تقاريرها إلى هيئة حماية البيئة عن البيانات المجموعة والبيانات الناقصة. مسك سجلات للجهات التي رفعت تقارير عن انبعاثاتها من الغازات الدفيئة من خلال نموذج التقرير الذي أطلعتها عليه. التحقق والتأكد من استيفاء البيانات المسجلة لجميع المتطلبات الواردة في المبادئ التوجيهية التي وضعتها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ. إعداد أدوات لتحسين كفاءة الإبلاغ عن إجراءات التخفيف الملائمة على المستوى الوطني. اتباع الإرشادات النوعية والكمية لتقديم التقارير المحدَّثة لفترة السنتين.	الوزارات؛ هيئة حماية البيئة
	التحقق من البيانات		التحقق من أن جميع الأطراف المعنية قد سلَّمت البيانات المجموعة. التحقق من مطابقة البيانات من خلال عمليات التفتيش والزيارات الميدانية متى وحيثما كان ذلك ممكناً. اتباع إجراءات التحقق الوطنية للتحقق من المعلومات النوعية والكمية المبلغ عنها. طلب ملحوظات المراجعين المستقلين وشركات التحقق الخارجية لتقييم أي مشكلات قد يتم العثور عليها في خلال العملية والإبلاغ عنها. وسيجري أيضاً استعراض البيانات على المستوى الداخلي (أي: في داخل هيئة حماية البيئة والوزارة) للمُضي في وضع خطة تحسين لجمع البيانات والتحقق منها في الجولات المستقبلية. إنشاء إجراءات داخلية لضمان الجودة ومراقبتها لتحسين كفاءة التحقق من حيث التكلفة والوقت. اعتماد مفهوم الشفافية والاكتمال والاتساق والقابلية للمقارنة والدقة في أثناء عملية التحقق.	هيئة حماية البيئة
		نظام ضمان الجودة ومراقبتها والتحقق	يجب أن يشتمل نظام ضمان الجودة ومراقبتها والتحقق على المكونات الرئيسية التالية: مشاركة مجمّع قوائم الحصر. خطة ضمان الجودة ومراقبتها. إجراءات مراقبة الجودة العامة التي تنطبق على جميع فئات المخزون. إجراءات مراقبة الجودة الخاصة بكل فئة. إجراءات ضمان الجودة والاستعراض. تفاعل نظام ضمان الجودة ومراقبتها مع تحليلات عدم اليقين. أنشطة التحقق. إجراءات الإبلاغ والتوثيق والأرشفة. إجراء مقارنات بين التقديرات الوطنية، ومقارنات مع القياسات الجوية.	هيئة حماية البيئة

		الشفافية والاكتمال والاتساق والقابلية للمقارنة والدقة	يجب على جميع الأطراف المعنية وأصحاب المصلحة الالتزام بمفهوم الشفافية عند تقديم البيانات وجمعها وقياسها واعداد التقارير عنها والتحقق منها. يجب التحقق من جميع البيانات المجموعة والإبلاغ عنها دون استثناء. ويجب على أصحاب المصلحة والهيئات المقدمة للعروض أيضاً تقديم جميع البيانات التي قد تكون لديهم من أجل الحصول على سلاسل زمنية كاملة، ومجموعات بيانات كاملة. يجب أن يكون التحقق متسقاً في جميع مراحل العملية، ويجب أيضاً اتّباع المنهجية المعتمدة نفسها، كما يجب تحديد المصطلحات والخطوات الفنية بوضوح لتجنب أي لبس بين الأطراف المعنية. يجب أن تقارَن البيانات بالبيانات المجموعة سابقاً، على أساس سنوي. ومن شأن المنهجية المعتمدة للتحققً من البيانات أن تسهّل إمكانية مقارنة البيانات. يجب أن تكون عملية التحقق منضبطةً ودقيقةً دائماً، مع أقل قدر ممكن من الأخطاء الهامشية لإعطاء مصداقية وموثوقية للمعلومات والبيانات.	هيئة حماية البيئة؛ شركات التحقق الخارجية
بناء القدرات	الدورات التدريبية وحملات التوعية.	تقديم الدورات التدريبية وحملات التوعية ذات الصلة	ستقدَّم الدورات التدريبية وورش العمل لموظفي وحدة تغيير المناخ والعاملين في هيئة حماية البيئة المعنيين بانبعاثات الغازات الدفيئة. سيغطي بناء القدرات الدورات التدريبية المتعلقة باستخدام نظام جمع البيانات، وتقديرات الغازات الدفيئة، وتجميع البيانات، وتصنيفها، والإبلاغ عنها، بالإضافة إلى نظام التحقق من البيانات. وإلى جانب ذلك ينبغي تقديم دورات تدريبية على المحافظة على نظام القياس و اعداد التقارير والتحقق الرقمي، إذا تم تعيين موظفين داخليّين للمحافظة على النظام. كما ينبغي تقديم حملات توعية ودورات تدريبية للجهات المقدّمة للعروض، وأصحاب المشروعات، وأولئك الذين سيقدّمون التقرير السنوي عن انبعاثات الكربون.	وزارة المياه والبيئة
آلية التنسيق		تشكيل لجنة تنسيق يفوضها مجلس الوزراء.	يكون أعضاء اللجنة ممثلين عن جميع الجهات ذات الصلة بالتخفيف من آثار تغيير المناخ أو التكيف معه. يرأس هذه اللجنة رئيس وحدة تغيير المناخ، التي ترفع تقاريرها إلى وزارة البيئة والمياه، والتي ترفع تقاريرها بدورها إلى مجلس الوزراء.	مجلس الوزراء

٥,٤ مقترح بآلية لبرنامج الدعم لشراء أنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة

يوصي هذا القسم بأفضل الممارسات التي قد تكون مناسبة لليمن لتقديم الدعم للمستفيدين (الشركات والمستخدمين النهائيين للأنظمة) لتشجيع استخدام أنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة لزيادة إمكانية الحصول على الطاقة في البلد.

تشمل أفضل الممارسات لمساندة الدعم أشكالاً مباشرةً وغير مباشرة من الدعم المالي للشركات لزيادة إمكانية الحصول على المنتجات وللمستخدمين النهائيين لزيادة القدرة على تحمل تكلفة المنتجات.

تصنَّف خيارات الدعم للشركات والمستخدمين النهائيين إلى الفئات التالية:

تهيئة بيئة مواتية لأنشطة الأعمال (الدعم المالي غير المباشر).

دعم جانب العرض (الدعم المالي المباشر للشركات).

دعم جانب الطلب (الدعم المالي المباشر للمستخدم النهائي).

خريطة طريق لتنفيذ نظام الدعم:

فيما يلي خريطة طريق لتنفيذ برنامج الدعم لأنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة:

١– تنفيذ تدخلات لإيجاد بيئة مواتية من شأنها أن تخلق بيئات أعمال جذابة من خلال سياسة داعمة، وهو ما يضمن استمرار توريد المنتجات.

٢– إدراج توسيع أنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة في الخطة الوطنية لتوصيل الكهرباء والحصول على الطاقة.

٣– وضع معايير فنية وطنية على قدم المساواة مع المعايير الدولية (اللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية) لمعايير الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة يمتثل إليها جميع أصحاب المصلحة.

٤– إنشاء آلية اعتماد لأنظمة الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة العامة، بحيث لا تتأهل للحصول على مساندة السياسات والدعم من السلطات سوى المعدات المشهود بمطابقتها للمعايير الفنية المعلَنة.

٥– زيادة وعي المستخدم النهائي وتنفيذ تدابير بناء القدرات غير المتعلقة بالسَياسات من أجل بيئة مواتية.

٦– استخدام دعم جانب العرض لتشجيع الشركات على توسيع نطاق عملياتها ودخول الأسواق التي تنطوي على تحديات لوجستية لزيادة إمكانية حصول المستخدمين النهائيين على المنتجات.

٧– تحديد الشرائح الضعيفة وقدرتها على الدفع.

٨– إنشاء الصندوق وآلية إدارة الصندوق.

٩– تنفيذ دعم جانب العرض ودعم جانب الطلب بالتوازي، مع مراعاة الأوضاع والتحديات القُطرية.

١٠– إنشاء بوابة لنشر برنامج الدعم (بما في ذلك معايير الأهلية) وجودة المنتجات والشركات المؤهلة لتوريد المنتجات، وإطار رصد وتقييم البرنامج والمعلومات المتعلقة بأداء المنتجات.

١١– آلية معالجة الشكاوى المتعلقة بجودة المنتجات، والمشكلات ذات الصلة بخدمة ما بعد البيع.

١٢– تقييم أداء الشركات واستبعاد الشركات ضعيفة الأداء.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | دعم الطاقة الشمسية لمستشفى الرازي – خنفر، أبين.

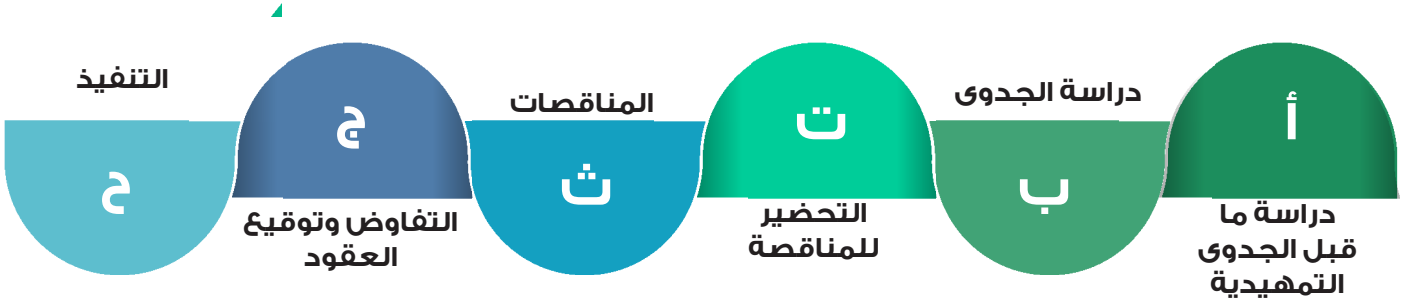
الفصل ٦

التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية

ناقش هذا التقرير ثلاثة موضوعات رئيسية، وهي إجراءات الشراء المقترحة لمشروعات الطاقة المتجددة، وخطة تنمية القدرات المؤسسية، والتحليل وخطة العمل للمساواة بين الجنسين، على النحو التالي:

٦,١ إجراءات الشراء للمشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة

يعرض التقرير التدفق العام لإجراءات الشراء المقترحة، كما هو مبين في الشكل التالي:



الشكل ٢ مخطط سير إجراءات الشراء

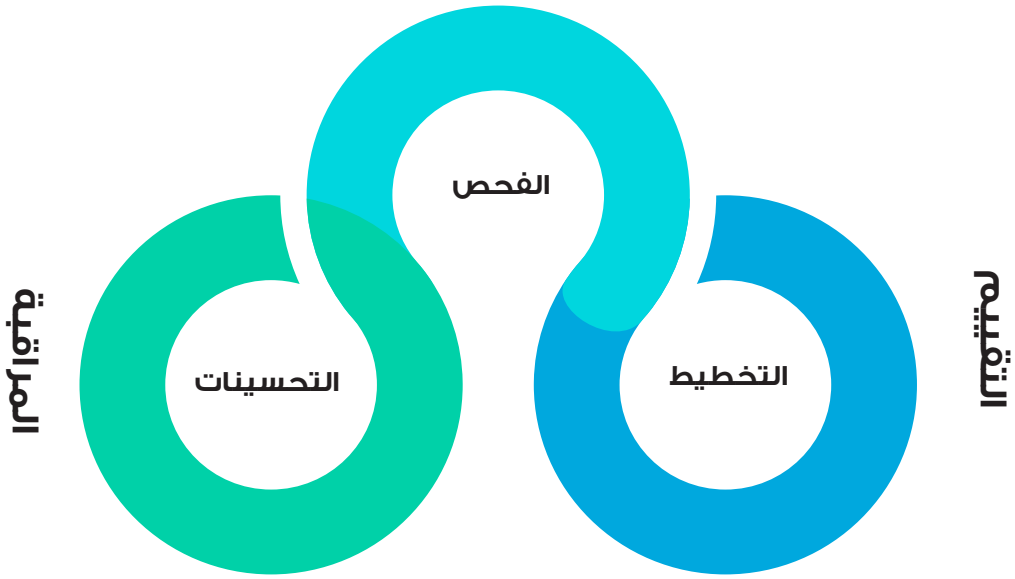
بالإضافة إلى ذلك فإنه يعرض نموذجاً لوثيقة المناقصة الرئيسية لمشروع الطاقة المتجددة استناداً إلى طريقة البناء والتملك والتشغيل، كما هو موضح في المرفق الثاني. ثم تناول مخاطر المشتريات الأكثر احتمالاً واقتراح إجراءات التخفيف المقابلة. ويبين الجدول أدناه المخاطر ذات الشدة القصوى وإجراءات التخفيف المقابلة لها:

الجدول ١٥ خطة عمل تخفيف المخاطر للمخاطر ذات الشدة القصوى

رقم التعريف	شدة المخاطر	المخاطر	الإجراء المقترح
R-01	٢٥	عدم الجاذبية للاستثمارات/ المطورين	إعداد مشروعات تجريبية ونشر بيانات جدواها.
R-02	٢٠	عدم قدرة البنية التحتية على استيعاب الطاقة المتجددة الجديدة	توسيع الشبكة الكهربائية لاستيعاب الإدماج المستقبلي للطاقة المتجددة.
R-03	١٢	عدم وجود إطار قانوني للاستثمارات في الطاقة المتجددة	وضع قوانين ولوائح تنظيمية وإطار لاستثمارات الطاقة المتجددة ووضع آلية للتنفيذ.
R-04	١٢	عدم وجود معاملة ضريبية وجمركية متخصصة.	وضع قوانين ولوائح تنظيمية وإطار لاستثمارات الطاقة المتجددة ووضع آلية للتنفيذ.
R-05	١٢	قيود الموازنة على مشتريات الطاقة المتجددة.	اجتذاب استثمارات المقرضين/ المطورين من خلال نشر تحليلات جدوى المشروعات التجريبية.
R-06	١٢	تحديات متعلقة بحيازة الأراضي (عدم القدرة على حيازة الأراضي)	تنظيم حق المرور من أجل المصلحة العامة.
R-07	١٢	عدم وجود معايير مطابقة للمكونات المستوردة لتكنولوجيات الطاقة المتجددة.	وضع معايير وطنية لمكونات الطاقة المتجددة بالاستعانة بالخبرات الإقليمية والمعايير الدولية.

٦,٢ تنمية بناء القدرات المؤسسية

إلى جانب ذلك، بيَّن هيكل قطاع الطاقة وقوانينه الحاكمة، وأوصى بتدابير لتنمية القدرات المؤسسية. وتعمل هذه التوصيات على توجيه الجهود الوزارية نحو التنفيذ الناجح لخطة التعافي المقترحة في هذه المهمة. ويمكن تنفيذ هذه التوصيات باتّباع الأسلوب المنهجي التالي:



الشكل ٣ مراحل عملية بناء القدرات المؤسسية

بالإضافة إلى ذلك يورد التقرير توصيات لتنمية القدرات والدورات التدريبية المطلوبة لبناء قدرات الوزارة والشركات التابعة لها، كما هو موضَّح أدناه:

الجدول ١٦ توصيات لتنمية القدرات

المرحلة	الوصف	النطاق	القطاع
الجانب التنظيمي	لا يحدد	إنشاء هيئة جديدة للطاقة المتجددة مكلَّفة بما يلي: وضع وتنفيذ سياسات وبرامج لتعزيز استخدام الطاقة المتجددة، ودعم تطوير مشروعاتها، وإجراء البحوث والتطوير في مجال تكنولوجياتها، وزيادة الوعي بالطاقة المتجددة ومنافعها. ويعرض المرفقان الثالث والرابع القوانين المصرية لإنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة والقوانين التي تحفِّز توليد الطاقة المتجددة.	المرحلة ٢
		إنشاء إدارة جديدة للتعاون الدولي في إطار الهيكل الحالي للوزارة وتكلَّف بالمهام التالية: أن تكون مسؤولة عن تنسيق التعاون الدولي في قطاع الكهرباء. وهي تعمل مع مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة المباشرة، بما في ذلك مؤسسات التمويل الإنمائي، والمنظمات الدولية، والجهات المانحة الثنائية. كما تجمع البيانات داخليّاً ومحليّاً لدعم جهود التعاون الدولي التي تبذلها الوزارة.	المرحلة ٢
		إنشاء إدارة جديدة للمشتريات والعقود تكلَّف بما يلي: ضمان قيام الوزارة بشراء السلع والخدمات والتعاقد على الأشغال بطريقة عادلة وشفافة وتنافسية، وأن تُصاغ عقودها صياغة جيدة وقابلة للتنفيذ، وأن يتوافر لديها مهارات في التفاوض على العقود وإغلاقها.	المرحلة ٢

الإدارة	عام	يجب أن تكون معايير اختيار أعضاء مجلس الإدارة واضحة ومتوافقة مع الخبرة المطلوبة لإنجاز الخطة الاستراتيجية للوزارة.	المرحلة ٢
		التأكد من حصول جميع أعضاء المجلس على توجيهات المجلس حول أهداف المؤسسة وممارساتها وسياساتها.	المرحلة ٢
		وضع مؤشرات أداء رئيسية فيما يتعلق بالتقدُّم العام في تنفيذ الاستراتيجية.	المرحلة ٢
		يجب أن يستند تقييم أعضاء مجلس الإدارة إلى إنجاز استراتيجية الوزارة.	المرحلة ٣
		ضمان المراجعة الدورية للتقدُّم المحرَز والوضع المالي.	المرحلة ٣
الموظفون	عام	تقييم قدرات الموظفين الحاليين ومهاراتهم ذات الصلة بوظائفهم.	المرحلة ١
		تحديد ما إذا كان يجب تدريب الموظفين الحاليين أو أن هناك حاجة إلى موظفين جدد.	المرحلة ١
		تحديد وصف وظيفي واضح ومفصَّل، وخصائص ومتطلبات تتماشى مع الاستراتيجية، بما في ذلك سنوات الخبرة في مجال الطاقة المتجددة ومستوى إتقان اللغة الإنجليزية والمهارات الشخصية.	المرحلة ٢
		تعيين مؤشر الأداء الرئيسي لكل منصب.	المرحلة ٢
		تحديد معايير التقدُّم الوظيفي (مثل الترقية والتنقل الأفقي) التي تستند إلى مؤشرات الأداء الرئيسية.	المرحلة ٢
		ضمان نقل المعرفة الداخلية وتقييمها استناداً إلى إستراتيجية بناء القدرات المعتمدة.	المرحلة ٣
	الموظفون الفنيون	تنمية مهارات الموظفين فيما يتعلق بإجراءات الشراء الدولية.	المرحلة ٣
		تطوير المهارات الفنية المتعلقة بتقنيات الطاقة المتجددة المختلفة (مسح الموقع، وعمليات التفتيش، ومراقبة الأداء، ...إلخ).	المرحلة ٣
		تطوير مهارات إدارة المشروعات للموظفين.	المرحلة ٣
	الموظفون التجاريون/ الماليون	تحديد شرائح الأجور لمختلف المناصب والمستويات.	المرحلة ٢
		تطوير مهارات الموظفين فيما يتعلق بالتخطيط والتحليل المالي.	المرحلة ٣
		تنمية مهارات الموظفين فيما يتعلق بمعاملات تمويل المشروعات.	المرحلة ٣

الموظفون	الموظفون القانونيون	تطوير مهارات الموظفين فيما يتعلق بالقوانين واللوائح الدولية.	المرحلة ٣
		وضع اتفاقيات تعاقد موحَّدة تستند إلى أفضل الممارسات الدولية (مثل، الاتحاد الدولي للمهندسين الاستشاريين).	المرحلة ٣
البرمجيات والأدوات		ضمان مهارة التعامل مع حُزم البرمجيات المختلفة (مثل Office وPrimavera).	المرحلة ٣
		تطوير المعرفة ببرمجيات إدارة الطاقة (على سبيل المثال، SCADA / ARDEXA).	المرحلة ٣
		تطوير المعرفة ببرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (على سبيل المثال، QGIS / ArcGIS).	المرحلة ٣
		ضمان توافر البنية التحتية اللازمة (أجهزة الكمبيوتر، الخوادم، الشبكة) للموظفين لتشغيل البرمجيات المختلفة.	المرحلة ٣
		تركيب المعدات اللازمة لجمع بيانات الأرصاد الجوية في جميع أنحاء البلاد.	المرحلة ٣
السياسات		إعداد سياسة لوضع ميزانية المشروع وتخصيص التمويل.	المرحلة ٢
		وضع الحوافز والشروط المناسبة لإدراج أنشطة توليد الكهرباء بشكل مُصغّر.	المرحلة ٢
		إدراج الجوانب البيئية والاجتماعية بوصفها اعتبارات إلزامية لكل مشروع.	المرحلة ٢
		وضع آلية حكومية لضمان تنفيذ اللوائح وتحسين الشفافية لجميع أصحاب المصلحة في قطاع الطاقة.	المرحلة ٢
		تسهيل عملية الاستثمار والإجراءات الإدارية للأطراف الدولية صاحبة المصلحة.	المرحلة ٣
		رصد وتقييم تنفيذ السياسة ووضع آلية مرنة لتعديل أو تعزيز السياسات وفقاً لظروف السوق الفعلية.	المرحلة ٣

الجدول ١٧ الدورات التدريبية المطلوبة لتنمية القدرات

#	اسم التدريب	النطاق	الجمهور المستهدَف	طريقة التقديم
١	إجادة اللغة الإنجليزية	التدريب وصولاً إلى الحد الأدنى من مستوى الكفاءة B٢ (الإطار الأوروبي المرجعي العام للغات) لقراءة وكتابة التقارير الفنية والدراسات ذات الصلة، وإجراء مناقشات مطولة مع خبراء دوليين.	جميع الموظفين المعنيين	دورات عبر الإنترنت أو في داخل قاعات دراسية.
٢	إدارة مشروعات الطاقة المتجددة باستخدام البرمجيات	التدريب على إدارة المشروعات في تطبيقات مشروعات الطاقة المتجددة، وتحديداً مشروعات طاقة الرياح والطاقة الشمسية باستخدام إحدى حُزم برمجيات إدارة المشروعات المقبولة تجاريّاً، مثل Primavera، MS Project، JIRA، ...إلخ.	أعضاء إدارة وتخطيط المشروعات	عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية مع دراسات حالة من مشروعات الطاقة المتجددة الواقعية.
٣	الخدمات اللوجستية الدولية	التدريب على الدراية بالخدمات اللوجستية التي تشمل الشحنات الدولية والقواعد الجمركية والمصطلحات التجارية الدولية.	فرق الخدمات اللوجستية والمشتريات	عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية مع دراسات حالة من مشروعات الطاقة المتجددة الواقعية.
٤	الجوانب القانونية لمشروعات الطاقة المتجددة	التدريب على الأُطر القانونية لمشروعات الطاقة المتجددة التي تغطي موضوعات مثل القوانين المعنية، وأنواع العقود، والحلول التنظيمية للاستهلاك دون المرور على العداد، ونظام تعريفة التغذية، ...إلخ.	فرق الشؤون القانونية والمشتريات	عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية مع دراسات حالة من مشروعات الطاقة المتجددة الواقعية.
٥	طرح المناقصات لمشروعات الطاقة المتجددة	التدريب على عملية تنظيم المناقصات والعطاءات وعقود الشراكة بين القطاعَيْن العام والخاص الموحدة لمشروعات الطاقة المتجددة، بما في ذلك البنود والتطبيقات المهمة مع كثير من السيناريوهات.	فرق المشتريات والتعاقدات	عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية مع دراسات حالة من مشروعات الطاقة المتجددة الواقعية.
٦	محطات طاقة الرياح	نظرة عامة على مكونات طاقة الرياح، وقياسات منحنى القدرة الكهربائية، والمعايير ذات الصلة، إلى غير ذلك، تحليل وتصميم مزارع الرياح باستخدام حزمة برمجيات مقبولة تجاريّاً. مثل، WAsP وWindprog. تشغيل وصيانة مزارع الرياح.	الفريق الفني للطاقة المتجددة	دورات عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية، ويُفضل أن تكون في القاعة الدراسية مع وجود أجهزة كمبيوتر للتدريب. ويمكن أن تتضمن دراسات حالة واقعية تستند إلى سجلات التشغيل من مزرعة رياح فعلية.

٧	محطات الطاقة الشمسية	نظرة عامة على مكونات طاقة الرياح، والحسابات، والمعايير ذات الصلة، إلى غير ذلك، وتحليل وتصميم محطات الطاقة الكهروضوئية باستخدام حزمة برمجيات مقبولة تجاريّاً، مثل: PVSyst. تشغيل وصيانة محطات الطاقة الكهروضوئية.	الفريق الفني للطاقة المتجددة	دورات عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية، ويفضل أن تكون في القاعة الدراسية مع وجود أجهزة كمبيوتر للتدريب. ويمكن أن تتضمن دراسات حالة واقعية تستند إلى سجلات التشغيل من مزرعة رياح فعلية.
٨	محطات الطاقة الحرارية الأرضية	نظرة عامة على مكونات الطاقة الحرارية الأرضية، والحسابات، والمعايير ذات الصلة، وما إلى ذلك، وتحليل وتصميم محطات الطاقة الحرارية الأرضية باستخدام حزمة برامج مقبولة تجاريّاً، مثل: GeoStru، Aspen HYSYS، ...إلخ.، وتشغيل وصيانة محطات الطاقة الحرارية الأرضية.	الفريق الفني للطاقة المتجددة	دورات عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية، ويفضل أن تكون في القاعة الدراسية مع وجود أجهزة كمبيوتر للتدريب. ويمكن أن تتضمن دراسات حالة واقعية تستند إلى سجلات التشغيل من محطة حرارية أرضية فعلية.
٩	التحليل الاقتصادي لمشروعات قطاع الكهرباء	أساسيات التحليل الاقتصادي لمشروعات الطاقة المتجددة، بما في ذلك مقاييس الربحية، وتحليل الاستثمار، وتحليل التكاليف والمنافع.	فرق دراسات الجدوى والتخطيط	دورة في داخل القاعات الدراسية مع دراسات حالة لمشروعات الطاقة الفعلية
١٠	النمذجة المالية لمشروعات الطاقة المتجددة	النمذجة المالية لمشروعات الطاقة المتجددة باستخدام برنامج MS Excel.	فرق دراسات الجدوى والتخطيط	دورة عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية.
١١	تخطيط وتحليل شبكة الكهرباء باستخدام البرمجيات، مثل: PLEXOS وPSSE و DigSilent و HOMER Grid	التدريب على تصميم ونمذجة وتحليل وتخطيط مكونات شبكات الكهرباء باستخدام برمجيات مقبولة تجاريّاً مثل: PLEXOS وPSSE وDigSilent و HOMER Grid وما إلى ذلك.	الفرق الفنية	دورات عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية، ويفضل أن تكون في القاعة الدراسية مع وجود أجهزة كمبيوتر للتدريب. وقد تتضمن دراسات حالة واقعية تستند إلى مشروعات التخطيط السابقة
١٢	نظام التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات (سكادا)	التدريب على تصميم وتنفيذ نظام الإشراف على البيانات والتحكم فيها والحصول عليها (سكادا)، بما في ذلك الاستراتيجيات التشغيلية الوطنية وأساليب المناورة.	الفرق الفنية	دورة عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية، ويفضل أن تكون مصحوبة بزيارات إلى مراكز التحكُّم الوطنية في البلدان المجاورة.
١٣	قياس موارد الطاقة المتجددة والإحصاءات ذات الصلة	التدريب على تنفيذ ورصد واستخدام حملات القياس اللازمة لحساب جدوى وتمويل مشروعات الطاقة المتجددة. بالإضافة إلى تغطية طُرُق جمع البيانات والتحقق من صحة البيانات وتقديرها.	الفرق الفنية	دورة عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية.

١٤	كفاءة استخدام الطاقة	التدريب على الطاقة مقابل القدرة، الحفاظ على الطاقة مقابل كفاءة استخدام الطاقة، مراجعة حسابات الطاقة، مقاييس كفاءة استهلاك الأنظمة الكهربائية، ومقاييس كفاءة استهلاك الأنظمة الحرارية، وحسابات فاقد الحرارة والتكثف، اعتبارات الراحة الحرارية والتدفئة والتهوية وتكييف الهواء، ونمذجة أداء طاقة المباني، دراسة حالة: الحسابات الحرارية لحاوية اللوحة، دراسة حالة: نمذجة الطاقة لمبنى.	الفرق الفنية	دورة عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية
١٥	نظم المعلومات الجغرافية	التدريب على أدوات وبرمجيات نُظُم المعلومات الجغرافية لأغراض التخطيط الجغرافي والبيئي وتخطيط شبكات الكهرباء، مثل ArcGIS أو QGIS أو غير ذلك.	الفرق الفنية والتخطيطية والبيئية	دورة عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية. يفضل أن تكون في داخل قاعة دراسية مع دراسات حالة ورسم خرائط حقيقية ومحاكاة
١٦	تمويل خفض انبعاثات الكربون	التدريب على آليات تمويل الكربون، وأنواع اعتمادات الكربون، ومنصات الاتجار بالكربون، وتطوير وتنفيذ مشروعات تمويل الكربون، والتعويض عن الانبعاثات، وتحقيق الأهداف المناخية، وما إلى ذلك، باستخدام دراسات الحالة للمشروعات الناجحة وتناول فُرص إقامة الشبكات.	الفرق المالية والبيئية	دورة عبر الإنترنت أو في داخل قاعة دراسية. يفضل في داخل قاعة دراسية مع دراسات الحالة

ثم أوجز التقرير التحليل وخطة العمل للمساواة بين الجنسين. وفيما يلي وصف خطة العمل:

٦,٣ خطة العمل المعنية بالمساواة بين الجنسين

يمكن النظر، على مستوى الخبراء، في الإجراءات المقترحة التالية (يمكن النظر في تنفيذ إجراءات معيَّنة للتصميم الكلي للإجراء التدخلي)

– دمج التحليل ووضع خطة العمل للمساواة بين الجنسين على مستوى التخطيط الجزئي وجمع البيانات الأساسية لأي نوع من التدخلات في مجال الطاقة المتجددة.

– وضع إجراءات تمييز إيجابية للطالبات للانضمام إلى قطاع الطاقة المتجددة والحصول على فُرص التدريب.

– التركيز على الاستثمار في إعادة بناء مصادر الطاقة المتجددة التي تخفف العبء عن كاهل النساء والفتيات باعتبارهن الأكثر تضرراً من فقدان البنية التحتية، ويشمل ذلك إنارة الشوارع، وإعطاء الأولوية للأُمهات.

– توسيع نطاق المساعي الناجحة الحالية لتمكين المرأة من خلال الإجراءات التدخلية المتعلقة بالطاقة مثل الحصول على قروض متناهية الصغر لتوزيع منتجات الطاقة الشمسية، وتدريب النساء على إصلاح الأجهزة الشمسية.

– دعم التدريب على بناء القدرات للنساء المهنيات وصاحبات الشركات في قطاع الطاقة لإشراكهن بصورة منتظمة في الحوارات على مستوى السياسات.

– إشراك الأطراف الممثلة للنساء في مشاورات أصحاب المصلحة فيما يتعلق بالتعريفة وتشغيل الشبكات الصغيرة.

– إعطاء الأولوية/ استحداث طريقة لدعم تهجين الشبكات الصغيرة بين تلك التي توفر الكهرباء للمنشآت الصحية (حيث أن اليمن لديه أعلى معدلات وفيات للأمهات).

– تعمد دمج بُعد المساواة بين الجنسين في تحليلات السياسات والدراسات التي ستُجرى بشأن الشبكات الصغيرة.

– الاستفادة من القدرات الفريدة للنساء في مجال ريادة الأعمال لدعم أفكارهن التجارية من خلال توفير الكهرباء.

– التماس مدخلات من ممثلي المنظمات العاملة في قضايا المساواة بين الجنسين، مثل: مؤسسة كير، ولجنة الإنقاذ الدولية، وصندوق الأمم المتحدة للسكان والمشروعات القائمة التي تقودها النساء، لتحديد طُرُق قابلة للتطبيق لإشراك الفتيات والنساء في سلسلة القيمة لمزيج الطاقة.

– تحفيز النساء والفتيات الخريجات الحاليات من كليات الهندسة الكهربائية على إنشاء مشروعات صغيرة في هذا القطاع إلى جانب حصولهن على التدريب المناسب والحصول على التمويل.

– تشجيع الأساليب الجديدة القادمة للحصول على التمويل لتخصيص صندوق لدعم رائدات الأعمال.

مناقشات حول المساواة بين الجنسين لكل من المشروعات التجريبية وأُطُر السياسات المقترحة بشأن تمويل الأنشطة المناخية ودعم الإسهامات الوطنية لمكافحة تغيير المناخ في إطار المهمة ٤.

١. كيف تراعي الاستراتيجيات والنُّهج المقترحة لتمويل الأنشطة المناخية منظور المساواة بين الجنسين من التصميم والتنفيذ والرصد والتقييم للتأكد من أن الاستراتيجيات لا تستبعد الفئات الأكثر ضعفاً. وينبغي أن يكون هناك تحليل سياقي محدد، ووضع خطة عمل للمساواة بين الجنسين، ومن المهم ضمان إشراك الخدمات الاستشارية الفنية فيها.

٢. يجب أن يراعي بناء القدرات المؤسسية وضع المرأة ومكانتها في قطاع الطاقة المتجددة، وأن يعتمد أساليب محددة أو غير تقليدية لإتاحة فُرص بناء القدرات للنساء والفئات الضعيفة الأخرى لتصبح مهنيةً فنيةً.

٣. ينبغي أن يحدَّد من منظور المساواة بين الجنسين ما التكنولوجيات الذكية المراعية للمناخ التي يمكن إدخالها على الرجال والنساء إلى جانب أدوارهم الحالية المتعلقة بالجنسين وحتى اقتحام التكنولوجيات الجديدة.

وفيما يتعلق بأُطر السياسات، يجب مراعاة الاعتبارات التالية:

١. يجب أن تكون هناك مشاورات بين مجموعات أو جمعيات أو ممثلات المرأة حول أطر السياسات وآثارها على سبل عيشهن وأنشطتهن اليومية.

٢. يجب أن يكون توليد البيانات على المستوى غير الفني مثل تسجيل المستخدمين النهائيين/ المستفيدين وتقديرهم مصنفاً حسب نوع الجنس.

٣. يجب أن تراعي أي تقييمات وتحليلات للسياسات يتم إجراؤها منظور المساواة بين الجنسين.

٤. يجب أن تراعي أنظمة الدعم الموجهة والتمويل المرتبط بالنتائج للشركات رسم خرائط للشركات المملوكة للنساء واختيارها، وإتاحة الفُرص لها للحصول على الدعم، حيث إن مجال العمل المتكافئ ليس متماثلاً أمام كل من الشركات المملوكة للرجال والشركات المملوكة للنساء.

اعتبارات عامة بشأن تأثير الطاقة المتجددة على المساواة بين الجنسين في اليمن

مما لا شك فيه أن الحصول على الطاقة المتجددة يفيد جميع أفراد المجتمع، لكن النساء والفتيات يستفدن من ذلك بشكل خاص من أبعاد كثيرة. فيما يلي الآثار الرئيسية المتوقعة لإمكانية الحصول على الطاقة المتجددة على ديناميكيات المساواة بين الجنسين في اليمن:

– الحد من كدح النساء في جلب المياه النظيفة، وكذلك تقليل الأمراض المنقولة عبرالمياه. فنظراً لتزايد عدد مضخات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية وإمكانية الوصول إلى المياه في المواقع القريبة، ستقضي النساء وقتاً أقل في جلب المياه النظيفة ويستفدن من الوقت في أنشطة إنتاجية أخرى.

– مع حصول مؤسسات –مثل المرافق الصحية– على الكهرباء، ستكون خدمات صحة الأم متاحة لفترات زمنية أطول، وهو ما ينقذ حياة الأمهات العاملات منً خلال التدخلات في الحالات الحرجة.

– مع توسع قطاع الطاقة الشمسية، قد تشارك النساء في العمليات وأعمال الصيانة والاتجار في أجهزة الطاقة الشمسية لكسب دخلهن الخاص.

– ستُسهم زيادة الإنارة في أثناء الليل في سلامة النساء والفتيات وحمايتهن من العنف.

– من شأن الاستخدام المنتج للطاقة المتجددة أن يساعد النساء اللاتي لديهن مهارات لريادة الأعمال في إنشاء مشروع تجاري، مثل: المخابز وخدمات الغسيل والخياطة.

اعتبارات عامة بشأن تأثير الطاقة المتجددة على المساواة بين الجنسين في اليمن

– مما لا شك فيه أن الحصول على الطاقة المتجددة يفيد جميع أفراد المجتمع، لكن النساء والفتيات يستفدن من ذلك بشكل خاص من أبعاد كثيرة.

o الحد من كدح النساء في جلب المياه النظيفة، وكذلك تقليل الأمراض المنقولة عبرالمياه.

o حصول مؤسسات مثل المنشآت الصحية على خدمات الرعاية الصحية للأمهات.

o بناء على الدروس المستفادة من المرحلة الثانية من مشروع مساندة سبل كسب العيش القادرة على الصمود والأمن الغذائي في اليمن التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، بناء القدرات على توفير المهارات للمشارك في تقديم التشغيل والصيانة المطلوبين للنظام الشمسي لتشغيله كمؤسسة. وقدم المشروع نوعين من التدريب، أحدهما تدريب للنساء والشباب على صيانة الطاقة الشمسية، والآخر على إنشاء منشآت الأعمال الصغرى والصغيرة والمتوسطة للنساء والشباب على أنشطة الطاقة الشمسية.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | دعم الطاقة الشمسية للمرافق الصحية – صنعاء.

الفصل ٧
جدول تقديم التقارير

الجدول ١٨ تقديم التقارير

اسم التقرير	رقم المراجعة	تاريخ التقديم
التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي	٠٠	٢٩ مارس/آذار ٢٠٢١
التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي	٠١	١٧ أبريل/نيسان ٢٠٢١
التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي	٠٢	٦ مايو/أيار ٢٠٢١
التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي	٠٣	٢١ مايو/أيار ٢٠٢١
التقرير رقم ١ – التقرير المبدئي	٠٤	٢١ يونيو/حزيران ٢٠٢٢
التقرير رقم ٢ – تقرير التقييم	٠٠	١٤ يوليو/تموز ٢٠٢١
التقرير رقم ٢ – تقرير التقييم	٠١	٠١ سبتمبر/أيلول ٢٠٢١
التقرير رقم ٢ – تقرير التقييم	٠٢	٣٠ سبتمبر/أيلول ٢٠٢١
التقرير رقم ٢ – تقرير التقييم	٠٣	٠٧ أكتوبر/تشرين الأول ٢٠٢١
التقرير رقم ٢ – تقرير التقييم	٠٤	٣١ مايو/أيار ٢٠٢٢
التقرير رقم ٢ – تقرير التقييم	٠٤	٠٦ ديسمبر/كانون الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي	٠٠	٠١ ديسمبر/كانون الأول ٢٠٢١
التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي	٠١	٢٠ يونيو/حزيران ٢٠٢٢
التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي	٠٢	١٨ يوليو/تموز ٢٠٢٢
التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي	٠٣	٠٦ أكتوبر/تشرين الأول ٢٠٢٢
التقرير رقم ٣ – الخطة الاستثمارية للطاقة المتجددة والتعافي	٠٤	٠٧ ديسمبر/كانون الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٤ – المشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة وتمويل الأنشطة المناخية.	٠٠	٠١ سبتمبر/أيلول ٢٠٢٢
التقرير رقم ٤ – المشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة وتمويل الأنشطة المناخية.	٠١	١٣ أكتوبر/تشرين الأول ٢٠٢٢
التقرير رقم ٤ – المشروعات التجريبية المقترحة للطاقة المتجددة وتمويل الأنشطة المناخية.	٠٢	٠٧ ديسمبر/كانون الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية	٠٠	٢١ نوفمبر/تشرين الثاني ٢٠٢٢
التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية	٠١	٢٣ فبراير/شباط ٢٠٢٣
التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية	٠٢	٠٢ أكتوبر/تشرين الأول ٢٠٢٣
التقرير رقم ٥ – إجراءات الشراء وتنمية القدرات المؤسسية	٠٣	١١ ديسمبر/كانون الأول ٢٠٢٣

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | تركيب ألواح شمسية في صنعاء.

الفصل ٨
سلسلة التدريبات

كجزء حيوي من المهمة، عُقدت دورات تدريبية لتنمية القدرات للمستفيدين في القاهرة في يناير/كانون الثاني ٢٠٢٤. وتألفت السلسلة من الموضوعات التالية:

٨,١ نظرة عامة على مشروعات الطاقة المتجددة

وتناول التدريب الموضوعات التالية:

١. أنواع الطاقة المتجددة: يعطي لمحة عامة عن تقنيات الطاقة المتجددة المختلفة ذات الصلة باليمن.

٢. القدرات المؤسسية: يناقش الموارد المؤسسية اللازمة لنجاح تخطيط وتطوير وتنفيذ الطاقة المتجددة، بما في ذلك الموارد البشرية والفنية والتجارية.

٣. إمكانات الطاقة المتجددة في اليمن: يقدم إرشادات حول كيفية تقييم وقياس إمكانات نشر مختلف تقنيات الطاقة المتجددة في اليمن، بما في ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية والكتلة الحيوية.

٨,٢ القواعد التشغيلية للشبكة المزودة بقدرات توليد من الطاقة المتجددة

وتناول التدريب الموضوعات التالية:

١. مقدمة لقواعد تشغيل الشبكة عند دمج توليد الطاقة المتجددة في الشبكة.

٢. مشكلات توصيل الشبكة: تناقش آثار محطات الطاقة المتجددة على الشبكة وكذلك المشكلات الناشئة عن توصيل الطاقة المتجددة بالشبكة، بما في ذلك الاستقرار والتوافر والموثوقية ومتطلبات الكود المشترك لضمان التكامل على مستوى الشبكة.

٨,٣ تكنولوجيات الطاقة المتجددة وتحدياتها، ونموذج العمل والمشتريات لمشروعات الطاقة المتجددة

وتناول التدريب الموضوعات التالية:

١. مكونات محطات الطاقة المتجددة: يناقش المكونات المختلفة اللازمة لمحطة للطاقة المتجددة تعمل بكل طاقتها، وإمكانية استفادة الاقتصاد اليمني من المصادر المحلية.

٢. الاعتبارات الاقتصادية: يناقش معايير التكلفة المختلفة المرتبطة بمشروع الطاقة المتجددة، وكيفية تقييم الجدوى الاقتصادية للمشروع وكيفية حساب التكلفة المتوسطة للكهرباء لتكنولوجيا الطاقة المتجددة.

٣. تقنيات جانب المستهلك دون المرور على العداد.

٤. التحديات.

٥. كفاءة استخدام الطاقة.

٨,٤ نظرة عامة على مشتريات شركة إنتاج الكهرباء المستقلة

مكونات نموذج شركة إنتاج الكهرباء المستقلة

١. وصف مختلف نماذج الشراكة بين القطاعين العام والخاص ذات الصلة بمشروعات الطاقة المتجددة.

٢. الشروط التي تسبق تنفيذ هذه النماذج.

٣. تحديد المساندة التي سيُطلب من الحكومة/المؤسسة العامة للكهرباء تقديمها.

٤. وصف توزيع المخاطر والملكية وتوقعات المطور من المشروع.

٥. هيكل اتفاق شراء الكهرباء.

٦. نماذج الشراكة بين القطاعين العام والخاص التي تناسب الحكومة اليمنية/المؤسسة العامة للكهرباء.

٧. خطة العمل مع الجداول الزمنية (محددة لمختلف أصحاب المصلحة).

تحديد تكلفة الطاقة

١. تحديد منهجيات مقبولة دوليّاً لاسترداد تكاليف التوليد لمشروعات التوليد المختلفة.

٢. وصف مبادئ ومنهجيات تحديد التكلفة في إطار نهج إجمالي التكلفة والربح.

إجراءات المناقصات للنموذج

١. مناقشة مراحل إجراءات المناقصات والعطاءات الموحدة لنموذج شركة إنتاج الكهرباء المستقلة.

٨,٥ الإجراءات الوقائية البيئية والاجتماعية

وتناول التدريب الموضوعات التالية:

١. كيفية إعداد الإطار البيئي والاجتماعي والمهني

٢. إجراءات الفحص والتقييم والإدارة.

٣. خطة الإدارة البيئية والاجتماعية.

٨,٦ التنبؤ بالأحمال

وتناول التدريب الموضوعات التالية:

١. نظرة عامة على طرق التنبؤ بالأحمال: التنبؤ بالحمل الجزئي والحمل الكلي.

٢. جمع البيانات المطلوبة من خلال المسوحات والبيانات التاريخية.

٣. النهج والافتراضات المستخدمة في تقدير إجمالي استهلاك الكهرباء (جيجا واط ساعة) والحد الأقصى للطلب (ميجا واط) لمختلف المحافظات في اليمن.

٤. توقعات استهلاك الكهرباء في اليمن.

٨,٧ إدارة مشروعات الطاقة المتجددة

وتناول التدريب الموضوعات التالية:

١. المكونات الأساسية لإدارة المشروع.

٢. فوائد الإدارة الفعالة للمشروع.

٣. تحليل العوامل السياسية والاقتصادية والاجتماعية والتقنية والبيئية والقانونية (بيستل).

٤. الأدوار والمسؤوليات في داخل المشروع.

٥. وضع خطة فعالة لإدارة المشروع.

٦. إدارة أصحاب المصلحة وتحليل أوضاعهم.

٧. القيادة الناجحة والعمل الجماعي.

٨. مراقبة التغيير.

٩. عملية إدارة مخاطر المشروع.

١٠. خطة الاتصالات.

الصورة: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في اليمن | برنامج دعم الطاقة الشمسية لمرافق الرعاية الصحية – ضلاع همدان، صنعاء.

الفصل ٩
الختام

ختاماً، يمثل هذا المشروع آخر وأحدث دراسة عن التوسع في توليد الكهرباء وتنميتها على المستوى الوطني في اليمن، وهي لا تصف خصائص الوضع الحالي لعناصر القطاع فحسب، بل تقترح أيضاً خطة تنمية تؤكد التحوُّل إلى الطاقة النظيفة من خلال إدخال مزيد من مشروعات التوليد باستخدام الطاقة المتجددة والحد من فاقد الطاقة على طول سلسلة القيمة للقطاع.

٩,١ المرحلة المقبلة في ضوء الدروس المستفادة

تم التشديد بقوة على إنفاق حصة كبيرة من التمويل وتركيز برامج التنمية والهيئات الحكومية على تطوير قدرات وزارة الكهرباء والطاقة، وخصوصاً في المجالات التالية:

- الشراكات بين القطاعين العام والخاص، بما في ذلك الجوانب التعاقدية والتجارية والقانونية.
- تنمية قدرات الموظفين الفنيين فيما يتعلق بتكنولوجيات التوليد النظيف، وكفاءة استخدام الطاقة، والبرمجيات المقابلة.
- تنمية القدرات فيما يتعلق بالمعدات المستخدَمة في مراكز التحكم من خلال أنظمة سكادا، بحيث تسمح بإمكانية التحكم في الشبكة وتعزيز كفاءة استخدامها. وينبغي أن يشمل هذا التطوير تنمية القدرات الفنية للفرق التي تقوم بتصميم وتشغيل هذه المراكز.

وبالإضافة إلى المسارات العامة المذكورة أعلاه، يجب أن تأخذ مشروعات التخطيط والاستشارات المستقبلية في الاعتبار الدروس المستفادة التالية:

- الإعداد الأوَّلي لجميع أصحاب المصلحة في المشروع، وعلى وجه الخصوص فرق وزارة الكهرباء، في وقت مبكر من عملية وضع الشروط المرجعية للمناقصات والعطاءات.
- ومن الضروري تحقيق التوافق بين وجهات النظر بين الاستشاري وجميع أصحاب المصلحة في أقرب وقت ممكن من تنفيذ المشروع، لضمان تسليم المخرجات بسلاسة ودقة وفي الوقت المناسب.
- يجب تخصيص جزء كبير من إجمالي مدد المشروعات، لجمع البيانات والتحقق منها، للسماح للاستشاري برسم خريطة كاملة للشبكات القائمة قبل اقتراح خطط التطوير. ويؤدي وضع هذا التنظيم في الاعتبار إلى وضع جداول زمنية واقعية للتطوير وتخطيط التوسع، ويساعد في نهاية المطاف الاستشاريين والمستفيدين في مواءمة وجهات نظرهم إزاء فلسفات ومعايير التخطيط.
- ينبغي التركيز على تحديد قنوات الاتصال عبر الإنترنت والتركيز عليها، حيث إن تبادل البيانات وسير الإجراءات يجري من خلال القنوات الحديثة، مثل خدمات البريد الإلكتروني وخدمات مشاركة الملفات. يجب أن يقتصر التمسك بالوجود المادي على الحالات الضرورية والاستعاضة عنه بالاتصال المفتوح والشفاف والسريع عبر الإنترنت.

٩,٢ توصيات للاعتبارات المستقبلية

فيما يلي ثمرة خبرة الاستشاري في هذا المشروع وكثير من المناقشات التي عُقدت في اليمن مع المستفيدين في أغسطس/ آب ٢٠٢٣.

٩,٢,١ استمرار المشروعات المتوقفة

قبل كل شيء، يحث الاستشاري بشدة على أن يستأنف جميع أصحاب المصلحة في اليمن العمل في كثير من المشروعات التي أُنشئت وتوقفت بسبب الحرب. ومن شأن هذا أن يتطلب جهوداً أقل من إنشاء مشروعات جديدة، لأن هذه المشروعات المتوقفة كانت مخططة بالفعل وبدأت جهود إنشائها.

٩,٢,٢ التحقق من احتياطيات الغاز في اليمن

في ضوء العرض الذي قدمه فريق وزارة النفط والمعادن حول إجمالي احتياطيات الغاز الطبيعي في اليمن، والتي بلغت ١٨ تريليون قدم مكعب، مع تخصيص تريليون قدم مكعب للاستهلاك المحلي، بما في ذلك توليد الكهرباء، ينصح الاستشاري بإجراء دراسة مستقلة للتحقق من احتياطيات الغاز في المناطق القابلة للاستغلال في جميع أنحاء البلاد، من أجل تقييم العائد الاقتصادي لمحطات توليد الكهرباء المقترحة التي تعمل بالغاز في خطة الاستثمار.

٩,٢,٣ التحقق من احتياطيات الطاقة الحرارية الأرضية في اليمن

لدى اليمن إمكانات لتطوير الطاقة الحرارية الأرضية. وتشير المؤشرات الجيولوجية إلى وجود موارد الطاقة الحرارية الأرضية، بما في ذلك الينابيع الساخنة وقياسات التدفق الحراري العالي. ومع ذلك، لا تزال هذه الموارد غير مستكشَفة إلى حد كبير.

ويوصي الاستشاري بإجراء برنامج للتحقق من موارد الطاقة الحرارية الأرضية في اليمن. على أن يشمل هذا البرنامج:

- مسوحات جيولوجية وجيوفيزيائية تفصيلية؛ لتحديد خزانات الطاقة الحرارية الأرضية المحتملة وتقييم حجمها وناتج الطاقة المحتمل.
- حفر آبار استكشافية؛ للتأكد من وجود موارد الطاقة الحرارية الأرضية وجمع البيانات عن خصائص درجة حرارتها وضغطها وتدفقها.
- تحليل جيوكيميائي ونظيري؛ لفهم خصائص السوائل الحرارية الأرضية ومدى ملاءمتها لتوليد الطاقة
- دراسات جدوى فنية – اقتصادية؛ لتقييم الجدوى الاقتصادية لإعداد مشروعات الطاقة الحرارية الأرضية في اليمن.

٩,٢,٤ المشروع التجريبي للهيدروجين الأخضر

يوصي الاستشاري بإنشاء مشروع للهيدروجين الأخضر في اليمن لاستخدامه بشكل أساسي كوسيلة لتخزين الطاقة، بالنظر إلى أن خطة التعافي المقترحة في هذه الدراسة تعتمد على مصدر متقطع للطاقة المتجددة، حيث يؤدي تخزين الطاقة دوراً حيويّاً في استكمال عناصر توليد الكهرباء.

٩,٢,٥ خط أنابيب غاز مأرب – معبر

يوصي الاستشاري بإجراء دراسة جدوى لإنشاء خط أنابيب غاز يربط بين مأرب ومعبر. وسيكون خط أنابيب الغاز هذا بمثابة مكون للبنية التحتية لتزويد محطة توليد الكهرباء المقترحة التي تعمل بنظام الدورة المركبة. ويجب أن تتضمن الدراسة تقييماً شاملاً للعوامل الفنية والاقتصادية والبيئية واللوجستية. كما يجب أن توفر الرؤى الثاقبة اللازمة لتحديد جدوى إنشاء خط الأنابيب.

٩,٢,٦ مستشار الصفقات والمعاملات

يوصي الاستشاري بتعيين مستشار للصفقات والمعاملات لمساعدة وزارة الكهرباء والطاقة في المفاوضات وإغلاق المشروعات المقترَحة المعروضة في هذه الدراسة. ولا يمكن المبالغة في أهمية دور هذا المستشار، حيث إنه سيخوض المفاوضات في خلال المرحلة الأولى من تنفيذ الخطة، والتي تُعَد إثباتاً لصحة الفكرة، ومن الضروري أن تنفَّذ هذه المرحلة بشكل صحيح، لتوفير الزخم لمواصلة الخطة ودفع جهود تطوير قطاع الكهرباء.

٩,٢,٧ تنسيق الجهود للتوليد من المخلفات الصلبة

يوصي الاستشاري جميع الأطراف المعنية في اليمن بتنسيق الجهود لإنشاء إطار للاستفادة من المخلفات الصلبة في توليد الكهرباء، خصوصاً في المدن المحدودة جغرافيّاً، حيث تشكل النفايات تحديات للسكان.

٩,٢,٨ مستشار لشؤون نظام التعريفة

يوصي الاستشاري وزارة الكهرباء والطاقة بتعيين مستشار قانوني لوضع نظام تعريفة يدعم الجدوى الاقتصادية للطاقة المتجددة.

٩,٢,٩ إنشاء هيئة للطاقة المتجددة

يوصي الاستشاري بشدة بإنشاء هيئة جديدة تتبع وزارة الكهرباء والطاقة تهدف إلى تشجيع إعداد مشروعات الطاقة المتجددة في البلاد والإشراف عليها. ويرد مزيد من التفاصيل حول ميثاق هذه الهيئة في تقرير المَعلَم الخامس من هذه الدراسة.

٩,٢,١٠ تحديات الاستهلاك دون المرور على العداد

يوصي الاستشاري بإجراء دراسة شاملة تتناول استهلاك الكهرباء دون المرور على العداد في اليمن، وهي ظاهرة تفاقمت في خلال الحرب بسبب الآثار السلبية على قدرات إنفاذ القانون لدى الحكومة اليمنية. وتشكل هذه الظاهرة تحدياً كبيراً لشركات توزيع الكهرباء التي ستنفِّذ خطة الاستثمار المقترحة القائمة على الطاقة المتجددة.

٩,٢,١١ حياد شبكة الكهرباء اليمنية

بعد مناقشات مع أصحاب المصلحة، يوصي الاستشاري بضرورة التأكيد على حيادية الشبكة الكهربائية، من حيث الإنتاج والنقل والتوزيع، باعتبارها بنية تحتية حيوية وبالغة الأهمية لليمن. ويوصي الاستشاري بالتعامل معها على أنها شبكة وطنية موحَّدة تخدم جميع أبناء اليمن في جميع محافظاته، وهو ما يستلزم إنشاء إطار يجمع جميع الجهات ذات الصلة للتنسيق من خلال لجان ملتزمة بتنسيق جميع الأمور الفنية والإدارية والمالية ذات الصلة.

حقوق الطبع والنشر ٢٠٢٤

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)

شارع الستين
ص.ب: ٥٥١ صنعاء ، الجمهورية اليمنية

www.undp.org/yemen

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي هو منظمة الأمم المتحدة الرائدة التي تكافح لإنهاء أنواع الظلم المتمثلة في الفقر وعدم المساواة وتغير المناخ. من خلال العمل مع شبكتنا الواسعة من الخبراء والشركاء في ١٧٠ دولة، نساعد الدول على بناء حلول متكاملة ودائمة للناس والكوكب. اعرف اكثر من خلال زيارة موقعنا الإلكتروني undp.org او تابعنا عبر .UNDP*

كل الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو تخزينه في نظام استرجاع أو نقله بأي شكل أو بأي وسيلة بما في ذلك، النسخ الإلكتروني، أو الميكانيكي، أو نسخ الصور، أو التسجيل دون إذن مسبق من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.