مشروع تحلية ونقل المياه
العقبة- عمان (مشروع الناقل الوطني)

تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لعام 2025

الفصل 5: وصف المشروع

جدول المحتويات

5 **وصف المشروع** 6
5.1 **المقدمة** 6
5.2 **جدول المشروع وتسلسله** 7
5.3 **المرافق الدائمة** 8
5.3.1 **مرافق السحب والتصريف** 8
5.3.1.1 **نظام السحب البحري** 9
5.3.1.2 **نظام التصريف البحري** 10
5.3.1.3 **محطة ضخ السحب** 10
5.3.1.4 **خطوط نقل السحب والتصريف** 11
5.3.2 **محطة تحلية المياه** 11
5.3.2.1 **نظام المعالجة المسبقة** 13
5.3.2.2 **نظام التناضح العكسي (RO)** 14
5.3.2.3 **نظام المعالجة اللاحقة** 15
5.3.2.4 **مرافق معالجة النفايات السائلة والصلبة** 16
5.3.2.5 **جرعات وتخزين المواد الكيميائية** 16
5.3.2.6 **مرافق محطة تحلية المياه** 19
5.3.3 **نظام الناقل** 19
5.3.3.1 **نظرة عامة** 19
5.3.3.2 **أساس تصميم خط أنابيب الناقل** 20
5.3.3.3 **التركيبات فوق الأرض** 22
5.3.3.4 **أساس تصميم الكلورة** 26
5.3.4 **مرفق الطاقة المتجددة** 26
5.3.4.1 **وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية** 26
5.3.4.2 **معدات تحويل الطاقة** 27
5.3.4.3 **أنظمة التحكم والكابلات** 27
5.3.4.4 **محطة فرعية لمرفق الطاقة المتجددة** 27
5.3.4.5 **البنية التحتية المرتبطة والمرافق الداعمة** 28
5.3.5 **المرافق المرتبطة** 28
5.3.5.1 **خطوط النقل الهوائي والمحطات الفرعية** 28
5.3.5.2 **تحسينات على خزانات أبو علندا والمنتزه القائمة** 33
5.4 **البناء** 33
5.4.1 **مرافق السحب والتصريف ومحطة تحلية المياه** 33

5.4.1.1 **أعمال البناء البحرية** 33
5.4.1.2 **بناء محطة ضخ السحب (IPS)** 35
5.4.1.3 **تركيب خطوط انابيب نقل مياه السحب والتصريف** 36
5.4.1.4 **بناء محطة تحلية المياه** 36
5.4.2 **نظام الناقل** 37
5.4.2.1 **أعمال إنشاء خطوط أنابيب الناقل** 37
5.4.2.2 **طرق تركيب تقاطعات خطوط الأنابيب** 41
5.4.2.3 **تركيب نظام الناقل فوق الأرض (AGIs)** 42
5.4.3 **مرافق الطاقة المتجددة** 42
5.4.3.1 **تجهيز الموقع وتركيب محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية** 43
5.4.3.2 **تركيب محطة التحويل والمبنى** 43
5.4.3.3 **أعمال الطرق الداخلية والوصول** 43
5.4.3.4 **معدات البناء والأجهزة، والوصول والمرافق** 44
5.4.4 **خطوط النقل الهوائي والمحطات الفرعية** 44
5.4.4.1 **بناء خطوط النقل الهوائي** 44
5.4.4.2 **بناء المحطات الفرعية** 44
5.4.5 **التشغيل الاولي، بدء التشغيل واكمال البناء** 45
5.4.5.1 **عمليات التشغيل الاولي** 45
5.4.5.2 **تسلسل التشغيل** 45
5.4.6 **إعادة ترميم مواقع البناء** 46
5.4.7 **القوى العاملة خلال مرحلة البناء، ومعسكرات العمال، والخدمات اللوجستية** 46
5.4.7.1 **معسكرات العمال خلال مرحلة البناء** 46
5.4.7.2 **القوى العاملة في مرحلة البناء** 46
5.4.7.3 **لوجستيات إنشاء خط الأنابيب** 48
5.5 **التشغيل** 48
5.5.1 **نظرة عامة** 48
5.5.2 **مرافق السحب والتصريف ومحطة تحلية المياه** 49
5.5.2.1 **نظام السحب** 49
5.5.2.2 **محطة تحلية المياه** 49
5.5.3 **نظام الناقل** 50
5.5.4 **مرافق الطاقة المتجددة** 50
5.6 **إيقاف التشغيل/التفكيك** 50
5.7 **ملخص الانبعاثات المقدرة للمشروع (بما في ذلك غازات الاحتباس الحراري) والمواد والنفايات** 51
5.7.1 **ملخص الانبعاثات المقدرة** 51

5.7.1.1 مرحلة البناء 51
5.7.1.2 مرحلة التشغيل 51
5.7.2 ملخص المواد المقدرة 53
5.7.3 ملخص النفايات والتصريفات 53
5.7.3.1 مرحلة البناء 53
5.7.3.2 مرحلة التشغيل 54
الملاحق 55

قائمة الأشكال

الشكل 5-1 : نظرة عامة على مشروع الناقل الوطني 7
الشكل 5-2 : الجدول الزمني الإرشادي للمشروع 8
الشكل 5-3 : المخطط التوضيحي لمرافق السحب والتصريف ومحطة ضخ السحب IPS 9

قائمة الجداول

الجدول 5-1 : نطاق تصميم المشروع (سحب مياه البحر) 12
الجدول 5-2 : معايير تصميم جودة مياه الشرب للمشروع 12
الجدول5 -3 : المواد الكيميائية لمحطة تحلية المياه، وظيفتها، معدلات تصميم الجرعات وأساس الجرعات 17
الجدول 5-4 : معدلات التدفق التصميمية لخط أنابيب الناقل 20
الجدول 5-5 : أبعاد خط أنابيب الناقل وخصائص التدفق 20
الجدول 5-6 : خصائص المضخات والطلب على الطاقة لكل محطة ضخ 22
الجدول 5-7 : سعات الخزانات وأبعادها 24
الجدول5 -8 : العدد التقديري لأبراج خطوط النقل الهوائي 32
الجدول 5-9 : أحمال الطاقة الكهربائية التشغيلية لمرافق محطة تحلية المياه في مشروع الناقل الوطني 48
الجدول5 -10 : انبعاثات مرحلة البناء لمشروع الناقل الوطني 51
الجدول5 -12 : ملخص كميات المواد السائبة المستخدمة أثناء بناء مشروع الناقل الوطني 53

5 وصف المشروع

5.1 المقدمة

يقدم هذا الفصل وصفًا تقنيًا لمرافق مشروع الناقل الوطني والأنشطة المخطط لها أثناء مرحلتي البناء والعمليات التشغيلية الروتينية وغير الروتينية.

يتضمن القسم 7.5 نظرة عامة على التصريفات والانبعاثات والنفايات المتوقعة المرتبطة بأنشطة المشروع.

ويستند هذا الفصل إلى حالة التصميم الحالية في وقت كتابة هذا التقرير. وتشكل المعلومات الواردة في هذا الفصل الأساس لتقييم الأثر الموضح في الفصول 9-12.

ويشمل تصميم مشروع الناقل الوطني (انظر **Error! Reference source not found.**) ما يلي:

- محطة تحلية مياه البحر باستخدام تقنية التناضح العكسي (SWRO) متصلة بمرافق السحب والتصريف، والتي تشمل البنية التحتية للسحب والتصريف البحري، ومرافق الضخ والنقل.
- نظام نقل للمياه يتألف من خط أنابيب مدفون (بطول 438 كم تقريبًا).
- أربع محطات ضخ (وتشمل محطات التعزيز BPS1 و BPS2 و BPS3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي PS ADC).
- مرفقان لخزانات التنظيم (RGT1 و RGT3) وخزان واحد لكسر الضغط (BPT).
- مرفق للطاقة المتجددة (RE) يتألف من محطة طاقة شمسية كهروضوئية (PV) ومحطة كهربائية فرعية داعمة.

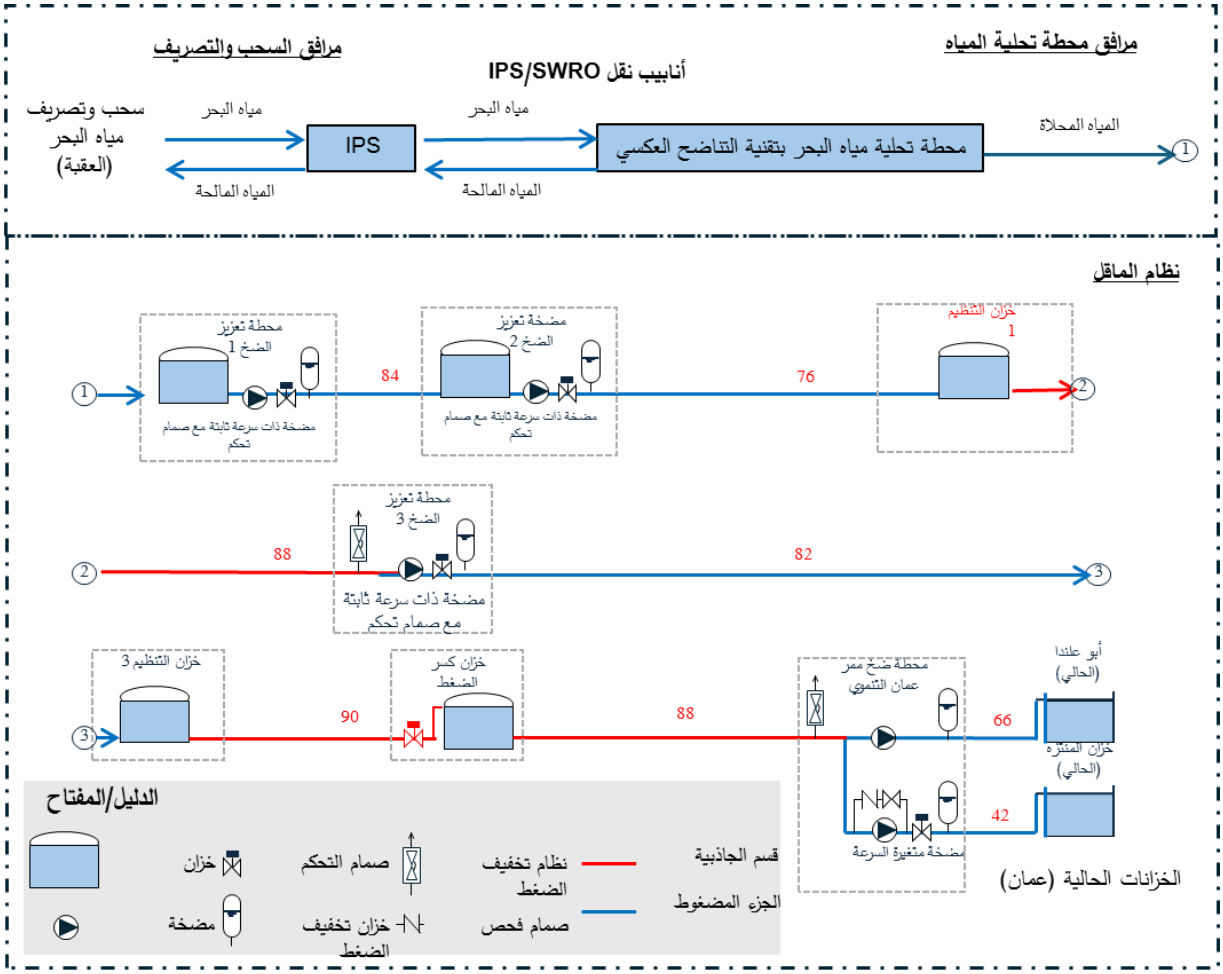
يهدف مرفق الطاقة المتجددة إلى تلبية إجمالي الطلب على الطاقة لمحطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي (SWRO) ومحطات الضخ الواقعة ضمن محافظة العقبة خلال ساعات النهار. وخارج هذه الساعات، ستعتمد المحطة ومحطات الضخ على الكهرباء التي توفرها شركة الكهرباء الوطنية (NEPCO). ستبلغ الطاقة التصميمية لمرفق الطاقة المتجددة حوالي 312 ميجاوات تيار مستمر (281 ميجاوات تيار متناوب)، بما يضمن عدم تجاوز حد الإنبعاثات 3.2 كجم مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل متر مكعب من المياه الموردة.

منذ تقديم دراسة الأثر البيئي والاجتماعي لعام 2022، تم الاتفاق على التغييرات الرئيسية التالية في تصميم مشروع الناقل الوطني، وقد تم عكسها في هذا الفصل وفي تقييمات المرافق اللاحقة:

- تعديل نظام السحب والتصريف البحري من أبراج سحب مزودة بأغطية تحديد السرعة مع خطوط الأنابيب ومخارج التصريف المرتبطة بها، والواقعة جنوب خط الغاز القائم، إلى بحيرة سحب ومخرج تصريف يقعان شمال خط الغاز القائم.
- تعديل موقع محطة التحلية من موقع جديد (Greenfield) في المنطقة الصناعية بالعقبة إلى موقع قائم/ مطور سابقا (Brownfield) في المنطقة الصناعية بالعقبة وبجوار محطة IPS.
- تعديل نظام المعالجة المسبقة لمحطة التحلية من نظام الترشيح الفائق (Ultrafiltration) إلى مرشحات ضغط متعددة الوسائط، مع إدخال نظام معالجة المواد الصلبة.
- تعديل مسار نظام التنظيف في الموقع (CIP) لمحطة التحلية للتخلص من النفايات من أحواض تبخير برية/ساحلية إلى المعالجة والمعادلة قبل التصريف مع رجيع التحلية عبر نظام التصريف البحري.
- تخفيض عدد محطات الضخ التعزيزية في نظام النقل من خمس إلى ثلاث محطات، وتخفيض عدد خزانات التنظيم من ثلاث إلى اثنين.

تمت مناقشة الأساس المنطقي وراء هذه التغييرات التصميمية الرئيسية بمزيد من التفصيل في الفصل الرابع من هذه الدراسة.

الشكل1 : نظرة عامة على مشروع الناقل الوطني



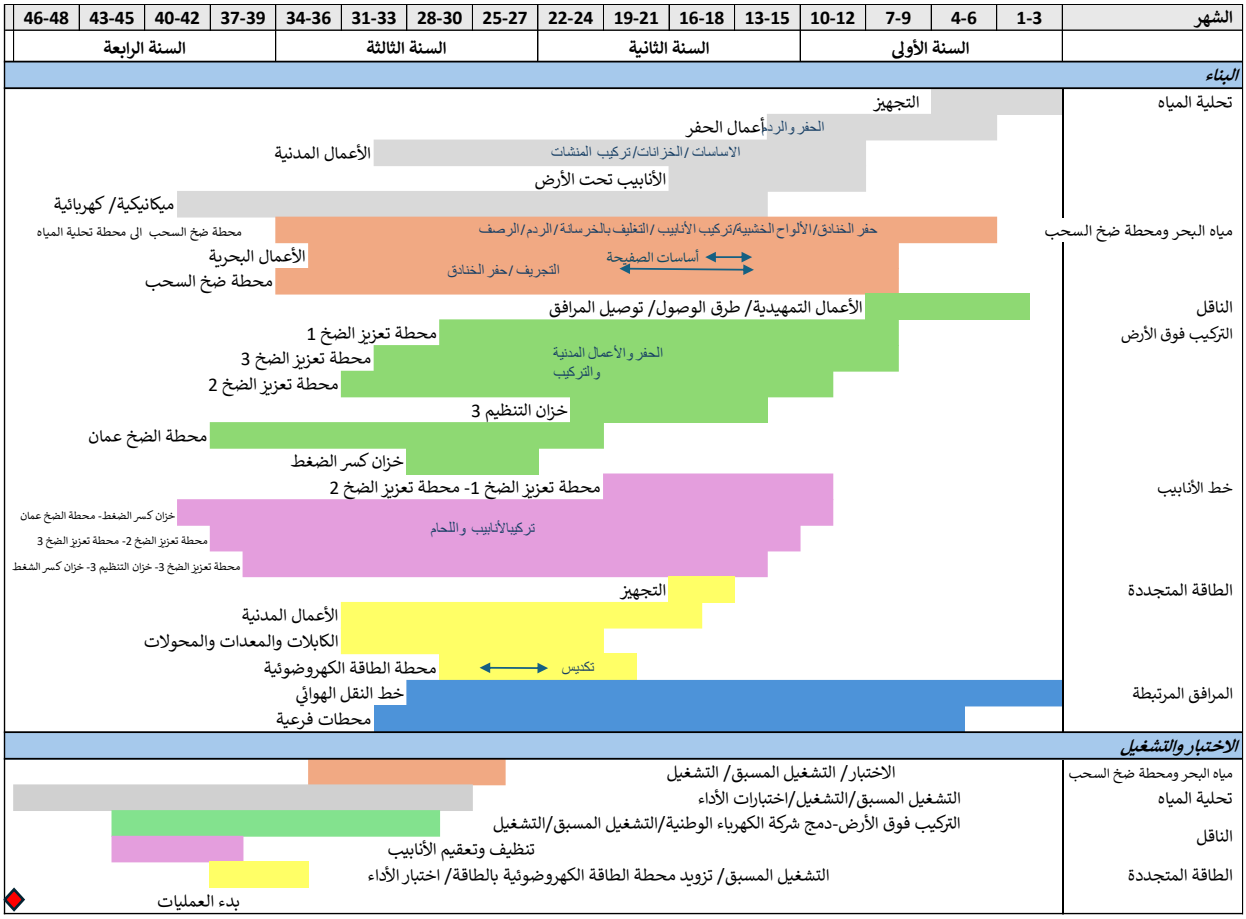
5.2 جدول المشروع وتسلسله

من المتوقع أن يمتد جدول أعمال البناء على مدى 48 شهراً تقريباً، على أن تبدأ أعمال البناء في الربع الثاني من عام 2026، مع التخطيط لاستكمال التشغيل التجريبي النهائي وبدء تشغيل النظام في عام 2030.

تم دمج ومواءمة جدول أعمال إنشاء مشروع الناقل الوطني والأعمال الكهربائية وأعمال النقل (بما في ذلك إنشاء خطوط نقل الكهرباء الهوائية والمحطات الفرعية التي تقع ضمن مسؤولية شركة الكهرباء الوطنية (NEPCO))، وذلك لضمان توفر الطاقة في مرافق المشروع ذات الصلة بما يتماشى مع متطلبات المشروع، وتحديدًا لدعم أنشطة اختبار مرافق المشروع والتشغيل التجريبي وبدء التشغيل.

الجدول الزمني الإرشادي للمشروع موضح في الشكل 5-2.

الشكل1 : الجدول الزمني الإرشادي للمشروع



5.3 المرافق الدائمة

تقدم الأقسام التالية نظرة عامة على المرافق الدائمة للمشروع المرتبطة بما يلي:

- مرافق السحب والتصريف
- محطة تحلية المياه
- نظام الناقل
- مرفق الطاقة المتجددة

تظهر مواقع المرافق الدائمة للمشروع في الفصل 1، الشكل 1.1.

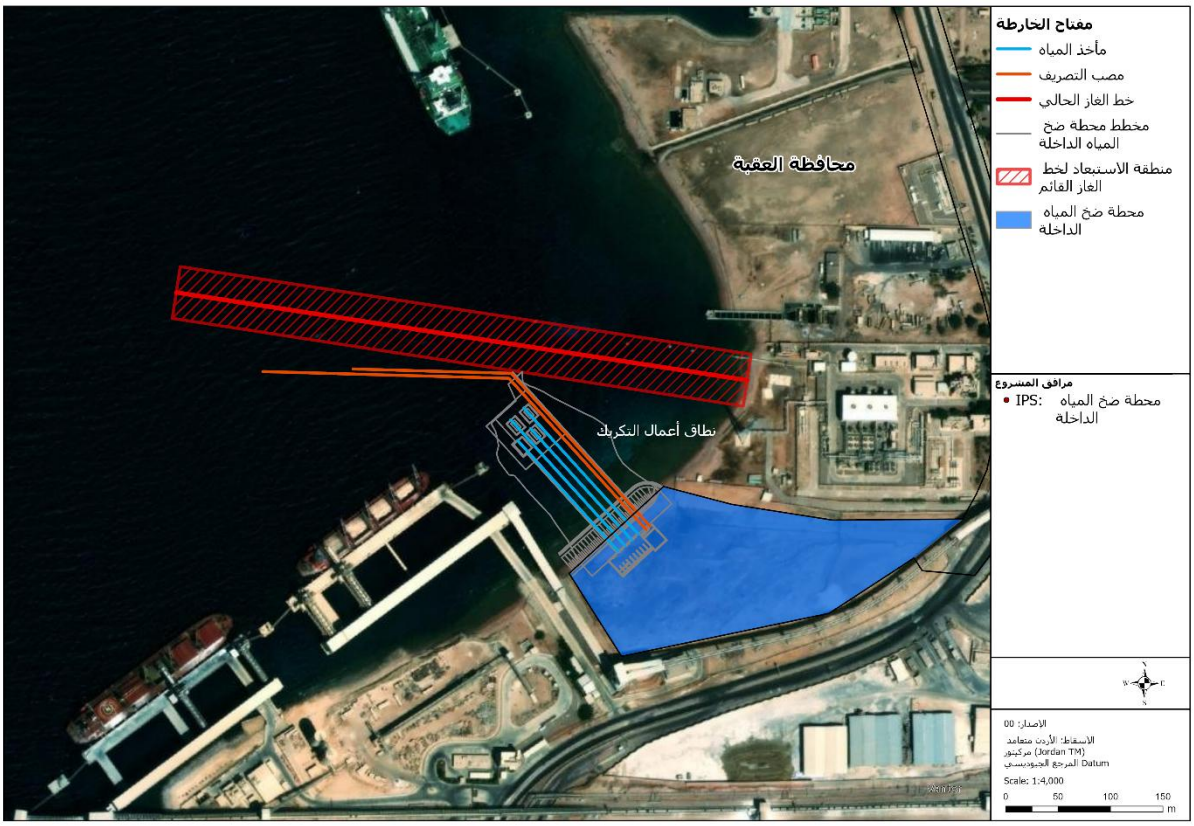
يتضمن القسم **Error! Reference source not found.** وصفًا للمرافق المرتبطة بالمشروع.

5.3.1 مرافق السحب والتصريف

تتألف مرافق السحب والتصريف من بحيرة سحب بحرية، ومنشأة تصريف وموزّع (Diffuser)، ومحطة ضخ السحب (IPS)، إضافة إلى خطوط أنابيب نقل مياه البحر والتصريف الممتدة بين محطة ضخ السحب ومحطة تحلية المياه. وقد تم تصميم هذه المرافق

لاستخراج ونقل مياه البحر من خليج العقبة إلى محطة تحلية المياه التابعة للمشروع، وكذلك لتصريف السوائل المعالجة إلى البيئة البحرية. ويظهر المخطط التوضيحي لمرافق السحب والتصريف ومحطة ضخ السحب (IPS) فيالشكل1 .

الشكل1 : المخطط التوضيحي لمرافق السحب والتصريف ومحطة ضخ السحب IPS



تم تصميم النظام لتلبية مواصفات التدفق التالية:

- السحب:
  - 78,480 م^3 /ساعة (بناءً على 100% من سعة محطة تحلية المياه)
  - 89,496 م^3 /ساعة (الحد الأقصى[1])
- التصريف:
  - 53,330 م^3 /ساعة (بناءً على 100٪ من سعة محطة تحلية المياه)
  - 85,946 م^3 /ساعة (الحد الأقصى)
  - 42,120 م^3 /ساعة (المعدل اليومي)

5.3.1.1 نظام السحب البحري

يتكون نظام السحب البحري من بحيرة سحب مزودة بحاجز بحري يمتد لمسافة 10 أمتار من خط الساحل الحالي، إضافةً إلى فتحة سحب متصلة بمحطة ضخ السحب المجاورة (IPS). وقد جُهزت فتحة السحب بشبكة أولية خشنة بفتحات قياس 50 مم لمنع دخول

[1] تتعلق القيم القصوى بقدرات السعة المخصصة لأغراض اختبار الأداء وأنشطة الصيانة حيث من المتوقع أن تكون التدفقات أعلى مما هي عليه خلال عمليات التشغيل الروتينية.

الحطام الكبير والكائنات البحرية، تليها شبكة دقيقة بفتحات قياس 5 مم لإزالة بقايا الحطام المتبقية. كما تم تزويد الشبكة الخشنة بجهاز استعادة الأسماك، والذي يعمل على استرجاع الأسماك والكائنات البحرية الأخرى وإعادتها إلى البحر.

وسيتم تعزيز نظام السحب باستخدام نظام ستارة الفقاعات، والموجود عند مدخل البحيرة. ويعتمد هذا النظام على استخدام هواء مضغوط يتم نشره عبر أنابيب خطية لتكوين حاجز من الفقاعات، يعمل على الحد من ومنع دخول قناديل البحر، والملوثات النفطية، وتراكم الطحالب، وتركيزات الرواسب العالقة، وبرقات الكائنات البحرية العالقة (العوالق). ويُعد هذا النظام فعالًا بشكل عام عند سرعات تيارات بحرية تصل إلى 6 م/ث. كما يتضمن التصميم الحالي حاجزًا عائمًا لاحتواء الزيوت ممتدًا عبر بحيرة السحب، وذلك لمنع أي تلوث محتمل في حال حدوث تسربات نفطية ناتجة عن أطراف ثالثة في البيئة البحرية.

5.3.1.2 نظام التصريف البحري

يتكون نظام التصريف البحري من خط تصريف واحد مزوّد بموزّع متعدد المنافذ تحت سطح البحر، حيث يتم وضع خط الأنابيب مبدئيًا داخل خندق، ثم يمتد على قاع البحر، ويتم تثبيته باستخدام حلقات تثقيل خرسانية متباعدة بمسافة 5 أمتار. وعند خط الساحل، تم تصميم خط أنابيب التصريف بحيث يتصل بغرفة تبديد الطاقة في محطة ضخ السحب (IPS) بهدف تقليل سرعة التدفق.

أنبوب التصريف البحري

يتضمن التصميم الحالي خط تصريف واحد يعمل بالجاذبية ومصنوع من مادة HDPE/GRP، ويبلغ القطر الخارجي له حوالي 3000 مم. ونظرًا لارتفاع نسبة الملوحة في مياه التصريف الملحي (Brine)، فمن غير المتوقع أن يتعرض خط التصريف إلى التلوث البحري بواسطة الأصداف أو القشريات البحرية.

موزّع التصريف

يهدف موزّع التصريف، المثبّت في نهاية خط التصريف، إلى تحسين كفاءة تخفيف المياه السائلة المصرفة داخل جسم استقبال مياه البحر. ويتألف التصميم الأولي الحالي للموزّع، المصنوع من مواد HDPE / GRP، من ثمانية أنابيب صاعدة يبلغ قطر كل منها 290 مم. وقد تم تجهيز الأنابيب الصاعدة بفتحات مزدوجة متباعدة بمسافة 17.4 مترًا على طول الموزّع، وموجّهة رأسيًا بزاوية 60 درجة. وسيتم تركيب الموزّع على أعماق مائية تتراوح بين –50 مترًا إلى –80 مترًا عن مستوى سطح البحر المتوسط (MSL)، وقد تم تصميمه للحفاظ على معدل تدفق تصريف يبلغ 11.7 م³/ثانية، استنادًا إلى متوسط معدلات التدفق.

5.3.1.3 محطة ضخ السحب

مرافق السحب في محطة ضخ السحب

سيتم استقبال مياه البحر في محطة ضخ السحب (IPS) عبر غرفة سحب، ثم سيتم توجيه مياه البحر إلى تسع قنوات سحب منفصلة، ترتبط كل قناة منها بمضخة مقابلة في الجهة العلوية.

وسيتم تجهيز محطة ضخ السحب بثماني مضخات تشغيلية ومضخة إضافية واحدة احتياطية. ومن بين المضخات التشغيلية الثماني، تم تزويد مضختين بمحركات ذات سرعة متغيرة (VSD) لضبط سرعات الضخ بدقة، استجابةً لتغير الطلب على المياه من محطة تحلية المياه. وتبلغ سعة كل مضخة 9,900 متر مكعب/ساعة، حيث تتصل أربعة خطوط تصريف للمضخات بخط تجميع رئيسي.

يتم إرسال مياه البحر من هذا الخط إلى محطة تحلية المياه لتوفير مياه التغذية عبر خطي نقل مياه بحر بقطر 2.3 متر لكل خط.

تم تصميم مرافق السحب لتضمين أنظمة جرعات كيميائية عند مخرج محطة الضخ، وذلك للتحكم في التلوث الحيوي داخل محطة ضخ السحب وخطوط النقل. ومن المخطط تنفيذ عمليات الجرعات لمدة 4 ساعات كل 6 أشهر لكل خط نقل مياه بحر. وتشمل المواد الكيميائية المستخدمة في الجرعات ما يلي:

- حمض الكبريتيك – الجرعة القصوى 20 مجم/لتر.
- هيبوكلوريت الصوديوم – الجرعة القصوى 10 مجم/لتر.

مرافق التصريف في محطة ضخ السحب

سيتم نقل السوائل المعالجة من محطة تحلية المياه إلى غرفة تبديد طاقة التصريف في محطة ضخ السحب عبر خط نقل التصريف القادم من محطة تحلية المياه، ومن ثم يتم تصريفها إلى البحر عبر موزّع التصريف البحري.

المرافق في محطة ضخ السحب

تشمل المرافق في محطة ضخ السحب ما يلي:

- غرفة حراسة
- مكاتب
- مرافق الصيانة
- مبنى كهربائي لإيواء المفاتيح الكهربائية وأنظمة التحكم، بما في ذلك أجهزة القياس لمراقبة معدلات التدفق ومعايير جودة المياه
- أنظمة مستقلة لمياه الشرب ومياه الخدمة ومعالجة مياه الصرف الصحي

سيتم توفير إمدادات طاقة بقدرة 11 كيلو فولت من محطة فرعية جديدة (سيتم إنشاؤها وتشغيلها تحت مسؤولية شركة الكهرباء الوطنية)، وتقع داخل حدود موقع محطة ضخ السحب.

5.3.1.4 خطوط نقل السحب والتصريف

سيتم إنشاء خطي نقل لمياه البحر مدفونين بطول يقارب 1 كم لكل خط، إضافة إلى خط نقل تصريف واحد بطول يقارب 1 كم، مصنوعين من مواد HDPE أو GRP. وستتبع خطوط النقل بشكل رئيسي مسار طريق الموانئ السريع، مع عبورها لعدد من المرافق القائمة، بما في ذلك خطوط الأنابيب الموجودة في محيط موقع محطة ضخ السحب وموقع محطة تحلية المياه، وخط أنابيب الغاز الخاص بمحطة ضغط الغاز في العقبة، إضافة إلى طريق قائم ونفق طريق أسفل الطريق السريع المجاور مباشرة لموقع محطة تحلية المياه (انظر الفصل 1 الشكل 1-1). وعند تقاطعات الطرق، سيتم تغليف خطوط الأنابيب بالخرسانة المسلحة لحمايتها من الأحمال الإضافية.

5.3.2 محطة تحلية المياه

تم تصميم محطة تحلية مياه البحر باستخدام تقنية التناضح العكسي (SWRO) لإنتاج ما يصل إلى 300 مليون متر مكعب (MCM) سنويًا من المياه الصالحة للشرب المعالجة، وبمعدلات استرداد إجمالية للمحطة[2] تتراوح بين 42٪ و 47٪. كما تم تصميم النظام لتلبية معدلات الإنتاج اليومية القصوى والذنيا البالغة 0.847 مليون متر مكعب في اليوم و 0.411 مليون متر مكعب في اليوم، على التوالي، ومعدل إنتاج ساعي أقصى يبلغ 35,476 متر مكعب/ ساعة.

سيتم تزويد محطة تحلية المياه بمياه البحر عبر خط نقل مياه البحر القادم من مرافق السحب.

تتكون محطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي (SWRO) من الأنظمة والمرافق التالية:

- نظام المعالجة المسبقة:
  - التخثر
  - نظام الترشيح بالوسائط الحبيبية (مرشحات مضغوطة ثنائية الوسائط أحادية المرحلة (DMPF))
  - نظام الغسيل العكسي
  - مرشحات خرطوشة
- نظام التناضح العكسي:
  - نظام تناضح عكسي أحادي الممر
  - نظام استعادة الطاقة
  - نظام التنظيف في الموقع (CIP)، ونظام الشطف والمعادلة
- نظام المعالجة اللاحقة:
  - أنظمة إعادة التمعدن والتعقيم

[2] يُعرّف معدل الاسترداد بأنه نسبة المياه الصالحة للشرب المستردة من إجمالي حجم مياه البحر التي يتم تغذيتها إلى محطة تحلية المياه

- نظام معالجة المواد الصلبة
- نظام المواد الكيميائية
- أنظمة المرافق والخدمات:
  - معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية
  - منطقة/أنظمة تخزين المواد الكيميائية السائبة
  - أنظمة القياس والتحكم
  - مباني الإدارة والصيانة

تم تصميم محطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي SWRO لتحقيق نسبة توافر سنوية تبلغ 98٪، مما يعني أن المحطة مصممة بحيث تسمح بفترة توقف سنوية بنسبة 2٪. ولتحقيق ذلك، تتضمن المحطة عناصر تكرار (Redundancy) في التصميم من خلال تركيب وحدات احتياطية للمعدات الحيوية (مثل المضخات والأغشية والمحولات).

كما تم تصميم محطة تحلية المياه لمعالجة مياه البحر وفقًا لمعايير "نطاق التصميم" المحددة. وقد تم اختيار هذه المعايير لتلائم التغيرات المتوقعة في جودة مياه البحر عند نقطة السحب البحري، والتي قد تؤثر على أنظمة المحطة وأدائها (راجع الجدول 5-1).

الجدول*1* : نطاق تصميم المشروع (سحب مياه البحر)

المعلمة	الوحدة	القيمة
درجة الحرارة	درجة مئوية	30 - 20
إجمالي المواد الصلبة الذائبة (**TDS**)	مليغرام/لتر	43 - 40
إجمالي المواد الصلبة العالقة (**TSS**)	مليغرام/لتر	< 10 (96٪ من الوقت) بين 10 و20 (بإجمالي تراكمي قدره أسبوعان سنويًا) بين 20 و50 (بإجمالي تراكمي قدره 24 ساعة سنويًا)
العكورة (اختياري)	وحدة العكورة (NTU)	< 5 (96٪ من الوقت) بين 5 و10 (بإجمالي تراكمي قدره أسبوعان سنويًا) بين 10 و20 (بإجمالي تراكمي قدره 24 ساعة سنويًا)
إجمالي الكربون العضوي (**TOC**)	مليغرام/لتر	3 >
مؤشر كثافة الترسب (**$SDI_{75\%}$**)	٪/دقيقة	50 >
الكلوروفيل-أ	ميكروغرام/لتر	2.5 >
الزيوت والشحوم المستحلبة	مليغرام/لتر	< 0.5 (مرشحات ضغط ثنائية الوسائط)
الرقم الهيدروجيني	-	8.5 – 8.0

تم تصميم المحطة لإنتاج مياه صالحة للشرب تتوافق مع معايير جودة المياه الخاصة بالمشروع، كما هو موضح في الجدول 5-2.

الجدول*2* : معايير تصميم جودة مياه الشرب للمشروع

المعلمة	متطلبات جودة المياه
العكورة	< 2 وحدة عكورة (NTU) بنسبة 100٪ من الوقت، و< 1 وحدة عكورة (NTU) بنسبة 90٪ من الوقت
الرقم الهيدروجيني	7.8 < درجة الحموضة < 8.5
إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS)	< 500 مجم/لتر
الصلابة الكلية	< 300 مجم/لتر

المعلمة	متطلبات جودة المياه
كلوريد	< 300 مجم/لتر
مستوى الكلور المتبقي في نقاط التسليم والتحويلات	1.0 – 1.5 مجم/لتر
بروميد	≥ 1.5 مجم/لتر
الكالسيوم	40 مجم/لتر ك CaCO3
القلوية الكلية	0 - 80 مجم/لتر ك CaCO3
مؤشر تشبع لانجلييه (LSI)	< 0.5

5.3.2.1 نظام المعالجة المسبقة

تتمثل وظيفة نظام المعالجة المسبقة في ضمان أن مياه البحر الخام المزوَّدة إلى محطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي (SWRO) لا تتسبب في أي ضرر أو مستويات مرتفعة غير طبيعية من الترسّب أو التكلّس على أغشية التناضح العكسي، وكذلك في خفض تركيز المواد الصلبة العالقة والأحمال الجزيئية لتلبية المواصفات المطلوبة عند مدخل نظام التناضح العكسي[3]. ولتحقيق ذلك، يدمج نظام المعالجة المسبقة عدة عمليات رئيسية مثل التخثير، والترشيح، والتعقيم، والجرعات الكيميائية لضبط نوعية المياه المغذية بشكل فعّال.

التخثير

يتضمن التخثير خطوة معالجة كيميائية مسبقة تجمع الجزيئات الصغيرة بما في ذلك المواد العضوية المذابة في مياه البحر بحيث يمكن إزالتها عن طريق الترشيح. وتشمل المواد الكيميائية المخطط إضافتها إلى مياه التغذية عند مدخل نظام المعالجة المسبقة ما يلي:

- كلوريد الحديد (مادة التخثير)، وهو مركب غير عضوي بالصيغة $FeCl_3$، يتفاعل مع الماء لتكوين هيدروكسيد الحديد الذي يجذب المواد الصلبة العالقة والمواد العضوية. وسيبقى مع المياه المعالجة ومياه الغسيل العكسي.
- PolyDADMAC (عامل مساعد للتخثير)، وهو بوليمر يستخدم كمادة ملبِّدة لزيادة كثافة الكتل المترسبة ببطء (المواد الصلبة المتجمعة بشكل فضفاض والمعلقة في مياه البحر) وتعزيز تماسكها حتى لا تتفكك أثناء المعالجة الاولية. وسيبقى عامل التلبيد مع الجسيمات المتخثرة.

نظام المرشحات المضغوطة ثنائية الوسائط (DMPF)

يتم توجيه المياه المغذية، تحت الضغط، عبر نظام المرشح المضغوط ثنائي الوسط (DMPF) والذي يتكون من وحدات من الوسائط الحبيبية مثل الرمل. وقد صممت وحدات DMPF للعمل في دورات تشغيلية.

تُجرى عمليات الغسيل العكسي لكل وحدة بشكل دوري باستخدام مضخات غسيل مخصصة لإزالة المواد الصلبة المتراكمة في وسائط الترشيح باستخدام مزيج من التنظيف بالهواء (عبر نظام منفاخ منخفض الضغط) والتدفق العكسي للمحلول الملحي. يشتمل نظام المعالجة المسبقة على 64 وحدة DMPF في المجموع، مع وجود وحدتين على الأقل إما في عملية الغسيل أو الصيانة في أي وقت. تم تصميم نظام DMPF ليقوم بعمليتي غسيل عكسي كحد أقصى في اليوم، باستخدام محلول ملحي "من الدرجة الأولى" من نظام التناضح العكسي، يتم تخزينه في خزان مياه غسيل عكسي DMPF مخصص. يتم تحديد تكرار الغسيل العكسي حسب مستويات المواد الصلبة العالقة وحمولة الجسيمات في مياه الدخول. وتحتوي مياه الصرف الناتجة عن الغسيل العكسي خلال دورة الغسيل على مواد صلبة عالقة وحديد من مادة التخثير. ويتم توجيه مياه الغسيل العكسي إلى نظام معالجة المواد الصلبة.

مرشحات الكارتريدج

بعد المعالجة داخل وحدات DMPF، يتم إرسال المياه المعالجة إلى مجموعات من المرشحات الكرتونية (الكارتريدج) لإزالة الجسيمات التي يبلغ حجمها 5 ميكرومتر أو أكثر. تعمل هذه الخطوة كحاجز أخير ضد المواد الصلبة العالقة من أجل تجنب التلوث والتلف المحتمل لأغشية التناضح العكسي. ويجب أن تفي المياه المعالجة مسبقًا بعد المرشحات الكرتونية بحد عكورة أقل من 1 وحدة عكورة

[3] الترسّب (Fouling) هو تراكم مواد غير مرغوب فيها على الأغشية أو الأسطح الأخرى. ويمكن أن يشمل هذا التراكم مواد غروية، ومواد عضوية، ومعادن، و/أو تكوّن غشاء حيوي ناتج عن مزيج من الكائنات الدقيقة والمواد العضوية. أما التكلّس (Scaling) فهو نوع من الترسّب ناتج عن ترسّب الأملاح الصلبة والأكاسيد والهيدروكسيدات، مثل كربونات الكالسيوم.

(NTU). وسيتم تركيب ما مجموعه 15 وحدة (بالإضافة إلى وحدة واحدة احتياطية) من علب المرشحات الكرتونية، والتي تضم كل وحدة 950 عنصر ترشيح، بطول 70 بوصة لكل عنصر.

5.3.2.2 نظام التناضح العكسي (RO)

تم تصميم نظام التناضح العكسي (RO) للمرور الأول ليشمل 24 رفًا مستقلًا، يستوعب كل رف 400 وعاء ضغط. ويتيح هذا التكوين أن يكون أحد الرفوف في وضع الاستعداد النشط لضمان استمرارية التشغيل دون انقطاع في حالة تعطل أحد الرفوف أو أثناء تنفيذ إجراءات التنظيف في الموقع (CIP). ويحتوي كل وعاء ضغط على سبعة أغشية من نوع SW ملفوفة حلزونيًا بقطر 8 بوصات، مما يوفر مساحة سطح غشاء تبلغ 440 قدمًا مربعًا لكل عنصر.

مضخات الضغط العالي

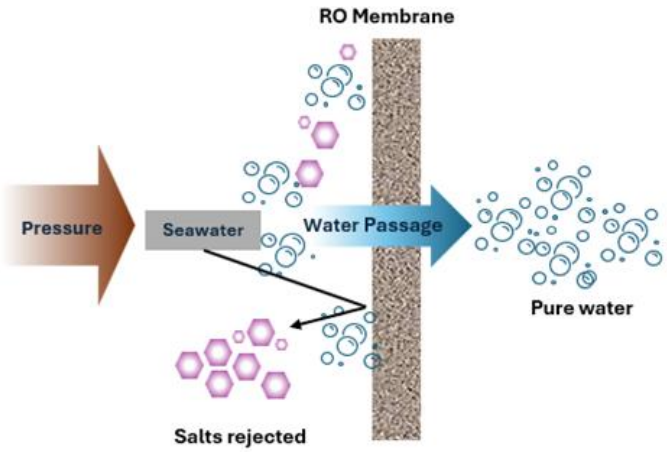
يتم تزويد أغشية التناضح العكسي (RO) بمياه التغذية باستخدام مضخات الضغط العالي (HPPs). ويتضمن التصميم مجموعتين من ثماني مضخات ضغط عالٍ، بالإضافة إلى وحدة واحدة احتياطية، بحيث توفر كل مجموعة سعة تبلغ حوالي 4,516 متر مكعب في الساعة (م^3 /ساعة). ويمكن ترتيبها إما في شكل "جزيرة مضخات" مع رؤوس سحب وتصريف مشتركة، أو كمضخات مخصصة لكل خط من خطوط تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي (SWRO). وفي حين أن مضخات الضغط العالي نفسها غير مزودة بمحركات متغيرة السرعة (VSDs)، فإن مضخات التعزيز المرتبطة بها تشتمل على محركات ذات تردد متغير (VFDs) لتحسين الكفاءة.

أغشية التناضح العكسي

الغرض من نظام التناضح العكسي هو إزالة الأملاح المذابة، بما في ذلك الصوديوم والكلوريد والكبريتات والبروميد والبورون والمكونات الأخرى في مياه البحر. تمر مياه البحر المضغوطة، التي تغذيها محطات الضخ العالية الضغط، عبر أغشية التناضح العكسي، الذي يحتفظ بمعظم الأملاح على شكل محلول ملحي على جانب التغذية، بينما يتم إرسال المياه المتخللة إلى مرافق المعالجة اللاحقة (انظر القسم **Error! Reference source not found.** أدناه). ويؤدي تطبيق الضغط على مياه البحر المفلترة إلى دفعها عبر أغشية التناضح العكسي شبه المنفذة لإنتاج مياه عذبة ذات محتوى ملحي منخفض جدًا (انظر الشكل5.3 -).

تم تصميم نظام التناضح العكسي (RO) بشكل عام للحفاظ على معدلات إنتاج المياه النافذة مع توقف أحد المنزلقات (Skid) عن العمل من أجل التنظيف في الموقع (CIP) أو الصيانة. كما تم تصميم تدفق التناضح العكسي (RO) (أي المعدل الذي يمر به الماء المعالج عبر غشاء التناضح العكسي) للمرور الأول بمعدل متوسط يبلغ 13 لتر/ساعة/متر مربع.

الشكل5.3 -4 : رسم توضيحي لمبدأ التناضح العكسي



يتم توجيه المحلول الملحي من نظام التناضح العكسي إلى خزان غسل المحلول الملحي، والذي تم تصميمه ليفيض إلى مرافق التصريف. ويوفر خزان غسل المحلول الملحي إمدادات المياه لغسل وسائط الترشيح في نظام المعالجة المسبقة (راجع القسم5.3.2.1 أعلاه). كما سيتم إرسال المياه النافذة من نظام التناضح العكسي إلى نظام المعالجة اللاحقة لإعادة التمعدن، وإلى خزاني النفاذ الجانبيين. ويبلغ حجم كل خزان 2300 متر مكعب، ويضمن توفير إمدادًا ثابتًا بمياه النفاذ لاستخدامها في المياه الخدمية، وأعمال الغسل، والاستخدامات الأخرى.

أجهزة استعادة الطاقة

يمكن أن يحتوي محلول التناضح العكسي عالي الضغط المُحتفظ به على أكثر من نصف الطاقة المُرسلة إلى تغذية التناضح العكسي؛ ولذلك، تُتيح أجهزة استعادة الطاقة (ERDs) تقليلًا كبيرًا في حجم وقدرة مضخات الضغط العالي المطلوبة. وقد صُممت محطة تحلية المياه لتوجيه محلول التناضح العكسي عالي الضغط إلى أجهزة استعادة طاقة من النوع المتساوي الضغط، بعدد 19 جهازًا لكل رف، وبكفاءة عالية لاستعادة الطاقة تبلغ حوالي 97%. كما تُستخدم مضخة تعزيز متغيرة السرعة (VSD) أسفل مخرج أجهزة استعادة الطاقة (ERDs) لزيادة ضغط مياه البحر المُغذية إلى غشاء التناضح العكسي.

أنظمة التنظيف في الموقع (CIP) والغسل والمعادلة

تم تصميم نظام التناضح العكسي بحيث تتم صيانته بشكل دوري عن طريق إجراء تنظيف كيميائي لأغشية التناضح العكسي في الموقع دون الحاجة إلى تفكيكها. وتختلف محاليل التنظيف الكيميائي في الموقع CIP في مستوى الأس الهيدروجيني، اعتمادًا على نوع ومستوى التلوث على الأغشية. ويتكون نظام CIP من مضختين CIP مخصصتين للتنظيف في الموقع، وخزان خلط/إعادة تدوير، ونظام ترشيح ونقاط جرعات كيميائية وأجهزة قياس مرتبطة بها. و يتم تسخين محلول التنظيف الكيميائي (إلى درجة حرارة تتراوح بين 30 و 35 درجة مئوية (°)) وتدويره عبر أغشية التناضح العكسي لإزالة التلوث والمواد الصلبة المتراكمة. كما تؤدي مرشحات الخرطوشة وظيفة مزدوجة، حيث تعد جزء لا يتجزأ من نظام CIP بينما تعمل أيضًا كنظام محلي لمعالجة المواد الصلبة لالتقاط المواد الصلبة الموجودة في محلول التنظيف. يعتمد التصميم على وتيرة متوقعة للتنظيف الكيميائي بنظام CIP تبلغ خمس مرات سنويًا لكل رف، وبكميات تشغيلية تبلغ 300 متر مكعب لكل دفعة، وذلك على النحو التالي:

- عملية تنظيف واحدة باستخدام حمض الستريك.
- عمليتا تنظيف باستخدام مبيد حيوي DBNPA
- عمليتا تنظيف باستخدام الصودا الكاوية

بمجرد انتهاء دورة التنظيف في الموقع (التي تستغرق عادةً حوالي 8-24 ساعة)، يتم معادلة محلول التنظيف المستهلك في خزان معادلة مخصص على النحو التالي:

- ضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف المستهلك إلى مستوى متعادل يقارب pH 7 – 9.
- معادلة مبيد الجراثيم DBNPA باستخدام ثاني كبريتات الصوديوم (SBS).

وبعد الانتهاء من دورة التنظيف، سيتم غسل نظام التناضح العكسي(RO) باستخدام المياه النافذة (RO permeate) لإزالة أي بقايا من المواد الكيميائية المستخدمة في عملية التنظيف.

وبالإضافة إلى المواد الكيميائية التي سيتم استخدامها للتنظيف المتقطع CIP والمعادلة، يتضمن تصميم نظام التناضح العكسي (RO) أيضًا توفير استخدام مضاد الترسبات لتقليل تراكم الترسبات على أغشية التناضح العكسي، والذي يتم توفيره لتقليل أي مؤكسدات متبقية في مياه تغذية البحر التي يمكن أن تتلف أغشية التناضح العكسي. يقدم القسم 5.2.3.5 أدناه نظرة عامة على المواد الكيميائية والجرعة التصميمية وأساس الجرعات المتوقع استخدامها في عملية معالجة التناضح العكسي.

5.3.2.3 نظام المعالجة اللاحقة

من أجل تلبية معايير جودة المياه الصالحة للشرب الخاصة بالمشروع (راجع الجدول 5-2)، ومن اجل منع التآكل داخل شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب وحماية أنابيب نقل المياه الصالحة للشرب من النمو البيولوجي، يشمل نظام المعالجة اللاحقة إعادة تمعدن المياه النافذة من نظام التناضح العكسي (RO) وتعديل الرقم الهيدروجيني (pH)، والتطهير.

إعادة التمعدن

يتم توجيه جزء من إجمالي تدفق المياه النافذة إلى مرشحات الكالسيت. وقبل دخول مرشحات الكالسيت، تقوم المضخات بإعادة تدوير جزء من المياه النفاذة مع ثاني أكسيد الكربون الذي يتم إدخاله عند مدخل مرشح الكالسيت.

حيث تضم المنشأة ما مجموعه 16 مرشحًا من الكالسيت. أثناء التشغيل، تعمل على تذويب مادة الحجر الجيري في الماء، مما يؤدي إلى زيادة القلوية والصلابة. ومن اجل الحفاظ على كفاءة الترشيح، تتم إدارة إعادة تعبئة الحجر الجيري من خلال نظام تعبئة متقطع. ويتم الحفاظ على طبقة الكالسيت داخل كل مرشح على ارتفاع يتراوح بين 3.7 و4.1 متر تقريبًا. وقد تم تصميم النظام لتحقيق زمن تلامس مدته 15 دقيقة مع دورة غسيل عكسي، باستخدام المياه المعاد تمعدنها، لغسل المرشحات لمدة 40 دقيقة تقريبًا.

تعديل الرقم الهيدروجيني والتطهير

بعد مرشحات الكالسيت، تتم معالجة المياه المعاد تمعدنها باستخدام الصودا الكاوية (Caustic Soda) لضبط الرقم الهيدروجيني إلى المستوى الذي يلبي مؤشر تشبع لانجلييه المطلوب (درجة تشبع كربونات الكالسيوم في الماء). ولتحقيق تركيز الكلور المستهدف في المياه المحلاة، والبالغ 1.0 إلى 1.5 مجم/لتر ، يتم حقن غاز الكلور قبل توجيه المياه المحلاة إلى مرافق نظام النقل.

5.3.2.4 مرافق معالجة النفايات السائلة والصلبة

نظام معالجة المواد الصلبة

تم تصميم نظام معالجة المواد الصلبة لإزالة ما يصل إلى 90٪ من المواد الصلبة الواردة مع مياه الغسيل العكسي لنظام DMPF في مرحلة المعالجة المسبقة.

يتم تجميع المياه الناتجة عن الغسيل العكسي في خزان خلط المياه الخرساني ثم يتم توجيهها إلى خزان ترسيب رقائقي لتكثيفها. ثم يتم نقل الحمأة الناتجة إلى خزان الحمأة المكثفة. ثم يتم تجفيف الحمأة المكثفة ميكانيكيًا باستخدام أجهزة الطرد المركزي. ويمكن إضافة مواد التخثر مثل البوليمرات أو كلوريد الحديد عند مداخل نظام التكثيف أو التجفيف، إذا لزم الأمر. وسيتم توجيه السوائل المستردة (المعروفة باسم "السوائل الطافية") من عملية التكثيف إلى خزان المعادلة تمهيدًا لتصريفها عبر مرافق التصريف البحري. ثم يتم إعادة تدوير النفايات السائلة من نظام التجفيف بالطرد المركزي النهائي (الذي يشار إليه غالبًا باسم المياه المركزية) إلى خزان خلط المياه العادمة المعالجة في نظام معالجة المواد الصلبة لمزيد من التكثيف. وقد تم تصميم عملية التجفيف النهائية للحصول على كعكة حمأة بنسبة مواد صلبة جافة لا تقل عن ≥ 20٪ من الوزن. حيث أنه من المقدر أن يتم إنتاج حوالي 12 طنًا يوميًا من الحمأة (ككعكة حمأة) للتخلص منها خارج الموقع.

النفايات السائلة إلى مصب التصريف

تشمل المياه العادمة المعالجة التي يتم إرسالها إلى خزان التوازن ثم تصريفها من الخزان إلى مرافق التصريف ما يلي:

- محلول ملحي RO بما في ذلك الفائض من خزان الغسيل العكسي للمحلول الملحي ومياه الغسل.
- السائل الطافي من نظام معالجة المواد الصلبة والتكثيف والتجفيف.
- المياه العادمة المعالجة المتقطعة من نظام الترشيح CIP.
- مياه الغسيل العكسي لمرشحات الحجر الجيري في نظام المعالجة اللاحقة

يقدر معدل تدفق المياه العادمة المعالجة المرسلة إلى مرافق التصريف بحوالي 42120 متر مكعب/ الساعة بناءً على متوسط يومي مع زيادة في الملوحة تبلغ +34.8 psu وارتفاع في درجة الحرارة بمقدار +1 درجة مئوية. أثناء عمليات التنظيف المكثف (CIP). كما ويتكون متوسط التدفق اليومي الإجمالي للمياه العادمة المعالجة المرسلة إلى مرافق التصريف من حوالي 95.3٪ من محلول ملحي RO و4.7٪ من الطبقة الطافية و0.4٪ من المياه العادمة المعالجة بنظام تنظيف CIP.

5.3.2.5 جرعات وتخزين المواد الكيميائية

الجدول5.3 -3 أدناه، والذي يقدم نظرة عامة على نقاط الحقن والوظيفة ومعدلات الجرعات المخططة وأساس الجرعات. وسيتم تخزين معظم المواد الكيميائية على شكل سائل أو جاف مع استخدام مياه الخدمة لتجميع (تحضير للاستخدام) المواد الكيميائية الجافة عند الطلب للمعالجة عبر مضخات الجرعات الكيميائية. كما سيتم تخزين ثاني أكسيد الكربون والكلور كغاز مضغوط. وتوفير سعة تخزين تصل إلى 15 يومًا للمواد الكيميائية الموردة محليًا، بينما ستكون هناك حاجة إلى تخزين لمدة 30 يومًا للمواد الكيميائية التي يتم شراؤها من موردين إقليميين/دوليين.

وسيتم توفير احتواء ثانوي لجميع خزانات تخزين المواد الكيميائية. وفصل أي مواد كيميائية غير متوافقة بشكل مناسب. ووضع دشات السلامة/محطات غسل العيون في كل من منطقة تخزين المواد الكيميائية ونقاط الجرعات الكيميائية.

الجدول5.3 -3 : المواد الكيميائية لمحطة تحلية المياه، وظيفتها، معدلات تصميم الجرعات وأساس الجرعات

المواد الكيميائية	الوظيفة	نقطة الحقن	معدل الجرعات التصميمي	أساس الجرعات[1]
المعالجة المسبقة				
كلوريد الحديد	محسن التخثر	مدخل المعالجة المسبقة	0.9 مجم/لتر (نموذجي) 5 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتين
بولي دادماك	مساعد التخثر	معالجة مسبقة مدخل	0.1 مجم/لتر (نموذجي) 0.3 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتين
التناضح العكسي للمرور الأول				
مضاد الترسب	مثبط الترسبات	مدخل التناضح العكسي في المرحلة الأولى	0.5 مجم/لتر (نموذجي) 1 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتين
بيسولفيت الصوديوم	يقلل من المؤكسدات المتبقية	مدخل التناضح العكسي للمرور الأول	0 ملغ/لتر (نموذجي) 0.6 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتينياً (عند الحاجة)[2]
التنظيف في الموقع بالتناضح العكسي				
حمض الستريك	يذيب أكسيد المعادن والترسبات الكلسية	نظام التناضح العكسي CIP	20 جم/لتر لكل حجم CIP	غير روتيني
هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية)	يزيل رواسب الطمي والمواد العضوية	نظام RO CIP	1 جم/لتر لكل حجم CIP	غير روتيني
DBNPA	مبيد حيوي	نظام RO CIP	0.2 جم/لتر لكل حجم CIP	غير روتيني
معادلة التنظيف في الموقع				
حمض الكبريتيك	يوازن نفايات CIP الكاوية	نظام المعادلة/التحييد	1.25 جم/لتر لكل حجم معادلة	غير روتيني
هيدروكسيد الصوديوم	يوازن نفايات CIP الحمضية	نظام المعادلة	11.25 جم/لتر لكل حجم معادلة	غير روتيني
بيسولفيت الصوديوم	عامل اختزال	نظام المعادلة	0.2 جم/لتر لكل حجم معادلة	غير روتيني
المعالجة اللاحقة				
ثاني أكسيد الكربون	إعادة تمعدن المياه المعالجة	مرشحات الكالسيت	70 مجم/لتر (نموذجي) 80 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتيني
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري)	إعادة تمعدن المياه المعالجة	مرشحات الكالسيت	136 مجم/لتر (نموذجي) 150 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتيني
هيدروكسيد الكالسيوم (الجير)	تعديل درجة الحموضة	مرشحات ما بعد الكالسيت	3.7 مجم/لتر (نموذجي) 6 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتيني
هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية)	تعديل درجة الحموضة	مرشحات ما بعد الكالسيت	1.1 مجم/لتر (نموذجي) 1.5 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتيني
غاز الكلور أو هيبوكلوريت الصوديوم	التطهير/التعقيم	مرشحات ما بعد الكالسيت	4 ملغ/لتر (نموذجي) 6 ملغ/لتر (كحد أقصى)	روتيني

المواد الكيميائية	الوظيفة	نقطة الحقن	معدل الجرعات التصميمي	أساس الجرعات[1]
معالجة المواد الصلبة				
كلوريد الحديد	محسن التخثر	تكثيف المواد الصلبة	0 مجم/لتر (نموذجي) 5 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتينية (عند الحاجة)[2]
بوليمر	يعزز تكثيف المواد الصلبة وتجفيفها	تكثيف المواد الصلبة	1.2 مجم/لتر (نموذجي) 2 مجم/لتر (كحد أقصى)	روتيني
كلوريد الحديد	محسن التخثر	تجفيف المواد الصلبة	0 مجم/لتر (نموذجي) 5 ملغ/لتر (كحد أقصى)	روتينية (عند الحاجة)[2]
بوليمر	يعزز تكثيف المواد الصلبة وتجفيفها	تجفيف المواد الصلبة	7 كجم/طن من المواد الصلبة العالقة (نموذجي) 7 كجم/طن من المواد الصلبة العالقة (بحد أقصى)	روتيني

ملاحظات

1. سيتم إجراء الجرعات الروتينية حسب الحاجة بناءً على المراقبة المستمرة الكترونيا عن بعد. اما الجرعات غير الروتينية فسيتم تنفيذها فقط أثناء أنشطة التنظيف في الموقع CIP، حيث يتم اجراء جرعات لحجم المياه المستخدم (عادةً 400 متر مكعب لكل عملية CIP). ويتم ذلك عادةً 2-3 مرات في السنة لكل وحدة
2. وفي ظل ظروف التشغيل العادية، لا تكون هذه المواد الكيميائية مطلوبة، إلا أن التصميم يتضمن إمكانية استخدامها عند الحاجة.

5.3.2.6 مرافق محطة تحلية المياه

يتضمن تصميم محطة تحلية المياه عددًا من المباني غير المخصصة للعمليات والتي سيتم استخدامها وشغلها من قبل القوى العاملة التشغيلية، بما في ذلك:

- غرفة الحراسة
- جسر الوزن
- مبنى الإدارة
- المستودع وورشة صيانة المركبات
- محطة إطفاء

حيث ستشمل التوصيلات بالمرافق البلدية إمدادات المياه الصالحة للشرب والصرف الصحي ومياه الصرف المنزلية لتلبية متطلبات الرفاهية والصحة العامة. وسيتم ربط نظام تصريف الموقع الخاص بمحطة التحلية بشبكة التصريف القائمة في المنطقة الصناعية بالعقبة، وسيتم تصميمه وفق شدّات الهطول المطري التالية، كما هو محدد من قبل وزارة المياه والري (MWI):

- عاصفة تكرارها مرة كل 25 سنة للطرق والمناطق المعبدة
- سعة تخزين لعاصفة تكرارها مرة كل 50 سنة للمزاريب وأنابيب التصريف
- عاصفة تكرارها مرة كل 100 سنة لأغراض حماية منشآت المشروع من التعرية

وسيقوم نظام تصريف الموقع بالفصل بين المناطق الخطرة وغير الخطرة، على أن تتم معالجة أي تصريفات قد تكون ملوثة بشكل مناسب قبل توجيهها إلى شبكة التصريف التابعة للمنطقة الصناعية بالعقبة. وسيتم توفير الطاقة لموقع محطة تحلية المياه من خلال الربط بمحطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة (انظر القسم **Error! Reference source not found.**) مع توفير مولدات طوارئ في الموقع لتزويد الطاقة للأنظمة الحيوية في حالة انقطاع التيار الكهربائي الرئيسي. ومن المتوقع أن تعمل هذه المولدات الطارئة بالديزل (مدعومة بخزان ديزل يومي) وبحجم يكفي لدعم الأنظمة الحيوية مثل غرف التحكم والإضاءة الطارئة والمضخات الحيوية وأنظمة السلامة.

5.3.3 نظام الناقل

5.3.3.1 نظرة عامة

تم تصميم نظام الناقل لنقل المياه المحلاة، التي تلبي معايير صلاحية الشرب، من محطة تحلية المياه إلى خزاني أبو علندا والمنتزه الواقعين في عمان مع منفذ للإمداد المحلي في العقبة. ويتألف النظام من خط أنابيب نقل مدفون وتركيبات فوق الأرض (AGIs). وتشمل المنشآت فوق الأرض محطات ضخ وخزانين للتنظيم وخزان لكسر الضغط (BPT). ويتكون خط الأنابيب من سبعة أقسام يتراوح طولها بين 10 و153 كيلومترًا تقريبًا تمتد بين كل من المرافق فوق الأرض، بدءًا من محطة تعزيز الضخ 1 BPS1 وانتهاءً بجنوب عمّان حيث ينقسم المسار إلى قسمين للوصول إلى خزاني أبو علندا (AA) والمنتزه (AM).

وكما هو موضح في الفصل 1 الشكل 1-1، سيمر المسار المخطط لخط أنابيب الناقل عبر محافظات العقبة ومعان والطفيلة والكرك وعمّان، وتقع المرافق فوق الأرض في محافظات العقبة ومعان وعمّان. وقد تم دمج ارتفاعات الأرض على طول المسار في تصميم النظام، مما يتيح استخدام أقسام الجاذبية ووضع محطات الضخ في ارتفاعات أقل حيث يمكن ضغط المياه ورفعها فوق التدرج الطوبوغرافي (انظر الفصل 1 الشكل 1-2).

وقد تم تصميم النظام لضخ المياه المحلاة على بعد حوالي 22 كم من محطة الضخ BPS1، عبر محطة تعزيز الضخ 2 BPS2، إلى خزان التنظيم الأول (RGT1) لرفع المياه على ارتفاع عمودي يبلغ حوالي 700 متر. وتتدفق المياه المحلاة من خزان التنظيم 1 RGT1 بالجاذبية لمسافة حوالي 30 كم إلى BPS3 ثم يتم ضخها لمسافة حوالي 102 كم إلى خزان التنظيم 3 RGT3 الذي يعمل كخزان مرتفع (HPR) على ارتفاع حوالي 1085 مترًا من مستوى المياه الإجمالي (TWL). وتتدفق المياه المحلاة من خزان التنظيم 3 RGT3 بالجاذبية لمسافة حوالي 250 كم، عبر خزان كسر الضغط BPT الذي يعمل أيضًا كخزان، إلى محطة ضخ ممر عمان التنموي (PS ADC) حيث يتم توفير المياه الصالحة للشرب إلى خزاني المياه الحاليين في عمان.

وقد تم تصميم النظام لتوفير جزء من المياه المحلاة كإمدادات محلية إلى العقبة مع منافذ ضغط منخفض وعالي من محطة تعزيز الضخ 1 و2 BPS1 وBPS2 على التوالي. وتوجد محطات تفريغ طارئة داخل أقسام خط أنابيب الناقل في معان والطفيلة والكرك ومادبا. وتتضمن كل محطة تفريغ صمام تحكم يسمح بإيقاف تدفق المياه على الفور في حالة حدوث تسرب أو طارئ. ويتم توفير الطاقة الروتينية لمرافق نظام الناقل من خلال محطات فرعية لخفض الجهد (33 كيلو فولت إلى 11 كيلو فولت) موجودة في محطات تعزيز الضخ 2 و 3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي BPS2 وBPS3 وADC PS، والتي تتصل بخطوط النقل الهوائي الجديدة (انظر القسم 1.5.3.5 أدناه).

5.3.3.2 أساس تصميم خط أنابيب الناقل

معدلات التدفق التصميمية

الجدول4 إلى جاهزية النظام بنسبة 98٪، بما في ذلك تشمل نسبة 1.5٪ من تسربات المياه للمرافق، مع مراعاة سحب المياه تحت الضغط العالي إلى العقبة عند محطة الضخ في محطة تعزيز الضخ 2 BPS2.

الجدول4 : معدلات التدفق التصميمية لخط أنابيب الناقل

	الحد الأقصى لمعدل التدفق التصميمي (مليون متر مكعب/سنة)	
الموقع	التشغيل السنوي (المتوسط)	ذروة التدفق اليومي
BPS1	310.7	313
BPS2 إلى PSA	258	261
PSA صباحًا	72	73
PSA AA	186.4	188.3

أبعاد خط الأنابيب وخصائص التدفق

سيتم إنشاء خط الأنابيب من الفولاذ في أقسام ذات أقطار وسماكات جدران متفاوتة. ويتم تحديد قطر خط الأنابيب وسماكة الجدران من خلال التصميم الهيدروليكي، بالإضافة إلى متطلبات تلبية ضغوط التصميم الداخلية (ضغط التشغيل والاختبار والضغط المفاجئ) ومقاومة الالتواء والانحراف (أي التغيرات في الشكل والانحناء) بسبب الضغوط الخارجية الناتجة عن التحميل والمناولة أثناء البناء أو عند دفن الخط بعد البناء. وترد أبعاد أقسام خط الأنابيب وخصائص التدفق في الجدول 5-5 بناءً على مسار خط الأنابيب الحالي.

الجدول5 : أبعاد خط أنابيب الناقل وخصائص التدفق

	قطر خط الأنابيب (القطر الخارجي)		الطول[1]	سرعة التدفق التصميمية	وسيلة التدفق
قسم خط الأنابيب	بوصة	م	كم	م/ث	
BPS1 إلى BPS2	84	2,137	10	2	بالضخ
BPS2 إلى RGT1	7	1,930	12	3	بالضخ
RGT1 إلى BPS3	8	2,235	30	2	بالجاذبية
BPS3 إلى RGT3	82	2,089	102	2.5	بالضخ
RGT3 إلى BPT	9	2,286	95	2	بالجاذبية
BPT إلى PSADC	88	2,235	15	2	بالجاذبية
PSADC إلى أبو علندا	66	1,676	2	2	بالضخ
PSADC إلى المنتزه	4	1,067	2	2	بالضخ

قسم خط الأنابيب	قطر خط الأنابيب (القطر الخارجي)		الطول[1]	سرعة التدفق التصميمية	وسيلة التدفق
	بوصة	م	كم	م/ث	
ملاحظات 1. جميع أطوال خطوط الأنابيب تقريبية وقابلة للتغيير مع تحسين مسار التوجيه 2. يختلف سمك الجدار بين الأقسام وداخل الأقسام حسب الظروف المحلية بين 7.14 مم كحد أدنى و16.35 مم كحد أقصى					

التصميم الزلزالي

تستند معايير التصميم الزلزالي لخطوط الأنابيب إلى الحد الأدنى من أحمال التصميم للمباني والهياكل الأخرى الصادر عن الجمعية الأمريكية للهندسة المدنية (ASCE) وكذلك قانون البناء المقاوم للزلازل الأردني لعام 2005. فعندما يكون من المطلوب ان يعبر خط الانابيب صدعا، يتم تصميم المسار بحيث يقلل من الضغط المفروض على خطوط الأنابيب لموازنة الصدع عن طريق عبور الصدع بالزاوية الأكثر ملاءمة.

الحماية من التآكل

تم تصميم الحماية السلبية من التآكل وفقًا لإرشادات ISO 12944، التي تمثل أفضل الممارسات الدولية لحماية الفولاذ الهيكلي. بحيث يتم توفير الحماية الداخلية والخارجية للأنابيب من التآكل من خلال طبقة داخلية من الإيبوكسي وطلاء خارجي من 3 طبقات من البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE).

ويتم توفير الحماية النشطة من التآكل عبر نظام الحماية الكاثودية بالتيار المطبق (ICCP). كما سيتم وضع محطات الحماية الكاثودية على طول مسار خط الأنابيب لتوفير مصدر للتيار المباشر (DC) عبر محول/مقوم ومؤنث مدفون على طول خط الأنابيب والذي يمنع التفاعلات التآكلية الطبيعية بين خط الأنابيب والتربة المحيطة. وعادةً ما يتم توفير الطاقة الكهربائية لمحطات الحماية الكاثودية من الشبكة المحلية. وقد يتم تزويد المحطات الواقعة في المناطق البعيدة عن خطوط الكهرباء بوحدات طاقة شمسية محلية لتأمين احتياجاتها من الطاقة. وسيتم مراقبة نظام الحماية الكاثودية عبر نظام التحكم الإشرافي واكتساب البيانات (SCADA) (انظر أنظمة التحكم وكشف التسرب أدناه).

أنظمة التحكم وكشف التسرب

ستتم مراقبة خط الأنابيب والتحكم فيه من مركز تحكم مركزي (CC) يقع في غرفة التحكم في محطة تحلية المياه. وتوفير مركز تحكم احتياطي، بنفس التكوين والوظيفة، في محطة ضخ ممر عمان التنموي PSADC.

كما سيتم تنفيذ نظام مشترك للتحكم الإشرافي واكتساب البيانات SCADA لجميع مرافق مشروع الناقل الوطني لدعم التحكم في العمليات اليومية عبر نظام الناقل. فأنظمة SCADA هي شبكات رقمية تمكن المشغلين من مراقبة عمليات توزيع المياه ومعالجتها والتحكم فيها من خلال توفير بيانات عن الوقت الفعلي لمعايير مثل مستويات خزانات التخزين أو ضغط المياه.

وسيتم توفير نظام للكشف عن التسربات لجميع أنابيب نظام الناقل باستخدام تقنية الاستشعار بالألياف الضوئية، والتي يشار إليها باسم الاستشعار الموزع للحرارة (DTS). ويستخدم نظام DTS للكشف عن التغيرات في درجة الحرارة والضجيج والاهتزازات والضغط حول خط الأنابيب. بالإضافة إلى قدرة النظام على الكشف عن تسربات المياه، يسمح النظام أيضًا بمراقبة استقرار الأرض واحتمال حدوث اختراق مثل أنشطة الحفر حول خط الأنابيب. المزيد من المعلومات حول التحكم في نظام الناقل أثناء مرحلة التشغيل موجودة في الجزئية 3.5.5 أدناه.

محطات تهوية وتصريف وغسل خط الأنابيب

كجزء من أنظمة الحماية من الطفرات وتخفيف الضغط، يتضمن تصميم النقل عددًا من الخزانات وصمامات تخفيف الضغط في AGIs (انظر القسم3.3.3.5 أدناه). بالإضافة إلى ذلك، تم تضمين ثلاث فتحات تهوية أوتوماتيكية من النوع غير القابل للانغلاق في أساس التصميم الحالي (في تكوين 1+1 للتكرار). وتسمح هذه الصمامات للهواء بالدخول إلى النظام أو الخروج منه حسب الحاجة أثناء الأنشطة غير الروتينية، على سبيل المثال نتيجة للطفرات أو أثناء الصيانة.

ومن أجل تمكين الصيانة والتصريف المرتبط بأقسام خط الأنابيب، يتضمن تصميم نظام الناقل صمامات تصريف ومحطات غسيل. وتقع هذه الصمامات والمحطات بشكل اسمي في النقاط المنخفضة من مسار خط الأنابيب لتمكين التصريف بالجاذبية حيثما أمكن، مع استكمالها بمضخات غاطسة. ويعتمد عدد وموقع صمامات التصريف على معدل تدفق تصريف قصوى مقدر بـ 6 م/ثانية ومدة

تصريف قصوى تبلغ 24 ساعة، مما ينتج عنه صمامات تصريف على مسافات تتراوح من 100 م إلى 20 كم حسب قسم خط الأنابيب. كما سيخضع الموقع الدقيق لصمامات التصريف ومحطات الغسيل لتحسين التصميم مع مراعاة القيود المادية والتقنية والبيئية.

حق الارتفاق

قد تكون هنالك حاجة الى فرض قيود دائمة على حقوق الارتفاق لأسباب تتعلق بالسلامة والصيانة؛ وسيتم وصف هذه المتطلبات في خطة إعادة التوطين الخاصة بالمشروع. ويبلغ عرض حرم التشغيل الدائم (Operational Right of Way) على امتداد كامل مسار خط أنابيب النقل 10 أمتار، مما ينتج عنه بصمة إجمالية تُقدَّر بحوالي 450 هكتارًا.

5.3.3.3 التركيبات فوق الأرض

تتكون التركيبات فوق الارض AGIs لنظام الناقل من:

- محطات الضخ بما في ذلك محطات تعزيز الضخ 1و2و3 BPS1 و BPS2 و BPS3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي PS ADC
- مرافق الخزانات بما في ذلك خزانات التنظيم 1و3 RGT1 و RGT3 وخزان كسر الضغط (BPT) وخزانات التنظيم 1 و2 BPS1 و BPS2

محطات الضخ

تصميم المضخة: تم تصميم كل محطة من محطات الضخ الأربع لضغط المياه والحفاظ على متوسط معدل التدفق السنوي داخل خط الأنابيب باستخدام مضخات مياه من نوع الطرد المركزي تعمل بمحرك كهربائي. وقد تم تحديد مضخات ذات سرعة ثابتة مع صمامات تحكم في المخرج لمحطات تعزيز الضخ 1 و2 و3 BPS1 و BPS2 و BPS3، من أجل تحسين التحكم وتقليل انقطاعات تشغيل خط الأنابيب. حيث يتم توفير مضخات ذات سرعة متغيرة (VSD) في مجموعتين مستقلتين من المضخات في PS ADC محطة ضخ ممر عمان التنموي (PS ADC- AA and PS ADC-AM) لتلائم التباين في معدلات التدفق وضغوط التشغيل. ويتضمن التصميم وحدة احتياطية إضافية للتكرار في حالة حدوث عطل أو أي حدث غير روتيني آخر.

تصميم تخفيف الضغط والارتفاع المفاجئ: تم تجهيز مخارج كل محطة ضخ تقع أسفل المضخات بأوعية تخفيف الضغط لتوفير سعة تخزين إضافية، وحماية ضد التغيرات السريعة في الضغط الناجمة عن أحداث غير مخطط لها أو مؤقتة في خط الأنابيب (مثل انقطاع المضخات، وبدء التشغيل، والإغلاق المفاجئ للصمامات، وما إلى ذلك) والتي قد تؤدي إلى انقطاع تشغيل خط الأنابيب أو تلفه. ومن اجل الشحن الأولي لكل محطة لأوعية الضغط ولتزويد وصيانة والتحكم في حجم الهواء المطلوب في أوعية الضغط، يتم توفير ضاغط هواء في ترتيب واحد للخدمة وواحد للاحتياط (1+1) بالإضافة إلى أوعية الضغط. وتشتمل مداخل محطات BPS3 و PSA على نظام تخفيف الضغط (PRS) للحد من الضغوط القصوى للمياه التي تدخل محطات الضخ في حالة حدوث حدث غير مخطط له أو مؤقت.

طاقة محطة الضخ: يعتمد استهلاك الطاقة في كل محطة ضخ بشكل أساسي على سعة وعدد المضخات اللازمة للحفاظ على متوسط معدلات التدفق في الجزء السفلي من نظام الناقل.الجدول6 5-6 أدناه يلخص سعات ضخ المياه والطلب السنوي على الطاقة المرتبط بها لكل محطة ضخ بناءً على افتراضات التصميم الحالية.

الجدول6 : خصائص المضخات والطلب على الطاقة لكل محطة ضخ

	سعة التصريف لكل مضخة ($م^3$ /ساعة)	عدد المضخات (+ احتياطي)	سعة محطة الضخ (مليون متر مكعب/سنة)	ارتفاع المضخة (م)[1]	إجمالي الطلب على الطاقة (كيلوواط) [2]
BPS1	7,164	1+5	313.8	305	48,340.2
BPS2	4,265	1+7	261.6	506.3	63,223.8
BPS3	4,265	1+7	261.6	518	64,664.1
PS ADC-AA	7,166	1+3	188	279.7	40,172.8
PS ADC-AM	4,180	1+2	73	195.3	
ملاحظات:					

	سعة التصريف لكل مضخة (م^3 /ساعة)	عدد المضخات (+ احتياطي)	سعة محطة الضخ (مليون متر مكعب/سنة)	ارتفاع المضخة (م)[1]	إجمالي الطلب على الطاقة (كيلوواط) [2]
1. تُعرّف بأنها المسافة الرأسية التي يجب رفع السائل منها من نقطة إلى أخرى. **2. بما في ذلك مستهلكات الطاقة الإضافية في محطة الضخ، بما في ذلك ضواغط الهواء ومرافق محطة الضخ.**					

نظام مياه التبريد: يتم توفير نظام مياه التبريد في كل محطة ضخ للأغراض التالية:

- وحدات المضخات/المحركات الرئيسية.
- نظام زيت التشحيم لوحدات المضخات الرئيسية.
- مبردات مياه لمضخات VSD.

يستخدم النظام المياه من خط الأنابيب النقلية داخل الدائرة التبريدية الأولية، والتي يتم إرجاعها بعد ذلك إلى نفس الخط الذي تم أخذها منه في موقع أسفل نقطة الانطلاق بعد ملامستها لمبادل حراري حيث تشكل المياه الأكثر دفئًا التي تدور عبر محطة الضخ الدائرة الثانوية (المغلقة).

الأنظمة المساعدة: تشمل المرافق الأخرى في محطات الضخ نظام الكلورة (انظر القسم **Error! Reference source not found.** أدناه)، وأنظمة الكهرباء والأجهزة والتحكم، وأنظمة الأمن والمراقبة، والإضاءة، ومولد الطوارئ (للإمدادات الحيوية فقط لمدة تصل إلى 24 ساعة[4]) ونظام إطفاء الحرائق الذي يتألف من شبكة أنابيب مياه إطفاء الحرائق ووحدة مضخة إطفاء الحرائق. وسيتم تشغيل المولد الكهربائي الاحتياطي ووحدة مضخة الحريق بالديزل وسيتم تزويدهما بالوقود من خزان ديزل يومي في الموقع عند الحاجة. توجد أحواض تبخر محطة تعزيز الضخ 3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي BPS3 و PS ADC لإدارة الفائض المحتمل.

مرافق الرعاية الاجتماعية ومرافق العمال: ستشمل مرافق العمال في محطات الضخ غرفة حراسة والعديد من المباني للصيانة وورش العمل والمكاتب ومرافق الرعاية الاجتماعية مثل غرفة الصلاة والمطبخ والمرافق الصحية.

ويشمل التصميم الحالي توفير أنظمة الصرف الصحي لجمع وإزالة ومعالجة مياه الصرف الصحي والمياه العادمة المنزلية في كل محطة ضخ. من المفترض أن يتم توصيل المناطق الحضرية بشبكة الصرف الصحي العامة حيثما كانت متوفرة وممكنة من الناحية الفنية. كما انه من المفترض استخدام خزانات الصرف الصحي كحد أدنى. وسيتم التعامل مع النفايات وفقًا للمتطلبات التشريعية الوطنية التي قد تشمل استخدام الحفر الامتصاصية.

صرف مياه الأمطار والفيضانات: يفترض أساس التصميم الحالي تركيب نظام صرف مياه الأمطار مع قنوات وأنابيب مدفونة ومصائد للحمأة في كل محطة ضخ بحيث يتم توجيه مياه الأمطار من الطرق والمناطق المعبدة ونظام مياه الأمطار. بالإضافة إلى ذلك، يتم تضمين نظام لتصريف فائض الخزانات ومياه الصرف في أساس التصميم لجميع الخزانات الجديدة في محطات الضخ. كما يفترض التصميم الحالي أن نظام (أنظمة) تصريف مياه الأمطار والفيضانات يمتد خارج المحطة (عن طريق قناة أو أنابيب) إلى موقع آمن للتخلص من المياه (على سبيل المثال، التصريف في وادي أو نظام مياه الأمطار الحالي ذي السعة الكافية)، تكون خاضعة بالاتفاق مع السلطات المختصة أو استخدام بركة تبخر في الموقع.

مرافق الخزانات

تتمثل الوظيفة الأساسية لخزانات تعزيز الضخ 1 و1BP 2 وBPS2 في توفير تخزين تشغيلي للمياه الصالحة للشرب المعالجة من محطة تحلية المياه في محطة تعزيز الضخ 1 (في BPS1) والعمل كخزان لتوزيع المياه العذبة على محافظة العقبة محطة تعزيز الضخ 2 (في BPS2). فالغرض من خزانات التنظيم 1 و3 (RGT1 وRGT3) هو تنظيم تدفق النظام لتجنب بدء وتوقف المضخات غير المخطط لهما أثناء التشغيل العادي مع توفير التخزين في الوقت نفسه. وسيؤدي خزان كسر الضغط (BPT) دورًا مشابهًا لدور خزانات التنظيم من حيث تنظيم الضغط وإن كان بوظائف أقل لتنظيم التدفق.

الجدول7 أدناه يلخص سعات التخزين وأبعاد الخزانات، التي سيتم بناؤها جميعًا من الفولاذ.

[4] التصنيف التقديري يصل إلى 800 كيلو فولت أمبير في محطات الضخ الأربع

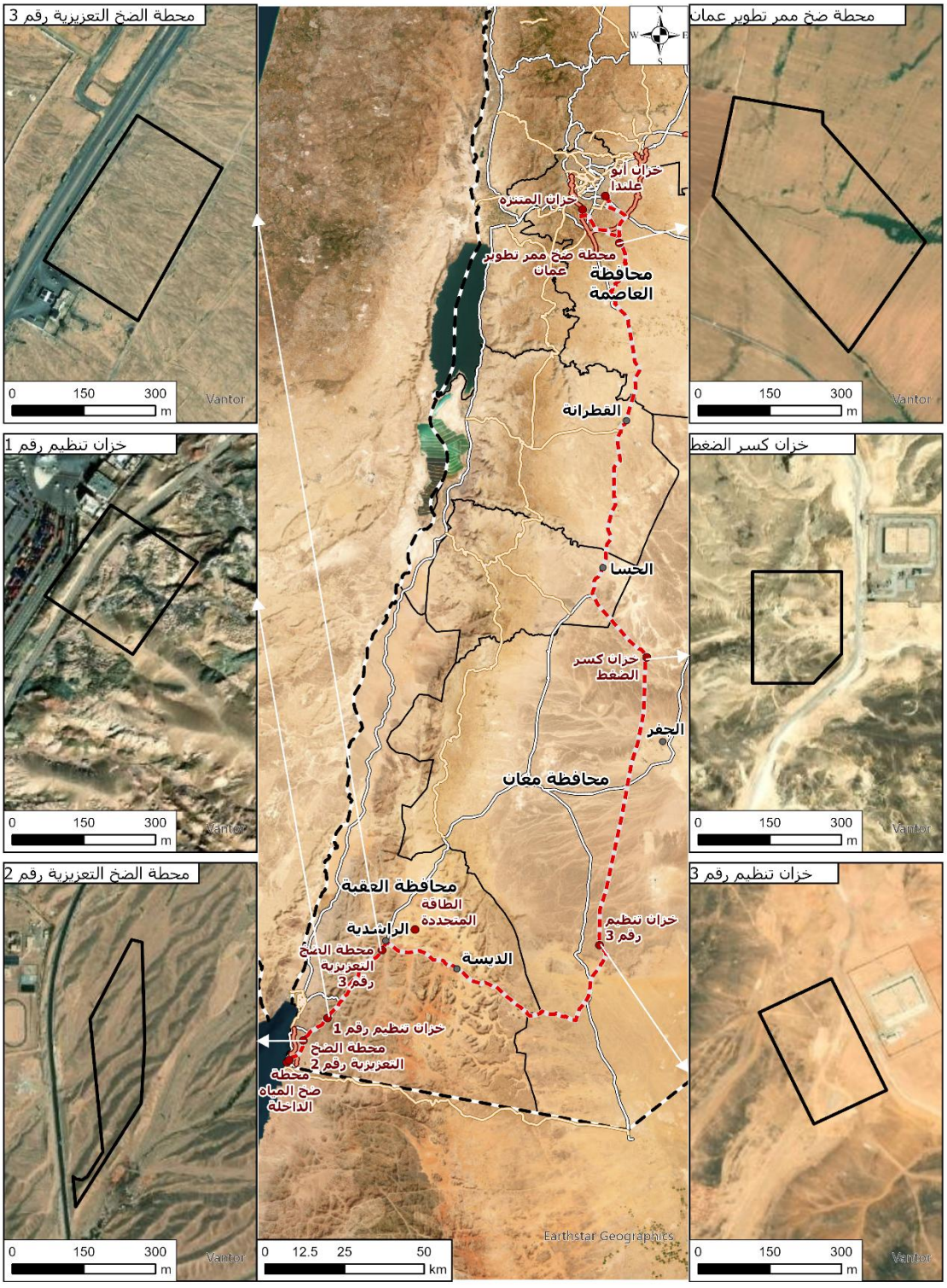
الجدول7 : سعات الخزانات وأبعادها

الموقع	حجم التخزين لكل خزان (متر مكعب)	عدد الخزانات (بما في ذلك السعة الاحتياطية)	ارتفاع الخزان (م)	قطر الخزان (م)
BPS1	30	2	11.95	57
BPS2	30	2	11.95	57
RGT1	15	2	8.35	48
RGT3	20	2	8.35	56
BPT	20	2	8.35	56
الإجمالي (مليون متر مكعب)	115			
الإجمالي بما في ذلك الاحتياطي (مليون مت مكعب)	230			

كما سيتم توفير أنظمة مساعدة ومرافق رفاهية للعمال وأنظمة تصريف مياه الأمطار حسب الحاجة في خزان كسر الضغط وخزان التنظيم 1و3 RGT1 و RGT3 و BPT على غرار تلك المحددة لمحطات الضخ كما هو مذكور أعلاه.

يوضح الشكل 5-5 مواقع قطع الأراضي التي تقع عليها محطات تعزيز الضخ 2 و3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي وخزان كسر الضغط وخزانات التنظيم 1 و3.

الشكل5.3 -5 : مواقع قطع الأراضي التي تقع عليها محطات تعزيز الضخ 2 و3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي وخزان كسر الضغط وخزانات التنظيم 1 و3



الوصلات بالخزانات الحالية

سيتم تركيب صمامات ومعدات قياس ومراقبة، بما في ذلك أجهزة آلية مزدوجة احتياطية (وحدات تحكم منطقية قابلة للبرمجة (PLCs)) للتحكم في مستويات المياه وظروف مدخل المياه الصالحة للشرب المرسلة إلى الخزانات الحالية في أبو علندا والمنتزه في عمّان ومراقبتها.

5.3.3.4 أساس تصميم الكلورة

لضمان جودة مياه الشرب، تم تزويد نظام الناقل بمحطات تعقيم في مواقع محددة لتطبيق المعقمات ومراقبة تراكيز المواد الكيميائية المتبقية.

حيث توجد محطات تعقيم آلية ثابتة في خزانات المعالجة (الخزانات) ومحطات الضخ التي يتم التحكم فيها عن بُعد عبر نظام SCADA (راجع القسم 3.3.3.5). كما سيتم استخدام وحدات تعقيم متنقلة في مواقع محددة على طول خط أنابيب الناقل مع الحقن المباشر في خط الأنابيب. وسيتم استخدام الكلور لتعقيم خط أنابيب الناقل وستتم إضافة الكلور، عبر مضخات الجرعات، بمعدل أقصى يبلغ 3.2 مجم/لتر لمنع التآكل. كما ستتم مراقبة جودة المياه في أسفل المحطة على طول نظام الناقل في نقاط التسليم في عمّان (أبو علندا والمنتزه) وفي مخرج العقبة وفي أي مخرج على طول مسار خط الأنابيب (معان، الطفيلة، الكرك، مادبا) عندما تكون قيد التشغيل. وسيتم تطبيق المراقبة لضمان الحفاظ على تركيز أدنى من الكلور الحر المتبقي يبلغ 0.2 مجم/لتر داخل خط الأنابيب.

5.3.4 مرفق الطاقة المتجددة

سيتألف مرفق الطاقة المتجددة من محطة طاقة شمسية كهروضوئية (PV) سيتم بناؤها على مساحة 485 هكتارًا (ha) بالقرب من القويرة، على بعد حوالي 65 كم شمال شرق محطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي الجديدة SWRO (انظر الفصل 1 الشكل 1-1).

تم تصميم مرفق الطاقة المتجددة بقدرة كهروضوئية تبلغ 312 ميجاواط تيار مستمر (281 ميجاواط تيار متردد) لتلبية إجمالي الطلب على إنتاج الطاقة لمحطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي SWRO ومحطات الضخ مع توفير الإمداد عبر الربط بشبكة نقل الكهرباء التي تشمل خطوط نقل علوية جديدة (انظر القسم 1.5.3.5 أدناه). ويتكون مرفق الطاقة المتجددة من العناصر الرئيسية التالية:

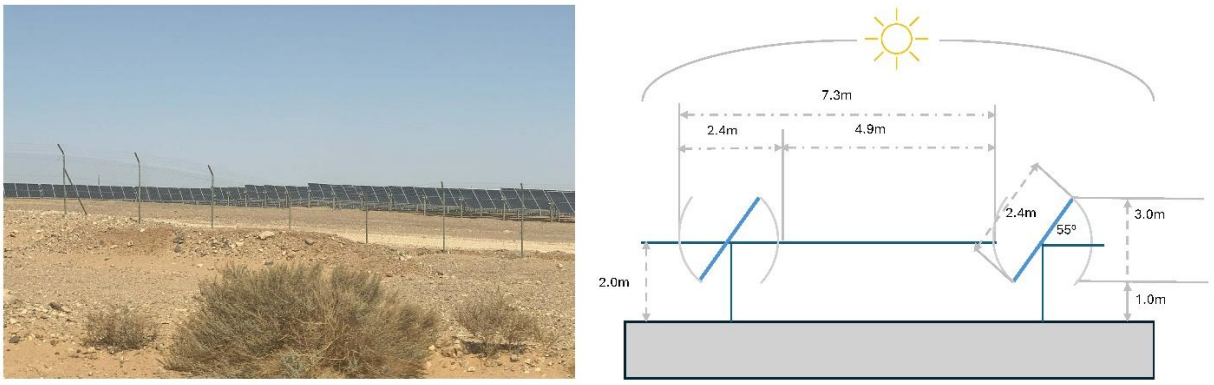
- وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وهياكل التثبيت ذات المحور الواحد المرتبطة بها.
- معدات تحويل الطاقة.
  - محولات.
  - مفاتيح كهربائية منخفضة ومتوسطة الجهد.
  - المحولات.
- أنظمة التحكم.
  - معدات SCADA.
  - وحدة التحكم في محطة الطاقة (PPC).
- محطة فرعية (تحت إشراف شركة الكهرباء الوطنية NEPCO).
- المباني والهياكل المرتبطة بها لإيواء المعدات والموظفين.
- طرق الوصول.

5.3.4.1 وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية

العنصر الأساسي لنظام الطاقة الكهروضوئية هو الخلايا الشمسية. حيث تعمل هذه الخلايا على تحويل الإشعاع الشمسي (طاقة الشمس) إلى كهرباء تيار مستمر (DC) باستخدام أشباه الموصلات من خلال التأثير الكهروضوئي. وتحتوي محطة الطاقة الكهروضوئية على العديد من الخلايا المتصلة في وحدات يتم توصيلها بعد ذلك في سلاسل لإنتاج الطاقة المطلوبة. حيث سيتم تركيب الوحدات الكهروضوئية الشمسية ضمن تصميم منشأة الطاقة المتجددة على هياكل داعمة ذات محور واحد (الشكل 5 – 14) والتي تمكن الوحدة الكهروضوئية الشمسية من التحرك ومتابعة مسار الشمس عبر السماء، مما يسمح للوحة الكهروضوئية بامتصاص المزيد من ضوء الشمس خلال

النهار. ويوفر التتبع أحادي المحور محور دوران واحد، بزاوية ميل +/- 55° اعتمادًا على اتجاه الشمس مع تتبع يتم التحكم فيه ديناميكيًا عبر أنظمة تحكم آلية (انظر القسم **Error! Reference source not found.** أدناه). سيضمن تصميم التتبع نسبة تغطية أرضية قصوى (GCR) تبلغ 33٪ (نسبة الأرض التي تشغلها الوحدات الكهروضوئية).الشكل5.3 - مثالًا على التتبع أحادي المحور ومقطعًا عرضيًا.

الشكل5.3 -6 : مثال على تصميم نظام التتبع أحادي المحور ومقطع عرضي



يتألف تصميم مرفق الطاقة المتجددة من حوالي 440,000 وحدة كهروضوئية شمسية، مثبتة في 26 كتلة بمسافة فصل ثابتة تبلغ 4.9 متر بين كل وحدة.

5.3.4.2 معدات تحويل الطاقة

سيتم تحويل الطاقة الكهربائية الناتجة عن الوحدات الكهروضوئية الشمسية من تيار مستمر (DC) إلى تيار متردد (AC) لنقلها باستخدام محولات. ويتضمن تصميم مرفق الطاقة المتجددة حوالي 1000 وحدة محول مثبتة على سكك حديدية وموزعة في جميع أنحاء الموقع. تبلغ السعة الإجمالية للمحولات الكهروضوئية المركبة 287.1 MVA. ويشمل التصميم ثلاث محطات تحويل عبر محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية لإيواء المحولات للتحكم في جهد التيار المتردد والمفاتيح الكهربائية ذات الجهد المنخفض والمتوسط وحماية المعدات من أي أعطال.

5.3.4.3 أنظمة التحكم والكابلات

تتم إدارة محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية باستخدام تحكم آلي في محطة الطاقة PPC يقوم بادارة إنتاج الطاقة للمحطة والتكامل المستقر مع الإمداد لمرافق مشروع الناقل الوطني. وبالإضافة إلى ذلك، تم دمج نظام SCADA الذي يجمع البيانات في الوقت الفعلي لمراقبة وتحليل عمليات محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بالكامل عن بُعد في التصميم. وسيتم توصيل أنظمة SCADA المستقلة لكل من مرفق الطاقة المتجددة ونظام الناقل بواسطة كابل الألياف الضوئية. كما سيستند التحكم في الوحدات الشمسية ونظام التتبع إلى المراقبة في الوقت الفعلي من 6 محطات أرصاد جوية سيتم تركيبها في جميع أنحاء الموقع، إلى جانب أجهزة قياس الإشعاع الشمسي، التي تقيس إجمالي الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى المحطة. والغرض من هذه الأنظمة هو تحسين التقاط الطاقة الشمسية ودعم كفاءة نظام الطاقة بشكل عام.

تشتمل الكابلات على الكابلات الكهربائية (التيار المستمر والتيار المتردد) وكابلات الاتصالات والشبكات، مع استخدام كابلات التيار المستمر للربط بين الوحدات الكهروضوئية والمحولات وكابلات التيار المتردد للربط بين مخرج المحولات والمحطة الفرعية. وسيختلف نوع الكابلات وحجمها حسب التصميم وواجهات التوصيل.

5.3.4.4 محطة فرعية لمرفق الطاقة المتجددة

ستقام محطة فرعية جديدة داخل نطاق موقع مرفق الطاقة المتجددة، والتي سيتم إنشاؤها وتشغيلها من قبل شركة الكهرباء الوطنية NEPCO. وستكون الوظيفة الرئيسية للمحطة الفرعية رفع جهد الإمداد من منشأة الطاقة المتجددة إلى 132 كيلو فولت لتمكين نقل الكهرباء المولدة من محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بكفاءة وتزويدها بأمان عبر خط النقل الهوائي (OHTL) إلى مرافق مشروع الناقل الوطني.

5.3.4.5 البنية التحتية المرتبطة والمرافق الداعمة

ستشمل الأنظمة المساعدة المتوفرة في موقع مرفق الطاقة المتجددة نظام أمان ونظام إطفاء حرائق ومولد ديزل للطوارئ، مصممة بحيث تسمح بإغلاق مرفق الطاقة المتجددة بأمان عند الضرورة. ويتضمن التصميم الحالي خزانات مياه موزعة في جميع أنحاء المحطة كجزء من نظام إطفاء الحرائق على أساس نسبة تقارب 60 مترًا مكعبًا من المياه لكل 40 هكتارًا من الأرض، وهو ما يعادل تقريبًا 12 خزانًا سعة كل منها 60 مترًا مكعبًا لموقع تبلغ مساحته 485 هكتارًا. من المرجح أن يتم توريد المياه إلى الموقع بواسطة صهاريج نقل من أحد موردي المياه. وتشمل تقديرات حجم ونسبة هذه الخزانات حاليًا سعة المياه التي سيتم استخدامها لغسل الألواح لإزالة الغبار المتراكم والحفاظ على كفاءة إنتاج الطاقة. ولا تتوفر حاليًا تفاصيل حول الاستهلاك السنوي المتوقع للمياه الناتج عن عمليات غسل الألواح الشمسية. كما يدرس المشروع خيار استخدام أنظمة تنظيف جافة للألواح، والتي تعتمد عادةً على الفُرَش أو الهواء المضغوط، كبديل للأنظمة المعتمدة على المياه. كما سيتم توفير مناطق تخزين ومباني في الموقع لدعم أنشطة التشغيل والصيانة.

ويشمل موقع محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية مسارات وصول داخلية وطريق وصول خارجي محيطي لتسهيل أعمال الفحص والصيانة. كما سيتم تسييج محيط المحطة لأغراض أمنية وتوفير بوابات للوصول إليها. وتركيب نظام تصريف عبر محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية لضمان تدفق المياه عبر الموقع وبعيدًا عنه. ويأخذ التصميم الهندسي المدني للموقع في الاعتبار متطلبات تجنب الفيضانات في حالة حدوث عاصفة مرة كل 100 عام. كما يتطلب توفير ارتفاع خلوص أدنى (الطول الحر) يبلغ 300 مم فوق مستويات الفيضان القصوى المحددة للمعدات الكهربائية، بما في ذلك المحولات ووحدات التحكم في الطاقة، وقاعدة المحطة الفرعية والمباني الأخرى في الموقع.

5.3.5 المرافق المرتبطة

5.3.5.1 خطوط النقل الهوائي والمحطات الفرعية

سيتم تصميم وإنشاء وتشغيل الأعمال الكهربائية وأعمال النقل اللازمة لتوفير الطاقة لمرافق مشروع الناقل الوطني من مرفق الطاقة المتجددة الجديد ومن خلال الربط مع الشبكة الوطنية، وذلك من قبل شركة الكهرباء الوطنية (NEPCO) تحت اشراف وزارة المياه والري MWI. ويشمل نطاق هذه الأعمال توفير ما يلي:

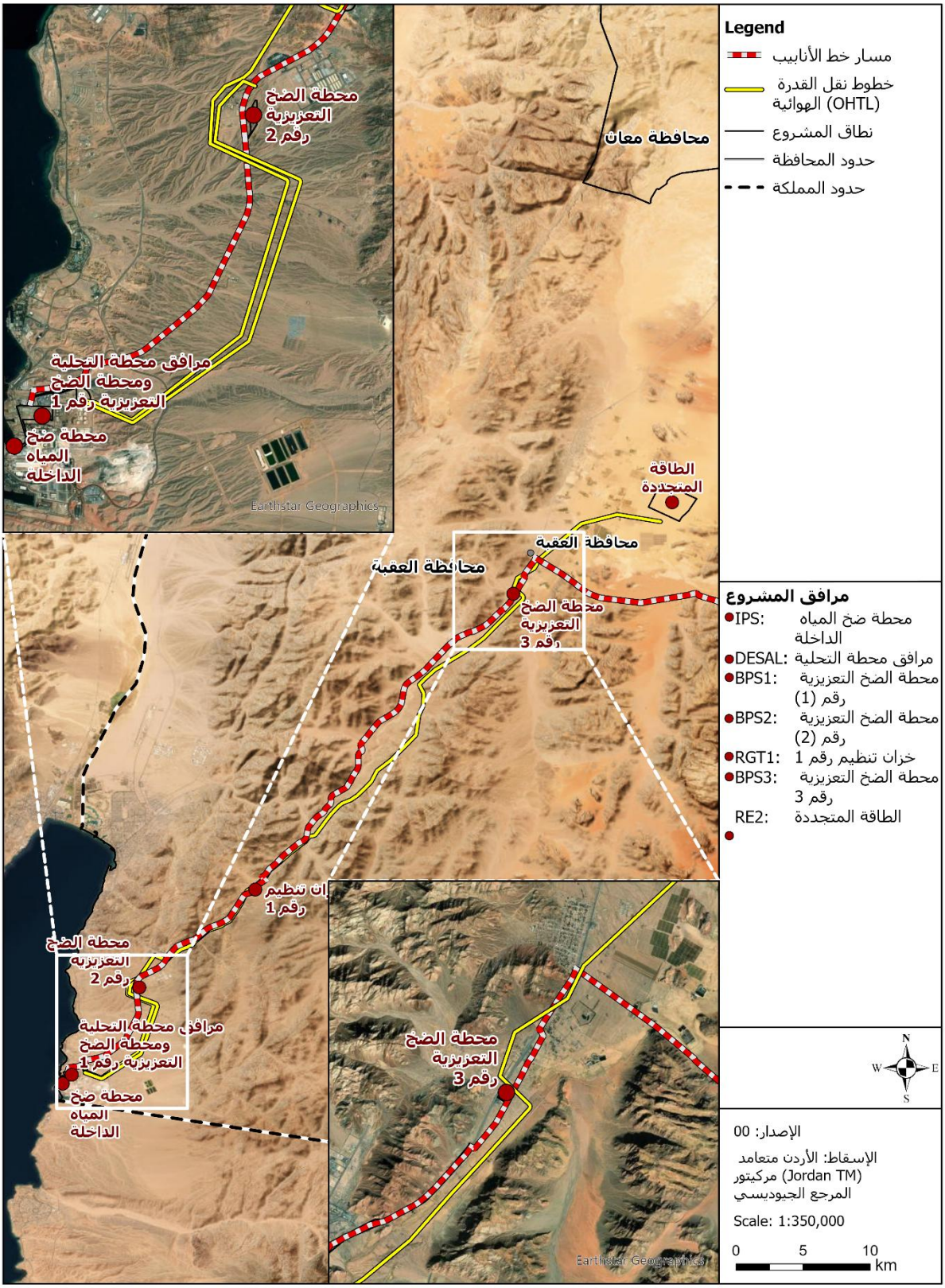
- محطات فرعية جديدة لخفض الجهد في محطة تعزيز الضخ 2 و3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي.
- محطة فرعية جديدة تزود محطة تحلية المياه ومحطة تعزيز الضخ 1.
- محطة فرعية جديدة داخل حدود موقع محطة ضخ السحب لتزويد محطة ضخ السحب.
- خطوط نقل هوائي (OHTL) تشمل:
  - خط نقل هوائي بطول 70 كم تقريبًا وبجهد 132 كيلو فولت يربط مرفق الطاقة المتجددة بمحطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة بالقرب من العقبة.
  - خط نقل هوائي بطول 10 كم تقريبًا وبقدرة 132 كيلو فولت يربط محطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة في العقبة بمحطة تعزيز الضخ الفرعية 2 BPS2.
  - خطان نقل هوائي بطول 10 كيلومترات وبقدرة 132 كيلوفولت يربطان محطة ضخ ممر عمان التنموي PS ADC بالشبكة الوطنية جنوب عمّان.

- خط نقل هوائي واحد بطول 1 كم وبقدرة 132 كيلو فولت يربط محطة التعزيز3 BP3 بخط النقل الهوائي الحالي بين العقبة والقويره.
- خط نقل هوائي بطول 1 كم وبقدرة 400 كيلو فولت يربط محطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة بالقرب من العقبة بخط النقل الهوائي الحالي العقبة-معان 400 كيلو فولت.

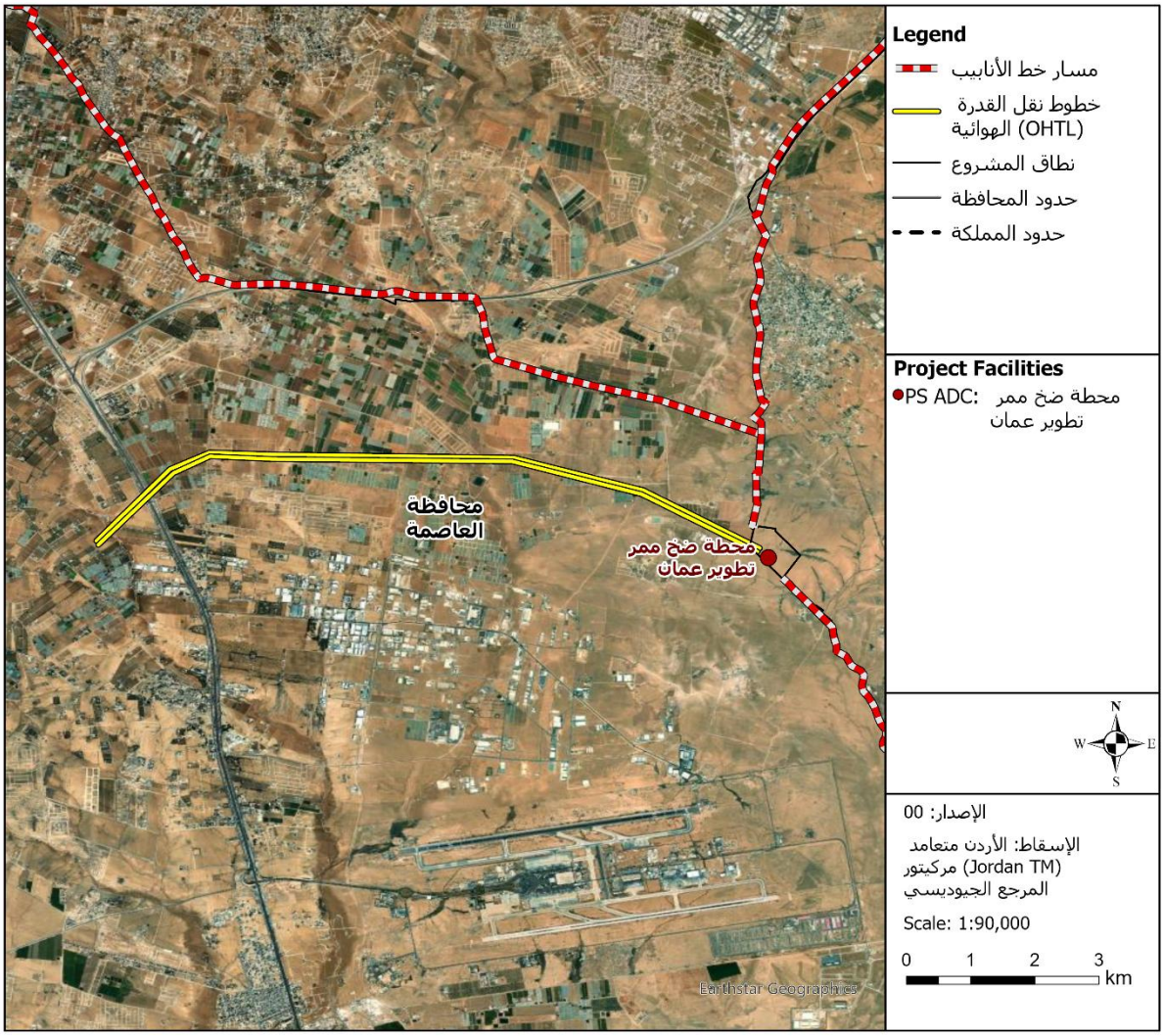
والشكل5.3 - المسار المخطط الحالي لخطوط النقل الهوائي الجديدة بين مرفق الطاقة المتجددة ومحطة تعزيز الضخ 2 والمحطة الفرعية الجديدة في العقبة.الشكل5.3 - خطوط النقل الهوائي الجديدة جنوب عمّان التي تربط محطة ضخ ممر عمان التنموي PS ADC بالشبكة الوطنية. وستتألف خطوط النقل الهوائي من العناصر التالية:

- الأساسات والأبراج.
- كابلات الموصلات والعوازل والأسلاك الأرضية.
- التجهيزات والأجهزة.
  - مشابك التعليق.
  - مثبطات.
  - المباعدات.
  - أبواق القوس الكهربائي.

الشكل5.3 -7 : المسار الحالي لخطوط النقل الهوائي بين مرفق الطاقة المتجددة ومحطة تعزيز الضخ BPS2 2 ومحطة العقبة الفرعية الجديدة



الشكل5.3 -8 : المسار الحالي لخطوط النقل الهوائي جنوب عمّان التي تربط محطة ضخ ممر عمان التنموي PS ADC بالشبكة الوطنية



الأبراج

يتضمن تصميم خط النقل الهوائي OHTL أبراجًا مكونة من هياكل فولاذية شبكية عمودية، ومصممة لتحمل الحمل الميكانيكي لخط النقل الهوائي OHTL المعلق والعوامل البيئية مثل الرياح والأمطار. ويتم تثبيت الأبراج بمسامير على أساسات خرسانية مثبتة مسبقًا ومزودة بأجهزة مناسبة لمكافحة السرقة والتسلق لضمان سلامة الأصول وأمنها.

في حين أن الأبراج ستكون ذات تصميم هيكلي شبكي عمودي، فسيتم تكييف التصميم ليتوافق مع خصائص موقع التركيب وطبوغرافيته، والمسافة بين الأبراج واعتبارات السلامة، أي مسافة الخلوص المطلوبة لمنع حدوث قوس كهربائي من الموصلات الحية إلى الأرض. وستتراوح ارتفاعات الأبراج بين 46.9 مترًا و49.4 مترًا تقريبًا، مع أبعاد قاعدة تتراوح بين 9.9 مترًا × 7.5 مترًا و17.3 مترًا × 17.3 مترًا.

الجدول5.3 -8 أدناه العدد الأولي للأبراج التي من المتوقع أن تكون مطلوبة لكل من خطوط النقل الهوائي الجديدة.

الجدول5.3 -8 : العدد التقديري لأبراج خطوط النقل الهوائي

خطوط النقل الهوائي	الطول التقريبي لخطوط النقل الهوائي (كم)	عدد الأبراج
خط نقل هوائي 400 كيلو فولت يربط محطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة بالقرب من العقبة بخط العقبة-معان 400 كيلو فولت الحالي.	1	5
خط نقل هوائي 132 كيلو فولت يربط مرفق الطاقة المتجددة بمحطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة بالقرب من العقبة.	70	2
خط نقل هوائي 132 كيلو فولت يربط محطة شركة الكهرباء الوطنية NEPCO الفرعية الجديدة في العقبة بالمحطة الفرعية لتعزيز الضخ BPS2 2.	10	40
خط نقل هوائي 132 كيلو فولت يربط BP3 بخط النقل الهوائي الحالي بين العقبة والقويرة.	1	5
خط نقل هوائي 132 كيلو فولت يربط محطة ضخ ممر عمان التنموي PS ADC بالشبكة الوطنية جنوب عمّان × 2.	10 × 2	70

كابلات موصلات وعوازل

يتضمن تصميم البرج كابلات موصلات تنقل التيار الكهربائي وعوازل. حيث تتكون الموصلات من مزيج من الأسلاك المصنوعة من الألومنيوم والصلب، وهي مجمعة في حزم لتقليل فقد الطاقة والضجيج وزيادة سعة النقل.

تستخدم العوازل المصنوعة من البورسلين أو البوليمر لعزل الموصلات الحية كهربائيًا عن هيكل البرج المؤرض، بينما تحمي أسلاك التأريض المتصلة من أعلى أبراج النقل إلى الأرض الموصلات من ضربات الصواعق.

حق المرور لخط النقل الهوائي

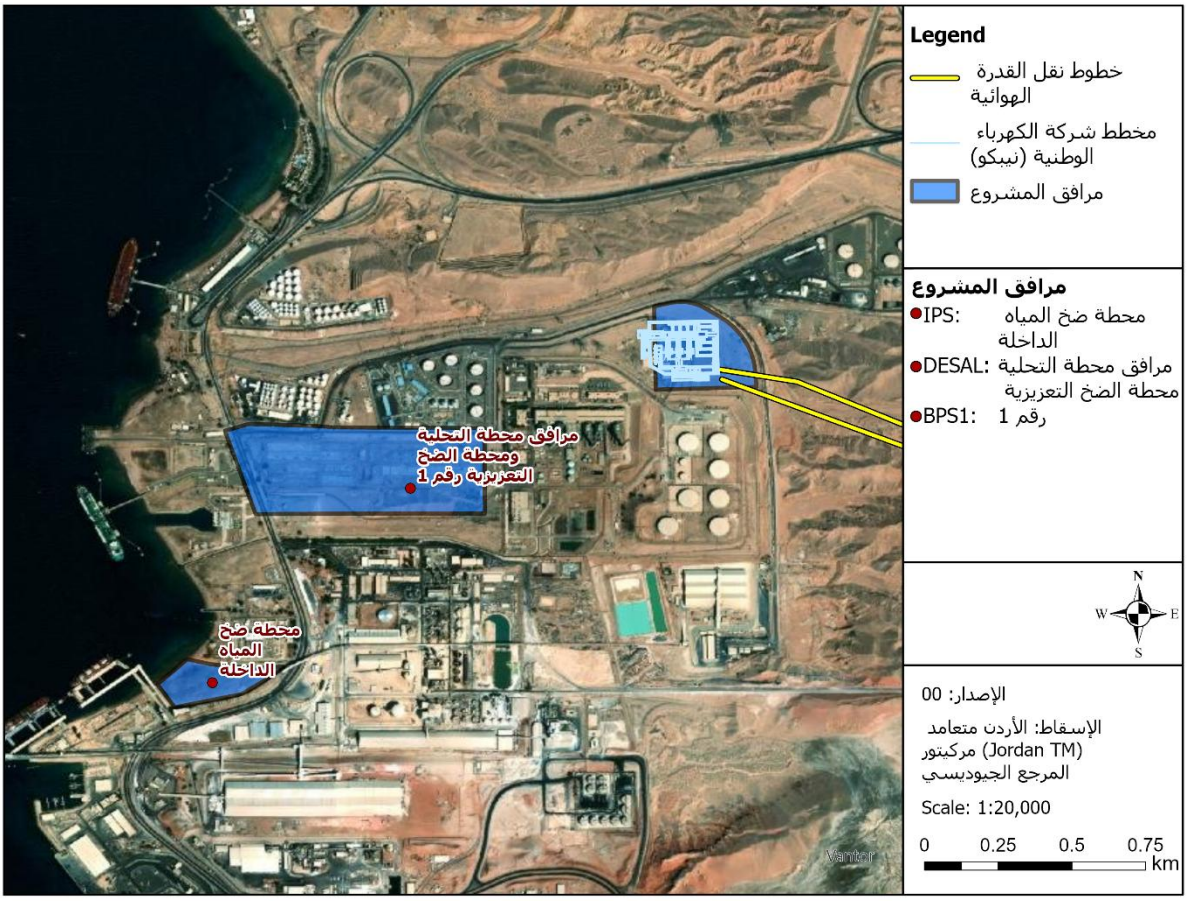
سيتم إنشاء حق مرور دائم (RoW) على طول مسارات خط النقل الهوائي (OHTL) ليتم الحفاظ عليها خالية من العوائق والنباتات لضمان السلامة وتوفير الوصول للصيانة والحفاظ على المسافة الآمنة المطلوبة بين الموصلات والأرض أو أي أجسام أخرى. كما سيتم الحفاظ على نطاقات حق المرور عند الحد الأدنى اللازم للوفاء بمسافات السلامة المطلوبة وفقًا لـ«القواعد الصحية لضمان مسافات الأمان الكهربائية» الأردنية (رقم 1 لسنة 2003)، وذلك لخطوط النقل الهوائية بجهد أقل من 400 كيلوفولت و132 كيلوفولت.

وسيُسمح بممارسة الأنشطة الزراعية ضمن هذه مسافات السلامة.

المحطة الفرعية الرئيسية لشركة الكهرباء الوطنية NEPCO في العقبة

ستوفر المحطة الفرعية الجديدة في العقبة الطاقة الكهربائية لمحطة تحلية المياه الجديدة التابعة لمشروع الناقل الوطني ومرافق السحب والتصريف والنقل. وستقوم شركة الكهرباء الوطنية NEPCO ببناء وتشغيل المحطة الفرعية. وستتألف من مكثفات ومفاتيح كهربائية ومعدات ومحطات كهربائية أخرى، بالإضافة إلى نظام إطفاء الحرائق وغرفة التحكم ومناطق الصيانة. ويرد موقع المحطة الفرعية وتصميمها الأولي فيالشكل5.3 - أدناه.

الشكل5.3 -9 : المخطط التخطيطي للمحطة الفرعية الجديدة في العقبة



5.3.5.2 تحسينات على خزانات أبو علندا والمنتزه القائمة

في وقت كتابة هذا التقرير، لم يتم الانتهاء من تصميم التحسينات المطلوبة لخزانات المياه القائمة، إن وجدت. ومع ذلك، فمن المرجح أن يكون هنالك حاجة الى توسعة خزان المنتزه للتخزين. ولم يتم تحديد نطاق وحجم التحسينات المطلوبة في الوقت الحالي.

تشمل استخدامات الأراضي الواقعة بالقرب من الخزان القائم في منطقة المنتزه مرافق مجتمعية وترفيهية، ومساحة مخصصة لإقامة الفعاليات مثل الحفلات وحفلات الزفاف، وطريق وصول محلي (يشمل حرم خط أنابيب النقل)، إضافةً إلى خطوط المرافق المرتبطة بإمدادات الكهرباء والاتصالات.

وفي منطقة أبو علندا، تشمل استخدامات الأراضي الواقعة بالقرب من الخزان القائم مباني ذات طابع صناعي وتجاري (مثل أنشطة البيع بالتجزئة، والضيافة، وصيانة المركبات)، تقع على جانبي طريق رئيسي مكوّن من أربعة مسارات.

5.4 البناء

5.4.1 مرافق السحب والتصريف ومحطة تحلية المياه

5.4.1.1 أعمال البناء البحرية

ستشمل أعمال البناء لتركيب البنية التحتية للسحب والتصريف في البيئة البحرية ما يلي:

- أنشطة المسح المسبق والتجهيز.
- إنشاء بحيرة السحب الجديدة، بما في ذلك منشآت تدعيم وحماية الحاجز البحري (Seawall Revetment).
- إنشاء رصيف مؤقت لتمكين أعمال حفر خندق التصريف البحري.
- أعمال الحفر والخنادق في المياه الساحلية القريبة لتمكين تركيب خط التصريف البحري.
- أعمال التسوية وإعداد القاعدة قبل تركيب خط التصريف البحري.
- تركيب خط التصريف البحري والموزّع.
- ردم وحماية المناطق التي تم شق خنادق بها.

لم يتم بعد تحديد منهجيات البناء التفصيلية بشكل كامل. ويستند وصف الأنشطة المتوقعة إلى المعلومات المتاحة وقت كتابة هذا التقرير، وأفضل التقديرات والمنهجيات النموذجية المعتمدة في مشاريع مماثلة.

أنشطة ما قبل المسح والتجهيز

قبل بدء البناء، سيتم إجراء مسوحات بحرية وأعمال استكشاف للموقع للتأكد من حالة قاع البحر، بما في ذلك قياس الأعماق والظروف الجيوتقنية، واثراء التخطيط التفصيلي للبناء.

ستشمل أنشطة التجهيز إنشاء مرافق مؤقتة للموقع، بما في ذلك مناطق التخزين واللحام وورش الصيانة ومجمع المصنع والمرافق المؤقتة لعمال الموقع، فضلاً عن ضمان وجود الأسوار والمناطق البحرية المحظورة ذات الصلة. وسيتم تخزين هياكل التثبيت الخرسانية المصنوعة من الخرسانة مسبقة الصب، والمخصصة لتثبيت خط التصريف البحري والموزّع على قاع البحر، في الموقع البري إلى حين الحاجة إليها لأغراض التركيب.

من المتوقع أن يتم توصيل خدمات مؤقتة بالمرافق البلدية لتوفير الطاقة والمياه والصرف الصحي والاتصالات للموقع طوال فترة البناء.

إنشاء بحيرة السحب

سيتم حفر بحيرة السحب عند خط الساحل إلى عمق -4 أمتار بالنسبة لمستوى سطح البحر المتوسط (MSL)، باستخدام تقنيات إنشائية تهدف إلى تجنّب التأثيرات المرتبطة بزيادة العكورة في المياه الساحلية القريبة المجاورة. وقد تكون هناك حاجة إلى إنشاء حاجز مؤقت من الصفائح المعدنية (Sheet-piled Cofferdam) لمنع تسرّب مياه البحر أثناء أعمال الحفر. وسيتم نشر ستارة رسوبية حول محيط أعمال إنشاء بحيرة السحب. كما سيتم تركيب منشآت تدعيم وحماية (Revetment) باستخدام صخور ومواد ركام مستوردة لتثبيت الجدران الجانبية للبحيرة، وإنشاء حاجز بحري على الجانب المواجه للبحر، وذلك لمنع التعرية الناتجة عن الأمواج وحركة المدّ والجزر.

حفر خندق التصريف البحري

سيتطلب تركيب خط التصريف البحري تنفيذ أعمال حفر خنادق في المياه الساحلية القريبة. وقد تم تصميم خط التصريف ليُركَّب داخل خندق ساحلي قريب حتى عمق مياه يصل إلى 10 أمتار، وذلك لتوفير الحماية من تأثيرات الأمواج، ثم يتم تمديده مباشرة على قاع البحر بعد عمق -10 م MSL.

وسيتم إنشاء رصيف مؤقت بعرض خمسة أمتار لتمكين الحفّارات من الوصول إلى المنطقة الساحلية القريبة وتنفيذ خندق التصريف البحري. وسيُنشأ الرصيف المؤقت باستخدام مواد ركام مستوردة. كما سيتم تركيب ستائر رسوبية حول الرصيف المؤقت ومنطقة الحفر، بما يحقق إنشاء محيط مغلق يفصل منطقة الأعمال النشطة عن المناطق المحيطة بها. وستبقى الستائر الرسوبية في مكانها إلى حين الانتهاء من جميع الأنشطة المسببة للعكورة، أي بعد استكمال أعمال الردم، وانخفاض مستويات العكورة إلى حدود مقبولة. وسيتم استرجاع جميع المواد المحفورة ونقلها إلى موقع تخزين بري مؤقت، وذلك امتثالًا لمتطلبات سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (AZEZA) البيئية والاجتماعية، قبل إعادة استخدامها في أعمال الردم. ولن يتم التخلص من أي مواد محفورة في البحر. وسيتم إزالة الرصيف المؤقت بعد الانتهاء من أعمال الحفر والردم.

تركيب خط التصريف البحري

ستعتمد طريقة تركيب خط التصريف البحري على اختيار المواد النهائية لخط التصريف. وتفترض الحالة الأساسية الحالية استخدام مادة البولي إيثيلين عالي الكثافة (HPDE)، حيث يتم لحام الأجزاء وتجميعها في أطوال طويلة على الشاطئ مع سلاسل "كاملة" يتم سحبها إلى الموقع بواسطة بارجة. ثم يتم تعويم الأجزاء الطويلة من خط التصريف البحري، إلى جانب الأوزان الباليستية، وسحبها إلى الموقع النهائي والمحاذاة النهائية قبل غمرها في موضعها النهائي داخل الخندق المُعد مسبقًا أو مباشرة على قاع البحر المُعد حسب

الاقتضاء. وخلال أعمال تركيب خط التصريف البحري، سيتم تثبيت السفن الداعمة والبارجة المسحوبة بالمراسي لضمان الاستقرار أثناء التنفيذ.

تركيب الموزّع

سيتم تجميع الموزع على اليابسة في أطوال محددة (بما في ذلك كتل باليستية مرتبطة وقطع التوصيل ذات الحواف)، ثم سحبها عبر بارجة إلى موقعها وغمرها في مكانها في محاذاة قاع البحر المعدة مسبقًا بدعم من فرق الغواصين لوضعها وتثبيتها في مكانها. كما سيتم استخدام الكتل الباليستية لتثبيت هيكل الموزع ومنعه من "التدحرج" وبالتالي ضمان بقاء الأنابيب الرأسية في وضع عمودي ومحاذاة المنافذ بالزاوية الصحيحة لدعم التشتت.

الردم والحماية

سيتم ردم الخندق في المنطقة الساحلية القريبة حتى عمق مياه يصل إلى 10 أمتار، وذلك لحماية خط التصريف البحري، كما سيتم تغطيته بمراتب خرسانية على قاع البحر.

وعند نقطة وصول خط التصريف إلى اليابسة، سيتم تركيب منشآت حماية للشاطئ كجزء من الهيكل العام لتدعيم بحيرة السحب، والتي ستشمل ردميات صخرية وطبقات حماية صخرية.

5.4.1.2 بناء محطة ضخ السحب (IPS)

ستشمل أعمال بناء محطة ضخ السحب (IPS) على ما يلي:

- تركيب الجدران الاستنادية والأساسات والسدود المؤقتة.
- الحفريات والأساسات لحفر محطات الضخ.
- أعمال الحفر وتسوية الموقع.
- تركيب المنشآت والمعدات والهياكل الدائمة لمحطة ضخ السحب IPS. (بما في ذلك التوصيلات بالأنابيب البحرية وأنابيب النقل).
- الردم وإزالة السدود المؤقتة.

عند خط الساحل في محطة ضخ السحب IPS، سيتم تنفيذ أعمال تركيب الجدار العازل الخرساني الدائم المسلح ونظام أساسات وجدران استنادية من الألواح الخرسانية لإنشاء سد مؤقت. ثم سيتم حفر حفرة محطة الضخ إلى عمق 10 أمتار، ما ينتج عنه كمية تقديرية من المواد المحفورة تبلغ حوالي 65,400 متر مكعب. ثم سيتم بعد ذلك تجفيف الحفرة باستخدام مضخات لإنشاء منطقة عمل مستقرة وجافة لتركيب الهيكل السفلي والأساسات الخرسانية، بما في ذلك غرفة السد. وسيتم إعادة المياه الناتجة عن عمليات خفض المياه إلى البحر، وذلك بعد إخضاعها للاختبارات اللازمة للتأكد من توافقها مع متطلبات سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA) الخاصة بتركيز المواد الصلبة العالقة. كما سيتم تنفيذ أعمال الحفر والتسوية والتعبيد في جميع أنحاء مناطق محطة ضخ السحب IPS حسب الحاجة. وتنفيذ عمليات الردم حول منصة عمل السد المؤقت باستخدام المواد المستخرجة. وبعد ذلك، تركيب المعدات الميكانيكية والكهربائية لمحطة ضخ السحب IPS بما في ذلك مضخات السحب الدائمة وهياكل الايواء المرتبطة بها.

سيتم إزالة الألواح المؤقتة والردم بين الجدار الخرساني العازل المؤقت والدائم، وحفر وصلات أنابيب السحب والتصريف عبر الجدار العازل، مما يتيح ربط الأنابيب البحرية عبر وصلة فلانش/شفة.

ومن المتوقع أن تشمل آلات ومعدات البناء المستخدمة في محطة ضخ السحب IPS معدات أساسات متخصصة (مثل الجدران الحاجزية، والأساسات، والأساسات الصفيحية، والمرابط الأرضية، وأنظمة الحشو/الحقن)، ونظام تصريف المياه، والحفارات، وكسارات الخرسانة، والرافعات، ومحطة خلط الخرسانة، والكسارة، ومجموعات اللحام وأدوات القطع والطحن. وستنتقل المركبات (مثل الشاحنات) المرتبطة بمحطة ضخ السحب IPS والأعمال البحرية من وإلى موقع محطة ضخ السحب IPS عبر الطريق السريع العام الحالي.

5.4.1.3 تركيب خطوط انابيب نقل مياه السحب والتصريف

ستشمل أعمال إنشاء خطوط الأنابيب بين محطة ضخ السحب ومحطة تحلية المياه حفر خنادق لمسار خط الأنابيب باستخدام تقنيات ومعدات مماثلة لتلك المستخدمة في خط الأنابيب الرئيسي، مع مراعاة قيود التشغيل وقيود المساحة ذات الصلة (انظر القسم 1.2.4.5).

ستتبع خطوط الأنابيب في معظم مسارها طريق الموانئ السريع. وستكون هناك حاجة إلى معابر خاصة لعبور خطوط الأنابيب الحالية في محيط محطة ضخ السحب وموقع محطة تحلية المياه، وخط أنابيب الغاز لمحطة ضغط الغاز في العقبة، والطريق الحالي ونفق الطريق تحت الطريق السريع المجاور مباشرة لموقع محطة تحلية المياه. ومن المتوقع أن يتم مد أنابيب النقل في معظم مسارها في خندق بعمق 0.75 متر من الرمل مع ردم يوفر غطاءً لا يقل عن 2 متر. وحيثما تتطلب الحماية الإضافية، على سبيل المثال عند تقاطع الطرق، سيتم تزويد الأنابيب بغطاء إضافي من الخرسانة المسلحة بسمك 0.45 متر.

5.4.1.4 بناء محطة تحلية المياه

ستشمل أنشطة بناء وتركيب محطة تحلية المياه الرئيسية ما يلي:

- مسوحات ما قبل البناء وأنشطة التجهيز.
- الأعمال التمهيدية والحفريات والأعمال تحت سطح الأرض.
- تشييد الهياكل الدائمة والأعمال الميكانيكية والكهربائية.

المسوحات ما قبل البناء وأنشطة التجهيز

ستشمل المسوحات ما قبل البناء دراسات جيوتقنية ودراسات التربة والمسوحات الطبوغرافية ومسوحات المرافق الحالية لتحسين التخطيط التفصيلي والتراخيص بما في ذلك إدارة المرور والأمن.

وستشمل أنشطة التجهيز إنشاء ترتيبات الوصول والسلامة والأمن، مثل البوابات والأسوار واللافتات، وإنشاء مرافق مؤقتة لدعم البناء، بما في ذلك:

- مكاتب الموقع المؤقتة.
- ورش عمل مؤقتة ومستودعات تخزين.
- مرافق الرعاية الاجتماعية لعمال البناء (بما في ذلك غرف تغيير الملابس والمراحيض ومرافق تقديم الطعام ومركز الإسعافات الأولية).
- مساحة لتخزين مواد البناء ومعدات/مصانع/مركبات البناء.
- مناطق مخصصة لتخزين/معالجة الوقود والزيوت والمواد الكيميائية.

من المتوقع أن يتم توصيل خدمات مؤقتة بالمرافق البلدية لتوفير الطاقة والمياه والصرف الصحي والاتصالات للموقع طوال فترة البناء، مع توفير مولدات ديزل كإمدادات احتياطية.

الأعمال التمهيدية والحفريات والأعمال تحت سطح الأرض

ستبدأ الأعمال التمهيدية بإزالة التربة/المخزونات الموجودة والأساسات الحالية قبل إزالة التربة السطحية والنباتات. كما سيتم حفر الطرق ومواقف السيارات ومناطق البناء أو ردمها بجميع الأسطح المائلة لتجنب تجمع المياه.

وسيتم إجراء حفريات هيكلية في جميع أنحاء الموقع للمناطق المخصصة للرصف والطرق والأساسات واحواض الصرف والجدران الاستنادية وأي مرافق أخرى فوق الأرض أو تحت الأرض مطلوبة لدعم الأحمال الهيكلية. وسيشمل ذلك الحفريات اللازمة لخزان المعادلة الذي سيتطلب حفرًا بعمق حوالي 10 أمتار. وتركيب الخزان، المصنوع من الخرسانة، واختباره هيدروليكيًا، ثم ردم المنطقة المحفورة قبل القيام بأعمال التركيب الميكانيكية والكهربائية الإضافية.

كما سيتم حفر خنادق في جميع أنحاء الموقع لتركيب الأنابيب والكابلات تحت الأرض وكذلك قنوات الصرف. وتوفير نظام صرف للموقع لنقل مياه الأمطار من الموقع إلى قنوات الصرف المرتبطة بشبكة التصريف الحالية التابعة للمنطقة الصناعية في العقبة. وتصميم تصريف

الموقع لتجنب تدفق المياه إلى الحفريات وتوجيه أي مياه تتولد أثناء الحفر، أي خلال العمل عند أو تحت عمق منسوب المياه الجوفية إلى نظام الصرف. وسيتم تضمين متطلبات أنظمة الاحتواء و/أو المعالجة المناسبة مثل الحواجز المؤقتة وأحواض التجميع وأنظمة فصل الزيت/الماء في تصميم الصرف لمنع تلوث التربة والمياه الجوفية و/أو المياه السطحية من مياه الصرف المحتمل تلوثها.

وأيضا سيتم الحصول على مواد الملء والردم من الحفريات في الموقع أو استيرادها إلى الموقع. وتخزين المواد الزائدة المحفورة (أي المخلفات)، بما في ذلك المواد غير الصالحة للردم، مؤقتًا في الموقع أو وضعها في منطقة مخصصة للمخلفات. والهدف من ذلك هو إعادة استخدام المواد المستخرجة قدر الإمكان للملء والردم مع إدارة الفائض وفقًا لخطة البناء التفصيلية الإضافية.

تشييد الهياكل الدائمة والأعمال الميكانيكية والكهربائية

سيشمل البناء فوق السطح تركيب هياكل مباني دائمة لأغراض التخزين التشغيلي والصيانة والتحكم والأجهزة والمحطة الكهربائية والإدارة والرعاية الاجتماعية في الموقع. وستشمل هذه المرحلة من البناء أنشطة التنظيف والطلاء واللحام. وسيتم أيضًا تركيب معدات محطة تحلية المياه وحزم الأنظمة ميكانيكيًا وتوصيلها، يلي ذلك الانتهاء من الأعمال الكهربائية في الموقع وتوصيلات المحطات الفرعية قبل الاختبار والتشغيل.

منشأة البناء والمعدات وحركة المرور

سيتم استخدام المعدات والآليات في الموقع طوال فترة البناء، ومن المتوقع أن تشمل الشاحنات والحفارات والرافعات والممهدات والمداحل والجرافات ومضخات الخرسانة والكاشطات وآلات اللحام. وستنتقل حركة المرور المرتبطة ببناء موقع تحلية المياه من وإلى الموقع عبر الطريق السريع العام والطرق الفرعية الموجودة. ومن المتوقع أن يكون الوصول إلى الموقع من الطريق السريع الرئيسي للموانئ إلى الغرب من الموقع، معلقا بالحصول على التراخيص ذات الصلة وتخطيط إدارة حركة المرور.

من المتوقع أن تكون هناك حاجة إلى خزانات وقود ديزل فوق الأرض لتزويد المعدات في الموقع أثناء البناء. بالإضافة إلى ذلك، سيتم توفير وتخزين أنواع أخرى من الوقود والزيوت والمواد الكيميائية في الموقع في حاويات.

5.4.2 نظام الناقل

ستشمل أنشطة بناء وتركيب نظام الناقل الرئيسي ما يلي:

- أعمال إنشاء خطوط أنابيب الناقل.
  - مسوحات ما قبل البناء وأنشطة التجهيز (بما في ذلك أعمال الوصول والمجمعات).
  - تركيب خط أنابيب الناقل باستخدام طرق حفر الخنادق.
- طرق تركيب تقاطعات خطوط الأنابيب.
- بناء أنظمة الناقل فوق الارض AGI.

5.4.2.1 أعمال إنشاء خطوط أنابيب الناقل

ما قبل البناء والتجهيز

قبل البدء في إنشاء نظام الناقل، سيكون من الضروري إنشاء مجمعات ومرافق مؤقتة لدعم أعمال البناء، فضلاً عن إجراء عدد من التحسينات على الطرق وإنشاء طرق وصول جديدة للسماح لحركة مرور مركبات البناء بالوصول إلى المجمعات ومناطق العمل على طول المسار. ومن المتوقع أن يتم تنفيذ أنشطة تحسين الطرق وإنشاء طرق وصول جديدة قبل أعمال تركيب خط الأنابيب الرئيسي على طول مسار خط الأنابيب، مع إنشاء المجمعات الرئيسية في مواقع استراتيجية رئيسية قبل بدء الأعمال والاحتفاظ بها طوال فترة البناء. كما سيتم تخزين المعدات والمستلزمات ومواد البناء في المجمعات التي سيتم تسييجها بشكل آمن. وتزويد المجمعات بإجراءات الصرف والتسطيح والاحتواء المناسبة للتخفيف من حالات الانسكاب المحتملة لأي وقود أو مواد كيميائية مخزنة في الموقع. وسيتم اختيار موقع المجمعات بعناية، على سبيل المثال خارج المجتمعات المحلية وفي مناطق بعيدة عن المياه السطحية (مثل الأودية) وغير معرضة لخطر الفيضانات. كما سيتم أيضًا إنشاء معسكرات بناء للعمال خلال مرحلة التجهيز (انظر القسم 7.4.5 أدناه). وستستخدم حركة مرور البناء شبكة الطرق المحلية الحالية والطرق الجديدة والمطورة للوصول إلى النقاط الواقعة على طول ممر بناء خط الأنابيب (إنظر القسم 5.4.7.3 أدناه) .

تركيب خط انابيب الناقل باستخدام طرق حفر الخنادق

سيتم بناء خط الأنابيب وفقًا لعملية متسلسلة وتشمل عددًا من العمليات المتميزة التي يمكن تصنيفها بشكل عام على النحو التالي:

- مسح المسار، وإعداد شريط العمل، وإزالة السطح وتسويته.
- حفر الخنادق.
- ربط الأنابيب.
- مد الأنابيب ولحامها وتركيبها وردمها.

سيتم تقسيم أعمال إنشاء خط الأنابيب البالغ طوله 438 كيلومترًا إلى أجزاء قابلة للإدارة تسمى "الامتدادات". وستتألف الامتدادات من فرق عمل تقوم بأنشطة مختلفة على طول جبهة عمل دوارة. في هذه المرحلة من المشروع، من المفترض أن يتم حفر الخنادق وتركيب خط الأنابيب عبر خمس امتدادات فردية وفرق عمل مرتبطة بها.

مسح المسار، وإعداد شريط العمل، وإزالة السطح وتسويته

ستشمل أعمال مسح المسار تسجيلات طوبوغرافية وفوتوغرافية للحالة الحالية لمسار خط الأنابيب والمنطقة المحيطة المباشرة كما هو محدد بحدود شريط العمل. وسيتم استخدام هذه السجلات كمعايير يتم على أساسها تقييم جودة أعمال الترميم اللاحقة عند الانتهاء من أعمال البناء.

قبل البدء في أعمال البناء الرئيسية على طول المسار، سيتم تحديد مسار خط الأنابيب بدقة وتحديد عرض منطقة العمل على جانبي المسار. كما وسيتم وضع علامات واضحة على حدود عرض منطقة العمل. سيتم توفير تدابير السلامة والأمن، مثل الأسوار المؤقتة، حول مناطق العمل النشطة لمنع دخول العامة أو الحيوانات. وسيتم الحفاظ على المعالم الحالية المادية الموجودة مثل الجدران والأعمدة والأرصفة وأسوار الممتلكات بالحد الأدنى اللازم لضمان سلامة العمل. وإعداد سجلات للمرافق المدفونة مثل المصارف والتحقق منها مع مالك/مستخدم الأرض لمنع حدوث أضرار عرضية أثناء إنشاء خط الأنابيب. كما سيتم تحديد مواقع الخدمات الحالية التابعة لأطراف ثالثة ووضع علامات عليها وحمايتها أو تحويل مسارها. وسيتم نصب لافتات تحذيرية للكابلات الهوائية وتحديد نقاط العبور المؤقتة بوضوح.

يتم تحديد عرض العمل لتركيب خط الأنابيب من خلال المساحات المخصصة للوصول إلى خط الأنابيب وتركيبه بأمان، بناءً على المتطلبات التالية على وجه التحديد:

- منطقة الخندق: عرض الخندق ودرجة الانحدار (وفقًا للظروف الجيوتقنية).
- منطقة العمل: المساحة اللازمة للإنزال واللحام والربط.
- منطقة المعدات: نصف قطر دوران الرافعة (ومساحة الحفارة/الآلات الأخرى).
- منطقة المواد: تخزين الأنابيب، التربة السطحية/الأنقاض/مواد الردم.
- منطقة السلامة والوصول: طرق وصول آمنة للمشاة/ المركبات حول الموقع.

وبالتالي، سيختلف عرض العمل بالضرورة مع أخذ هذه القيود في الاعتبار، حيث تكون أضيق شرائح العمل داخل المناطق الحضرية المقيدة وأوسع شرائح العمل في المناطق غير المقيدة بعوامل فوق الأرض أو تحت الأرض. عادةً ما يتراوح عرض شرائح العمل لإنشاء خط أنابيب النقل بين 35 و60 مترًا تقريبًا، مع شرائح عمل أوسع تتراوح بين 50 و100 متر في بعض المناطق غير المقيدة للسماح بالوصول وتخزين المواد ومناولتها. في المناطق الحضرية، يقتصر الحد الأدنى لعرض منطقة العمل على 18.5 مترًا، وهو عرض كافٍ لاستيعاب رافعة مجنزرة بقدرة 100 طن وخندق خط الأنابيب بشكل آمن، وذلك على افتراض أن معدات وآليات البناء ستستخدم الطرق العامة للوصول إلى منطقة العمل.

سيتم إزالة أي عوائق أو بنية تحتية قائمة تتقاطع مع المسار ولا يمكن تجنبها من خلال تحسينات المسار بالتشاور مع المالك، عند الحاجة، أو سيتم الحد من ازعاجها قدر الامكان. ويوفر القسم **Error! Reference source not found.** مزيدًا من التفاصيل حول مواصفات التقاطعات للمرافق القائمة وشبكات النقل والمعالم الطبيعية الحساسة.

سيتم إزالة الطبقة السطحية من شرائح العمل حيث ستتألف الطبقة السطحية الموجودة على طول مسار خط الأنابيب من مجموعة متنوعة من الطبقات السطحية الصلبة (مثل طبقة سطح الطريق والأسفلت حيث يتوافق المسار مع الطرق القائمة)، بالإضافة إلى التربة والصخور. وسيتم إزالة التربة السطحية والنباتات باستخدام معدات تحريك التربة من شرائح العمل، مع تكديس التربة السطحية على طول حافة الشريحة. وسيتم النظر في قيمة النباتات للرعي المحلي أو الاستخدامات المجتمعية الأخرى قبل إزالتها لتقييم ما إذا كان

يمكن ترك أي مناطق ذات قيمة عالية في مكانها. كما سيتم تقليل ارتفاع مخزون التربة السطحية إلى الحد الأدنى لمنع اضطراب التربة والحد من تولد الغبار. وسيتم تخزين التربة السطحية في مناطق مخصصة بحيث يتم تجنب عبورها بواسطة مركبات البناء أو اختلاطها بمواد أخرى تم حفرها أثناء حفر الخنادق لدعم إعادة تأهيل وترميم ممر البناء في نهاية المطاف. في المواقع التي يوجد بها سطح صلب، سيتم استخدام معدات مثل المطارق أو المناشير الدائرية لإعداد السطح مع تخزين المواد التي تمت إزالتها بشكل منفصل عن التربة السطحية. وسيتم بعد ذلك تسوية شريحة العمل باستخدام معدات تشمل جرافات وآلات التسوية.

حفر خندق خط الأنابيب

سيتم مد خط الأنابيب في حفرة بعمق 4 أمتار تقريبًا في الظروف القياسية لمد الأنابيب، مع ترك مسافة 1.5 متر تقريبًا بين خط الأنابيب وأعلى الحفرة. وسيتم حفر الحفرة بعمق كافٍ للسماح بوضع 20 سم من مواد التمهيد تحت خط الأنابيب. حيث ستختلف أبعاد الخندق وفقًا لظروف التربة وموقع البناء. اما بالنسبة لحفر الخنادق في المناطق الحضرية أو الخاضعة لقيود أخرى، سيقتصر عرض الخندق على حوالي 4.6 متر، مع دعم جوانب/جدران الخندق بواسطة ألواح حديدية مرفوعة. وبالنسبة للخنادق المحفورة في التربة الرخوة، سيكون عمق الخندق الإجمالي أعمق (حتى 6 أمتار) وأعرض (16 مترًا) لضمان استقرار الخندق.

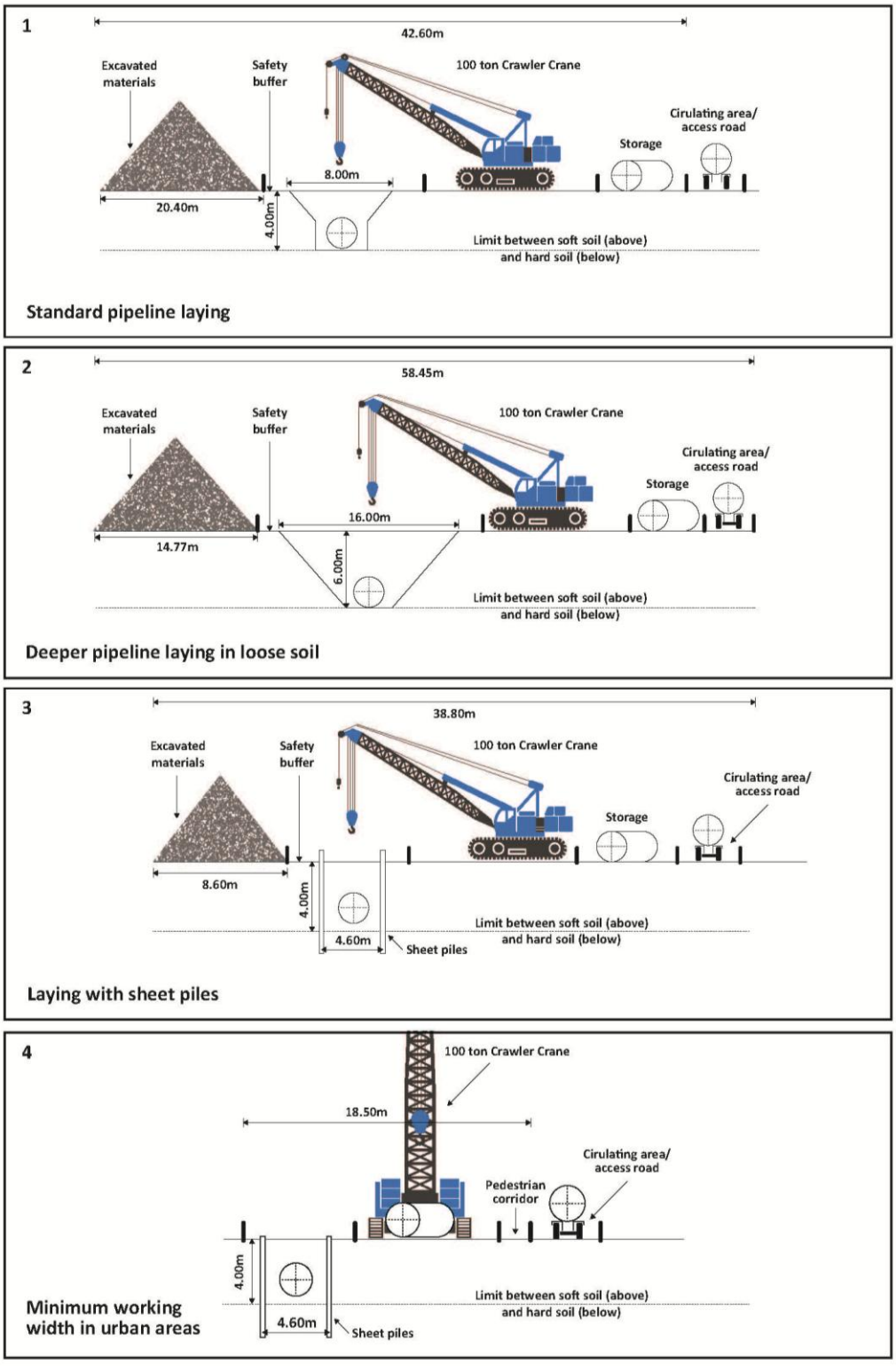
الشكل5.4 - أدناه التكوين النموذجي لوضع الأنابيب القياسي، ووضع الأنابيب في مساحات محدودة باستخدام الألواح المعدنية، ووضع الأنابيب في التربة الرخوة، والحد الأدنى لعرض منطقة العمل داخل المناطق الحضرية.

سيتم حفر الخندق إلى العمق المطلوب باستخدام حفارات ميكانيكية أو حفارات خنادق تمتد أو تعمل بجانب خندق خط الأنابيب. وقد يلزم أولاً تكسير أي صخور يتم العثور عليها باستخدام مطرقة صخرية أو ملحق منقار مثبت على حفارة قبل إزالتها من الخندق. وعادةً ما يتم تخزين المواد المحفورة بجوار التربة السطحية التي تمت إزالتها مسبقًا وبشكل منفصل عنها. وعند حفر الخنادق على مقربة من الخدمات تحت الأرضية الموجودة، سيتم الحفر يدويًا لتجنب أي أضرار غير ضرورية.

في المناطق المحدودة، قد لا يكون تخزين المواد المحفورة محليًا ممكنًا. وفي هذه الحالة، سيتم نقل المواد المحفورة إلى منطقة مخصصة لإدارة النفايات حيث سيتم تخزين المواد. وعندما تكون المادة مناسبة للردم، سيتم نقلها مرة أخرى إلى المسار لهذا الغرض (بعد إرسالها إلى الكسارة وغربلتها حسب الحاجة).

سيتم إجراء حفر إضافي لتوفير منطقة عمل لفريق اللحام بعد إنزال أقسام الأنابيب في الخندق. وتوجيه أي مياه يتم العثور عليها أثناء الحفر إلى أقرب قاع وادي باستخدام أحواض تجميع ومضخات وخراطيم. في المناطق التي يرتفع فيها منسوب المياه الجوفية، قد يتعين زيادة عمق الخندق لاستيعاب تجفيف المياه.

الشكل5.4 -10 : تكوينات بناء خط الأنابيب الإرشادية ضمن عرض العمل



سيتحدد معدل حفر الخنادق داخل كل منطقة بشكل أساسي حسب ظروف التربة على طول المسار وقيود البناء. وعند تركيب خط الأنابيب في المناطق الحضرية أو في المواقع التي تفرض قيودًا مادية، سيتم تعديل ممارسات العمل والمعدات المستخدمة حسب الحاجة لتقليل الإزعاج للسكان المحليين والأضرار المحتملة للبنية التحتية مثل خطوط الكهرباء العلوية والطرق السريعة والمرافق تحت الأرض. ومن المتوقع أن يتقدم حفر الخنادق بمعدل 300-500 متر في اليوم في المناطق المفتوحة/الريفية وبمعدل أبطأ يبلغ 100 متر في اليوم في المناطق المقيدة والحضرية بسبب الظروف المتوقعة والحاجة إلى أساليب قابلة للتكيف.

مد الأنابيب واللحام والتركيب والردم

سيتم نقل أقسام الأنابيب من مرفق التخزين المركزي إلى مرفق ثانوي على طول مسار خط الأنابيب قبل تسليمها إلى الموقع للتركيب. وسيتم إنزال كل قسم إلى الخندق، على طبقة تربة معدة مسبقًا، باستخدام رافعات متحركة. و فحص الخندق بحثًا عن أي حطام قد يعمل على اتلاف طلاء الأنابيب قبل تركيب أقسام الأنابيب.

بمجرد وصولها إلى الخندق، سيتم محاذاة أقسام الأنابيب وتوصيلها باستخدام مشبك محاذاة داخلي (ILUC) وآلة مواجهة الأنابيب (PFM) لتشكيل سلسلة قبل لحامها معًا باستخدام معدات لحام يدوية أو آلات لحام أوتوماتيكية تتحرك على طول سلسلة خط الأنابيب. وسيتم لحام الجزء الأكبر من خط الأنابيب، أي محطة تعزيز الضخ 2 الى محطة ضخ ممر عمان التنموي BPS2 إلى PSADC، باستخدام آلات أوتوماتيكية. وسيتم استخدام معدات اللحام اليدوية في الأجزاء الأولى والأخيرة من خط الأنابيب. وفحص الجزء الملحوم المكتمل بصريًا ثم اختباره بطرق الاختبار غير المتداخلة بالأشعة (NDT) قبل أن يتم اعتماده وتطبيق طلاء الوصلات الميدانية على الوصلة الملحومة. وسيتم إصلاح أي لحامات معيبة عن طريق الإصلاح أو الاستبدال قبل إعادة اختبارها. وتوفير الهواء المضغوط لتشغيل الأدوات التي تعمل بالهواء، وإزالة الغبار من مناطق اللحام ودعم عمليات فحص اللحام.

وسيتم أيضًا تركيب قنوات كابلات الألياف الضوئية بجانب خط الأنابيب كجزء من نظام SCADA ونظام الكشف عن التسرب.

وبعد ذلك سيتم ردم خندق خط الأنابيب في البداية بمواد حشو/تسوية حبيبية دقيقة الحبيبات، يتم غربلتها ميكانيكيًا وتصنيفها جيدًا دون حواف حادة قد تلحق الضرر بطلاء خط الأنابيب. وسيتم الحصول على مواد الردم، قدر الإمكان، باستخدام نفس مخلفات الحفر التي تم استخراجها في الأصل من الخندق. واستخدام معدات التكسير والغربلة لإعداد مواد الحشو/الفرش من مواد الخندق المستخرجة. وستكون هذه المعدات موجودة إما داخل الخندق أو في مناطق مخصصة، على مسافة مناسبة من المجتمعات السكنية. ويمكن شراء مواد ردم إضافية من المحاجر المحلية إذا لم تكن المواد المتوفرة من حفر الخندق كافية.

بعد وضع الطبقة الأولية من المواد المغربلة في الخندق، سيتم استخدام المواد التي تم حفرها مسبقًا من الحفر الأولي لإكمال الردم. واستخدام الشاحنات لنقل المواد المحفورة التي تم جرى إزالتها وتخزينها في منطقة إدارة المخلفات المخصصة إلى المسار من اجل ردمها.

الاختبار الهيدروستاتيكي

سيتم إجراء الاختبار الهيدروستاتيكي (أو اختبارات الضغط) بعد ردم الأنابيب، مع ترك الوصلات الملحومة مكشوفة للتحقق من أي تسرب محتمل (على سبيل المثال من اللحامات المعيبة أو الأنابيب المتصدعة) قبل التشغيل. وبديلًا عن ذلك، يمكن فحص الوصلات الملحومة بشكل فردي داخل خندق مُردم بعد إجراء اختبار الضغط، وذلك باستخدام طرق فحص فوق سطح الأرض. وسيتم ملء أجزاء من خط الأنابيب بمياه عذبة، سواء من الآبار أو من شبكة توزيع المياه المحلية، ثم تعريضها للضغط إلى مستوى يعادل 1.25 مرة من أقصى ضغط تصميمي للنظام، وبعد ذلك سيتم تقييمها للتحقق من وجود أي تسربات أو أضرار. وبمجرد الانتهاء من اختبار الضغط، سيتم تجفيف قسم الأنابيب وتجميع المياه لإعادة استخدامها في القسم التالي من الأنابيب لاختبار الضغط. وإرسال مياه الاختبار الملوثة إلى خزان مؤقت، وتصفيتها قبل إعادة استخدامها (بافتراض استيفاء معايير الجودة المعمول بها). أما مياه الاختبار الهيدروستاتيكي التي لا يمكن إعادة استخدامها، فسيتم تصريفها إلى الأودية أو إتاحتها لإعادة الاستخدام محليًا، وذلك بالتنسيق مع البلدية المعنية وبما يتوافق مع معايير التصريف ذات الصلة.

5.4.2.2 طرق تركيب تقاطعات خطوط الأنابيب

سيتم إنشاء معظم مسار خط أنابيب الناقل (أكثر من 99٪) باستخدام طرق تركيب خطوط الأنابيب التقليدية في الخنادق الموصوفة أعلاه. ومع ذلك، يتقاطع مسار خط الأنابيب مع عدد من المعالم الخطية بما في ذلك الطرق والطرق السريعة وتقاطعات الطرق السريعة والمجاري المائية المؤقتة أو القنوات (الأودية) والسكك الحديدية. فيما يلي العدد التقديري للتقاطعات خلال وقت كتابة هذا التقرير:

- 308 معبر طرق فرعية ومسارات وصول وطرق سريعة رئيسية وتقاطعات طرق سريعة.
- 209 معبر وديان.

- 7 معابر للسكك الحديدية.

سيتم تنفيذ عبور هذه المعالم إما باستخدام طرق "الحفر المفتوح" حيث يتم حفر خندق خط الأنابيب بشكل مباشر عبر المعلم المراد عبوره، أو كعبور بدون حفر مما يقلل من اضطراب التربة على السطح لعبور ما تحت المعلم. وتشمل طرق العبور بدون خندق كلا من الرفع والثقب، والحفر بالدفع، والحفر باللولب، والحفر الدقيق، والحفر الاتجاهي الافقي (HDD). ويتم استخدام هذه الطرق عندما تسمح ظروف الأرض بذلك، وعندما يكون الاضطراب الذي يعمل على ازعاج الغير غير مقبول أو عندما يكون هناك ضرر كبير للبيئة نتيجة استخدام طرق الحفر المكشوفة. يعد تصميم المعابر على طول مسار خط الأنابيب جزءًا من أنشطة التصميم الجارية، ولكن من المفترض حاليًا أن يتم استخدام طرق العبور بدون حفر في معابر الوديان والطرق السريعة الرئيسية وتقاطعات الطرق السريعة. ومن المفترض حاليًا إجراء حفر بواسطة المثقاب في 53 موقعًا منفصلاً بطول يقدر بـ 2 كم.

بالنسبة للطرق الفرعية ومسارات الوصول المرتبطة بالأنشطة الزراعية أو التجمعات السكنية الصغيرة التي يمر بها خط الأنابيب، سيتم استخدام طرق البناء المفتوحة. كما سيتم التشاور مع ملاك الأراضي لإبلاغهم بالإغلاق المؤقت للطرق. وتنفيذ اجراءات، مثل إنشاء تحويلات أو إغلاق الطرق على مراحل، لتقليل الإزعاج المروري المحلي. وعند استخدام طريقة الحفر المفتوح، سيتم تحويل حركة المرور حول التقاطع عبر تحويلات أو طرق مؤقتة. ومن اجل تقليل مدة اضطراب حركة المرور إلى أدنى حد، سيتم تجهيز الأنابيب قبل بدء حفر الطرق. وبمجرد تركيب خط الأنابيب، سيتم ردم الخندق وضغطه على شكل طبقات وفقًا للمواصفات ذات الصلة. ثم سيتم إعادة رصف الطريق فوق الخندق المضغوط. وسيتم تنسيق الاختيار النهائي لطرق التقاطع مع سلطة إدارة الطرق المختصة.

من المقرر حاليًا أن يتم تنفيذ معابر السكك الحديدية أيضًا بطريقة الحفر المفتوح، على ان تكون قابلة للتعديل بناءا على التصميم التفصيلي اللاحق.

5.4.2.3 تركيب نظام الناقل فوق الأرض (AGIs)

سيتضمن تركيب نظام الناقل فوق الارض AGIs في مواقع محطات الضخ الأربع وخزاني التنظيم وخزان كسر الضغط نفس أنواع الأنشطة الموضحة في بناء محطة تحلية المياه، وهي:

- مسوحات ما قبل البناء وأنشطة التجهيز.
- الأعمال التمهيدية والحفريات والأعمال تحت سطح الأرض.
- تشييد الهياكل الدائمة والأعمال الميكانيكية والكهربائية.

في كل موقع من التركيب فوق الارض AGI، ستشمل أنشطة التجهيز وضع الأسوار والترتيبات الأمنية قبل بدء الأعمال وإنشاء طرق الوصول والمرافق المؤقتة للموقع، مثل المكاتب المؤقتة وورش العمل ومناطق التخزين والمرافق المؤقتة للرعاية الاجتماعية.

بعد إخلاء وتسوية كل موقع (بما في ذلك المناطق التي سيتم فيها إنشاء محطات فرعية في محطة تعزيز الضخ 2 و3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي BPS2 وBPS3 وPSADC)، سيتم إجراء الحفريات الهيكلية حسب الحاجة لتوفير الأساسات للمباني ومحطة المعالجة والمعدات والخزانات. وسيتم أيضًا إجراء الحفريات لبرك التبخر المقترحة لتدفق الفائض في محطة تعزيز الضخ 3 ومحطة ضخ ممر عمان التنموي BPS3 وADC PS. كما سيتم الانتهاء من حفر الخنادق للتمكن من تركيب الأنابيب والكابلات تحت الأرض وكذلك قنوات الصرف، تليها أنشطة الردم حسب الحاجة باستخدام المواد المعاد استخدامها حيثما أمكن ذلك. وتركيب مصنع المعالجة الدائم والمباني مع الانتهاء من الأعمال الكهربائية في الموقع وتوصيلات المحطات الفرعية قبل الاختبار والتشغيل.

من المتوقع أن تشمل الآلات والمعدات المستخدمة في الموقع طوال فترة البناء الشاحنات والحفارات والرافعات والممهدات والمداحل والجرافات ومضخات الخرسانة والكاشطات وآلات اللحام. ومن المتوقع أن تكون هناك حاجة إلى خزانات وقود ديزل فوق الأرض لتزويد المعدات في الموقع أثناء البناء. بالإضافة إلى ذلك، سيتم توفير وتخزين أنواع أخرى من الوقود والزيوت والمواد الكيميائية في الموقع في حاويات.

5.4.3 مرافق الطاقة المتجددة

سيشمل بناء مرافق الطاقة المتجددة الأنشطة التالية:

- تجهيز الموقع وتركيب محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

- تركيب محطة التحويل والمبنى.
- أعمال الطرق الداخلية والوصول.

5.4.3.1 تجهيز الموقع وتركيب محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية

قبل بدء البناء، سيتم إجراء أنشطة المسح المسبق، مثل المسوحات الجيوتقنية، وسيتم تسييج الموقع بشكل آمن. وإجراء التمهيد والتسوية باستخدام الحفارات والجرافات لتقليل متطلبات القطع والردم وكمية الحفريات. وسيتم إجراء الحفريات من أجل الأساسات الخرسانية للمعدات الكهربائية (مثل المحولات). وتركيب الأساسات للوحدات الكهروضوئية الشمسية والمتتبعات على شكل أكوام مدكوكة باستخدام آلة دق الأكوام أو المطرقة الهيدروليكية. بناءً على مساحة الموقع وعدد الوحدات والمتتبعات، من المقدر أن الأمر سيتطلب ما يصل إلى 100,000 كومة.

ستتطلب أعمال الكابلات لربط المعدات الكهربائية الرئيسية في جميع أنحاء الموقع حفر خنادق لوضع الكابلات وقنوات الكابلات التالية:

- التيار المستمر (كابلات الطاقة DC).
- قنوات البولي ايثيلين عالي الكثافة HDPE.
- كابلات الطاقة الشمسية ذات التيار المستمر.
- موصلات التأريض.

بمجرد مد الكابلات، سيتم ردم الخنادق قبل تركيب المعدات الكهربائية المتبقية وتوصيلات الكابلات النهائية.

5.4.3.2 تركيب محطة التحويل والمبنى

سيتطلب تركيب المحولات الرئيسية والمساعدة ومحولات التأريض المحايدة (NGT) الحفر والضغط للأساسات الخرسانية والهيكل المقوى بالفولاذ، بما في ذلك جدار الحماية الذي سيضم كل نوع من المحولات بشكل منفصل.

ويتم تخزين كل نوع من المحولات في خزان واقٍ سيتم تركيبه على الأساس الخرساني. و بعد ذلك سيتم الانتهاء من أعمال الأنابيب والوصلات الكهربائية المرتبطة بها، بما في ذلك تعبئة المحولات بالزيت.

سيتم تشييد العديد من المباني في الموقع لدعم العمليات اليومية لمحطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، بما في ذلك:

- مبنى المفاتيح الكهربائية المعزولة بالغاز (GIS) (من أجل حماية المحطة الفرعية).
- غرفة التحكم الرئيسية (MCR).
- محطة ضخ مياه الإطفاء والخزانات تحت الأرض.
- مباني الإدارة والإقامة.
- مستودعات التخزين الجاهزة.

سيشمل بناء المبنى الأعمال المدنية لتركيب أساسات المبنى (وضع الألواح الخرسانية) وإكمال الأعمال الإنشائية وتجهيز المبنى. وسيشمل تركيب معدات محطة ضخ مياه الإطفاء وضع مضخات مياه الإطفاء ثم تركيب شبكة واسعة من أنابيب وصمامات مياه الإطفاء. وفي النهاية سيتم تركيب نظام رش مياه الإطفاء ونظام إنذار الحريق لضمان تشغيل المنشأة بشكل كامل وآمن.

5.4.3.3 أعمال الطرق الداخلية والوصول

سيتم إنشاء طرق داخلية وحول الموقع لتسهيل عمليات الفحص والصيانة لمحطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وسيمتد طريق وصول بين الطريق السريع الرئيسي ومبنى الإدارة. وستكون الطرق الداخلية والطرق المحيطة بالموقع من الحصى المضغوط بعرض 3 أمتار مع حافة عرضها 0.5 متر على كل جانب. وسيكون عرض طريق الوصول 4 أمتار مع حافة عرضها 0.5 متر على كل جانب، وستكون

من الأسفلت. حيث سيتطلب بناء الطرق أعمال ترابية لتسوية السطح قبل وضع وضغط الطبقات الأساسية والنهائية لنوع سطح الطريق.

5.4.3.4 معدات البناء والأجهزة، والوصول والمرافق

سيتم استخدام المعدات والآلات في الموقع طوال فترة البناء، ومن المتوقع أن تشمل شاحنات وحفارات ورافعات ومضخات خرسانة وآلات لحام. وستنتقل حركة المرور المرتبطة ببناء موقع الطاقة المتجددة من وإلى الموقع عبر الطريق السريع العام الحالي والطريق الجديد الذي سيتم إنشاؤه كجزء من أعمال البناء. وقد يتم إنشاء طريق وصول مؤقت في البداية ريثما يتم إنشاء طريق الوصول الجديد. وسيكون الوصول إلى الموقع من الطريق السريع الصحراوي إلى الجنوب الغربي من الموقع عبر طريق وادي رم.

ومن المتوقع أن تكون هناك حاجة إلى خزانات وقود ديزل فوق الأرض لتزويد المعدات في الموقع أثناء البناء. بالإضافة إلى ذلك، سيتم توفير وتخزين أنواع أخرى من الوقود والزيوت والمواد الكيميائية في الموقع في حاويات.

كما سيتم توفير مرافق مؤقتة في الموقع خلال فترة البناء، بما في ذلك مرافق الرعاية الاجتماعية والمرافق الصحية المؤقتة وإمدادات المياه الصالحة للشرب.

5.4.4 خطوط النقل الهوائي والمحطات الفرعية

5.4.4.1 بناء خطوط النقل الهوائي

سيبدأ بناء خطوط النقل الهوائي، بما في ذلك خط النقل الهوائي بين مرفق الطاقة المتجددة والمحطة الفرعية الجديدة لشركة الكهرباء الوطنية في العقبة، مع الانتهاء من المسوحات الطبوغرافية والجيوتقنية التفصيلية لمسار خط النقل الهوائي، يلي ذلك إنشاء حق مرور للبناء على طول المسار. وسيتم إزالة جميع النباتات والعوائق اللازمة لتوفير إمكانية الوصول إلى مواقع الأبراج ومناطق وضع المعدات وتجميعها لضمان توفير مسافات آمنة دائمة لخطوط النقل المستقبلية.

سيتم إجراء أعمال الحفر والتسوية الأرضية في كل موقع برج لإعداد المنطقة لتركيب الأساسات الخرسانية المسلحة.

كما سيتم تسليم أقسام الأبراج الفولاذية الشبكية والتجهيزات المرتبطة بها إلى كل موقع لتجميعها على الأرض قبل رفعها إلى مواقعها باستخدام الرافعات أو الرافعات الشوكية. وبعد ذلك تثبيت الأبراج على الأساسات المثبتة مسبقًا.

وسيتم في البداية تثبيت العوازل على أذرع البرج، إلى جانب مشابك التعليق. ثم سيتم رفع حبل تجريبي على طول الأقسام بين كل برج لسحب الموصلات وسلك التأريض العلوي إلى مكانه. وسيتم شد الموصلات حتى تصل الى مستوى الارتخاء المطلوب قبل تركيب المثبطات والفواصل وأبواق القوس الكهربائي. وأخيرًا، سيتم تثبيت نظام التأريض الذي يربط البرج وسلك التأريض بقضبان التأريض في مكانه.

وستخضع الخطوط المكتملة لاختبارات كهربائية، مثل اختبارات مقاومة العزل والاستمرارية، للتأكد من عدم وجود أعطال قبل إجراء الفحص النهائي التفصيلي للتحقق من استيفاء جميع الشروط، وأن حق المرور خالٍ تمامًا. وبعد الحصول على شهادة من شركة الكهرباء الوطنية (NEPCO)، سيتم تزويد خطوط النقل الهوائي بالطاقة.

5.4.4.2 بناء المحطات الفرعية

سيتم بناء محطات فرعية في مواقع مرفق الطاقة المتجددة ومحطة ضخ ممر عمان التنموي ومحطة التعزيز 2 و3 ومحطة ضخ السحب وداخل قطعة أرض مخصصة بالقرب من محطة تحلية المياه في العقبة (انظرالشكل5.3 -). في كل موقع، سيتم تمهيد وتسوية المنطقة المخصصة للمحطة الفرعية وتركيب الأساسات قبل تركيب المباني والهياكل والمعدات الكهربائية والكابلات. وسيتم اختبار المعدات وتشغيلها قبل بدء التشغيل.

5.4.5 التشغيل الاولي، بدء التشغيل واكمال البناء

تهدف مرحلة التشغيل الاولي وبدء التشغيل واكمال البناء في مشروع الناقل الوطني إلى الوصول بالمحطة إلى حالة تشغيلية امنة وكاملة تفي بجميع معايير التصميم والأداء بالإضافة إلى أي متطلبات تنظيمية.

5.4.5.1 عمليات التشغيل الاولي

عملية التشغيل الاولي هي سلسلة متكاملة من الأنشطة لتسهيل الانتقال من نهاية مرحلة البناء إلى تسليم التشغيل. وستشمل الأنشطة الرئيسية ما يلي:

- **اختبار قبول المصنع (FAT):** يتم اختبار المعدات والأنظمة الكهربائية وبرامج التحكم (PLC/SCADA) في منشأة الشركة المصنعة للتحقق من مطابقتها للمواصفات قبل التسليم.
- **التحقق من التوريد:** التأكد من أن جميع المعدات المستلمة في الموقع سليمة وغير تالفة وقد اجتازت جميع اختبارات المصنع المطلوبة.
- **التحقق من البناء:** سلسلة من الفحوصات والتفتيشات المنهجية (مثل اختبارات الضغط والمحاذاة والاستمرارية الكهربائية) للتأكد من أن التركيب يتوافق مع مواصفات التصميم والمواصفات التعاقدية.
- **تزويد الطاقة الكهربائية:** بعد إجراء فحوصات ما قبل تزويد الطاقة بنجاح، يتم تشغيل المعدات. ويتم إضفاء الطابع الرسمي على هذه المرحلة بإصدار إشعارات تزويد الطاقة (NOEs).
- **اختبار ما قبل التشغيل:** ينقسم إلى مرحلتين:
  - **جاف:** اختبار وظيفي للعناصر بدون سوائل المعالجة (مثل اختبارات دوران المحرك الكهربائي، وفحوصات الأجهزة، واختبار قبول الموقع (SAT)).
  - **رطب:** تشغيل عناصر المرفق باستخدام السوائل (مثل مياه البحر والمياه الصالحة للشرب) للتحقق من الأداء وفقًا لمواصفات التصميم، بما في ذلك فحوصات الأنظمة الميكانيكية والكهربائية وأنظمة التحكم تحت الحمل.
- **تشغيل العملية:** بمجرد الانتهاء من مرحلة ما قبل التشغيل الاولي، يتم اختبار الأنظمة كوحدة متكاملة واحدة في ظل ظروف العملية. وتتضمن هذه المرحلة التعديلات النهائية على الأجهزة، وأخذ عينات من تدفق العملية، وتدريب المشغلين. والهدف هو إثبات أن المصنع يمكنه العمل بكامل طاقته التصميمية.

5.4.5.2 تسلسل التشغيل

سيتم تشغيل مرافق السحب والتصريف (التي تشمل سحب مياه البحر ونظام محطة ضخ السحب IPS ونظام التصريف) أولاً لإنشاء مصدر لمياه البحر ومسار تصريف لمخلفات محطة تحلية المياه. مع تشغيل أنظمة السحب والتصريف، سيتم تفعيل محطة تحلية المياه ونظام الناقل بالتتابع مع اكتمال بنائهما. وستتطلب الأنشطة الأولية لأنظمة الكيماويات والتنظيف في محطة تحلية المياه إمدادات مؤقتة من المياه الصالحة للشرب أو الخدمات، حيث أن المحطة لن تكون مكتفية ذاتياً بعد. وسيتم توفير إمدادات كهربائية دائمة في نظام محطة ضخ السحب IPS ومحطة تحلية المياه قبل بدء تشغيلهما.

ستعمل محطة تحلية المياه باستخدام مياه البحر المتاحة من محطة معالجة المياه لإجراء اختبارات العملية مع تصريف جميع المياه الناتجة إلى البحر. سيتكوّن التصريف من مياه معالجة وفق معايير مياه الشرب الخاصة بالمشروع، إضافةً إلى المحلول الملحي الناتج عن نظام التناضح العكسي (RO). ولن يتم استخدام أي إضافات كيميائية خلال مرحلة التشغيل التجريبي لمحطة التحلية، باستثناء المواد الكيميائية المستخدمة عادةً في إنتاج المياه. وفي المقابل، من المقرر تشغيل محطات ضخ نظام الناقل باستخدام كميات محدودة من المياه التي يتم إعادة تدويرها محليًا داخل الأنابيب، مما يسمح باختبار المضخات دون الحاجة إلى ملء شبكة الأنابيب بالكامل من البداية. وسيتم وضع خطط تشغيل تفصيلية كجزء من الأنشطة الهندسية التفصيلية. وستشمل هذه الخطط إجراءات اختبار الوحدات الفردية للنظام واختبارات النظام، بما في ذلك بروتوكولات اختبار الأداء ونهج المشروع للتشغيل المسبق الرطب والجاف، بما في ذلك مصادر المياه ونهج كفاءة المياه وإعادة استخدامها والاستخدام الكيميائي المحتمل والتخلص منها/التصريف.

بمجرد أن تحقق محطة تحلية المياه أول إنتاج لها من المياه الصالحة للشرب ويصبح نظام الناقل جاهزًا، ستتكون المرحلة النهائية من الاختبار والتحقق المتكاملين من فترة مراقبة مدتها شهرين تليها اختبار أداء نهائي مدته شهر واحد. وستعمل هذه الاختبارات على التحقق من أداء النظام بأكمله، سواء كان يعمل بتدفق جزئي إلى العقبة أو بالتدفق الكامل المصمم إلى عمّان، مما يؤدي إلى إكمال المشروع للانتقال من مرحلة الهندسة والتوريد والبناء (EPC) إلى مرحلة التشغيل والصيانة (O&M)، والمعروف أيضًا بتاريخ التشغيل التجاري للمشروع (PCOD).

5.4.6 إعادة ترميم مواقع البناء

في جميع مواقع المشروع، بعد الانتهاء من أنشطة البناء، سيتم إزالة جميع معدات البناء والمعدات المؤقتة، وسيتم إعادة المناطق المؤقتة إلى حالتها قبل البناء أو أفضل. وسيتم إيلاء عناية خاصة لضمان إعادة البنية التحتية لتصريف المياه، وطرق الوصول، والشبكات والمرافق الأخرى، والنباتات، التي تم تعطيلها/نقلها أثناء البناء، إلى حالتها السابقة. وسيتم التقاط صور فوتوغرافية لمسار خط الأنابيب ومواقع المشروع، حيثما كان ذلك مناسبًا، قبل وبعد الأعمال. وإذا لزم الأمر، ستكون الخطوة الأخيرة هي إنشاء حواجز وصول لمنع التعدي على حق المرور على خط أنابيب النقل في النقاط المناسبة. كما سيتم وضع جميع الأعمدة والعلامات لتقليل التداخل مع الأنشطة الزراعية. وتركيب أعمدة اختبار نظام الحماية الكاثودية. تتضمن المرحلة الأخيرة في عملية البناء، إزالة الأسوار المؤقتة حيث تم تركيبها بمجرد الانتهاء من إعادة الترميم.

وسيتم وضع خطط تفصيلية لإعادة التأهيل والأنشطة الإدارية والمراقبة المرتبطة بها عند الضرورة كجزء من خطط إدارة البيئة أثناء البناء لضمان اتخاذ الاجراءات المناسبة للتأكد من تحقيق شروط ما قبل البناء مع اتخاذ الإجراءات التصحيحية عند الضرورة.

5.4.7 القوى العاملة خلال مرحلة البناء، ومعسكرات العمال، والخدمات اللوجستية

5.4.7.1 معسكرات العمال خلال مرحلة البناء

سيقوم المشروع بإنشاء واستخدام معسكرات إنشاء مستقلة ومكتفية ذاتيًا لاستيعاب القوى العاملة ودعم الجوانب اللوجستية لأعمال البناء لمدة تقارب 36 شهرًا. ومن المتوقع إنشاء ما يصل إلى خمسة معسكرات رئيسية لدعم أعمال إنشاء المشروع (انظر الشكل 5-11). ويجري حاليًا تقييم مواقع محتملة لمعسكرات تقع على طول مسار خط أنابيب النقل (حيث يتم تقييم مناطق تقع إلى الجنوب من موقع خزان التنظيم RGT3، وبالقرب من الجفر وبالقرب من الحسا، ضمن محافظات العقبة ومعان والطفيلة) لدعم أعمال إنشاء نظام النقل. بالإضافة إلى ذلك، سيتم إنشاء معسكر يضم قاعدة لوجستية وساحة مسبقة الصب داخل مدينة العقبة أو بالقرب منها، لدعم إنشاء محطة ضخ السحب (IPS) ومحطة التحلية والأجزاء الجنوبية من نظام النقل. كما سيتم إنشاء معسكر آخر في عمّان. وستكون المكاتب الرئيسية للمشروع في كل من عمّان والعقبة.

لم يتم بعد تحديد الموقع الدقيق وعدد وتصميم وخدمات المخيمات اللازمة لدعم مرحلة البناء. ومن المتوقع إنشاء مخيمين رئيسيين على الأقل لدعم معظم أعمال نظام الناقل، ومخيم في العقبة أو بالقرب منها لدعم بناء كل من محطة ضخ السحب ومحطة تحلية المياه والأقسام الجنوبية من نظام الناقل. وقد تكون هناك حاجة أيضًا إلى مخيمات ثانوية أصغر حجمًا.

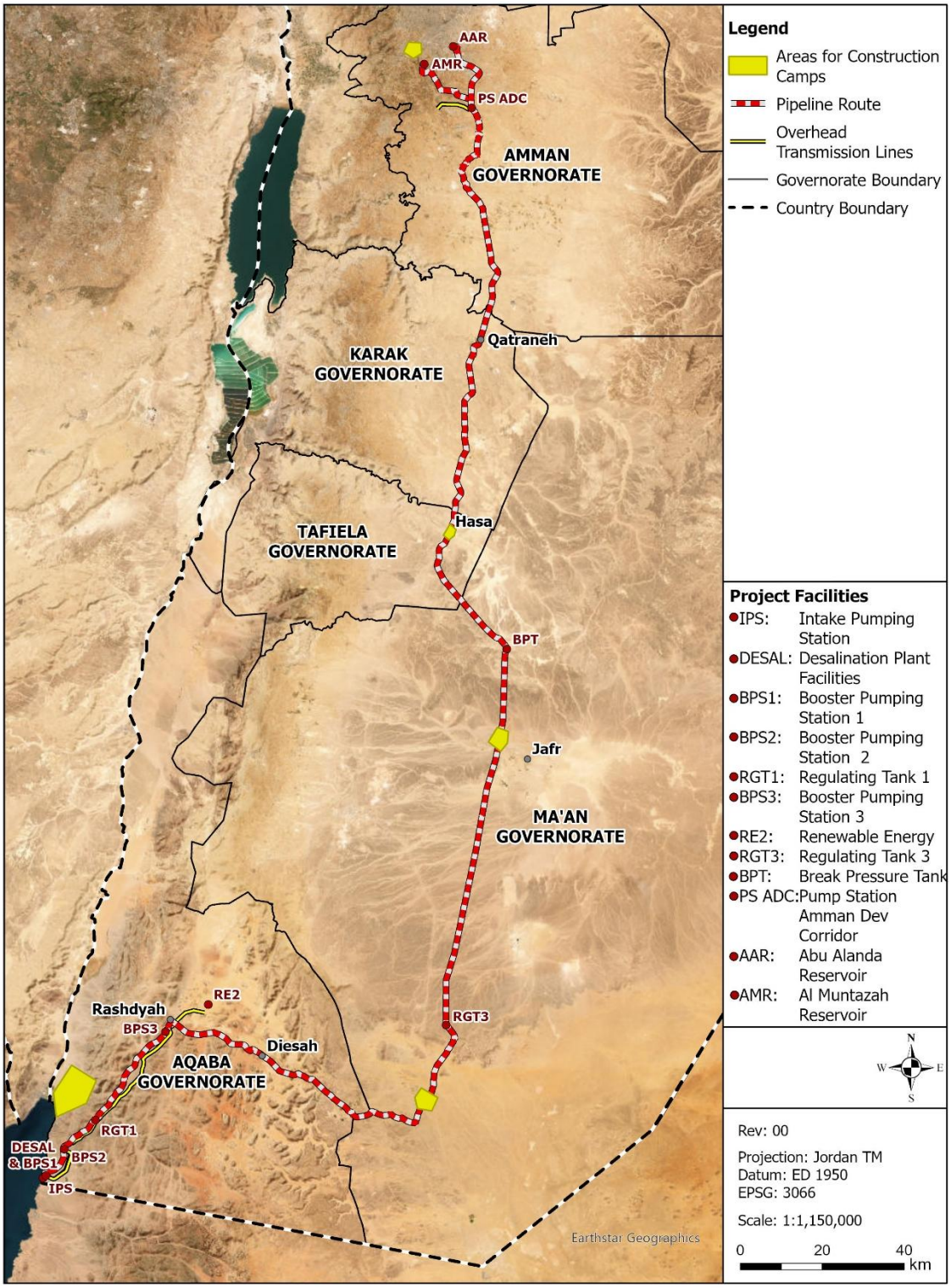
ومن المتوقع أن تشمل المرافق الرئيسية أماكن إقامة مؤقتة للعمال تستوعب ما يصل إلى 1500 عامل في كل معسكر، ومطابخ ومرافق رفاهية مثل المراحيض والدوشات واماكن الراحة. وسيتم توفير المرافق العامة للمخيمات من خلال إمدادات مؤقتة، مثل تزويد مياه الشرب بواسطة الصهاريج، وتوليد الطاقة من مولدات الديزل، مع توفير أنظمة تصريف واحتواء مؤقتة وتركيب إضاءة للسلامة والعمليات الليلية. ويمكن أيضًا استخدام المخيمات لدعم لوجستيات المشروع، وتوفير مناطق تخزين لمواد البناء وأجزاء الأنابيب والمعدات؛ ومناطق مخصصة للتخزين المؤقت للنفايات والمواد الكيميائية والوقود؛ ومناطق الصيانة والورش. ويمكن نشر مخيمات إضافية أو وحدات متنقلة على طول مسار خط الأنابيب حسب الحاجة.

5.4.7.2 القوى العاملة في مرحلة البناء

من المقدر أن يتطلب بناء محطة تحلية المياه ومحطة ضخ السحب (IPS) قوى عاملة قصوى تتراوح بين 2000 و2500 موظف وعامل. ومن المتوقع أن يتم توفير معظم أماكن الإقامة لهذه القوى العاملة في مخيم البناء الذي تم إنشاؤه في العقبة أو بالقرب منها.

ومن المتوقع أن يبلغ متوسط عدد القوى العاملة في نظام الناقل حوالي 2,600 موظف، بحد أقصى يبلغ حوالي 5,400 موظف خلال فترات الذروة في البناء.

الشكل5.4 -11 : مناطق معسكرات البناء الخاصة بالمشروع



5.4.7.3 لوجستيات إنشاء خط الأنابيب

يقوم المشروع حاليًا بتقييم خيارات توريد المواد الخاصة بخط أنابيب النقل، ويخطط للتعاقد مع ما يصل إلى ثلاثة موردين منفصلين، بما في ذلك شركات وطنية ودولية. وسيتم إنشاء مرافق مؤقتة لمناولة وتخزين مقاطع الأنابيب قبل توزيعها على طول حرم خط الأنابيب (RoW)، وذلك لمدة تقارب 18 شهرًا أو أكثر، قبل بدء أعمال إنشاء خط الأنابيب.

ومن منظور أسوأ سيناريو محتمل للجدول الزمني، وبافتراض أن جميع مقاطع الأنابيب سيتم استيرادها من خارج البلاد (على سبيل المثال عبر الشحن البحري من خلال خليج العقبة)، فمن المتوقع وصول سفن التوريد كل 15 يومًا إلى ميناء العقبة. وستقوم السفن بتسليم نحو 600 مقطع أنبوب في كل رحلة، ليتم بعدها نقلها بواسطة شاحنات مقطورة إلى مرفق التخزين المؤقت الواقع على بُعد يقارب 10 كيلومترات من ميناء العقبة، مع العمل على مدار 24 ساعة يوميًا. وسيتم اختيار موقع مرفق التخزين المؤقت بحيث يتجنب المناطق السكنية ويُقلل من أي إزعاج محتمل للسكان.

ومن المتوقع أن تعمل ما بين 20 و30 شاحنة مقطورة بشكل متواصل لتفريغ شحنة الأنابيب من السفينة إلى مرفق التخزين المؤقت خلال فترة تصل إلى ثلاثة أيام. وبعد ذلك، ستقوم الشاحنات نفسها بنقل مقاطع الأنابيب من مرفق التخزين المؤقت إلى موقع مدّ الأنابيب النشط (أو، عند الضرورة، إلى موقع تخزين وسيط على طول حرم خط الأنابيب) خلال الأيام الاثني عشر التالية، وذلك قبل وصول شحنة الأنابيب الدولية التالية. وسيتم إنشاء مناطق تنظيم مؤقتة على طول حرم خط الأنابيب لإدارة حركة مركبات التسليم، مع تجنّب تسيير قوافل شاحنات تنقل مقاطع الأنابيب عبر الطرق العامة والطرق السريعة. ومن المتوقع أن يستخدم حوالي 20٪ من حركة مرور المشروع الطرق العامة والطرق السريعة الرئيسية. أما غالبية حركات الشاحنات، ولا سيما تلك المسؤولة عن نقل مواد الحفر والردم، فسيتم توجيهها بحيث تتجنب المرور عبر المدن والقرى أو استخدام الطرق العامة والطرق السريعة الرئيسية قدر الإمكان.

5.5 التشغيل

5.5.1 نظرة عامة

ستشمل المرحلة التشغيلية لمشروع الناقل الوطني إنتاج وتوصيل المياه الصالحة للشرب من مرافق السحب في العقبة إلى خزان أبو علندا 2 وخزان المنتزه في عمّان. ويتماشى التحكم في نظام التحلية والنقل ككل مع اتفاقية وزارة المياه والري (MWI) التي تنص على توريد كمية يومية ثابتة من المياه العذبة إلى نقاط التسليم الخاصة بالمشروع، مع كون الهدف التصميمي للمشروع هو إنتاج نحو 300 مليون متر مكعب سنويًا من المياه العذبة.

وسيتم تطبيق إجراءات التشغيل الروتينية على جميع الأنشطة التي لها تأثير تشغيلي على عملية سحب المياه وتحلية المياه ونقلها، أو على الموظفين أو البيئة المحيطة. كما سيتم استخدام نظام SCADA مشترك لمراقبة والتحكم في نظام تحلية المياه ونظام الناقل بالكامل.

تظهر أحمال الطاقة التشغيلية لمرافق المشروع (في نظام التشغيل العادي) في الجدولالجدول1 أدناه.

الجدول*1* : أحمال الطاقة الكهربائية التشغيلية لمرافق محطة تحلية المياه في مشروع الناقل الوطني

مرافق المشروع	حمل الطاقة الكهربائية (ميجاواط)
الأعمال البحرية ومحطة تحلية المياه	126.4
BPS1	43
BPS2	51.5
BPS3	51.5
PSADC	26
الإجمالي	300.1

يتناسب الاستهلاك السنوي لمرافق المشروع (بالكيلوواط /ساعة) مع الأحمال المشار إليها أعلاه. سيكون استهلاك الكهرباء في مرافق الخزانات الثلاثة الرئيسية، وهم خزان كسر الضغط، وخزان التنظيم 3 وخزان التنظيم 1 ضئيلاً.

ومن المتوقع أن يتطلب تشغيل وصيانة مرافق مشروع الناقل الوطني ما يقارب 100 موظف.

5.5.2 مرافق السحب والتصريف ومحطة تحلية المياه

5.5.2.1 نظام السحب

أثناء التشغيل، سيتم إجراء الصيانة الروتينية لمضخات السحب والمعدات الميكانيكية الأخرى في محطة ضخ السحب IPS لضمان الحفاظ على الأداء وفقًا لمتطلبات تشغيل المشروع.

نظام سحب مياه البحر مزود بشبكات ونظام تنظيف ذاتي سيولد نفايات أثناء التشغيل. وقد تم تصميم الشبكة الخشنة ذات فتحات 50 مم وجهاز استرجاع الأسماك، المثبتين عند مدخل السحب، لمنع دخول الجزيئات الكبيرة أو الأسماك إلى نظام السحب. وستتطلب هذه المكونات أعمال تنظيف لإزالة الحطام المتراكم. وسيتم جمع النفايات الناتجة والتخلص منها عبر مرافق إدارة النفايات المعتمدة جنبًا إلى جنب مع النفايات الأخرى الناتجة عن أنشطة الصيانة الروتينية في محطة ضخ السحب.

5.5.2.2 محطة تحلية المياه

تم تصميم محطة تحلية المياه لتعمل ضمن معايير التصميم المحددة في نطاق تصميم المشروع (راجع الجدول 5-1)، والذي يشمل مجموعة من ظروف السحب لمراعاة التغيرات الطبيعية في مياه البحر المستخرجة من خليج العقبة. سيتم دعم العمليات الروتينية والصيانة من خلال مراقبة أداء المحطة بانتظام للتعرف على الوقت الذي تتلوث فيه عناصر غشاء التناضح العكسي. أثناء العمليات العادية، سيتم تنظيف غشاء التناضح العكسي عندما يظهر نظام التناضح العكسي علامات تلوث تتجاوز المستويات المسموح بها. تتنوع الملوثات الشائعة لأغشية التناضح العكسي ويمكن أن تشمل:

- الرواسب المعدنية (مثل رواسب كربونات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم).
- أكاسيد المعادن (مثل الحديد والمنغنيز والنحاس والنيكل وغيرها).
- رواسب السيليكا.
- الرواسب الغروية غير العضوية.
- المواد العضوية الطبيعية.
- المواد العضوية الاصطناعية (مثل البولي إلكتروليتات الكاتيونية).
- المواد الحيوية (مثل الأغشية الحيوية البكتيرية والطحالب والفطريات).

تم تصميم مزيج من طرق الشطف والغسيل العكسي والتنظيف الكيميائي في الموقع (CIP) المحددة في التصميم لمعالجة التلوث المحتمل إلى جانب برنامج صيانة لمراقبة حالة وفعالية مرشحات وأغشية محطة تحلية المياه.

سيتم توليد نفايات صلبة من معالجة المياه في نظام معالجة المواد الصلبة. وبمجرد تجفيف هذه النفايات، سيتم نقلها عبر نظام حاويات نموذجي إلى مرافق إدارة النفايات المعتمدة المناسبة للتخلص منها. وستشمل النفايات الأخرى المتولدة في محطة تحلية المياه الخراطيش المستهلكة من مرشحات خراطيش التنظيف في الموقع CIP، وأغشية التناضح العكسي المستبدلة، بالإضافة إلى نفايات المكاتب المتنوعة والمياه العادمة المنزلية.

سيتم تطبيق تدابير وقائية لتجنّب الجرعات الزائدة من المواد الكيميائية المستخدمة في الإنتاج، ومنع امتلاء أوعية العمليات وخزانات التخزين بشكل مفرط. وفي حال حدوث فيضان، سيتم احتواء السوائل داخل مرافق الاحتواء الثانوي، مثل المناطق المحاطة بحواجز والمتصلة بحفر تجميع مخصصة للتصريف. ولن يتم توجيه أي حالات فيضان إلى مرافق التصريف البحري.

5.5.3 نظام الناقل

يعمل نظام الناقل عن طريق ضخ وتنظيم معدلات تدفق المياه العذبة لتلبية الطلب في خزانات المستخدمين النهائيين ونقاط التوزيع. وسيكون النظام قادراً على متابعة نموذج طلب يومي او موسمي بحيث يمكنه نقل المياه بين ما يقرب من 10٪ و 100٪ من السعة التصميمية القصوى.

سيتم مراقبة النظام بأكمله والتحكم فيه من مركز التحكم الرئيسي (CC) الموجود في محطة تحلية المياه مع وجود مركز تحكم احتياطي في محطة ضخ ممر عمان التنموي PSADC. وسيتوفر التشغيل الالي الكامل في كل محطة ضخ وذلك في حال عدم توفر مركز التحكم الرئيسي، على سبيل المثال بسبب انقطاع الاتصالات.

سيكون أحد المتطلبات التشغيلية الرئيسية هو إدارة الضغط داخل شبكة المياه للحفاظ على سلامة وعمر أنابيب الناقل الفولاذية وبالتالي تقليل مخاطر التسرب. وستشكل مستشعرات الضغط عالية التردد جزءًا من نظام SCADA للكشف عن آثار التغيرات المؤقتة في الضغط (التغيرات السريعة في الضغط) والحد منها. ويسمح نظام التهوية على طول خط الأنابيب بإطلاق الهواء أثناء ملء خط الأنابيب ودخول الهواء أثناء تصريف النظام. وترد تفاصيل محطات التصريف التي تسمح بتصريف خط الأنابيب في القسم **Error! Reference source not found.** . ستضمن فلسفة الصيانة المعتمدة تقليل الخسائر في محطات التصريف إلى الحد الأدنى في حالة فحص خط الأنابيب أو إصلاحه.

سيكون نظام الكلورة، المطلوب للحفاظ على مستويات الكلور المتبقي في المياه العذبة ضمن الحدود المحددة آليًا بناءً على مستويات الكلور المتبقي المقاسة ومعدلات تدفق محطة الضخ.

لا توجد تدفقات نفايات أو تصريفات روتينية محددة متوقعة مرتبطة بالعمليات من منشآت السطح الخاصة بنظام النقل (AGIs). وسيكون عدد الموظفين في محطات الضخ ضئيلاً، ومن المتوقع أن تنتج عمليات الفحص الروتينية على طول حق المرور لخطوط الأنابيب كميات صغيرة من النفايات المنزلية.

5.5.4 مرافق الطاقة المتجددة

ستكون العمليات الروتينية في محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية مؤتمتة بدرجة كبيرة عبر غرفة التحكم الرئيسية (MCR). وستشمل أنشطة الصيانة التنظيف الدوري للألواح، وستتأثر وتيرة التنظيف بالظروف الجوية السائدة ومستويات الغبار المرتبطة بها. ومن المتوقع أن تكون طريقة التنظيف قائمة على استخدام المياه (تنظيف رطب)، في حين يدرس المشروع أيضًا خيار نظام تنظيف «جاف» يعتمد على استخدام الفُرَش أو أنظمة هواء مضغوط لإزالة الترسبات المتراكمة على الألواح الشمسية. ويُفضل استخدام طريقة التنظيف هذه لتجنب الحاجة إلى استخدام المياه العذبة، ولكن سيتم تأكيد ذلك خلال التصميم التفصيلي.

لا توجد تدفقات نفايات أو تصريفات روتينية محددة متوقعة من مرافق الطاقة المتجددة. ومن المتوقع أن يكون عدد الموظفين في محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية ضئيلاً، بحيث لا ينتج سوى كميات صغيرة من النفايات المنزلية.

5.6 إيقاف التشغيل/التفكيك

مع نهاية العمر التشغيلي للمشروع، سيتم وضع استراتيجية لإيقاف التشغيل/التفكيك وتنفيذها وفقًا للمتطلبات التشريعية المعمول بها ومع مراعاة أفضل الخيارات البيئية الممكنة. ستتمتع الأعمال المدنية الرئيسية للمشروع، بما في ذلك المباني والخزانات، وكذلك المنشآت الهيدروليكية للمشروع، بما في ذلك خطوط الأنابيب، بعمر تصميمي يبلغ 50 عامًا.

في وقت كتابة هذا التقرير، لا تتوفر أي معلومات بشأن أنشطة إيقاف التشغيل/التفكيك أو منهجيتها.

5.7 ملخص الانبعاثات المقدرة للمشروع (بما في ذلك غازات الاحتباس الحراري) والمواد والنفايات

5.7.1 ملخص الانبعاثات المقدرة

5.7.1.1 مرحلة البناء

يُعرض فيالجدول5.7 ***1-*** أدناه ملخص للانبعاثات السنوية المتوقعة لغازات الدفيئة (GHG) خلال مرحلة إنشاء مشروع الناقل الوطني للمياه (AAWDC)، وذلك لمكونات المشروع التالية:

- الأعمال البحرية (بما في ذلك إنشاء بحيرة السحب ونظام التصريف البحري)
- محطة ضخ السحب (IPS) ومحطة التحلية.
- منشآت السطح لنظام النقل (AGIs).
- خط أنابيب نظام النقل (بما في ذلك نقل المواد السائبة).
- مرفق الطاقة المتجددة (RE) وخطوط النقل الهوائية (OHTL).
- معسكرات البناء ونقل العاملين.

الجدول5.7 -1 : انبعاثات مرحلة البناء لمشروع الناقل الوطني

-	الأعمال البحرية	محطة ضخ السحب ومحطة تحلية المياه	منشآت السطح لنظام النقل	خط أنابيب الناقل	مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي	معسكرات البناء ونقل العاملين
-	(طن)	(طن)	(طن)	(طن)	(طن)	(طن)
السنة 1	2,724.3	397.5	452.6	802.7	219.1	18,484.9
السنة 2	7,264.8	622.1	1,206.8	11,639.8	472.0	36,969.8
السنة 3	6,356.7	501.2	980.5	9,633.0	404.6	36,969.8
السنة 4	0.0	51.8	75.4	2,408.2	0.0	18,484.9
إجمالي الانبعاثات	16,345.8	1,572.6	2,715.3	24,483.8	1,095.7	110,909.4

أساس التقدير:

1. أنواع السفن ومعدلات استهلاك الوقود المرتبطة بها الواردة في الملحق 5-2.

2. أنواع معدات البناء البرية وأحجام المحركات المرتبطة بها الواردة في الملحق 5-2 3.

3. معدلات استهلاك الوقود لمعسكرات البناء ونقل العاملين كما هو موضح في الملحق 5-2.

4. مدد تشغيل السفن ومعدات البناء البرية ومعسكرات البناء، استنادًا إلى الجدول الزمني الإرشادي للمشروع (الشكل 5-2).

5. عوامل الانبعاثات المستخدمة لحساب الانبعاثات الواردة في الملحق 5-3.

6. إمكانات الاحترار العالمي (GWPs) المستخدمة للتعبير عن كميات الميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) بوحدات مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) هي القيم القياسية الواردة في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC AR6، 2021).

5.7.1.2 مرحلة التشغيل

أثناء مرحلة التشغيل، ستكون الانبعاثات المباشرة من مرافق المشروع ضئيلة ومحدودة بالاستخدام العرضي لمولدات الديزل أثناء حالات الطوارئ، والاضطرابات، واستخدام مركبات الصيانة. وسيتم توفير الطاقة بشكل روتيني لمرافق المشروع من مرفق الطاقة المتجددة التابع للمشروع ومن الشبكة الكهربائية الوطنية. تم تصميم المشروع لإنتاج وتسليم 300 مليون متر مكعب سنويًا من المياه المحلاة، وتشغيله لضمان عدم تجاوز الحد الأقصى للانبعاثات البالغ 3.2 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل متر مكعب من المياه.

تُعرض الانبعاثات السنوية لغازات الدفيئة (GHG) المرتبطة بمرحلة تشغيل المشروع في الجدول 5-11 أدناه. وقد تم احتساب هذه الانبعاثات باستخدام عامل انبعاثات الشبكة الكهربائية الافتراضي المعتمد من قبل مؤسسات التمويل الدولية (IFI) للأردن، والبالغ 382 غرام مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوواط ساعة (gCO_2e/kWh)، وذلك لكونه يعكس مسار إزالة الكربون المتوقع على المدى الطويل لشبكة الكهرباء في الأردن، استنادًا إلى خطط التحول الوطني في قطاع الطاقة والتوافق مع منهجيات احتساب انبعاثات غازات الدفيئة الموحدة والمعتمدة لدى مؤسسات التمويل الدولية. ويأخذ هذا العامل في الاعتبار الزيادات المتوقعة في حصة توليد الطاقة من المصادر المتجددة، وما يقابلها من انخفاضات في متوسط كثافة الكربون لشبكة الكهرباء على مدى العمر التشغيلي للمشروع.

الجدول 5-11: انبعاثات غازات الدفيئة خلال مرحلة تشغيل مشروع AAWDC

السنة	انبعاثات المشروع (طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون)
2030	738,079
2031	739,462
2032	740,845
2033	742,228
2034	743,611
2035	744,994
2036	746,377
2037	747,760
2038	749,143
2039	750,526
2040	751,909
2041	753,292
2042	754,675
2043	756,058
2044	757,441
2045	758,824
2046	760,207
2047	761,591
2048	762,974
2049	764,357
2050	765,740
2051	767,123
2052	768,506
2053	769,889
2054	771,272
2055	772,655
إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة	**19,639,536**

من المتوقع أن يؤدي تشغيل مرافق المشروع بشكل غير مباشر إلى توليد ما يصل إلى 772.7 ألف طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويًا نتيجة الاعتماد على إمدادات الكهرباء من طرف ثالث عبر الشبكة الوطنية (بمتوسط سنوي يبلغ 753 ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون). وتُظهر الانبعاثات السنوية لغازات الدفيئة الواردة في الجدول 5-11 زيادة تدريجية في الانبعاثات عامًا بعد عام، وذلك نتيجة افتراض معدل تدهور سنوي قدره 0.5٪ في الكفاءة التشغيلية لمحطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية التابعة لمرفق الطاقة المتجددة. ويعني ذلك أن كمية الطاقة المولدة من مرفق الطاقة المتجددة تنخفض بالمعدل نفسه، ويتم تعويض العجز من خلال سحب كميات إضافية من الكهرباء من الشبكة الوطنية ذات الكثافة الكربونية الأعلى. ومع طلب سنوي إجمالي على الطاقة يبلغ 2,657.2 غيغاواط ساعة، وهو ما يعادل 1,014.7 ألف طن من ثاني أكسيد الكربون في حال تم تزويده بالكامل من الشبكة الوطنية، فإن مساهمة مرفق الطاقة المتجددة تمكّن المشروع من تجنب انبعاثات تُقدَّر، في المتوسط، بنحو 259.3 ألف طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا على مدار العمر التشغيلي للمشروع. ويُقدَّر متوسط كثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على مدى العمر التشغيلي للمشروع بنحو 2.52 كغ من ثاني أكسيد الكربون لكل متر مكعب من المياه المنتجة.

5.7.2 ملخص المواد المقدرة

يتم توفير ملخص لمتطلبات المواد السائبة للمشروع في الجدولالجدول***5.7*** - أدناه. تتكون هذه المواد في الغالب من:

- الخرسانة (بما في ذلك الخرسانة مسبقة الصب لتغليف أقسام خط الأنابيب أو استخدامها كهياكل ثقل).
- الفولاذ (بما في ذلك الفولاذ الهيكلي والفولاذ الكربوني المستخدم في تصنيع الأنابيب).
- الركام (بما في ذلك الرمل والحصى والصخور الكبيرة وغيرها).

تُستخدم هذه المواد في الغالب في بناء:

- أساسات المباني والهياكل والدعامات.
- أجزاء خطوط الأنابيب.
- ردم وحماية الهياكل الهندسية المدنية.
- خزانات التخزين.
- طرق الوصول.

الجدول5.7 -2 : ملخص كميات المواد السائبة المستخدمة أثناء بناء مشروع الناقل الوطني

نوع المواد السائبة	الكمية[1]	الوحدات
الخرسانة[2]	34	متر مكعب
فولاذ كربوني (أنابيب)	327	طن
الفولاذ الإنشائي	14,165	متر مربع
الركام (مادة الردم)	4,573,450	متر مكعب
الركام (قاعدة الطريق)	735	طن

[1] باستثناء جميع المواد السائبة الخاصة بمرافق الطاقة المتجددة/المرافق المرتبطة بها
[2] يشمل خرسانة عادية (غير مسلحة) والخرسانة المسلحة والخرسانة المستخدمة في التغليف، باستثناء الخرسانة المحتملة المستخدمة في أبراج السحب البحرية

5.7.3 ملخص النفايات والتصريفات

5.7.3.1 مرحلة البناء

النفايات الصلبة والسائلة

تشمل تدفقات النفايات النموذجية المتوقع توليدها من خلال بناء مشروع الناقل الوطني ما يلي:

- النفايات غير الخطرة: النفايات من مخيمات البناء والمقاصف والورق والكرتون والبلاستيك والخشب والنباتات والنفايات الخاملة من البناء والهدم (الخرسانة والحديد الخردة والطوب وما إلى ذلك).
- كميات كبيرة من أعمال الحفر الزائدة أو نفايات الحفر (أي غير الصالحة لإعادة الاستخدام أو الزائدة عن الحاجة).
- النفايات الخطرة: زيوت المحركات والسوائل الهيدروليكية المستعملة، وبقايا الطلاء والمذيبات والراتنجات، والسوائل من المحولات، والنفايات الطبية، والحمأة من خزانات الصرف الصحي، ومختلف إضافات الخرسانة.

سيتم إعداد خطة لإدارة النفايات قبل بدء أعمال البناء لتشمل جردًا تفصيليًا للنفايات وتقديرًا للكميات وتحديد حلول الإدارة بما يتماشى مع الانظمة الوطنية والممارسات الصناعية الجيدة (GIP).

التصريفات السائلة

تشمل التصريفات السائلة النموذجية المتوقع تولدها خلال مرحلة إنشاء مشروع الناقل الوطني للمياه (AAWDC) ما يلي:

- مياه اختبار الضغط الهيدروستاتيكي (راجع الأقسام 5.4.2.1 و5.4.5.2).
- جريان مياه الأمطار السطحية (راجع الأقسام 5.4.1.4 و5.4.2.1).
- مياه خفض منسوب المياه الناتجة عن أعمال الحفر الساحلية/حفر الخنادق (راجع الأقسام 5.4.1.2 و5.4.2.1).
- مياه غسل أنظمة التصريف المفتوحة في المناطق الخطرة وغير الخطرة (راجع الأقسام 5.4.1.4 و5.4.2.1).
- مياه ناتجة عن تزويد المركبات بالوقود/غسل المركبات وتصريفات مناطق تخزين الوقود.
- مياه الصرف الصحي المعالجة الناتجة عن معسكرات البناء.
- مياه صابورة السفن، ومياه عنابر السفن، وتصريفات الأسطح.

5.7.3.2 مرحلة التشغيل

النفايات الصلبة والسائلة

خلال مرحلة التشغيل، سترتبط تدفقات النفايات بشكل أساسي بأنشطة الصيانة وستنتج عن عمليات معالجة محطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي SWRO. ويرد وصف نفايات العمليات الرئيسية الناتجة عن محطة تحلية المياه في القسم 4.2.3.5 " (تدفقات النفايات). ستنتج محطة تحلية المياه أيضًا نفايات المرشحات أثناء عمليات التغيير والصيانة، ومرشحات الخراطيش وأغشية التناضح العكسي RO المنتهية الصلاحية. كما ستتولد نفايات صلبة من مرافق السحب خلال أعمال الصيانة، نتيجة إزالة الحطام والتلوث البيولوجي من شِباك السحب. كما ستنتج أنشطة الصيانة الروتينية في جميع مرافق مشروع AAWDC تدفقات نفايات منزلية وتشغيلية نموذجية، بما في ذلك النفايات الصحية والزيوت المستعملة والشحوم والمواد الخردة. سيتم وضع وتنفيذ خطط لإدارة النفايات التشغيلية، والتي ستشمل تحديد كمية النفايات المتوقعة ونهج الإدارة.

التصريفات السائلة

تم وصف التصريفات الرئيسية الناتجة عن العمليات في محطة التحلية، والتي يتم تصريفها عبر نظام التصريف البحري، في القسم 5.3.2.4. وتشمل التصريفات السائلة النموذجية المتوقع تولدها خلال مرحلة تشغيل مشروع الناقل الوطني للمياه (AAWDC) ما يلي:

- جريان مياه الأمطار السطحية من المناطق المعبدة (راجع القسم 5.3.2.6).
- مياه غسل أنظمة التصريف المفتوحة في المناطق الخطرة وغير الخطرة (راجع القسم 5.3.2.6).
- تصريفات صمامات تخفيف الضغط/أنظمة الحماية من الاندفاع في نظام النقل (راجع القسم 5.3.3.2).
- تصريفات الغسل (Washout) الخاصة بنظام النقل (راجع القسم 5.3.3.2)

الملاحق

الملحق 5-1 تقديرات المواد.

الملحق 5-2 تقديرات المعدات والالات.

الملحق 5-3 تقديرات غازات الاحتباس الحراري في مرحلة البناء.

الملحق 5-4 تقديرات انبعاثات غازات الدفيئة خلال مرحلة التشغيل