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

تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لعام 2025

الفصل 6: الوصف البيئي

قائمة المحتويات

6 **الوصف البيئي** 10
6.1 **مقدمة** 10
6.2 البيئة البرية 10
6.2.1 **مصادر البيانات** 10
6.2.2 **الدراسات المكتبية** 11
6.2.3 **المواقع المحمية والمناطق المعلنة** 13
6.2.3.1 منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) 15
6.2.3.2 محمية العقبة المقترحة 16
6.2.3.3 حوض الحِسمى - رم: منطقة ذات أهمية للتنوع الحيوي (KBA) 17
6.2.3.4 منطقة وادي رم المحمية 17
6.2.3.5 محمية قطر الطبيعية 17
6.2.3.6 منطقة مادبا - حسبان ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) 18
6.2.4 **الزلازل** 18
6.2.5 التضاريس/ الطبوغرافية 19
6.2.6 **الجيولوجيا والتربة** 22
6.2.6.1 الجيولوجيا 22
6.2.6.2 التربة 24
6.2.7 المناظر الطبيعية 36
6.2.8 **الهيدرولوجيا** 39
6.2.8.1 **المياه الجوفية** 39
6.2.8.2 المياه السطحية 41
6.2.9 **الأرصاد الجوية والمناخ** 45
6.2.10 **نوعية الهواء** 54
6.2.10.1 محافظة العاصمة 54
6.2.10.2 محافظة الكرك 56
6.2.10.3 محافظة الطفيلة 57
6.2.10.4 محافظة معان 58
6.2.10.5 محافظة العقبة 59
6.2.11 **الضجيج** 62
6.2.11.1 **محافظة العاصمة** 62
6.2.11.2 محافظة معان 63
6.2.11.3 محافظة العقبة 63
6.2.12 **البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل** 66

6.2.13 **مرافق إدارة النفايات** 68
6.2.13.1 **النفايات البلدية الصلبة** 68
6.2.13.2 **النفايات الخطرة** 71
6.2.13.3 **نفايات البناء والهدم** 71
6.2.13.4 **إعادة التدوير** 72
6.2.14 **مسح خط الأساس البري وملخص الموائل** 74
6.2.14.1 **منهجية المسح** 74
6.2.14.2 **محطة التحلية** 77
6.2.14.3 **المقطع 1** 77
6.2.14.4 **المقطع 2** 80
6.2.14.5 **المقطع 3** 83
6.2.14.6 **المقطع 4** 86
6.2.14.7 **المقطع 5** 90
6.2.14.8 المقطع 6 92
6.2.14.9 **المقطع 7** 98
6.2.14.10 **المقطع 8** 102
6.2.14.11 **المقطع 9** 104
6.2.14.12 **ملخص نتائج خط الاساس** 104
6.2.15 **ملخص خط الأساس للطيور** 105
6.2.15.1 **المنهجية** 107
6.2.15.2 نتائج المراجعات المكتبية والمسح الميداني 109
6.2.15.3 **الطيور المائية والطيور البحرية** 112
6.2.15.4 **أنواع أخرى مثيرة للقلق** 112
6.2.15.5 **الحساسيات الرئيسية للطيور** 113
6.3 **البيئة البحرية** 114
6.3.1 **مصادر البيانات** 114
6.3.2 **المواقع المحمية والمخصصة** 115
6.3.2.1 **المواقع المحمية والمخصصة والمعترف بها في الأردن** 115
6.3.2.2 **المواقع المحمية والمخصصة والمعترف بها داخل خليج العقبة** 117
6.3.2.3 **الميزات المؤهلة** 118
6.3.3 الصناعة والتنمية البحرية والساحلية 121
6.3.3.1 **ميناء العقبة** 123
6.3.3.2 **المجمع الصناعي للفوسفات والأسمدة** 124
6.3.3.3 **محطة العقبة الحرارية** 124
6.3.3.4 **قطاع خط الغاز العربي الأردني** 125

6.3.4 **الشحن والملاحة** 125
6.3.4.1 **الإطار التنظيمي والتشغيلي** 125
6.3.4.2 حركة المرور البحرية وطرق الشحن 126
6.3.5 **مصايد الأسماك** 127
6.3.5.1 **مصايد الأسماك البحرية** 128
6.3.5.2 **تربية الأحياء المائية** 128
6.3.6 **السياحة** 130
6.3.7 **مستخدمو البحر الآخرون** 130
6.3.7.1 **محطة العلوم البحرية** 130
6.3.7.2 **برنامج الشعاب المرجانية المرنة في خليج العقبة** 131
6.3.7.3 **جمعية غواصي العقبة** 132
6.3.8 **قياس الأعماق وعلم المحيطات المادي** 134
6.3.8.1 **قياس الأعماق** 134
6.3.8.2 **الكتل المائية والطبقات والدورة الموسمية** 135
6.3.8.3 **المد والجزر والأمواج الداخلية والخلط** 136
6.3.8.4 **الرياح والدورة والتبادل** 136
6.3.9 **جودة المياه والرواسب** 137
6.3.9.1 **درجة الحرارة والملوحة وجودة المياه** 137
6.3.9.2 **كيمياء مياه البحر** 138
6.3.9.3 **خصائص الرواسب وجودتها** 139
6.3.10 العوالق 140
6.3.10.1 **العوالق النباتية** 140
6.3.10.2 **العوالق الحيوانية** 140
6.3.10.3 **ديناميكيات العوالق الخاصة بالموقع** 140
6.3.11 **علم البيئة القاعية (بما في ذلك المحار)** 141
6.3.11.1 **الشعاب المرجانية** 141
6.3.11.2 **أحواض الأعشاب البحرية** 142
6.3.11.3 **الموائل القاعية في المياه العميقة** 142
6.3.11.4 **منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي** 143
6.3.12 **علم بيئة الأسماك** 144
6.3.13 **الحيوانات البحرية الضخمة والسلاحف** 145
6.3.13.1 **الثدييات البحرية** 145
6.3.13.2 **السلاحف البحرية** 146
6.3.13.3 **الأسماك الغضروفية** 146
6.3.14 **مسح خط الأساس البحري وملخص الموائل** 147

6.3.14.1 **المنهجية** 147
6.3.14.2 **ملخص نتائج المسح** 148
6.3.14.3 **الموائل** 149
6.3.14.4 اتجاهات العمق 154
6.3.14.5 **الاتجاهات المكانية** 157
6.3.15 **التراث الثقافي البحري** 159
6.4 ملخص تقييم الموائل الحرجة 159
6.4.1 مقدمة 159
6.4.2 البيئة البحرية 160
6.4.3 البيئة البرية 161
6.5 قيود بيانات خط الاساس 163
المراجع 168
الملاحق 178

قائمة الاشكال

الشكل 6- 1 خريطة توضح مواقع المناطق المحمية، والمناطق المعلنة، والمحميات المقترحة 15
الشكل 6- 2 العدد التراكمي للزلازل في خليج العقبة 1983 - 2018 18
الشكل 6- 3 صدوع البنية الجيولوجية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 20
الشكل 6- 4 تضاريس/ طبوغرافية منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 21
الشكل 6- 5 جيولوجيا منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي 23
الشكل 6- 6 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 1 26
الشكل 6- 7 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 2 27
الشكل 6- 8 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 3 28
الشكل 6- 9 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 4 29
الشكل 6- 10 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 5 30
الشكل 6- 11 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 6أ 31
الشكل 6- 12 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 6ب 32
الشكل 6- 13 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 7أ 33
الشكل 6- 14 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 7ب 34
الشكل 6- 15 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقاطع 8 و9 35
الشكل 6- 16 محطة تحلية المياه، مواقع محطة تعزيز الضخ 1 و2 وخزان التنظيم 1 1 *BPS2* و*BP3* و*RTG1* 36
الشكل 6- 17 منطقة محمية وادي رم وموقع خزان التنظيم 3 RGT3 37
الشكل 6- 18 مناطق المناظر الطبيعية في الوحدة 1 والوحدة 2 38
الشكل 6 - 19 مناطق المناظر الطبيعية في الوحدة 3 والوحدة 4 39
الشكل 6- 20 تدفق المياه الجوفية من الشرق إلى الغرب في منطقة القطرانة - جنوب عمان 40

الشكل 6- 21 خزانات المياه الجوفية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي..... 42
الشكل 6- 22 توزيع معدلات التبخر المحتملة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (مم/سنة) 43
الشكل 6- 23 مجاري المياه السطحية الرئيسية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 44
الشكل 6- 24 المناطق المناخية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 47
الشكل 6- 25 هطول الأمطار السنوي في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي..... 48
الشكل 6- 26 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة العقبة 1991-2020 49
الشكل 6- 27 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة معان 1991-2020 50
الشكل 6- 28 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة الطفيلة 1991-2020..... 51
الشكل 6- 29 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة الكرك 1991-2020 52
الشكل 6- 30 النشرة المناخية الشهرية لعمان 1991-2020 53
الشكل 6- 31 محطات مراقبة نوعية الهواء ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي..... 61
الشكل 6- 32 مواقع مراقبة الضجيج ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 65
الشكل 6- 33 البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل..... 67
الشكل 6- 34 مواقع مكبات النفايات الرئيسية في الأردن 73
الشكل 6- 35 تصنيفات الموائل 76
الشكل 6- 36 جحر محتمل لسحلية مصرية شوكية الذيل (يسار) وسحلية العقبة (يمين) تم رصدهما في الموقع *FA-PS1* 78
الشكل 6- 37 خريطة المقطع 1..... 79
الشكل 6- 38 خريطة المقطع 2..... 82
الشكل 6- 39 خريطة المقطع 3..... 85
الشكل 6- 40 خريطة المقطع 4..... 89
الشكل 6- 41 خريطة المقطع 5..... 92
الشكل 6- 42 خريطة المقطع 6أ..... 96
الشكل 6- 43 خريطة المقطع 6 ب..... 97
الشكل 6- 44 خريطة المقطع 7أ..... 100
الشكل 6- 45 خريطة المقطع 7ب..... 101
الشكل 6- 46 خريطة المقطعين 8 و9 103
الشكل 6- 47 المناطق المحمية والمناطق المخصصة الأخرى المتداخلة أو المجاورة لخط النقل الهوائي 106
الشكل 6- 48 مواقع نقاط المراقبة..... 108
الشكل 6- 49 مواقع مسوحات خطوط المسح..... 108
الشكل 6- 50 مواقع تعداد المسطحات المائية..... 109
الشكل 6- 51 المواقع المحمية والمخصصة والمعترف بها في شمال خليج العقبة..... 119
الشكل 6- 52 المواقع المحمية والمحددة والمعترف بها في خليج العقبة 119
الشكل 6- 53 المرافق والبنية التحتية الصناعية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي..... 122
الشكل 6- 54 مناطق الصيد المسموحة والمحظورة..... 129
الشكل 6- 55 مواقع الغوص الرئيسية المفتوحة والمقيدة..... 133

الشكل 6- 56 قياس الأعماق في الجزء الشمالي من خليج العقبة 134
الشكل 6- 57 قياس الأعماق لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي للمنطقة الساحلية 135
الشكل 6- 58 توزيع الموائل البحرية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 149
الشكل 6- 59 الموائل الضحلة بين المد والجزر ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 150
الشكل 6- 60 الموائل تحت المدّ الضحلة داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA) 151
الشكل 6- 61 موائل الشعاب المرجانية الحاجزية داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*) 152
الشكل 6- 62 موائل الشعاب المرجانية والرواسب المختلطة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 153
الشكل 6- 63 موائل الرواسب العميقة والبروزات المرجانية المعزولة داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*) ... 154
الشكل 6- 64 متوسط نسبة غطاء المرجان والأعشاب البحرية داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*) 155
الشكل 6- 65 الملف العمقي والموائل البحرية عبر منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*) 156
الشكل 6- 66 خريطة حرارية لأجناس المرجان عبر نطاقات العمق التي تم مسحها 157
الشكل 6- 67 عدد مستعمرات المرجان عند كل عمق على طول جميع المقاطع العرضية 158

قائمة الجداول

الجدول 6- 1 مصادر بيانات البيئة البرية 10
الجدول 6- 2 المناطق المحمية، والمناطق المعلنة، والمحميات المقترحة الواقعة ضمن 10 كم من المشروع 13
الجدول 6- 3 تجمعات الطيور في منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي التي تستوفي معايير IBA/KBA 16
الجدول 6- 4 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة سحاب 54
الجدول 6- 5 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الموقر 55
الجدول 6- 6 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الجيزة 55
الجدول 6- 7 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة القطرانة 56
الجدول 6- 8 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الحسا 57
الجدول 6- 9 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الرشادية 57
الجدول 6- 10 نتائج مراقبة نوعية الهواء لمدينة معان 58
الجدول 6- 11 نتائج مراقبة نوعية الهواء في الحسينية 58
الجدول 6- 12 قياسات نوعية الهواء المحيط لمدينة العقبة 59
الجدول 6- 13 نتائج قياسات الضجيج لمنطقة سحاب 62
الجدول 6- 14 نتائج قياس الضجيج في قرية الحسينية 63
الجدول 6- 15 نتائج قياس الضجيج في قرية الجاية 63
الجدول 6- 16 نتائج قياس الضجيج في وادي رم 64
الجدول 6- 17 نتائج قياس الضجيج في العقبة 64
الجدول 6- 18 البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل 66
الجدول 6- 19 مرافق إدارة النفايات في محافظة عمان 69
الجدول 6- 20 مرافق إدارة النفايات في محافظة الكرك 69
الجدول 6- 21 مرافق إدارة النفايات في محافظة الطفيلة 70
الجدول 6- 22 مرافق إدارة النفايات في محافظة معان 70

الجدول 6- 23 مرافق إدارة النفايات في محافظة العقبة 71
الجدول 6- 24 المعايير والمتغيرات المستخدمة لتحديد إدراج المواقع ضمن المسح الكامل 74
الجدول 6- 25 تصنيفات الموائل 75
الجدول 6- 26 ملخص تصنيف الموائل، المقطع 1 77
الجدول 6- 27 المقطع 1، ملخص النتائج 78
الجدول 6- 28 ملخص تصنيف الموائل، المقطع 2 80
الجدول 6- 29 المقطع 2 ملخص النتائج 80
الجدول 6- 30 المقطع 3 ملخص تصنيف الموائل 83
الجدول 6- 31 المقطع 3 ملخص النتائج 83
الجدول 6- 32 المقطع 4 ملخص تصنيف الموائل 86
الجدول 6- 33 المقطع 4 ملخص النتائج 86
الجدول 6- 34 ملخص نتائج مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي 87
الجدول 6- 35 المقطع 5 ملخص تصنيف الموائل 90
الجدول 6- 36 المقطع 5 ملخص النتائج 90
الجدول 6- 37 المقطع 6 ملخص تصنيف الموائل 93
الجدول 6- 38 المقطع 6 ملخص النتائج 93
الجدول 6- 39 المقطع 7، ملخص تصنيف الموائل 98
الجدول 6- 40 المقطع 7 ملخص النتائج 98
الجدول 6- 41 المقطع 8 ملخص تصنيف الموائل 102
الجدول 6- 42 المقطع 9 ملخص تصنيف الموائل 104
الجدول 6- 43 ملخص الأنواع الرئيسية 104
الجدول 6- 44 من المرجح أن تتواجد أنواع الطيور المحلقة في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي 110
الجدول 6- 45 أنواع الطيور المائية التي تم إحصاؤها خلال مسوحات المسطحات المائية 112
الجدول 6- 46 مصادر بيانات البيئة البحرية 114
الجدول 6- 47 مسارات الشحن الرئيسية لقطاع خليج العقبة ا الأردني 127
الجدول 6- 48 ملخص استطلاعات جمع البيانات 147
الجدول 6- 49 العامل المنظم السائد للنباتات والحيوانات 148
الجدول 6- 50 قيم التنوع الحيوي التي تم تحديدها كمُحفِّزات لتصنيف الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية 160
الجدول 6- 51 ملخص معايير الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية المستوفاة 160
الجدول 6- 52 قيم التنوع الحيوي للطيور البحرية التي تم تحديدها كسمات تنوع حيوي ذات أولوية 161
الجدول 6- 53 قيم التنوع الحيوي التي تم تحديدها كمُحفِّزات لتصنيف الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية 162
الجدول 6- 54 ملخص معايير الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية المستوفاة 162
الجدول 6- 55 الحساسيات البرية الرئيسية، وقيود البيانات والتوصيات 163
الجدول 6- 56 حدود وتوصيات بيانات البيئة البحرية 164

6 الوصف البيئي

6.1 مقدمة

يُلخص هذا الفصل خط الأساس للظروف البيئية ، البرية والبحرية، ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (الشكل 3-1، الفصل 3)، لدعم تقييم الآثار المحتملة، كما هو موضح في الفصل التاسع. كما يصف حساسية المُستقبِلات المُحددة، مع مراعاة حالتها الراهنة وأي حالة حماية قد تكون لديها.

المشروع حاليًا في المراحل الأولى من التصميم، حيث يقوم مقاولوا الهندسة والتوريد والبناء بمسوحات ميدانية، تشمل المسوحات الجيوتقنية، ومسوح نظام التحسس والكشف الليزري الليدار، ورادار اختراق الأرض (GPR)، بالإضافة إلى مسوحات رسم خرائط المسارات الداعمة، وذلك لإثراء الجوانب المناخية والهيدرولوجية والهيكلية والزلزالية للتصميم. إن المعلومات الواردة في هذا الفصل لا تهدف إلى إثراء التصميم بشكل مباشر.

تم تطبيق العملية التالية لتوصيف البيئة البرية والبحرية:

- دراسة مكتبية للبيانات الأولية والثانوية المتاحة (انظر القسمين 1.2.6 و1.3.6) لتحديد المُستقبِلات الرئيسية وحساسياتها.
- تقييم ميداني سريع وإشراك أصحاب المصلحة.
- مسوحات خط الأساس للتنوع الحيوي البري والبحري، بما في ذلك مسح للطيور، ودراسة للموائل القاعية، ورواسب قاع البحر، وأخذ عينات من مياه البحر.
- تقييمات مؤقتة للموائل الحرجة البرية والبحرية.
- تم تناول خط الأساس الاجتماعي والاقتصادي بشكل منفصل في الفصل السابع نظرًا لمنهجياته الخاصة واعتبارات أصحاب المصلحة.

6.2 البيئة البرية

6.2.1 مصادر البيانات

بالنظر إلى المراحل المبكرة من تصميم المشروع وطبيعته الخطية الواسعة، إضافةً إلى محدودية الوصول إلى المناطق النائية، فقد تم توصيف خط الأساس البيئي من خلال دراسات مكتبية للبيانات الأساسية والثانوية، مدعومة بمسوحات ميدانية أُجريت ضمن الفترة الزمنية المحدودة المتاحة، وذلك كما هو مبيّن في الجدول 6-1.

الجدول 6- 1 مصادر بيانات البيئة البرية

موضوع الفصل 6	مصدر البيانات الاساسي	مصدر البيانات الثانوي
الزلازل	-	منشورات متنوعة
التضاريس	-	المرفق العالمي للحد من الكوارث والتعافي منها (GFDRR) / قاعدة بيانات Think Hazard التابعة لمجموعة البنك الدولي
الجيولوجيا والتربة	-	دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022
المناظر الطبيعية	-	دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لعنصر الطاقة المتجددة لعام 2025
الهيدرولوجيا	-	دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022 دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لعنصر الطاقة المتجددة لعام 2025 التقارير الرسمية الصادرة عن وزارة المياه والري

موضوع الفصل 6	مصدر البيانات الاساسي	مصدر البيانات الثانوي
		منشورات متنوعة
الأرصاد الجوية والمناخ	-	منشورات متنوعة بوابة المعرفة بشأن تغير المناخ لمجموعة البنك الدولي قاعدة بيانات ميتيوبلو
نوعية الهواء	-	تقارير نوعية الهواء المحيط للفترة 2020 -2024 الصادرة عن وزارة البيئة. تقارير حملات مراقبة الهواء الفردية الصادرة عن وزارة البيئة للأعوام 2019، 2022، و2025. منشورات متنوعة.
الضجيج والضوء	-	دراسات تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022 دراسات تقييم الأثر البيئي والاجتماعي للمشاريع التنموية الأخرى في محيط المشروع دراسة الأثر البيئي لتحديث الخطة الرئيسية لمنطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZ) دراسات مرجعية بيئية متنوعة
التنوع الحيوي	تقرير المسح البيئي البري (مشروع الناقل الوطني) لعام 2025 تقييم الموائل الحرجة البرية (مشروع الناقل الوطني) لعام 2025 تقرير مسح الطيور (مشروع الناقل الوطني) لعام 2025 التواصل مع خبراء التنوع الحيوي التالية اسمائهم: • د. زهير عمرو، أستاذ علم الحيوان، قسم الأحياء، جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية • د. حاتم طيفور، مدير قسم الحفظ، الحديقة النباتية الملكية، الأردن • السيد ياسين عنانبة، رئيس قسم البحوث النباتية في الجمعية الملكية لحماية الطبيعة (RSCN) في الأردن • السيد سامح خطاطبة، باحث نباتي في الجمعية الملكية لحماية الطبيعة (RSCN) في الأردن • السيد طارق قنير، خبير في الطيور (ECO (Consult	دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022 دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لعنصر الطاقة المتجددة لعام 2025 المرفق العالمي لمعلومات التنوع الحيوي (GBIF) قاعدة بيانات eBird منطقة بيانات حياة الطيور قاعدة بيانات مراقبة الطيور في الأردن (JBW) منشورات متنوعة

6.2.2 الدراسات المكتبية

تمت مراجعة المقالات والأدبيات المنشورة وقواعد البيانات المتاحة لدعم تخطيط المسح الأساسي (الملحق 6-3)، وكذلك لفحص المعلومات المتوفرة كجزء من تقييم الموائل الحرجة (الملحق 6-1).

وقد أُجريت مراجعة المقالات والأدبيات المتاحة بمساعدة أصحاب المصلحة الذين تم التشاور معهم خلال مرحلة تخطيط المسح. وشملت الدراسة المكتبية مراجعة الوثائق التالية:

- أبو بكر، م.، وعمرو، ز. (2004). القوارض (الثدييات: القوارض) في وادي رم، جنوب الأردن: تسجيلات جديدة وملاحظات حول التوزيع. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية، العدد 22، الصفحات 9-20.

- أبو بكر، م.، العمري، ك.، قرقز، م.، خالد، ي.، أحمد، ق.، وعمرو، ز. (2004). الحالة الراهنة وتوزيع ثعلب بلانفورد (Vulpes cana Blanford, 1877) في الأردن (الثدييات: اللواحم: الكلبيات). المجلة التركية لعلم الحيوان، العدد 28، الصفحات 1-6.
- عمرو، ز.س.، أبو بكر، م.أ.، قمصية، م.ب.، وعيد، إ. (2018). التصنيف، والتوزيع، والتحليل البيئي للقوارض في الأردن. مجلة Zootaxa، المجلد 4397، العدد (1)، الصفحات 1-94.
- عمرو، ز.س.، وديسي، أ. (2011). التصنيف، والتوزيع، والبيئة الخاصة بالأفاعي في الأردن. مجلة علم الحيوان الفقاري، العدد 61، الصفحات 179-266.
- عمرو، ز.س.، وسليبا، إ.ك. (1986). ملاحظات بيئية حول جربوع السمنة (Psammomys obesus dianae) في منطقة الموقر بالأردن. مجلة دراسات، العدد 13، الصفحات 155-161.
- بيتس، ب.آي.، وهاريسون، د. (1989). تسجيلات جديدة لثدييات صغيرة من الأردن. مجلة Bonner Zoologische Beiträge، العدد 40، الصفحات 223-226.
- بندا وآخرون (2010). أول تسجيل للخفاش المصري ذو الوجه المشقوق (Nycteris thebaica) في الأردن. مجلة علم الحيوان في الشرق الأوسط، المجلد 21، العدد (1)، الصفحات 5-7.
- بيردلايف إنترناشونال (BirdLife International) (2025). ورقة معلومات الموقع: ساحل العقبة والجبال المحيطة. تم التحميل بتاريخ 2025/09/25 من قاعدة بيانات BirdLife (https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/aqaba-coast-and-mountains on 25/09/2025).
- كاتولو، ج.، تشوتشي، ب.، ديسي، أ.م.، وبويتاني، ل. (1996). الوعل النوبي في جنوب غرب الأردن (محمية ضانا الطبيعية). مجلة Oryx، العدد 30، الصفحات 222-224.
- ديسي، أ.م.، مودري، د.، نيتشاس، ب.، ورفاعي، ل. (2001). البرمائيات والزواحف في المملكة الأردنية الهاشمية: أطلس ودليل ميداني. فرانكفورت: دار نشر Chimaira.
- عيد، إ.، أبو بكر، م.، وعمرو، ز. (2020). الكتاب الأحمر الوطني لثدييات الأردن. عمّان، الأردن: المكتب الإقليمي للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة لغرب آسيا (IUCN).
- هايز، ج.، وبندك، ن. (1997). الأردن. ضمن: شاكلتون، د.م. (محرر)، ومجموعة SSC التابعة للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة المتخصصة في الوعول. الأغنام البرية والماعز وأقاربها: دراسة الحالة وخطة عمل الحفظ. غلاند، سويسرا وكامبردج، المملكة المتحدة: IUCN.
- هيمر، هـ. (1978). إثبات وجود القط الرملي (Felis margaita harrisoni) في الأردن. مجلة علم الثدييات، العدد 43، الصفحات 62-64.
- ميلنيكوف، د.، نازاروف، ر.، أنانييفا، ن.، وديسي، أ. (2012). نوع جديد من جنس Pseudotrapelus (السحالي الحرشفية) من العقبة، جنوب الأردن. المجلة الروسية لعلم الزواحف، العدد 19، الصفحات 143-154.
- ماونتفورت، ج. (1965). صورة الصحراء. لندن: دار نشر كولينز.
- أوبوخ، ج. (2018). النظام الغذائي للبوم (الرتبة Strigiformes) في الأردن. مجلة الطيور الجارحة السلوفاكية، العدد 12، الصفحات 9-40.
- قرقز، م.، وأبو بكر، م. (2006). النمر في الأردن. مجلة Cat News، العدد 1، الصفحات 9-10.
- قمصية وآخرون (1993). حالة وحفظ اللواحم في الأردن. مجلة Mammalia، المجلد 57، العدد (1)، الصفحات 55-62.
- فيرنر، ي.ل. (2004). نوع جديد من مجموعة Acanthodactylus pardalis (الزواحف: السحالي) من الأردن. مجلة علم الحيوان في الشرق الأوسط، العدد 32، الصفحات 39-46.

كما تم استخدام أداة التقييم المتكامل للتنوع الحيوي (IBAT) خلال إعداد تقييم الموائل الحرجة، إلى جانب عدد من قواعد البيانات الدولية والوطنية ذات الصلة، وتشمل ما يلي:

- القائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض التابعة للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (IUCN Red List of Threatened Species).
- الكتاب الأحمر الوطني لثدييات الأردن (Eid et al. 2020).

- القائمة الحمراء للنظم البيئية (IUCN Red List of Ecosystems).
- المرفق العالمي لمعلومات التنوع الحيوي (GBIF).
- منصة eBird.
- قاعدة بيانات BirdLife.
- منصة Movebank.
- قاعدة بيانات نباتات العالم على الإنترنت (POWO) – حدائق كيو الملكية.
- قاعدة بيانات World Flora Online (WFO).
- جمعية مراقبة الطيور في الأردن (Jordan BirdWatch – JBW).

6.2.3 المواقع المحمية والمناطق المعلنة

يوجد خمس مناطق محمية أو مناطق معلنة أو مقترحة للحماية في الأردن تقع ضمن نطاق 10 كم من المشروع (انظر الجدول 6-2).

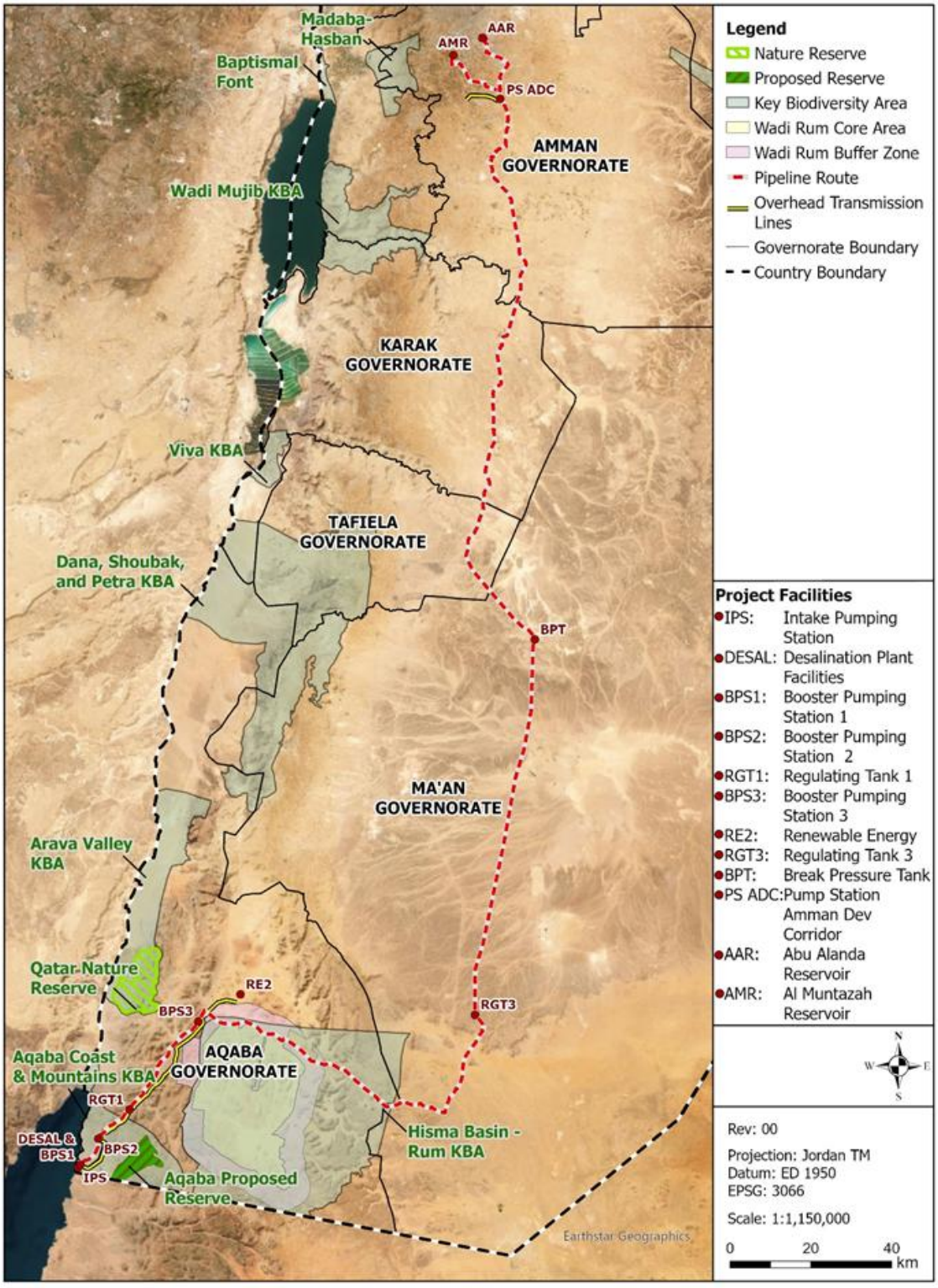
تقع كل من محمية العقبة المقترحة، ومحمية قطر الطبيعية، ومنطقة وادي رم المحمية، ومنطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) في جنوب الأردن، في حين تقع منطقة مادبا - حسبان ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) في شمال الأردن (انظر الشكل 6-1).

الجدول 6- 2 المناطق المحمية، والمناطق المعلنة، والمحميات المقترحة الواقعة ضمن 10 كم من المشروع

الاسم	النوع	المساحة (كم^2)	المسافة من مرافق المشروع وخط الأنابيب	مرافق المشروع وخط الأنابيب داخل المنطقة
منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي **(KBA)**	ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) (0.6% مشمولة بتدابير الحفظ الفعّالة الأخرى القائمة على المناطق (OECM))	382.5	داخل منطقة ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA)	محطة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي. محطة الضخ المعززة رقم 1. محطة الضخ المعززة رقم 2. حوالي 16.9 كم من خط الأنابيب
محمية العقبة المقترحة	منطقة محمية مقترحة	غير معروف	6.4 كم	لا توجد مرافق أو خط أنابيب داخل المنطقة
حوض الحِسمى - رم **(KBA)**	ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) (34.7% مشمولة بتدابير الحفظ الفعّالة الأخرى القائمة على المناطق (OECM))	2000	داخل منطقة ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA)	حوالي 49 كم من خط الأنابيب
منطقة وادي رم المحمية	منطقة محمية	740.0	يقع المشروع بمحاذاة مباشرة للحدود الشمالية	حوالي 24 كم من خط الأنابيب يقع ضمن المنطقة العازلة لوادي رم
محمية قطر الطبيعية	محمية طبيعية	109.94	8.9 كم	لا توجد مرافق أو خط أنابيب داخل المنطقة

الاسم	النوع	المساحة (كم²)	المسافة من مرافق المشروع وخط الأنابيب	مرافق المشروع وخط الأنابيب داخل المنطقة
منطقة مادبا – حسبان ذات الأهمية للتنوع الحيوي **(KBA)**	ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) (0.0% مشمولة بتدابير الحفظ الفعّالة الأخرى القائمة على المناطق (OECM))	247	8.4 كم	لا توجد مرافق أو خط أنابيب داخل المنطقة

الشكل 6- 1 خريطة توضح مواقع المناطق المحمية، والمناطق المعلنة، والمحميات المقترحة



6.2.3.1 منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA)

تغطي منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) مساحة تُقدَّر بحوالي 382.5 كم² في جنوب شرق الأردن، وتشمل كامل الشريط الساحلي للمنطقة (انظر الشكل 6-1)، كما تمتد عبر تدرج ارتفاعي يبلغ 1,592 متراً من ساحل خليج العقبة باتجاه جبال العقبة.

تعرضت معظم الموائل في المنطقة لتغيرات كبيرة، لا سيما في محيط مدينة العقبة، إلا أن بعض الغطاء النباتي الشجيري الطبيعي لا يزال قائماً بالقرب من الحدود، إلى جانب وجود مناطق صحراوية غير متأثرة في الجزء الجنوبي من المنطقة. وتمثل هذه المنطقة موقع رئيسي لهجرة الطيور، كما تضم تجمعات طيور متكاثرة تمثل وادي الانهدام. ويُسجَّل أحياناً مرور أعداد كبيرة من الجوارح خلال الهجرة الربيعية عبر الحدود فوق منطقة العقبة، حيث بلغت أعلى الأعداد اليومية المسجلة 105 أفراد من الحوام طويل الساق (Buteo buteo) في شهر نيسان و75 فرداً من الباز قصير الأصابع (Accipiter brevipes) في شهر أيلول. ومع ذلك، يتجاوز عدد الجوارح المارة عبر العقبة خلال موسم الهجرة الربيعية 50,000 طائر جارح سنوياً. وقد استوفت الباز قصير الأصابع (Accipiter brevipes) معايير تصنيف المنطقة كموقع KBA وIBA، حيث تم تسجيل 3,000 فرد في عام 2000. كما استوفت ستة أنواع أخرى من الطيور معايير تصنيف IBA في عام 2000، من بينها صقر السخام (Sooty Falcon) المصنف ضمن فئة المعرض للانقراض (VU) (BirdLife International 2025b؛ Key Biodiversity Areas Partnership 2025b).

تقع موقع محطة التحلية الخاصة بالمشروع، ومحطتا الضخ المعزز (BPS1 وBPS2)، بالإضافة إلى حوالي 16.9 كم من خط الأنابيب، ضمن حدود منطقة KBA. ومع ذلك، لا تغطي المناطق المحمية أو تدابير الحفظ الفعّالة الأخرى القائمة على المناطق (OECM) سوى 0.6% من المساحة الإجمالية للمنطقة. وتؤهل ثمانية أنواع هذه المنطقة لتصنيفها كموقع ذات الأهمية للتنوع الحيوي (الجدول 6-3) (BirdLife International، 2025).

الجدول 6- 3 تجمعات الطيور في منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي التي تستوفي معايير IBA/KBA

الاسم العلمي	الاسم الشائع	فئة القائمة الحمراء	الموسم	سنة/سنوات تقدير الأعداد	العدد	الوحدة
مجموعة الأنواع - الطيور المحلّقة/الكُرْكِيّات	A4iv	-	عبور (هجرة)	1993	50,000 - 99,999	أفراد
Accipiter brevipes	الباز الشامي (Levant Sparrowhawk)	غير مهدد (Least Concern)	عبور (هجرة)	1995 - 2000	3,000	أفراد
Falco concolor	صقر السخام (Sooty Falcon)	معرض للانقراض (Vulnerable)	تكاثر	1993 - الوقت الحاضر	-	-
Curruca leucomelaena	الدخلة العربية (Arabian Warbler)	غير مهدد (Least Concern)	مقيم	1993 - الوقت الحاضر	-	-
Argya squamiceps	الثرثار العربي (Arabian Babbler)	غير مهدد (Least Concern)	مقيم	1993 - الوقت الحاضر	-	-
Onychognathus tristamii	زرزور ترسترام (Tristram's Starling)	غير مهدد (Least Concern)	مقيم	1993 - الوقت الحاضر	-	-
Oenanthe monacha	أبلق أسود (Hooded Wheatear)	غير مهدد (Least Concern)	مقيم	1993 - الوقت الحاضر	-	-
Carpodacus synoicus	-	-	شتوي	1993 - الوقت الحاضر	-	-

6.2.3.2 محمية العقبة المقترحة

تقع محمية العقبة المقترحة (محمية جبال العقبة) بالكامل ضمن نطاق منطقة العقبة الساحلية والجبال ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA)، كما تقع إلى الشرق من مرافق المشروع. وتغطي المحمية المقترحة مساحة تُقدَّر بحوالي 57.7 كم^2، وتقع بالكامل ضمن جبال العقبة، وعلى مسافة تقارب 6.4 كم من المشروع عند أقرب نقطة. ونظراً لارتفاع موقع المحمية المقترحة مقارنةً بموقع المشروع، ووجود

السلاسل الجبلية الفاصلة بينهما، إضافةً إلى المسافة الفاصلة، يُعد من غير المرجح أن تؤدي أنشطة البناء الخاصة بالمشروع إلى إحداث تأثيرات على الموارد المحمية داخل هذه المحمية.

6.2.3.3 حوض الحِسمى - رم: منطقة ذات أهمية للتنوع الحيوي (KBA)

تبلغ مساحة هذه المنطقة ذات الأهمية للتنوع الحيوي حوالي 2,099 كم²، وتتكون بشكل رئيسي من نظام بيئي صحراوي (بنسبة 97%)، إضافةً إلى نحو 2% من الأراضي الشجيرية، و1% من الأراضي الاصطناعية (مثل الأراضي المنشأة). وتضم المنطقة نطاقاً معزولاً من الجبال الكبيرة المكوّنة من الحجر الرملي والجرانيت، بارتفاعات تصل إلى 1,754 متراً (جبل رم، أعلى نقطة في الأردن)، وتفصل بين هذه الجبال أودية مسطحة ورملية تُعرف بـ"ممرات" الأودية، وتحيط بها صحراء من السهول الطمية والكثبان الرملية المتحركة. ويغلب على الغطاء النباتي الصحراوي شجيرات السهوب الصحراوية المتناثرة. وتُعرف المنطقة بدعمها لتجمع متنوع بشكل غير اعتيادي من طيور الصحراء والجبال. وقد استوفت 22 نوعاً من الطيور معايير تصنيف الموقع كمنطقة هامة للطيور (IBA) في عام 2000، من بينها صقر السخام (Falco concolor) المصنف ضمن فئة المعرض للانقراض (VU)، والنسر المصري (Neophron percnopterus) المصنف ضمن فئة المهدد بالانقراض (EN)، والأبلق أحمر العجز (Oenanthe moesta). وتشمل الأنواع الأخرى المسجلة ضمن منطقة KBA الضب المصري (Uromastyx aegyptia) المصنف ضمن فئة المعرض للانقراض (VU)، والوعل النوبي (Capra nubiana) المصنف ضمن فئة المعرض للانقراض (VU)، إضافةً إلى عدد من الأنواع النباتية (BirdLife International 2025a؛ Key Biodiversity Areas Partnership 2025a). وتغطي منطقة وادي رم المحمية حوالي 35% من مساحة هذه المنطقة ذات الأهمية للتنوع الحيوي (انظر أدناه).

وسيمر خط الأنابيب عبر الجزء الشمالي من منطقة KBA لمسافة تُقدَّر بحوالي 49 كم أثناء امتداده من الغرب إلى الشرق.

6.2.3.4 منطقة وادي رم المحمية

تغطي منطقة وادي رم المحمية مساحة تُقدَّر بحوالي 742 كم²، وتقع بالكامل ضمن منطقة حوض الحِسمى - رم ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA). وتُعد موقعاً مختلطاً يجمع بين قيم طبيعية وثقافية استثنائية. وهي أكبر منطقة محمية في الأردن، حيث تغطي ما يقارب 1% من إجمالي مساحة البلاد. وتشكل جزءاً رئيسياً من صحراء الحِسمى، وتقع إلى الشرق من وادي الانهدام الأردني وجنوب الجرف الحاد للهضبة الأردنية الوسطى.

يتميز وادي رم بتنوع كبير في المشهد الصحراوي، بما يشمل جبالاً من الحجر الرملي، وأخاديد، وأقواساً صخرية، ومنحدرات، وانهيارات أرضية، وأشكال تجوية كهفية. وتنتج هذه الأشكال الأرضية عن النحت النهري، والتجوية الملحية والبيولوجية، وعمليات التعرية، ما أدى إلى تكوين شبكات تجوية خلوية ذات أهمية عالمية. وتقع المنطقة ضمن الإقليم البيوجغرافي السوداني. وتسهم الجبال المرتفعة في الموقع (التي يزيد ارتفاعها عن 1,700 متر فوق مستوى سطح البحر) في بقاء بعض العناصر غير الاعتيادية التابعة للإقليم البيوجغرافي المتوسطي، مثل أشجار العرعر وبعض الزواحف المتوسطية. وتُعرف المنطقة بدعمها لتنوع حيوي غني يشمل 183 نوعاً من النباتات (منها ما لا يقل عن نوعين متوطنين)، و26 نوعاً من الثدييات، و34 نوعاً من الزواحف، و119 نوعاً من الطيور، بما في ذلك عدد من الأنواع المهددة عالمياً. ويُعد مستوى تنوع الطيور في الموقع استثنائياً مقارنةً بموائل أخرى ضمن الإقليم البيوجغرافي السوداني في الأردن. وتشمل الأنواع الحيوانية البارزة المها العربي (Oryx leucoryx)، الذي يجري حالياً إعادة إدخاله بعد انقراضه على المستوى الوطني، والوعل النوبي (Capra nubiana)، المهدد بالانقراض على المستوى الوطني (IUCN 2025b؛ UNESCO World Heritage Centre 2025).

يمتد خط الأنابيب من الشرق إلى الغرب بمحاذاة الحد الشمالي لمنطقة وادي رم المحمية، ويبقى خارج حدود المنطقة المحمية؛ إلا أن حوالي 24 كم من مساره يمر عبر المنطقة العازلة لوادي رم التي تحيط بالمنطقة المحمية.

6.2.3.5 محمية قطر الطبيعية

تُعد محمية قطر الطبيعية في الأردن منطقة محمية برية ومياه داخلية، وتبلغ مساحتها حوالي 110 كم²، وتقع في جنوب شرق الأردن إلى الشمال من مدينة العقبة. ويقع الحد الغربي للمنطقة المحمية على مسافة تقارب 8.9 كم من خط الأنابيب، كما أن موقعها على الجانب الغربي من المرتفعات الجبلية يسهم في عزلها بشكل فعّال عن التأثيرات المحتملة لأنشطة بناء وتشغيل المشروع.

6.2.3.6 منطقة مادبا - حسبان ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA)

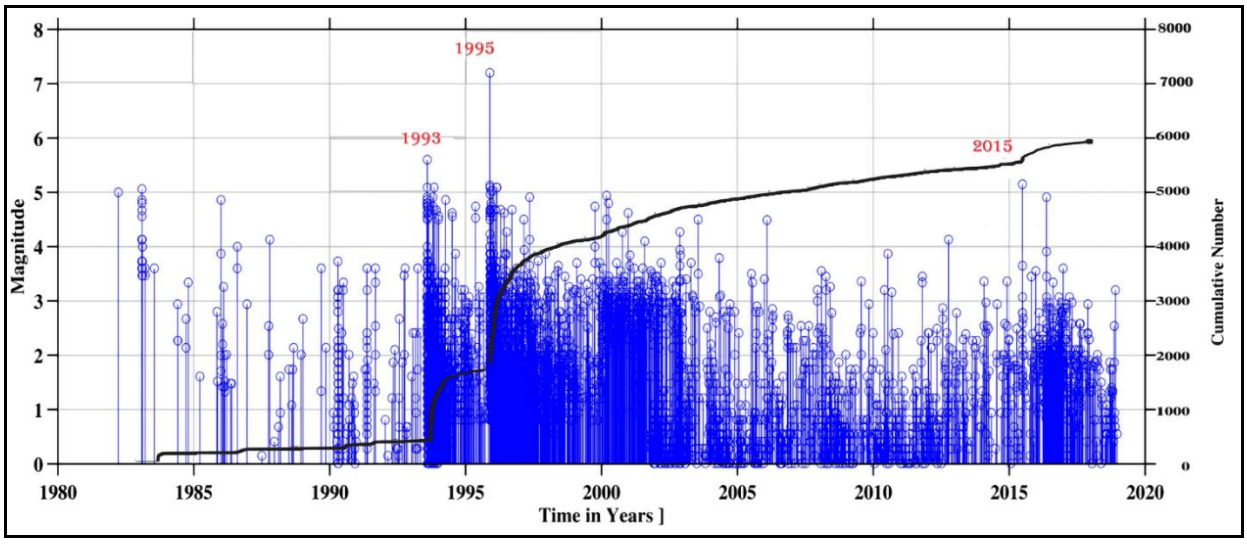
تمتد منطقة مادبا - حسبان ذات الأهمية للتنوع الحيوي (KBA) على مساحة تُقدَّر بحوالي 259 كم²، وعلى ارتفاع يقارب 900 متر فوق مستوى سطح البحر، وتُعرف بأهميتها البيئية، لا سيما بالنسبة للطيور والنباتات النادرة. ويتكوّن المشهد الطبيعي في المنطقة بشكل رئيسي من أراضٍ سهبية سابقة تم تحويلها حالياً إلى زراعات حبوب بعلية، إلى جانب وجود مساحات من الأراضي الزراعية المروية والمراعي. وتدعم المنطقة وجود أنواع بارزة، من بينها العقاب الإمبراطوري الشرقي (Aquila heliaca)، وهو أحد الأنواع المؤهِّلة لتصنيف الموقع كمنطقة KBA، إضافةً إلى عدد من النباتات النادرة والمتوطنة، بما في ذلك Colchicum tunicatum، و Romulea bulbocodium، وGlobularia arabica. وتواجه المنطقة ضغوطاً ناتجة عن التوسع الزراعي، واستنزاف المياه الجوفية، والتوسع العمراني. وعلى الرغم من تصنيفها كمنطقة ذات أهمية للتنوع الحيوي، فإنها لا تتمتع حالياً بأي حماية رسمية.

6.2.4 الزلازل

يُعتبر خليج العقبة (GoA) أحد أكثر المناطق من حيث النشاط الزلزالي في الشرق الأوسط (عبد العظيم وآخرون، 2023) (الشكل 6-2). تتمتع المنطقة بسجل زلزالي تاريخي طويل وشهدت زلازل تاريخية، سواء حدثت في محيطها أو أثرت عليها.

يقع الأردن على طول الحافة الشرقية لنظام صدع البحر الميت التحويلي (DST)، وهو حد رئيسي للصفائح المنزلقة بين الصفيحة العربية والصفيحة الأفريقية (وبشكل أدق، شبه صفيحة سيناء للصفيحة الأفريقية). حيث يمتد هذا الصدع التحويلي الأيسر من البحر الأحمر (عبر خليج العقبة) شمالا عبر وادي عربة والبحر الميت ووادي الأردن إلى لبنان وغرب سوريا. وتشكل هذه المنطقة جزءًا من منطقة حدودية واسعة للصفائح تسهل الحركة الشمالية للصفيحة العربية بالنسبة للصفيحة الأفريقية.

الشكل 6- 2 العدد التراكمي للزلازل في خليج العقبة 1983 - 2018[1]



يعبر خط أنابيب الناقل تراكيب جيولوجية متنوعة، بما في ذلك الإمتداد الجنوبي الشرقي لصدع رأس النقب، وصدع الحسا، وصدع سواقة، وصدع الزرقاء ماعين (الشكل 6-3). على الرغم من أن المقاطع على طول مسار خط أنابيب النقل تُظهر إزاحات رأسية معتدلة، إلا أنها تُظهر جميعها حركات انزلاق جانبي، مما قد يؤثر على أي هياكل من صنع الإنسان تقع عبرها أو بجانبها.

يؤكد مرصد الزلازل الأردني (JSO) أن النشاط الزلزالي في الأردن هو الأكثر انتشارًا على طول صدع البحر الميت. في عام 2023، حيث سجل المرصد 1126 حدثًا زلزاليًا، مع حدوث مجموعات ملحوظة في منطقة البحر الميت ووادي عربة وخليج العقبة ووادي الأردن والمناطق الحدودية. وقد تراوحت هذه الأحداث بين زلازل دقيقة منخفضة الشدة وزلازل متوسطة الشدة.

ويُصنف خطر الزلازل في العقبة على أنه متوسط (Think Hazard، 2021). وهذا يعني أن هناك احتمالا بنسبة 10% لحدوث زلزال مدمر محتمل في المنطقة خلال السنوات الخمسين المقبلة.

[1] الأرقام باللون الأحمر تشير إلى أكبر ثلاثة زلازل

6.2.5 التضاريس/ الطبوغرافية

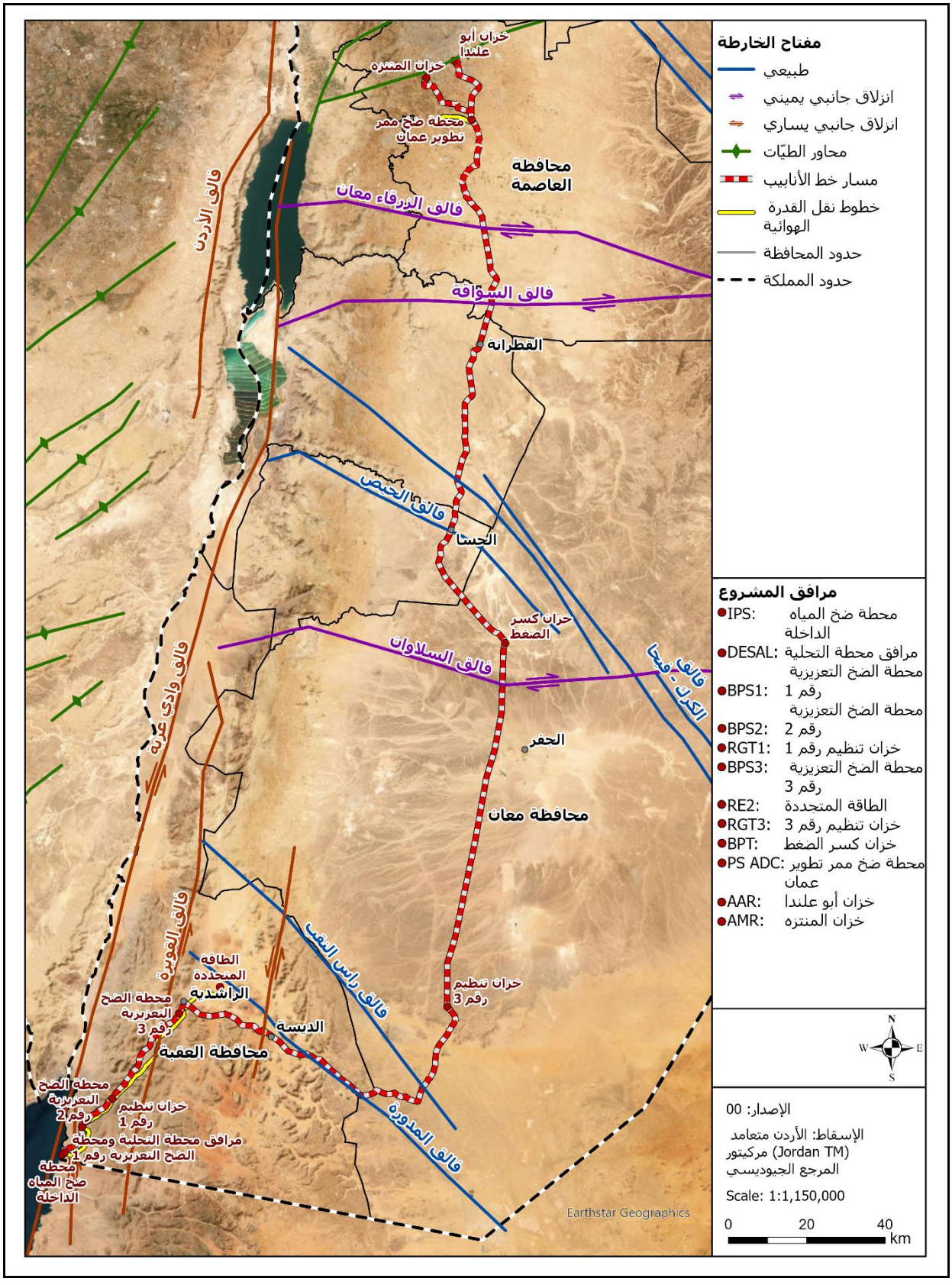
يقع الأردن على بعد حوالي 80 كم شرق البحر الأبيض المتوسط بمساحة 8929 مترًا مربعًا[2]. وتتمتع المملكة بطبيعة طبوغرافية فريدة. فالجزء الغربي من البلاد هو أدنى وادي في العالم يمتد من الشمال إلى الجنوب بين سلسلتين جبليتين. حيث يبلغ طول وادي الأردن حوالي 400 كم، ويتراوح عرضه من 10 كم في الشمال إلى 30 كم في الجنوب، ويتراوح ارتفاعه بين 170 و400 متر تحت مستوى سطح البحر (MSL). ويمر نهر الأردن عبر هذا الوادي من الشمال إلى الجنوب وصولاً إلى البحر الميت. حيث يصل ارتفاع سلسلة الجبال إلى الشرق من وادي الأردن إلى حوالي 1150 مترًا فوق مستوى سطح البحر في الشمال وحوالي 1500 متر فوق مستوى سطح البحر في الأجزاء الجنوبية من المملكة. وإلى الشرق من سلسلة الجبال هذه تمتد هضبة شبه صحراوية لتغطية ما يقرب من 80٪ من إجمالي مساحة البلاد. معظم الأردن (90%) منطقة قاحلة وشبه قاحلة تتميز بتفاوت ملحوظ في هطول الأمطار، حيث يقل متوسط هطول الأمطار السنوي الإجمالي عن 200 ملم (عبد الله، 2020).

وتنتقل التضاريس من العقبة إلى عمّان من تضاريس ساحلية منخفضة ووادي متصدع إلى منحدرات وعرة وهضاب مرتفعة وتلال ومرتفعات جبلية. وفي المنطقة الجنوبية بالقرب من العقبة، تتميز التضاريس شديدة الانحدار بجبال الجرانيت والصخور القاعدية التي تنحدر بشكل حاد نحو خليج العقبة، مع وجود مراوح طينية واسعة ومنحدرات متآكلة وقيعان وديان عريضة بينهما (أبو قبع وآخرون، 2016). وإلى الشمال، باتجاه المرتفعات المحيطة بعمّان، تصبح التضاريس أكثر اعتدالًا ولكنها لا تزال جوهرية، وتتميز بأنظمة التلال والوديان والهضاب المتقطعة وعدم استقرار المنحدرات في بعض الأماكن (الحمود وآخرون، 1995). وتوجد أيضًا أودية واسعة (قنوات مؤقتة)، وسهول طينية، ومدرجات، وأحيانًا ظواهر كارستية (الحفر الانهدامية، وتجويفات الاذابة) في المناطق التي يهيمن عليها الحجر الجيري (عودة وآخرون، 2017).

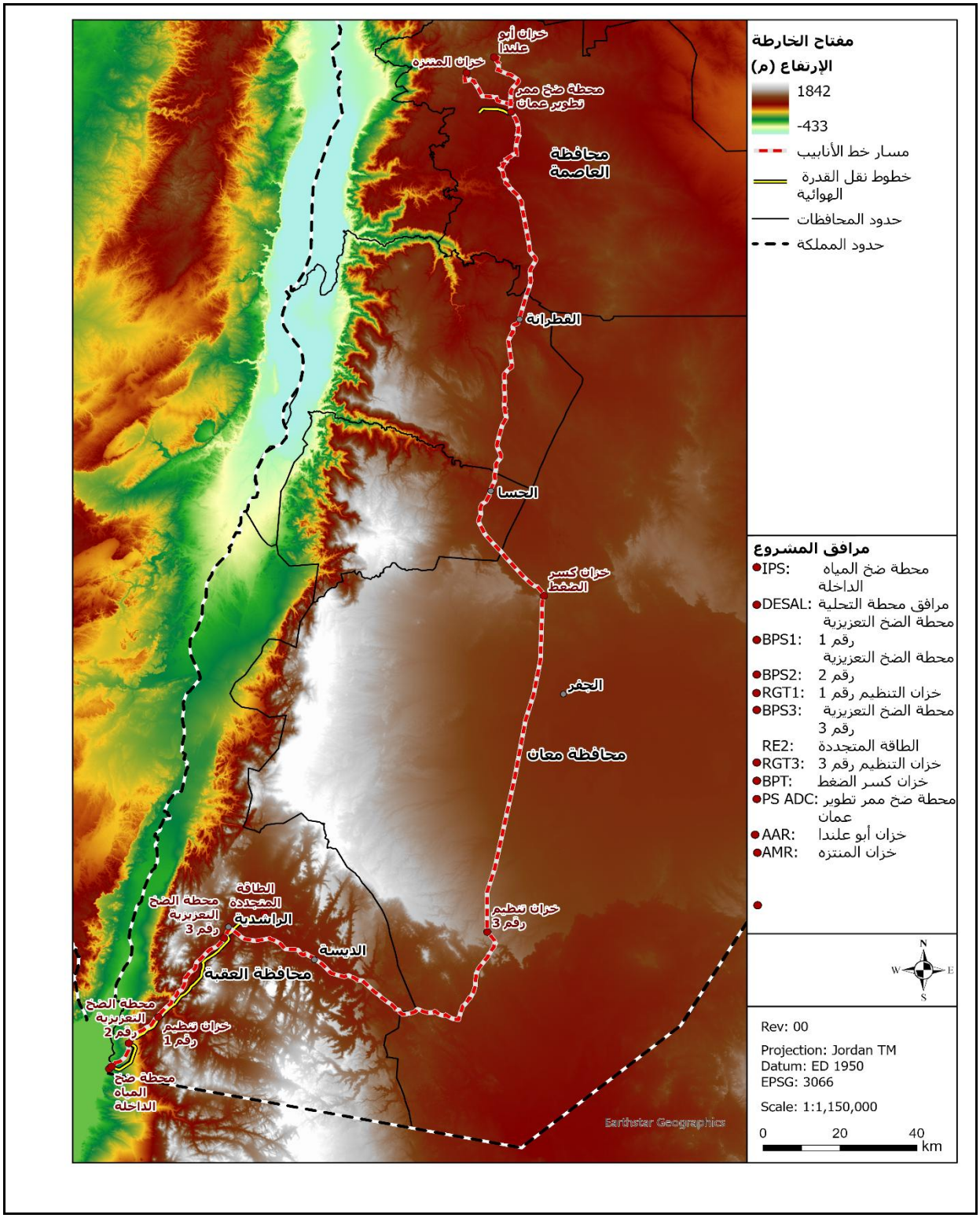
يوضح الشكل 6-4 الخريطة الطبوغرافية للأردن، التي يتراوح ارتفاعها بين -431 و1842 مترًا فوق مستوى سطح البحر. حيث تتنوع تضاريس المشروع بين عناصره المختلفة، بدءًا من مستوى سطح البحر عند محطة ضخ السحب (IPS) ووصولًا إلى حوالي 1000 متر فوق مستوى سطح البحر في عمّان، حيث يقع خزان أبو علندا (AAR) وخزان المنتزه (AMR) الحاليان.

تتميز التضاريس أيضا في القويرة، حيث يقع موقع الطاقة المتجددة، بمزيج من التلال الصخرية والسهول الرملية، وبمتوسط ارتفاع يبلغ حوالي 819 مترًا فوق مستوى سطح البحر. حيث تتشكل تضاريس المنطقة بفعل الأنشطة التكتونية، مثل الصدوع والارتفاعات، مما يؤدي إلى منحدرات شديدة الانحدار ومتآكلة ومنحدرات حادة (بازازو واخرون، 2020؛ فرحان واخرون ،2016).

الشكل 6- 3 صدوع البنية الجيولوجية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



الشكل 6- 4 تضاريس/ طبوغرافية منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



6.2.6 الجيولوجيا والتربة

6.2.6.1 الجيولوجيا

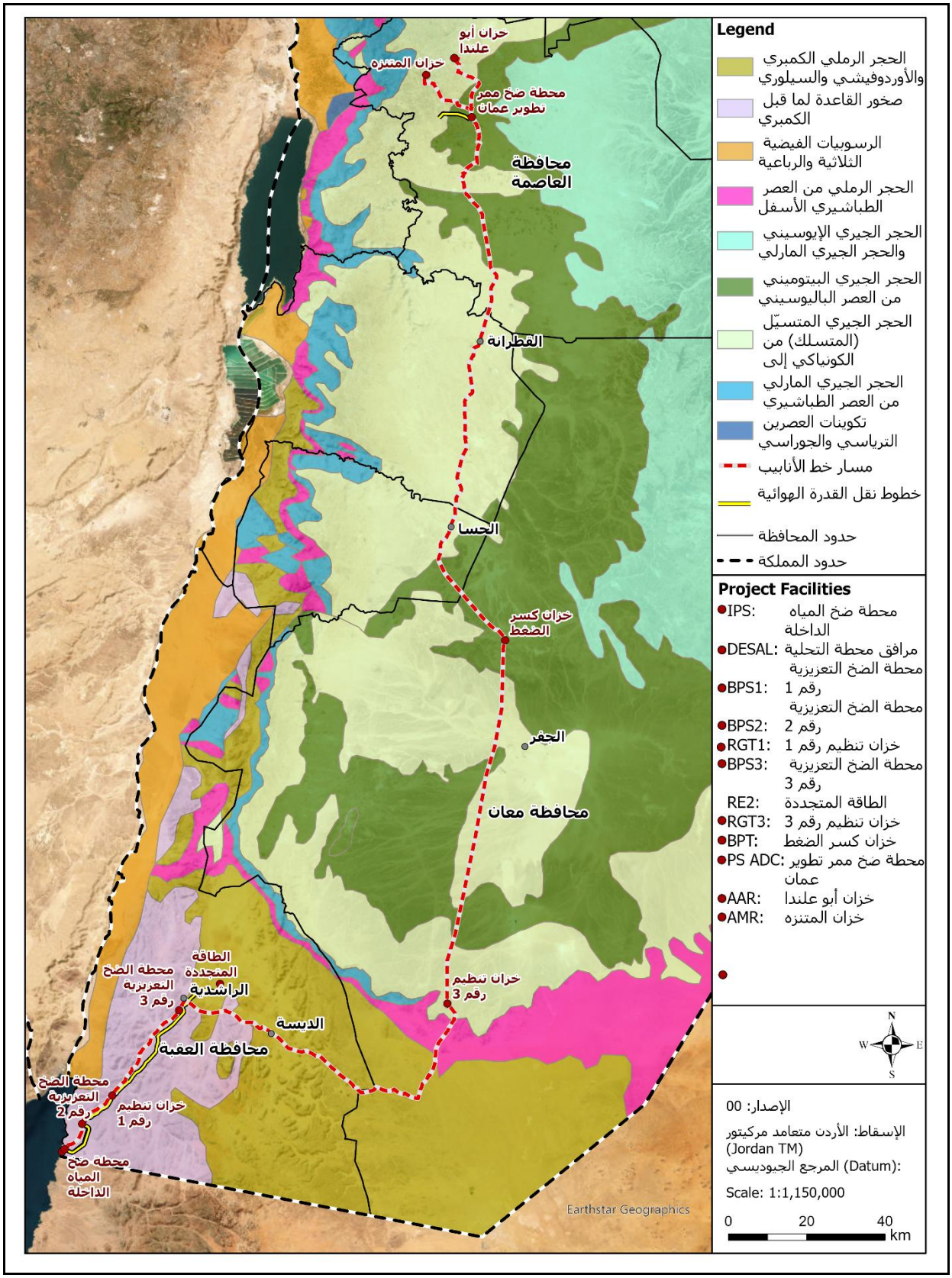
تهيمن التكوينات الرسوبية على جيولوجية الأردن، مع ظهور صخور قاعدية بلورية قديمة في الجنوب، وخاصة بالقرب من خليج العقبة. وفي منطقة العقبة، يتألف مجمع العقبة من صخور جرانيتية ومتحولة، أي الصخور القاعدية البلورية للدرع العربي الأفريقي، الذي يرتفع في جبال وعرة ومنحدرات شديدة الانحدار، متجاورة مع غطاء رسوبي أحدث (أبو قبع وآخرون، 2016). أما شمالًا، تصبح التسلسلات الرسوبية، مثل الحجر الجيري والمارل والحجر الرملي من حقبتي الحياة القديمة والوسطى، وخاصةً العصر الطباشيري العلوي. ويلعب صدع البحر الميت دورًا هيكليًا مركزيًا، حيث تؤثر الصدوع الرئيسية، مثل صدع البحر الميت ووادي عربة، على الإرتفاع والهبوط والتضاريس. وتقع منطقة المشروع شرق صدع البحر الميت. وتهيمن عليها الصخور الرسوبية في الغالب، مع وجود صخور نارية مكشوفة في مناطق محدودة. كما توجد رواسب من العصر الرباعي والحديث، تغطي التكوينات الجيولوجية القديمة. كما يمر مسار خط أنابيب الناقل عبر تكوينات جيولوجية متنوعة للغاية، تتراوح من الصخور الجرانيتية الصلبة إلى المارل الناعم (الشكل 6-5). حيث تتميز الصخور بأنواعها، وخصائصها الصخرية، وصلابتها، وإمكانية استقرارها تحت الأحمال الزائدة. أما المناطق الساحلية في العقبة فتتميز بصخور رسوبية فتاتية تتكون من الحصى والرمل وبعض المارل في المناطق المنخفضة.

تتكون جبال العقبة من صخور جرانيتية صلبة، باستثناء المناطق ذات الرواسب الطمية والطينية الحديثة. ويمر خط أنابيب الناقل عبر وادي اليتم، الذي يتميز أيضًا برواسب طمية تتكون من الحصى والرمال التي يصل سمكها إلى 40 مترًا. وتتكون ضفاف الوادي من صخور جرانيتية صلبة متشابكة مع سدود قاعدية. إن الصخور السائدة هي الحجر الرملي من مختلف الأعمار من الشاكرية إلى بطن الغول. ففي بطن الغول، يتجه خط الأنابيب شمالًا إلى تضاريس تتكون من مجموعة متنوعة من تكوينات الحجر الرملي والحجر الجيري من العصر الطباشيري العلوي والثالثي. أما في المناطق الواقعة شرق معان، تسود كربونات العصرين الثالثي والطباشيري. وتتكون هذه الصخور من المارل والطين والرمل ورواسب الصخور الجافة/ البلايا. وإلى الشمال من منخفض الجفر، يتجه المسار شمالًا ويدخل تضاريس تتكون من طبقات الحجر الجيري السليكوني والفوسفات والتي تستمر حتى منطقتي القطرانة والدامخي. كما تتميز مناطق الجيزة وسحاب بالصخور الصلبة من الحجر الجيري والمارل والصوان والفوسفات، مع وجود رواسب حديثة من الحصى والرمل والطمي في بعض المواقع.

تتميز جيولوجية مرفق الطاقة المتجددة بمجموعة رام ومجمع الطبقات القاعدية. حيث تتكون مجموعة رام بشكل رئيسي من تكوينات سيليسية فتاتية وإسفين بحري من الكربونات/السيليكات الفتاتية، التي تغطي بشكل غير متوافق تضاريس الطبقات القاعدية التي تعود إلى حقبة الطلائع الحديثة (مجمع العقبة ومجمع عربة). حيث تشكل المجموعة تضاريس وعرة من المنحدرات والهضاب شديدة الانحدار، تتخللها وديان رملية في منطقة الصحراء الجنوبية (باول وآخرون، 2014). وينقسم مجمع الطبقات القاعدية إلى مجمعين رئيسيين: مجمع العقبة الأقدم، والذي يتكون في الغالب من الصخور الجرانيتية، وهو مكشوف بالقرب من العقبة ويمتد شرقًا وشمالًا، ومجمع عربة الأحدث، والذي يتميز بوفرة من الصخور البركانية، والصخور الرسوبية المتحولة (معظمها تكتلات)، وصخور جرانيتية ثانوية.

يمرّ مسار خط أنابيب الناقل عبر صخور جرانيتية صلبة بشكل رئيسي ومخلفات التجوية من العقبة إلى الشاكرية. كما تتكون الصخور الرئيسية على طول المسار من الحجر الرملي والحجر الجيري والدولوميت والصوان والفوسفات، وهي صخور مستقرة وسهلة التنقيب. وعلى طول الأودية، يمكن العثور على رواسب حديثة من الحصى والرمل والمارل في طبقات رقيقة نسبيًا يسهل التنقيب عنها. كما أظهرت دراسات تخطيط الطرق السريعة بالقرب من العقبة أن التصميم غير المناسب لمعابر الأودية والاستخفاف بالعمليات النهرية أدى إلى أضرار في ظل فيضانات نادرة نسبيًا (فرحان، 2011).

الشكل 6- 5 جيولوجيا منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي



6.2.6.2 التربة

تم تحديد 41 نوعًا من التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، مقسمة إلى تسع قطاعات بناءً على السمات الجيومورفولوجية المتوافقة مع النهج الذي تم اتباعه في المسح البيئي لخط الأساس البري (انظر القسم 12.2.6). وتغطي منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، على امتداد مسارها الكامل من العقبة إلى عمّان، تدرجًا من الجنوب إلى الشمال في بيئات التربة:

- القطاعات الجنوبية (1-3): تربة رملية جبسية، يغلب عليها الملح، ذات خصوبة منخفضة جدًا.
- الهضبة الوسطى (4-6): تربة صخرية، كلسية، ومتوسطة الملوحة؛ ويحد العمق الضحل من التجذير والتسرب.
- المرتفعات الشمالية (7-9): تربة عميقة، ناعمة الملمس، وغير مالحة - وهي الأكثر إنتاجية واستقرارًا للزراعة والهندسة.

وبشكل عام، تتميز منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي بالتربة الصحراوية الجيرية والمالحة مع وجود مناطق خصبة محلية في سهل مادبا وعمان، مما يعكس الجيولوجيا المتنوعة والمناخ الجاف في الأردن.

المقطع 1 - السهل الساحلي الجنوبي (منطقة العقبة)

يمر المسار عبر أنواع حديثة من التربة الطمية والطينية على طول الشاطئ والجزء السفلي من وادي عربة السفلي (الشكل 6-6). تتكون هذه التربة من أنظمة مراوح رملية وكثبان، وتشتمل على مواد رملية-طمية، غالبًا ما تكون حصوية، غنية بالجير، وغالبًا ما تكون جبسية، ومالحة على نطاق واسع، خصوصا في الأراضي المسطحة وأحواض الكثبان الرملية حيث تتراكم الأملاح. وتكون الخصوبة منخفضة طبيعيا بسبب الجفاف، وندرة المواد العضوية، وهيمنة الكربونات/الجبس. حيث تتراوح ملوحة التربة في هذه المنطقة بين المتوسطة والعالية (خاصة في المنخفضات والمراوح)، وتنتشر فيها القشور الملحية. وتشير دراسات متعددة إلى أن الملوحة عامل رئيسي في وادي عربة، ناجمة عن الجفاف وارتفاع نسبة الماء في الشعيرات، مع وجود مخاطر ملوحة التربة ومياه الري الموثقة في المنطقة (وزارة الزراعة، 1993؛ الخرابشة، 2013).

المقطع 2 - حافة رأس النقاب وسهل وادي رم

المقطع 2 يصعد عبر هضاب منحدرة مقطّعة من الحجر الرملي وأنظمة المراوح الرسوبية (الشكل 6-7). تتميّز هذه المنطقة بتربة رملية-هيكلية إلى طينية-هيكلية، متكوّنة على صخور الحجر الرملي وتكوينات الجرانيت. وهي تربة جافة ودافئة (حارة مناخيًا)، ذات خصوبة طبيعية متدنية جدًا. التربة متوسطة إلى عالية الكلسية والملوحة، مع تباينات ملموسة في القوام نتيجة مزيجٍ من الكثبان الرملية ورواسب المراوح الحصوية. قد تكون الملوحة وكثرة الحصى/الحجارة واضحة، مما يجعل التربة قابلة للتعرية وحسّاسة للاضطراب. كما تُقيَّد خصوبتها بسبب خشونة القوام وتراكمات الكربونات/الجبس. (أبو جابر وناظم، 2016).

المقطع 3 - سهل الديسة ومدور الصحراوي

عبر السهل الداخلي الواسع يتقاطع مسار خط الناقل مع رمال طينية ضعيفة البنية (الشكل 6-8). وتتميّز التربة بوجود مراوح متشعّبة، وسهول طينية جبسية، ونتوءات ملحية. ويغطي هضبة حجر رملي الديسة تربة رملية إلى طمية دقيقة، كلسية، قد تكون متوسطة الملوحة وضعيفة التماسك موضعيًا. وتبقى الخصوبة عمومًا منخفضة، مع شيوع الملوحة والجبس في المنخفضات المغلقة أو الضعيفة الانحدار. أما تربة هذا المقطع فتتصف بملوحة وجبسية متوسطة إلى عالية في السهول الطينية. كما أن منطقة حوض الديسة الرملي موثقة جيدًا من حيث ركائزها الرملية ومشاكل الملوحة الناجمة عن الجفاف في التربة والمياه (وزارة الزراعة، 1993؛ أبو جابر وناظم، 2016).

المقطع 4 - هضبة الحجر الجيري الجنوبية (من معان إلى جرف الدراويش)

المقطع 4 يمر عبر الهضبة الجنوبية، ويتميز بسهل حصوي صخري، شديد الكلسية، على صخور وقواعد البلقاء/الموقر، وتلال على تكوين الموقر الطباشيري-المارلي (الشكل 6-9). تتكون هذه التربة من تربة هضبية حصوية وطينية هيكلية، تطورت على تكوينات الحجر الجيري والمارل. وهي شديدة الكلسية، وغالبًا ما تكون جبسية، وتُظهر ملوحة معتدلة في المدرجات والقواعد السفلية. وتتميز هذه التربة بنفاذية منخفضة (عائق رئيسي للزراعة) وإمكانية خصوبة معتدلة، حيث يُشكل الجبس والجير العنصرين الرئيسيين. وتعمل المقاطع الضحلة على الحد من عمق تجذير النباتات، وخاصةً بالقرب من منحدرات الجرف. ويُعد تكوين الموقر الطباشيري-المارلي وحدة طرية غنية بالكربونات. وتؤكد الدراسات على معادنها ومحتواها من الصخر الزيتي وسلوكها الهيدرولوجي، وهو ما يفسر الملوحة/القلوية وانخفاض القوة البنيوية في التربة المرتبطة بها.

المقطع 5 - حافة وادي الحسا وهضبة الكرك

في المقطع 5، تنتقل التضاريس من مراوح طمية ملحية ورواسب بحيراتية قديمة إلى هضاب جيرية، تتميز بقوام تربة يتراوح بين الناعم والطمي (الشكل 6-10). حيث تتميز التربة بخصوبتها المعتدلة، وتحتوي على أجزاء طينية ناعمة الملمس من تكوينات الفوسفوريت. وعلى امتداد هذا المقطع، تتسم التربة بالقلوية، حيث تحد تراكمات الكربونات والجبس من احتباس الرطوبة ونمو الجذور. وتسلط

دراسة لمرتفعات الأردن وهضابها الضوء على انتشار التربة الجيرية، والملوحة الموضعية على المراوح الطمية، والطبقات الطينية التي تزيد من المحتوى الطيني وخطر الانكماش والتمدد (القضاة، 2001).

المقطع 6- من وادي الموجب إلى مرتفعات مادبا

يمتد المقطع 6 على طول منحدرات الحجر الجيري شديدة الانحدار والمرتفعات، حيث تربته طينية إلى هيكلية، كلسية، وتتراوح تربته بين الغير مالحة والمالحة (الشكل 6-11 والشكل 6-12). وتتميز أجزاء من هذا المقطع بملوحة عالية نظرًا لغنى طبقاته بالطين الجيري. وتتراوح خصوبة التربة بين منخفضة ومتوسطة، تحد منها طبيعة المنحدرات الصخرية وضحالة عمقها. وتُعد التربة قرب مادبا من أكثر التربل إنتاجية في هذه المنطقة، نظرًا لتكوينها الناعم، وتركيبها الكلسي، غير المالح (القضاة، 2001).

المقطع 7 - سهول مادبا

تتميز مادبا بأن أغلبها سهول ذات تموجات خفيفة، وتتصف بالتربة الجيرية العميقة والناعمة الملمس، والتي لا تعاني من مشاكل الملوحة (الشكل 6-13 والشكل 6-14). وتتميز هذه السهول بخصائص عمودية ضعيفة (سلوك الانكماش والتمدد)، وهي أكثر خصوبة نسبيًا من التربة الجنوبية والصحراوية. وبالمقارنة مع الأجزاء الجنوبية، توفر هذه السهول إمكانات زراعية عالية، شريطة تطبيق إدارة جيدة للري والصرف في التربة الطينية. وتعتبر هذه المناطق زراعية خصبة، وإن كانت لا تزال قلوية وغنية بالكربونات، مما يتطلب إدارة دقيقة للمياه لضمان استدامة الزراعة. وتشير الدراسات العامة لمرتفعات الأردن الوسطى (منطقة مادبا) إلى وجود تربة جيرية ناعمة الملمس تدعم الزراعة طويلة الأمد في السهول والمناطق المتداخلة (القضاة، 2001).

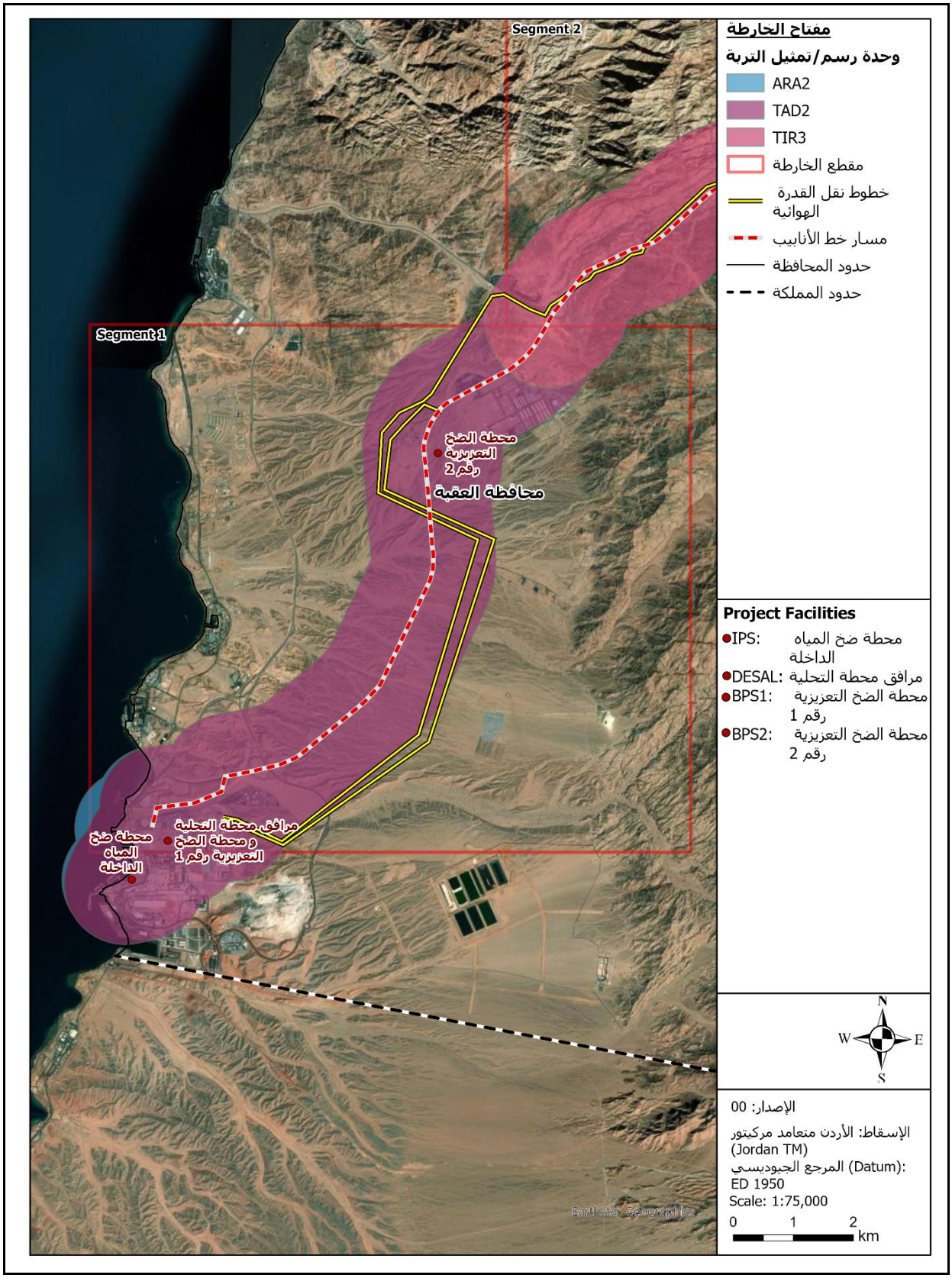
المقطع 8 - هضبة عمان الخارجية

عند دخول مسار خط أنابيب الناقل إلى الهضبة الشمالية، يمر عبر تربة تتراوح بين الطميية والطينية والكلسية وقليلة الملوحة (الشكل 6-15) وتتميز هذه التربة بعمقها وخصوبتها المعتدلة، لكنها غنية بالصخور في بعض الأماكن. حيث تتميز التربة الواقعة بالقرب من مستجمع مياه الوالة-الأزرق بقدرة أفضل على الاحتفاظ بالمياه، التي تستخدم في الزراعة المختلطة، بينما تعتبر التربة على منحدرات الحجر الجيري أقل عمقًا وأكثر صخورًا وأقل إنتاجية بسبب صخورها وتراكم الكربونات. فالملوحة موجودة، لكنها أقل حدة بشكل عام من تلك الموجودة في الجنوب، وهي متقطعة، وترتبط بالتصريف والتضاريس.

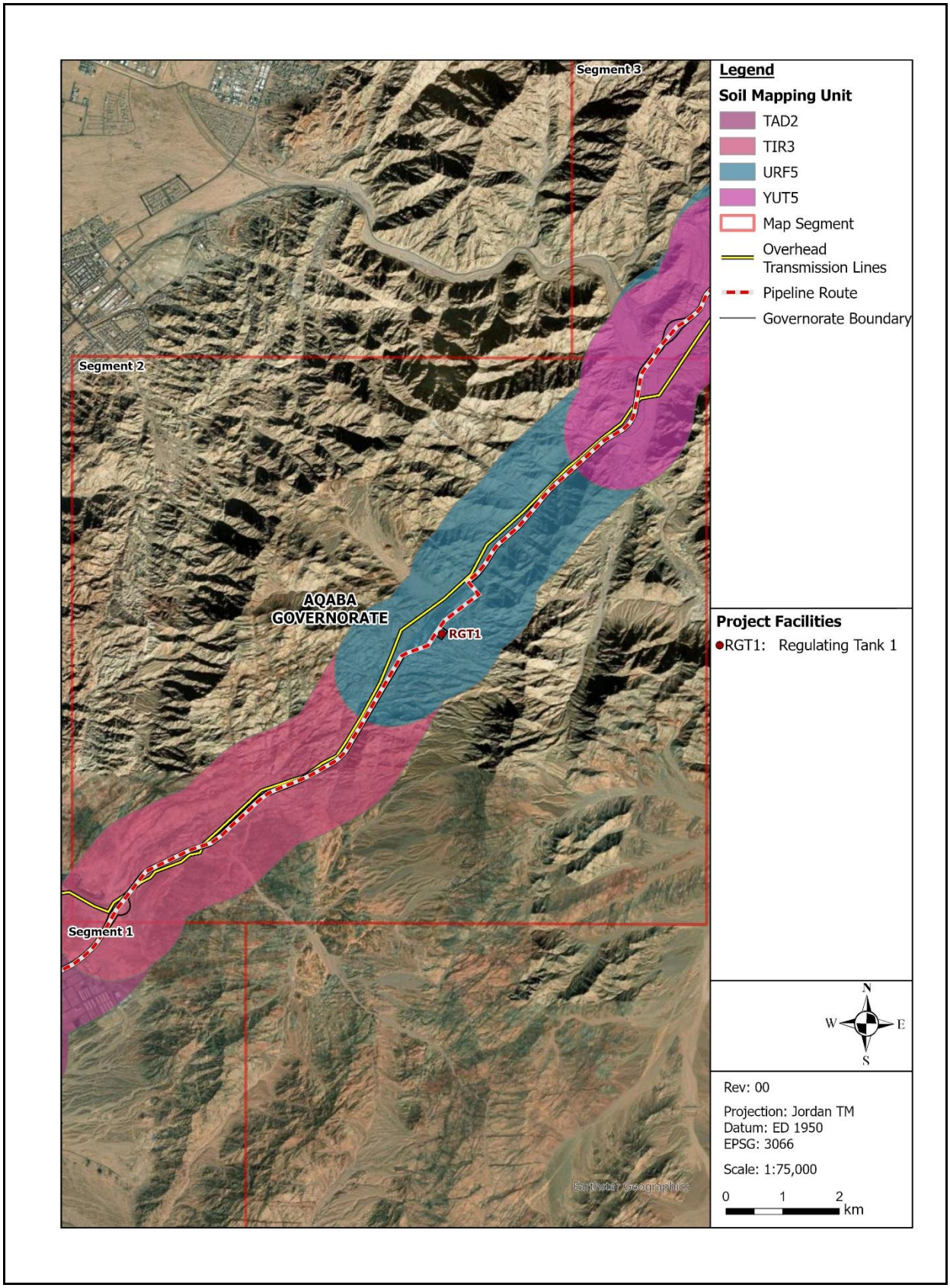
المقطع 9 - منطقة عمان الحضرية

يمر المقطع الأخير عبر مرتفعات الطباشير والمارل بالقرب من عمان (الشكل 6-15). وتتميز هذه التربة بقوام ناعم، ونسبة كلسية عالية، وغير مالحة، وتتميز ببنيتها الجيدة وبخصوبتها المعتدلة. وتدعم هذه التربة الاستخدامات الزراعية والحضرية المختلطة للأراضي، وتتميز بطبقة تحتية عميقة ومحتوى عالٍ من الجير. وعلى الرغم من كونها قلوية، فإن بنيتها تجعلها مناسبة للأساسات الهندسية والزراعة المحدودة إذا ما تم ريها بشكل جيد. وتؤكد دراسات المناطق الحضرية والدراسات الوطنية وجود تربة كلسية ناعمة الملمس في مرتفعات عمّان، مع وجود مشاكل ملوحة أكثر محلية منها في الجنوب ووادي الأردن.

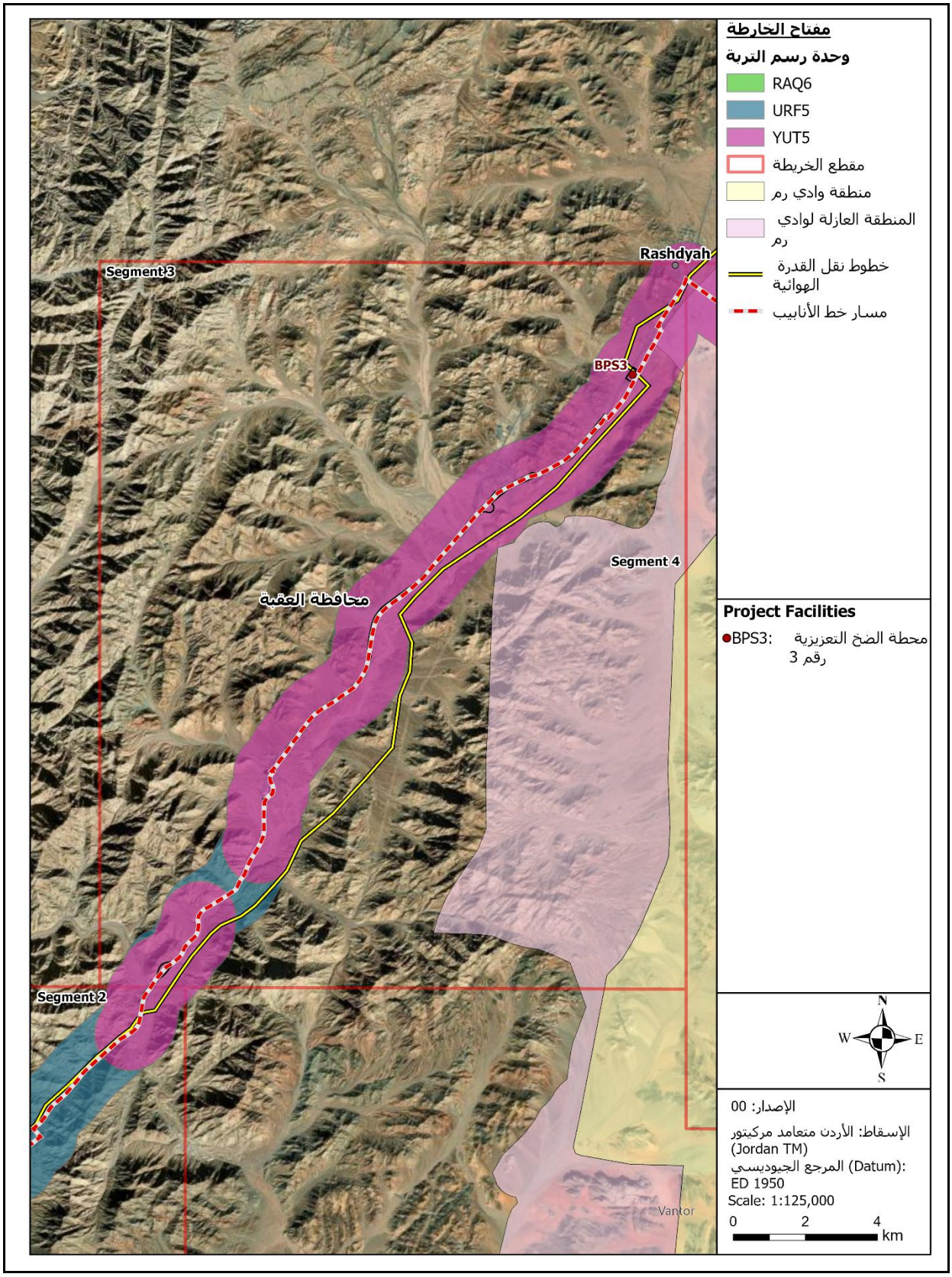
الشكل 6- 6 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 1



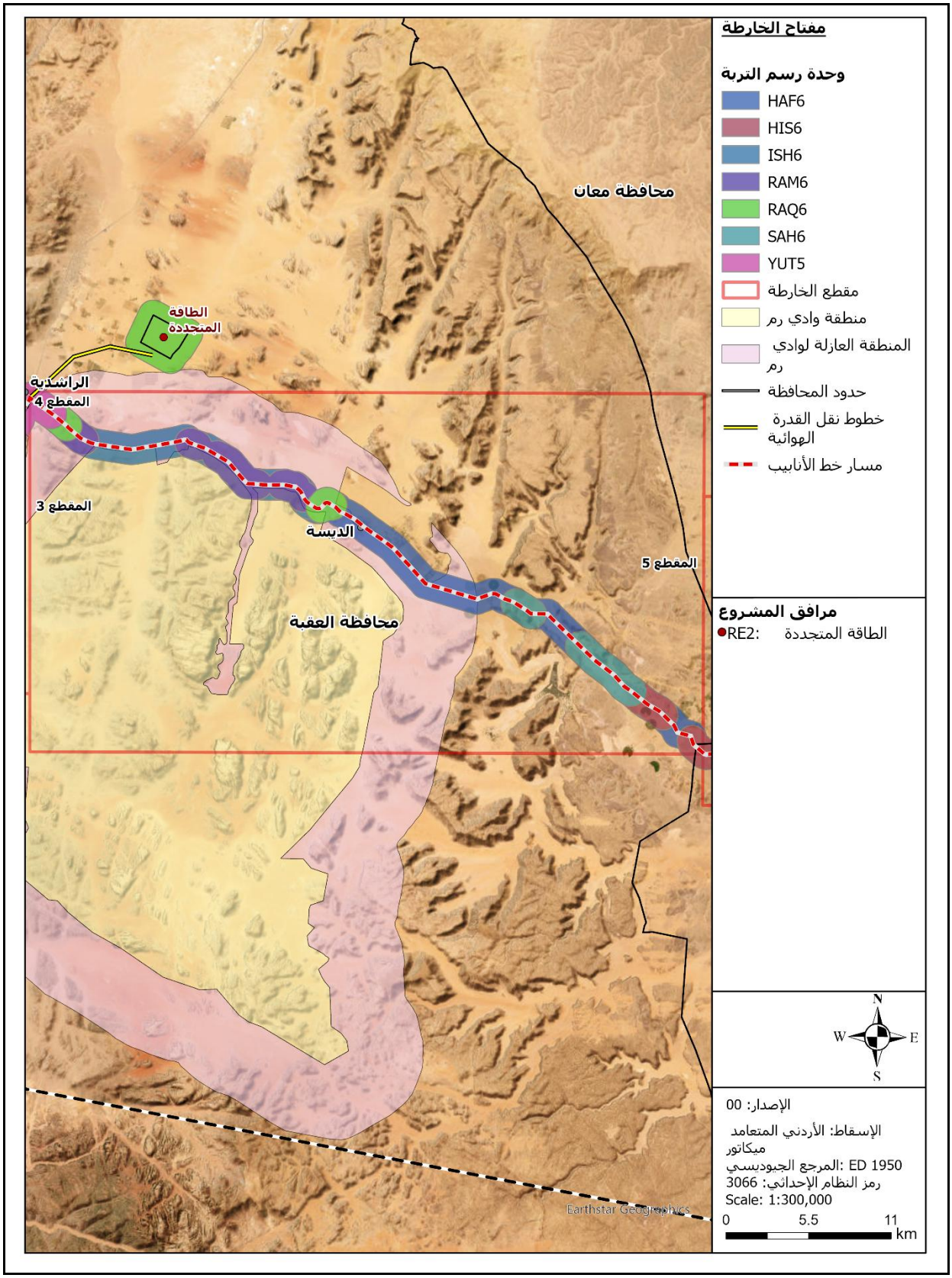
الشكل 6- 7 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 2



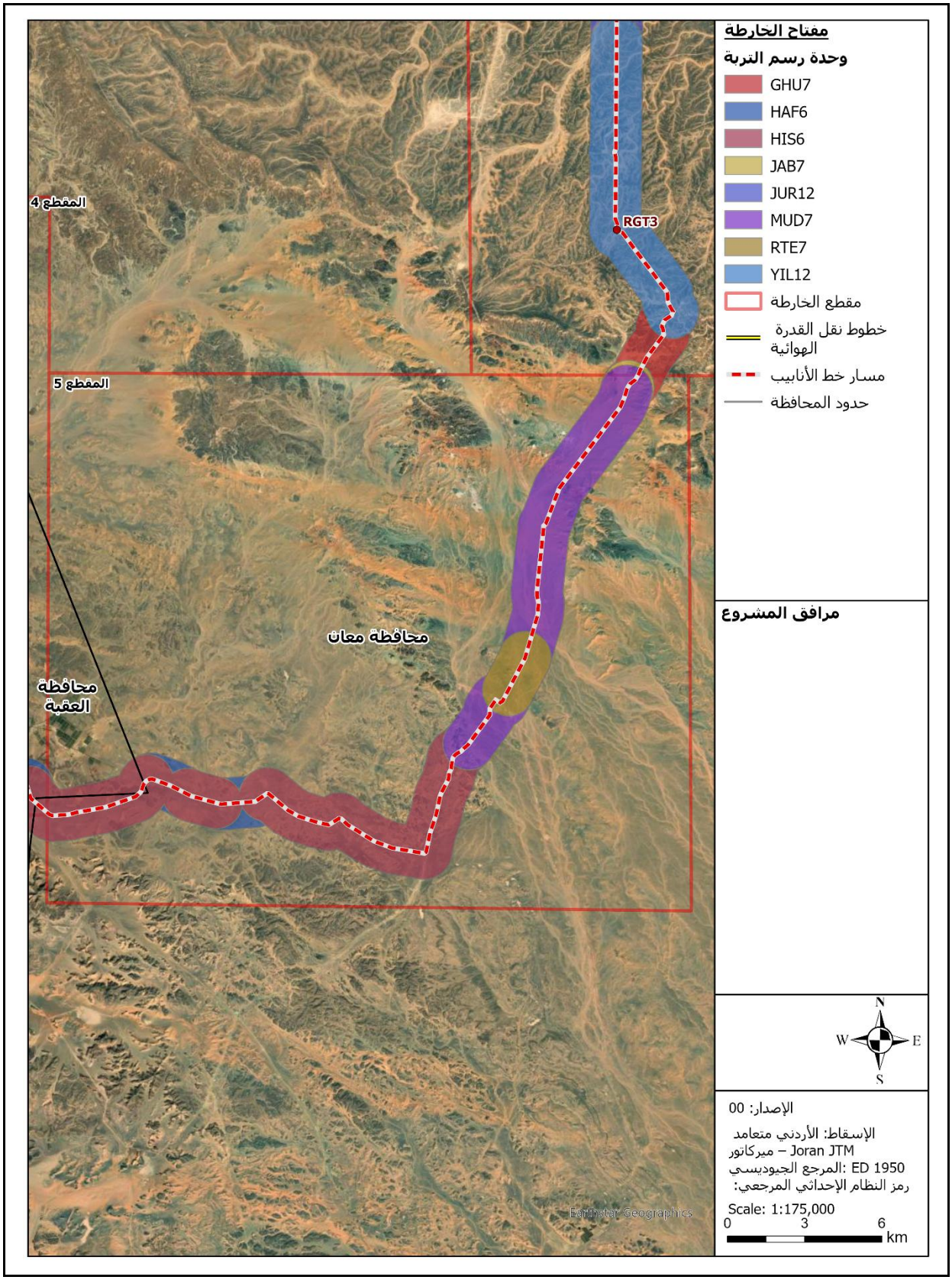
الشكل 6- 8 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 3



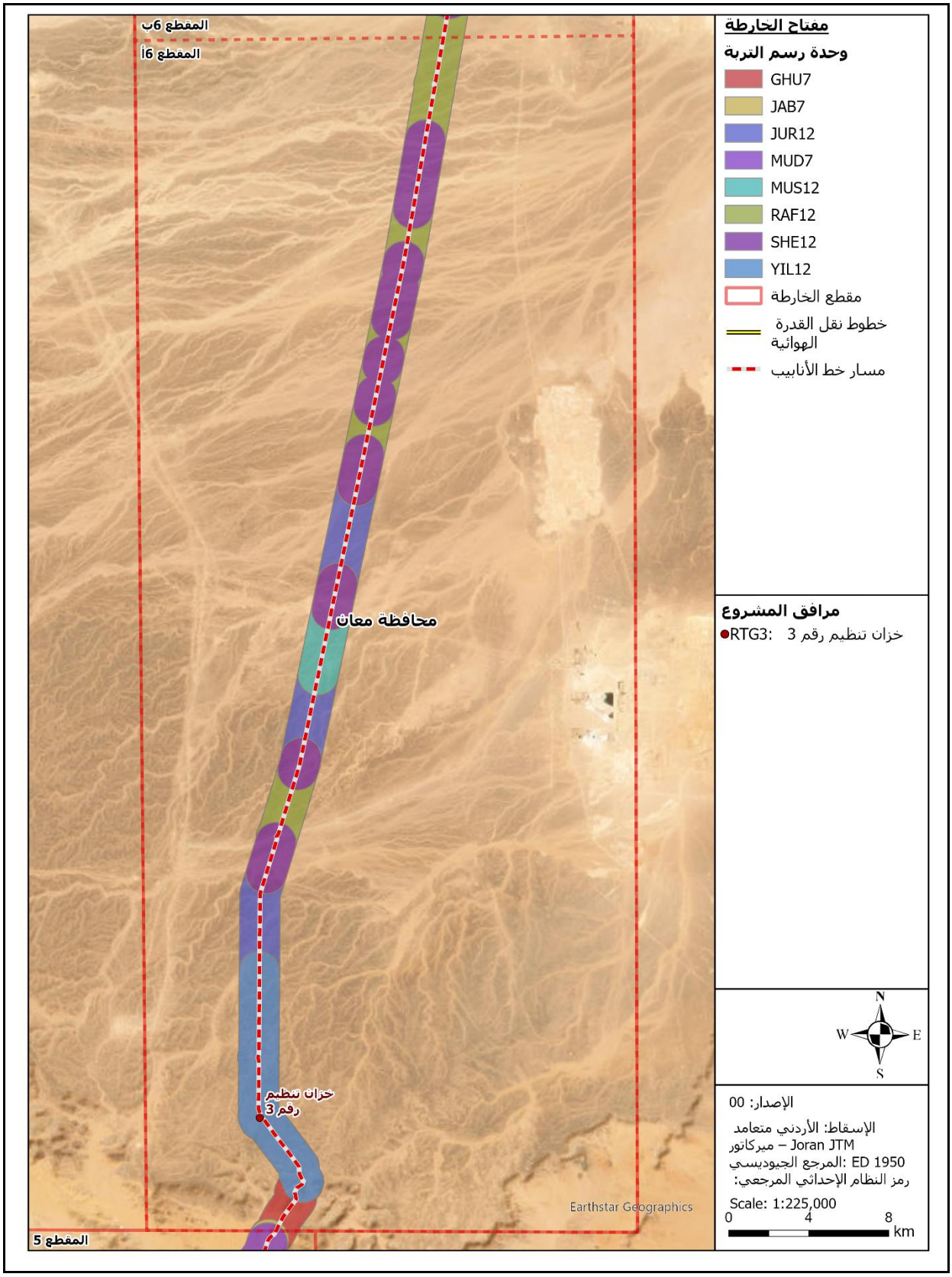
الشكل 6- 9 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 4



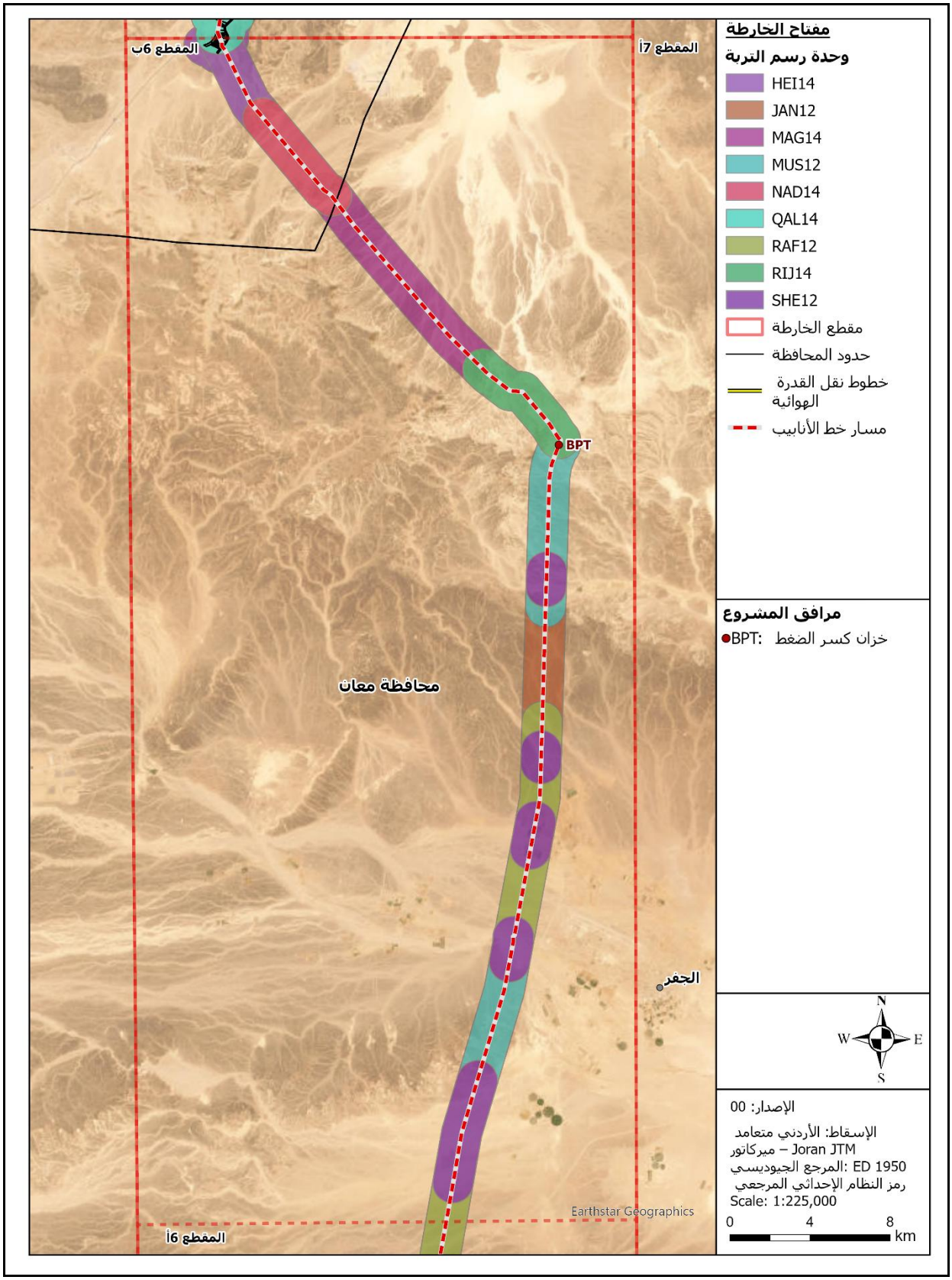
الشكل 6- 10 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 5



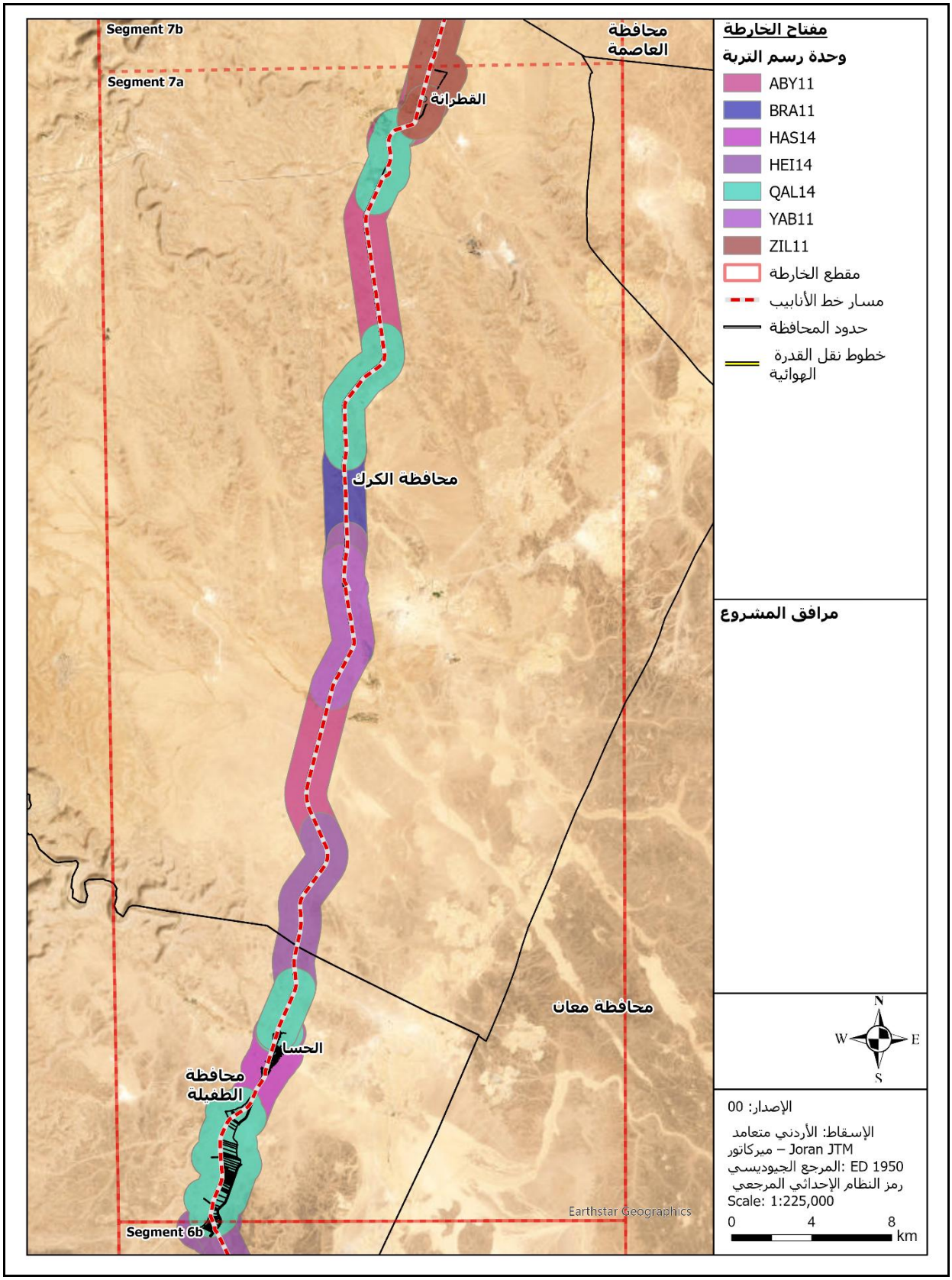
الشكل 6- 11 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 6أ



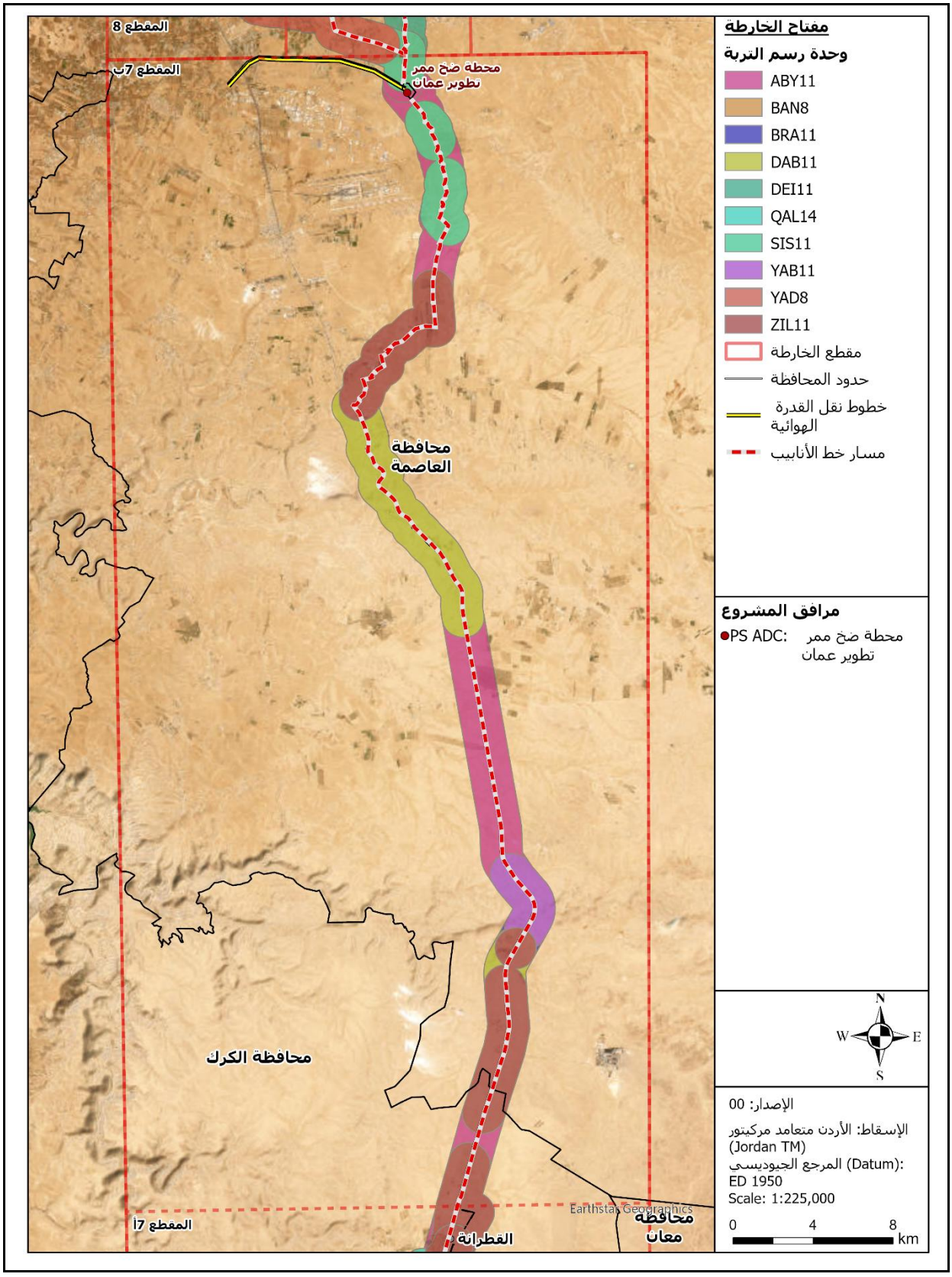
الشكل 6- 12 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 6ب



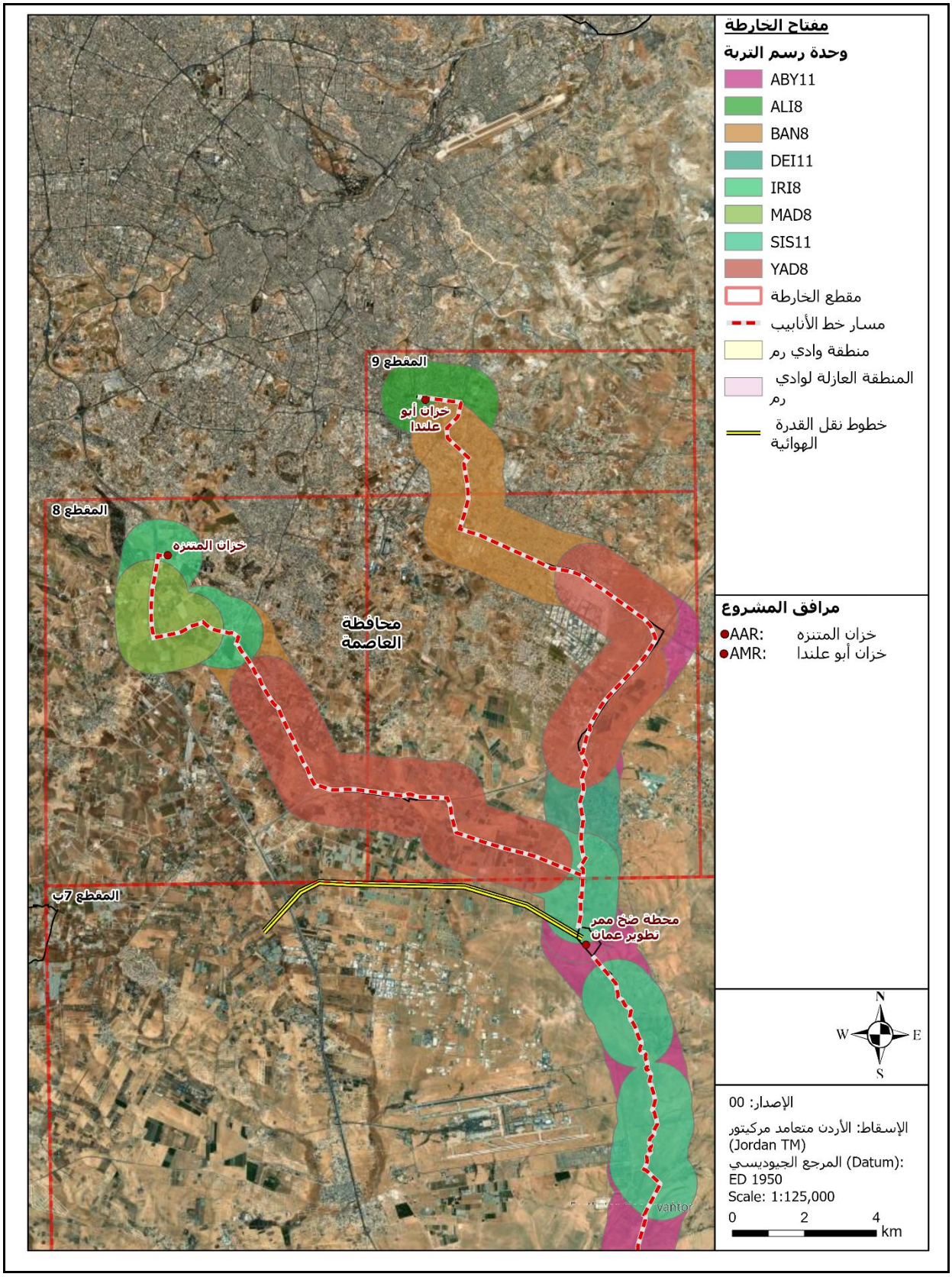
الشكل 6- 13 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 7أ



الشكل 6- 14 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقطع 7ب



الشكل 6- 15 وحدات التربة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، المقاطع 8 و9



6.2.7 المناظر الطبيعية

يتأثر طابع المناظر الطبيعية في جميع أنحاء الأردن بشكل كبير بجيولوجيته. فنوع الصخور (الحجر الجيري، والحجر الرملي، والمارل، والصخور القاعدية البلورية) لا يحدد التضاريس وملامح المنحدرات فحسب، بل يؤثر أيضًا على تكوين التربة والغطاء النباتي واستعمالات الأراضي، وبالتالي أنماط التجمعات السكنية.

ويحيط بمسار خط أنابيب الناقل من محطة ضخ السحب (IPS) إلى محطة تعزيز الضخ 3 3 (BPS3) جبال الجرانيت في العقبة. ويغطي الجزء الشمالي منه الرمال التي تحملها الرياح، بينما يتميز الجزء الأوسط إلى الجنوبي بطبقة سفلية صلبة مغطاة بتربة وصخور جرانيتية خشنة. وتتميز المنطقة بوجود العديد من أنظمة الأودية الضيقة، ونباتات متناثرة. وتنتشر في المنطقة عدة أنظمة أودية ضيقة، مع غطاء نباتي متفرق. كما تسود الجبال الغرانيتية الصلبة بتضاريس وارتفاعات متنوعة. وتكون القاعدة الأرضية في المنطقة غالباً حصوية وصلبة، خاصة في نصفها الجنوبي. وترتفع فيها مستويات الرعي، إذ يلاحظ وجود العديد من السكان مع قطعان الأغنام والإبل في مختلف أرجاء المنطقة. كما أن حركة المركبات مرتفعة نسبياً، كون المنطقة تستخدم كطريق مختصر للوصول إلى العقبة.

الشكل 6- 16 محطة تحلية المياه، مواقع محطة تعزيز الضخ 1 و2 وخزان التنظيم 1 1 *BPS2* و*BP3* و*RTG1*

منطقة محطة تحلية المياه في معظمها أرض قاحلة صلبة، تتكون من قشرة علوية صلبة في معظم المناطق، مع بقايا مباني ومنشآت صناعية سابقة تم هدمها ولا تزال قائمة. ولا توجد سوى بضع أشجار أكاسيا متناثرة شرقًا، بالقرب من الطريق المؤدي إلى الموقع. وتقع سلسلة جبلية حادة، تُعرف بجبال العقبة، على بُعد كيلومترين تقريبًا شرق الموقع. إن مواقع محطات الضخ الأربع مُتضررة بشدة، ولا تُظهر أي عناصر للتنوع الحيوي، ولا تُشكل أي تهديد للتنوع المحلي.

تمتد المنطقة من محطة تعزيز الضخ 3 BPS3 إلى خزان التنظيم 3 (RGT3) في محيط وادي رم، وتتميز بمناظر طبيعية فريدة من جبال الحجر الرملي الخلابة التي تقسمها وديان رملية مفتوحة واسعة. وتكون التربة في الغالب طمية (يتم نقلها عن طريق المياه والرياح)

وذات طبيعة رملية ومالحة و / أو جرانيتية وفقًا لخرائط التربة في الأردن. تشمل منطقة محمية وادي رم نوعين رئيسيين من التربة يختلفان في خصائصهما. حيث أن كلا النوعين ضحل ويحتوي على مستويات متوسطة إلى عالية من الأملاح القابلة للذوبان، مما يتطلب ترشيحًا كبيرًا لممارسة الزراعة المروية. وتتميز معظم المنطقة إلى الشرق بمنحدرات شديدة وأراضٍ متآكلة تشمل أنواع تربة تروبوبسامنت وبعض أنواع تربة كامبورثيدز، بينما تقع المناطق الغربية والجنوبية الغربية على منطقة برية تعرف باسم منحدر وادي عربة مع تربة توريورثنت القاحلة. وتهيمن على هذه المنطقة تربة خشنة الملمس ذات طبيعة صخرية للغاية وآفاق كلسية. أما المنطقة الواقعة بين القويرة وقرى الصالحية والشاكرية والديسة تعتبر منطقة سياحية. وتتميّز هذه المنطقة تحديدًا بصحراء رملية مفتوحة وجبال رملية شاسعة وتضم حاليا تنوعا حيويا ضئيلا.

الشكل 6- 17 منطقة محمية وادي رم وموقع خزان التنظيم RGT3 3

يقع جزء من مسار خط أنابيب الناقل ضمن منطقة زراعية تمتد جنوب شرق قرية الديسة إلى حقول الآبار و"دوائر المحاصيل" في المزارع الزراعية الكبيرة. وتتكون المناظر الطبيعية في معظمها من تربة الحمادة والتي تعد تربة حصوية. وتقع هذه المنطقة الى الشرق من وادي رم، وقرى الديسة والطويسة والمنيشير. وقد تطورت الزراعة المروية في هذه المنطقة على مدى السنوات الخمس عشرة إلى العشرين الماضية على السهول الطينية بين الديسة وسهل الصوان والمدورة، الواقعة على طول الحدود الشمالية والشرقية لمحمية وادي رم.

اما المنطقة الصحراوية الشرقية، من خزان التنظيم RGT3 3 إلى تقاطع الطريق الصحراوي السريع (بين جرف الدراويش والحسا)، فهي منطقة جيومورفولوجية/جغرافية شديدة التنوع، تضم أنواعًا مختلفة من الموائل التي توفر المأوى والمساحة لتجمعات متنوعة من المجتمعات التي تفضل الأراضي المفتوحة. وتتراوح المناظر الطبيعية بين الحقول والصخور البازلتية (صحراء الحمم البركانية أو الحرة)، والأراضي المنخفضة المسطحة (المراب)، والكثبان المالحة (السبخات)، والصفائح الرملية، وقيعان الأودية والصحاري المسطحة (الحمادة الحصوية).

وتقع المنطقة الواقعة بين جرف الدراويش والقطرانة ضمن المنطقة الصحراوية الجنوبية الشرقية للأردن، على طول الطريق الصحراوي. حيث تتكون المنطقة في معظمها من صحاري مسطحة (الحمادة الحصوية)، وتتخللها غالبًا منخفضات (مراب) وقيعان أودية. وتقع هذه المنطقة على طول طريق سريع شديد الاضطراب، حيث تكون عناصر التنوع الحيوي في أدنى مستوياتها.

أما المنطقة الممتدة من القطرانة إلى ضبعة فتقع ضمن منطقة شبه صحراوية تمثل المنطقة الانتقالية بين الصحراء ومنطقة البحر الأبيض المتوسط في الأردن. حيث تتكون المنطقة في معظمها من أراض شبه صحراوية مسطحة، وتتخللها غالبًا منخفضات (مراب) وقيعان أودية.

وفي محافظة عمّان، تمتد منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي من الجيزة إلى خزاني أبو علندا والمنتزه، مشكّلةً منطقة انتقالية بين الصحراء ومنطقة البحر الأبيض المتوسط في الأردن. فالمنطقة شبه صحراوية في معظمها، تتخللها غالبًا الأراضي المنخفضة (المراب) وأحواض الأودية، كما تضم بعض البلدات والقرى الصغيرة، والعديد من مزارع الزيتون الصغيرة ومزارع الخضراوات.

تُعد منطقة خزان أبو علندا منطقة حضرية ذات كثافة سكانية، وربما تكون من أكثر المناطق كثافة سكانية في المنطقة الواقعة جنوب شرق عمّان. ويُشبه منظر خزان المنتزه فسيفساء متشابكة من المزارع والمناطق الحضرية وأجزاء الغابات. حيث تقع هذه المنطقة بالكامل ضمن المنطقة الجغرافية الحيوية المتوسطية في الأردن، وتحتوي على مزارع زيتون وأشجار فاكهة متنوعة ومحاصيل زراعية.

ويمكن وصف مرفق الطاقة المتجددة بشكل عام بأربع وحدات تنسيق تضاريسي:

- الوحدة 1: تلال جرداء متموجة غير مستقرة.

- الوحدة 2: اودية صخرية رعوية.
- الوحدة 3: مساحات مفتوحة مسطحة مزروعة.
- الوحدة 4: منطقة رملية طينية مسطحة غير مزروعة.

الوحدة 1 (تلال جرداء متموجة غير مستقرة) وهي منطقة تُعتبر ذات تضاريس جبلية وعرة ومتموجة، تتخللها مجموعة من الأودية الطويلة من الشرق إلى الغرب، والتي يتشكل معظمها بفعل تدفق المياه الموسمي، وتتفاوت في عرضها وعمقها. ان تربة المنطقة هي تربة حصوية ورملية وصخرية، ذات محتوى عضوي منخفض، وبالتالي فإن الغطاء النباتي ضعيف جدًا ومتناثر (الشكل 6-18).

الوحدة 2 (أودية المراعي الصخرية والرملية) تتكون من أودية ضيقة نسبيًا تمتد من الشمال إلى الجنوب، وتتكون أساسًا من الحصى والرمل والصخور، وتتفاوت أحجامها وفقًا لقوة التدفق الموسمي. فالغطاء النباتي ضعيف ومتناثر بشكل عام (الشكل 6-18).

الشكل 6- 18 مناطق المناظر الطبيعية في الوحدة 1 والوحدة 2

الوحدة 3 (المساحات المفتوحة المسطحة المزروعة) وتتكون عمومًا من مساحات مسطحة مفتوحة، معظمها تربة طينية وبعضها رملية. والغطاء النباتي منخفض بسبب النشاط الزراعي المكثف، مما يسمح لمزارع الخضراوات بالانتشار في جميع أنحاء المنطقة. ويتجلى ذلك في حرث الأرض وبقايا النشارة الزراعية فيها. كما توجد بعض أشجار الحمضيات البسيطة التي تقوم بزراعتها المزارع الصغيرة. ان بعض الطرق مغلقة بسبب الأنشطة الزراعية، حيث يقيم المزارعون أسوارًا أو حواجز صخرية لمنع السيارات من دخول أراضيهم المزروعة. ويمتد هذا النمط إلى المنطقة الشمالية من منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، ليصل إلى نهاية الممر المؤدي إلى مرفق الطاقة المتجددة (الشكل 6-19).

الوحدة 4 (منطقة رملية طينية مسطحة غير مزروعة) وهي منطقة مفتوحة ومسطحة، ذات تموجات طفيفة، تقع غرب مرفق الطاقة المتجددة. وتربتها في الغالب رملية، مختلطة بتربة طينية على شكل ممرات عرضية من الشمال إلى الجنوب، نقلتها الفيضانات الموسمية. يعد الغطاء النباتي نادرا في المنطقة الرملية، ويزداد كثافة في المناطق المختلطة بالتربة الطينية. وقد تم تسجيل العديد من أنواع الحيوانات والطيور في الموقع، كما يتضح نشاط رعي الماشية والإبل (الشكل 6-19).

الشكل 6 - 19 مناطق المناظر الطبيعية في الوحدة 3 والوحدة 4

6.2.8 الهيدرولوجيا

6.2.8.1 المياه الجوفية

تشمل منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي عدة أحواض مياه جوفية يتم استخدامها كمصادر للري ومياه الشرب من خلال الآبار (الشكل 6-21). وفي المناطق الساحلية من العقبة، يتم تغذية المياه الجوفية من خلال تصريف المياه من الجبال الشرقية إلى خليج العقبة. وقد استقبلت المياه الجوفية في هذه المناطق، خلال العقود الأربعة الماضية، كميات متزايدة من المياه العذبة المتسربة من شبكة إمدادات المياه والمياه العادمة غير المعالجة المتسربة من نظام الصرف الصحي وحفر الامتصاص. في منطقة مدينة العقبة، وتختلف جودة المياه الجوفية تبعًا لعمق البئر، والبعد عن الشاطئ، واستعمالات الأراضي المحيطة.

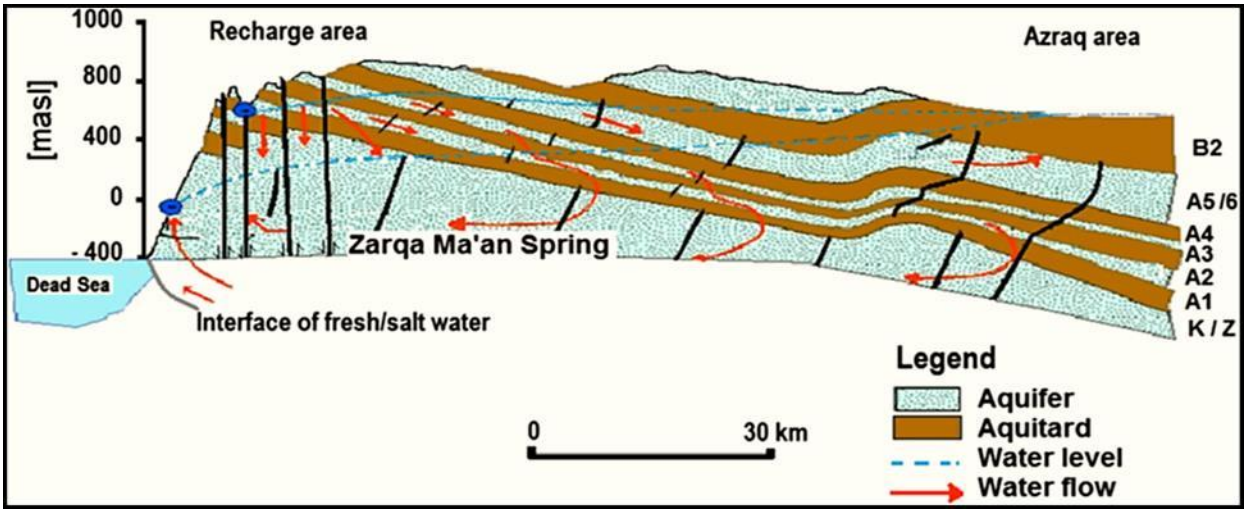
وعلى طول امتداد وادي اليتم، يمكن اعتراض المياه الجوفية على أعماق تتراوح بين 20 و40 مترًا. حيث تتدفق باتجاه خليج العقبة عبر رواسب الوادي، المكونة من الصخور الطمية والطينية. وقد تم استخدام هذه الطبقة المائية الجوفية لأكثر من 50 عامًا كمصدر لإمدادات المياه العذبة لمدينة العقبة (تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في بئر وادي اليتم رقم 4 670 ملغم/لتر، والذي يستخدم لأغراض الشرب بعد المعالجة بالكلور).

اما المنطقة الممتدة من الشاكرية إلى بطن الغول، فان حوض الديسة، الذي يمتد على مساحة تقارب 4,234 كيلومترًا مربعًا في جنوب الأردن، يعتبر المصدر الوحيد للمياه. وهو حوض غير متجدد، ويُقدّر معدل استخراجه السنوي بنحو 144.95 مليون متر مكعب. ويُقدّر أن الجزء الأردني من الحوض يحتوي على حوالي 100,000 مليون متر مكعب من المياه المخزنة (العدوس وآخرون، 2023). حيث تستخدم المياه الجوفية في المقام الأول للأغراض المنزلية والزراعية، مما يجعلها موردًا حيويًا لمنطقة المدورة، وواحدة من أكثر الخزانات الجوفية الرملية نفاذية وإنتاجية في الأردن. وتُعتبر جودة مياه هذا الخزان الجوفي جيدة ومقبولة لأغراض الشرب وفقًا للمعايير الوطنية والمعايير الأوروبية (محاسنة، 2017). انخفضت مستويات المياه في الحوض نتيجة للاستخراج المكثف، ، وهي حاليًا على عمق 30 مترًا تقريبا تحت سطح الأرض. وبينما تزداد ملوحة المياه تدريجيًا من الديسة غربًا إلى بطن الغول نتيجةً للتفاعل الطبيعي بين الماء والصخور، تبقى المياه الجوفية خالية من الملوثات، ويمكن استخدامها مباشرةً للشرب، باستثناء الأجزاء الشرقية من مسار خط الأنابيب المقترح، والتي تتطلب التهوية.

أما الى الشمال، من بطن الغول إلى الحسينية، فالمنطقة تكسوها صخور كلسية فوق طبقة المياه الجوفية الرملية تعود إلى العصر الطباشيري العلوي. وبشكل عام، ففي منطقة شرق الطريق السريع عمان-العقبة، تعمل وحدة المارل البيتوميني على حصر طبقة المياه الجوفية، مما يزيد من ضغط تدفقها. حيث تقع منطقة التغذية غربًا على طول المرتفعات الممتدة من رأس النقب إلى الطفيلة. وينخفض منسوب المياه الجوفية في هذه المنطقة عشرات الأمتار تحت سطح الأرض. وتتميز مياهها بجودة عالية للشرب وخالية من التلوث. أما إلى الشمال من الحسينية مرورًا بالقطرانة، ومن الجيزة إلى جنوب عمان، تُعد طبقة المياه الجوفية الكلسية العلوية ذات أهمية، إذ يزيد عمق طبقة الديسة في هذه المنطقة عن 1000 متر، وهو أقل بكثير من المسار المقترح لخط أنابيب المشروع، والذي يغذي الينابيع الحرارية الرئيسية في منطقة ابن حماد والزارا والزرقاء.

ويتغذى الخزان الجوفي العلوي الذي يقع على طول الجبال الغربية المرتفعة المطلة على البحر الميت، ويتدفق شرقًا على طول طريق عمان-العقبة السريع، والذي يتم حصره بالمارل الإسفلتي، على غرار قسم الحسينية-القطرانة من خط الأنابيب. ففي هذا القسم، يخضع الخزان الجوفي لاستخراج كثيف لأغراض الري، ويستمر انخفاض منسوب المياه، الذي يتراوح بين 50 و150 مترًا تحت سطح الأرض. وتعتبر المياه الجوفية في هذه المنطقة، خالية من التلوث بشكل عام. وبالرغم من انه يتم استخدام المياه الجوفية غير المحصورة غرب طريق عمان-العقبة لأغراض الشرب، إلا ان بعض الأنشطة الزراعية تعتمد عليها أيضًا.

الشكل 6- 20 تدفق المياه الجوفية من الشرق إلى الغرب في منطقة القطرانة - جنوب عمان



تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه في الأردن، حيث تمثل 60% من جميع الاستخدامات و76% من مصادر مياه الشرب (وزارة المياه والري، 2019). ولتلبية الطلب المرتفع على المياه، تم حفر الآبار بكثافة. ووفقًا لوزارة المياه والري (وزارة المياه والري، 2021)، كان هناك 3208 آبار قانونية خاصة وحكومية، بالإضافة إلى 5160 بئر ضخ، وتقع بشكل أساسي في المحافظات الشمالية والوسطى ذات الكثافة السكانية العالية. ومع ذلك، يتم أيضًا اكتشاف العديد من الآبار التي يتم تشغيلها بشكل غير قانوني وإعادة ردمها كل عام. على سبيل المثال، أغلقت وزارة المياه والري ما يقرب من 1548 بئرًا غير قانوني بين عامي 2007 و2020.

ولا تزال الحالة الحالية للمياه الجوفية حرجة، حيث يقدر أن هناك 200 مليون متر مكعب (وزارة المياه والري، 2021) من الضخ الزائد، وقد تم ضخ المياه من معظم الأحواض فوق إنتاجها الآمن. وقد أدى ذلك إلى انخفاض كبير في منسوب المياه في طبقات المياه الجوفية الرئيسية. حيث أن معدل الانخفاض سريع، إذ يبلغ متوسطه حوالي مترين سنويًا، وفي المناطق المتضررة بشدة، يصل الانخفاض إلى 20 مترًا سنويًا. حيث يؤثر انخفاض منسوب المياه الجوفية على جودتها، مما يجعلها تتجاوز الحدود المسموح به وفقًا للمواصفة القياسية الأردنية لجودة مياه الشرب رقم 2015/286.

وفي المناطق الممتدة من الشاكرية إلى الجفر، ومن الحسينية شمالًا باتجاه عمّان، تشمل منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي عددًا كبيرًا من آبار المياه الجوفية الواقعة ضمن نطاق 10 كيلومترات على جانبي خط الأنابيب الناقل. كما توجد آبار في مقطع خط الأنابيب الناقل من منطقة الغال إلى بطن الغول (يتعين نقل المياه إما من منطقة الغال أو من المدورة من مسافة 35 كيلومترًا و20 كيلومترًا على التوالي). وفي منطقة الجفر، تقع آبار المياه الجوفية على بُعد 10 كيلومترات من مسار خط الأنابيب الناقل. أما من الجفر إلى الحسينية، فان آبار المياه الجوفية نادرة، ويمكن نقل المياه من مصادر تقع على بُعد 18 كيلومترًا.

6.2.8.2 المياه السطحية

إن موارد المياه السطحية في الأردن محدودة للغاية، وموسمية بشكل كبير، وموزعة بشكل غير متساوٍ. وبشكل عام، تساهم المياه السطحية في التوازن المائي للبلاد بشكل أقل من المياه الجوفية. حيث يبلغ حوالي 37% من إجمالي إمدادات المياه السطحية من 16 حوضًا، ويُعد نهر اليرموك الرافد الرئيسي لنهر الأردن، بتدفق تاريخي يبلغ 450 مليون متر مكعب سنويًا. وفي حين أن نهر الزرقاء هو النهر الرئيسي الوحيد الذي يقع بالكامل ضمن اختصاص الأردن، فإن حوالي 50% من تدفق النهر ينبع من محطة السمرا لمعالجة المياه العادمة.

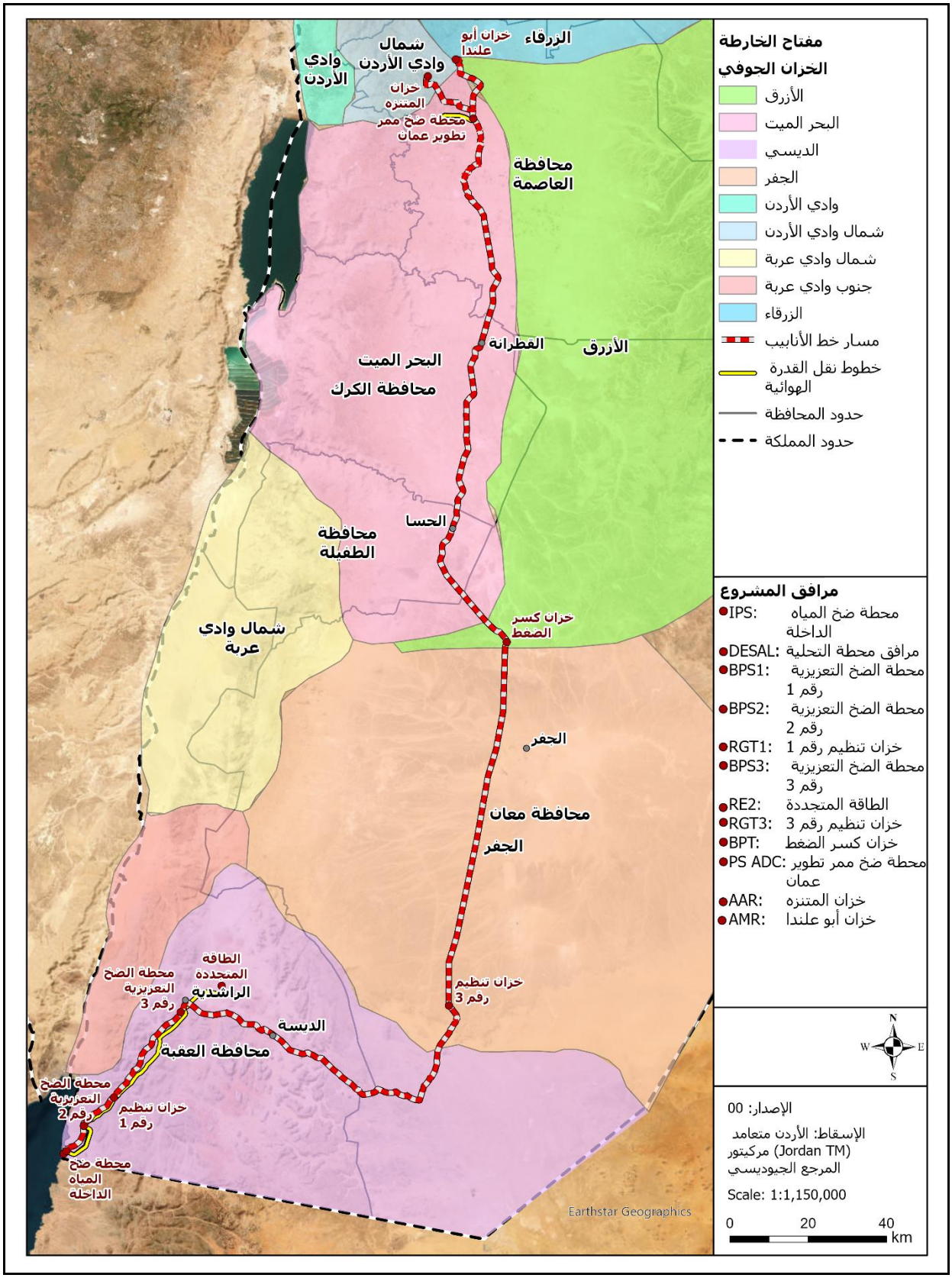
وقد أدى تغير المناخ إلى انخفاض في هطول الأمطار، مما أدى إلى انخفاض مماثل في تدفقات المياه السطحية. ويتناقص انخفاض توافر المياه بشكل طبيعي في الأردن بسبب الإفراط في استهلاك موارد المياه السطحية المشتركة من قبل دول المنبع والدول المجاورة. وقد تم استنفاذ كل من نهر الأردن ونهر اليرموك بسبب الإفراط في الاستهلاك من قبل دول المنبع في الدول المجاورة وسوريا (القاضي وكومار، 2014). وإن الظروف شبه القاحلة السائدة في الأردن لا تؤثر على كميات الأمطار فحسب، بل تؤثر أيضًا على التبخر المحتمل، الذي يتراوح من حوالي 1800 ملم/سنة في مرتفعات عمّان إلى أكثر من 4000 ملم/سنة في المناطق الصحراوية الجنوبية من منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (الشكل 6-22). ويتراوح التبخر المحتمل في منطقة الهضبة وفي مناطق الصحراء الجنوبية الشرقية بين 12 و100 ضعف كمية الأمطار المتساقطة في هذه المناطق (سلامة والعلمي، 2021).

ان منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لا تشمل أي مجاري مائية دائمة. فجميع الأودية متقطعة وتتدفق فقط نتيجة هطول الأمطار التي تسقط على مناطق مستجمعاتها خلال موسم الأمطار (الشكل 6-23). وتشمل الأودية الرئيسية وادي اليتم، والديسة، والمنيشير، والغال، والرام، وأبو الحمام، والرويشدات، والمحطة، والجرف، والجردان، والبريقة، وقاع جنز، ومستجمع الحسا العلوي، والقطرانة، والسيداء، والنخيلة، وسواقة، وغيرها.

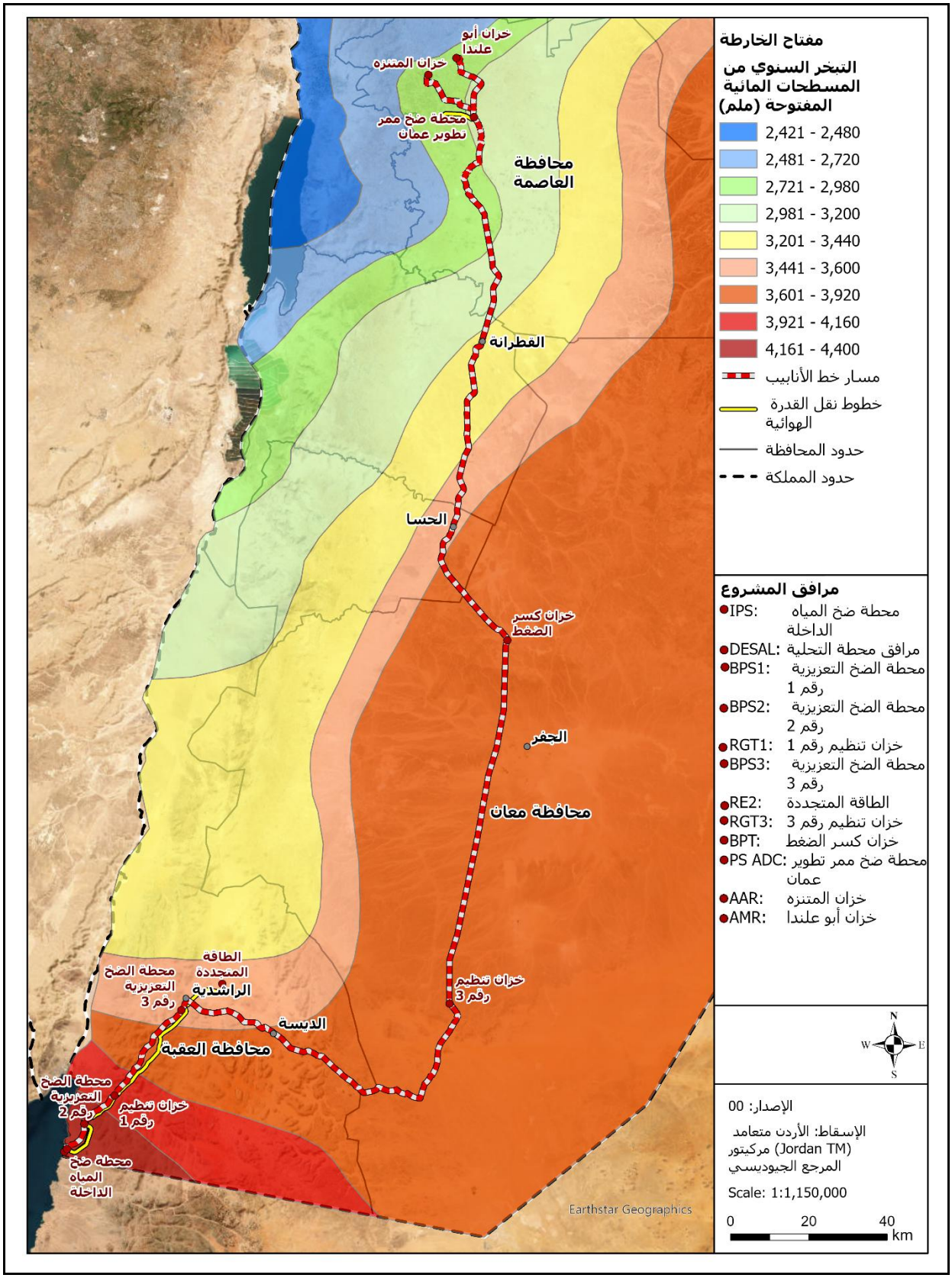
ويمثل وادي اليتم تضاريس صعبة أثناء هطول الأمطار الغزيرة وبعدها مباشرة، بسبب الانحدار الشديد والفيضانات العنيفة الناتجة عنه وأحمال الرواسب، والتي تشمل جزئيًا الصخور الكبيرة، بالإضافة إلى الحصى والرمل والطمي والطين. فمن منطقة الشاكرية إلى بطن الغول، تكون الأودية ضحلة، وتستنزف مناطق مستجمعات صغيرة تبلغ مساحتها بضع عشرات من الكيلومترات المربعة التي تتكون بشكل أساسي من الرمل والحجر الرملي المتفتت. فالأمطار في المنطقة نادرة، ومعظمها يتسرب مباشرة إلى التربة، مما يؤدي إلى فيضانات معتدلة للغاية فقط عند سقوطه. كما توجد المسطحات الطينية في هذه المنطقة نفسها تحت رواسب رملية، مما يسمح لمياه الفيضانات بالتجمع والتسلل بسرعة. ومن بطن الغول إلى الجفر والحسينية، تشمل منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي تضاريس تتميز بالوديان المسطحة، والتي يتم تصريفها في المقام الأول الى مناطق مستجمعات المياه المتوسطة التي تتدفق إلى تضاريس رواسب الصخور الجافة/بلايا باتجاه منخفض الجفر في الشرق. فهذه الأودية المتدفقة من الغرب إلى الشرق هي أودية مسطحة.

إن طبيعة أحداث الأمطار في المناطق الواقعة أعلى هذه الأودية في رأس النقب، الممتدة إلى منطقة الشوبك، تتميز بهطول أمطار غزيرة مركزة في غضون ساعات قليلة، مما ينتج عنه فيضانات كبيرة وضحلة بسبب تسطح مجاري الأودية. أما من منطقة الجفر إلى عمّان، تمر منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي عبر أو داخل فواصل مائية بين الأودية التي تصب شرقًا إلى وادي السرحان على الحدود مع المملكة العربية السعودية، والوديان التي تصب غربًا نحو وادي الأردن المتصدع. وتتميز مناطق هذه الفواصل المائية عمومًا بتضاريس (منحدرات) منخفضة إلى منخفضة جدًا، أو تتكون من مسطحات مائية مسطحة أو مسطحات طينية تقع بين مناطق تجميع المياه التي تصب شرقًا وغربًا. وبطبيعة الحال، تكون هذه المسطحات المائية ضحلة، وتتجمع فيها مياه الفيضانات في فصل الشتاء، مباشرةً أثناء هطول الأمطار وبعده حيث تتدفق مياه الفيضانات المجمعة تدريجيًا إلى الأودية المجاورة، أو تتسرب إلى التربة، أو تتبخر.

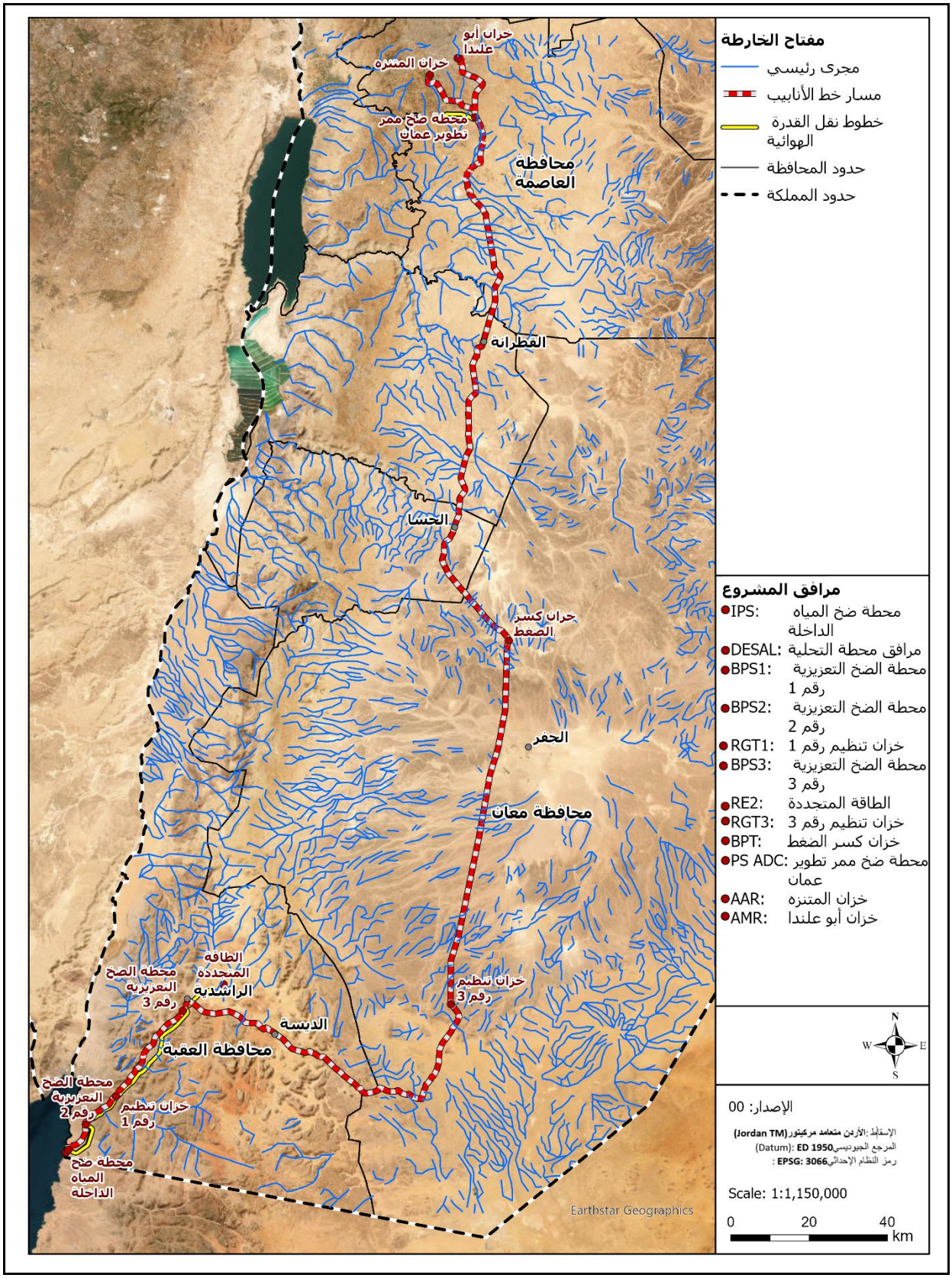
الشكل 6- 21 خزانات المياه الجوفية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



الشكل 6- 22 توزيع معدلات التبخر المحتملة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (مم/سنة)



الشكل 6- 23 مجاري المياه السطحية الرئيسية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



6.2.9 الأرصاد الجوية والمناخ

يتراوح مناخ الأردن بين الصحراوي والجاف وبين مناخ البحر الأبيض المتوسط. ويتأثر تنوع المناخ في جميع أنحاء البلاد بتضاريسها وقربها من البحر الأبيض المتوسط. فالصيف طويل وحار، لا سيما في المناطق المنخفضة (وادي الأردن، الصحراء). أما الشتاء فهو قصير وبارد، لا سيما في المرتفعات (الشكل 6-24).

على مستوى المملكة، يتميز الأردن بثلاث مناطق مناخية متميزة (مركز المناخ للهلال الأحمر والصليب الأحمر ، 2024):

- وادي الأردن، الذي يُشكل شريطًا ضيقًا يقع أسفل مستوى سطح البحر، ويتميز بشتاء دافئ (19-22درجة مئوية) وصيف حار (38-39 درجة مئوية)، مع متوسط هطول أمطار سنوي يتراوح بين 100 و300 ملم.
- المرتفعات الغربية، حيث تتراوح درجات الحرارة بين 9-13 درجة مئوية شتاءً و26-29 درجة مئوية صيفًا، ويكون معدل هطول الأمطار مرتفعًا نسبيًا (300-600 ملم سنويًا).
- البادية، وهي منطقة داخلية قاحلة وشبه قاحلة تقع شرقًا، حيث تتراوح درجات الحرارة بين 14-16 درجة مئوية شتاءً و 35-37 درجة مئوية صيفًا، ويكون معدل هطول الأمطار السنوي أقل من 50 ملم.

يستمر موسم الأمطار من تشرين الأول إلى أيار، مع هطول غزير للأمطار الموسمية بين كانون الأول وآذار، ويبلغ ذروته القصوى في كانون الثاني. ويتفاوت إجمالي هطول الأمطار السنوي بشكل حاد عبر المناطق المناخية المختلفة، حيث يتراوح من أقل من 50 ملم في منطقة البادية الجنوبية ويصل إلى 600 ملم في المرتفعات الشمالية العليا (الشكل 6-25).

وتكون الرياح السائدة في جميع أنحاء المملكة من غربية إلى جنوبية غربية، ولكن تحدث نوبات من الرياح الحارة والجافة والمغبرة التي تهب من الجنوب الشرقي قبالة شبه الجزيرة العربية بشكل متكرر، مما يجلب أكثر طقس غير مريح على البلاد. وتُعرف هذه الرياح محليًا باسم "الخمسين"، وهي تهب غالبًا في أوائل وأواخر الصيف ويمكن أن تستمر لعدة أيام متواصلة، قبل أن تنتهي فجأة مع تغير اتجاه الرياح ويتبعها هواء أكثر برودة بكثير.

ويختلف المناخ داخل منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي حسب الموقع. حيث تتمتع محافظة العقبة بمناخ صحراوي حار يتميز بانخفاض هطول الأمطار ووفرة أشعة الشمس وبتفاوت كبير في درجات الحرارة الموسمية واليومية. ونظرًا لأن المحافظة تحد خليج العقبة ولديها تضاريس صحراوية، فإن الظروف قاحلة، مع سماء صافية وإشعاع شمسي قوي، وخاصة في فصل الصيف. حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة في العقبة 20.2 درجة مئوية مع متوسط شهري أقصى يبلغ 36 درجة مئوية. ويعتبر شهر آب هو الشهر الأكثر حرارة في السنة بمتوسط درجة حرارة 28.5 درجة مئوية، بينما يبلغ متوسط درجة الحرارة 10.4 درجة مئوية في كانون ثاني، الذي يعتبر من أكثر الأشهر برودة. وإن أنماط هطول الأمطار هي عكس منحنى درجة الحرارة (الشكل 6-26) مع مستويات دنيا في الفترة من حزيران إلى أيلول، قبل أن تزداد تدريجيًا مع نهاية العام (مركز المعرفة المناخية التابع للبنك الدولي، 2025). ويبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي في العقبة 38.45 ملم. وتشير وردة الرياح النموذجية للعقبة (ميتيوبلو 2025) إلى أن الرياح في العقبة تهب في الغالب من الشمال والشمال الغربي.

تتمتع محافظة معان بمناخ صحراوي جاف إلى حد كبير، مع هطول أمطار منخفض للغاية. ونظرًا لارتفاعها (~850 مترًا فوق مستوى سطح البحر) وموقعها الداخلي، فإن نظام درجة الحرارة يُظهر صيفًا حارًا وشتاءً باردًا. حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية 19.9 درجة مئوية، ويتراوح من 28.8 درجة مئوية في آب إلى 8.9 درجة مئوية في كانون ثاني (الشكل 6-27). ويبلغ متوسط هطول الأمطار 50.19 ملم، حيث تهطل الأمطار في الغالب في كانون ثاني أما أشهر الصيف لا يوجد بها أمطار تقريبًا. وتهب الرياح في محافظة معان في الغالب من الاتجاهات الشمالية الغربية والغربية-الشمالية الغربية.

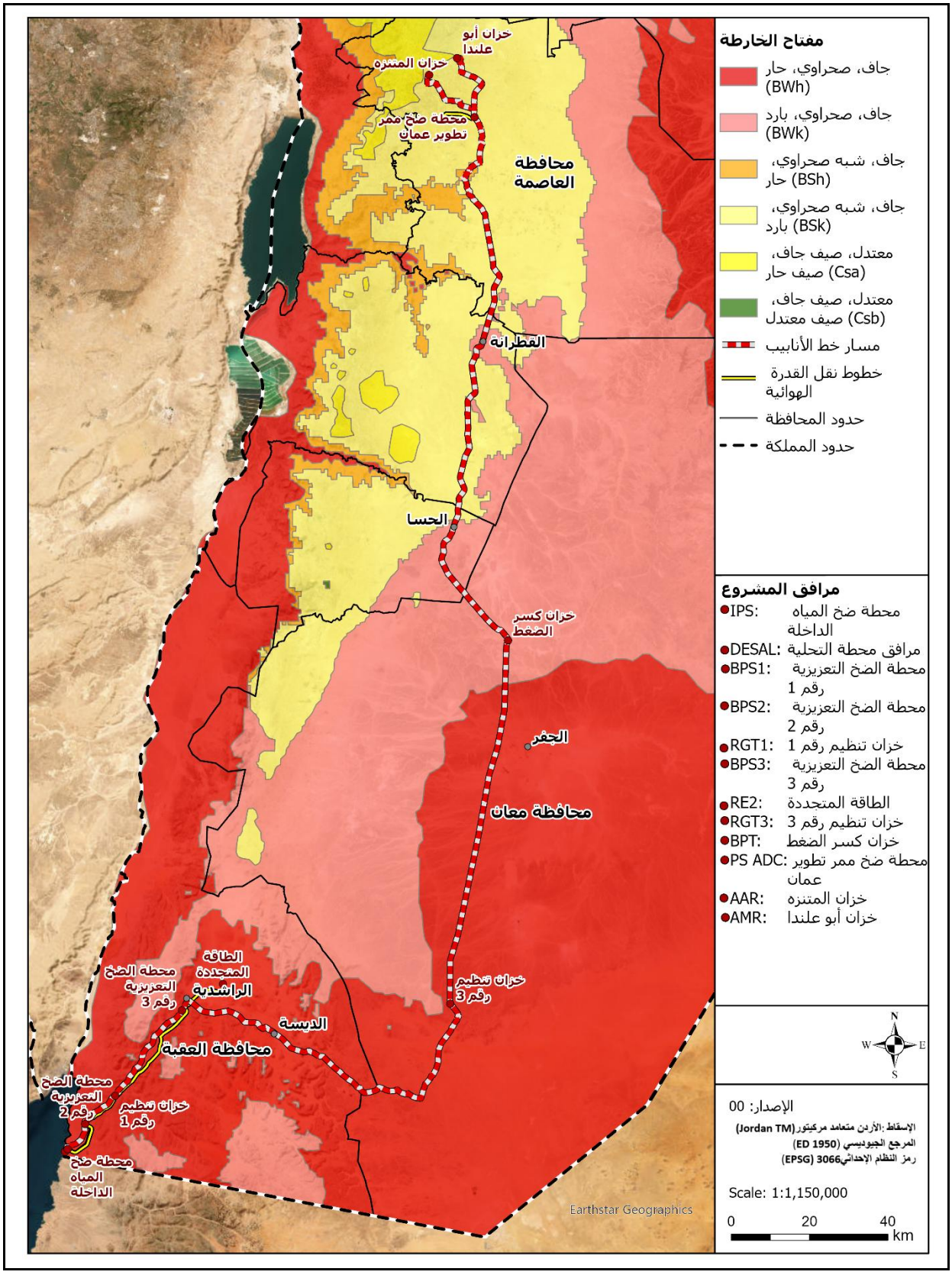
تقع محافظة الطفيلة على ارتفاع عالٍ نسبياً (نحو 1000 متر) مقارنة بالعديد من مناطق الأردن، ما يجعل مناخها أبرد من المناطق الصحراوية المنخفضة. ويصنف المناخ فيها من جاف إلى شبه جاف، ويتميز بصيف حار وجاف وشتاء بارد وأكثر رطوبة، مع محدودية عامة في كميات الهطول. فالتضاريس فيها وعرة، وتسبب الاختلافات في الارتفاع ظهور مناخات محلية دقيقة تؤدي إلى تباين في الظروف المناخية عبر أنحاء المحافظة. ويبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في الطفيلة 19.8°م، وتتراوح معدلات الحرارة العظمى اليومية بين نحو 13°م في كانون ثاني وحوالي 30–33°م في تموز (الشكل 6-28). أما الهطول المطري فهو محدود، إذ يبلغ متوسطه السنوي 50.19 ملم. ويمكن أن تتساقط الثلوج أحياناً في أشهر الشتاء على المناطق المرتفعة من المحافظة، إلا أنها لا تكون كثيفة أو طويلة الأمد. كما توجد فروقات موسمية في الرياح، إذ تسود الرياح الشمالية الغربية والغربية-الشمالية الغربية.

مناخ الكرك مشابه لمناخ محافظتي الطفيلة ومعان، بمتوسط درجة حرارة سنوية 18.8 درجة مئوية ومعظم الأمطار تهطل في الأشهر الباردة من تشرين الثاني إلى آذار (الشكل 6-29). ووردة الرياح في الكرك مشابهة لتلك الموجودة في الطفيلة، حيث تهيمن عليها الرياح الغربية.

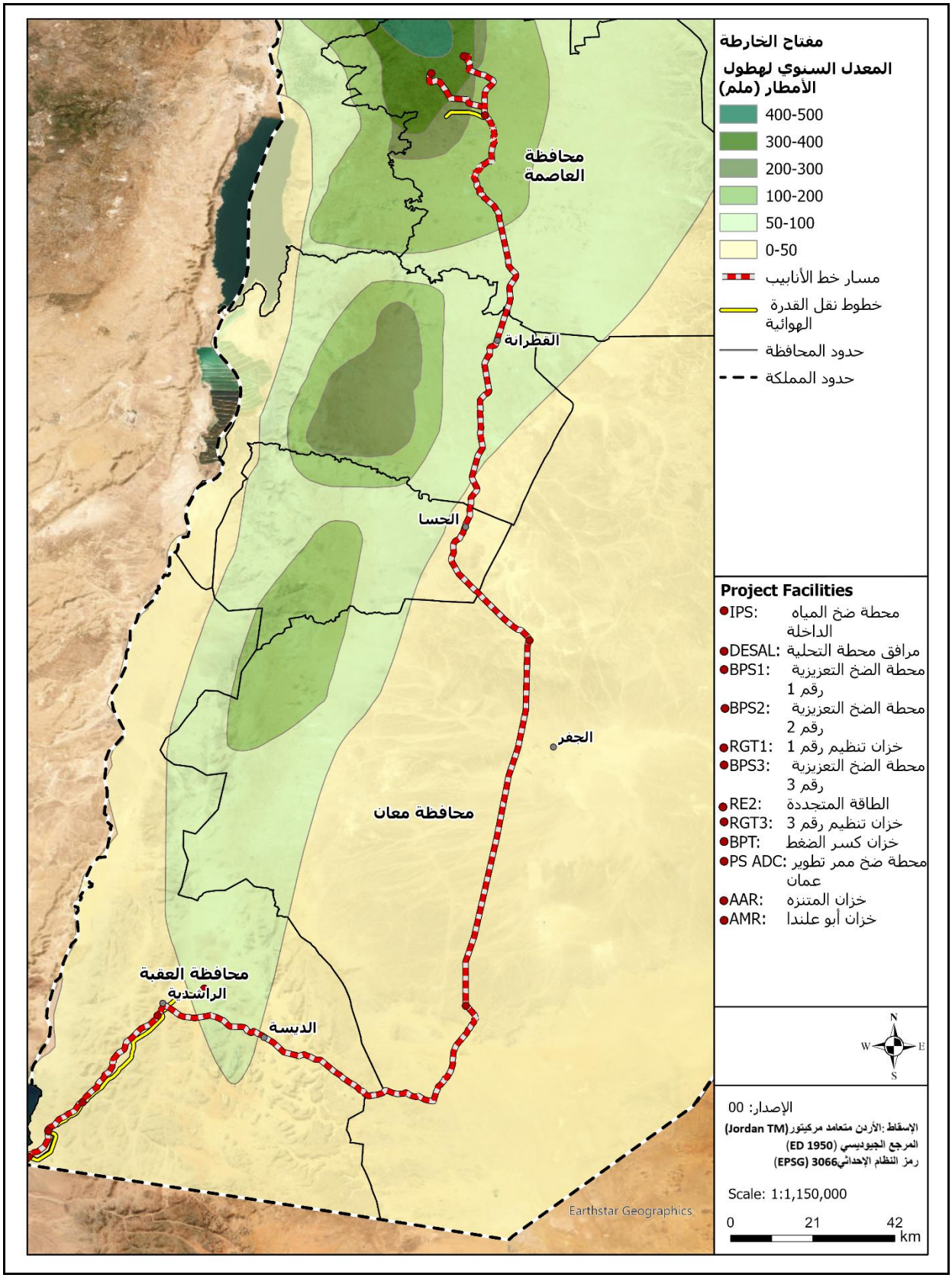
تقع محافظة عمان على هضبة الضفة الشرقية للأردن، على ارتفاعات تتراوح بين ~700 و1100 متر فوق مستوى سطح البحر، مما يجعل درجات الحرارة معتدلة مقارنة بالمناطق الصحراوية المنخفضة. فالمناخ شبه جاف إلى مناخ السهوب في أجزاء كثيرة من

المحافظة، مع بعض المناطق الغربية/الشمالية أقرب إلى نوع البحر الأبيض المتوسط الحار في الصيف. حيث ان هطول الأمطار متواضع ويتركز في الأشهر الباردة، بينما الصيف جاف للغاية. فالتوزيع الموسمي يعتبر ميزة رئيسية (الشكل 6-30). حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في عمان 18.2 درجة مئوية، ويبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي حوالي 137 ملم. وتكون الرياح في الغالب من الاتجاه الغربي والشمال الغربي مع رياح عرضية من الاتجاه الغربي والجنوب الغربي.

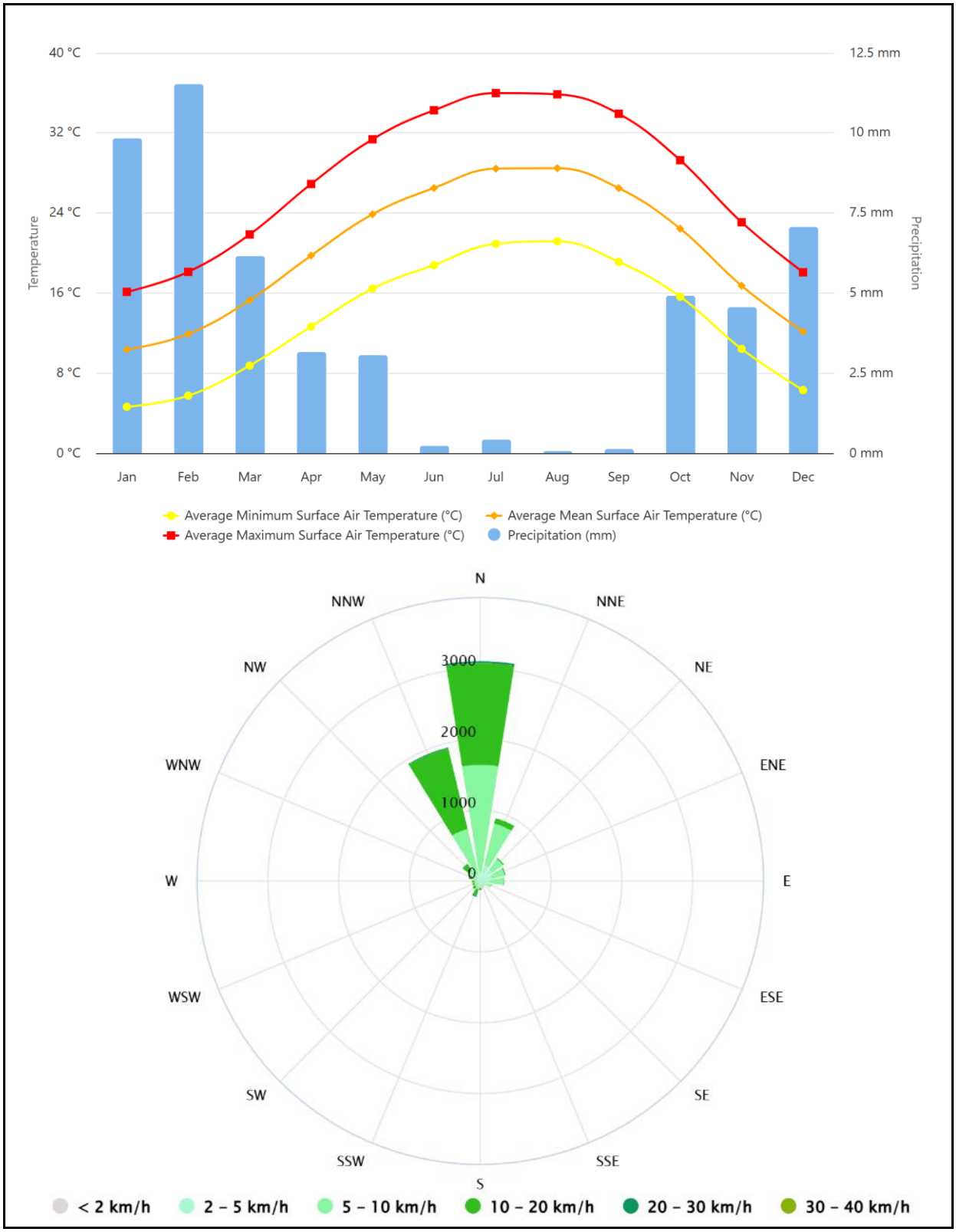
الشكل 6- 24 المناطق المناخية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



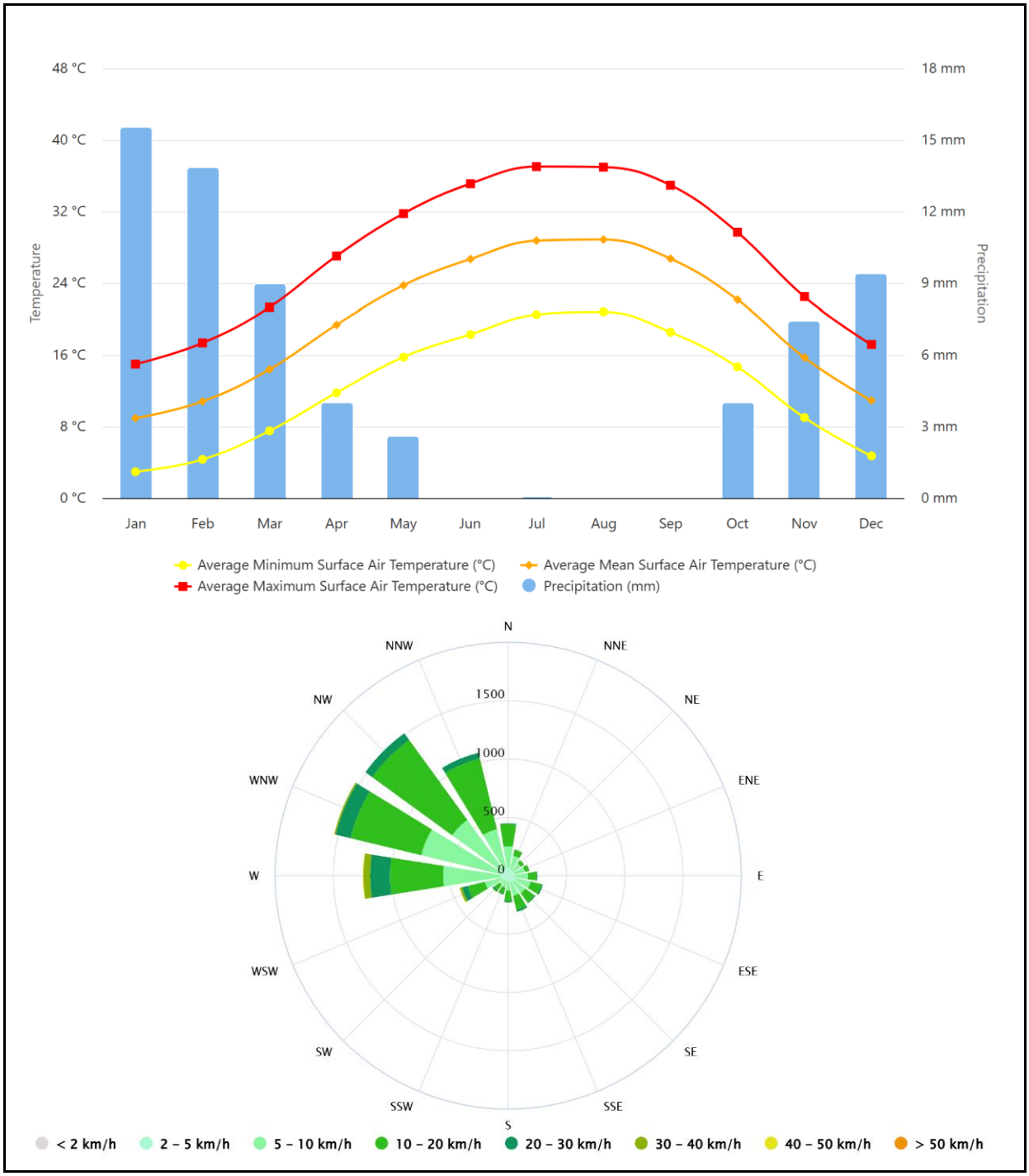
الشكل 6- 25 هطول الأمطار السنوي في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



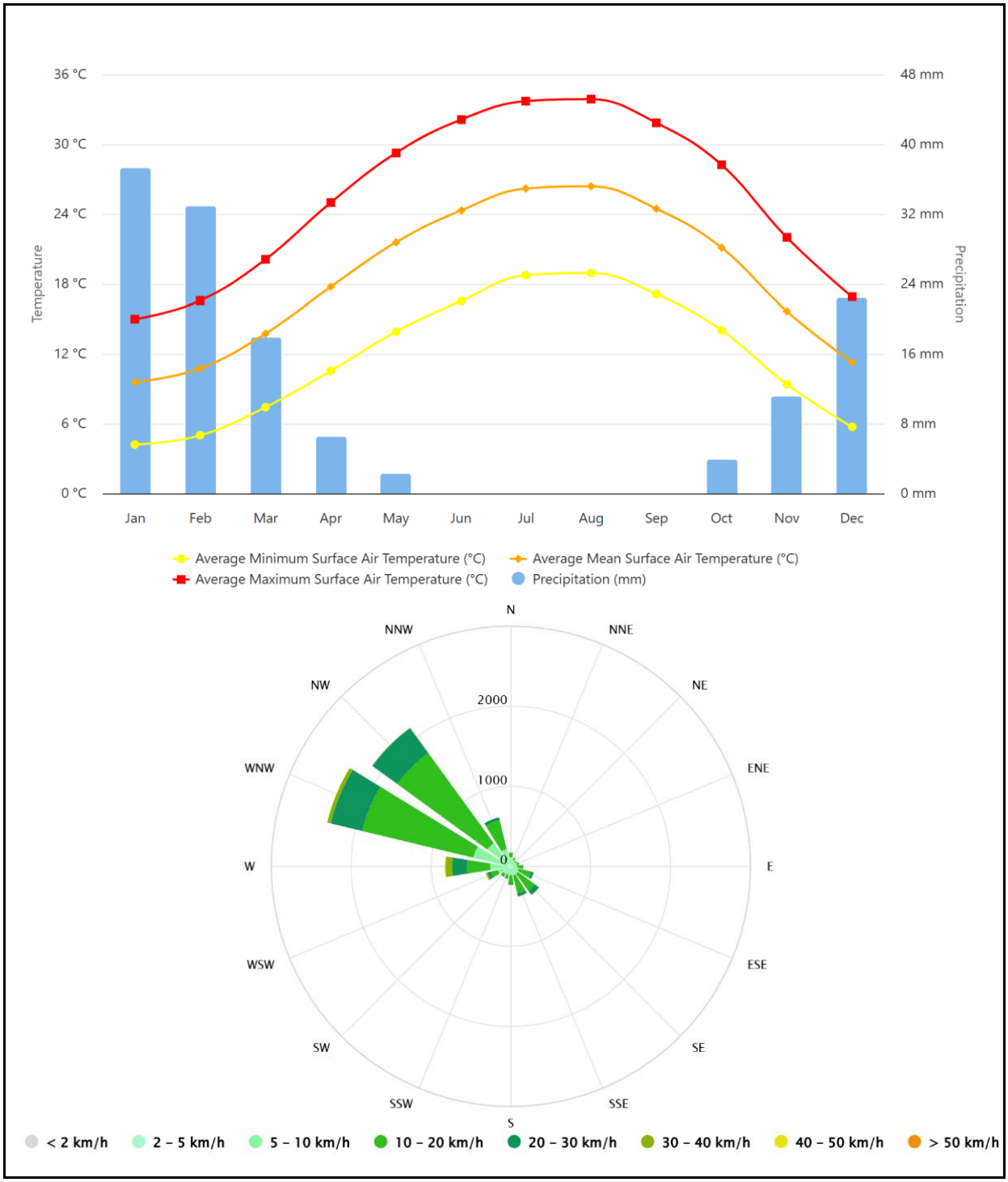
الشكل 6- 26 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة العقبة 1991-2020



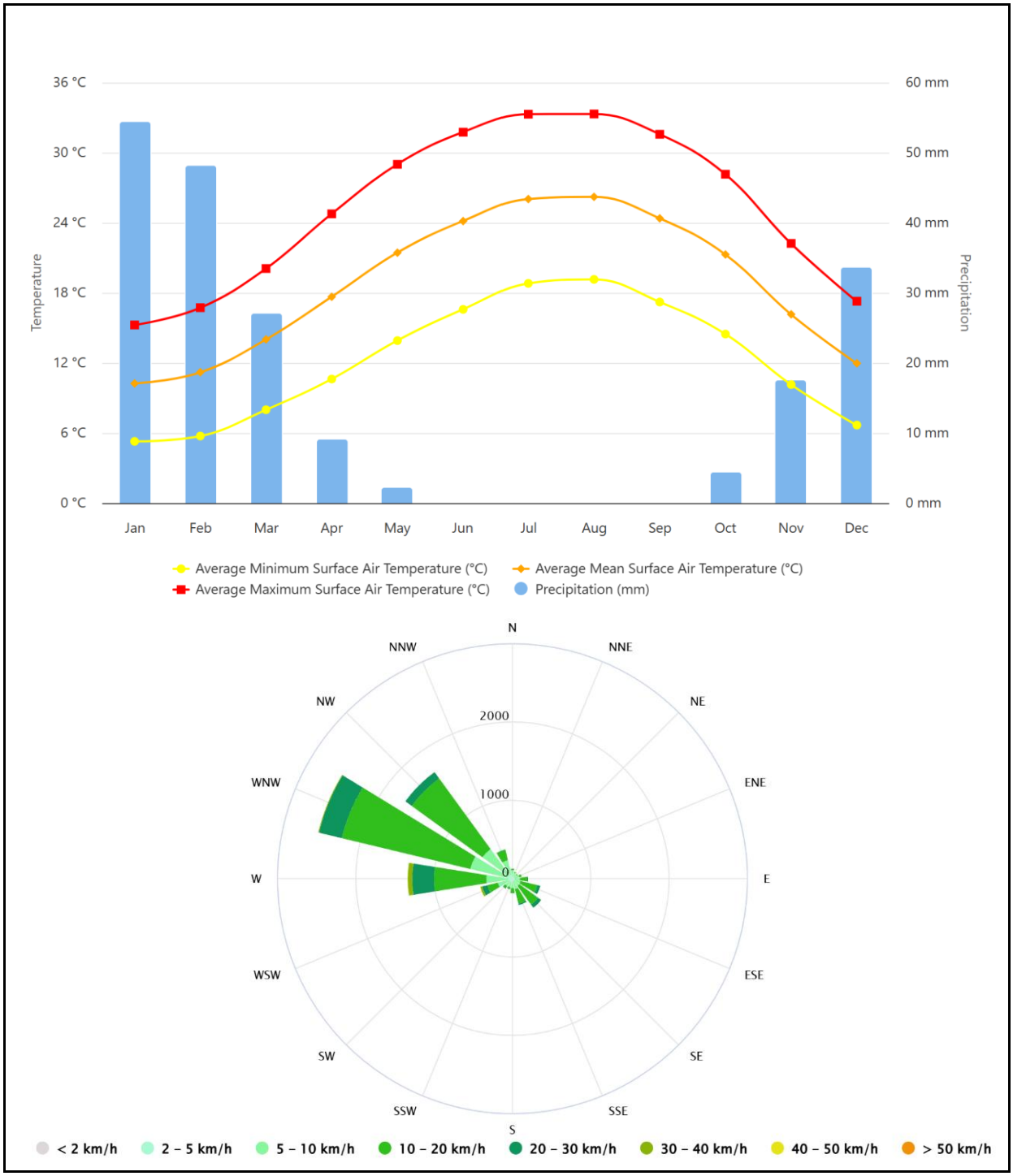
الشكل 6- 27 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة معان 1991-2020



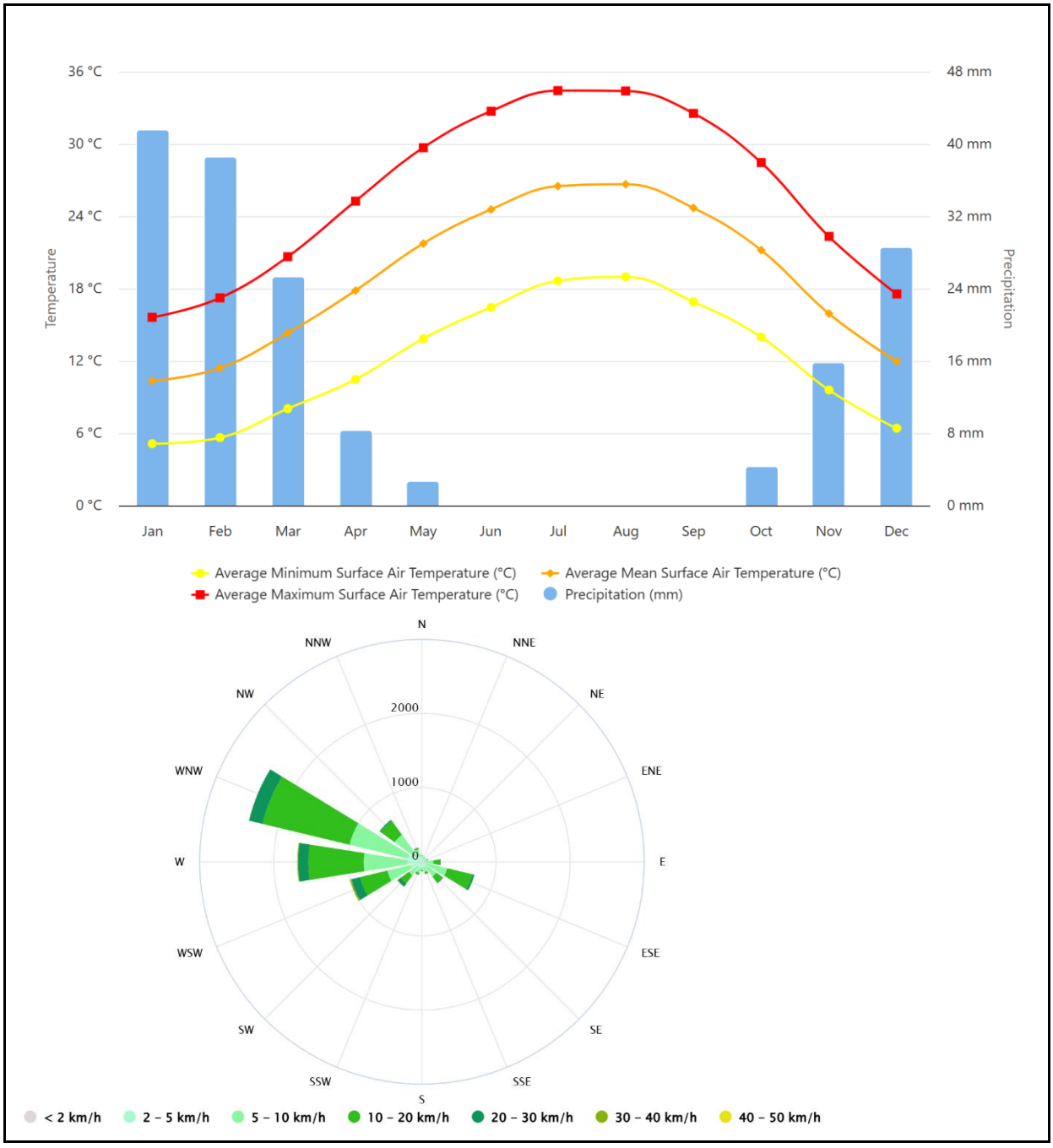
الشكل 6- 28 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة الطفيلة 1991-2020



الشكل 6- 29 النشرة المناخية الشهرية لمحافظة الكرك 1991-2020



الشكل 6- 30 النشرة المناخية الشهرية لعمان 1991-2020



6.2.10 نوعية الهواء

تم تحديد نوعية الهواء في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي من خلال تقارير نوعية الهواء المحيط الصادرة عن وزارة البيئة، بالإضافة إلى دراسات أخرى منشورة، مثل دراسات مشاريع تطويرية أخرى، في المواقع الرئيسية التالية (الشكل 6-31):

- لواء سحاب، ولواء الموقر، ولواء الجيزة في محافظة العاصمة.
- القطرانة والسلطاني في محافظة الكرك.
- الحسا والرشادية في محافظة الطفيلة.
- مدينة معان وقرية الحسينية في محافظة معان.
- مدينة العقبة في محافظة العقبة.

يتكون جزء كبير من منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي من موائل صحراوية في الغالب، تتميز بغطاء نباتي متناثر ونشاط بشري محدود. وبالتالي، لا تستضيف هذه المناطق عادةً مصادر كبيرة لتلوث الهواء، والذي غالبًا ما يرتبط بالمناطق الحضرية أو الصناعية. وينشأ القلق الرئيسي بشأن نوعية الهواء في هذه المناطق من الجسيمات العالقة، والتي تتولد بشكل طبيعي بسبب الظروف الصحراوية، ويمكن أن تتفاقم بسبب العواصف الغبارية المتكررة.

6.2.10.1 محافظة العاصمة

تم تجميع نتائج مراقبة نوعية الهواء المحيط من تقارير وزارة البيئة لثلاث محطات في محافظة عمّان، وهي سحاب (الواقعة داخل مدينة الملك عبد الله الثاني الصناعية)، والموقر، والجيزة. وقد تم مقارنة هذه النتائج بالمواصفة الأردنية القياسية لنوعية الهواء المحيط JS: 1140/2024. ونظرًا لعدم وجود حد سنوي مسموح به لثاني أكسيد الكبريت في المواصفة القياسية الأردنية 1140/2024، فقد تم مقارنة نتائج ثاني أكسيد الكبريت بالحد السنوي المحدد في المواصفة القياسية الاردنية 1140/2006.

ويعرض الجدول 6-4 نتائج مراقبة نوعية الهواء الحديثة كما نشرتها وزارة البيئة (,وزارة البيئة 2024) للمراقبة التي اجريت في سحاب من كانون الثاني إلى كانون الأول 2024. ويمكن أن يُعزى تجاوز تركيزات الجسيمات العالقة الدقيقة PM2.5 وثاني اكسيد النيتروجين NO_2 إلى موقع المحطة داخل منطقة صناعية عالية الكثافة. وتضم مدينة الملك عبد الله الثاني الصناعية ما يقرب من 435 مصنعًا تعمل في مختلف الأنشطة الصناعية والتصنيعية. وتشكل هذه المرافق، إلى جانب عمليات النقل الثقيل والعمليات اللوجستية المرتبطة بها، مصادر مهمة للجسيمات الدقيقة وأكاسيد النيتروجين .

تشير التقارير السابقة لوزارة البيئة (2020-2023) إلى أن مستويات الجسيمات الدقيقة السنوية كانت معتدلة في عام 2021 (~20 ميكروغرام/م^3) ولكنها ارتفعت في 2022-2023، لتصل إلى 30.1 ميكروغرام/م^3 في عام 2022 و35.0 ميكروغرام/م^3 في عام 2023. وعلى الرغم من التحسن في عام 2024، فإن مستويات الجسيمات العالقة الدقيقة PM2.5 السنوية تتجاوز باستمرار المتوسط السنوي الموصى به في الأردن (15 ميكروغرام/م^3)، مما يشير إلى تحديات مستمرة في الجسيمات.

وبشكل عام، تشير نتائج نوعية الهواء في سحاب إلى تلوث معتدل متكرر. واستنادًا إلى مؤشر نوعية الهواء(AQI) [2] ، فقد شهدت مدينة الملك عبد الله الثاني الصناعية نوعية هواء "معتدلة" في عدد كبير من الأيام (249 يومًا)، والتي، على الرغم من أنها مقبولة بشكل عام، فقد لا تزال تشكل مخاطر صحية طفيفة على الفئات الضعيفة. بالإضافة إلى ذلك، تم تصنيف 59 يومًا على أنها "غير صحية للفئات الحساسة"، ووصل يومان إلى مستوى "غير صحي"، مما يُشير إلى أن مستويات التلوث المرتفعة تحدث بانتظام على مدار العام. وقد تم تصنيف نوعية الهواء على أنها "جيدة" في 35 يوم فقط، ولم يُصنَّف أي يوم على أنه "غير صحي للغاية" أو "خطير".

الجدول 6- 4 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة سحاب

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
SO_2 (ppb) ثاني أكسيد الكبريت (جزء في المليار)	2	401

[2] مؤشر نوعية الهواء، الذي طورته وكالة حماية البيئة الأمريكية، هو مقياس رقمي يُظهر مستويات تلوث الهواء والمخاطر الصحية المرتبطة به. تُقسّم قيم مؤشر نوعية الهواء إلى ست فئات: 0-50 (جيد)، 51-100 (متوسط)، 101-150 (غير صحي للفئات الحساسة)، 151-200 (غير صحي)، 201-300 (غير صحي جدًا)، 301-500 (خطير).

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
NO_2 (ppb) ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليار)	31	21
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) الجسيمات العالقة الدقيقة (ميكروجرام/م3)	25	15
1 الحد السنوي لثاني أكسيد الكربون المطبق في هذا الجدول مشتق من المواصفة القياسية الأردنية **JS 1140/2006**، حيث أن المواصفة القياسية الأردنية رقم **JS 1140/2024** لا تنص على قيمة سنوية		

يعرض الجدول 6-5 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الموقر كما نشرتها وزارة البيئة لعام 2024. وتشير النتائج إلى وجود تجاوز في الجسيمات العالقة الدقيقة $PM_{2.5}$ ، في حين بقيت مستويات ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ضمن الحدود المسموح بها طوال فترة المراقبة من كانون الثاني 2024 إلى كانون الأول 2024.

وبحسب تقارير وزارة البيئة للسنوات السابقة، بلغ متوسط التركيز السنوي للجسيمات الدقيقة PM_{10} في محطة الموقر عام 2020 نحو 48.8 ميكروغرام/م^3، وهو أقل من الحد السنوي البالغ 70 ميكروغرام/م^3. إلا أن الأحداث الغبارية قصيرة المدى تسببت في عدة ارتفاعات تجاوزت الحد القياسي لـ 24 ساعة، حيث تم تسجيل 10 أيام في عام 2020 تجاوز فيها متوسط الجسيمات الدقيقة PM_{10} لمدة 24 ساعة قيمة 120 ميكروغرام/م^3، أي أكثر بكثير من الحد المسموح بثلاثة تجاوزات في السنة، مما يشير إلى تكرار حالات الغبار. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الارتفاعات في الجسيمات الدقيقة PM_{10} قد حدثت في جميع المحطات في الأردن خلال ذلك العام نتيجة للعواصف الغبارية الطبيعية. وبعد عام 2020، لم تُدرج بيانات الجسيمات الدقيقة PM_{10} لمحطة الموقر في ملخصات الوزارة الرسمية، إذ ركزت الشبكة على مراقبة الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$.

أما مستويات الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$) ، فقد تجاوزت باستمرار الحد السنوي المسموح به البالغ 15 ميكروغرام/م^3 منذ عام 2021، حيث بلغ أول متوسط سنوي 20.1 ميكروغرام/م^3 متخطياً الحد بنحو 34%. وفي عام 2022 ارتفع المتوسط السنوي إلى 30.1 ميكروغرام/م^3، أي ما يقارب ضعف المعيار، مما يعكس تدهوراً في نوعية الهواء (يرجح أنه نتيجة زيادة الغبار والانبعاثات بعد عام 2020). وتم في عام 2023 تسجيل أعلى مستويات للجسيمات الدقيقة بمتوسط يقارب 35 ميكروغرام/م^3، أي أكثر من ضعفي الحد السنوي المسموح. وبحلول 2024 انخفض المتوسط السنوي للجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ إلى 26.1 ميكروغرام/م^3 لكنه بقي أعلى بكثير من الحد البالغ 15 ميكروغرام/م^3.

كانت نوعية الهواء في لواء الموقر بمعظمها ضمن فئة (جيد) (313 يوما) بناء على مؤشرات نوعية الهواء، مما يدل على هواء نظيف عموما على مدار العام، مع وجود أيام محدودة قد تسببت بتأثيرات صحية بسيطة على فئات الافراد الضعيفة. وبالمثل، لم يتم تسجيل أي أيام مصنفة ضمن فئتي (غير صحي جدا) او (خطير)، وهو ما يتوافق مع النتائج في محطة سحاب.

الجدول 6- 5 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الموقر

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
SO_2 (ppb) ثاني أكسيد الكبريت (جزء في المليار)	2	401
NO_2 (ppb) ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليار)	0	21
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) الجسيمات العالقة الدقيقة (ميكروجرام/م3)	26.1	15
1 الحد السنوي لثاني أكسيد الكربون المطبق في هذا الجدول مشتق من المواصفة القياسية الأردنية JS 1140/2006، حيث أن المواصفة القياسية الأردنية رقم JS 1140/2024 لا تنص على قيمة سنوية		

يوضح الجدول 6-6 نتائج مراقبة وزارة البيئة لعام 2024 في محطة مراقبة نوعية الهواء بالجيزة. حيث تجاوز المتوسط السنوي للجسيمات الدقيقة PM10 الحد المسموح به، بينما ظلت تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وثاني أكسيد الكبريت SO_2 متوافقة مع المعيار الوطني. وكان مؤشر نوعية الهواء في الجيزة "متوسطًا" لمدة 251 يومًا في عام 2024، و "جيدا" لمدة 86 يومًا، و"غير صحي للفئات الحساسة" لمدة 25 يومًا، مع وصول المؤشر إلى مستوى "خطير" في يوم واحد.

الجدول 6- 6 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الجيزة

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
SO_2 (ppb) ثاني أكسيد الكبريت (جزء في المليار)	2	401

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
NO_2 (ppb) ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليار)	13	21
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) الجسيمات العالقة الدقيقة (ميكروجرام/م3)	93	70
1 الحد السنوي لثاني أكسيد الكربون المطبق في هذا الجدول مشتق من المواصفة القياسية الأردنية JS 1140/2006، حيث أن المواصفة القياسية الأردنية رقم JS 1140/2024 لا تنص على قيمة سنوية		

6.2.10.2 محافظة الكرك

بدأت محطة القطرانة العمل عام 2022 في إطار برنامج مشترك بين وزارة البيئة والجمعية العلمية الملكية، مع التركيز على نوعية الهواء في المدن الصناعية. حيث انه قبل عام 2022، لم تكن هناك مراقبة مستمرة للبيئة المحيطة في القطرانة. وقد أشارت القياسات الأساسية التي أُجريت خلال حملة مراقبة استمرت ستة أيام أجرتها وزارة البيئة عام 2019 إلى أن الملوثات المعيارية كانت ضمن الحدود المسموح بها في هذا الموقع، باستثناء تجاوزات طفيفة لمستويات كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في أحد أيام فترة المراقبة.

وقد كشفت البيانات التي جمعتها وزارة البيئة والجمعية العلمية الملكية من كانون الثاني إلى كانون الأول 2022 عن ارتفاع مستويات الجسيمات بشكل دوري بسبب هبوب الغبار. حيث كانت الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ هي الشاغل الرئيسي: فقد تجاوز المتوسط السنوي للجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ الحد الأقصى البالغ 15 ميكروغرام/متر مكعب، وتجاوز الحد الأقصى المسموح به لمدة 24 ساعة (65 ميكروغرام/متر مكعب) لمدة 5 أيام. فقد تسببت العواصف الرملية الربيعية الشديدة (وخاصةً في نيسان) في ذرواتٍ شديدة في الجسيمات الدقيقة. على سبيل المثال، دفعت عاصفةٌ في أواخر نيسان تركيزات الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ كل ساعة إلى نطاقاتٍ خطرة (بلغت ذروتها اليومية حوالي 458 ميكروغرام/متر مكعب) (وزارة البيئة، 2022). وبالمثل، ارتفعت تركيزات الجسيمات الدقيقة PM_{10} خلال هذه الأحداث (متجاوزةً المعيار اليومي البالغ 120 ميكروغرام/متر مكعب في أيام العواصف). وظلت تركيزات ثاني اكسيد النيتروجين NO_2 وثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثاني أكسيد الكربون CO_2 ضمن الحدود المسموح بها.

يوضح الجدول 6-7 نتائج مراقبة وزارة البيئة في محطة مراقبة نوعية الهواء في القطرانة عام 2023. حيث تجاوز المتوسط السنوي للجسيمات الدقيقة PM2.5 الحد المسموح به، بينما ظلت تركيزات ثاني اكسيد النيتروجين NO_2 وثاني أكسيد الكبريت SO_2 متوافقة مع المعيار الوطني. وقد اتبعت بيانات عام 2023 نمط عام 2022: حيث بقيت الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ مرتفعة بسبب فترتين من العواصف الرملية الشديدة (أيار وأيلول 2023)، مما أدى إلى عدة أيام "غير صحية" على مؤشر نوعية الهواء. فقد سجلت المحطة حوالي 9 أيام تجاوزت فيها الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ المعيار اليومي، وبالتالي تجاوز المتوسط السنوي للجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ الحد المسموح به مرة أخرى. وقد ظلت محطة القطرانة تعمل حتى عام 2024، على الرغم من عدم نشر النتائج الرسمية بعد. ولم يتم الإبلاغ عن أي تغييرات كبيرة في مصادر الانبعاثات أو حالة المحطة. ومن المتوقع أن تعكس أنماط نوعية الهواء في عام 2024 أنماط عامي 2022-2023، والتي تتميز غالبًا بنوعية هواء تتراوح بين الجيدة والمتوسطة، مع وجود مستويات عالية من الجسيمات الدقيقة أحيانًا خلال العواصف الغبارية الإقليمية. ومن الجدير بالذكر أن محطات مراقبة ريفية أخرى (مثل الحسا والرشادية في عام 2024) استمرت في تسجيل مستويات جسيمات دقيقة أقل من الحدود المسموح بها، مما يشير إلى أن منطقة القطرانة قد شهدت على الأرجح تجاوزات محدودة أو معدومة للمعايير في عام 2024، باستثناء أي ظواهر جوية قاسية.

الجدول 6- 7 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة القطرانة

المؤشرات	نتيجة 2023 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
SO_2 (ppb) ثاني أكسيد الكبريت (جزء في المليار)	4.5	401
NO_2 (ppb) ثاني أكسيد النيتروجين (جزء في المليار)	6.2	21
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) الجسيمات العالقة الدقيقة (ميكروجرام/م3)	18.3	15
1 الحد السنوي لثاني أكسيد الكربون المطبق في هذا الجدول مشتق من المواصفة القياسية الأردنية JS 1140/2006، حيث أن المواصفة القياسية الأردنية رقم JS 1140/2024 لا تنص على قيمة سنوية		

ان موقع مراقبة السلطاني على طول الطريق الصحراوي السريع، يمثل بيئة صحراوية ريفية. ولم يكن سابقًا جزءًا من شبكة نوعية الهواء الحضرية الرئيسية الحالية. ونتيجة لذلك، فإن البيانات المستمرة من السلطاني محدودة. حيث تتوفر البيانات المجمعة في محطة

السلطاني من دراسات محددة أجرتها وزارة البيئة، مثل تقييم نوعية الهواء المحيط على مستوى البلاد لعام 2020 ودراسة أجريت عام 2024 على المناطق الصناعية.

ويتميز ملف نوعية الهواء في السلطاني بمستويات عالية من الجسيمات ($PM_{2.5}$ وPM_{10}) مدفوعة بالغبار الطبيعي وتركيزات منخفضة من الملوثات الغازية. ولا تشير البيانات الرسمية إلى أي اتجاه كبير للتحسن أو التدهور في هذا الموقع النائي؛ على العكس من ذلك، لوحظت تقلبات من سنة إلى أخرى، مرتبطة بشكل رئيسي بأنماط الطقس (مثل تواتر وشدة العواصف الترابية). وهناك دلائل على انخفاض طفيف في متوسط الجسيمات PM_{10} في عام 2024 مقارنةً بعام 2020، إلا أن هذا التغير طفيف وقد يكون ناتجًا عن انخفاض العواصف الغبارية. وقد ظل مستوى الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ ثابتًا حول الحدّ المعياري في معظم السنوات، مما يُؤكّد استمرار مشكلة الجسيمات الدقيقة على المستوى الوطني. وفي المقابل، أظهرت تركيزات ثاني اكسيد النيتروجين NO_2 وثاني أكسيد الكبريت SO_2 وأحادي أكسيد الكربون CO وغاز الأوزون O3 مستويات ثابتة ومتوافقة دون أي تغييرات ملحوظة.

6.2.10.3 محافظة الطفيلة

يعرض الجدولان 6-8 و 6-9 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطتي الحسا والرشادية كما نشرتها وزارة البيئة لعام 2024. وتشير النتائج إلى أن مستويات الجسيمات الدقيقة PM2.5 و PM10 ظلت أقل من الحدود المسموح بها.

وقد بدأت محطة مراقبة الحسا عملها في عام 2021 لجمع قياسات الجسيمات الدقيقة PM10 و PM2.5 بشكل مستمر، مما سد فجوة أساسية في شبكة المراقبة الوطنية وقدم نظرة ثاقبة على ظروف الغبار في المناطق الريفية، والتي تختلف عن ملفات تعريف التلوث في المناطق الحضرية.

ووفقًا لتقارير وزارة البيئة السابقة للفترة 2021-2023، كشفت محطة الحسا عن وجود تحدٍ مستمر لنوعية الهواء ناتجة عن الغبار. فعامًا بعد عام، كانت مستويات الجسيمات الدقيقة PM_{10} مرتفعة، متجاوزة الحدود المسموح بها في عام 2023، بينما ظلت مستويات الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ قريبة من العتبة ولكنها متوافقة. وتسلط بيانات المحطة الضوء على تأثير الأحداث الطبيعية (العواصف الترابية) على نوعية الهواء في المنطقة. حيث تحدث تجاوزات لمعيار الجسيمات الدقيقة PM_{10} على مدار 24 ساعة بانتظام في الحسا. أما خلال العامين 2021 و2023، فقد شهدت المنطقة عواصف غبارية متعددة، مما أدى إلى تجاوزات للحدود اليومية المسموح بها.

الجدول 6- 8 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الحسا

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
PM_{10} ($\mu g/m^3$) الجسيمات العالقة الدقيقة (ميكروجرام/م3)	64.1	70
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) الجسيمات العالقة الدقيقة (ميكروجرام/م3)	13.1	15

تقع محطة الرشادية بالقرب من مصنع لافارج للاسمنت، وتُصنف كمحطة منطقة صناعية. وقد تم دمجها في الشبكة الوطنية لمراقبة نوعية الهواء في عام 2023، بالتعاون مع لافارج، كجزء من توسعة شبكة مراقبة نوعية الهواء التابعة لوزارة البيئة. ولا تتوفر أي بيانات قبل هذا الدمج. حيث تعمل المحطة بشكل أساسي على مراقبة الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$).

يعرض الجدول 6-9 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الرشادية كما نشرتها وزارة البيئة لعام 2024. حيث تشير النتائج إلى أن مستوى الجسيمات الدقيقة PM2.5 ظل أقل من الحدود المسموح بها خلال فترة المراقبة من كانون ثاني إلى كانون اول 2024.

وفي عام 2023، سجلت المحطة متوسطًا سنويًا للجسيمات الدقيقة بلغ 13 ميكروغرام/م^3، أي أقل من الحد المسموح به وهو 15 ميكروغرام/م^3. وهذا ما جعلها واحدة من أنظف محطات الشبكة للجسيمات الدقيقة. وفي الواقع، كانت المحطات الوحيدة التي استوفت معيار الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ السنوي في عام 2023 في محافظة الطفيلة (الرشادية والحسا)، في حين سجلت جميع المحطات الحضرية الأخرى التي تمت مراقبتها تجاوزات للحدود المسموح بها.

ويعكس المستوى المنخفض نسبيًا من الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ في منطقة الرشادية بيئتها الريفية/الصناعية، مع وجود مصادر احتراق أقل؛ ومع ذلك، فمن المرجح أن يساهم الغبار الناتج عن عمليات الأسمنت القريبة والصحراء في تكوين الجسيمات الخشنة (PM_{10}) أكثر من الجسيمات الدقيقة.$PM_{2.5}$

الجدول 6- 9 نتائج مراقبة نوعية الهواء في محطة الرشادية

المؤشرات	نتيجة 2024 (المتوسط السنوي)	**JS: 1140/2024** (الحد السنوي المسموح به)
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) الجسيمات الدقيقة	12	15

6.2.10.4 محافظة معان

تعتبر معان مدينة صغيرة ذات مصادر تلوث محلية قليلة، وقد تم تصنيف نوعية الهواء فيها على أنها تتراوح بين "جيدة" و"معتدلة" في مؤشر نوعية الهواء. ومع ذلك، يُعدّ الغبار المتطاير بفعل الرياح عاملاً هاماً في معان، مما يؤدي إلى زيادات قصيرة المدى في مستويات الجسيمات. وخلال معظم الفترة 2020-2023 لم يتم تبليغ شبكة المراقبة الوطنية ببيانات من محطة معان بشكل فعال، مما يُشير إلى وجود فجوة في البيانات. وبحلول عام 2024، بدأت الشبكة في التوسع لتشمل المحافظات الجنوبية، لكن معان لا تزال تفتقر إلى محطة آلية مُخصصة، كما هو مُبين في التقارير الرسمية.

وتتوفر بيانات نوعية الهواء المحيط لمعان من حملة استمرت ستة أيام أجرتها وزارة البيئة عام 2019 في موقعين، هما مدينة معان وقرية الحسينية. حيث تشير البيانات التي تم جمعها للموقعين، والملخصة في الجدول 6-10 والجدول 6-11 أدناه، إلى أن جميع المؤشرات التي تم قياسها كانت ضمن الحدود المسموح بها التي وضعتها المواصفة القياسية الأردنية JS: 2024/1140، باستثناء غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S، الذي كان أعلى قليلاً من الحد المسموح به.

الجدول 6- 10 نتائج مراقبة نوعية الهواء لمدينة معان

التاريخ	المؤشرات					
	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	SO_2 (ppb)	NO_2 (ppb)	H_2S (ppb)	NH_3 ($\mu g/m^3$)
	JS 2024/1140					
	70	50	48	64	10	270
20 أيلول 2019	62	23	9.13	4.98	11.50	3.73
21 أيلول 2019	52	18	7.62	4.25	11.70	4.70
22 أيلول 2019	36	12	8.27	6.68	11.43	2.42
23 أيلول 2019	49	17	8.59	8.58	11.87	2.14
24 أيلول 2019	41	12	8.02	9.35	11.70	1.33
26 أيلول 2019	41	13	9.56	9.49	11.25	1.17

الجدول 6- 11 نتائج مراقبة نوعية الهواء في الحسينية

التاريخ	المؤشرات					
	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	SO_2 (ppb)	NO_2 (ppb)	H_2S (ppb)	NH_3 ($\mu g/m^3$)
	JS 2024/1140					
	70	50	48	64	10	270
13 أيلول 2019	33	9	11.91	2.55	10.7	5.68
14 أيلول 2019	53	19	8.44	2.40	11.2	7.31
15 أيلول 2019	49	18	7.10	1.87	11.6	5.94
16 أيلول 2019	40	17	8.48	2.98	11.4	5.44
17 أيلول 2019	44	15	10.43	4.90	11	5.04
18 أيلول 2019	51	14	8.47	4.92	11.3	4.14

6.2.10.5 محافظة العقبة

تم دمج محطة مراقبة نوعية الهواء المحيط في العقبة ضمن شبكة المراقبة الوطنية الأردنية عام 2022، كجزء من توسعة شبكة مراقبة نوعية الهواء التابعة لوزارة البيئة، بالتعاون مع سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. ولم يتم نشر بيانات العقبة للفترة 2020-2021، وبعد دمجها في شبكة وزارة البيئة عام 2022، تم حذف بيانات محطة العقبة من التقارير الرسمية لعامي 2023 و2024.

أما بالنسبة لمدينة العقبة، فقد تم الحصول على قياسات نوعية الهواء كل ساعة من وزارة البيئة لفترة شهر واحد بين 27 آب 2025 و27 أيلول 2025 (الجدول 6-12). حيث تعكس النتائج التغيرات اليومية في الملوثات الرئيسية، بمتوسط 24 ساعة لثاني أكسيد الكبريت، وثاني أكسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة PM10، ومتوسط 8 ساعات للأوزون. وقد ظلت معايير نوعية الهواء ضمن الحدود المسموح بها، باستثناء الأوزون (O3)، الذي تجاوز الحد المسموح به قليلاً خلال 5 أيام خلال فترة المراقبة التي استمرت 30 يومًا.

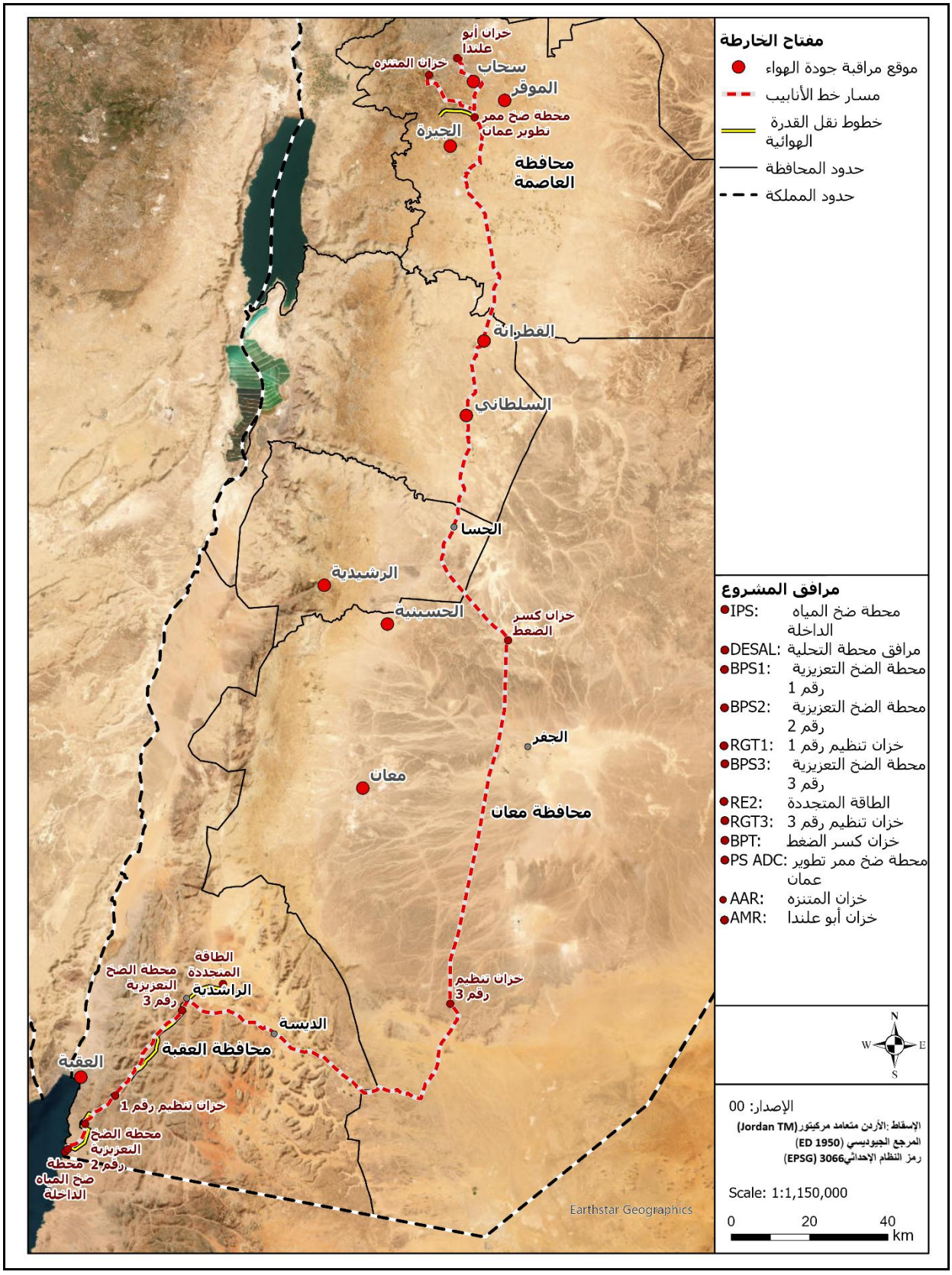
ونظرًا لمحدودية البيانات المتاحة، يصعب تحديد اتجاهات واضحة في محطة العقبة. وتشير البيانات المتاحة لعامي 2022 و2025 إلى أن مستوى تلوث الهواء في المدينة لا يزال يتميز بانخفاض الانبعاثات الحضرية والصناعية وهبوب الغبار الطبيعي بشكل دوري. ويتراوح مؤشر نوعية الهواء العام في العقبة بين "جيد" و"متوسط"، مع انخفاض مستويات الملوثات بشكل عام.

الجدول 6- 12 قياسات نوعية الهواء المحيط لمدينة العقبة

التاريخ	المؤشرات			
	SO_2 (ppb)	NO_2 (ppb)	PM_{10} (µg/m3)	O_3 (ppb)
	JS 1140/2024			
	48	64	70	61
27 أيلول 2025	3.17	10.1	24.1	51.87
26 أيلول 2025	2.99	8.58	20.5	57.51
25 أيلول 2025	2.82	10.3	22.7	61.16
24 أيلول 2025	2.94	8.97	31.6	60.87
23 أيلول 2025	2.58	11.2	33.2	52.56
22 أيلول 2025	2.32	11.6	29.6	60.57
21 أيلول 2025	2.8	11.3	30.3	63.42
20 أيلول 2025	2.93	8.75	24.9	55.67
19 أيلول 2025	2.88	8.75	15.5	55.63
18 أيلول 2025	2.83	12.0	20.0	48.33
17 أيلول 2025	2.93	11.3	17.7	49.81
16 أيلول 2025	2.38	9.54	23.0	44.97
15 أيلول 2025	2.61	11.3	23.5	51.00
14 أيلول 2025	3.2	12.6	22.1	57.12
13 أيلول 2025	2.75	10.6	19.9	59.85
12 أيلول 2025	2.88	10.5	22.1	55.61
11 أيلول 2025	2.88	10.6	25.4	55.97
10 أيلول 2025	2.77	9.39	18.7	48.85
9 أيلول 2025	2.61	8.85	19.8	50.27
8 أيلول 2025	2.85	10.2	17.4	52.23
7 أيلول 2025	2.56	8.19	19.4	49.38

التاريخ	المؤشرات			
	SO_2 (ppb)	NO_2 (ppb)	PM_{10} (µg/m3)	O_3 (ppb)
	JS 1140/2024			
	48	64	70	61
6 أيلول 2025	2.55	8.85	29.5	56.61
5 أيلول 2025	2.52	11.7	24.8	62.83
4 أيلول 2025	2.66	13.8	19.9	72.04
3 أيلول 2025	2.67	10.8	15.9	47.94
2 أيلول 2025	3.02	11.8	18.0	47.68
1 أيلول 2025	2.82	11.7	21.5	52.10
31 آب 2025	2.79	8.96	29.6	50.33
30 آب 2025	2.54	12.8	22.4	60.34
29 آب 2025	2.73	10.7	17.2	50.97
28 آب 2025	2.26	10.1	20.3	52.47
27 آب 2025	0.96	9.96	26.6	61.53
المعدل	2.69	10.49	22.72	54.9

الشكل 6- 31 محطات مراقبة نوعية الهواء ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



6.2.11 الضجيج

تم استخدام مصادر بيانات منشورة متنوعة لتوصيف البيئة الصوتية الأساسية في المواقع الرئيسية التالية، والتي تُمثل مناطق ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (الشكل 6-32):

- لواء سحاب ومنطقة رأس العين في محافظة عمّان.
- قرية الحسينية وقرية الجاية في محافظة معان.
- مدينة العقبة ووادي رم في محافظة العقبة.

تم مقارنة جميع النتائج بالحدود المسموح بها في تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003.

6.2.11.1 محافظة العاصمة

تم اجراء عملية مراقبة الضجيج في ايلول 2021 في منطقة سحاب كجزء من دراسة خط الأساس لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي مشروع الناقل الوطني 2022. وقد أُجريت القياسات على مدار فترة مراقبة مدتها 72 ساعة، مع تسجيل البيانات على فترات زمنية مدتها ساعة واحدة وفقًا لطريقة الاختبار القياسية ANSI S1.13.

وقد تجاوزت مستويات الضجيج التي تم قياسها الحدود النهارية المسموح بها، والتي يمكن أن تُعزى إلى تأثير الأنشطة القريبة في مدينة الملك عبد الله الثاني الصناعية، التي تقع على بُعد حوالي 1.2 كم من نقطة المراقبة. وعلى الرغم من ذلك، لوحظ أن متوسط مستويات الضجيج ظل إلى حد كبير ضمن الحدود المقبولة المحددة بموجب التعليمات الوطنية للضجيج (الجدول 6-13).

تقع نقطة المراقبة هذه في منطقة سكنية في الغالب تضم بعض المرافق التجارية. وبالتالي، يمكن اعتبارها ممثلة للمناطق الأخرى على طول مسار خط الأنابيب المقترح، مثل ضاحية رجم الشامي في منطقة الموقر. وعلى الرغم من أن رجم الشامي ليست مركزًا حضريًا كبيرًا مثل سحاب، إلا أنها تشترك في خصائص سكنية مماثلة وتقع بالقرب من مدينة الملك عبد الله الثاني الصناعية.

الجدول 6- 13 نتائج قياسات الضجيج لمنطقة سحاب

الإطار الزمني	نتائج 2021									الحد المسموح به[1]
	الحد الأدنى للقراءة اليومية			الحد الأقصى للقراءة اليومية			المتوسط اليومي			
	اليوم 1	اليوم 2	اليوم 3	اليوم 1	اليوم 2	اليوم 3	اليوم 1	اليوم 2	اليوم 3	
نهارًا ديسيبل (أ)	37.7	36.8	37.4	77.8	77.8	78.6	55.0	55.1	52.6	65dB(A)
ليلا ديسيبل (أ)	37.9	37.6	36.8	36.8	36.8	36.8	36.8	46.3	46.3	55dB(A)
[1]الحد المسموح به للمناطق السكنية التي تضم ورش عمل صغيرة أو حرفًا أو أنشطة تجارية (تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003)										

تم جمع بيانات الضجيج لمنطقة رأس العين خلال حملة مراقبة أُجريت عام 2017 في مبنى أمانة عمّان الكبرى كجزء من دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لأنظمة الباص السريع التردد (BRT) في عمّان وعمّان - الزرقاء (إنجيكون، 2017). تم اجراء القياسات باستخدام جهاز قياس مستوى الصوت المحمول، الموضوع عكس اتجاه الرياح، وباستخدام ميكروفون مُجهّز بغطاء واقي، لمدة 15 دقيقة لكل جلسة، أُجريت أربع مرات ليلاً ونهاراً.

وقد سجّل المسح ارتفاعاً في مستوى الضجيج المحيط، بمتوسط مستويات نهارية وليلية بلغ 76.1 ديسيبل (أ) و58.7 ديسيبل (أ) على التوالي، وهو ما يتجاوز الحدود المسموح بها والبالغة 65 ديسيبل (أ) نهاراً 55 ديسيبل (أ) ليلاً، والمُحددة للمناطق السكنية التي تضم ورش عمل صغيرة أو حرفاً أو أنشطة تجارية.

ويمكن أن تُعزى مستويات الضجيج المرتفعة إلى وقوع نقطة القياس ضمن منطقة سكنية مكتظة بالسكان وقربها من الطرق الرئيسية، مما ساهم بشكل كبير في الضجيج الخلفي.

وقد تُمثل نتائج المسح من منطقة رأس العين أيضًا مناطق حساسة تقع على طول مسار خط أنابيب الناقل، مثل منطقة أبو علندا، التي تشترك في ظروف مماثلة من حيث الكثافة السكانية وقربها من الطرق الرئيسية.

6.2.11.2 محافظة معان

تتوفر بيانات الضجيج من مسح خط الأساس الذي أجري في آب 2018 في قرية الحسينية لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الطاقة الشمسية بقدرة 50 ميجاوات (Eco Consult، 2018) (الجدول 6-14). وقد تجاوزت النتائج الحدود المسموح بها للمناطق السكنية في القرى.

وتقع نقطة المراقبة على بعد أكثر من 20 كم من مسار خط أنابيب الناقل. حيث تتميز المنطقة المحيطة بالهدوء بشكل عام وخلوها من مصادر الضجيج الرئيسية، باستثناء الأنشطة الزراعية القريبة من نقطة المراقبة، والتي من المحتمل أن تكون قد ساهمت في تجاوزات مستوى الضجيج. ويمكن اعتبار بيانات الضجيج من قرية الحسينية ممثلة لمواقع متعددة على طول مسار خط أنابيب المشروع المقترح داخل محافظة معان، حيث يمر المسار بشكل رئيسي عبر الأراضي الشاغرة مع بعض الأنشطة الزراعية.

الجدول 6- 14 نتائج قياس الضجيج في قرية الحسينية

الإطار الزمني	نتائج عام 2018 (المتوسط اليومي)	الحد المسموح به [1]
نهارًا ديسيبل (أ)	61.37	50dB(A)
ليلا ديسيبل (أ)	51.07	40dB(A)
1 الحد المسموح به للمناطق السكنية في القرى (تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003)		

وهناك مصدر آخر لبيانات الضجيج في محافظة معان هو مسح خط الاساس لعام 2017 لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع طاقة الرياح في الشوبك بقدرة 45 ميجاوات (Eco Consult، 2017) بالقرب من قرية الجاية. وقد أُجري المسح على مدار 24 ساعة في كل موقع مراقبة باستخدام مقياس الضجيج ديسيبل 307 لقياس مستويات الضجيج المحيطة وتقييم الظروف الصوتية الموجودة في منطقة المشروع.

تُعرض نتائج المسح في الجدول 6-15، مما يشير إلى الإمتثال للحدود المسموح بها للمناطق السكنية في القرى.

وتقع نقطة مراقبة الضجيج على بُعد حوالي 50 كم من مسار خط أنابيب الناقل. ويمكن وصف المنطقة بأنها منطقة سكنية زراعية ريفية، تتكون من قرية ذات تركيز نموذجي من المباني السكنية إلى جانب الأراضي الزراعية المحيطة. وعلى غرار موقع المراقبة في قرية الحسينية، يمكن اعتبار نقطة مراقبة قرية الجاية ممثلة لعدة مواقع على طول مسار خط أنابيب المشروع المقترح، مثل الجفر والحسا، وذلك بسبب خصائصها المتشابهة من حيث استعمالات الأراضي والمزيج السكني والزراعي، وغياب مصادر الضجيج الرئيسية.

الجدول 6- 15 نتائج قياس الضجيج في قرية الجاية

الاطار الزمني	نتائج عام 2017 (المتوسط اليومي)	الحد المسموح به [1]
نهارًا ديسيبل (أ)	44.6	50dB(A)
ليلا ديسيبل (أ)	42.9	40dB(A)
1الحد المسموح به للمناطق السكنية في القرى (تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003)		

6.2.11.3 محافظة العقبة

في محافظة العقبة، أُجريت مراقبة الضجيج في ايلول 2021 في وادي رم كجزء من مسوحات خط الأساس لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي مشروع الناقل الوطني 2022. واستغرقت المسوحات 72 ساعة، وتم تسجيل القياسات كل ساعة وفقًا لطريقة الاختبار القياسية ANSI S1.13.

وعند مقارنتها بالحدود المسموح بها للقرى السكنية (الجدول 6-16)، لوحظت تجاوزات للحدود المسموح بها خلال النهار، ويرجع ذلك على الأرجح إلى قرب موقع المراقبة من ورش شركة رم الزراعية. ومع ذلك، وُجد أن متوسط مستويات الضجيج الإجمالية يتوافق عمومًا مع الحدود المسموح بها.

وتتكون المنطقة المحيطة بموقع المراقبة من عدة مزارع بها منازل سكنية متناثرة، باستثناء ورش شركة رم الزراعية وحركة المركبات على طريق فرعي قريب، والتي تُعتبر المصادر الرئيسية للضجيج. حيث تُعتبر نقطة المراقبة تمثيلًا مناسبًا لظروف خط الأساس النموذجية للضجيج في القرى المحيطة بوادي رم، مثل قرية الشاكرية.

الجدول 6- 16 نتائج قياس الضجيج في وادي رم

الاطار الزمني	نتائج 2021									الحد المسموح به [1]
	Daily Min. reading			Daily Max. reading			Daily average			
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	Day 1	Day 2	Day 3	
نهارًا ديسيبل (أ)	32.1	32.1	31.3	73.2	66.9	71.3	43.3	40.3	41.9	50dB(A)
ليلا ديسيبل (أ)	31.6	31.4	32.6	71.4	71.4	68.1	40.2	38.0	38.6	40dB(A)
[1]الحد المسموح به للمناطق السكنية في القرى (تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003)										

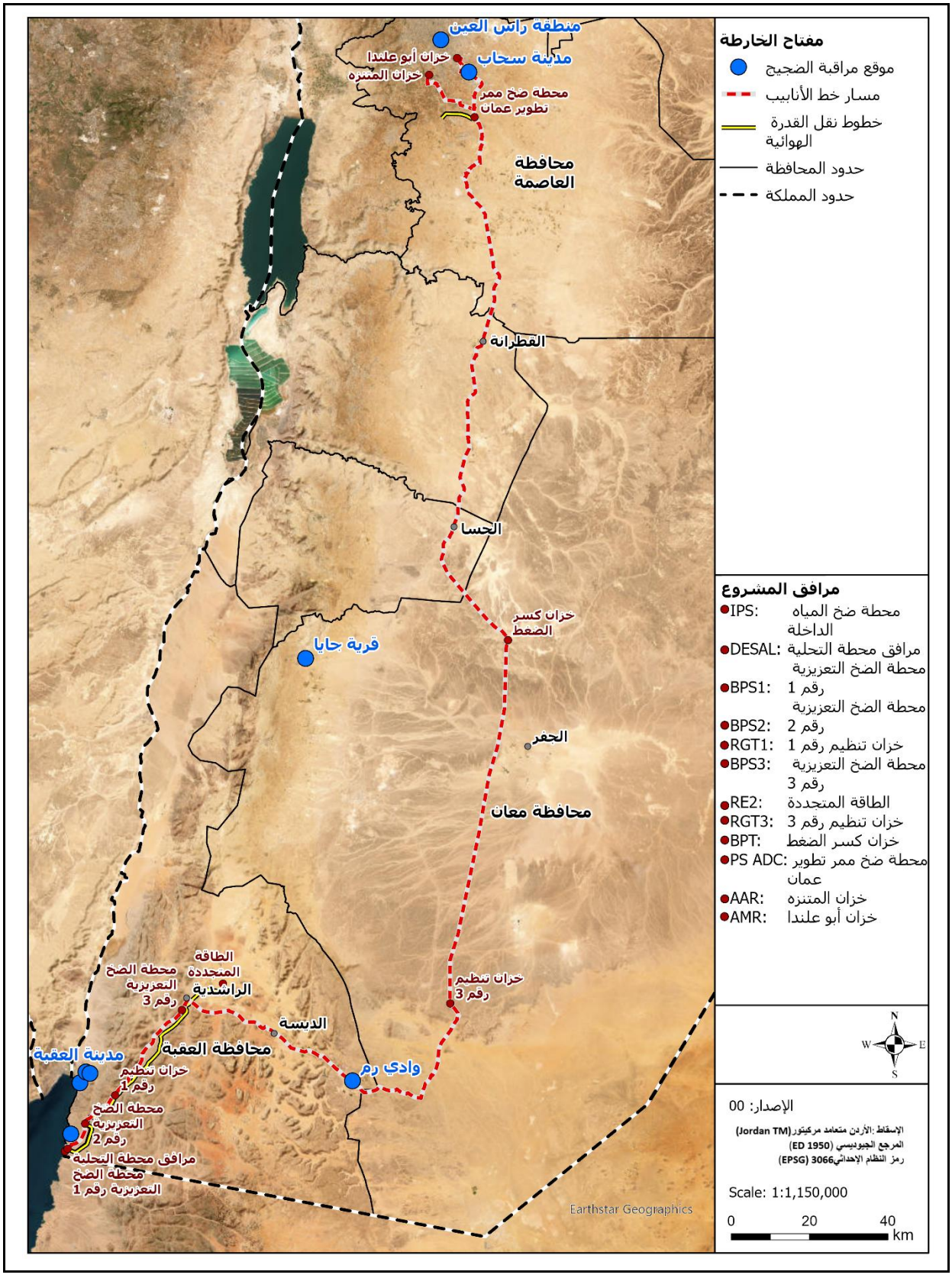
تتوفر بيانات الضجيج لمدينة العقبة والمناطق المحيطة بها من تقييم خط الاساس البيئي الذي أجرته الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا) بالتعاون مع سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة في كانون ثاني 2024، كجزء من دراسة تحديث الخطة الرئيسية للتنمية الحضرية في منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، والتي تهدف إلى تقييم الظروف البيئية الحالية داخل المنطقة وتوفير بيانات مرجعية للتخطيط الحضري والصناعي المستدام. وكجزء من تقييم خط الأساس هذا، أُجريت قياسات الضجيج المحيطة في أربعة مواقع تمثيلية في العقبة، بما في ذلك المناطق السكنية والطرق الرئيسية ومناطق المنتجعات.

ويعرض الجدول 6-17 نتائج قياسات الضجيج. وتتجاوز النتائج للمواقع المكتظة بالسكان ذات الأنشطة التجارية الكثيفة في مدينة العقبة، والمواقع القريبة من الطريق الرئيسي، الحدود المسموح بها ليلاً ونهاراً، متأثرةً بالأنشطة الصناعية وحركة المرور.

الجدول 6- 17 نتائج قياس الضجيج في العقبة

نقطة المراقبة	نوع المنطقة	المسافة من خط أنابيب المشروع (كم)	الاطار الزمني	نتائج 2024	الحد المسموح به
1 مدينة العقبة	منطقة تجارية وسياحية مختلطة	8.4	نهارًا ديسيبل (أ)	66.6	65db(A)[1]
			ليلا ديسيبل (أ)	56.4	55db(A)[1]
2 مدينة العقبة	منطقة سكنية	9.2	نهارًا ديسيبل (أ)	65.8	60db(A)[2]
			ليلا ديسيبل (أ)	50.8	50db(A)[2]
3 الطريق الرئيسي	منطقة تجارية وسكنية مختلطة	8.1	Daytime dB(A)	73.5	65db(A)[1]
			Nighttime dB(A)	69.6	55db(A)[1]
4 تالا بيه	منطقة سياحية وترفيهية	2.4	Daytime dB(A)	50.3	65db(A)[1]
			Nighttime dB(A)	48.7	55db(A)[1]
[1]الحد المسموح به للمناطق السكنية التي تضم ورشًا صغيرة أو حرفًا أو أنشطة تجارية، والمناطق التجارية/الإدارية في وسط المدينة (تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003) 2 الحد المسموح به للمناطق السكنية في المدن (تعليمات الحد والوقاية من الضجيج، 2003)					

الشكل 6- 32 مواقع مراقبة الضجيج ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



6.2.12 البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل

يوضح الشكل 6-33 لمحة عامة عن البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل، مع التركيز على الأراضي الخضراء، والطرق القائمة، وخط أنابيب مياه الديسة. وقد تم تعريف الأراضي الخضراء بأنها المناطق التي تفتقر لكل من البنية التحتية للطرق والبنية التحتية لخط انابيب الديسة.

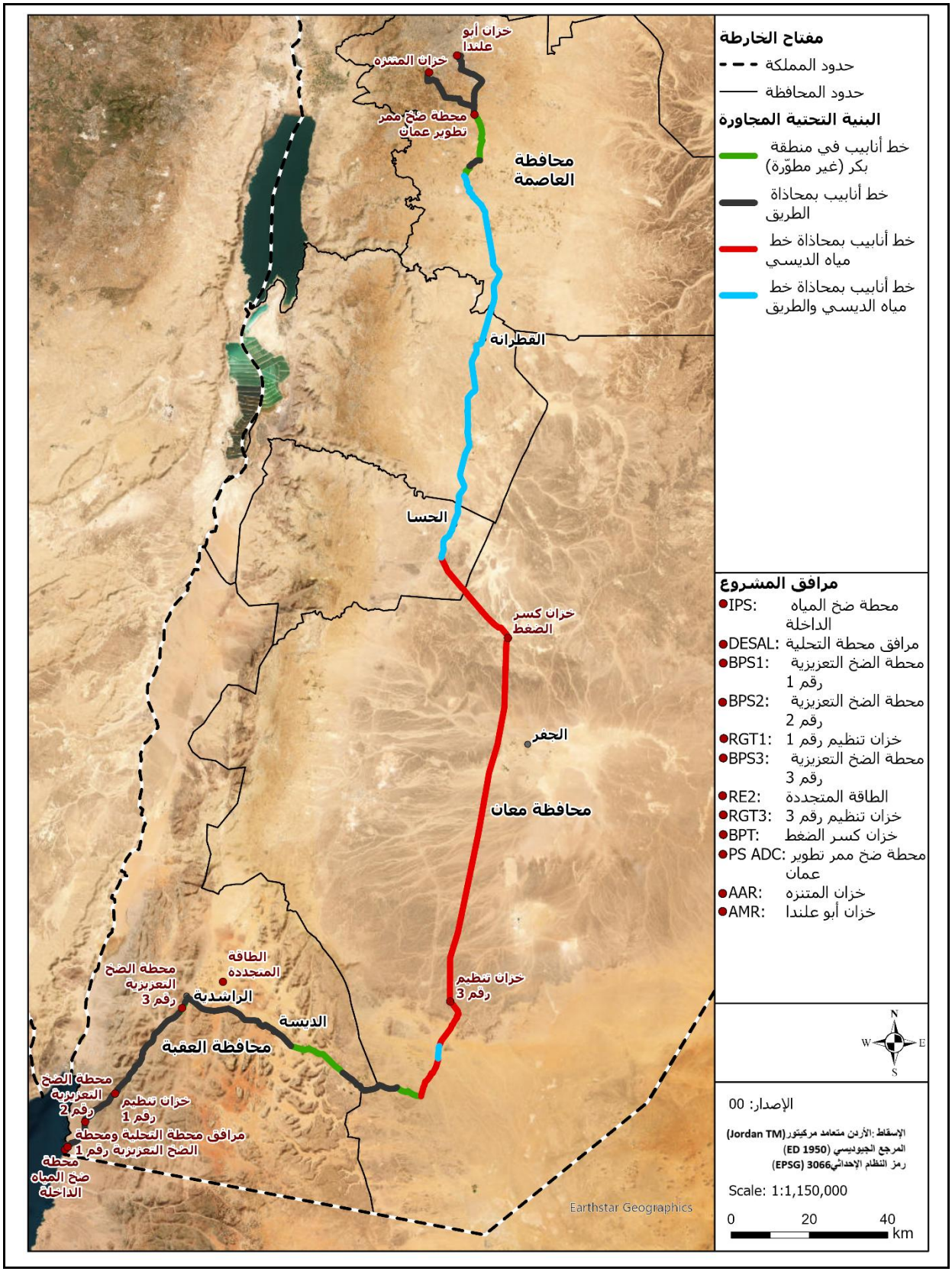
ويقع خط انابيب الناقل بجوار البنية التحتية التالية في كل محافظة:

- في محافظة العقبة، لا يقع خط انابيب الناقل بجوار خط أنابيب الديسة؛ ومع ذلك، فهو مجاور لـ 18.8 كم (17.7%) من الأراضي الخضراء و87.3 كم (82.3%) من الطرق.
- في محافظة معان، يقع خط أنابيب الناقل بجوار 6.9 كم (4.4%) من الأراضي الخضراء، و10.0 كم (6.4%) من الطرق، و136.3 كم (87.2%) من خط أنابيب الديسة، و3.1 كم (2.0%) من خط أنابيب الديسة والطريق.
- في محافظة الطفيلة، لا يقع خط أنابيب الناقل بجوار أي من فئات الأراضي الخضراء أو الطرق؛ ومع ذلك، فهو مجاور لـ 10.5 كم (42.0%) من خط أنابيب الديسة و14.7 كم (58.0%) من خط أنابيب الديسة والطريق معًا.
- في محافظة الكرك، لا يقع خط أنابيب الناقل بجوار أي من فئات الأراضي الخضراء أو الطرق أو خط أنابيب الديسة. ومع ذلك، فهو مجاور لـ 53.5 كيلومتر (100%) من خط أنابيب الديسة والطريق مجتمعين.
- ضمن محافظة عمان، لا يقع خط الأنابيب بجوار فئة خط أنابيب الديسة؛ ومع ذلك، فهو مجاور لـ 16.2 كيلومتر (16.6%) من الأراضي الخضراء، و43.8 كيلومتر (44.9%) من الطرق، و37.6 كيلومتر (38.5%) من خط أنابيب الديسة والطريق مجتمعين.

الجدول 6- 18 البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل

المحافظة	الأراضي الخضراء	الطريق	خط انابيب الديسة	خط انابيب الديسة/الطريق	إجمالي طول خط الأنابيب في كل محافظة (كم)
العقبة	18.8	87.3	0	0	106.1
معان	6.9	10	136.3	3.1	156.3
الطفيلة	0	0	10.5	14.7	25.2
الكرك	0	0	0	53.5	53.5
عمان	16.2	43.8	0	37.6	97.6
إجمالي البنية التحتية المجاورة (كم، ٪)	41.9 (9.5%)	141.1 (32.2%)	146.8 (33.5%)	108.9 (24.8%)	-
إجمالي خط الأنابيب (كم)					438.7

الشكل 6- 33 البنية التحتية المجاورة لخط أنابيب الناقل



6.2.13 مرافق إدارة النفايات

يقدم هذا القسم لمحة عامة عن إدارة النفايات في الأردن، بما في ذلك النفايات البلدية والخطرة ونفايات البناء والهدم، ويوضح أدوار المؤسسات الوطنية والمحلية في إدارة هذه التدفقات. كما يُسلّط الضوء على ممارسات ومرافق التخلص الرئيسية، مثل مكبات النفايات ومطامر النفايات، ومنشآت النفايات الخطرة المرخصة، وأنشطة إعادة التدوير.

6.2.13.1 النفايات البلدية الصلبة

يُنتج الأردن ما يُقدر بـ 2.7 مليون طن من النفايات البلدية الصلبة سنويًا (مكب النفايات الصلبة سواقة، 2024)، ويتم إنتاج أكبر الكميات في محافظات عمّان والزرقاء وإربد والعقبة نظرًا للكثافة السكانية وتركيز النشاط الاقتصادي. وتتم ادارة قطاع النفايات الصلبة من خلال مجموعة من الجهات الوطنية والمحلية، ولكل منها أدوار مُميزة.

وعلى المستوى الوطني، تقوم وزارة الإدارة المحلية بتوجيه السياسات والإشراف المالي وتقديم الدعم المؤسسي للبلديات ومجالس الخدمات المشتركة. وتتولى الوزارة مسؤولية تخصيص الموازنة، وإقرار خطط إدارة النفايات، ووضع معايير أداء الخدمات، وتنسيق تطوير البنية التحتية الإقليمية للنفايات بالتعاون مع وزارة البيئة.

أما على المستوى المحلي، فتختلف مسؤوليات تقديم الخدمات باختلاف المحافظة:

- في محافظة عمّان، تقوم أمانة عمّان الكبرى بشكل مستقل بإدارة عمليات جمع النفايات ونقلها والتخلص منها، بما في ذلك تشغيل مكب الغباوي.
- في محافظة العقبة، تعمل سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA) مركزيًا بالإشراف على إدارة النفايات الصلبة، مع تفويض المهام التشغيلية إلى شركة تطوير العقبة.

أما في جميع المحافظات الأخرى، فقد تم انشاء مجالس الخدمات المشتركة بموجب القانون الاطاري لإدارة النفايات رقم 16 لعام 2020 لتنسيق إدارة النفايات الصلبة بين البلديات. وتعمل هذه المجالس بشكل وثيق مع البلديات لتخطيط خدمات النفايات وتشغيلها وإدارتها بما يتماشى مع السياسات الوطنية لإدارة النفايات وبالتنسيق مع وزارة الإدارة المحلية ووزارة البيئة.

وفي جميع أنحاء الأردن، يتم التخلص من غالبية النفايات البلدية الصلبة من خلال مجموعة من المرافق، والتي تختلف في مستوى هندستها وضبطها البيئي. حيث تشمل مواقع التخلص مكبات نفايات صحية مُصممة بالكامل، ومواقع تفريغ مُتحكم بها، ومكبات مفتوحة غير مُتحكم بها، وذلك حسب المحافظة والموارد المتاحة.

وتُعرف مكبات النفايات الصحية، مثل مكب الغباوي في عمّان، بأنها منشأة هندسية مُصممة للتخلص من النفايات مُجهزة ببطانة واقية، وأنظمة لجمع ومعالجة العصارة، وضغط مُتحكم به، وغطاء يومي للتربة، وأنظمة للتحكم في غازات المكب والمراقبة البيئية، إن وجدت (وزارة البيئة، 2020).

ويشير مصطلح "موقع الطمر المنظم" إلى موقع للتخلص من النفايات، حيث تُوضَع النفايات في خلايا أو خنادق مُنظَّمة، وتُغطَّى دوريًا، ولكن دون وجود مرافق صحية أساسية، مثل بطانات مُركَّبة، وأنظمة رشح كاملة، وضوابط لغازات المكب.

أما المكبات المفتوحة، فهي مناطق تخلص غير هندسية، تفتقر إلى أنظمة حماية بيئية، وضوابط تشغيلية، ومراقبة، وعادةً ما تُمثِّل ممارسات إلقاء نفايات بلدية قديمة، يجري التخلص منها تدريجيًا أو إعادة تأهيلها في إطار برامج وطنية (مجلس المباني الخضراء، 2016).

يتم عرض مواقع مكبات النفايات الرئيسية في الأردن في الشكل 6-34، وتوفر الأقسام الفرعية التالية نظرة عامة لمرافق إدارة النفايات الصلبة داخل منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي مع تفاصيل حول مواقعها والمناطق التي تخدمها وأنواع النفايات المستلمة.

محافظة عمان

عمّان، أكبر محافظة في الأردن، ويسكنها أكثر من 4.9 مليون نسمة (دائرة الإحصاءات العامة، 2024)، وتُنتج أكبر كمية من النفايات الصلبة في البلاد، حيث تُقدّر كمية النفايات البلدية الصلبة المُنتجة يوميًا بما يتراوح بين 4000 و4400 طن (AVTR، 2025).

حيث تعمل أمانة عمان الكبرى على الإشراف على إدارة النفايات في العاصمة من خلال نظام متكامل يشمل مكب نفايات صحي رئيسي، ومنشأتين للنقل والفرز، والعديد من عمليات إعادة التدوير الخاصة وغير الرسمية للمعادن والخشب وقطع غيار المركبات.

ويعتبر مكب الغباوي، الواقع على بُعد حوالي 40 كم شرق المدينة، المكب الصحي الهندسي الوحيد العامل داخل المحافظة، ويُعدّ الموقع الرئيسي للتخلص من جميع النفايات البلدية التي يتم جمعها من عمّان والمناطق المحيطة بها (أمانة عمان الكبرى، 2019).

الجدول 6- 19 مرافق إدارة النفايات في محافظة عمان

اسم منشأة التخلص من النفايات	نوع المنشأة	المساحة (دونم)	الموقع	نوع النفايات المستلمة	كمية النفايات المستلمة
مكب الغباوي الصحي	مكب نفايات صحي	2000	منطقة أحد على بعد حوالي 23 كم من عمّان في الصحراء الشرقية شبه القاحلة	النفايات البلدية الصلبة (معظمها 50٪ نفايات عضوية، 16٪ بلاستيك، 15٪ ورق وكرتون، 8٪ منسوجات ومناديل، 4٪ زجاج ومعادن، 1٪ مواد سماد، 1٪ نفايات خطرة، و5٪ مواد قابلة للاحتراق غير مصنفة)	4000 و 4300 طن/يوم
منشأة الشاعر للنقل والفرز	محطة نقل	غير متوفر	منطقة الشاعر، شرق عمان	نفايات صلبة بلدية	3500 طن/يوم

محافظة الكرك

يقوم مجلس خدمات المحافظة في الكرك بالاشراف على إدارة النفايات الصلبة في المحافظة تحت إشراف وزارة الإدارة المحلية. حيث تقوم المحافظة بإنتاج ما يُقدر بـ 250-300 طن من النفايات الصلبة البلدية يوميًا، يتم جمعها من مدينة الكرك والمناطق المحيطة بها. ويتم التخلص من النفايات بشكل رئيسي في مكب اللجون (اللجون)، وهو الموقع الرئيسي للتخلص من النفايات في محافظة الكرك وأجزاء من المناطق المجاورة. حيث تم انشاء الموقع في منتصف التسعينيات، وخضع جزئيًا لتحديثات من خلال نظام التخلص المُتحكم به من النفايات وضوابط بيئية أساسية، إلا أنه لا يُلبي تمامًا معايير تصميم مكب نفايات صحي حديث (الصرايرة والصرايرة، 2021).

ولا تزال عمليات إعادة التدوير وفرز النفايات محدودة في الكرك، حيث تتم عمليات استعادة البلاستيك والمعادن على نطاق ضيق بشكل غير رسمي أو من خلال مشاريع تجريبية مدعومة من جهات مانحة بالقرب من المكب.

الجدول 6- 20 مرافق إدارة النفايات في محافظة الكرك

اسم منشأة التخلص من النفايات	نوع المنشأة	المساحة (دونم)	الموقع	نوع النفايات المستلمة	كمية النفايات المستلمة
البركة	مكب النفايات	غير متاحة للجمهور	لواء غور المزرعة في الأغوار الجنوبية	نفايات صلبة بلدية	غير متاحة للجمهور
اللجون	موقع الطمر الخاضع للرقابة	1980	تبعد 10 كم شرق الكرك، على طريق الكرك – القطرانة	نفايات صلبة بلدية	250-300 طن/يوم

محافظة الطفيلة

يتم التخلص من النفايات الصلبة الناتجة في محافظة الطفيلة بشكل رئيسي في مكب نفايات الطفيلة، المعروف باسم جرف الدراويش. وبالإضافة إلى ذلك، يوجد مكب نفايات غير رسمي أصغر حجمًا يُعرف باسم مكب السمار في غور الصافي، ويستقبل النفايات الصلبة البلدية، وأحيانًا المياه العادمة التي يتم إلقاؤها بشكل غير قانوني.

الجدول 6- 21 مرافق إدارة النفايات في محافظة الطفيلة

اسم منشأة التخلص من النفايات	نوع المنشأة	المساحة (دونم)	الموقع	نوع النفايات المستلمة	كمية النفايات المستلمة
الطفيلة/ جرف الدراويش	موقع الطمر الخاضع للرقابة	450 (يتم استغلال 20% منها فقط، وهو ما يكفي لمدة العشرين عامًا القادمة).	35 كم جنوب شرق مركز مدينة الطفيلة.	نفايات صلبة بلدية	200 طن/يوم.
السمار	مكب النفايات	153	منطقة غور الصافي	نفايات صلبة بلدية ومياه عادمة	20 طن/يوم.

محافظة معان

في معان، تتم ادارة النفايات الصلبة البلدية من خلال ثلاث مكبات رئيسية تخدم المجتمعات المحيطة، وهي مكب معان المركزي، ومكب ايل، ومكب المحمدية (الجرادين، 2014).

إلى جانب مرافق التخلص من النفايات المذكورة، يوجد في محافظة معان محطتان لنقل النفايات، هما الحسينية وبئر خداد، إلا أن مساحة كل منهما وكمية النفايات الواردة غير محددة.

الجدول 6- 22 مرافق إدارة النفايات في محافظة معان

اسم منشأة التخلص من النفايات	نوع المنشأة	المساحة (دونم)	الموقع	نوع النفايات المستلمة	كمية النفايات المستلمة
وسط معان	موقع الطمر الخاضع للرقابة	502	~ 20 كم من مركز مدينة معان	نفايات صلبة بلدية	يُقدَّر استهلاك النفايات اليومي بحوالي 80 طنًا. ولا توجد أرقام محددة عن إجمالي الطاقة الاستيعابية للمكب، ولكن من المتوقع أن يظل قيد التشغيل حتى عام 2045، مع الأخذ في الاعتبار النمو السكاني والتطورات المختلفة في منطقة معان.
ايل	موقع الطمر الخاضع للرقابة	280	على بعد بضع كيلومترات شرق قرية البسطة	نفايات صلبة بلدية	20-30 طنًا يوميًا. لا توجد سعة إجمالية محددة للمكب.
المحمدية	مكب النفايات	100	بالقرب من قرية المحمدية	نفايات صلبة بلدية	15 طنًا يوميًا. ولا توجد أرقام محددة للسعة الإجمالية التي يستوعبها مكب النفايات.

محافظة العقبة

تتم إدارة النفايات في محافظة العقبة بموجب نظامين بحسب الاختصاص. ضمن منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، حيث تتولى سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، من خلال شركة تطوير العقبة ومقدمي الخدمات المتعاقدين معها، مسؤولية جمع النفايات الصلبة البلدية ونقلها والتخلص منها.

أما المناطق الواقعة خارج حدود منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، بما في ذلك تجمعات سكنية مثل القويرة والرحمة والديسة، فتقع تحت مسؤولية البلديات المحلية التابعة لوزارة الإدارة المحلية. ويتم التخلص من النفايات الصلبة البلدية الناتجة في المحافظة بشكل رئيسي في مكبين: مكب العقبة الذي يخدم منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، ومكب القويرة الذي يخدم التجمعات السكنية خارج منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (البوات وآخرون، 2023).

الجدول 6- 23 مرافق إدارة النفايات في محافظة العقبة

اسم منشأة التخلص من النفايات	نوع المنشأة	المساحة (دونم)	الموقع	نوع النفايات المستلمة	كمية النفايات المستلمة
العقبة	موقع الطمر الخاضع للرقابة	120	20 كم تقريبًا من مركز المدينة	نفايات صلبة بلدية	80 - 120 طنً/يوميًا.
القويرة	موقع الطمر الخاضع للرقابة	270	منطقة القويرة	نفايات صلبة بلدية	تقديريًا: 20 طنً/يوميًا

6.2.13.2 النفايات الخطرة

يتم التخلص من النفايات الخطرة في الأردن في منشأة السواقة لمعالجة والتخلص من النفايات الخطرة، وهي المنشأة المركزية الوحيدة المرخصة في البلاد لتخزين النفايات الخطرة ومعالجتها والتخلص الآمن منها.

وتقع المنشأة على بُعد حوالي 125 كم جنوب شرق عمّان في قرية السواقة بمحافظة معان. وتشغل مساحة تبلغ حوالي 8000 دونم (8 كم²)، منها حوالي 1200 دونم قيد الاستخدام حاليًا لعمليات تخزين والتخلص من النفايات الخطرة. حيث تستقبل السواقة ما يُقدر بـ 3000-5000 متر مكعب سنويًا من النفايات الخطرة، بما في ذلك النفايات الكيميائية الصناعية وتدفقات النفايات الطبية (وزارة البيئة، 2021؛ خطة العمل الوطنية للنمو الأخضر؛ جايكا، 2016). وباعتبارها المركز الرئيسي لإدارة النفايات الخطرة، تُشكل المنشأة عنصرا أساسيًا في النظام الوطني لإدارة النفايات الخطرة تحت مسؤولية وزارة البيئة (وزارة البيئة، 2022).

6.2.13.3 نفايات البناء والهدم

شهدت نفايات البناء والهدم في الأردن تزايدًا ملحوظًا نتيجةً لتوسع قطاع البناء والتشييد وما يرتبط به من تنمية عمرانية. وتشمل المصادر الرئيسية لنفايات البناء والهدم ممارسات التصميم والتوريد غير الكفؤة، وسوء مناولة المواد وتخزينها في مواقع البناء، وأنشطة الهدم أو التجديد. ولا يزال جزء كبير من نفايات البناء والهدم الناتجة غير مستغل بالكامل، مع محدودية إعادة تدويرها أو إعادة استخدامها (الشديفات وآخرون، 2023).

تعتمد ممارسات التخلص الحالية بشكل كبير على مكبات النفايات، والمكبات المفتوحة، والتخلص العشوائي من النفايات على جوانب الطرق. يتم التخلص من حوالي نصف إجمالي نفايات البناء والهدم الناتجة بطريقة غير خاضعة للرقابة، وغالبًا دون أي ضمانات بيئية. كما أن المرافق الحالية للفرز السليم أو إعادة التدوير أو الإدارة المخصصة لنفايات البناء والهدم محدودة، ويختلط جزء كبير من النفايات بالنفايات الصلبة البلدية عند إرسالها إلى مكبات النفايات (الشديفات وآخرون، 2023).

في عمّان، كانت نفايات البناء والهدم توجه تاريخيًا إلى موقع تكرير النفايات في البيضاء، الواقع جنوب عمّان على طول طريق المطار/الطريق الصحراوي، والذي كان الموقع الرسمي الرئيسي لتكرير مواد البناء والهدم. ويستقبل المرفق كميات كبيرة من نفايات الحفر، وحطام الخرسانة، والكتل المكسورة، وشظايا الأسفلت، والتربة الناتجة عن أعمال البناء. وقد استقبل موقع البيضاء حوالي 1.7 مليون متر مكعب من نفايات البناء والهدم، مما وضع ضغطًا كبيرًا على قدرته التشغيلية (جراسا نيوز، بدون تاريخ).

بسبب الضغط المتزايد على مكب البيضاء، أنشأت أمانة عمان الكبرى موقعين إضافيين مخصصين للتخلص من مخلفات البناء والهدم خارج حدودها الإدارية: أحدهما يقع شمالاً في صافوط والآخر جنوباً في العدسية. وبالتوازي مع ذلك، بدأت أمانة عمان الكبرى دراسة لتحديد خمسة إلى ستة مواقع إضافية صغيرة لنقل مخلفات البناء والهدم مخصصة خصيصًا للنفايات الناتجة عن أعمال تجديد المنازل

والبناء البسيطة. وستعمل مواقع النقل هذه كنقاط تفريغ وإعادة تحميل منظمة، حيث يتم نقل المواد المجمعة باستخدام المعدات التي توفرها أمانة عمان الكبرى إلى مواقع التخلص النهائي. وسيقتصر استخدامها على المركبات الصغيرة بسعة 2-3 أمتار مكعبة، وستفرض البلدية رسوم خدمة رمزية للتفريغ.

اما في المناطق التي لا توجد فيها مواقع مخصصة للتخلص من مخلفات البناء والهدم، فيقوم المقاولون عادةً بالتنسيق بشكل مباشر مع البلديات المحلية لتحديد المواقع المناسبة للتخلص منها، والتي غالبًا ما تكون غير رسمية وتفتقر إلى الضوابط البيئية.

6.2.13.4 إعادة التدوير

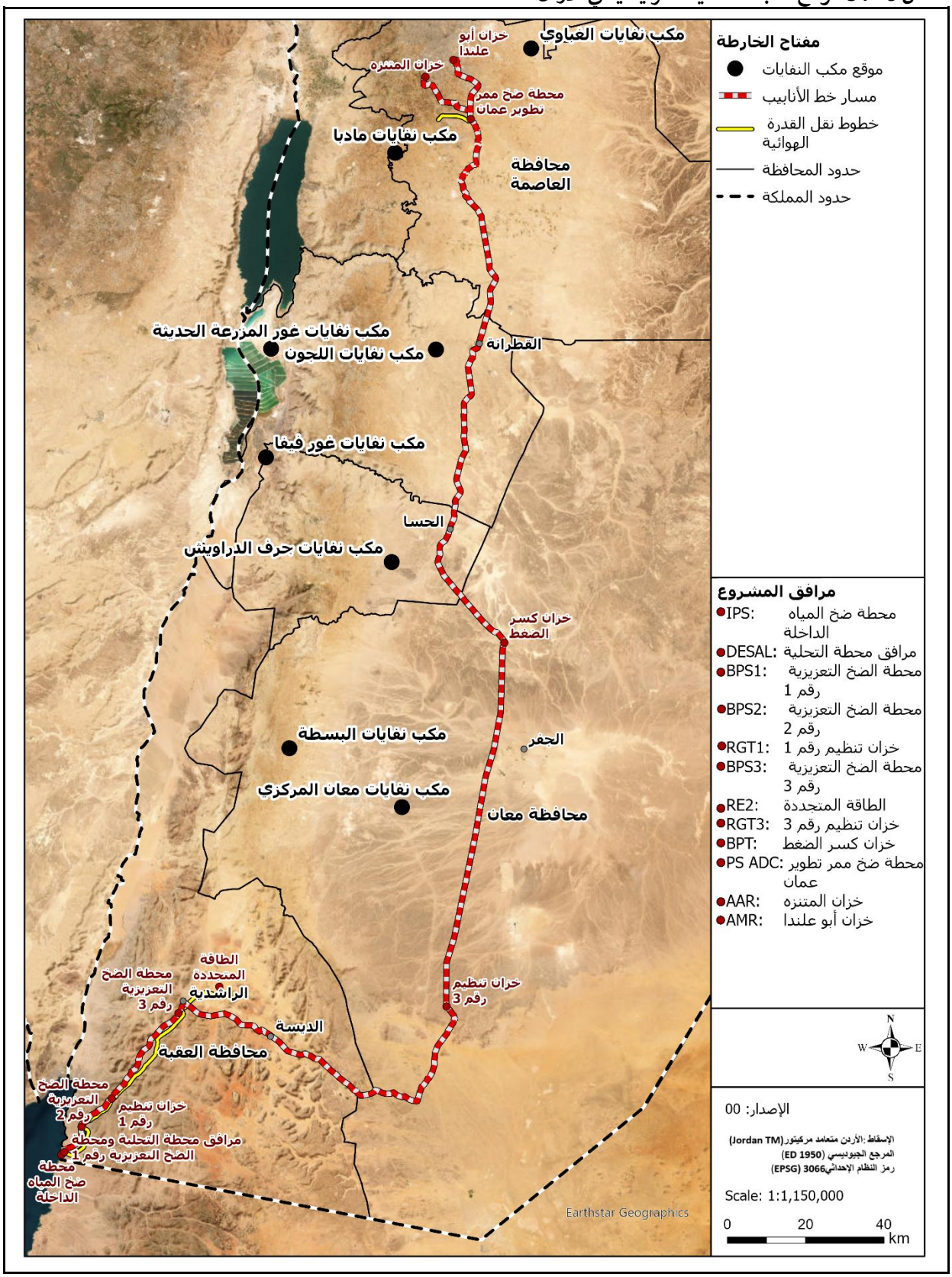
لا تزال إعادة التدوير في الأردن محدودة النطاق، ويعتمد عليها بشكل أساسي مشغلوا القطاع الخاص وشبكات التجميع غير الرسمية. حيث تقدر معدلات إعادة التدوير الوطنية بنسبة 7-10% من إجمالي النفايات المُولّدة، مما يعكس ضعف البنية التحتية، وانخفاض حوافز السوق، وغياب نظام إلزامي لفصل النفايات من المصدر (نفايات سواقة/GIZ، 2024)، ولا تشمل معظم الأنظمة البلدية الرسمية عمليات إعادة تدوير مخصصة، حيث يتم التخلص من جزء كبير من تلك المواد خارج مسار النفايات الذي تديره الحكومة.

وفي عمّان، يتركز نشاط إعادة التدوير حول منشأة نقل وفرز الشاعر ومكب الغباوي، حيث تستعيد خطوط الفرز الصغيرة والمتوسطة الحجم المواد البلاستيكية والمعادن والكرتون والورق قبل التخلص منها. وتُدار هذه العمليات في إطار نظام النفايات الصلبة الأوسع نطاقًا التابع لأمانة عمان الكبرى، ولكنها تظل محدودة مقارنةً بالكمية الإجمالية المُستهلكة في كلا المنشأتين (أمانة عمان الكبرى، 2019). بالإضافة إلى ذلك، تعمل شركات خاصة، مثل شركة رؤية عمّان لمعالجة وإعادة التدوير (AVTR)، الكائنة في سحاب، بتشغيل مرافق لاستعادة المواد تعمل على معالجة البلاستيك والكرتون والخردة المعدنية لإعادة بيعها وتصديرها (AVTR، 2025).

اما خارج عمّان، فتتم ممارسة أنشطة إعادة التدوير ومعالجة الخردة على نطاق صغير ومتوسط بشكل رئيسي في المناطق الصناعية، بما في ذلك المنطقة الصناعية في سحاب، والرصيفة، والمنطقة الحرة في الزرقاء، حيث يقوم تجّار الخردة الخاصّون ومرافق الكبس بمعالجة المعادن الحديدية وغير الحديدية، والورق المقوّى، وبعض أنواع البلاستيك (جايكا، 2017؛ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2019). وتُشكّل هذه المرافق العمود الفقري لاقتصاد إعادة التدوير في الأردن، حيث تتراوح عملياتها بين التكديس والفرز إلى التقطيع والمعالجة للتصدير.

على الرغم من هذه التدخّلات، لا تزال القدرة الوطنية على إعادة التدوير محدودة بسبب ضعف إنفاذ الأنظمة، وتلوّث المواد القابلة للتدوير نتيجة خلطها بالنفايات البلدية، وغياب الحوافز المالية الكافية للبلديات لتنفيذ أنظمة إعادة تدوير مستدامة (الوكالة الألمانية للتعاون الدولي GIZ) (نفايات صلبة 2024، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2019).

الشكل 6- 34 مواقع مكبات النفايات الرئيسية في الأردن



6.2.14 مسح خط الأساس البري وملخص الموائل

6.2.14.1 منهجية المسح

رسم خرائط الموائل

من اجل تحديد نوع الموائل، تم اجراء مسح لطول مسار خط أنابيب الناقل من ميناء العقبة إلى الخزانين المائيين الحاليين في عمّان. حيث تم تقييم جانبي مسار خط أنابيب الناقل بطول 100 متر تقريبًا، مع بحث بصري خفيف يصل إلى كيلومتر واحد على جانبي مسار خط أنابيب الناقل. وقد اختار الفريق المواقع التي بدا فيها وجود سمة موائل مثيرة للاهتمام (موائل تبدو مختلفَة عن الموائل السابقة)، لإجراء دراسة أكثر تفصيلًا خلال مسح خط الاساس البري.

في المناطق التي كان من الصعب الوصول إليها بسبب مخاوف تتعلق بالسلامة (مثل جوانب المنحدرات)، لم يتم اختيار المناطق الطبيعية المكونة من أحواض الملح (بدون نباتات)، وبعض المواقع التي كانت خارج المسار (بسبب عدم إمكانية الوصول إلى مسار خط أنابيب الناقل) للمسح. وشملت هذه المناطق:

- الموقع المُختار حاليًا لمحطة تحلية المياه.
- جزء بطول 7 كيلومترات من مسار خط أنابيب الناقل في القطاع 5، غير مُعبَّد بأي طريق. حيث تُشير صور الأقمار الصناعية إلى أن هذه المنطقة تُمثل بيئة طبيعية تتكون بشكل رئيسي من رواسب الصخور الجافة (بلايا).
- جزء بطول 7.5 كيلومترات من مسار خط أنابيب الناقل في القطاع 4، غير قابل للوصول بسبب وجود سواتر ترابية بارتفاع يتراوح بين 1.5 و2 متر، ومن المفترض أن يتم استخدامها لترسيم حدود المناطق ذات الأنشطة الزراعية. وقد تم تحديد المنطقة التي لم يتم اتاحة الوصول إليها بشكل قاطع على أنها أرض زراعية باستخدام صور الأقمار الصناعية.

وقد شملت نقاط مراقبة المواقع توقفات للتحقق من تقييم المناطق، لا سيما في المناطق الحضرية والزراعية، وتوقفات لتكوين لمحة عامة عن المشهد الطبيعي، وتوقفات لاستكشاف المناطق البعيدة عن مسار التنقل لتحديد الأنواع أو المعالم الأخرى ذات الأهمية (مثل المناطق "الخضراء" التي بدت شاذة مقارنةً بالمشهد الطبيعي العام).

استند قرار إدراج المواقع ضمن المسح الأساسي إلى عدة معايير (انظر الجدول 6-24)، شملت الأنواع الموجودة، وامتداد الموائل، وتفرد الموائل وأهميتها المحتملة، ومدى ملاءمة الموائل للأنواع المدرجة ضمن القوائم الحمراء، إضافةً إلى الخصائص الفيزيائية مثل خصائص التربة ومواد السطح.

وقد تبيّن أن استقرار التربة منخفض جداً في جميع مناطق الموائل الطبيعية على امتداد مسار نظام الناقل؛ وبالتالي لم يُؤخذ هذا العامل بعين الاعتبار عند تحديد إدراج المواقع ضمن المسح الأساسي البري. وبالمثل، كانت درجة الحموضة (pH) قلوية، حيث تراوحت بين 7.01 و7.98 للتربة، وبين 7.14 و8.00 للمياه الراكدة (الناتجة عن تسربات من خط أنابيب الديسي)، ولم يكن لذلك أي تأثير ملحوظ على اختيار مواقع مسح التنوع الحيوي البري. وترد النتائج التفصيلية المتعلقة باستقرار التربة في الملحق 12.

الجدول 6- 24 المعايير والمتغيرات المستخدمة لتحديد إدراج المواقع ضمن المسح الكامل

المعيار	معلمة إدراج الموقع	معلمة إدراج اختيارية	مُعدِّل إدراج الموقع
درجة حموضة التربة (pH)	نطاق حامضي (pH < 7)		الاستبعاد الانتقائي إذا كانت الحالة شائعة جداً
درجة حموضة المياه (**pH**)	نطاق حامضي (pH < 7)		الاستبعاد الانتقائي إذا كانت الحالة شائعة جداً
المياه	وجود مياه راكدة أو جارية	إدراج إلزامي إذا كان المصدر طبيعياً	الاستبعاد الانتقائي إذا كانت الحالة شائعة جداً أو إذا كانت المياه من مصدر غير طبيعي
استقرار التربة	فئة استقرار متوسطة إلى عالية (4<)		الاستبعاد الانتقائي إذا كانت الحالة شائعة جداً
فئة الموئل	موئل طبيعي	موئل شبه طبيعي / متدهور	
الركيزة	كهوف عميقة أو مبانٍ كبيرة مهجورة	دلائل على وجود الخفافيش (مثل الفضلات/الغوانو)	

المعيار	معلمة إدراج الموقع	معلمة إدراج اختيارية	مُعدِّل إدراج الموقع
	آثار أقدام، روث، إلخ، للحيوانات		
	جحور نشطة / مكبات للثدييات الصغيرة		
	وجود ركيزة مرتبطة بـ (موئل) أنواع حيوانية مدرجة ضمن القوائم الحمراء		
الأنواع المدرجة ضمن القوائم الحمراء (نباتات وحيوانات)	وجود أنواع مصنفة من قبل IUCN: غير مهددة، قريبة من التهديد، معرضة للخطر، مهددة بالانقراض، مهددة بالانقراض الشديد		الاستبعاد الانتقائي فقط إذا كانت شائعة جداً
الأنواع النباتية وتركيبها	أنواع فريدة أو غنى نوعي مرتفع أو أنواع تختلف عن المجتمع/العنصر المجاور		الاستبعاد الانتقائي فقط إذا كانت شائعة جداً
	وجود أنواع مرتبطة بـ (موئل) أنواع حيوانية مدرجة ضمن القوائم الحمراء		
كثافة النباتات / تغطية المظلة النباتية	كثافة/تغطية عالية	وجود نباتات تحت المظلة	

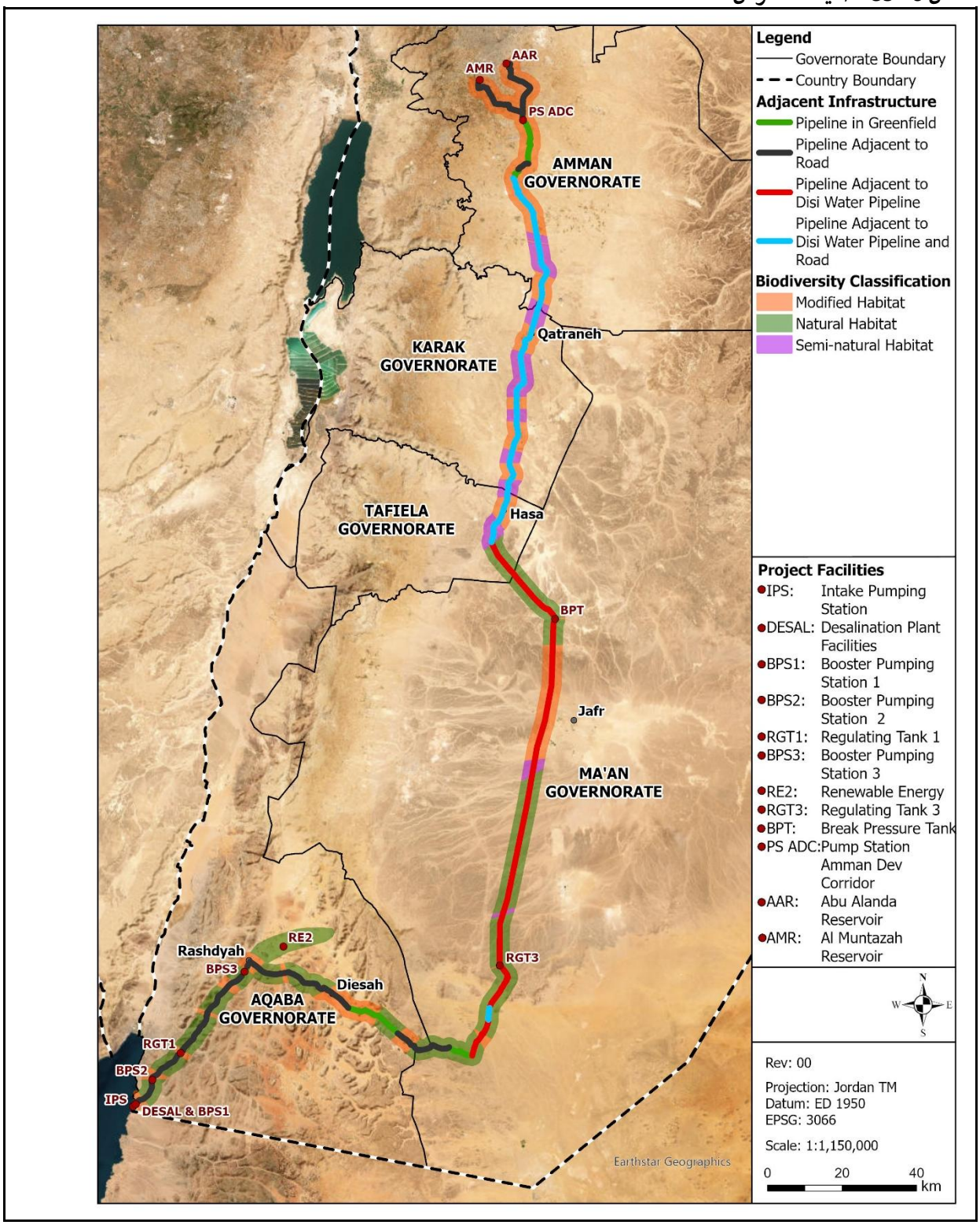
وقد تم تصنيف الموائل التي تمت مواجهتها كما هو موضح في الجدول 6-25 والشكل 6-35.

الجدول 6- 25 تصنيفات الموائل

الفئة الرئيسية للموائل	ثانوي	ثالثي	الوصف
الموائل المعدلة	حضرية	سكنية	منطقة سكنية في الغالب
		تجاري/صناعي	تجارية/صناعية في الغالب
		مختلطة	سكنية مختلطة مع تجارية/صناعية
	زراعية	نشطة	حقول/بساتين زراعية مزروعة بنشاط
		مختلطة	الحقول الزراعية النشطة والبور/المهجورة
الموائل الطبيعية	طبيعية	قيمة منخفضة*	لا توجد تغييرات ملحوظة في الموائل الطبيعية
	شبه طبيعية/متدهورة		تغيير محدود في الموائل يعتبر طبيعيًا بنسبة >75%

* فيما يتعلق باستخدامات الأراضي، فإن تصنيف الموئل الطبيعي على أنه ذو قيمة منخفضة يرتبط بانخفاض مستوى الأنشطة التجارية أو الاقتصادية المرتبطة به، ولا يعكس قيمته من حيث التنوع الحيوي أو قدرته على دعم الأنواع النباتية والحيوانية ذات الأهمية.

الشكل 6- 35 تصنيفات الموائل



مسح خط الأساس

شمل مسح خط الأساس البري ما يلي:

- خطوط عرضية (ثلاثة خطوط عرضية بطول 100 متر موازية لمسار خط الأنابيب، على كلا الجانبين حيثما أمكن).
- مسارات عرضية للمشي (للنباتات والطيور والحيوانات، ومسوحات ليلية للحيوانات البرية).

- مربعات (للنباتات، في بعض قطع الأراضي فقط).
- مصائد الثدييات الصغيرة (قطع أراضي مختارة).
- مصائد الكاميرات (قطع أراضي مختارة).
- مسوحات لمجاثم الخفافيش (مناطق مختارة).
- تعداد المسطحات المائية (الطيور).
- مسوحات الجثث (الطيور)
- مسح الطيور.

ترد المنهجيات التفصيلية للمسوحات الأساسية ضمن تقرير المسح الأساسي البري، والمرفق كملحق 6-3 لهذا الفصل.

6.2.14.2 محطة التحلية

يقع موقع محطة التحلية المقترحة ضمن ميناء العقبة وبالقرب من الواجهة البحرية، وكان غير متاح للدخول وقت تنفيذ المسح. وقد أظهرت الملاحظات التي تم تسجيلها من خارج السور أن الموقع مغطى تقريباً بالكامل بالخرسانة، مع وجود بعض النباتات المتفرقة (Prosopis juliflora وSalsola baryosma) التي تنمو من خلال الشقوق وعلى أطراف القطعة غير المعبدة. ولم تُسجَّل أي دلائل على وجود ثدييات أو سحالي داخل الموقع. كما لوحظ انتشار مخلفات متنوعة، بما في ذلك مواد بلاستيكية وأنقاض، في أنحاء الموقع. ويُظهر الموقع بوضوح تأثراً كبيراً بالأنشطة البشرية، دون وجود أي مؤشرات على تنفيذ أعمال استصلاح أو إعادة تأهيل.

6.2.14.3 المقطع 1

ملخص الموائل للجزء الأول

يبدأ هذا المقطع من الميناء البحري في الجنوب، حيث يتم سحب المياه من منطقة العقبة، ويتم نقلها عبر الأنابيب إلى محطة تحلية المياه لمعالجتها، ثم يتم ضخها شمالًا. حيث يصعد خط أنابيب الناقل في البداية بسرعة لمسافة 12 كم تقريبًا باتجاه الحافة الجنوبية لجبال العقبة، ثم يمتد موازيًا لطريق شاحنات العقبة، الذي يحمل البضائع الداخلة إلى ميناء العقبة والخارجة منه.

ويتميز هذا المقطع بأنظمة الأودية التي تعبر من الشرق إلى الغرب، ويتكون من سطح من الرمل والحصى فوق طبقة من الحجر الجيري. حيث تقع محمية العقبة المقترحة جنوب شرق مسار خط الأنابيب، وتبعد أقرب نقطة منه حوالي 6 كم.

ويُعتبر الجزء الأوسط من المقطع "موئلا طبيعيًا"، بينما تم تصنيف الطرف الجنوبي والشمالي من المقطع على أنهما موئلان معدلان، حضريان (تجاريان/صناعيان) نظرًا لوجود الميناء ومنشأة صناعية، على التوالي (الشكل 6-36). فالموئل الطبيعي نادرٌ جدًا، حيث تنتشر معظم النباتات على جوانب الطرق المضطربة وفي الأودية. فيما يلي ملخص لتصنيف الموئل:

الجدول 6- 26 ملخص تصنيف الموائل، المقطع 1

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدل	حضري	تجاري/صناعي	تجاري/صناعي في الغالب	5.6	49.5
طبيعي	طبيعي	منخفض القيمة	لا توجد تغييرات ملحوظة في الموائل الطبيعية	5.7	50.5
إجمالي طول المقطع				**11.3km**	

المقطع 1، ملخص خط الأساس

تم اختيار أربعة مواقع ضمن هذا القطاع لأخذ عينات نباتية مفصلة، تمثل الخصائص النباتية العامة للقطاع ككل. حيث تشكل الموائل داخل القطاع توزيعًا نباتيًا متناثرًا ومتفرقًا.

الجدول 6- 27 المقطع 1، ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA1	0.40	1	1	-	-
FA2	1.03	4	7	-	-
FA3	6.85	3	17	-	-
FA-PS1	0.27	1	1	1	1

سجل مسح خط الأساس البري ستة أنواع نباتية ضمن مواقع العينة: شجرة صغيرة تُدعى" السمر "، وعشبة حولية تُدعى" العيزون "، وشجيرات مُعمرة تُدعى" الكليوم "، و" أ الأكرادنوس باكاتوس "، و" بوليكاربيا ريبنس "، و" السلسلة ".

كما وتم تسجيل أنواع نباتية إضافية ضمن هذا المقطع ولكن خارج خطوط المسح، وشملت هذه الأنواع: شجيرات منخفضة تُدعى" الحمادة "و" والإفيونا الخشنة"، ونبات عشبي مُعمر يُدعى" الموريتيا الرمادية "و" والزيلة الشوكية"، بالإضافة إلى نبات عشبي" البانكوم المنتفخ و"ستيباغروستيس". وسُجلت هذه الأنواع على طول شريط ضيق ومتفرق مُجاور مباشرةً لجانب الطريق.

وكانت كثافة النباتات في هذا المقطع مُتناثرة بشكل عام، حيث تراوحت نسبة الغطاء النباتي بين 0.27% و6.85%. وقد تم تسجيل أعلى كثافة في الموقع FA3، الذي دعم نسبة كبيرة نسبيًا من شجيرة "سالسولا باريسوما".

وقد تم العثور على عينة واحدة من شجيرة "الكليوم دروسيريفوليا"، المُدرجة على أنها مُهددة بالانقراض محليًا في الأردن، في الموقع FA2. ويُمكن التعبير عن الوفرة النسبية لهذا النوع بمعدل ظهور قدره 3.8% من جميع النباتات المُسجلة ضمن هذا المقطع (عدد سجلات هذا النوع مقسومًا على إجمالي عدد سجلات النباتات في المقطع، ويتم التعبير عنه كنسبة مئوية).

تم العثور على شجيرة السمر "أكاسيا الشوك المظلي"، المُدرجة على أنها مُعرَّضة للإنقراض محليًا (عالميًا "الأقل إثارة للقلق") في ثلاثة مواقع (FA1 ، FA2، FA-PS1)، مع عينة واحدة سُجِّلت في كل موقع، مما يُعطي معدل ظهور قدره 11.5% للمقطع ككل.

كما تم رصد نوع واحد من الزواحف في هذا المقطع، في موقع FA-PS1، وهو "سحلية العقبة الزائفة " و"السمان العقباوي" (غير محمية). إضافةً إلى ذلك، دعم هذا الموقع FA-PS1 أيضًا وجود جحر محتمل (الشكل 6-36) للسحلية المصرية ذات الذيل الشوكي المدرجة في قائمة الاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) (المعرضة للانقراض).

الشكل 6- 36 جحر محتمل لسحلية مصرية شوكية الذيل (يسار) وسحلية العقبة (يمين) تم رصدهما في الموقع *FA-PS1*

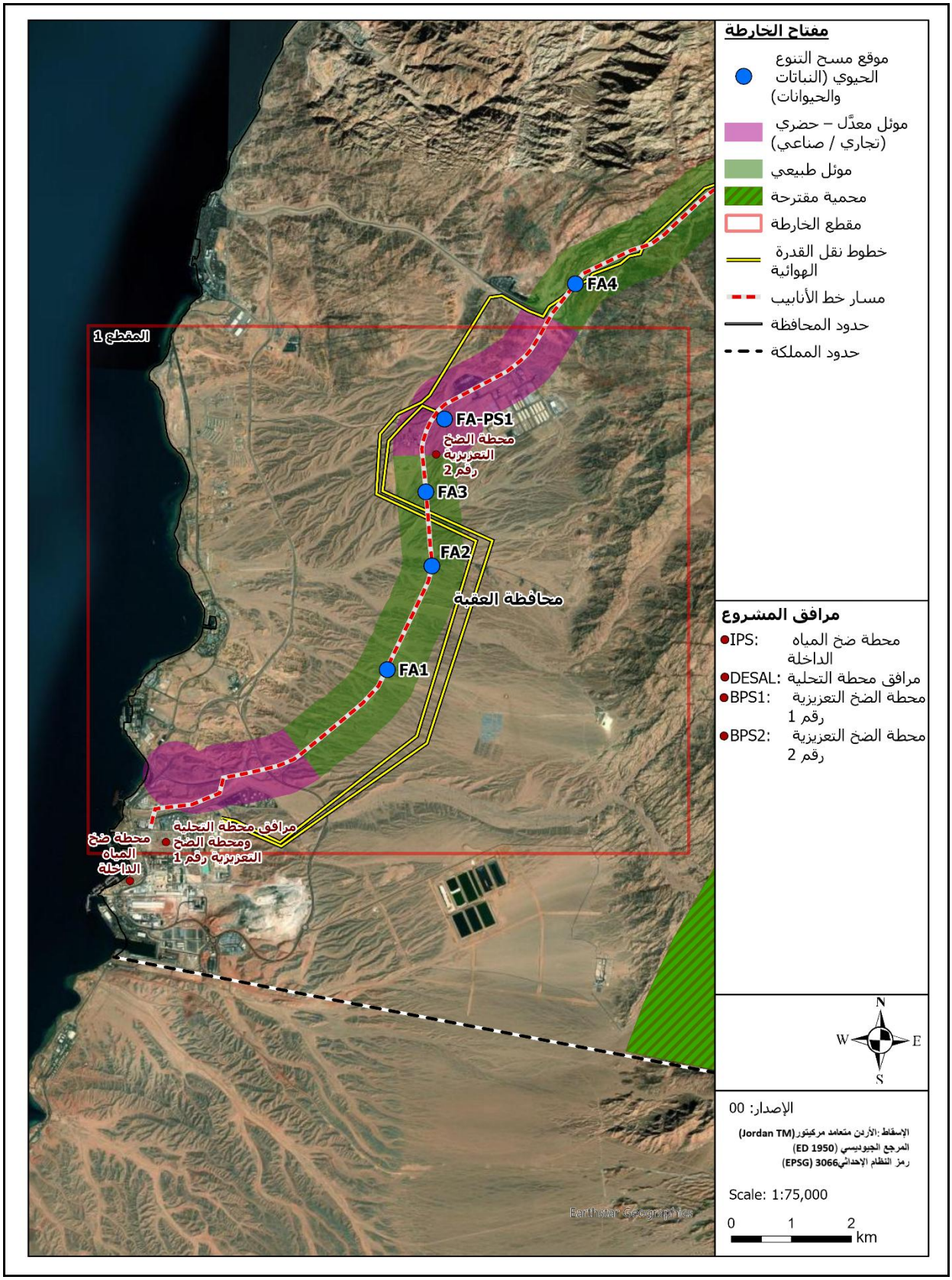
الحساسيات الرئيسية للمقطع 1

قدّم هذا المقطع أمثلةً على نباتات" الكليوم"، المُدرجة على أنها مُهددة بالانقراض محليًا في الأردن، والسمر "أكاسيا الشوك المظلي" المُدرجة على أنها مُعرّضة للانقراض محليًا.

ولوُحظ نوع واحد من الزواحف في هذا الجزء، وهو "السمان العقباوي/ الأكابينسيس"، وتم تسجيل وجوده في منطقة ذات غطاء نباتي منخفض.

بالإضافة إلى ذلك، تم تسجيل جحر مُحتمل **ل"السحلية الذيلية الشوكية المصرية"** ذات الذيل الشوكي في هذا المقطع، والمُدرجة على أنها مُعرّضة للانقراض من قِبل الاتحاد الدولي لصون الطبيعة.

الشكل 6- 37 خريطة المقطع 1



6.2.14.4 المقطع 2

المقطع 2 ملخص الموائل

يمتد الجزء الثاني من الطريق لمسافة 15 كيلومترًا تقريبًا عبر جبال العقبة، ويزداد ارتفاعًا كلما اتجه شمالًا موازيًا لطريق شاحنات ميناء العقبة (الشكل 6-38). حيث تهيمن جبال الجرانيت على المشهد الطبيعي، مع وجود وديان تخترق الطريق، وأحيانًا تكون موازية لمسار خط الأنابيب. ويُحاط الطريق بمنحدرات جرانيتية شديدة الانحدار في معظم أجزاء مسار خط الأنابيب المقترح في هذا المقطع. وتوجد أحيانًا منشآت صناعية وتجارية على طول الطريق، بالإضافة إلى بنى تحتية أخرى لشاحنات النقل والمركبات الأخرى. كما يقتصر الغطاء النباتي في الغالب على المناطق المضطربة (مثل جوانب الطرق) وبيئات الأودية (الجدول 6-28).

الجدول 6- 28 ملخص تصنيف الموائل، المقطع 2

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدل	حضري	تجاري/صناعي	تجاري/صناعي في الغالب	2.6	18
طبيعي	طبيعي	منخفض القيمة	لا توجد تغييرات ملحوظة في الموائل الطبيعية	11.9	82
اجمالي طول المقطع 2				**14.5km**	

المقطع 2، ملخص خط الاساس

تم اختيار ثلاثة مواقع ضمن هذا المقطع لأخذ عينات نباتية مفصلة، تمثل الخصائص النباتية العامة للمقطع ككل. حيث تشكل الموائل ضمن هذا المقطع توزيعًا نباتيًا متناثرًا ومجزأً (الجدول 6-29).

الجدول 6- 29 المقطع 2 ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA4	2.28	4	9	-	-
FA5	2.61	6	13	-	-
FA6-PS2	0.00	0	0	-	-

سجل مسح خط الأساس البري تسعة أنواع نباتية ضمن مواقع العينة: الشجرة الصغيرة، والسمر، والأعشاب/الشجيرات الصغيرة، والأناباسيس، والزيلة الشوكية، وشجيرات الكليوم، والكروتالاريا المصرية، والرمث، والخزامى الشوكية، والأكرادنوس والسلسلة.

تم عمل سجلات إضافية للأنواع النباتية ضمن هذا المقطع، ولكن خارج المقاطع العرضية. وهي: الشجيرات الأرثروكنيموم ، وغضروف الكبّار ، والحمادة ، والريتما، جنبًا إلى جنب مع الأعشاب/الشجيرات الفرعية، والحنظل، والفاغية اللينة ، والفورسكولي ، والهليوتروبيوم، واللاونيا الشوكية، والبرغولارية الصوفية وتم تسجيل هذه الأنواع على طول شريط ضيق ومتفرق مُحاذي مباشرةً لجانب الطريق.

تم العثور على عينة واحدة من نبات الكليوم، المُصنَّف ضمن الأنواع المُعرَّضة للانقراض محليًا في الأردن في الموقعFA4 . يُمكن التعبير عن الوفرة النسبية لهذا النوع بنسبة 4.5% من إجمالي النباتات المُسجَّلة ضمن هذا المقطع (عدد سجلات هذا النوع مقسومًا على إجمالي عدد سجلات النباتات في المقطع، مُعبَّرًا عنه كنسبة مئوية).

وقد تم تسجيل عينة واحدة من شجرة السمر (شجرة الأكاسيا ذات الشوك المظلي) المدرجة على أنها معرضة للخطر محليًا (أقل إثارة للقلق عالميًا) في الموقع FA5 ، مما أعطى معدل ظهور بنسبة 4.5٪ للمقطع ككل.

تم تسجيل عيّنتين من نبات الخزامى الشوكية (المهدد بالانقراض في قاعدة بيانات التنوع الحيوي في الأردن) في الموقعين FA4 وFA5، بواقع عينة واحدة في كل موقع. هذا يُعطي معدل ظهور بنسبة 9% للمقطع بأكمله.

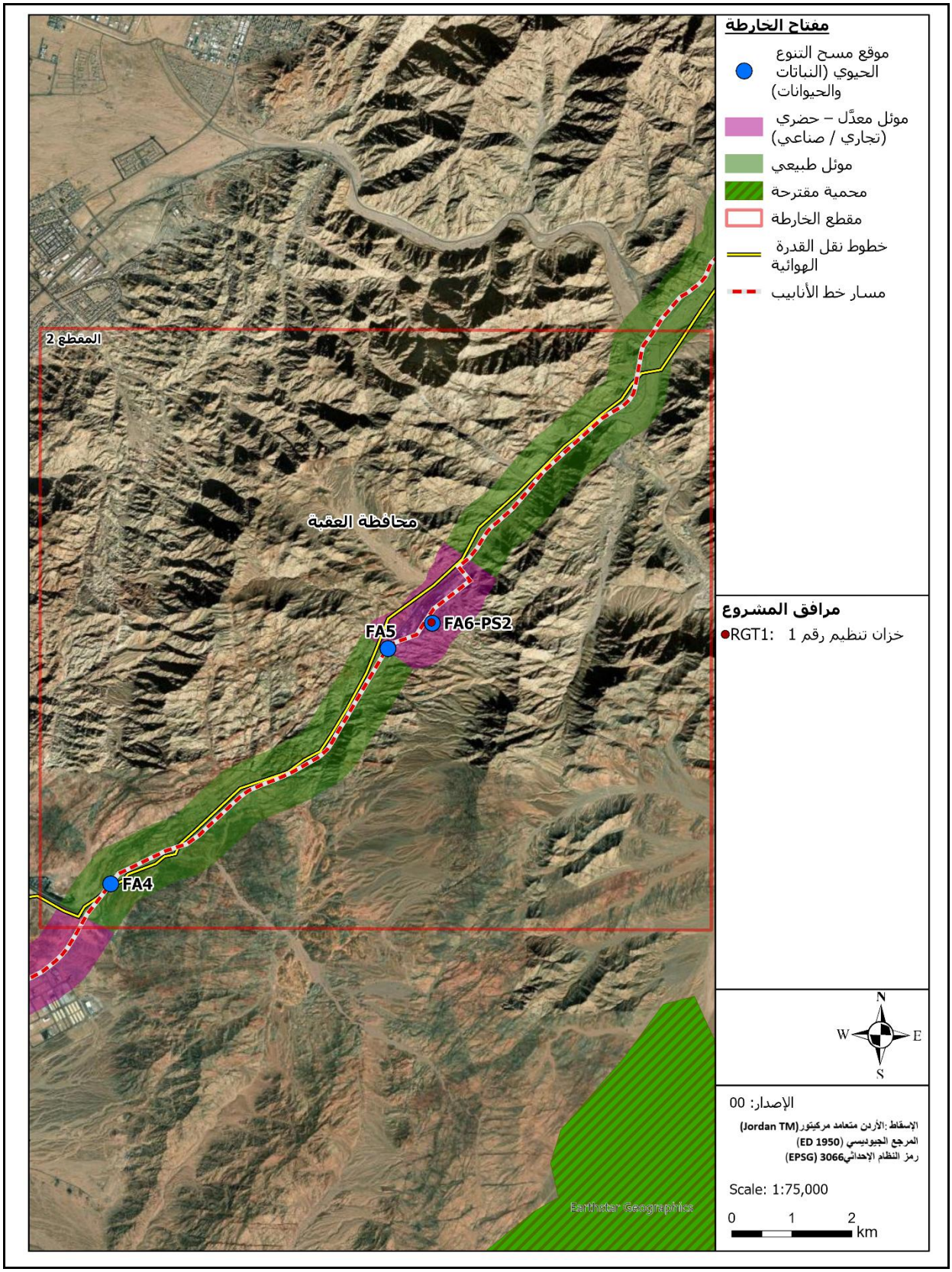
لم يحتوي الموقع المقترح لمحطة ضخ BPS2 (FA6-PS2) على أي مواد نباتية قابلة للقياس، ويبدو أنه تم استخدامها كموقع للتخلص من النفايات والقمامة.

لم يتم ملاحظة أي أنواع أو علامات حيوانية في أي من المواقع الثلاثة في هذا الجزء.

المقطع 2 الحساسيات الرئيسية

تم تسجيل تسعة أنواع من النباتات في المقطع 2. ومن بين هذه الأنواع :السمر ، والكليوم ، والخزامى الشوكية، وهي مدرجة في القائمة الحمراء في الأردن.

الشكل 6- 38 خريطة المقطع 2



6.2.14.5 المقطع 3

المقطع 3 ملخص الموائل

في هذا الجزء، تبدأ التضاريس في التساوي، لا سيما على طول المقاطع الشمالية من الطريق، حيث يتقاطع نظام وادي كبير (واسع) مع الطريق من الجانب الغربي. هذا جزء من وادٍ يمتد موازيًا للطريق في معظم طوله على الجانب الشرقي من الطريق السريع.

تتميز المنطقة بتنمية متفرقة وموزعة على نطاق واسع نسبيًا، بما في ذلك نقاط تفتيش جمركية ومشاريع سكنية وزراعية، والتي تزداد مع تقدم الطريق شمالًا. على الرغم من وجود بعض الأشجار في الوديان، إلا أن الغطاء النباتي متباعد على نطاق واسع، ولا يزال النظام البيئي صحراويًا إلى حد كبير دون وجود أي أنواع نهرية واضحة. وفي بعض المواقع، طرأت تعديلات طفيفة على الوديان الأكبر حجمًا بسبب التدخل البشري، مثل السدود، لإبطاء تدفق المياه وتجميع المياه مؤقتًا (الشكل 6-39).

تقع المنطقة الفاصلة لمحمية وادي رم (PA) بجوار الحافة الشرقية لمسار خط أنابيب الناقل في نهاية المقطع. وفي نفس المنطقة، تقع محمية وادي رم الأساسية على بُعد 4 كيلومترات شرق المشروع.

الجدول 6- 30 المقطع 3 ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدل	حضري	تجاري/صناعي	تجاري/صناعي في الغالب	3.8	14.5
معدل	حضري	سكني	منطقة سكنية في الغالب	3.5	13.5
طبيعي	طبيعي	منخفض القيمة	لا توجد تغييرات ملحوظة في البيئة الطبيعية	18.6	72
إجمالي طول المقطع 3				25.9km	

المقطع 3 ملخص خط الأساس

أن الاضطراب على جانب الطريق أقل من المقاطع السابقة (ولكنه ليس غائبًا). قد يعود ذلك إلى أن المقطع أقل انغلاقًا بالمنحدرات الشديدة، واتساع الطريق (بسبب وجود مسارات مرورية إضافية) نتيجةً لاتصال طريق الميناء بالطريق الصحراوي.

الغطاء النباتي في هذا المقطع متفرق ومتناثر. تُمثل مواقع العينة الخصائص النباتية العامة لهذا المقطع. تم مسح الغطاء النباتي كمّياً في ثلاثة مواقع داخل هذا المقطع. وقد تراوحت نسبة الغطاء النباتي بين 0.08% و4.48% (الجدول 6-31).

الجدول 6- 31 المقطع 3 ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA7-EX	لا توجد قياسات للنباتات، موقع جديد يعتمد على مراقبة الحيوانات			1*	-
FA8	4.48	8	31	-	-
FA9	0.08	1	2	-	-
PS3	2.67	2	12	-	-
***الوعل النوبي (المها النوبي) معرض للخطر في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة**					

تم تسجيل تسعة أنواع نباتية في مواقع العينات: الأعشاب/الشجيرات الصغيرة: العيزون، والشيح السيبيري، والفاغية اللينة، واللاونيا الشوكية، والزيلة الشوكية، وشجيرات الرمث، والأكرادنوس، والريتما، والسلسلة. ولم يُدرَج أي نوع نباتي موجود في هذا المقطع للحفظ عالميًا أو محليًا.

اما الأنواع النباتية الإضافية ضمن هذا المقطع، والتي سُجِّلت خارج مواقع أخذ العينات، هي: شجرة أكاسيا راديانا الصغيرة (السنط)، وعشبة/شجيرة فرعية الأناباسيس والبرغولارية الصوفية، بالإضافة إلى شجيرة الحمادة. وجميعها نباتات أصلية في النظم البيئية الصحراوية وشبه الصحراوية. وكانت موجودة عادةً بكميات منخفضة في أرجاء المقطع، ومرتبة غالبًا قرب حواف الطرق.

تم اضافة موقع جديد (لم يُحدَّد سابقًا خلال التقييم السريع) (FA7-EX) لمراقبة الحيوانات إلى المسح بناءً على مشاهدة حديثة لأحد أعضاء فريق المسح في آذار 2025 (قبل أربعة أشهر من مسح خط الأساس) لنوع مُدرَج في قائمة الاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) (مُعرَّض للخطر)، وهو الوعل النوبي (المها النوبي).

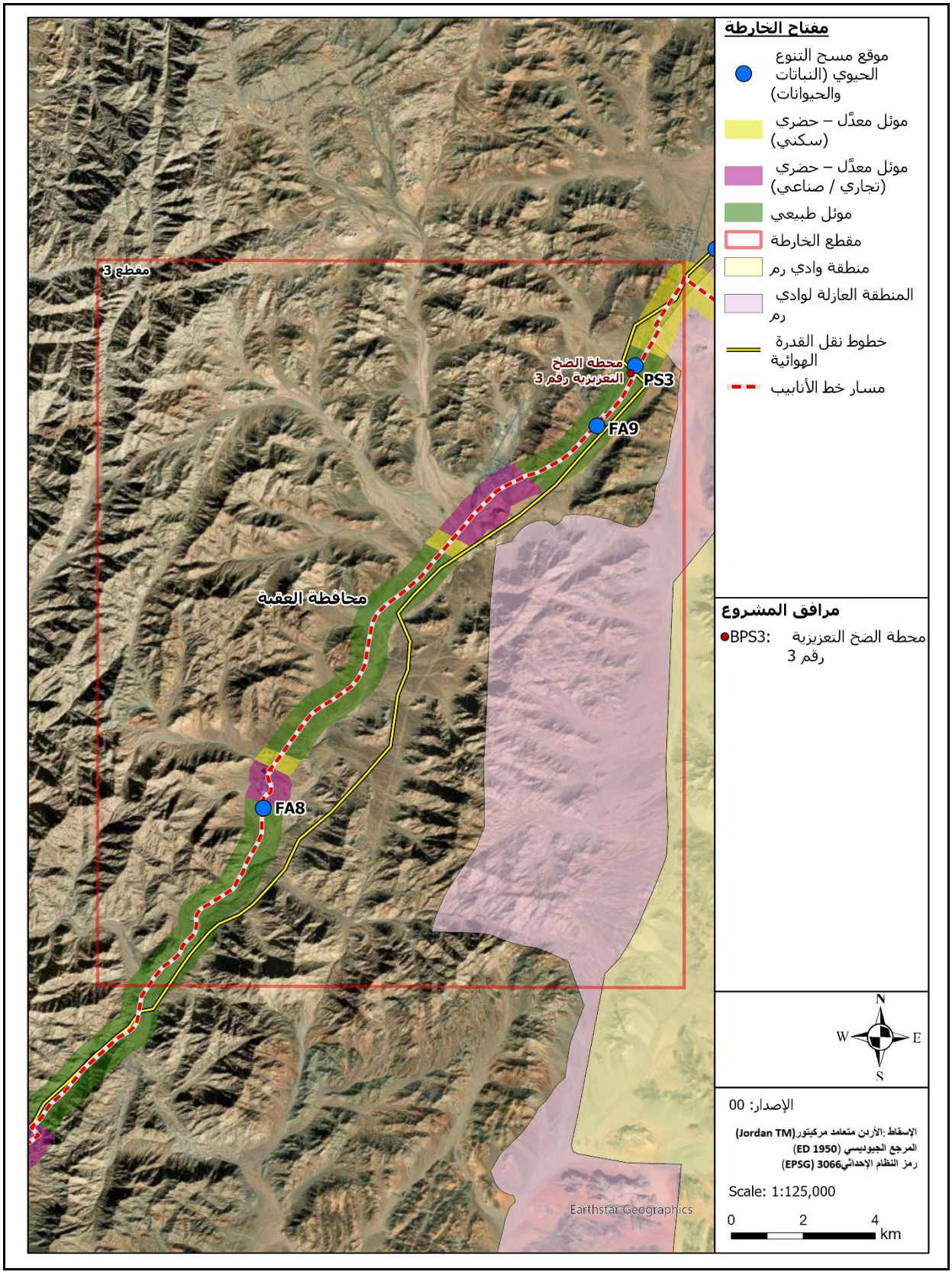
لم تُلاحَظ أي أنواع أو علامات حيوانية أخرى (بما في ذلك مواقع محتملة لتعشيش الخفافيش) في المواقع في هذا المقطع.

المقطع 3 الحساسيات الرئيسية

لم يُدرج أي نوع نباتي موجود في هذا المقطع للحفظ عالميًا أو محليًا.

وقد رصد أحد أعضاء فريق المسح مؤخرًا نوعًا مُدرجًا في قائمة الاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) (مُعرّض للانقراض)، وهو الوعل النوبي، في آذار 2025 (قبل أربعة أشهر من مسح خط الاساس).

الشكل 6- 39 خريطة المقطع 3



6.2.14.6 المقطع 4

المقطع 4 ملخص الموائل

يبدأ هذا المقطع من حيث ينحرف مسار خط الأنابيب عن الطريق الصحراوي السريع عند تقاطع الرشادية. حيث يبلغ طول المقطع حوالي 55 كم، ويتجه من الشرق إلى الغرب، وتقع محمية وادي رم إلى الجنوب منه. ويقع ثلثا طول مسار خط أنابيب الناقل الشرقي داخل المنطقة الفاصلة لمحمية وادي رم ، كما هو الحال بالنسبة للموقع المقترح لمرفق الطاقة المتجددة، والتي تقع بالقرب من الطرف الغربي للمسار على جانبه الشمالي.

الطرف الغربي للمسار زراعي (مع وجود الحقول النشطة وغير النشطة/المهجورة في جميع أنحاء المنطقة) فعلى الرغم من أن مرفق الطاقة المتجددة نفسه ربما لم يكن منطقة مزروعة. ومع ذلك، نظرًا لأن هذه المناطق الزراعية تقع في الخلف وبعيدًا عن مسار خط أنابيب الناقل، فقد تم تصنيف المسار نفسه في الغالب على أنه "موئل طبيعي". مع تقدم المسار شرقًا، يتضاءل النشاط الزراعي. وفي بلدة الديسة، يستأنف النشاط الزراعي ويكون أكثر كثافة خارج المنطقة الفاصلة لوادي رم. إن المنطقة الفاصلة على طول مسار خط الأنابيب هي في معظمها موائل طبيعية، على الرغم من وجود مناطق ذات "موائل معدلة" خفيفة - حضرية (سكنية) وسكة حديد وادي رم، وبلدة الشاكرية الصغيرة، وبعض مشاريع التخييم السياحي الصغيرة (الشكل 6-40) تمتد من الديسة غربًا. وتوجد حقول زراعية ومسطحات ملحية. حيث ان مسار خط الأنابيب الناقل غير قابل للوصول في بعض المناطق الشرقية، لكن صور الأقمار الصناعية تُظهر بوضوح أن هذه المناطق زراعية/كانت كذلك، وتمثل موائل معدلة.

الجدول 6- 32 المقطع 4 ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدّل	حضري	سكني	منطقة سكنية بشكل رئيسي	8.9	16.5
مُعدّل	زراعي	نشط	حقول زراعية/بساتين مزروعة بكثافة	18.1	33.5
طبيعي	طبيعي	منخفض القيمة	لا توجد تغييرات ملحوظة في الموائل الطبيعية	27	50
إجمالي طول المقطع 4				54km	

المقطع 4 ملخص خط الأساس

بالنسبة لهذا المقطع، تم تقسيم نتائج مسح خط الأساس البري إلى مسار خط أنابيب الناقل ومناطق مرافق الطاقة المتجددة ومناطق خط النقل الهوائي.

مسار خط الأنابيب

تم مسح تسعة مواقع للتنوع الحيوي على طول مسار خط الأنابيب، منها الموقع FA15A الذي خضع للمسح فقط للبحث عن الحيوانات. ويعكس انخفاض ثراء الأنواع في هذه المنطقة على الأرجح وجود موائل طبيعية غير مضطربة، مما يشير إلى هيمنة الأنواع المقاومة للجفاف والحرارة والملوحة. حيث تتميز هذه النظم البيئية بالصحاري الدافئة القاحلة غير المضطربة، ويدعمها أيضًا وضع وادي رم كمنطقة محمية ومنطقة فاصلة تقع ضمنها معظم هذه المنطقة. وتمثل المواقع التي خضعت للمسح الخصائص النباتية العامة لهذه المنطقة (الجدول 6-33).

الجدول 6- 33 المقطع 4 ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA10	3.07	1	14	2	-
FA11	1.42	2	10	-	-

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA12	0.20	2	3	1	1
FA13A	2.91	1	12	1	-
FA13-B	0.00	0	0	-	-
FA14A	1.17	4	9	-	-
FA14B	1.45	4	5	-	-
FA15	0.00	0	0	-	-
FA15A	موقع المسح للحيوانات فقط			12	-

تم تسجيل ثمانية أنواع نباتية ضمن مواقع المسح، وهي: الأشجار :السمر والتمر النجمي/التمر النيلوتي، الشجيرات :الرمث الفارسي، الرمث) ،والريتما والسلسلة، الأعشاب/الشجيرات الصغيرة :السلسلة الشائكة، والزيلة الشوكية.

كما تم تسجيل أنواع نباتية إضافية في هذا المقطع، ولكن خارج مواقع المسح، وهي: الأعشاب/الشجيرات الصغيرة :البطيخ المر/ والحنظل، والفُلّيقارية المجعدة،و الرمث، النباتات المائية المعمرة :القصب، يُذكر أن السمر والرمث الفارسي هما نوعان مدرجان على القائمة الحمراء في الأردن كأنواع معرضة للخطر.(VU) وقد سيطر الرمث الفارسي على موقع المسح FA13A، وظهر كسجل واحد في الموقع FA14B، مع معدل مواجهة عام 24.5 %ضمن المقطع ككل.

أما السمر فقد سُجل كنبات واحد فقط في الموقع FA14B ، ما يعطي معدل مواجهة 1.9 % ضمن المقطع.

استضاف موقع المسح FA10 نوعين من الحيوانات; هما سحلية بوسك ذات الأصابع المهدبة (عدد فردين)، كما تم تسجيل حالة واحدة لجرذ الرمل.

وفي الموقع FA12 تم مشاهدة الثعلب الأحمر، بالإضافة إلى دلائل على وجود الجرذ الكثيف الذيل. أما في الموقع FA13A فقد تم مشاهدة سحلية شميدت المهدبة الأصابع.

وقد تم رصد أحد عشر نوعًا من الطيور في موقع المسح FA15A، وهي: الحمام الصخري، والحسون الصحراوي، والقبرة المتوجة، والسنونو الرمادي، والعصفور الصحراوي، والعصفور الأسود، والعصفور ذو المنقار المخملي، والعصفور المنزلي،و القمري الصحراوي الوردي، والسنونو الشوكي، وأبو قنين القصب، واليمام المطوق ويُعد هذا الموقع موئلًا مائيًا صناعيًا، يغذيه الماء القادم من المزارع المجاورة، كما دعمت المياه الراكدة وجود أفراد من العلجوم الأخضر المتغير.

ولا يُعتبر أي من الحيوانات المسجلة ذو أهمية حفظية.

مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي

يقع مرفق الطاقة المتجددة المقترحة على بُعد حوالي 8.5 كيلومتر شمال شرق مسار خط أنابيب الناقل عند تقاطع الرشادية في الطرف الغربي من المقطع الرابع، حيث سينقل خط النقل الهوائي (OHTL) الكهرباء إلى مختلف عناصر المشروع.

حيث تبلغ مساحة مرفق الطاقة المتجددة حوالي 2 كيلومتر × 2.3 كيلومتر، وتتكون من ثلاثة موائل مميزة. لذلك، استُخدمت ثلاث مجموعات من المقاطع العرضية لمسح النباتات، ومجموعتان إضافيتان من المقاطع العرضية لتحديد كمية الكائنات الحية في مواقع على طول خط النقل الهوائي المقترح (الجدول 6-34).

الجدول 6- 34 ملخص نتائج مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
S4-SPV1	11.92	1	48	-	3
S4-SPV2	0.93	1	4	-	3
S4-SPV3	4.90	1	13	-	3
S4-OHTL-4	8.00	1	35	1	1

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
S4-OHTL-5	4.25	1	26	-	-

تهيمن نباتات الرمث (ساكسول) على منطقة مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي. ولم يُسجل أي نوع نباتي آخر في أي من المواقع الخمسة في هذه المنطقة. ويبدو أن معظم هذه المنطقة كانت تُزرع في الماضي، لكنها الآن تبدو مهجورة.

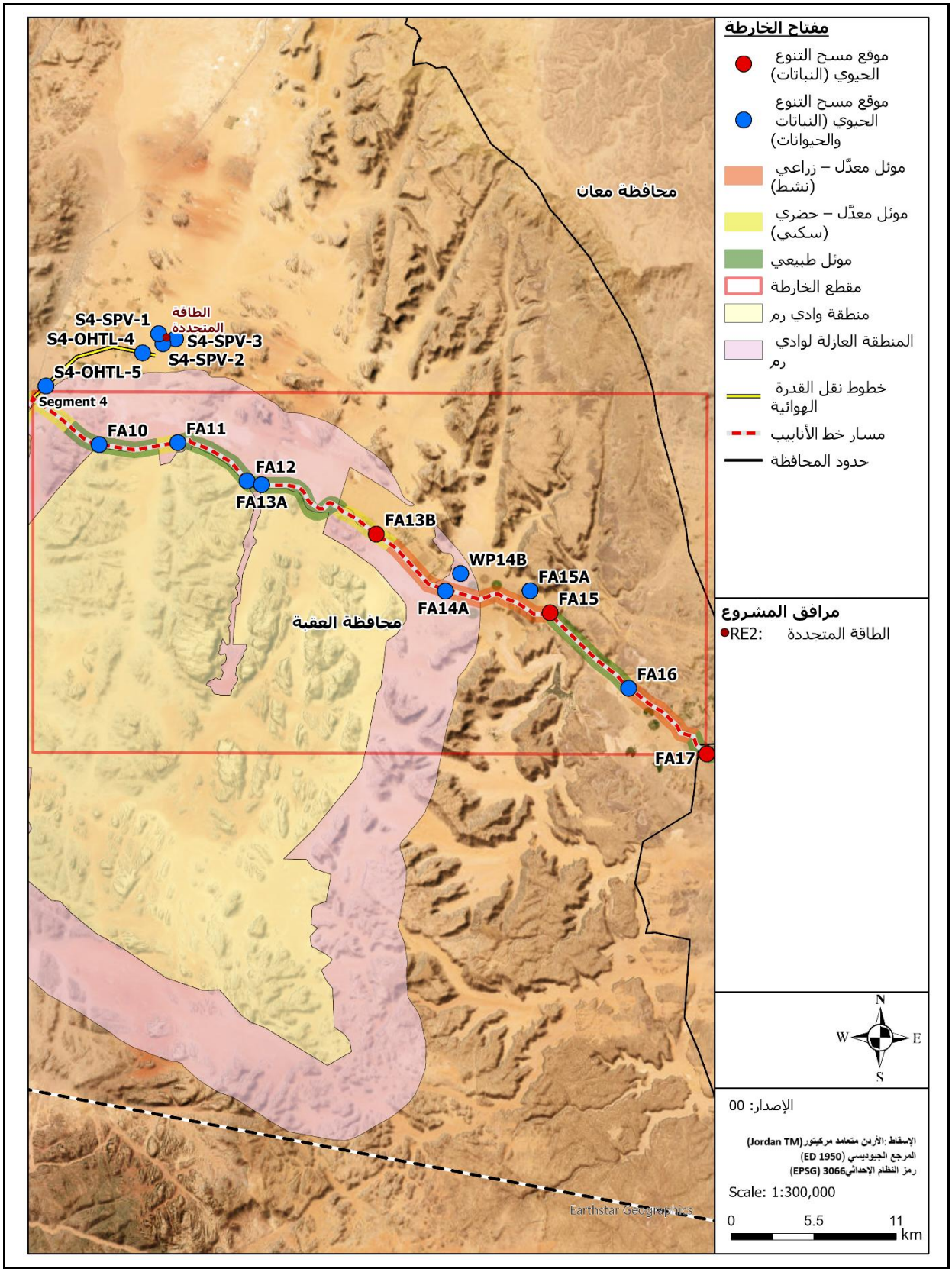
تم اكتشاف فرد واحد من سحلية بوسك ذات الأصابع الهامشية (سحلية بوسك ذات الأصابع المهدبة) في الموقع S4-OHTL-4 ، وتم العثور على علامات وجوده في جميع المواقع الأخرى في مجموعة مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي. بالإضافة إلى ذلك، وُجدت علامات على وجود ميريونيس كراسوس (جرد سونديفال) في الموقع S4-OHTL-4.

تم اكتشاف فرد واحد من سحلية بوسك ذات الأصابع المهدبة في الموقع S4-OHTL-4، كما تم العثور على دلائل على وجوده في جميع المواقع الأخرى ضمن مجموعة مواقع مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي (OHTL) ، بالإضافة إلى ذلك، لوحظت دلائل على وجود جرذ السنديفال في الموقع S4-OHTL-4.
وفي المواقع الأخرى ضمن مجموعة مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي OHTL، تم العثور على دلائل وجود جرذ الرمال السمين وجرذ السنديفال، على الرغم من عدم ملاحظة أي عينات حية.
لم يتم العثور في هذه المنطقة على أي نوع مدرج عالميًا أو في القائمة الحمراء في الأردن.

المقطع 4 الحساسيات الرئيسية

تم تسجيل ثمانية أنواع نباتية في ثمانية مواقع مسح ضمن هذا المقطع، من بينها نوعان مدرجان على القائمة الحمراء في الأردن كأنواع معرضة للخطر :(VU) السمر والرمث الفارسي. كما تمت ملاحظة أحد عشر نوعًا من الطيور في موئل مائي صناعي يغذيه الماء القادم من المزارع المجاورة والمياه الراكدة، كما دعمت المياه وجود أفراد من العلجوم الأخضر المتغير. وعلى الرغم من أن هذا الموقع ليس على طول مسار خط الأنابيب مباشرة، فقد أُجري مسح حيواني هناك نظرًا لاحتمالية جذب ودعم الحياة البرية بالقرب من مسار الخط.
وتسيطر الرمث –السكسو على منطقة مرفق الطاقة المتجددة وخط النقل الهوائي، والتي تبدو كأراضٍ زراعية مهجورة. كما تم تسجيل بعض الزواحف الشائعة ودلائل الثدييات (آثار الأقدام) ضمن المنطقة، ولكن لم يتم تسجيل أي أنواع مدرجة على قوائم الحفظ العالمية أو على القائمة الحمراء الأردنية.

الشكل 6- 40 خريطة المقطع 4



6.2.14.7 المقطع 5

المقطع 5 ملخص الموائل

هذا هو المقطع الوحيد الذي يتكون من جزء من مسار خط أنابيب الناقل المتجه من الغرب إلى الشرق، وجزء آخر من الجنوب إلى الشمال. كما يتميز بارتفاع ملحوظ في أقصى شماله، حيث يعبر ويمتد بموازاة بعض الأودية الكبيرة. ويرد أدناه ملخص لتصنيف الموائل لهذا المقطع.

الجدول 6- 35 المقطع 5 ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدل	حضري	تجاري/صناعي	تجاري/صناعي في الغالب	2.4	6
طبيعي	طبيعي	منخفض القيمة	لا توجد تغييرات ملحوظة في الموائل الطبيعية	35	94
إجمالي طول الجزء 5 (كم)				37.4km	

ينعكس هذا التنوع الجغرافي أيضًا في أن هذا المقطع يتمتع بأكبر (أعلى) غنى في الأنواع النباتية من بين جميع المقاطع. حيث إنه في المقام الأول موئل طبيعي. الزاوية الجنوبية الشرقية لمسار خط أنابيب الناقل غير قابلة للوصول (لا يوجد طريق أو مسار). ومع ذلك، تُظهر صور الأقمار الصناعية أن هذه المنطقة تتكون من رواسب الصخور الجافة (بلايا) وأسطح صحراوية والتي عادةً ما تكون ذات كثافة نباتية منخفضة جدًا في هذه البيئة.

في الطرف الشرقي، يتماشى المسار مع خط أنابيب الديسة. ينعطف شمالًا، مارًا بمرفق كبيرة للطاقة الشمسية الكهروضوئية والبنية التحتية المرتبطة بها، المصنفة على أنها "موئل معدل - حضري (تجاري/صناعي)". كما يدمج خط أنابيب الديسة سلسلة من الآبار، من المحتمل أنها مصممة لإدارة الضغط وكفاءة التشغيل (الشكل 6-41).

وتتسرب المياه من العديد من هذه الآبار إلى البيئة السطحية، مما يخلق أراضٍ رطبة صغيرة اصطناعية تدعم تنوعًا وكثافة أكبر للنباتات مما هو موجود عادةً على مدار العام في هذه البيئة الصحراوية. وتجذب هذه المناطق أنواعًا من الحيوانات والنباتات التي لا يمكن أن توجد في هذه المناطق.

المقطع 5 ملخص خط الاساس

تم مسح ثمانية مواقع في هذا المقطع، كان أحدها (FA24) مخصصًا لمسح الحيوان فقط.

وقد أظهر هذا المقطع غنىً أعلى في الأنواع النباتية مقارنةً بالمقاطع السابقة، حيث تم تسجيل 13نوعًا نباتيًا، وهي:

الأعشاب/الشجيرات القصيرة:الشيح الرملي، والحنظل، والرقروق/الشقارير، والبنج المصري، والدرقية/الشيحانة، والقتاد/العوسج الصحراوي، الشجيرات:الشيح العربي، والغضا/الرمث الغضّي، والدوار/الهليوتروبيوم المستدير الأوراق، والعرطة، والرتم، الأعشاب/النجيل والقصيبات:النَّجيل البلدي/الثيل، والقصب، كما تم تسجيل أنواع نباتية إضافية في هذا المقطع، وهي: الطلح ، والعجرم، والعُويرة، والعشر ، والحلفا الأمريكي ، والغضا الفارسي، والحمّاض/الحمضة ، والبنج الصحراوي ، واللوينة الشوكية ، والحسك الشوكي، والعلّيق الصحراوي، والقيسوم الصحراوي، والسَّلم/السَّلْسة ، والأثل ، والرغل الصحراوي.

هنالك خمسة أنواع نباتية مسجلة في مواقع العينات مُدرجة في القائمة الحمراء للأردن:

- (الشيح العربي) مهدد بدرجة ضعيفة وقد تم تسجيل 37 نبتة في أربعة مواقع، بمعدل تواجد 34.6% لهذا المقطع.
- (العرطة) مهدد بالانقراض حيث سجلت نبتة واحدة فقط، بمعدل تواجد 0.9%.
- (الشيح الرملي) قريب من التهديد: حيث تم تسجيل 18 حالة في ثلاثة مواقع، بمعدل تواجد 16.8%.
- (الدوار المستدير الأوراق) قريب من التهديد: وقد سجلت نبتة واحدة، بمعدل تواجد 0.9%.
- (البنج المصري) مهدد بخطر شديد: وقد سجلت نبتة واحدة، بمعدل تواجد 0.9%

الجدول 6- 36 المقطع 5 ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA16	0.00	0	0	1	-

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA17	1.13	3	19	0	-
FA20-1	1.28	3	8	0	-
FA21	6.08	6	36	2	-
FA22	5.50	8	23	1	-
FA23	1.43	2	5	1	-
FA24	-	-	-	2	-
FA25	9.27	3	16	0	-

على الجزء الغربي الشرقي من خط أنابيب الناقل، وُجدت منطقة طينية/ملحية خالية من أي نباتات مسجلة، إلا أنها تضمنت رصد سحلية سيناء آغاما (السمّان السينائي)، التي يبدو أنها تفضل المناطق غير المزروعة والتربة المتماسكة (غير الرملية).

تم تسجيل نوعان من السحالي في الموقع :FA21 سحلية بوسك ذات الأصابع المهدبة وسحلية أرنولد المهدبة الأصابع (سحلية أرنولد ذات الأصابع الهامشية). وسُجِّل نوع واحد من الزواحف، وهو أبو بريص ذو القدم المروحية في الموقع .FA22 وفي الموقع نفسه، تم دراسة هياكل مهجورة (جسور) يُحتمل أن تكون مواقع مأوى للخفافيش، ولكن لم يتم العثور على أي دليل على استخدامها للمأوى. وقد تم تسجيل وجود نوع واحد من الزواحف، وهو سحلية بوسك ذات الأصابع وسحلية بوسك ذات الأصابع المهدبة في الموقعFA23 .

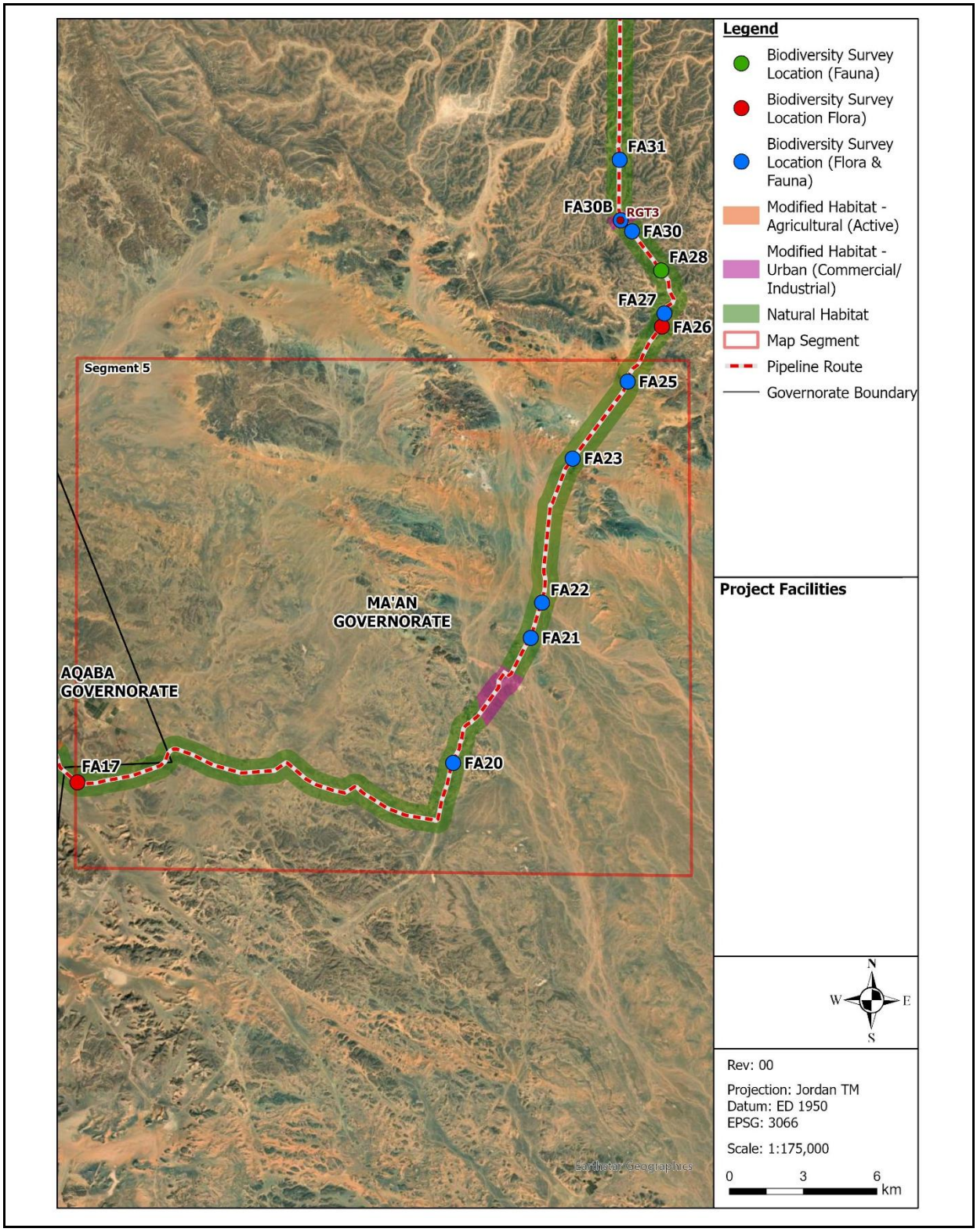
تم استخدام موقع مسح خط الاساس البري FA24 حصريًا كموقع لكاميرات تصوير الثدييات الأكبر حجمًا، حيث تم التقاط صورًا ليلية لثعلبين أحمرين (الثعلب الاحمر) وقنفذ صحراوي واحد (قنفذ الصحراء).

لم يتم العثور في هذه المنطقة على أي نوع من الثدييات أو الزواحف المدرجة عالميًا أو في القائمة الحمراء للأردن.

المقطع 5 الحساسيات الرئيسية

دعم هذا المقطع من المسح 13 نوعًا من النباتات، خمسة منها مُدرجة في القائمة الحمراء للأردن: الشيح الجعدي(VU) ، والعرْفَج (EN)، والشيح الرملي(NT) ، والرِّمث الكروي(NT) ، والبنج/السُّم الحَلَبي .(CR) كما تم اجراء تسجيلات عرضية للزواحف والثدييات الشائعة في هذا المقطع.

الشكل 6- 41 خريطة المقطع 5



6.2.14.8 المقطع 6

المقطع 6 ملخص الموائل

المقطع 6 موجه من الشمال إلى الجنوب، ويبلغ طوله حوالي 130 كم، ويبدأ عند تقاطع المسار غير المعبد الموازي لخط أنابيب الديسة وطريق الوصول إلى مصنع الشركة الأردنية الهندية للفسفوريك أسيد. وينتهي المقطع عند التقاطع مع الطريق السريع الصحراوي في الشمال.

يمر معظم الطريق في هذا الجزء عبر "الموائل الطبيعية". باتجاه مركز المقطع، وتوجد منطقة بها موطن معدل كبير مصنف على أنه "موئل معدل - زراعي (نشط)" (الشكل 6-42 والشكل 6-43). وتظهر آثار تسرب خط أنابيب الديسة بشكل أكثر وضوحًا في المناطق الوسطى والجنوبية. وبينما لا يوجد سوى القليل من التطوير في الجزء الجنوبي من المقطع، يمكن ملاحظة الأنشطة الزراعية بالقرب من (ولكن ليس بجوار) مسار خط أنابيب الناقل إلى الشمال.

الجدول 6- 37 المقطع 6 ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدَّل	حضري	تجاري/صناعي	تجاري/صناعي في الغالب	0.8	0.6
مُعدَّل	زراعي	نشط	حقول زراعية/بساتين مزروعة بنشاط	32	25
طبيعي	طبيعي	منخفض القيمة	لا توجد تغييرات ملحوظة في الموائل الطبيعية	91	70.8
طبيعي	شبه طبيعي/متدهور	منخفض القيمة	تغير محدود في الموائل يُعتبر طبيعيًا بنسبة تزيد عن 75%	4.7	3.6
إجمالي طول المقطع 6				**128.5km**	

المقطع 6 ملخص خط الأساس

تم مسح ما مجموعه 39 موقعًا في المقطع مع تسجيل ما مجموعه 23 نوعًا من النباتات.

الجدول 6- 38 المقطع 6 ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA26	0.00	0	0	-	-
FA27[1]	5.23	4	6	3	-
FA29	مسح الحيوانات فقط			2	
FA30	3.80	4	21	-	-
FA30B	0.00	0	0	-	-
FA31[2]	8.67	6	50	-	-
FA32[2]	2.81	3	10	1	-
FA33[2]	مسح الحيوانات فقط			1	
FA35[2]	1.80	4	9	-	-
FA36[2]	11.28	4	19	-	-
FA37[2]	2.20	8	19	-	1
FA38[2]	2.88	6	32	1	-
FA39[2]	2.15	5	17	-	-
FA40[2]	5.76	6	43	1	-
FA41[2]	7.91	6	22	2	1

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA42[2]	7.73	9	52	5	-
FA43	4.03	3	33	-	2
FA44[2]	3.68	5	47	1	-
FA45	0.00	0	0	-	-
FA46	0.12	1	5	1	-
FA46A	2.92	4	31	1	-
FA47	مسح الحيوانات فقط			1	1
FA48	0.45	2	10	1	-
FA50	مسح الحيوانات فقط			3	
FA51A	4.29	1	29	مسح النباتات فقط	-
FA51B	0.03	1	1	مسح النباتات فقط	-
FA52	مسح الحيوانات فقط				2
FA53	0.62	5	25	3	1
FA54	مسح الحيوانات فقط			1	-
FA55	0.85	2	-	1	
FA56	مسح الحيوانات فقط			2	-
FA57	مسح الحيوانات فقط			-	-
FA58	مسح الحيوانات فقط			2	-
FA59	مسح الحيوانات فقط			-	-
FA60	مسح الحيوانات فقط			1	-
FA-PS4	مسح الحيوانات فقط			-	-
FA61	0.92	3	6	مسح النباتات فقط	
FA62	0.28	2	2	مسح النباتات فقط	
FA63	0.05	1	1	مسح النباتات فقط	

[1]موقع تسرب المياه من خط أنابيب الديسة.
[2]موقع الوادي مع أشجار السَّمُر/ الطلح.

تتميز المنطقة الواقعة بين موقعي مسح خط الأساس البري FA31 و FA44 بانها تضم وديانًا متكررة (وصحراء متداخلة)، بما في ذلك الأنواع المدرجة محليًا في القائمة الحمراء (المعرضة للإنقراض) مثل السمر/الطلح. وقد بلغ ثراء الأنواع أعلى مستوياته في FA42 ، حيث تم تسجيل تسعة أنواع (القصب الأسترالي، والحميض الشوكي، والشيح الاصفر، والزِّيلَّة الشوكية/العوسج، والسَّمُر، والفاغية البروجيرية، والقيسوم العطري، والرَّمث، والنَّجيل البلدي.

كلما اتجهنا شمالاً على طول مسار خط الأنابيب، يتناقص ثراء الأنواع، ولا يوجد أي نباتات يمكن قياسها بين موقعي المسح FA54 و FA PS4.

كان نبات السمر/الطلح (المعرض للانقراض في الأردن) النوع النباتي الوحيد ذي الأهمية للحفظ والمسجل في هذا المقطع. وقد تم تسجيل أربع وثلاثون عينة في أحد عشر موقعًا من مواقع العينات في هذا الجزء. وهذا يُعطي معدل تواجد بنسبة 6.8% للمقطع ككل. مع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن هذا النوع يرتبط ارتباطًا أكبر بالوديان.

تم تسجيل السحلية شوكية الذيل المصرية، المُدرجة على القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة، في أحد مواقع المسح، كما تم توثيق جحر لها في موقع آخر. وشملت الأنواع الزاحفة الأخرى التي تم تسجيلها ما يلي: السحلية العقباوية، وسحلية بوسك شوكية

الأصابع، والسحلية السيناوية، وأبو فصادة (أبو رجل مروحي) الحسلكوست، وأبو الأصابع القصيرة الأردني، والسحلية العربية الشمالية، كما تم تسجيل دلائل على وجود ورل الصحراء في موقعين.

كانت أنواع الثدييات أقل شيوعًا، حيث لوحظت آثار جحور للجرد الليبي (جرذ ليبيا) في أربعة مواقع مسح، وثعلب أحمر (الثعلب الاحمر) خلال مسح ليلي؛ وقنفذ صحراوي (قنفذ الصحراء) في موقع واحد، وآثار لنوع من الجربوع في موقع آخر.

تم رصد الطيور في موقع مسح واحد ضمن المقطع 6، وهو الموقع FA42، وتشمل الأنواع المسجلة: القبرة المتوجة، والقمري الصحراوي/الحَسّون الصحراوي الوردي، وأبو قنين القصب، واليمام المطوَّق، ويعد هذا الموقع وادٍ غني بالأنواع النباتية.

كما وُجد الضفدع الأخضر المتغير (العلجوم الأخضر المتغير) في المياه الراكدة الناتجة عن تسرب من خط أنابيب الديسة.

المقطع 6 الحساسيات الرئيسية

يتميز هذا المقطع بكثرة الأودية التي تتدفق من الشرق إلى الغرب، متقاطعةً مع مسار خط الأنابيب المتجه جنوبًا-شمالًا. ومن سمات الأودية الأكبر وجودا أشجار السمر/ الطلح، وهي من الأنواع المدرجة في القائمة الحمراء للأردن (معرضة للانقراض).

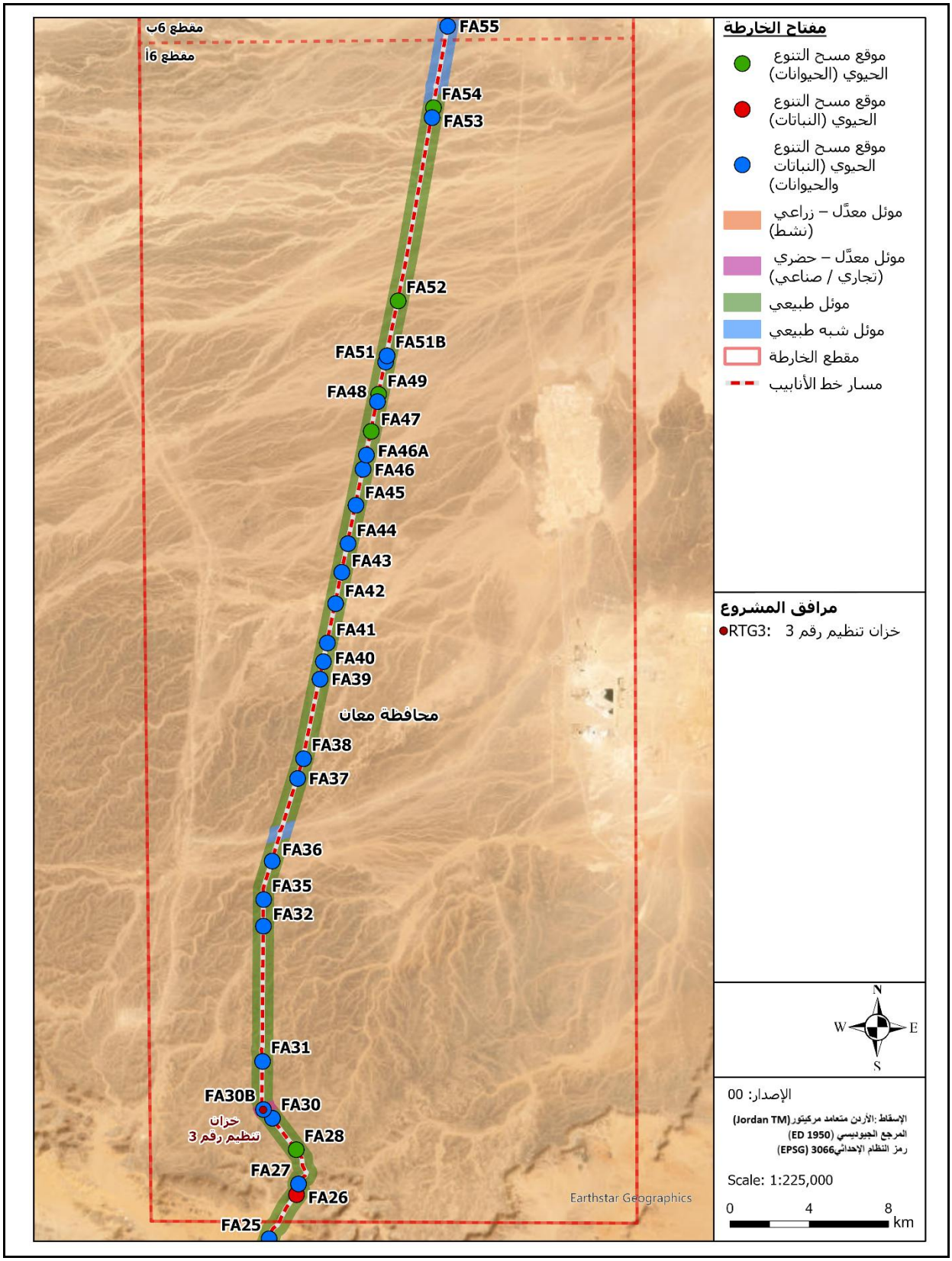
وشملت الأنواع الحيوانية في هذا الجزء عددًا من أنواع الزواحف الشائعة، بالإضافة إلى وجود السحلية شوكية الذيل المصرية ذات الذيل الشوكي، المدرجة في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، والتي بدت منجذبة بشكل خاص إلى المناطق المنخفضة/غير المغطاة بالنباتات.

كانت أنواع الثدييات أقل شيوعًا، مع وجود مؤشرات على وجود أنواع شائعة ومنتشرة فقط.

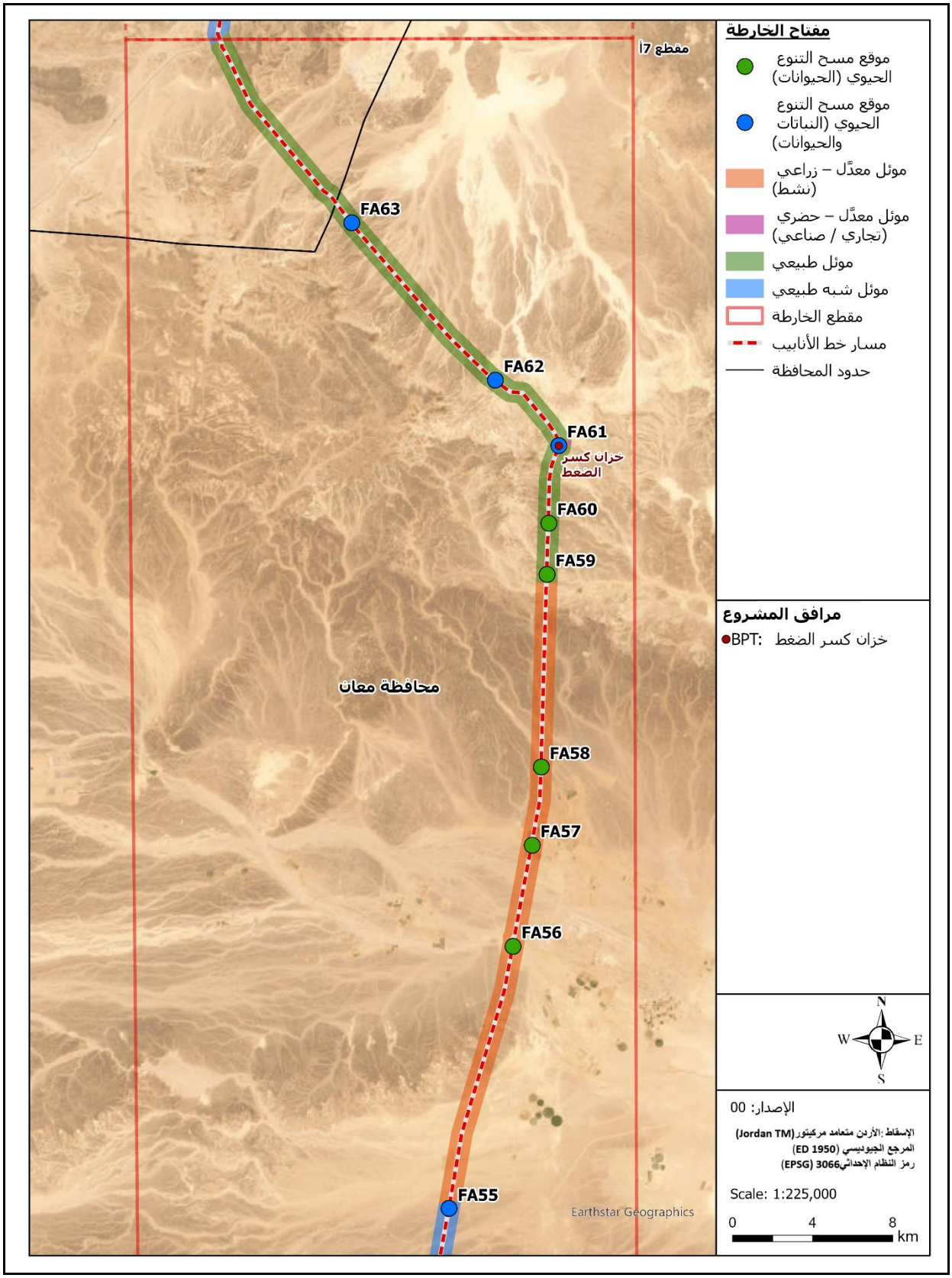
لوحظ وجود طيور في أحد مواقع المسح في المقطع 6، في موقع وادٍ غني بالأنواع النباتية.

بالإضافة إلى ذلك، وُجدت برمائيات ضفدع العلجوم الأخضر المتغير (ضفدع أخضر متغير اللون) في المياه الراكدة الناتجة عن تسرب خط أنابيب الديسة.

الشكل 6- 42 خريطة المقطع 6أ



الشكل 6- 43 خريطة المقطع 6 ب



6.2.14.9 المقطع 7

المقطع 7 ملخص الموائل

المقطع 7 هو مقطع طويل آخر يبلغ طوله حوالي 128 كيلومترًا، ويمتد على طول الطريق الصحراوي حتى يصل إلى حدود عمّان الخارجية. يُعد هذا المقطع الأكثر تنوعًا بين جميع المقاطع، إذ يضم مجموعة من أنواع الموائل المتدهورة والمعدلة. ولم يكن هناك أي امتداد يُذكر لمسار خط أنابيب الناقل يُمكن تصنيفه على أنه "موئل طبيعي" في هذا المقطع.

أما في الجنوب، يمر المسار عبر مناطق تبدو موائل طبيعية، ولكنها غالبًا ما تتخللها مناطق حضرية (سكنية وتجارية وصناعية) ومناطق زراعية. وإذا اتجهنا شمالًا، يستمر مسار خط أنابيب الناقل في موازاة الطريق الصحراوي في معظم طوله. ثم ينحرف بشكل دائم عن الطريق الصحراوي وخط أنابيب الديسة عند إحداثيات 31°37'30.22" شمالاً / 35°59'40.75" شرقاً، ويتجه مسار خط أنابيب المشروع شرقاً حول مطار الملكة علياء الدولي (الشكل 6-44 والشكل 6-45).

حيث يبدو أن الطريق السريع والبنية التحتية الأخرى قد أثّرت بشكل كبير على الموائل، من خلال تعطيل تدفق المياه السطحية الطبيعي من الشرق إلى الغرب والاضطرابات المرتبطة بالطريق نفسه، ومن خلال تشجيع التنمية الحضرية والزراعية من خلال توفير سهولة الوصول إلى ممر الناقل الرئيسي بين الشمال والجنوب.

الجدول 6- 39 المقطع 7، ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
مُعَدَّل	حضري	تجاري/صناعي	تجاري/ صناعي في الغالب	24	18.7
مُعَدَّل	حضري	سكني	منطقة سكنية في الغالب	16.7	13
مُعَدَّل	حضري	مختلط	سكني مختلط مع تجاري/ صناعي	10.1	7.9
مُعَدَّل	زراعي	نشط	حقول زراعية/ بساتين مزروعة بنشاط	21.3	16.6
مُعَدَّل	زراعي	مختلط	حقول زراعية، نشطة وبور/ مهجورة	9.6	7.4
طبيعي	شبه طبيعي/متدهور	منخفض القيمة	تغير محدود في الموائل يُعتبر طبيعيًا بنسبة تزيد عن 75%	46.8	36.4
إجمالي طول القطعة 7				**128.5km**	

المقطع 7 ملخص خط الأساس

نظرًا لعمليات التطوير والتغيير المستمرة في الموائل، تم اختيار تسعة مواقع فقط لإجراء مسح خط الأساس البري.

لم يُسجَّل أكثر من ثلاثة أنواع نباتية في أي موقع، وتم تسجيل خمسة أنواع فقط في مواقع الموائل الطبيعية، وهي: الشيح العبّاسي، والرمث الأملس الحرمل، والأثل النوبي، والرغل الأبيض.

ومن السمات الملحوظة للغطاء النباتي أن الرمث الأملس وهو نوع مميز للمنطقة الإيرانية الطورانية كان حاضرًا في جميع المواقع، بينما ظهرت الأنواع الأخرى في موقع واحد فقط لكل منها.

الجدول 6- 40 المقطع 7 ملخص النتائج

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA64	0.50	1	5		
FA64B					1
FA65	12.17	3	19		
FA66	0.45	1	5	2	

معرف الموقع	الغطاء النباتي (%)	عدد أنواع النباتات	عدد الأفراد	أنواع الحيوانات	علامات الحيوانات
FA68	15.73	3 (+2)	81	4	
FA69A	1.20	1	18		1
FA69B	1.47	1	16		
FA70	0.71	1	16	1	
PS5	0.70	1	14		

تمت ملاحظة نوعين من الزواحف في الموقع FA66، وهما: السحلية الثعبانية، وأبرص بلوشي (أبرص الصخور)، وذلك خلال المسوحات النهارية والليلية على التوالي.

وفي الموقع FA68، تم تسجيل أربعة أنواع من الزواحف، من بينها ثعبان واحد يُرجح أنه حية فوسكال الرملية (أفعى شماوي الرملية)، بالإضافة إلى السحلية الثعبانية خلال النهار. كما تم تسجيل نوعين من الأبراص خلال المسح الليلي، هما: أبرص بلوشي، وأبرص داود الأزرق.

وقد اختير الموقع FA69A في البداية لأنه يقع ضمن نطاق انتشار النوع المتوطن (سحلية أحمدي الاصبعية)، كأقرب نقطة لمسار خط الأنابيب. وكان الغطاء النباتي يتكون فقط من الرمث الأملس بكثافة منخفضة وغطاء نباتي ضعيف. ولم تُسجل أي زواحف خلال مسار مقطع عرضي بطول 300 متر.

وتقع المنطقة التي شملها المسح قرب مدخل قرية ضبعة (على الطريق الصحراوي)، ومن المحتمل انها تعرضت لتأثيرات بشرية منذ تسجيل سحلية أحمدي الاصبعية لأول مرة بواسطة فيرنر (2004) ولذلك، وللحصول على فهم أفضل لاحتمالية وجود النوع في محيط مسار خط الأنابيب، وسّع فريق المسح نطاق العمل ليشمل محمية مراعي ضبعة المسيّجة. وأسفر المسح المكثف عن تسجيل ثلاثة أنواع من السحالي: السحلية الثعبانية، والسقنقور شنايدر، والحردون السيناوي ولم يُعثر على سحلية أحمدي الإصبعية. وكان النوع الأكثر شيوعًا هو السحلية الثعبانية حيث سُجل 25 فردًا، بينما سُجل فرد واحد فقط من النوعين الآخرين.

كشفت المسوحات الميدانية سيرًا على الأقدام لثلاثة مقاطع في موقع المسح FA70 عن وجود فردين من الحرباء الصخرية المصرية.

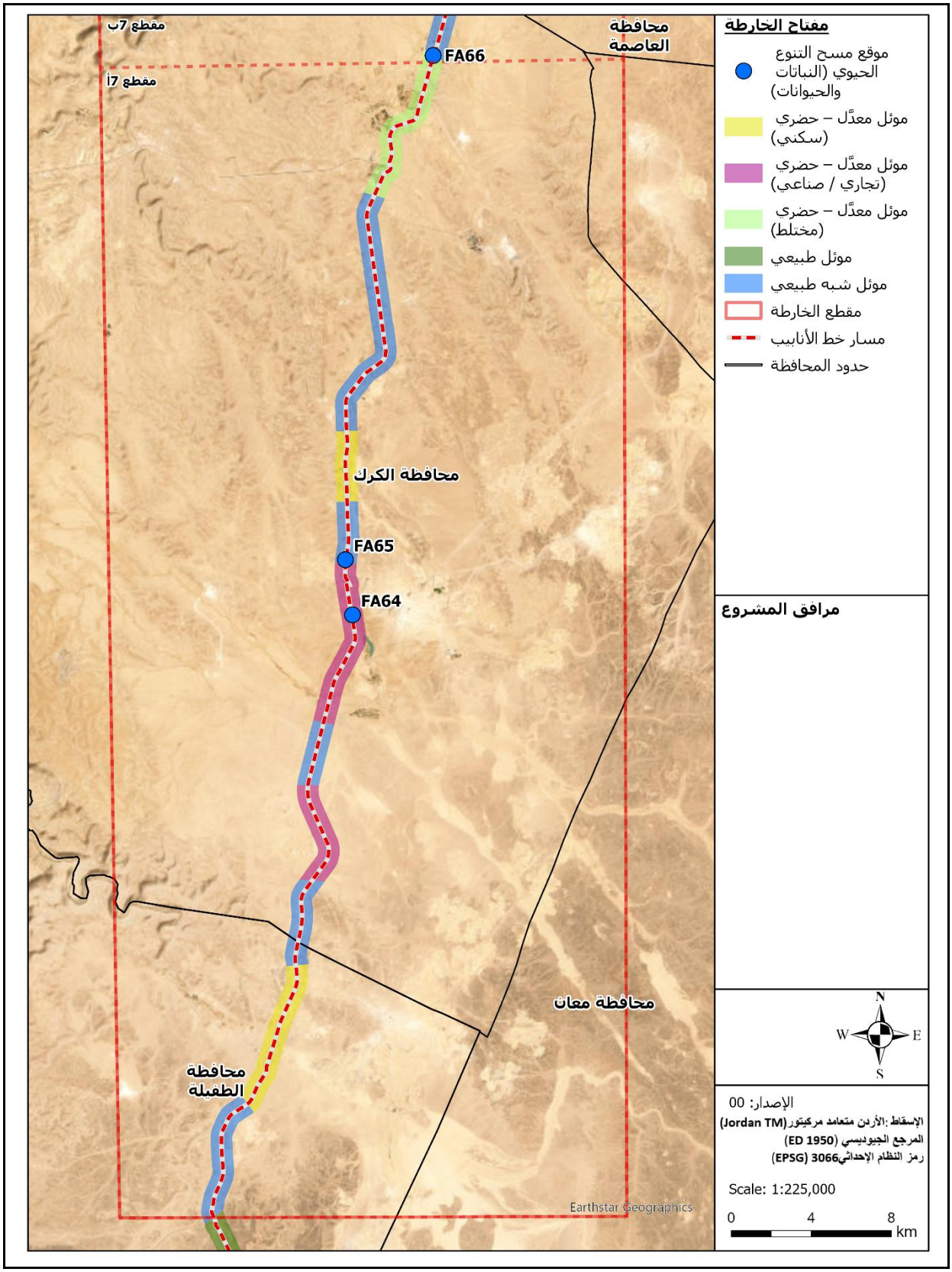
لم تُسجَّل أي أنواع من الحيوانات أو الأنواع ذات الأهمية الحفظية في هذا المقطع.

المقطع 7 الحساسيّات الرئيسية

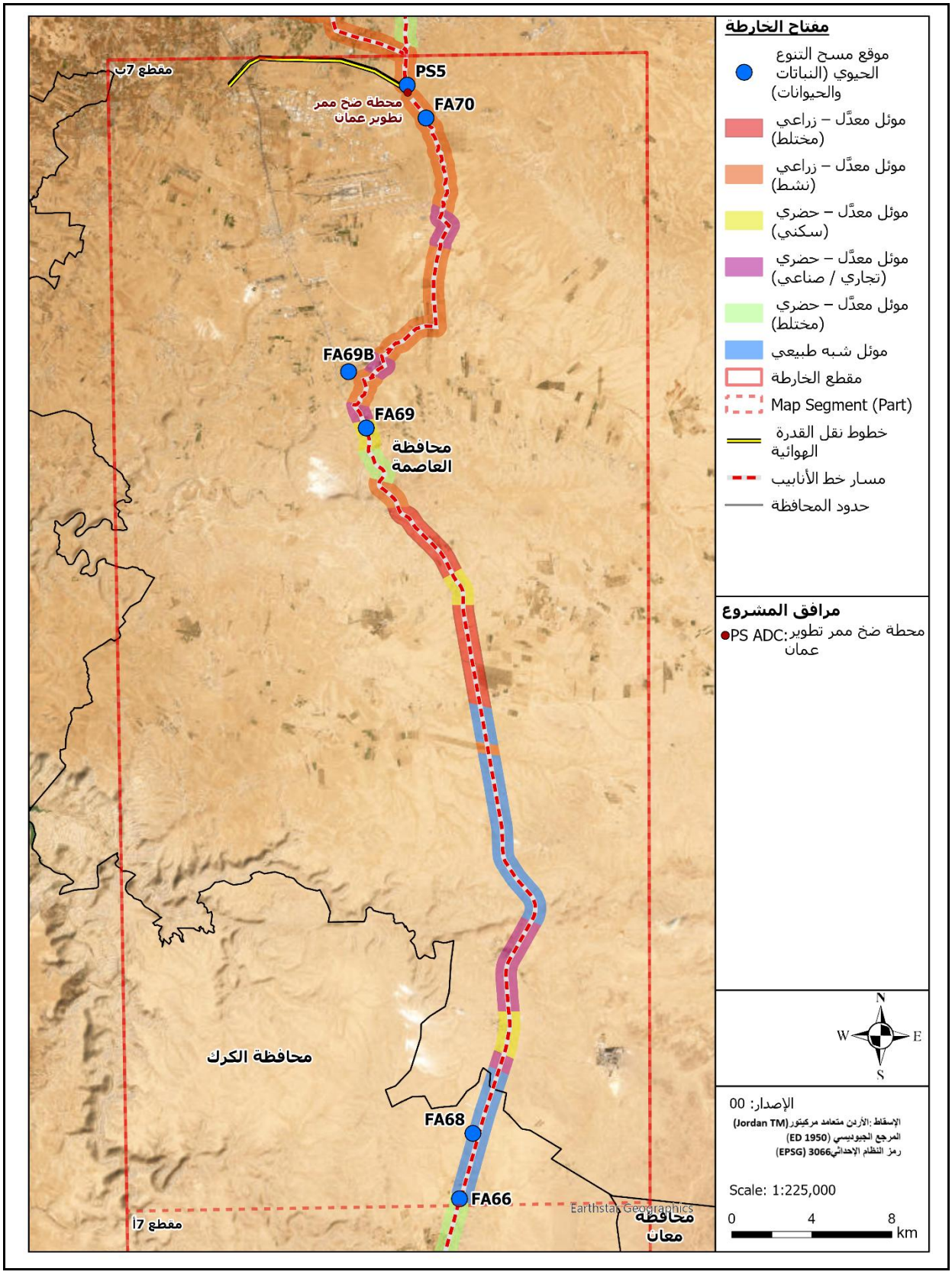
يشمل هذا المقطع مناطق تقع بالقرب من نطاق انتشار النوع المتوطن سحلية أحمدي الإصبعية، إلا أنه لم يتم رصد أي زواحف في تلك المنطقة.

تقع المنطقة التي شملها المسح لهذا النوع قرب مدخل قرية ضبعة (بعيدا عن الطريق الصحراوي)، ويُحتمل أنها تعرضت لتأثيرات بشرية منذ تسجيل النوع لأول مرة. ولذلك تم توسيع نطاق المسح ليشمل محمية مراعي ضبعة المسيّجة، مما أدى إلى تسجيل ثلاثة أنواع من السحالي، لكن سحلية أحمدي الإصبعية لم تكن موجودة.

الشكل 6- 44 خريطة المقطع 7أ



الشكل 6- 45 خريطة المقطع 7ب



6.2.14.10 المقطع 8

المقطع 8 ملخص الموائل

هذا المقطع قصير نسبيًا، يبلغ طوله حوالي 19 كيلومترًا، ويمتد من الطرف الشمالي للجزء 7 باتجاه الغرب والشمال الغربي، مرورًا في البداية بأراضٍ زراعية مهجورة، ثم بأراضٍ زراعية مزروعة بنشاط، وصولًا إلى منطقة حضرية تضم بعض المناطق السكنية والتجارية. وقد تمت مراجعة هذا المقطع من 13 موقعًا، ولكن لم يتم اختيار أي منها لتطبيق المسح الكامل نظرًا لعدم وجود "موائل طبيعية" أو "موائل شبه طبيعية" ضمن هذا المقطع (الشكل 6-46).

الجدول 6- 41 المقطع 8 ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالث	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معدل	حضري	مختلط	منطقة سكنية مختلطة مع تجارية/ صناعية	0.6	3
معدل	زراعي	مختلط	حقول زراعية نشطة وبور/ مهجورة	9.3	49
معدل	زراعي	نشط	حقول زراعية/ بساتين مزروعة بنشاط	9.2	48
الطول الإجمالي للمقطع 8				**19.1km**	

المقطع 8 ملخص خط الأساس

تم تحديد عشرة أنواع نباتية تنمو في هذا المقطع، وهي: الشيح العبّاسي، والرمث الأملس، والقبّار / الكَبَر، والسرو الكينا، والعُجرُم، والزيتون، والصنوبر الحلبي، والعلّيق الشائك، والنجمة / خبّازة الزينة. وعدد من هذه الأنواع مزروعة أو مستخدمة لأغراض تنسيق المواقع، ولا توجد بينها أي أنواع مُدرج على القائمة الحمراء.
ولم تُسجّل أي أنواع من الزواحف أو الثدييات (باستثناء الأنواع الداجنة) في هذا المقطع. كما لم يُعثر على أي منشآت قد تصلح كمواقع مبيت للخفافيش.
ولم تكن منطقة خط الأنابيب بالكامل ضمن هذا المقطع، إضافة إلى موقع الخزان، مناسبة لطرق المسح الكمي، وذلك بسبب الطرق المزدحمة، ووجود ممتلكات خاصة على جانبي الطرق، ومدى التعديلات الكبيرة على الموائل الطبيعية.
حيث يقع الجزء الغربي من خط الأنابيب، بما في ذلك موقع الخزان المستقبل (المنتزه) وحديقة غمدان الوطنية، ضمن البيئة المتوسطية. ومن الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، تتدرج استعمالات الأراضي من أراضٍ زراعية متروكة، إلى زراعة المحاصيل الحقلية النشطة، ثم مزيج من الزراعة الحقلية والسكن، ثم مزيج من البساتين الزراعية والسكن والتجارة.
وقد تمت ملاحظة دلائل (أكوام ترابية) لخلد الشرق الأوسط الأعمى في بعض الحقول تقريبًا في منتصف مسار خط الأنابيب ضمن المقطع 9 أثناء المسح. كما يُعرف عن الفأر المنزلي والجرذ النرويجي وجودهما في المناطق الحضرية في الأردن، بالقرب من التجمعات السكانية.
لم تكن هناك هياكل طبيعية أو بشرية يمكن أن تُشكل مواقع مبيت محتملة للخفافيش في كامل منطقة المقطع 8.

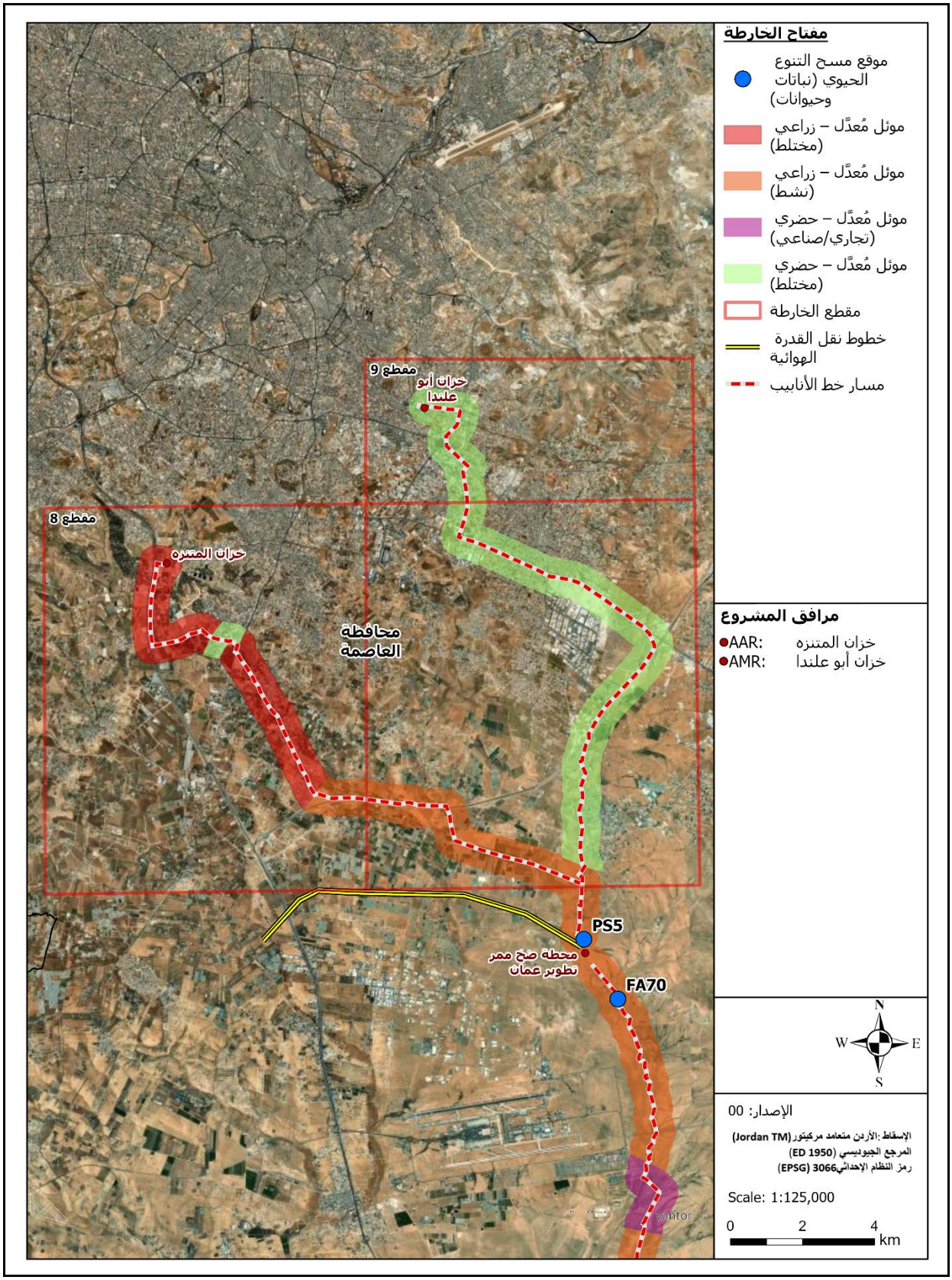
المقطع 8 الحساسيات الرئيسية

يشمل هذه المقطع أراضٍ زراعية مهجورة، وأراضٍ زراعية نشطة، ومنطقة حضرية تضم بعض المناطق السكنية والتجارية.

وقد تم مراجعة هذا المقطع من 13 موقعًا، ولكن لم يتم اختيار أي منها لتطبيق المسح الكامل نظرًا لعدم وجود مناطق "موائل طبيعية" أو "موائل شبه طبيعية" ضمنها.

لم يتم رصد أي أنواع من الزواحف أو الثدييات (باستثناء الأنواع المستأنسة) في هذه المنطقة.

الشكل 6- 46 خريطة المقطعين 8 و9



6.2.14.11 المقطع 9

المقطع 9 ملخص الموائل

المقطع 9 هو الأكثر كثافةً سكانيةً بين جميع قطاعات التقييم السريع (الشكل 6-46). حيث كانت كثافة التحضر أقلّ قليلاً في الجنوب، ولكن حتى في المناطق التي تضمّ حقولاً زراعيةً متبقيةً كبيرةً، كانت المنطقة تمرُّ بوضوح بمرحلة انتقالية نحو التحضر، ويبدو أن معظمها صناعي/تجاري.

الجدول 6- 42 المقطع 9 ملخص تصنيف الموائل

الموئل الرئيسي	ثانوي	ثالثي	الوصف	كيلومترات	% من المقطع
معد	حضري	مختلط	سكني مختلط مع تجاري/صناعي	18.4	100
الطول الإجمالي للمقطع 9				**18.4km**	

تنتشر في هذه المنطقة، التي تُعدّ أيضًا ممرًا رئيسيًا للشاحنات إلى الحدود العراقية والطريق الصحراوي، مناطق سكنية وتجارية وصناعية. يتأثر المقطع 9 بأكمله بالأنشطة البشرية، ولا يُمكن اعتباره موطنًا طبيعيًا.

المقطع 9 ملخص خط الاساس

شملت الأنواع النباتية المُسجّلة في هذه المنطقة أنواعًا من نباتات الزينة المستخدمة في تنسيق المواقع مثل: السرو، والكينا، والصنوبر الحلبي بالإضافة إلى الرمث الأملس، الذي ينتشر عادةً في المناطق المتدهورة والأراضي البور.
لم تُسجّل أي معالم طبيعية أو منشآت بشرية يمكن أن تُستخدم كمواقع مبيت للخفافيش ضمن المقطع 9.
وتنتشر في المنطقة أنواع محلية مثل الصنوبر الحلبي بشكل متناثر، إضافة إلى الخروب المزروع على طول الطريق السريع رقم 40.
لم تكن منطقة خط الأنابيب بكامل امتدادها وموقع الخزان ضمن هذا المقطع مناسبة لطرق المسح الكمي بسبب الطرق المزدحمة، ووجود ممتلكات خاصة على جانبيها، وامتداد التطوير العمراني والحقول الزراعية على طول المسار.
وفيما يخص الحيوانات، تُعرف الأنواع الغازية مثل الفأر المنزلي والجرذ البُنّي بوجودها في المناطق الحضرية والتجارية.
وفي مناطق مثل الذهيبة والشرقية، تم الإبلاغ سابقًا (عمرو،صليبا 1986) عن وجود: جرذ الرمل السمين، وجربوع فاغنر، والهامستر الرمادي وذلك في محيط الموقر، إلا أن الدراسات الحديثة التي تعكس الزيادة في الأنشطة البشرية في المنطقة ما تزال غير متوفرة.

المقطع 9 الحساسيات الرئيسية

يعتبر المقطع بأكمله موطنًا معدلًا - حضريًا (مختلطًا)، ولم يتم تسجيل أي نباتات أو حيوانات ذات أهمية.

6.2.14.12 ملخص نتائج خط الاساس

يعرض الجدول التالي ملخصًا للأنواع الرئيسية (الأنواع المسجلة عالميًا ووطنيًا في قاعدة بيانات النباتات الإقليمية) التي سُجِّلت خلال مسوحات خط الأساس. بالنسبة للنباتات، يُحسب معدل المراقبة في أي قسم على النحو التالي: عدد سجلات الأنواع، مقسومًا على إجمالي عدد سجلات النباتات المُسجَّلة (جميع الأنواع)، معبرًا عنه كنسبة مئوية.

يُعرض في الملحق 6-7 قائمة بجميع الأنواع التي تم تسجيلها خلال المسوحات، إلى جانب بيانات الدراسة المكتبية من المناطق ذات الصلة.

الجدول 6- 43 ملخص الأنواع الرئيسية

الانواع	الوضع العالمي	الوضع الوطني	المقطع	الوفره/ معدل المشاهدات
الثدييات				
الماعز النوبي البري (الوعل النوبي)	VU	VU		سجل فردي
الزواحف				

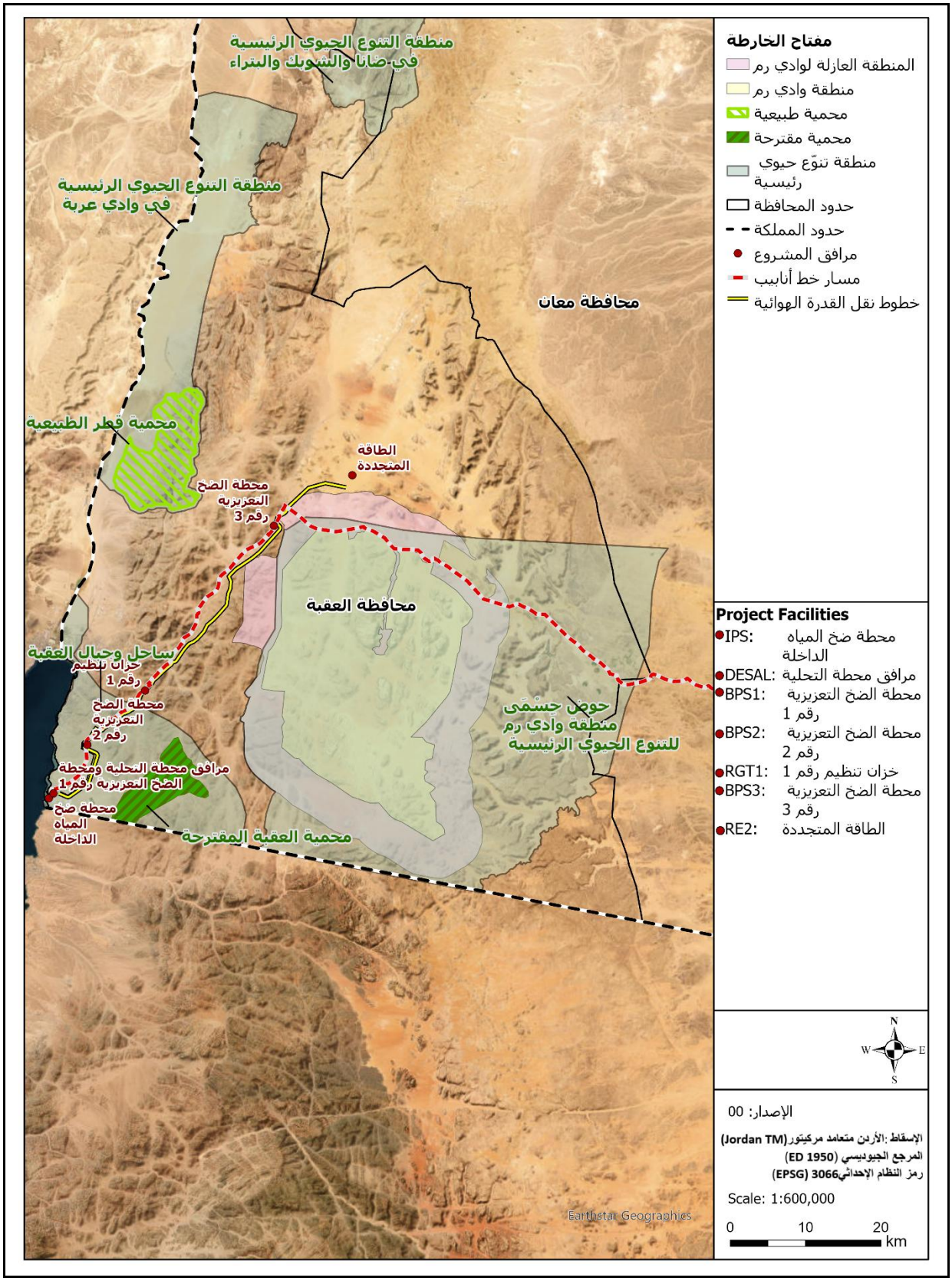
الانواع	الوضع العالمي	الوضع الوطني	المقطع	الوفره/ معدل المشاهدات
السحلية شوكية الذيل المصرية (الضب المصري)	VU	NT	1,6	جحر مشتبه به (سجل مرة)
النباتات				
الشيح اليهودي	-	VU	5	34.6%
الشيح أحادي البذرة	-	NT	5	16.8%
الرمث الممشوط / الرمث الزنبقي	-	EN	5	0.9%
الحنظل البري / قريضة	-	EN	1,2	3.8%, 4.5%
الغضا	LC	VU	4	24.5%
دوار الشمس المستدير الورقة (هليوتروبيوم)	-	NT	5	0.9%
السكران المصري	-	CT	5	0.9%
الخزامى (لافندر) ذات الأوراق التاجية	-	NT	2	9%
السنط (أكاسيا) جيراردي	-	VU	4,6	1.9%, 6.8%
السمر / الأكاسيا الملتوية	LC	VU	1,2	11.5%, 4.5%

6.2.15 ملخص خط الأساس للطيور

نظرًا لحركة الطيور السريعة عمومًا، فقد تم مراقبة منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA) لتقييم خط الأساس كمنطقة فاصلة بطول 10 كيلومترات حول منطقة المشروع، تشمل جميع مرافق المشروع فوق الأرض.

ويستند تقييم خط الأساس هذا إلى مراجعة مكتبية ونتائج المسوحات الميدانية التي أُجريت حتى الآن. وتختلف الآثار المحتملة لمختلف عناصر البنية التحتية للمشروع، إلا أن جهود المسح الميداني ركزت بشكل أساسي على خط النقل الهوائي (OHTL)، الذي اعتُبر الأكثر خطورة على الطيور (انظر الفصل 9)، نظرًا لأن الأعمال المؤقتة على خط الأنابيب المدفون لا تُعتبر ذات آثار كبيرة على الطيور. ومن المعروف أن خطوط النقل الهوائية تُسبب الوفيات نتيجة الصعق الكهربائي، وخاصةً الاصطدامات (برنسن واخرون 2011، ابليك 2012، بينون). بالإضافة إلى ذلك، يتداخل جزء من منطقة التنوع الحيوي الرئيسية للطيور (KBA) مع منطقة التنوع الحيوي الرئيسية في جبال العقبة والساحل (الشكل 6-47)، والتي تم تحديدها على وجه التحديد بسبب الأعداد الكبيرة من طيور الصقور الشامية المهاجرة، والتي تم تصنيفها أيضًا كعامل محتمل للموائل الحرجة للمشروع (TBC عام 2024).

الشكل 6- 47 المناطق المحمية والمناطق المخصصة الأخرى المتداخلة أو المجاورة لخط النقل الهوائي



6.2.15.1 المنهجية

تم استخدام أداة التقييم المتكامل للتنوع الحيوي(IBAT) ، وهي مصدر لمجموعات بيانات عالمية موثوقة حول التنوع الحيوي، بما في ذلك القائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض الصادرة عن الاتحاد الدولي لصون الطبيعة، وقاعدة البيانات العالمية للمناطق المحمية، وقاعدة البيانات العالمية لمناطق التنوع الحيوي الرئيسية (بما في ذلك مناطق الطيور والتنوع الحيوي المهمة)، لتحديد جميع أنواع الطيور التي يُحتمل وجودها في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي.

بالإضافة إلى أداة التقييم المتكامل للتنوع الحيوي (IBAT)، فقد تم الإطلاع على العديد من مجموعات البيانات والتقييمات ذات الصلة على المستويين الدولي والوطني، بما في ذلك:

- حالة الحفظ وتوزيع الطيور المتكاثرة في شبه الجزيرة العربية (سايمز وآخرون، 2017).
- مرفق معلومات التنوع الحيوي العالمي (GBIF) .
- قاعدة بيانات (eBird).
- منطقة بيانات حياة الطيور.
- قاعدة بيانات مراقبة الطيور في الأردن (JBW).

تم اجراء مسوحات ميدانية على مدار ست حملات في عام 2025 (استغرقت كل منها حوالي 13 يومًا)، ثلاث منها خلال الربيع وثلاث خلال الخريف. وترد نتائج مسح الخريف في الملحق 6-6. وقد تم اجراء المسوحات الميدانية على طول المخطط المتوقع لخط النقل الهوائي (OHTL) ، وقد شملت ملاحظات من نقاط مراقبة، وخطوط عرضية، وإحصاءات للمسطحات المائية، ومسحًا للجثث. للاطلاع على تفاصيل أساليب المسح، يُرجى الرجوع إلى تقارير استشارات التنوع الحيوي (TBC 2025 أ ، 2025 ب، 2025 ج).

نقاط المراقبة :(VP) تتألف نقاط المراقبة من سلسلة من عمليات المراقبة من موقع ثابت (مدة كل منها 3 ساعات) لتحديد نشاط طيران الطيور وتوزيعها في موقع التطوير المقترح. وهذه الطريقة مناسبة بشكل خاص لاكتشاف وتتبع تحركات الطيور المحلقة أو غيرها من الطيور النهارية متوسطة إلى كبيرة الحجم التي تهاجر بنشاط أو تتنقل بين مواقع البحث عن الطعام و/أو المبيت (التراث الطبيعي الأسكتلندي، 2017؛ بي آي دي إنفست مؤسسة التمويل الدولية، 2019). وتم توزيع إحدى عشرة نقطة مراقبة على طول التصميم المتوقع لخط النقل الهوائي، موزعةً بشكل مناسب وفي مناطق ذات رؤية جيدة (الشكل 6-48).

خطوط المسح: تم اجراء خطوط لمسح الطيور البرية غير المحلقة. وتحديد عشرون خط مسح بطول 500 متر على طول مسار خط النقل الهوائي المتوقع، مع تباعد كافٍ بينها لتقليل العد المزدوج (الشكل 6-49).

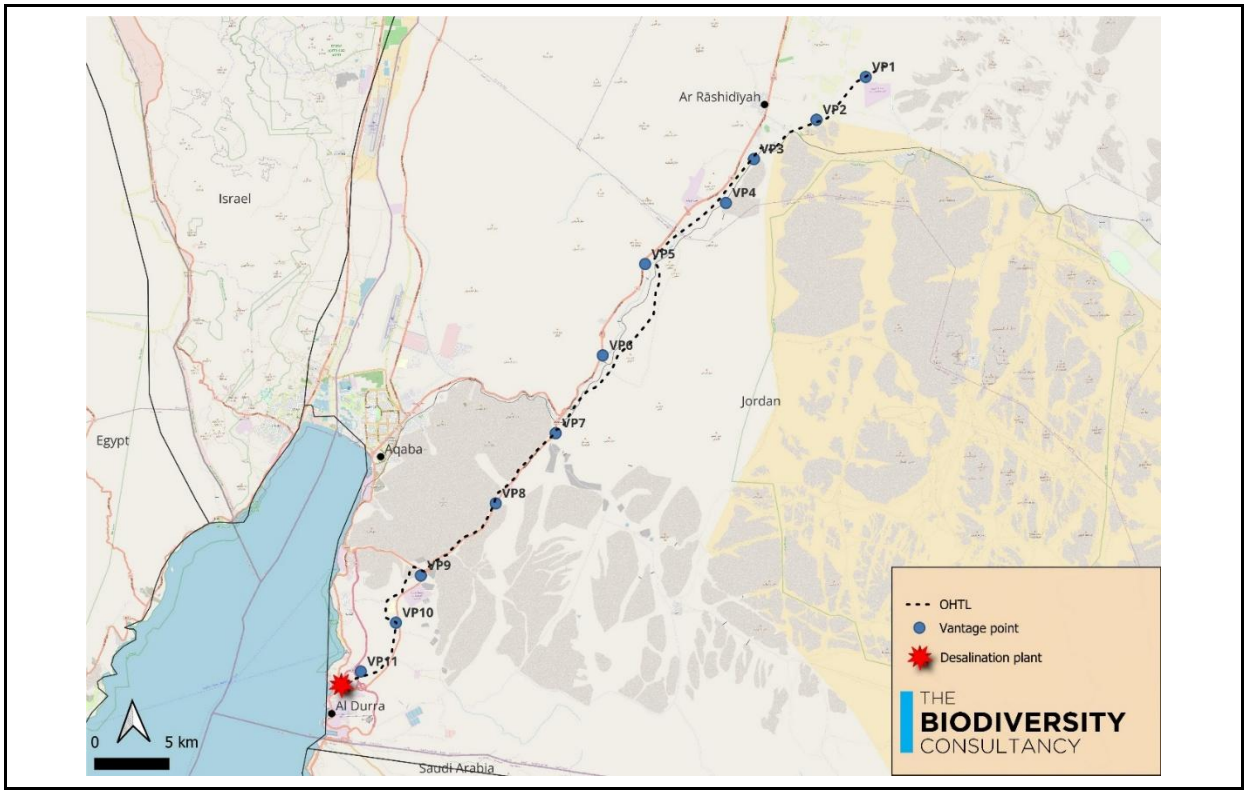
إحصاء المسطحات المائية: تم توجيه إحصاء المسطحات المائية لأنواع الطيور المائية. وقد تم انشاء ست نقاط مراقبة على طول خط النقل الهوائي عند المسطحات المائية وسدود حواجز الفيضانات، في مواقع تسمح بالفحص البصري لسطح الماء و200 متر من هامش الماء على كل جانب (الشكل 6-50). وتم تسجيل جميع الطيور المائية الموجودة، سواءً في الماء أو على ضفافه.

مسوحات الجثث: تم اجراء عمليات بحث عن الجثث على طول خط نقل النقل الهوائي (OHTL) الحالي الممتد بالقرب (الموازي) لخط النقل الهوائي المخطط له، ووفقًا للمنهجية الموضحة في دليل مراقبة نفوق الطيور والخفافيش بعد البناء(PCFM) .

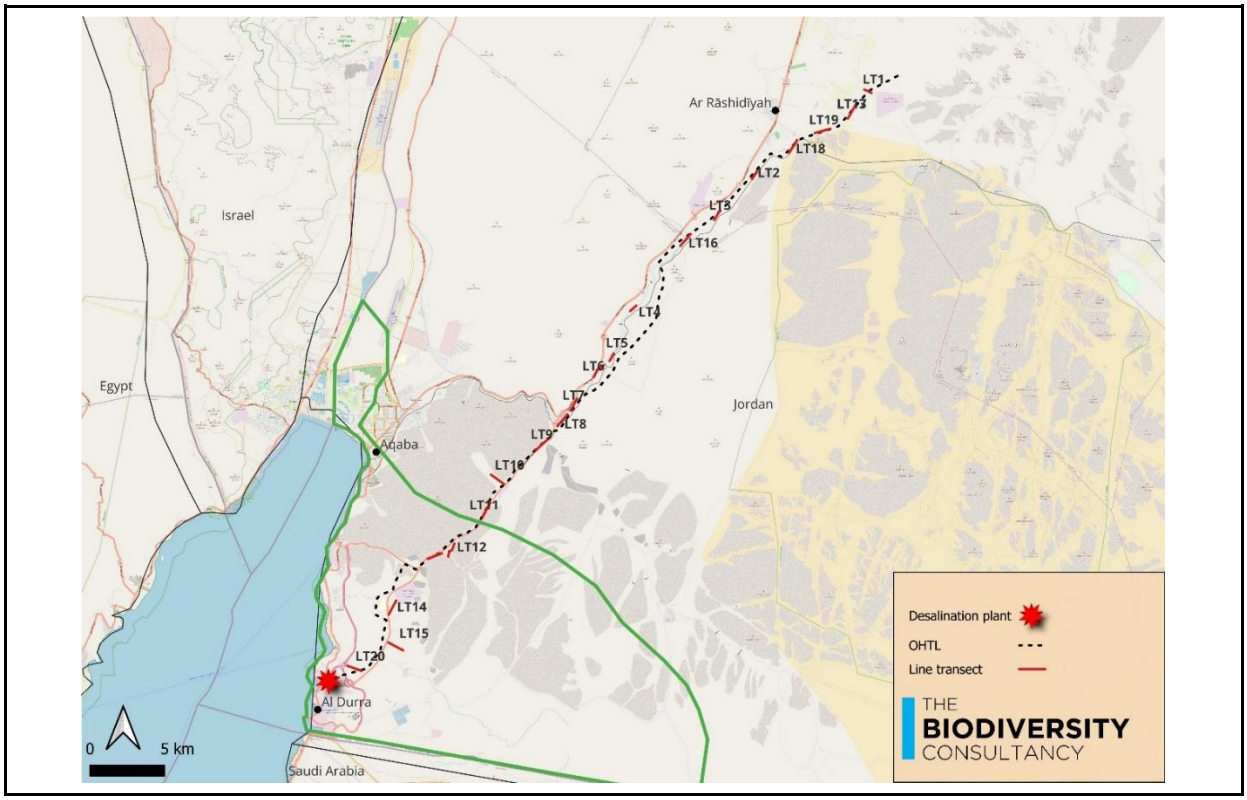
طاقة الرياح البرية في دول الأسواق الناشئة: دليل الممارسات الجيدة وأداة دعم القرار (مؤسسة التمويل الدولية وآخرون، 2023). وقد تم اجراء البحث على الخط الموازي كبديل لتقييم النفوق المستقبلي عند خط النقل المخطط له.

اما داخل منطقة ساحل العقبة وجبالها الرئيسية/منطقة الطيور المهمة، تم تقسيم خط نقل النقل الهوائي الحالي إلى أقسام بطول كيلومتر واحد. وقد أجرى مراقبان مسح PCFM على طول 500 متر من كل قسم بطول كيلومتر واحد. أما خارج منطقة الطيور المهمة، فقد تم تقسيم خط النقل الهوائي الحالي إلى أقسام بطول 5 كيلومترات، وأُجري مسح PCFM ضمن نطاق كيلومتر واحد. واجريت مسوحات الجثث ثلاث مرات في الربيع وثلاث مرات في الخريف.

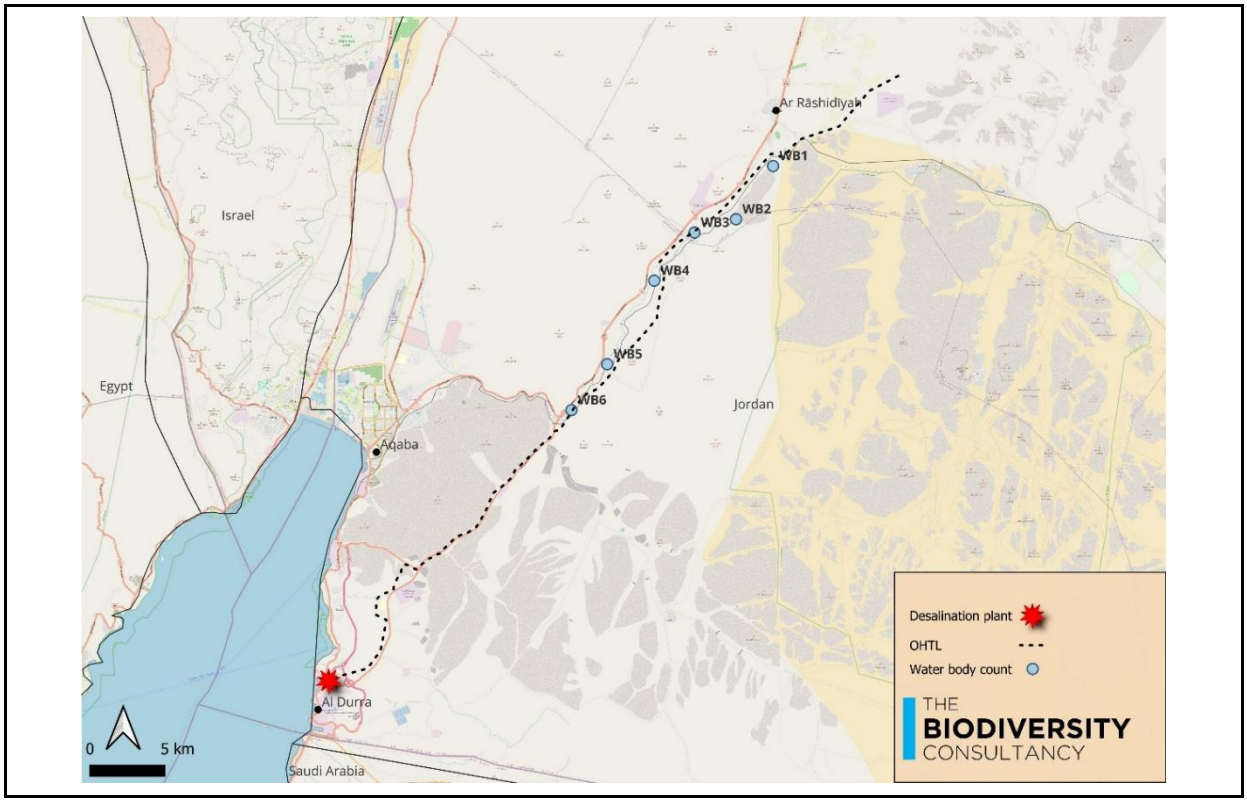
الشكل 6- 48 مواقع نقاط المراقبة



الشكل 6- 49 مواقع مسوحات خطوط المسح



الشكل 6- 50 مواقع تعداد المسطحات المائية



6.2.15.2 نتائج المراجعات المكتبية والمسح الميداني

بناءً على مراجعة مكتبية، يُحتمل وجود 224 نوعًا من الطيور في منطقة الدراسة، منها 85 نوعًا تم تأكيد وجودها حتى الآن خلال المسوحات الميدانية. وترد في الملحق 6-5 القائمة الكاملة لأنواع الطيور التي يُحتمل وجودها في منطقة الدراسة، مع الإشارة إلى الأنواع التي سُجلت خلال المسوحات الميدانية، وفئات القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) والقائمة الحمراء الإقليمية (سيمس وآخرون،2017). تجدر الإشارة إلى أن الجزء الجنوبي فقط من منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA) هو الذي خضع للمسح (على طول خط النقل الهوائي المقترح OHTL)، وأن بعض الأنواع الـ 224 نادرة و/أو محلية، وأن بعض مجموعات الأنواع، مثل الطيور البحرية والأنواع الليلية، لم تكن مستهدفة من المسوحات.

الطيور المحلقة

الأردن جزء من مسار هجرة وادي الصدع/البحر الأحمر، وهو أحد أهم مسارات هجرة الطيور الحوامة المهاجرة في العالم، مثل الجوارح واللقالق والبجع. في كل ربيع وخريف، يعبر 37 نوعًا من الطيور الحوامة المهاجرة هذا المسار، ويعبر أكثر من مليون طائر من خلال الاختناقات الأكبر (بورتر 2005؛ جوبسون وآخرون، 2021). ويُشكل انتشار مشاريع طاقة الرياح وخطوط الكهرباء تهديدًا كبيرًا لهذه الأنواع خلال موسمي هجرة الربيع والخريف (خوري، 2017).

في الأردن، تكون هجرة الطيور المحلقة أكثر وضوحًا في الربيع عندما تميل الطيور إلى تركيز رحلتها على طول وادي الصدع. حيث تدخل غالبية طيور الحوامض الحوام إلى البلاد في إيلات، في الطرف الشمالي من وادي الأردن، قبل أن تتجه شمالًا. وهذا يفسر سبب ارتفاع أعداد طيور الحوامض الحوام في إيلات في الربيع بشكل كبير عن السجلات على طول جبال العقبة والساحل. ومع ذلك، تُعتبر هذه المنطقة بمثابة منطقة رئيسية للتنوع الحيوي، وهي مخصصة لتركيزات مهمة من صقور الباشق الشامي، بينما توجد أيضًا بعض الطيور المحلقة المهددة عالميًا، مثل النسر المصري وعقاب السهوب والصقر الحر (وجميعها مهددة بالانقراض وفقًا للقائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة)؛ والنسر الإمبراطوري الشرقي، والنسر المرقط الكبير، والصقر الأسخم، والصقر أحمر القدمين (وجميعها معرضة للخطر). وفي المجمل، من المتوقع أن يهاجر أكثر من 50,000 طائر محلّق عبر العقبة كل ربيع (منظمة حياة الطيور العالمية 2025؛ المناطق الهامة الرئيسية للتنوع الحيوي KBA، 2025). ويُعتبر نوعان من الطيور الجارحة مهددين بالانقراض بشكل حرج في شبه الجزيرة العربية: الصقر اللانر والصقر الحر. كلاهما نادر جدًا/ ويظهر أحيانًا في منطقة الدراسة.

وفي الخريف، تكون هجرة الطيور المحلّقة أقل وضوحًا، حيث لا تميل الطيور إلى التمركز في مسار واحد، بل تهاجر في جبهة عريضة تغطي جميع أنحاء البلاد (جوبسون وآخرون، 2021). ويوضح الجدول 6-44 الأنواع التي من المحتمل العثور عليها في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي مع إشارة إلى العدد الإجمالي للأفراد المسجلين في مسوحات نقاط المراقبة، وفئات القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة والقائمة الحمراء الإقليمية (سيمس وآخرون، 2017).

الجدول 6- 44 من المرجح أن تتواجد أنواع الطيور المحلقة في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

الاسم العلمي	الاسم الشائع	التأكيد	العدد الإجمالي في ربيع عام 2025	العدد الإجمالي في خريف عام 2025	فئة القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة	فئة القائمة الحمراء الإقليمية
Accipiter brevipes	باشق الشام				أقلّ قلقًا	-
Accipiter nisus	باشق أوراسيا	✓		8	أقلّ قلقًا	-
Anthropoides virgo	كركي دوموازيل				أقلّ قلقًا	-
Aquila chrysaetos	نسر ذهبي				أقلّ قلقًا	مهدَّد بالانقراض
Aquila heliaca	نسر إمبراطوري شرقي				معرّض للانقراض	-
Aquila nipalensis	نسر السهوب	✓	6	84	مهدَّد بالانقراض	-
Aquila verreauxii	نسر فيرو	✓			أقلّ قلقًا	مهدَّد بالانقراض
Buteo buteo	صقر السهوب	✓	396	80	أقلّ قلقًا	-
Buteo rufinus	صقر طويل الأرجل	✓	3	11	أقلّ قلقًا	
Ciconia ciconia	اللقلق الأبيض	✓			أقلّ قلقًا	-
Ciconia nigra	اللقلق الأسود	✓		5	أقلّ قلقًا	-
Circaetus gallicus	نسر الأفعى قصير الأصابع	✓		4	أقلّ قلقًا	-
Circus aeruginosus	مرزة المستنقعات الغربية			3	أقلّ قلقًا	-
Circus cyaneus	مرزة الدجاجة				أقلّ قلقًا	-
Circus macrourus	مرزة شاحبة				قريب من التهديد	-
Circus pygargus	مرزة مونتاغو				أقلّ قلقًا	-
Clanga clanga	نسر مرقط كبير	✓		1	معرّض للانقراض	-
Clanga pomarina	نسر مرقط صغير	✓		1	أقلّ قلقًا	-
Elanus caeruleus	طائر الحدأة أسود الكتف	✓		1	أقلّ قلقًا	معرّض للانقراض
Falco biarmicus	صقر الوَرْ				أقلّ قلقًا	مهدَّد بخطرٍ حرج
Falco cherrug	صقر الشحرور				مهدَّد بالانقراض	مهدَّد بخطرٍ حرج

الاسم العلمي	الاسم الشائع	التأكيد	العدد الإجمالي في ربيع عام 2025	العدد الإجمالي في خريف عام 2025	فئة القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة	فئة القائمة الحمراء الإقليمية
Falco columbarius	الصقر المرلين				أقلّ قلقًا	-
Falco concolor	الصقر الأسخم				معرّض للانقراض	مهدَّد بالانقراض
Falco naumanni	العوسق الصغير				أقلّ قلقًا	-
Falco peregrinus	الصقر الشاهين	✓			أقلّ قلقًا	مهدَّد بالانقراض
Falco subbuteo	هواية أوراسية				أقلّ قلقًا	-
Falco tinnunculus	العوسق الشائع	✓		22	أقلّ قلقًا	-
Falco vespertinus	الصقر أحمر القدمين				معرّض للانقراض	-
Gyps fulvus	نسر غريفون				أقلّ قلقًا	مهدَّد بالانقراض
Haliaeetus albicilla	نسر البحر أبيض الذيل				أقلّ قلقًا	-
Hieraaetus pennatus	نسر ذو الحذاء	✓	36	5	أقلّ قلقًا	-
Milvus migrans	طائر الحدأة الأسود	✓	55	26	أقلّ قلقًا	-
Neophron percnopterus	نسر مصري	✓	1	1	مهدَّد بالانقراض	-
Pandion haliaetus	عقاب السمك	✓			أقلّ قلقًا	-
Pelecanus onocrotalus	البجع الأبيض الكبير	✓		16	أقلّ قلقًا	-
Pernis apivorus	عقاب العسل الأوروبي	✓	170		أقلّ قلقًا	-
المجموع			667	268		

كما هو متوقع، كان عدد طيور الحدأة المجنحة (MSBs) المسجلة من مواقع المراقبة في الربيع أعلى بكثير من تلك المسجلة في الخريف (الجدول 6-44)، ويعود ذلك بشكل خاص إلى الأعداد المرتفعة نسبيًا من طيور حوام السهوب(Buteo buteo) ، وحوام العسل (Pernis apivorus)، والحدأة السوداء(Milvus migrans) ، والنسور ذات الأحذية(Hieraaetus pennatus) ، وهي جميعها طيور مهاجرة محلقة شائعة في المنطقة.

وتجدر الإشارة إلى أنه تم تسجيل نسر السهوب المهدد بالانقراض عالميًا في كلا الموسمين، بأعداد كبيرة (84) في الخريف. ومن الأنواع المهددة الأخرى التي تم تسجيلها النسر المصري (كلا الموسمين) والنسر المرقط الكبير (فرد واحد في الخريف).

شوهد معظم أفراد الأنواع المهددة بالانقراض وهي تحلق على ارتفاعات أعلى بكثير من مستوى سطح البحر، مما يشير إلى أنها كانت على الأرجح تقوم بحركات هجرة طويلة المدى. وهذا يعني انخفاض خطر الاصطدام.

نسر فيرو (Aquila verreauxii) هو الأقل تهديدًا عالميًا، ولكنه مهدد بالانقراض في شبه الجزيرة العربية (سايمز وآخرون، 217). سُجِّل طائر بالغ من هذا النوع خلال المسوحات الميدانية، ولأن هذه النسور ليست مهاجرة في المنطقة، فمن المرجح أنها تتكاثر في جبال العقبة.

6.2.15.3 الطيور المائية والطيور البحرية

يمكن العثور على العديد من أنواع الطيور الساحلية المهاجرة أو حتى التي تقضي الشتاء عبر ساحل الأردن (وبدرجة أقل، في المناطق الداخلية)، وقليل منها يتكاثر في البلاد (eBird 2025) ويصنف الاتحاد الدولي لصون الطبيعة ثلاثة من هذه الأنواع على أنها مُعرّضة للانقراض: طائر الرمل عريض المنقار(Calidris falcinellus) ، وطائر الرمل الكروان(Calidris ferruginea) ، والزقزاق الرمادي (Pluvialus squatarola). هذه الأنواع نادرة على طول الساحل، ومن غير المتوقع وجودها في المناطق الداخلية. وينطبق الأمر نفسه على سبعة أنواع أخرى من الطيور الساحلية التي تُصنّف على أنها شبه مُهددة بالانقراض من قِبل الاتحاد الدولي لصون الطبيعة (انظر الملحق 6-5).

المسطحات المائية في محيط المشروع نادرة جدًا، ومعظمها عبارة عن سدود اصطناعية بُنيت للحد من شدة آثار الفيضانات السريعة على المناطق الحضرية. لذلك، عُثر على عدد قليل من أنواع الطيور المائية، ولا يُشكّل أي منها مصدر قلق للحفاظ عليها (الجدول 6-45). ولا يُشكل أيٌّ من أنواع النورس والخرشنة الموجودة في المنطقة مصدر قلقٍ للحفاظ عليها.

لم يتم اجراء أي مسوحاتٍ مُحددة تستهدف الطيور البحرية السطحية، ولكنها نادرةٌ جدًا في المنطقة، ونادرًا ما تقترب من الساحل، باستثناء طائر الأطيش البني(Sula leucogaster) ، الذي يُصنّفه الاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) ضمن الأنواع الأقل تهديدًا.

كما تهاجر بعض الطيور المائية على طول ساحل خليج العقبة، بما في ذلك البط أبيض الرأس (Oxyura leucocephala) المهدد بالانقراض عالميًا. ومع ذلك، يُعتبر وجود هذا النوع في منطقة الدراسة أمرًا مُستبعدًا للغاية، نظرًا لعدم وجود سجلاتٍ له على eBird أو GBIFفي الأردن، وعدم وجود موطنٍ مناسبٍ له في المنطقة.

الجدول 6- 45 أنواع الطيور المائية التي تم إحصاؤها خلال مسوحات المسطحات المائية

الاسم العلمي	الاسم الشائع	العدد الإجمالي في الربيع	العدد الإجمالي في الخريف	فئة القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة	فئة القائمة الحمراء الإقليمية
Actitis hypoleucus	طائر الرمل الشائع		1	أقلّ قلقًا	-
Anas crecca	البط البري	60	2	أقلّ قلقًا	-
Ardea cinerea	البلشون الرمادي		1	أقلّ قلقًا	قريب من التهديد
Calidris minuta	البط الصغير	5		أقلّ قلقًا	-
Egretta garzetta	البلشون الصغير		9	أقلّ قلقًا	أقلّ قلقًا
Spatula querquedula	الغرغاني		3	أقلّ قلقًا	-
Tringa nebularia	الطيطوي الأخضر الشائع	2		أقلّ قلقًا	-
Tringa ochropus	الطيطوي الأخضر		1	أقلّ قلقًا	-
Vanellus spionosus	الزقزاق ذو الأجنحة الناتئة	16	20	أقلّ قلقًا	أقلّ قلقًا

6.2.15.4 أنواع أخرى مثيرة للقلق

الأردن مهم أيضًا فيما يتعلق بهجرة العصفوريات والطيور الصغيرة الأخرى. أحد هذه الأنواع، طائر الزقزاق الاجتماعي (Vanellus gregarious)، مُدرج ضمن قائمة الأنواع المهددة بالانقراض بشدة (CR) في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة. في الأردن، ويُصادف ان هذا النوع مهاجر عابر نادر جدًا، ومن المرجح أن يظهر أحيانًا فقط في منطقة الدراسة، وربما كطائر متشرد.

الأنواع الأخرى المهددة عالميًا والتي لم تُذكر في الأقسام أعلاه هي حبارى ماكوين (Chlamydotis macqueenii)، والنعار السوري (Serinus syriacus)، وحمامة السلحفاة الأوروبية(Streptopelia turtur) ، وجميعها مصنفة على أنها معرضة للانقراض من قبل الاتحاد الدولي لصون الطبيعة.

ويُعتبر حبارى ماكوين نادرًا جدًا في الأردن، مع وجود عدد قليل جدًا من السجلات الحديثة، ولا يوجد أي منها في محيط المشروع (eBird، 2025).

يتكاثر النعار السوري في الغابات المفتوحة الجبلية وتحت الجبلية والمنحدرات الكثيفة، والتي تهيمن عليها عادةً غابات الأرز المتفرقة (.Cedrus spp)، والصنوبر(.Pinus spp) ، والتنوب (.Abies spp)، والعرعر(.Juniperus spp) ، بالإضافة إلى أشجار البلوط الفلسطيني الصغيرة (Quercus calliprinos) والبساتين، على ارتفاعات تتراوح بين 900 و1800 متر. لا يوجد أي من هذه الموائل في منطقة الدراسة. خلال فترة انتشاره بعد التكاثر، يمكن العثور عليه في مستويات أدنى في جنوب غرب الأردن، بما في ذلك منطقة الدراسة. إنه نوع غير منتظم يمكنه تغيير توزيعه الشتوي كل عام (كليمنت ودي جوانا، 2020).

ويُعد طائر الحمام السلحفائي الأوروبي مهاجرًا عابرًا نادرًا في منطقة الدراسة. وهو يفضل المناطق ذات الغطاء النباتي.

وتُعد بعض الأنواع الصحراوية موضع قلق إقليمي، مثل طائر أبو الحناء ذو الردف الأشعث (Oenanthe Moesta) ، وهو أقل الأنواع إثارة للقلق عالميًا ومهدد بالانقراض إقليميًا، والذي تم اكتشافه أثناء المسوحات الميدانية، ولكن من المتوقع أن يكون نادرًا في المنطقة. ومن الأنواع الأخرى المهددة بالانقراض إقليميًا والتي لم يتم اكتشافها أثناء المسوحات الميدانية، ولكنها قد تكون موجودة في منطقة الدراسة طائر الرمل أسود البطن(Pterocles orientalis) .

أظهر البحث عن الجثث على طول خط النقل الموازي الحالي معدل وفيات منخفض للغاية (سمان واحد فقط من نوع Coturnix coturnix).

6.2.15.5 الحساسيات الرئيسية للطيور

يتداخل الجزء الجنوبي من منطقة المشروع مع جبال العقبة والمنطقة الرئيسية للتنوع الحيوي KBA الساحلية، وهي منطقة مهمة لهجرة الطيور المحلقة، وخاصةً خلال فصل الربيع. بعض الأنواع التي تعيش في المنطقة قد تُسبب موطنًا حرجًا (بمعنى IFC PS6 و EBRD PR6، انظرTBC 2025b). وهذه الأنواع هي نسر السهوب، وباشق الشام، والصقر الأسمر. يُعدّ باشق الشام والصقر الأسمر من الطيور الجارحة الصغيرة والرشيقة نسبيًا، ويمكن اعتبارهما منخفضي الخطورة فيما يتعلق بتأثيرات خطوط النقل (Prinsen et al. 2011؛ Thaxter et al. 2017). تتميز هذه الأنواع بقدرة عالية على المناورة أثناء الطيران، وبالتالي فإن احتمالية اصطدامها أقل مقارنةً بأنواع أخرى، كما أنها عادةً ما تحلّق على ارتفاعات أعلى من ارتفاع خطوط الكهرباء أثناء الهجرة. وقد أُجريت أعمال رصد للوفيات بعد البناء على خطوط الكهرباء في مصر (ساحل البحر الأحمر)، وهو يقع ضمن نفس مسار الهجرة الذي تمر به منطقة العقبة، حيث تعبر نفس مجموعات الباز الشامي (Accipiter brevipes) بأعداد مماثلة، إضافةً إلى نسبة من صقور السخام (Falco concolor). وحتى وقت إعداد هذا التقرير، لم يتم تسجيل أي حالات نفوق لأي من هذين النوعين نتيجة الاصطدام بخطوط الكهرباء.

ومع ذلك، من المعروف أن نسر السهوب، الذي رُصد بأعداد كبيرة في منطقة الدراسة، يُعاني من الاصطدامات والصعقات الكهربائية (بشكل أكثر شيوعًا في خطوط التوزيع) (ابليك، 2012)؛ Prinsen et al. 2012 ؛ BirdLife International و CMS Energy Task Force 2023).

وهناك نوع آخر من المرجح أن يؤدي إلى إحداث تأثير حرج في الموائل وهو النعار السوري، ولكن من غير المرجح أن تكون التأثيرات على هذا النوع كبيرة.

6.3 البيئة البحرية

6.3.1 مصادر البيانات

تم تحديد خط الأساس البحري لمنطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي من خلال دراسات مكتبية للبيانات الاساسية والثانوية، بالإضافة إلى المسوحات الميدانية التي أجريت في غضون الوقت المحدود المتاح، كما هو موضح في الجدول 6-46.

الجدول 6- 46 مصادر بيانات البيئة البحرية

الفصل السادس القسم	مصدر البيانات الأساسي	مصدر البيانات الثانوي
التنمية والصناعة البحرية والساحلية	التواصل مع رئيس قسم الحماية والرصد في سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ط. خضري).	الخطة الرئيسية للتنمية الحضرية في منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. المواقع الإلكترونية للشركات الرئيسية المشغلة للمنشآت الصناعية والبنية التحتية في منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة.(2024-2040) ادبيات متعددة أخرى منشورة.
الشحن والملاحة	التواصل مع مدير السلطة البحرية الأردنية (ع. دباس).	ادبيات متعددة أخرى منشورة. المواقع الإلكترونية للشركات الرئيسية المشغلة للمنشآت الصناعية والبنية التحتية في منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة.
مصائد الأسماك والسياحة ومستخدمو البيئة البحرية الآخرون	مجموعة نقاشية مركزة عقدت في 12 تشرين الأول مع جمعية الغواصين وجمعية الصيادين التعاونية.	وزارة السياحة والاثار العامة. مراجعات السياحة الفصلية. ادبيات متعددة أخرى منشورة.
قياس الأعماق وعلم المحيطات الفيزيائي، جودة المياه والرواسب، العوالق، علم بيئة الأسماك	تقرير مسح خط الاساس البحري (مشروع الناقل الوطني لعام 2025). تقييم الموائل البحرية الحرجة (مشروع الناقل الوطني لعام 2025).	تقارير سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة/ومحطة العلوم البحرية حول التقييم البيئي للساحل الأردني. دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني 2022. ادبيات متعددة أخرى منشورة.
علم بيئة قاع البحر (بما في ذلك المحار)		دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022. ادبيات متعددة أخرى منشورة.
الحيوانات البحرية الضخمة والسلاحف		الاطلس الالكتروني لمناطق الثدييات البحرية المهمة . الاطلس الالكتروني لمناطق اسماك القرش والشفنين المهمة . ادبيات متعددة أخرى منشورة.
التراث الثقافي البحري	استشارة مع دائرة الآثار العامة وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة.	ادبيات متعددة أخرى منشورة وبيانات جيوفيزيائية.

6.3.2 المواقع المحمية والمخصصة

يقع المشروع ضمن القطاع الأردني من منطقة خليج العقبة، ضمن منطقة البحر الأحمر، وهي منطقة معروفة عالميًا بقيمتها العالية للتنوع الحيوي، كما يتضح من عدد المواقع المخصصة والمحمية فيها (الشكل 6-51). وقد تمت المراجعة المكتبية باستخدام مجموعة من موارد الخرائط الإلكترونية المختلفة لتحديد وترسيم جميع المناطق المحمية ذات الصلة بشكل قانوني (مثل المناطق البحرية المحمية، ومواقع التراث العالمي الطبيعي لليونسكو، والمناطق المهمة للطيور)، بالإضافة إلى المواقع المخصصة المعترف بها دوليًا ووطنيًا (مثل مناطق الثدييات البحرية المهمة، والمناطق المهمة لأسماك القرش والشفنين، إلخ). مع العلم أن كلًا من المواقع المحمية قانونًا والمواقع المخصصة أو المعترف بها دوليًا (والتي غالبًا ما تفتقر إلى الحماية القانونية) تتمتع جميعها بالقدرة على احتواء أو دعم قيم التنوع الحيوي الرئيسية. ويؤكد الفحص أن المشروع لا يقع ضمن أي مناطق محمية قانونًا، والتي تُعرّف بأنها "مساحة جغرافية محددة بوضوح، معترف بها ومخصصة ومدارة، من خلال وسائل قانونية أو غيرها من الوسائل الفعالة، لتحقيق الحفاظ على الطبيعة على المدى الطويل مع خدمات النظام البيئي والقيم الثقافية المرتبطة بها" (دادلي، 2008) أو في أي مناطق معترف بها دوليًا (مثل مواقع التراث العالمي الطبيعي لليونسكو).

تبلغ أقرب مسافة بين البنية التحتية للمشروع (بناءً على التصميم الحالي والبدائل قيد الدراسة) وحدود محمية العقبة البحرية (AMR) حوالي 2.5 كم. وتبعد أقرب حدود لمنطقة شمال الأردن ذات الاهتمام حوالي 9.4 كم من البنية التحتية للمشروع، وتبلغ حدود منطقة اسماك القرش والشفنين الهامة عند شاطئ إيلات الشمالي حوالي 17.8 كم.

يوجد حاليًا ثلاث مناطق للثدييات البحرية الهامة IMMAs في منطقة البحر الأحمر، والتي تُعرّف بأنها "أجزاء منفصلة من الموائل، مهمة لأنواع الثدييات البحرية، والتي لديها القدرة على تحديدها وإدارتها للحفاظ عليها". وقد صُممت هذه المناطق لمساعدة المنظمات الحكومية الدولية والمنظمات غير الحكومية في تحديد أولويات إجراءات الحفظ. حاليًا، لا توجد مناطق محمية بحرية دولية (IMMAs) ضمن منطقة خليج العقبة. وهذا يعني أن الموقع قد رُشِّح كمنطقة (IMMAs) في ورشة عمل إقليمية دون توفر معلومات كافية لاستيفاء المعايير المطلوبة.

توجد أيضًا العديد من مناطق أسماك القرش والشفنين الهامة (ISRAs) في منطقة البحر الأحمر. وتُعرَّف مناطق أسماك القرش والشفنين الهامة (ISRAs) بأنها "جزء منفصل وثلاثي الأبعاد من الموائل، مهم لنوع أو أكثر من أنواع أسماك القرش أو الراي أو الكيميرا، ويمكن تحديده وإدارته لأغراض الحفظ" بناءً على معايير علمية دقيقة (ISRA، 2025).

6.3.2.1 المواقع المحمية والمخصصة والمعترف بها في الأردن

تمتد محمية العقبة البحرية (AMR) على مسافة 7 كيلومترات من الساحل الأردني، وتمتد على مساحة 2.8 كيلومتر مربع، وتشمل 3% من المياه الإقليمية الأردنية و26% من ساحلها، منها حوالي كيلومتر مربع من الشعاب المرجانية التي تمتد على طول المحمية حتى أقل من 300 متر. وتقع الحدود البرية على بعد 50 مترًا غرب علامة خط المد العالي المتوسط (MHWM). وتحتوي المحمية على منطقة فاصلة تغطي مساحة 1.5 كيلومتر مربع على طول امتدادها البري والبحري. تدعم محمية العقبة البحرية أكثر من 150 نوعًا من المرجان و500 نوع من الأسماك.

حيث تشمل النظم البيئية والموائل البحرية داخل محمية العقبة البحرية شواطئ صخرية وشعابًا مرجانية أحفورية وتكوينات قديمة مرتفعة وصخور شاطئية من العصر الهولوسيني، مما يعكس التاريخ الجيولوجي والبحري الديناميكي للمنطقة. وتتألف تكوينات الشعاب المرجانية من ثلاث مصاطب جيولوجية مميزة، يمثل كل منها حقبة مختلفة في التاريخ البحري للمنطقة، وتحتوي على كائنات بحرية متحجرة من تلك الفترات. تضم المحمية شعابًا مرجانية متحجرة محفوظة جيدًا تتمتع بقيمة علمية وثقافية كبيرة كمعالم تراثية طبيعية فريدة للأردن تتطلب الحماية والحفظ.

وعلى الرغم من محدودية نطاقها المكاني، تُعد النظم البيئية للشعاب المرجانية أهم عنصر في البيئة البحرية للأردن، حيث تدعم تنوعًا حيويا بحريًا عاليًا بشكل استثنائي، وتشكل جزءًا من المنطقة الجغرافية الحيوية للبحر الأحمر، التي اعترف بها الصندوق العالمي للطبيعة (WWF) كمنطقة بيئية عالمية 200 لأهميتها البيئية المتميزة وتنوعها المرجاني الفريد. حيث يوجد أكبر امتداد لأعشاب البحر في منطقة خليج المملح (خليج تالا) الواقعة على الحواف الجنوبية للمحمية. وتتميز المحمية بثراء الأنواع والتنوع الحيوي العالي جدًا.

وقد تم تحديد حدود المحمية لأول مرة في عام 1997، عندما كانت تُعرف باسم منتزه العقبة البحري (AMP). في عام 2020، أعلن جلالة الملك عبد الله الثاني عن محمية العقبة البحرية (AMP) كمحمية بحرية جديدة، والتي أُدرجت بعد ذلك ضمن الشبكة الوطنية للمناطق المحمية في الأردن (JNPA) لتصبح أول محمية بحرية في الأردن. وتقع محمية العقبة البحرية على بعد حوالي 2 كم شمال موقع المشروع المقترح، وتديرها سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. وتشمل الأهداف الرئيسية لخطة إدارة محمية العقبة البحرية 2022-2026 (AMRMP) الحفاظ على الشعاب المرجانية وموائل الأعشاب البحرية الصحية والمرنة والتنوع الحيوي وتحسينها، حيث تم الاعتراف بأهمية الحفاظ عليهما وأهميتهما التجارية.

وتعمل محمية العقبة البحرية بموجب أحكام النظام رقم 61 لعام 2022 بشأن إنشاء وإدارة محمية العقبة البحرية، الصادرة بموجب قانون منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة رقم 32 لعام 2000، بالإضافة إلى نظام حماية البيئة الأوسع نطاقًا المعمول بها داخل المنطقة. ويقع الجزء المتبقي من ساحل الأردن تحت مظلة النظام رقم 96 لسنة 2024 بشأن إدارة المناطق الساحلية ضمن منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، مما يضمن إطارًا قانونيًا تكميليًا في جميع أنحاء المنطقة.

لدعم التنفيذ، صدرت عدة تعليمات داعمة، منها:

- التعليمات رقم 82 (2005): تنظيم اجراء البحث العلمي في متنزه العقبة البحري.
- التعليمات رقم 83 (2005): تنظيم الدخول والسياحة والرياضة، ومنع صيد الأسماك أو إزالة الكائنات الحية دون تصريح خاص.
- التعليمات رقم 84 (2005): تنظيم تشغيل القوارب وسفن الغوص داخل المحمية.
- التعليمات رقم 85 (2005): إدارة أنشطة الغوص، والترخيص، والقيود المتعلقة بالصيد غير المشروع.
- التعليمات رقم 86 (2005): وضع إجراءات لحملات تنظيف المياه تحت الماء لضمان حماية الحياة البحرية.
- التعليمات رقم 161 (2014): توفير إطار عمل لتنظيم وترخيص الرياضات البحرية في العقبة، بما في ذلك احتياطات السلامة والبيئة.

تعمل محمية العقبة البحرية تحت إشراف فريق إدارة فني متكامل بقيادة مدير المحمية، وتنقسم إلى أربعة أقسام متخصصة تُنفذ بشكل جماعي خطة إدارة محمية العقبة البحرية (AMRMP):

- قسم حماية السواحل - مسؤول عن سلامة الشواطئ، ودوريات الشواطئ، ومكافحة التلوث.
- قسم العمليات والمراقبة البحرية - يشرف على الدوريات البحرية، وتنفيذ القوانين، والرصد البيئي في البحر، ويجري رصدًا مستمرًا للبيئة البحرية، بما في ذلك جودة المياه، وحالة الرواسب، وصحة الشعاب المرجانية.
- قسم البحوث والدراسات البحرية - يُجري دراسات علمية وبرامج رصد متخصصة تُركز على الشعاب المرجانية، والأعشاب البحرية، والحيوانات البحرية، ويدعم الإدارة القائمة على الأدلة.
- قسم التوعية البيئية - يُنفذ برامج توعية، وحملات تثقيفية، ومبادرات لإشراك أصحاب المصلحة، بالإضافة إلى دعم الرصد التشاركي والتقارير العامة.

تتميز محمية العقبة البحرية بتنوع حيوي مميز وفريد، بما في ذلك درجة عالية من الأنواع المستوطنة. وتقع في المنطقة الجغرافية الحيوية الشمالية الغربية للمحيطين الهندي والهادئ، والتي تضم موقع وادي رم للتراث العالمي. والمحمية البحرية مُدرجة حاليًا كمنطقة محمية من الفئة السادسة للاتحاد الدولي لصون الطبيعة(IUCN) ، ويُسمح فيها بالاستخدام المستدام للموارد الطبيعية.

تُعرّف هذه المنطقة، المصنفة ضمن الفئة السادسة للاتحاد الدولي لصون الطبيعة، بأنها "مناطق محمية ذات استخدام مستدام للموارد الطبيعية: مناطق تحافظ على النظم البيئية، إلى جانب القيم الثقافية المرتبطة بها ونظم إدارة الموارد الطبيعية التقليدية. وهي واسعة بشكل عام، وفي حالة طبيعية بشكل رئيسي، مع وجود نسبة منها خاضعة لإدارة مستدامة للموارد الطبيعية، ويُعتبر فيها الاستخدام المنخفض للموارد الطبيعية غير الصناعية، والمتوافق مع الحفاظ على الطبيعة، أحد الأهداف الرئيسية".

من المقرر ترقية فئة الحفظ للموقع، نظرًا لمحدودية مساحة الأردن البحرية التي تحتوي على العديد من الأنشطة المتضاربة (مثل الشحن وصيد الأسماك والتنمية الصناعية والسياحة والحفاظ على البيئة) (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2023). تُحدد خطة تقسيم المناطق لمحمية العقبة البحرية (AMR) مناطق محددة داخل المحمية، وتحدد المناطق المخصصة لأنشطة مُختلفة (مثل الغوص، وركوب القوارب، والبحث العلمي) بناءً على خصائصها، وحساسيتها البيئية، وملاءمتها لاستخدامات مُحددة. وقد تم وضع خطة تقسيم المناطق في سياق الإطار القانوني والتشريعي الوطني الأردني، الذي يُنظم إدارة المناطق المحمية، والحفاظ على النظم البيئية البحرية، وتقسيم المناطق المكانية. وتراعي الخطة جميع القوانين والأنظمة والسياسات ذات الصلة التي تُنظم حماية الموائل البحرية واستخدامها المُستدام، مثل الشعاب المرجانية.

تتميز المحمية بأربعة شواطئ عامة، بما في ذلك الشاطئ الأزرق، الحاصل على شهادات العلم الأزرق المُتعددة. وقد أُضيفت إلى القائمة الخضراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة (IUCN) في عام 2025. وبفضل الرصد البيئي الصارم، والتواصل المجتمعي، والبحوث البحرية، وبرامج الحفاظ على البيئة، تلعب المحمية دورًا حيويًا في الحفاظ على التكامل البيئي للمنطقة (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2023).

تم تحديد منطقة مُرشحة كمنطقة اسماك القرش والشفنين الهامة ISRA في المياه الأردنية تُسمى منطقة شمال الأردن ذات الاهتمام. حيث تمتد من شاطئ العقبة الجنوبي إلى شاطئ الغندور بعمق يتراوح بين 0 و450 مترًا. وقد حُددت فيه تجمعات لأسماك القرش قصيرة الزعانف (Isurus oxyrinchus) وتجمعات محتملة غير محددة لأسماك قرش النمر(Galeocerdo cuvier) ,

6.3.2.2 المواقع المحمية والمخصصة والمعترف بها داخل خليج العقبة

يوجد 13موقعاً محمياً أو مخصصاً أو معترَفاً به في خليج العقبة، موزعة عبر خمس دول (شكل 6-52). وتعد محمية رأس سويحيل/رأس القَصَبة البحرية في المملكة العربية السعودية أكبر هذه المواقع، إذ تمتد على مساحة 3,705كم² من جنوب الحُميدة على الساحل الشرقي للخليج، مروراً بمضائق تيران متعددة التصنيفات، وعلى طول الساحل السعودي باتجاه الصُّورة. وتُصنَّف هذه المنطقة كمحمية الفئة السادسة وفق تصنيف الاتحاد الدولي لصون الطبيعة(IUCN) ، يعتبر الهدف الأساسي فيها حماية النظم البيئية الطبيعية واستخدام الموارد الطبيعية بشكل مستدام عندما يكون الحفاظ والاستغلال المنضبط مفيدين بشكل متبادل.

تغطي محمية رأس أبو جلوم مساحة 400كم² على الساحل المصري لخليج العقبة، شمال دهب. وقد خصِّصت هذه المحمية لحماية مجموعة متنوعة من الموائل والأنواع البرية والطيور، بالإضافة إلى بعض المظاهر الساحلية/البحرية مثل الشعاب المرجانية وغابات القرم، وتصنف أيضاً كمنطقة محمية ضمن الفئة السادسة للاتحاد الدولي لصون الطبيعة.

كما تعتبر محمية النبق الوطنية، المصنفة كذلك ضمن الفئة السادسة، محمية بحرية بمساحة 600كم² تقع على الساحل المصري عند التقاء خليج العقبة بالبحر الأحمر الشمالي. وتتمثل أهميتها في حماية مجموعة من الموائل البحرية، بما في ذلك الشعاب المرجانية وغابات القرم ومروج الأعشاب البحرية، إضافةً إلى الأنواع المحمية مثل الأطوم والسلاحف الخضراء والعديد من أنواع الأسماك.

أما محمية رأس محمد الوطنية (الفئة 2 وفقIUCN) فتقع في شمال البحر الأحمر عند الطرف الجنوبي لشبه جزيرة سيناء في مصر، وتبلغ مساحتها 850كم²، معظمها محمية بحرية. وقد خُصِّصت بشكل أساسي لحماية موائل الشعاب المرجانية، وكذلك لحماية السلاحف وأنواع الأسماك الرئيسة.

وتقع جزيرة تيران، الواقعة عند مدخل خليج العقبة، ضمن محمية رأس سويحيل/رأس القَصَبة البحرية، وكذلك ضمن محمية رأس محمد الوطنية في مصر. كما تُعد منطقة مهمة للطيور والتنوع الحيوي (IBA)، وتتميز باحتضانها طيور الماء المعششة، والعُقاب النسارية، والصقور، بالإضافة إلى مواقع تعشيش السلاحف الخضراء (Chelonia mydas) ومراعي الأطوم (Dugong dugong) (شراكة KBA، 2021). كما يُعد مضيق تيران منطقة اهتمام كمرشح مستقبلي ليصبح منطقة بحرية مهمة للثدييات البحرية (IMMA)، ومرشحاً ليصبح منطقة مهمة لأسماك القرش والشفنينيات (ISRA) للشيهم البحري (Mobula birostris) وقرش الحوت (Rhincodon typus).

وتبلغ مساحة محمية إيلات المرجانية 1.2كم² وتقع في أقصى شمال خليج العقبة. وقد خُصصت هذه المحمية بشكل أساسي لحماية الشعاب المرجانية والأنواع المرتبطة بها. كما لوحظ وجود ابقار البحر فيها، مما يشير إلى انتشار هذا النوع وتوفر موائله الوظيفية في مختلف أنحاء خليج العقبة.

توجد منطقة مهمة لأسماك القرش والشفنينيات عند شاطئ إيلات الشمالي لحماية شفنين السوط Himantura uarnak)، إضافةً إلى مناطق تكاثر شفنين النسر المرقط (Aetobatus ocellatus)، وتجمعات غير محددة لـ شفنين ذيل البقرة(Pastinachus sephen) .

6.3.2.3 الميزات المؤهلة

سيتم الاخذ بعين الاعتبار جميع المواقع المحمية والمُخصصة، الواقعة ضمن مسافة ذات صلة بيئية بخصائصها المؤهلة المحددة (أي المُستقبِلات/مجموعات المُستقبِلات)، في دراسة الأثر ضمن فصولها الخاصة، وذلك فيما يتعلق بمناطق التأثير لكل مُستقبِل/مجموعة مُستقبِلات حيث يوجد مسار تأثير.

كما سيتم النظر في أي آثار محتملة على أهداف الحفظ والإدارة/سلامة الموقع (أو ما يعادلها) لهذه المواقع على أساس كل حالة على حده فيما يتعلق بالموقع، بالإضافة إلى تقييمات الأثر للخصائص المؤهلة.

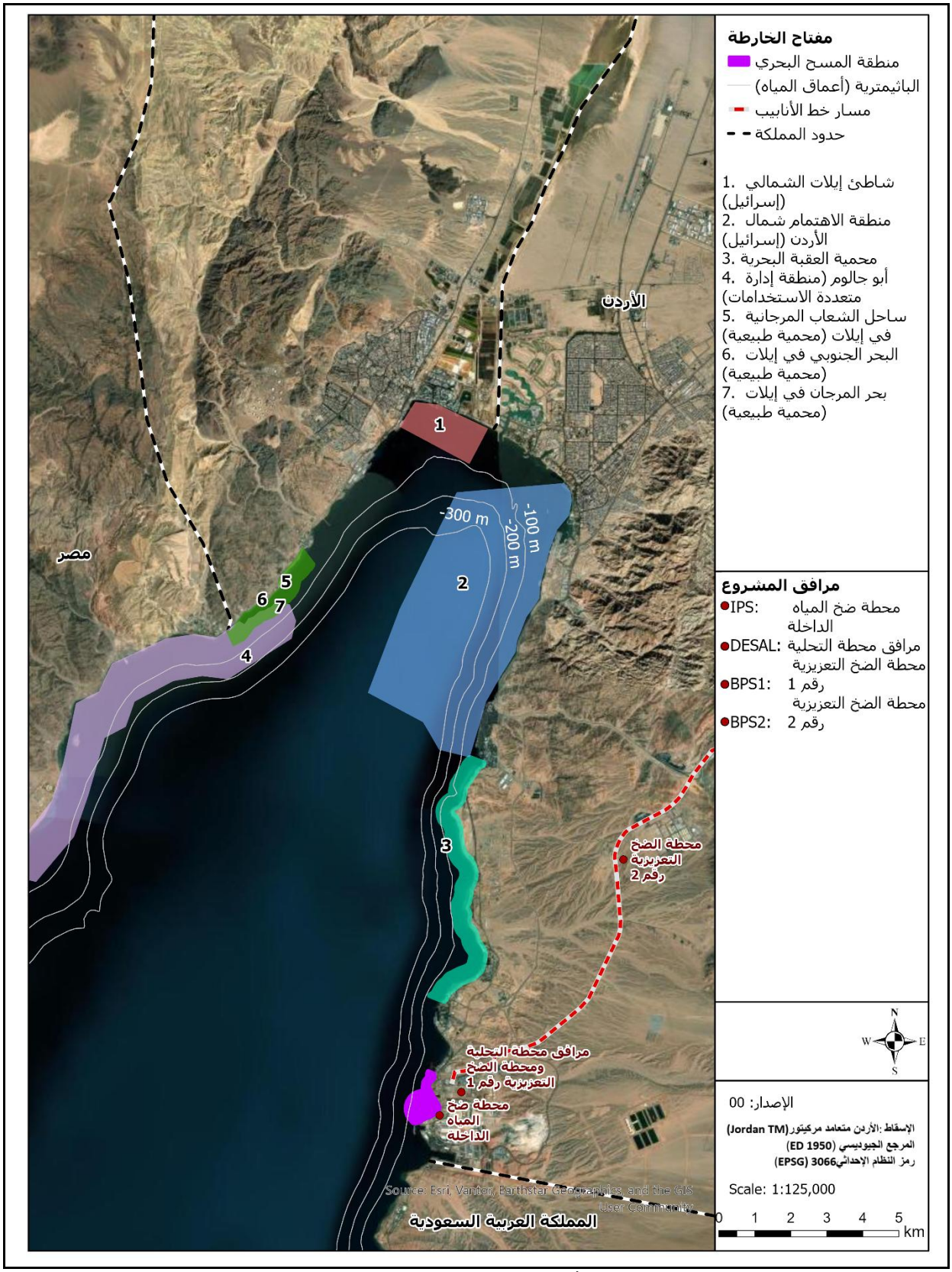
فعلى سبيل المثال، تم تحديد ما يلي في خطة الإدارة لمحمية العقبة البحرية (2022-2026) (AMRMP)، والتي تُحدد من خلال ستة أهداف وسلسلة من المخرجات، والتي تتوافق مع أهداف سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. تشمل الأهداف ما يلي:

- الحفاظ على موائل الشعاب المرجانية والأعشاب البحرية الصحية والمرنة والمتنوعة بيولوجيًا وتحسينها ضمن محمية العقبة البحرية (AMR) حتى عام 2026 وما بعده.
- إنشاء وتنفيذ الآليات اللازمة لتعزيز محمية العقبة البحرية كنموذج للسياحة المستدامة بيئيًا، بما يتوافق مع المبادئ والمعايير الدولية.
- تنفيذ عمليات مراقبة ودوريات فعالة لتغطية كامل منطقة محمية العقبة البحرية.
- تحسين وتعزيز الإطار المؤسسي/القانوني والقدرات الإدارية المرتبطة بها.
- تحسين الوعي والتثقيف بشأن الحفاظ على البيئة البحرية على المستويين الدولي والوطني.
- إنشاء وتنفيذ آليات مالية مستدامة لتمويل عمليات وأنشطة محمية العقبة البحرية المستقبلية.

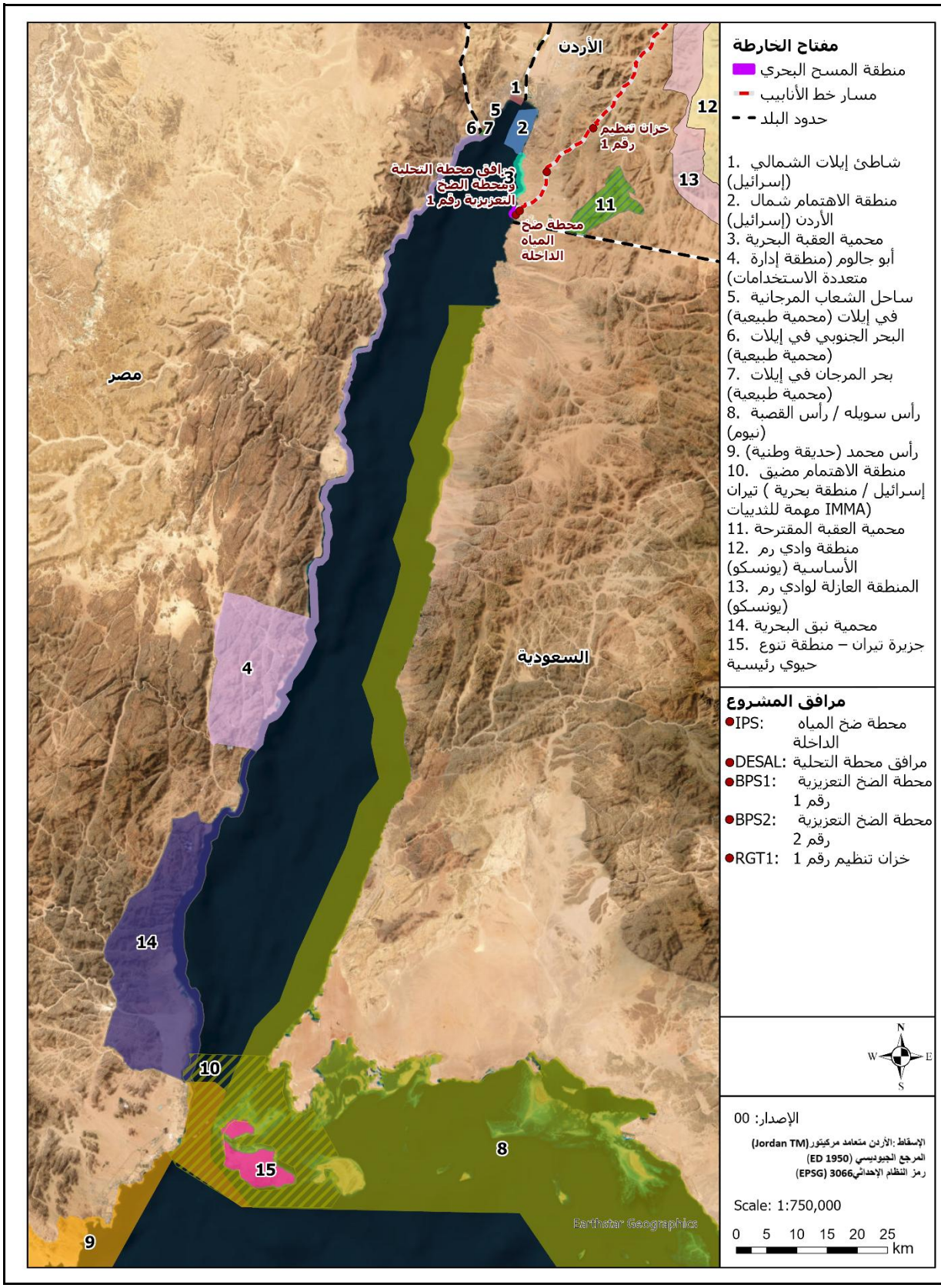
تمثل مجموعات النظم البيئية الأربعة المحور الأساسي لخطة إدارة محمية العقبة البحرية (2022-2026):

- الشعاب المرجانية.
- الأعشاب البحرية.
- النظم البيئية البرية.
- النظم البيئية في البحار المفتوحة.

الشكل 6- 51 المواقع المحمية والمخصصة والمعترف بها في شمال خليج العقبة



الشكل 6- 52 المواقع المحمية والمحددة والمعترف بها في خليج العقبة


الأردن
مصر
السعودية
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
خزان تنظيم رقم 1
مرافق محطة التحلية ومحطة الضخ التعزيزية رقم 1
محطة ضخ المياه الداخلة
Earthstar Geographics
مفتاح الخارطة
منطقة المسح البحري
مسار خط الأنابيب
حدود البلد
1. شاطئ إيلات الشمالي (إسرائيل)
2. منطقة الاهتمام شمال الأردن (إسرائيل)
3. محمية العقبة البحرية
4. أبو جالوم (منطقة إدارة متعددة الاستخدامات)
5. ساحل الشعاب المرجانية في إيلات (محمية طبيعية)
6. البحر الجنوبي في إيلات (محمية طبيعية)
7. بحر المرجان في إيلات (محمية طبيعية)
8. رأس سويله / رأس القصبة (نيوم)
9. رأس محمد (حديقة وطنية)
10. منطقة الاهتمام مضيق إسرائيل / منطقة بحرية) تيران مهمة للثدييات IMMA)
11. محمية العقبة المقترحة
12. منطقة وادي رم الأساسية (يونسكو)
13. المنطقة العازلة لوادي رم (يونسكو)
14. محمية نبق البحرية
15. جزيرة تيران – منطقة تنوع حيوي رئيسية
مرافق المشروع
IPS: محطة ضخ المياه الداخلة
DESAL: مرافق محطة التحلية
BPS1: محطة الضخ التعزيزية رقم 1
BPS2: محطة الضخ التعزيزية رقم 2
RGT1: خزان تنظيم رقم 1
N
W
E
S
الإصدار: 00
الإسقاط :الأردن متعامد مركيتور(Jordan TM)
المرجع الجيوديسي (ED 1950)
رمز النظام الإحداثي3066 (EPSG)
Scale: 1:750,000
0 5 10 15 20 25
km

6.3.3 الصناعة والتنمية البحرية والساحلية

تقع منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، بما في ذلك مسار خط أنابيب الناقل من محطة ضخ السحب إلى خزان التنظيم 3 (RG3)، بالإضافة إلى محطة تحلية المياه ومرفق الطاقة المتجددة، ضمن اختصاص سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA)، وهي سلطة مستقلة ماليًا وإداريًا مسؤولة عن إدارة وتنظيم وتطوير منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة في الأردن منذ إنشائها عام 2002.

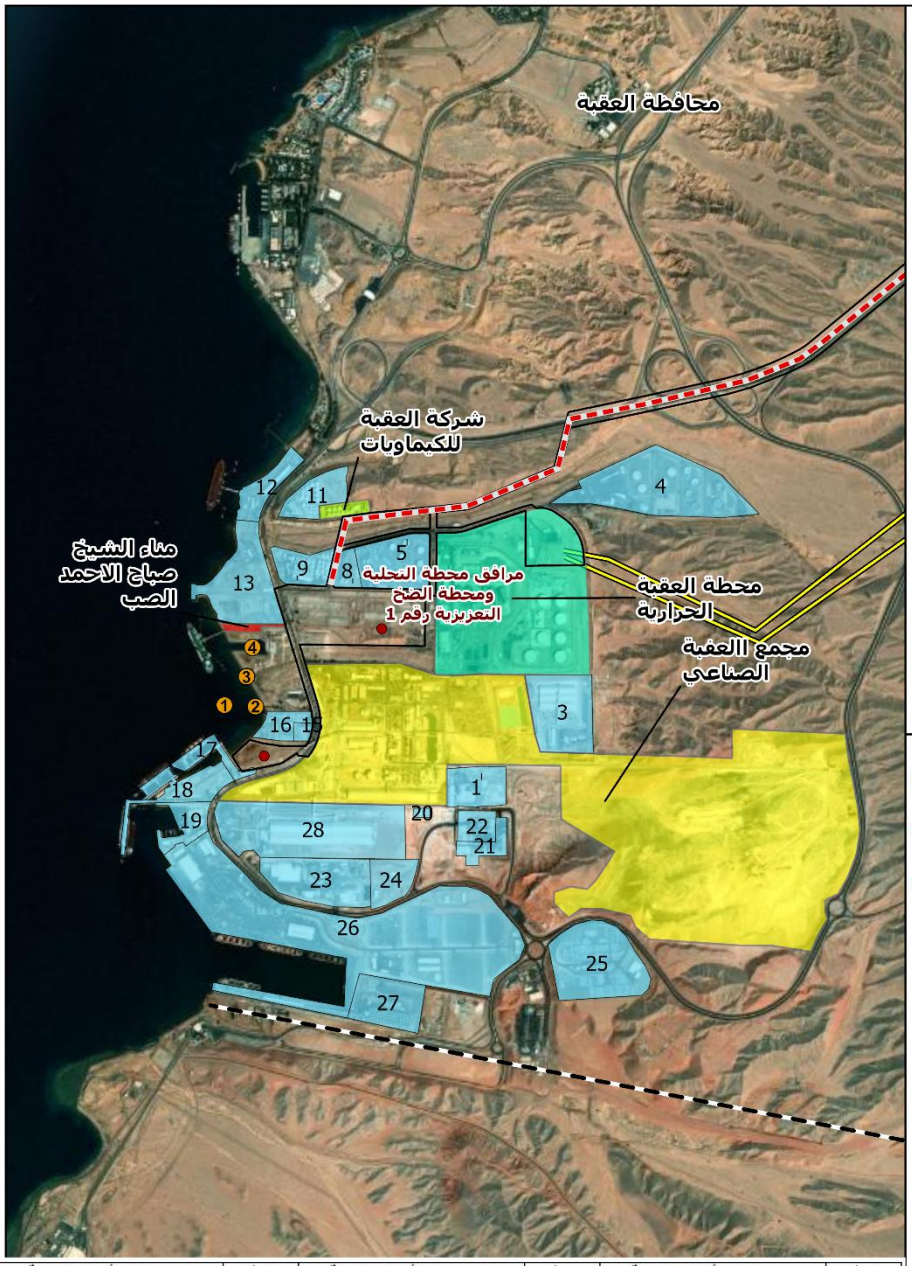
وقد تأسست شركة تطوير العقبة (ADC)، وهي الكيان التنموي الرئيسي لسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، عام 2004. وهي شركة مملوكة بشكل مشترك للحكومة الأردنية وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، وهي مسؤولة عن إنشاء بنية تحتية وفوقية جديدة، وتوسيع المرافق القائمة، وإنشاء محفزات أعمال أساسية، وإدارة وتشغيل المرافق الرئيسية داخل منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. وتمتلك الشركة الموانئ والمطار وقطع الأراضي الاستراتيجية داخل منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. كما تحتفظ بحقوق تطوير وإدارة هذه الأصول، إلى جانب البنية التحتية والمرافق المهمة.

وفي عام 2024، كشفت سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA) عن خطة رئيسية للتنمية الحضرية للفترة 2024-2040، مُحددةً بذلك الاستراتيجية طويلة المدى لتنظيم وإدارة النمو داخل المنطقة. تُحدد الخطة الرئيسية أهدافًا وسياساتٍ لتنسيق التنمية، بما في ذلك استعمالات الأراضي، وكثافة التنمية، والوصول إليها وتوزيعها، وتوفير المرافق، وحماية الموارد البيئية والثقافية والتاريخية. تشمل المنطقة المستهدفة للتطوير منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة بأكملها، بمساحة 651.5 كيلومترًا مربعًا، وتشمل وادي العرب وست مناطق متفرقة أُضيفت مؤخرًا إلى نطاق اختصاص منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة.

يُظهر الشكل 6-53 المرافق الصناعية والبنية التحتية لمنطقة العقبة الاقتصادية الخاصة. أما المرافق الرئيسية داخل منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة التي يتم سحب مياه البحر للأغراض الصناعية، ثم يتم تصريفها لاحقًا بالقرب من مرافق سحب وتصريف المشروع هي:

- شركة كيمابكو العربية للصناعات الكيماوية والأسمدة المحدودة، التابعة لشركة البوتاس العربية، والتي تستخرج مياه البحر لعمليات تحلية المياه.
- المجمع الصناعي للفوسفات والأسمدة الذي تديره شركة مناجم الفوسفات الأردنية ومحطة العقبة الحرارية، حيث يستخرج كلاهما مياه البحر لعمليات التبريد، ثم يتم تصريف مياه التبريد في خليج العقبة.
- محطة الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح للغاز الطبيعي المسال، والتي تعمل على تشغيل وحدة تخزين عائمة تستخرج مياه البحر، وتعمل على تسخين الغاز الطبيعي، ثم يتم اعادة مياه البحر إلى البحر بدرجات حرارة مُنخفضة.

الشكل 6- 53 المرافق والبنية التحتية الصناعية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



مفتاح الخارطة

Points

- ① تصريف المجمع الصناعي (مغمور)
- ② مأخذ مياه المجمع الصناعي
- ③ تصريف محطة توليد الكهرباء (تصريف سطحي)
- ④ مأخذ مياه محطة توليد الكهرباء
- محطة العقبة الحرارية لتوليد الكهرباء
- كيمابكو
- مجمع صناعات الفوسفات والأسمدة
- محطة الشيخ صباح للغاز الطبيعي المسال
- الأنشطة الصناعية
- مسار خط الأنابيب
- خطوط نقل القدرة الهوائية
- حدود الدولة

مرافق المشروع

- IPS: محطة ضخ المياه الداخلة
- DESAL: مرافق محطة التحلية
- BPS1: محطة الضخ التعزيزية رقم 1

N
W
E
S

الإصدار: 00

الإسقاط :الأردن متعامد مركيتور (Jordan TM)
المرجع الجيوديسي (ED 1950)
رمز النظام الإحداثي (EPSG) 3066

Scale: 1:30,000

0 0.5 1 km

الرقم	اسم المنشأة الصناعية	الرقم	اسم المنشأة الصناعية	الرقم	اسم المنشأة الصناعية
1	شركة نيبون الأردن للأسمدة	13	شركة موانيء العقبة	21	الصناعات الأردنية الهندية
3	شركة مناجم الفوسفات	15	شركة غاز الشرق	22	الصناعات الأردنية الهندية
4	مصفاة البترول الأردنية	16	شركة الفجر الأردنية المصرية	23	كيمابكو
5	الشركة الأردنية للخدمات اللوجستية	17	ميناء الفوسفات	24	وحدة تحلية مياه البحر لكيمابكو
8	شركة البروميين الأردنية	18	الميناء الصناعي	25	شركة المثلث الذهبي
9	شركة سالفوكيم الهولندية	19	شركة خدمات موانئ العقبة	26	شركة العقبة لإدارة وتشغيل الموانئ
11	شركة الجمعية الوطنية للتجارة	20	الشركة الأولى للصناعات	27	شركة الصوامع والحبوب
12	محطة النفط			28	شركة بوتاس العرب

6.3.3.1 ميناء العقبة

ميناء العقبة هو الميناء البحري الوحيد في الأردن والعمود الفقري لإقتصاد مدينة العقبة، حيث يوفر آلاف الوظائف ويحفز القطاعات ذات الصلة، مثل الخدمات اللوجستية والتخزين. وعلى الصعيد الوطني، يتعامل الميناء مع أكثر من 50% من حجم تجارة الأردن، وهو البوابة الرئيسية لواردات السلع الاستهلاكية والآلات والمواد الخام وصادرات السلع الأردنية الرئيسية (الفوسفات والبوتاس والمواد الكيميائية).

يتم ادارة الميناء كمجمع مينائي متعدد المحطات يضم 12 محطة. وهو مملوك ويتم ادارته من قبل شركة تطوير العقبة، ويتم تشغيله بموجب اتفاقيات امتياز مع مشغلين مختلفين، حيث يتعامل كل منهم مع أنواع محددة من البضائع. وقد أفادت شركة تطوير العقبة أن إجمالي حجم البضائع المناولة سنويًا يبلغ حوالي 20 مليون طن في السنوات الأخيرة.

وفي عام 2006، نقل الأردن مرافق الميناء الرئيسية جنوبًا بعيدًا عن مركز مدينة العقبة. وقد أتاحت هذه الخطوة، التي اكتملت على مدى عدة سنوات، الوصول إلى مياه أعمق، واستيعاب السفن الأكبر حجمًا، وتحرير أراضٍ قيّمة على الواجهة البحرية في وسط مدينة العقبة. حيث تحولت منطقة الميناء القديمة إلى مركز سياحي وتجاري، يضم فنادق على الواجهة البحرية، وأرصفة للسفن السياحية، ومناطق تجارية. وتنقسم منطقة الميناء الجديدة الموحدة، الممتدة على طول الساحل باتجاه الحدود السعودية، إلى "الميناء الرئيسي" و"الميناء الجنوبي/المنطقة الصناعية". وتضم منطقة الميناء الرئيسية محطة حاويات العقبة ومرافق الركاب، بينما تضم منطقة الميناء الصناعي الجنوبي، الواقعة على بُعد 18-20 كم جنوب المدينة، محطات الفوسفات والمحطات الصناعية، وأرصفة النفط/الغاز الطبيعي المسال، وغيرها. ومن المقرر إنشاء خط سكة حديد لربط مناجم الفوسفات مباشرة بالميناء، مما يُسهم في تبسيط صادرات البضائع السائبة.

ويعمل الميناء على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع، وقد استثمر في السنوات الأخيرة في التكنولوجيا، بما في ذلك مركز قيادة عمليات مركزي (افتُتح عام 2023) مزود بكاميرات مراقبة تلفزيونية مغلقة وأنظمة تتبع رقمية لأنشطة الميناء، بالإضافة إلى نظام محاذاة الشاحنات الموجه بالليزر لتسريع مناولة الحاويات. وقد عززت هذه التحسينات الكفاءة، مما ساهم في قدرة العقبة على جذب المزيد من خطوط الشحن والتعامل مع الكميات المتزايدة.

ميناء حاويات العقبة (ACT): ميناء حاويات العقبة هي منشأة مناولة الحاويات الوحيدة في الأردن، وتديرها شركة APM Terminals (Maersk) في مشروع مشترك مع شركة تطوير العقبة. ويبلغ طول رصيف ميناء حاويات العقبة 1000 متر (بعد توسعة كبيرة في الفترة 2010-2013) وتبلغ طاقته الاستيعابية السنوية 1.3 مليون وحدة مكافئة لعشرين قدمًا (TEU). وتشمل المعدات سبع رافعات من السفينة إلى الشاطئ ورافعات ساحات حديثة، مما يمكّنها من مناولة سفن الحاويات الكبيرة (حتى طول 400 متر) بكفاءة. وفي عام 2024، مدد الأردن امتياز شركة APM حتى عام 2046، مصحوبًا باستثمار جديد بقيمة 242 مليون دولار أمريكي لتوسيع الطاقة الاستيعابية إلى 1.7 مليون وحدة مكافئة لعشرين قدمًا سنويًا والارتقاء بعملياتها إلى عمليات كهربائية صديقة للبيئة. ويُعتبر ميناء حاويات العقبة ثاني أكثر موانئ الحاويات ازدحامًا على البحر الأحمر من حيث الحجم (بعد جدة)، حيث لا يخدم الأردن فحسب، بل يخدم أيضًا الأسواق الإقليمية غير الساحلية.

ميناء البضائع العامة والعبارات: تضم العقبة ميناء للبضائع العامة، وعبارات الدحرجة (Ro-Ro)، والركاب. قبل الجائحة، كانت خدمة العبارات تنقل حوالي 1.3 مليون مسافر سنويًا بين العقبة ومصر. ومع ذلك، تشير الأرقام الأخيرة إلى انخفاض (في الفترة من كانون الثاني إلى آب 2025)، حيث استخدم حوالي 235,654 مسافرًا عبارات العقبة، بزيادة قدرها 28% على أساس سنوي مع انتعاش حركة السفر. كما ترسو سفن الرحلات البحرية في العقبة (خاصةً في موسم الرحلات البحرية الشتوي)، جالبةً السياح إلى البتراء ووادي رم. ويمكن لسفن الرحلات البحرية الكبيرة ان ترسوا في ارصفة الميناء الرئيسية.

ميناء المركبات: شهدت العقبة ارتفاعًا كبيرًا في واردات المركبات. حيث يتم تفريغ السيارات إما عبر سفن الدحرجة (Ro-Ro) في ميناء العبارات أو وحدات الحاويات في ميناء الحاويات. وقد تم استيراد أكثر من 58,000 سيارة خلال الفترة من كانون الثاني إلى آب 2025، أي ضعف العدد المسجل في الفترة نفسها من عام 2024. وتُعزى هذه الزيادة التي تجاوزت 100% في واردات السيارات إلى الطلب المرتفع من السوق السورية التي تم اعادة فتحها، وعودة خدمات الشحن المباشر (Ro-Ro) إلى العقبة. كما تُمثل العقبة نقطة دخول للسيارات المتجهة إلى الأردن والدول المجاورة (يتم شحن بعض المركبات برًا إلى سوريا والعراق).تتعامل محطات الشحن السائب التالية مع السلع السائبة الحيوية للاقتصاد الأردني.

ميناء الفوسفات: يُعد الأردن من أبرز مُصدّري الفوسفات عالميًا. ففي عام 2013، تم افتتاح ميناء جديد مُتطور لتصدير صخور الفوسفات في الميناء الجنوبي، خارج المدينة الرئيسية. وقد تم بناء هذا الميناء بموجب اتفاقية بناء وتشغيل ونقل ملكية بين شركة تطوير العقبة وشركة مناجم الفوسفات الأردنية (JPMC) عام 2010، ويتميز برصيف بطول 200 متر مزود بأذرع تحميل ناقلة، ومساحة تخزين تتسع لـ 240 ألف طن، وبطاقة استيعابية تتراوح بين 4 و6 ملايين طن سنويًا. وتبلغ صادرات الفوسفات عبر العقبة حاليًا ما بين 5 و6 ملايين طن سنويًا (4.36 مليون طن في الأشهر الثمانية الأولى من عام 2025).

الميناء الصناعي: تعمل شركة الموانئ الصناعية الأردنية (JIPC) على تشغيل ميناء صناعي مُخصص (يبعد حوالي 22 كيلومترًا جنوب مدينة العقبة) للبوتاس والأسمدة والمواد الكيميائية الأخرى، وهو مملوك بشكل مشترك لشركة البوتاس العربية وشركة مناجم الفوسفات الأردنية. وقد تم بناء الميناء في الأصل بطاقة استيعابية تُقارب 5 ملايين طن، وخضع لتوسعة اكتملت في عام 2022، مما ضاعف طاقته

الاستيعابية إلى 10 ملايين طن سنويًا. ويحتوي هذا الميناء على أرصفة متعددة وأنظمة نقل حديثة لصادرات البوتاس (تُنتج شركة البوتاس العربية حوالي 2.5 مليون طن سنويًا). في الفترة من كانون الثاني إلى آب 2025، تم تصدير 1.59 مليون طن من البوتاس عبر العقبة، إلى جانب كميات كبيرة من الأسمدة الفوسفاتية وغيرها من السلع الصناعية.

الحبوب والبضائع السائبة المتنوعة: يستقبل ميناء العقبة واردات الأردن من الحبوب الأساسية والمواد الغذائية. ويستقبل ميناء الحبوب المتخصصة القمح والشعير والذرة وغيرها من الحبوب السائبة. في الأشهر الثمانية الأولى من عام 2025، استورد الميناء 670,253 طنًا من القمح، و683,936 طنًا من الشعير، و461,974 طنًا من الذرة، وجميعها مواد حيوية للأمن الغذائي الأردني. كما يستقبل الميناء أيضًا السكر والأسمدة والأسمنت السائب. حتى أن الميناء حمّل 448,152 طنًا من خام الحديد/ الصلب للتصدير في أوائل عام 2025.يعتمد الأردن على واردات الطاقة، ويأتي بعضها عبر موانئ النفط والغاز في العقبة.

ميناء النفط: تُدير شركة موانئ النفط الأردنية (JOTC) رصيفًا لنقل النفط الخام والمنتجات البترولية بالتنسيق مع شركة الكهرباء الوطنية لزيت الوقود. ويستقبل هذا الميناء ناقلات تحمل الوقود المكرر (مثل البنزين والديزل) وأحيانًا النفط الخام، لتغذية مصافي الأردن ومحطات الطاقة. ولا يتم الإفصاح عن الكميات الدقيقة علنًا؛ ومع ذلك، يأتي جزء كبير من وقود الأردن برًا من الدول المجاورة، وتوفر العقبة طريقًا بديلًا لتنويع الإمدادات.

ميناء الغاز الطبيعي المسال: في عام 2015، أطلق الأردن ميناء الشيخ صباح الأحمد للغاز الطبيعي المسال، وهو وحدة عائمة لتخزين وإعادة تحويل الغاز الطبيعي المسال (FSRU) قبالة ساحل العقبة، لاستيراد الغاز الطبيعي المسال. ان وحدة إعادة التغييز العائمة (FSRU) (التي تم استبدالها بوحدة أحدث، "قوة إنرجوس"، عام 2025) راسية جنوب الميناء الرئيسي ومتصلة بخط أنابيب الغاز العربي البري. حيث تُوفر حاليًا ما يصل إلى 350 مليون قدم مكعب يوميًا لتوليد الطاقة في الأردن. ويجري حاليًا تنفيذ مشروع توسعة في عام 2025، وهو بناء منشأة برية دائمة لإعادة التغييز بسعة 700 مليون قدم مكعب يوميًا، وتحويلها إلى وحدة تخزين عائمة، على أن تكتمل بحلول عام 2026. وتزور ناقلات الغاز الطبيعي المسال العقبة بانتظام، حيث إن وحدة إعادة التغييز العائمة هي في الأساس سفينة راسية دائمة تُعاد تعبئتها بواسطة ناقلات الغاز الطبيعي المسال.

6.3.3.2 المجمع الصناعي للفوسفات والأسمدة

المجمع الصناعي للفوسفات والاسمدة هو منشأة كبيرة تقع على بُعد 18 كيلومترًا جنوب مدينة العقبة، وتديرها شركة مناجم الفوسفات الأردنية. وقد تم انشاء المجمع الصناعي لتحويل صخور الفوسفات المنتجة في مواقع الشركة إلى منتجات نهائية. بالإضافة إلى وحدات الإنتاج، ويضم المجمع الصناعي مركزًا للتدريب، ومختبرًا، وقسما للبيئة والسلامة العامة، كما يقدم أيضًا الدعم اللوجستي لمكافحة الحرائق والإسعافات الأولية في المنطقة الجنوبية المحاذية للحدود السعودية.

ويوظف المجمع حاليًا 686 موظفًا. وقد مر بعدة مراحل تطويرية لزيادة الطاقة الإنتاجية وتلبية احتياجات الشركات المجاورة من الأمونيا. وهناك خطط لتوسيع المجمع في العقبة، تشمل زيادة الطاقة الإنتاجية لمصنع حامض الفوسفوريك إلى 1500 طن يوميًا، وإنشاء وحدة إضافية لإنتاج الأسمدة المركبة بطاقة إنتاجية تبلغ نصف مليون طن سنويًا (شركة مناجم الفوسفات الأردنية، 2025).

وفي محيط مجمع الفوسفات والأسمدة، تقوم شركة الفوسفات الأردنية أيضًا بإدارة ميناء الفوسفات الذي أنشئ في الموقع الجديد في عام 2012 (انظر القسم 1.3.3.6).

6.3.3.3 محطة العقبة الحرارية

تعتبر محطة العقبة الحرارية لتوليد الطاقة (ATPS) من أهم مصادر توليد الطاقة في الأردن، حيث تُعدّ بالغة الأهمية في توفير الكهرباء، لا سيما للمنطقة الجنوبية/الساحلية، وربما للمناطق الصناعية في العقبة. وتبلغ قدرتها المُركّبة حوالي 650-656 ميجاوات، وتُشغّلها شركة توليد الكهرباء المركزية (CEGCO). وتتألف المحطة من ثلاث وحدات لتوليد البخار، كل منها بسعة 130 ميجاوات، ووحدة توليد كهرومائية بسعة إجمالية تبلغ 3.6 ميجاوات (CEGCO، 2025)

تستخدم محطة العقبة الحرارية الغاز الطبيعي كوقود أساسي، مدعومًا بزيت الوقود الثقيل. وفي إطار تنويع وتحديث قطاع الطاقة في الأردن، تُعدّ قدرة محطة العقبة الحرارية على العمل بوقود أنظف (غاز) أمرًا بالغ الأهمية لأمن الطاقة، وتحقيق أهداف الانبعاثات، والتوافق البيئي مع أهداف السياحة والحفاظ على البيئة البحرية. وتُشغّل شركة توليد الكهرباء المركزية (CEGCO) محطة العقبة الحرارية لتوليد الطاقة ATPS لما يقارب ثلث العام، بناءً على أوامر من شركة الكهرباء الوطني (NEPCO) لتكملة الشبكة أثناء التشغيل، ويتم سحب مياه البحر من خلال نظام السحب لأغراض التبريد، مع إعادة نفس الكمية من المياه إلى البحر بناءً على الطلب. كما يتم أيضًا تشغيل توربينات المياه من المرحلة الثانية، مع تشغيل ثلاث مضخات من أصل خمس لتوليد الكهرباء. وفي هذه الحالات، تمر مياه التبريد التي يتم تصريفها عبر التوربينات أولاً، قبل إعادتها إلى البحر. ثم يتم تحليل مياه التبريد السائلة للتأكد من توافقها مع مستويات الجودة ودرجة الحرارة المنصوص عليها في المعايير التنظيمية (التعليمات رقم 159 لسنة 2014 - استخدام مياه البحر للتبريد وإعادتها إلى البحر).

إن قرب محطة العقبة الحرارية لتوليد الطاقة ATPS من منطقة خليج العقبة يضعها في منطقة التماس بين البنية التحتية الثقيلة والنظم البيئية البحرية الحساسة، مما يجعل ممارساتها التشغيلية، وضوابطها المتعلقة بالمياه العادمة المعالجة، وإدارة التفريغ الحراري، بالغة الأهمية لصحة الشعاب المرجانية الساحلية.

6.3.3.4 قطاع خط الغاز العربي الأردني

خط أنابيب الغاز العربي (AGP) هو خط الأنابيب الرئيسي العابر للمنطقة الذي يزود الأردن (وإلى سوريا ولبنان لاحقا) بالغاز الطبيعي المصري. ويشمل مساره جزءًا بحريًا بطول 15 كم من طابا إلى العقبة، ويليه مقطع بري بطول 393 كم من العقبة إلى الرحاب داخل الأردن، بما في ذلك وصلة بطول كيلومتر واحد إلى محطة العقبة الحرارية للطاقة. وتشغل شركة فجر الأردنية المصرية خط أنابيب الغاز العربي بموجب نظام البناء والتملك والتشغيل والنقل (BOOT) (فجر الأردنية المصرية، 2025). وتشمل المرافق في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي محطة ضغط العقبة وموقع الربط بين وحدة التخزين وإعادة التغييز العائمة (FSRU) في محطة الغاز الطبيعي المسال وشبكة نقل الغاز الأردنية.

وتعتبر البنية التحتية لفجر في العقبة وخارجها عنصرًا أساسيًا في استراتيجية الطاقة الأردنية، حيث تقلل من الاعتماد على النفط المستورد، وتحول محطات الطاقة إلى الغاز، وخفض الانبعاثات، ودعم النمو الصناعي. ويعتبر خط الأنابيب من العقبة بالغ الأهمية، إذ تستخدم محطة توليد الطاقة الحرارية في العقبة الغاز المنقول عبره، إلى جانب صناعات أخرى في الجنوب (مثل القويرة)، تعتمد على الغاز.

في عام 2023، تم توقيع اتفاقية بين شركة تطوير العقبة وشركة فجر لإنشاء فرع يُغذّي مدينة القويرة الصناعية من خط الغاز الرئيسي. ويشمل الفرع محطات قياس وتخفيض ضغط ووصلة فرعية بخط الأنابيب الرئيسي، مما يُوسّع دور شركة فجر من مجرد نقل الغاز إلى إمداد الصناعات في المنطقة.

6.3.4 الشحن والملاحة

تُمثل منطقة خليج العقبة الطريق التجاري البحري الوحيد للأردن. وهي بمثابة مركز عبور، يربط خطوط الشحن بين آسيا وأوروبا عبر قناة السويس، ويدعم ممرات لوجستية إقليمية تربط الأردن والعراق والمملكة العربية السعودية. كما أن للخليج حساسية جيوسياسية، إذ يحده أربع دول، تحتفظ كل منها بمراقبة ساحلية ووجود بحري.

تُحدد الاتفاقيات مع الدول المجاورة الحدود البحرية للأردن. وقد حددت معاهدة عام 1996 مع الدول المجاورة حدودهما البحرية المشتركة في منطقة خليج العقبة، ووضعت اتفاقية عام 2007 مع المملكة العربية السعودية حدودًا في الجنوب. ويطالب الأردن ببحر إقليمي يبلغ طوله 12 ميلًا بحريًا، ولكن نظرًا لعرض منطقة خليج العقبة المحدودة، فإن مياهه الفعلية مقيدة بخطوط وسطية مع الدول المجاورة. وفي عام 2020، انضم الأردن إلى مجلس دول البحر الأحمر وخليج عدن (مع المملكة العربية السعودية ومصر ودول أخرى) للتعاون في مجال الأمن البحري ومكافحة القرصنة وجهود مكافحة التهريب.

6.3.4.1 الإطار التنظيمي والتشغيلي

تخضع العمليات البحرية في الأردن لرقابة الجهات الوطنية والاتفاقيات الدولية لضمان السلامة والأمن وحماية البيئة.

الهيئة البحرية الأردنية (المعروفة أيضًا باسم الهيئة البحرية الأردنية) هي الجهة المنظمة لقطاع النقل البحري، وقد أُنشئت بموجب القانون رقم 47 لعام 2002 (مؤقت)، ثم بموجب القانون رقم 46 لعام 2006، وهو القانون الدائم حاليًا. ويقع مقر الهيئة في العقبة، وهي تابعة لوزارة النقل، وتشمل مهامها ما يلي:

- الترخيص والتنظيم: تعمل الهيئة على ترخيص جميع الأنشطة البحرية (شركات الشحن، والوكلاء، وخدمات الموانئ) في الأردن. كما انها تُسجل السفن تحت العلم الأردني (للأردن سجل علم صغير، مخصص بشكل أساسي للسفن المحلية).
- الإشراف على السلامة: تُجري الهيئة عمليات تفتيش رقابة الدولة في الميناء على السفن الزائرة، وتضمن الامتثال لمعايير السلامة والتلوث الدولية (الاتفاقية الدولية لسلامة الأرواح في البحر، والاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن، وغيرها). وتُصدر شهادات البحارة وشهادات السفن للسفن التي تحمل العلم الأردني.

- الأمن والتنسيق البحري: تشرف على الإرشاد والملاحة في المياه الإقليمية، وعمليات البحث والإنقاذ، والتحقيق في الحوادث البحرية في المياه الأردنية. وتُنسّق الهيئة البحرية الأردنية (JMA) بشكل وثيق مع البحرية الملكية الأردنية في مجال البحث والإنقاذ والأمن البحري.
- تنفيذ الاتفاقيات: تُوصي الهيئة البحرية الأردنية بالاتفاقيات البحرية الدولية وتُطبّقها، مثل: اتفاقية ماربول، والاتفاقية الدولية لحماية الأرواح في البحر(SOLAS) ، واتفاقية تدريب الطواقم (STCW)، وأنظمة منع التصادم (COLREGs). فالأردن عضو في المنظمة البحرية الدولية (IMO) وطرف في معاهداتها الرئيسية، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر:
  - اتفاقية سولاس 1974 (سلامة الأرواح في البحر)، التي تضمن استيفاء السفن لمتطلبات السلامة.
  - اتفاقية ماربول 78/73 (منع التلوث البحري)، التي تطبق قواعد التصريف والانبعاثات في موانئها ومياهها.
  - معايير التدريب والشهادات والمراقبة للبحارة (STCW) من خلال إصدار أوراق اعتماد من قبل الهيئة البحرية الاردنية (JMA)
  - اتفاقية إدارة مياه التوازن، التي تهدف إلى منع انتشار الكائنات المائية الضارة المحتملة ومسببات الأمراض في مياه التوازن في السفن.
  - مدونة أمن السفن والمرافق المينائية الدولية (ISPS)، والتي التزم بها ميناء العقبة منذ منتصف العقد الأول من القرن الحادي والعشرين.
- حماية البيئة البحرية: إلى جانب انظمة وزارة البيئة وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة(ASEZA) ، تسهم الهيئة البحرية الاردنية JMA في تنفيذ قوانين مثل قانون البيئة رقم 52 ونظام حماية البيئة البحرية رقم 21 (2001) لسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة(ASEZA) ، والتي تحمي جودة مياه خليج العقبة. كما تم وضع خطط طوارئ لمواجهة انسكاب النفط، بالتعاون الإقليمي من خلال المركز الإقليمي لطوارئ التلوث البحري (REMPEC) .

على الرغم من أن سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA) هي سلطة اقتصادية بالأساس، إلا أنها تتمتع بانظمة مستقلة خاصة بالعقبة، بما في ذلك القواعد البيئية. وتتولى إدارة البيئة في السلطة تطبيق مجمع العقبة البحري وإدارة المنطقة الساحلية.

على الرغم من أن شركة تطوير العقبة والمشغلين من القطاع الخاص يديرون عمليات الميناء اليومية، إلا أن الرقابة الحكومية تضمن المصالح العامة:

- الجمارك والهجرة: تتولى الجمارك الأردنية وأمن الحدود تخليص جميع البضائع والركاب في الميناء.
- قبطان الميناء والمرشدون: يدير مكتب قبطان الميناء حركة السفن، ويحدد الأرصفة، ويوفر خدمات الإرشاد (إلزامي للسفن الكبيرة).
- الأمن: يتم الحفاظ على أمن صارم في الميناء (ضوابط الدخول والمراقبة). وتطبق مدونة الامن الدولية للسفن والمرافئ ISPS بالكامل، وتُعتبر العقبة منشأة مينائية آمنة. وتقع محطة خفر السواحل التابعة للبحرية الأردنية على مقربة من الميناء للاستجابة السريعة للحوادث.

تتعاون الأردن مع الدول المجاورة في المسائل البحرية. ولم تقتصر اتفاقية عام 1996 بين الدول المجاورة والأردن على ترسيم الحدود فحسب، بل شملت أيضًا على الأرجح التنسيق في مجال الملاحة، نظرًا لمحاذاة ميناء العقبة وإيلات. وبالمثل، يتعاون الأردن مع السلطات المصرية بشأن سلامة وصلات العبارات، ومع المملكة العربية السعودية ودول البحر الأحمر بشأن المبادرات الأمنية في البحر الأحمر. كما يشارك الأردن بنشاط في الأكاديمية العربية للنقل البحري واتحادات الموانئ الإقليمية، متبادلاً أفضل الممارسات.

6.3.4.2 حركة المرور البحرية وطرق الشحن

ولأن التجارة البحرية في الأردن تتم ادارتها عبر مجمع موانئ واحد، فإن جميع السفن التجارية تقريبًا في المياه الأردنية مرتبطة بحركة ميناء العقبة. ووفقًا للهيئة البحرية الأردنية، يُقدر أن ما بين 1800 و2200 سفينة ترسو في العقبة سنويًا. وشمل تكوين حركة المرور في عام 2023 سفن الحاويات (حوالي 40-45%)، وناقلات البضائع السائبة (حوالي 25-30%)، وناقلات النفط (حوالي 10-15%)، وسفن الركاب/الرحلات البحرية (أقل من 5%)، والسفن الحكومية/البحثية (أقل من 5%).

تصل جميع السفن تقريبًا إلى الأردن عبر طريق البحر الأحمر. قادمة من المحيط الهندي، وتمر السفن عبر باب المندب (بين اليمن والقرن الأفريقي)، وتعبر البحر الأحمر، ثم تنعطف يسارًا إلى خليج العقبة عند مضيق تيران. قادمة من البحر الأبيض المتوسط/المحيط الأطلسي. تدخل السفن قناة السويس، وتبحر في البحر الأحمر لمسافة 1500 كيلومتر تقريبًا، ثم إلى خليج العقبة. ونظرًا لعدم وجود طريق بحري بديل، يعتمد الأردن بشكل كبير على بقاء قناة السويس مفتوحة وأمن البحر الأحمر.

ازدادت أهمية ممر البحر الأحمر بشكل ملحوظ بعد افتتاح قناة السويس عام 1869، وهو اليوم يحمل جزءًا كبيرًا من التجارة العالمية (بما في ذلك شحنات نفط الخليج العربي إلى أوروبا وآسيا). وتُعد حركة المرور البحري في الأردن جزءًا صغيرًا من حركة المرور في البحر الأحمر، لكن موقع العقبة عند مفترق طرق يسمح لها بالاستفادة من هذه التدفقات وغالبًا ما تكون بمثابة نقطة إعادة شحن أو نقطة ترحيل.

يتم توجيه حركة المرور البحري حسب الموقع الجغرافي داخل خليج العقبة. حيث أن خليج العقبة البحري عميق (يصل إلى 1800 متر) وخالي من المخاطر في معظمه، لكنه ضيق نسبيًا. ويبلغ عرض القطاع الأردني في الطرف الشمالي بضع كيلومترات فقط، ويشترك فيه مع المنطقة البحرية للدول المجاورة. كما يوجد نظام لحركة السفن لإدارة السفن الداخلة إلى المنطقة والخارجة منها بشكل تعاوني. ان مداخل ميناء العقبة واضحة المعالم؛ وعادةً ما ترسو السفن الكبيرة خارج الميناء عند انتظار الرسو، في مراسي مخصصة داخل المياه الأردنية. ويلخص الجدول 6-47 مسارات الشحن الرئيسية داخل قطاع الأردن في خليج العقبة. حيث ان محمية العقبة البحرية منطقة محظورة على السفن الكبيرة، باستثناء السفن العلمية وسفن الدوريات.

الجدول 6- 47 مسارات الشحن الرئيسية لقطاع خليج العقبة ا الأردني

مقطع المسار	الوظيفة	المسافة التقريبية من الشاطئ	العمق (م)	ملاحظات
الممر الرئيسي الشمالي الجنوبي	ممر النقل الإقليمي	3–5 ميل بحري	> 1000	يتصل بمضيق تيران وطرق البحر الأحمر
قناة مدخل العقبة	الوصول إلى ميناء حاويات العقبة، وموانئ النفط والصناعات	1-2 ميل بحري	15–21	مُزوَّد بعائمة، تحت إشراف إرشادي
حوض الدوران	منطقة مناورة السفن	بالقرب من ميناء العقبة	20–25	مُجرَّف ومُصان
المرسى الخارجي	منطقة الانتظار/التزويد بالوقود	4-7 أميال بحرية	40–70	منطقة مُحدَّدة
القنوات الداخلية	الوصول إلى المحطة	< 1 ميل بحري	10–15	سرعة محدودة، إشراف إرشادي إلزامي

تتمتع منطقة خليج العقبة بظروف ملاحية مستقرة نسبيًا على مدار العام. حيث لا توجد أعاصير، ونشاط العواصف ضئيل؛ وحركة الملاحة البحرية مستمرة طوال فصول السنة. ويشهد خليج العقبة رياحًا موسمية (مثل رياح شمالية معظم أيام السنة، وجنوبية أحيانًا في الشتاء) وتغيرات في طبقات المياه، إلا أن هذه الرياح نادرًا ما تُعطل جداول الشحن. وقد تُقلل العواصف الترابية (الخمسين) من الرؤية في الربيع، لكن تأثيرها عادةً ما يكون طفيفًا.

وتُظهر بعض اعمال التجارة طلبًا موسميًا. على سبيل المثال، قد تبلغ واردات الحبوب ذروتها بعد مواسم الحصاد عندما تكون الأسعار العالمية منخفضة. كما يمكن أن تكون صادرات الأسمدة موسمية بناءً على الدورات الزراعية في دول المقصد.

وتشهد السياحة وحركة المسافرين ذروات موسمية واضحة: حيث تشهد أشهر الشتاء (تشرين اول - نيسان) زيادة في عدد ركاب العبارات (الحجاج والسياح) ورحلات السفن السياحية، بينما يشهد الصيف (حزيران - آب)، مع ارتفاع درجات الحرارة، عددًا أقل من السياح، ولكن صيدًا محليًا أكثر. كما تؤثر الأعياد الدينية وغيرها بشكل طفيف على تدفق حركة الشاحنات وساعات عمل الميناء، إلا أن الميناء يعمل بشكل عام ومستمر.

كما تعتمد الملاحة داخل الخليج على الخرائط الهيدروغرافية الدولية، والرادار الساحلي، وخدمات حركة السفن المستندة إلى نظام تحديد الهوية التلقائي (AIS)، والتي يتم تنسيقها جميعًا من قبل سلطة ميناء العقبة.

6.3.5 مصايد الأسماك

موارد الثروة السمكية الأردنية محدودة بسبب الموقع الجغرافي للبلاد وظروفها البيئية. ولا تحظى مصايد الأسماك بأولوية كبيرة في السياسة الوطنية الأردنية، نظرًا لأهميتها الاقتصادية المحدودة: إذ يساهم قطاع الصيد بأقل من 0.01% من الناتج المحلي الإجمالي للأردن. وهو جزء ضئيل نسبيًا من الاقتصاد. ونظرًا لانخفاض الإنتاج البحري المحلي، يتم استيراد 98% من إمدادات الأسماك للاستهلاك المحلي (منظمة الأغذية والزراعة، 2019).

تُعتبر أنواع الأسماك التجارية الرئيسية (بما في ذلك أنواع الهامور والتونة) مُستغلة بشكل مفرط في الدول المجاورة، وخاصة في المملكة العربية السعودية ومصر، مما قد يؤثر على المخزونات في المياه الأردنية (مورغان، 2004). وعلى الرغم من عدم وجود تقييمات شاملة لمخزون الأنواع الرئيسية، فإن الرأي السائد هو أن موارد الأسماك السطحية، وخاصةً أسماك القاع، في المياه الأردنية مُستغلة بالفعل بشكل كبير. كما تبرز مسائل الصيد الترفيهي المتزايدة والمسائل البيئية، مثل نمو الشحن في العقبة وخصخصة الشواطئ من قبل قطاع السياحة، كمسائل مهمة.

نظراً للتوزيع الإقليمي للعديد من الأنواع الرئيسية التي تستهدفها مصايد الأسماك التجارية في الأردن، تُشكّل الإدارة المستقلة للمخزون السمكي في المياه الأردنية تحدياً. ويتم تحقيق بعض التعاون الإقليمي في مجال مصايد الأسماك وإدارة البيئة البحرية من خلال برامج متعددة الأطراف، مثل حديقة السلام البحري في البحر الأحمر (RSMPP). في عام 2024، وضع برنامج الشعاب المرجانية المرنة في خليج العقبة، التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي(UNDP) ، أول خطة أردنية لإدارة مصايد الأسماك في العقبة، شاملةً الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية (UNDP، 2024).

6.3.5.1 مصايد الأسماك البحرية

تعتبر أنشطة الصيد على طول الساحل الأردني لخليج العقبة في المقام الأول حرفية وصغيرة الحجم، وتمثل مصدر رزق تقليدي ذو أهمية اقتصادية وثقافية. ويعمل مجتمع الصيادين داخل منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، بشكل رئيسي من ميناء الصيادين، باستخدام أساليب بسيطة ظلت ثابتة بشكل كبير لعقود. وعلى الرغم من تواضع حجمه الاقتصادي، إلا أن هذا النشاط حيوي للحفاظ على هوية المجتمع وضمان الاستخدام المستدام للموارد البحرية المحلية.

ومن أجل اطلاع المجتمع المحلي في محافظة العقبة على المشروع، تم تنظيم حلقة نقاش في تشرين اول 2025 في مدينة العقبة بمشاركة ممثلين عن جمعية غواصي العقبة والجمعية التعاونية للصيادين. ويلخص القسم أدناه المعلومات التي تم جمعها من جلسة المشاركة.

تعمل حاليًا ثلاث جمعيات صيد في المنطقة: جمعية العقبة الزراعية التعاونية لصيادي الأسماك، وجمعية ثغر الأردن الزراعية التعاونية، وجمعية الصيد البيئي. ويبلغ إجمالي عدد الصيادين حوالي 210 صيادًا، جميعهم مسجلون لدى الجمعيتين التعاونيتين الرئيسيتين. ويمثلون معًا حوالي 210 صيادًا مسجلاً. كما تلعب جمعية أندية الغوص دورًا مهمًا، حيث تمثل 35 مركز غوص مرخصًا تضم حوالي 180 عضوًا، و20 قاربًا سياحيًا، وتسع قرى سياحية بحرية. ويؤكد هذا التداخل بين الصيد والغوص على الاعتماد المشترك على التنوع الحيوي البحري في العقبة.

فجميع عمليات الصيد في المنطقة تقليدية، باستخدام قوارب صغيرة من الألياف الزجاجية؛ ولا يوجد نشاط صيد على نطاق تجاري. قوارب الصيد المستخدمة مصنوعة من الألياف الزجاجية بمتوسط طول ستة أمتار. ويتم الصيد باستخدام الصنارات اليدوية والخطافات، ويستهدف كل من الأنواع القاعية والسطحية. وقد تم منع استخدام شباك الصيد (الشواريت) للحد من الصيد العرضي وحماية الشعاب المرجانية ومروج الأعشاب البحرية. ومن أكثر أنواع الأسماك التي يتم صيدها شيوعًا: الشواعر، والفرّار الأسود، والسيجان، والأميا (أسماء محلية)، بينما تتواجد أنواع مهاجرة مثل التونة (الفاتلة والجمبر) والماكريل الحصاني موسميًا. ولا توجد مرافق لمعالجة أو حفظ الأسماك على الشاطئ، حيث تُباع الأسماك مباشرةً إلى الأسواق المحلية أو المطاعم في نفس يوم صيدها.

كما تتم عمليات الصيد بشكل رئيسي شمال المنطقة الصناعية، وتمتد إلى منطقة الفنادق الجنوبية (خليج تالا)، على أعماق تصل إلى 200 متر (الشكل 6-54). ولا توجد أنشطة صيد تُجرى ضمن نطاق 3 كم من البنية التحتية للمشروع، ولا يُتوقع أن يؤثر المشروع سلبًا على مواسم أنواع الأسماك المهاجرة أو المقيمة. ويُنظر إلى موقع المشروع بمياهه الدافئة المعاد استخدامها على أنه أرض خصبة جديدة محتملة لتكاثر الأسماك، مما يزيد من أعداد الأسماك ويوسع انتشارها في المناطق المسموح فيها بالصيد.

ويبلغ متوسط الدخل الشهري للصياد حوالي 700 دينار أردني. ويتم تقييد الصيد من 1 كانون ثاني إلى 1 ايار، وينظر إلى هذه القيود على ان لها تأثير إيجابي على زيادة المخزون السمكي. وخلال فترة التقييد، تقدم سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة لكل صياد تعويضًا قدره 400 دينار أردني تقريبًا. ولا يوجد تأمين صحي للصيادين، وغالبيتهم غير مسجلين في نظام الضمان الاجتماعي.

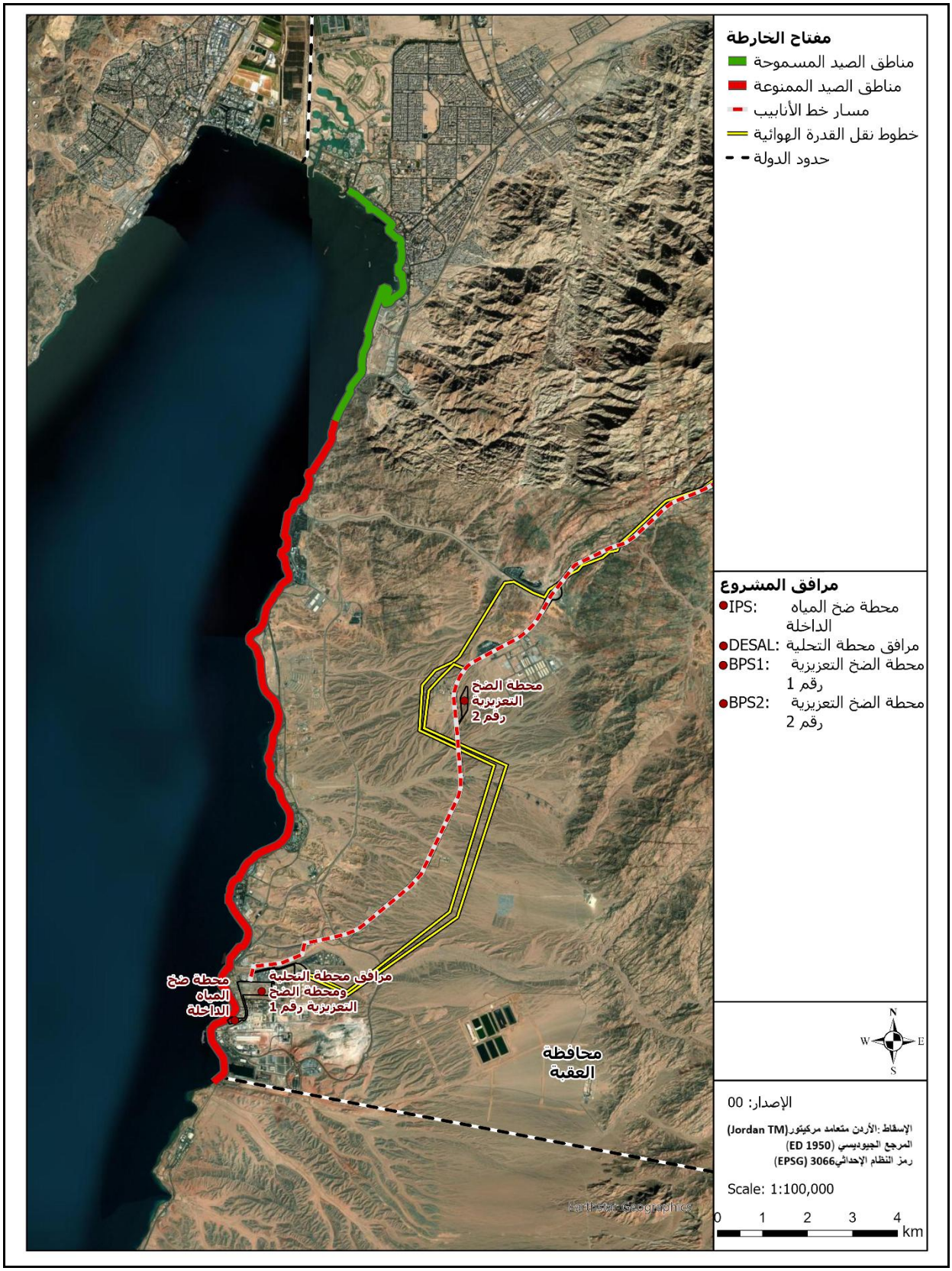
6.3.5.2 تربية الأحياء المائية

تُعد تربية الأحياء المائية هدفًا تنمويًا أكثر منها قطاعًا كبيرًا قائمًا في الأردن. وقد بدأت تربية الأسماك في منتصف الستينيات، وأُطلقت مشاريع تجريبية بمساعدة دولية في عامي 1966 و1978 لإنتاج سمك الشبوط باستخدام سدود المزارع. ويوجد حاليًا أقل من 30 مزرعة أسماك نشطة، وتقع بشكل أساسي في وادي الأردن، ويُقدر إجمالي إنتاجها بـ 885 طنًا (منظمة الأغذية والزراعة، 2019). الأنواع الرئيسية المستزرعة هي سمك البلطي والكارب الشائع. حيث ان غالبية مزارع الأسماك صغيرة وتستخدم أساليب الاستزراع التقليدية. وتُعد مصايد وادي الأردن (JVF) أكبر منتج، حيث تستخدم تقنية الطاقة الشمسية ونظام "المياه الخضراء" لإنتاج الطحالب وتسخينها.

كما يُسمح بتربية الأحياء البحرية (كجزء من تربية الأحياء المائية) فقط في المناطق الداخلية، وفي البحر خارج المناطق المحمية للتنوع الحيوي ومحميات مصايد الأسماك. ويخضع ذلك للترخيص للمضي قدمًا بعد دراسة تقييم الأثر البيئي. ومع ذلك، لا توجد حاليًا أي

مشاريع تربية بحرية قيد التشغيل، وقد قرر مجلس مفوضي سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة عدم السماح بالاسترزاع البحري (خلف، 2015).

الشكل 6- 54 مناطق الصيد المسموحة والمحظورة



6.3.6 السياحة

العقبة هي المدينة الساحلية الوحيدة في الأردن، وهي بمثابة ميناء ووجهة سياحية، مع وجود الفنادق وأماكن الإقامة السياحية بالقرب منها. وقد تم الترويج للمدينة بشكل كبير للسياحة، وخاصة للأنشطة البحرية والحياة الشاطئية والشعاب المرجانية وكقاعدة لاستكشاف الصحراء القريبة والمواقع التاريخية. وتشكل العقبة، إلى جانب وادي رم والبتراء، "المثلث الذهبي" السياحي لأكثر الوجهات زيارة في الأردن.

ووفقًا لسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، تجاوز عدد زوار محافظة العقبة 1.9 مليون في عام 2023. وحقق رقمًا قياسيًا بلغ 86000 زائر في كانون ثاني 2025 وحده (45٪ منهم من الرعايا الأجانب)، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 103٪ مقارنة بالفترات السابقة، بمتوسط إقامة ليلتين (وزارة السياحة والآثار، 2025).

وتبلغ الطاقة الاستيعابية للإقامة السياحية في مدينة العقبة والمناطق المحيطة بها مباشرة 90 فندقًا يضم 6200 غرفة (وزارة السياحة والآثار، 2024). وتشير التقارير إلى أن نسبة إشغال الفنادق في كانون ثاني 2025 قد وصلت إلى حوالي 50%، ما يمثل زيادة بنسبة 84% مقارنة بالفترة نفسها من عام 2024. والجدير بالذكر أن فنادق الأربع نجوم شهدت أعلى طلب.

تشمل المعالم السياحية الرئيسية في العقبة ما يلي:

- محمية العقبة البحرية، حيث يمكنك ممارسة رياضة الغطس والغوص فوق الشعاب المرجانية ومشاهدة الحياة البحرية.
- الشاطئ الجنوبي، وشاطئ الحفاير، وشاطئ النخيل، ونادي B12 الشاطئي في أيلا.
- منتزه سرايا العقبة المائي، أول منتزه مائي كبير في الأردن.
- قلعة العقبة وحصن المماليك، موقع تاريخي بارز في الجزء القديم من المدينة.
- متحف العقبة الأثري، الواقع بجوار القلعة، في منزل الشريف الحسين القديم، يضم آثارًا وقطعًا أثرية من العصر البرونزي والعصر الإسلامي.
- مسجد الشريف الحسين بن علي.
- وادي رم، موقع تراث عالمي لليونسكو، وتُستخدم مدينة العقبة كقاعدة لغالبية السياح.

وكجزء من الخطة الاستراتيجية 2024-2028 (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، 2024)، تعتزم سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة تعزيز مكانة العقبة على خريطة السياحة العالمية كوجهة مميزة للسياحة المستدامة على خليج العقبة في البحر الأحمر. وتشمل الأهداف الاستراتيجية ما يلي:

- جذب الاستثمارات السياحية وتطوير منتجات سياحية عالية الجودة تلبي احتياجات واهتمامات مختلف شرائح الزوار، وتعكس التنوع الطبيعي والثقافي للمنطقة ووادي رم.
- تمكين بيئة الأعمال في قطاع السياحة، وتطوير الخدمات المساندة، وتسهيل الوصول الإقليمي.
- تسويق وترويج العقبة كوجهة سياحية عالمية.

6.3.7 مستخدمو البحر الآخرون

بالإضافة إلى السياحة وصيد الأسماك والموانئ والقطاعات الملاحية، يشمل مستخدمو الواجهة البحرية الآخرون المؤسسات العلمية والتعليمية، فضلاً عن الوكالات والمنظمات غير الحكومية العاملة في برامج البحث والحفاظ والمراقبة.

6.3.7.1 محطة العلوم البحرية

تأسست محطة العلوم البحرية (MSS) في منتصف سبعينيات القرن الماضي كمعهد بحثي مشترك بين الجامعة الأردنية وجامعة اليرموك، لتكون بمثابة مرفق أبحاث بحرية للعلماء وطلاب الدراسات العليا. وتعمل محطة العلوم البحرية على تسهيل الأدوار البحثية والأكاديمية للجامعات الأردنية من خلال استضافة طلاب الدراسات العليا وتمكينهم من إجراء أبحاثهم في المحطة باستخدام مختبراتها ومرافقها الأخرى.

كما تعمل محطة العلوم البحرية على اجراء مشاريع بحثية وبرامج رصد تُحدد الخصائص البيئية الأساسية للساحل الأردني لخليج العقبة، بالإضافة إلى بعض الجوانب التطبيقية للبحوث الساحلية والبحرية. وتتميز المحطة بمختبرات معتمدة وفقًا لمعيار الايزو 17025، وتحافظ على تعاون علمي مع العديد من مراكز الأبحاث الدولية، بما في ذلك مركز لايبنيز لأبحاث البحار الاستوائية في بريمن / ألمانيا، ومختبرات موت في فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية، ومتحف سينكنبرج في فرانكفورت، ألمانيا.

6.3.7.2 برنامج الشعاب المرجانية المرنة في خليج العقبة

الصندوق العالمي للشعاب المرجانية (GFCR) هو آلية تمويل عامة وخاصة مصممة لحشد الأموال وتحفيز الاستثمارات الإيجابية للشعاب المرجانية، وتمويل المناطق البحرية المحمية المستدامة (MPA)، ونماذج أعمال قابلة للتطوير تدعم الحفاظ على الشعاب المرجانية.

وفي الأردن، يدعم الصندوق العالمي للشعاب المرجانية برنامج الشعاب المرجانية المرنة في خليج العقبة، الذي يركز على المنطقة البحرية الأردنية لخليج العقبة، بقيادة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في الأردن. وتعتبر سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة شريكًا وطنيًا رئيسيًا وسلطة تنفيذية، إلى جانب المكتب الإقليمي للاتحاد الدولي لصون الطبيعة لغرب آسيا، وهو أيضًا جهة تنفيذية مشاركة. يمتد البرنامج من كانون ثاني 2024 إلى كانون اول 2030. ويشمل ثلاث مجالات رئيسية ضمن البيئة البحرية الساحلية في الأردن: محمية العقبة البحرية، والشعاب المرجانية العميقة الشمالية، والموقع الصناعي الجنوبي، والتي تشمل التنوع البيئي، والتجاور الصناعي، وتعقيد الشعاب المرجانية.

تشمل بعض التدخلات الأساسية في إطار البرنامج ما يلي:

- تقييمات خط الأساس البيئي والاجتماعي والاقتصادي من خلال رسم خرائط للشعاب المرجانية، وتحديد الملاذات المناخية، وتحليل الفجوات، ورسم خرائط لأصحاب المصلحة.
- تعزيز دوريات الرصد من خلال تطوير رصد الشعاب المرجانية، ومشاركة المجتمع والمواطنين في العلوم، وانفاذ حماية المناطق المحمية.
- مسوحات للأعشاب البحرية لتقييم تغطيتها، ودورها في التنوع الحيوي، وتخزين الكربون، وعلاقتها بالاقتصاد الأزرق.
- بناء قدرات وتدريب فرق الدوريات البيئية والفرق الميدانية، ومشغلي السياحة.
- حضانة أعمال داعمة للشعاب المرجانية من خلال إنشاء مركز لابتكار الاقتصاد الأزرق المستدام، والذي من شأنه دعم المشاريع الصديقة للشعاب المرجانية، والتمويل المختلط، ونماذج الأعمال التي تحقق عوائد اقتصادية مع الحفاظ على الشعاب المرجانية.
- آليات مالية واستدامة من خلال إنشاء آليات تمويل مستدامة للعمليات، وصناديق استئمانية، ودفع تكاليف خدمات النظام البيئي، والتمويل لتقليل الاعتماد على الجهات المانحة.
- منصات المعرفة والتعاون، مثل إنشاء منصة للتعاون العلمي للنظم البيئية للشعاب المرجانية في خليج العقبة.
- الاستجابة للحوادث وإدارة المخاطر من خلال التخطيط لحوادث الانسكابات، والتلوث، والضغوط المناخية، وإنفاذ الانظمة البيئية.

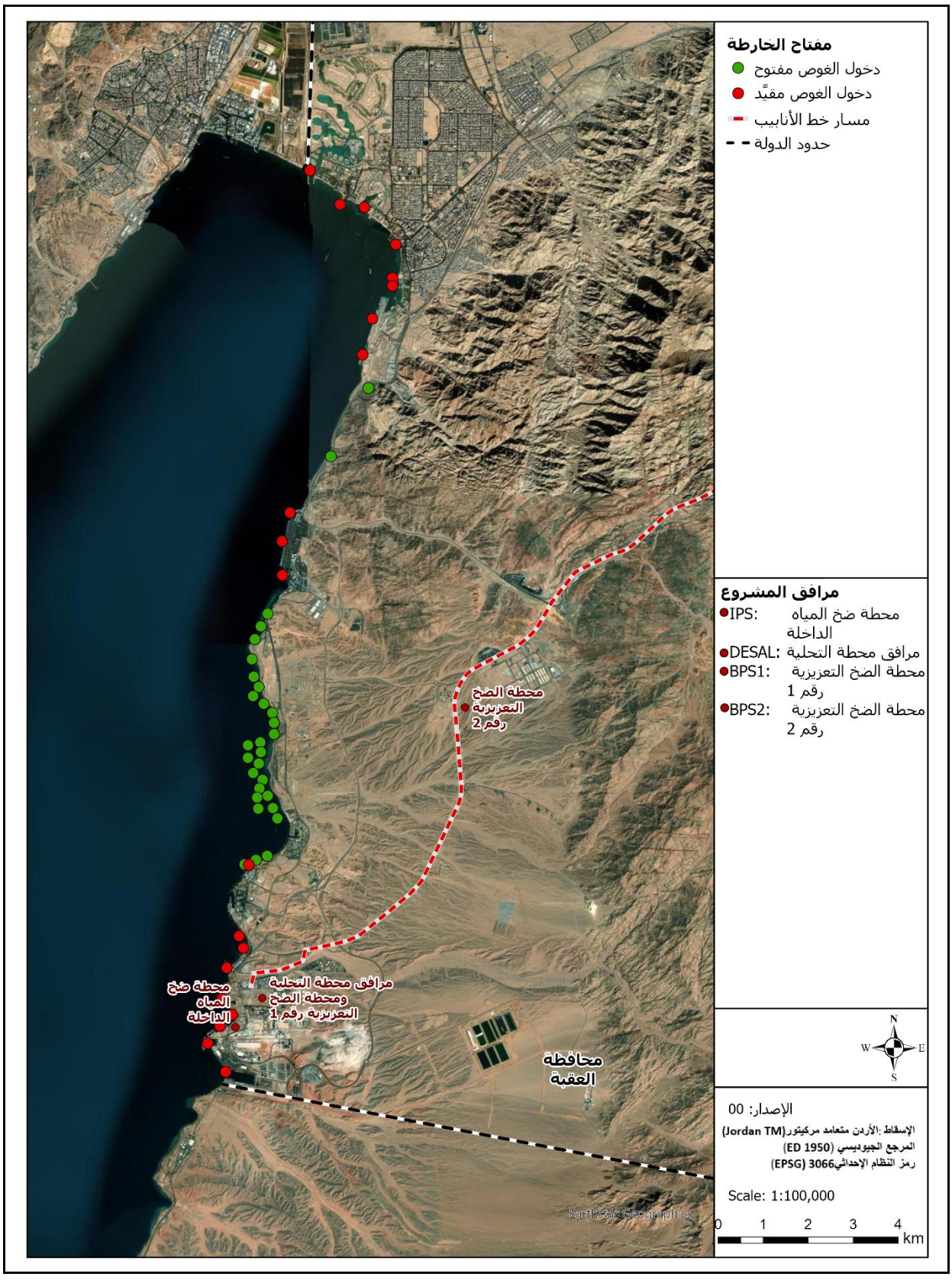
6.3.7.3 جمعية غواصي العقبة

يتميز خليج العقبة ببحر هادئ ورؤية ممتازة، مما يجعله وجهة مثالية للغوص. الساحل الأردني قصير نسبيًا ولكنه مليء بالشعاب المرجانية والمنحدرات وحطام السفن والشعاب المرجانية الاصطناعية، مما يجعله وجهة غوص غنية ومناسبة لمجموعة من مستويات الخبرة.

تُعد سياحة الغوص مساهمًا كبيرًا في الاقتصاد المحلي للعقبة. ويوجد أكثر من 20 موقعًا مفتوحًا للغوص على طول الساحل، ويقع العديد منها داخل محمية العقبة البحرية (الشكل 6-55). واستجابةً للآثار البيئية للغوص، تم إنشاء العديد من مواقع الغوص بالشعاب المرجانية الاصطناعية (مثل حطام السفن والطائرات والمعدات العسكرية) لتزويد الغواصين بمناطق جذب مع تقليل الضغط على مناطق الشعاب المرجانية الطبيعية. وتُعتبر استراتيجية الشعاب المرجانية الاصطناعية موردًا سياحيًا وترفيهيًا وأداة لإدارة النظام البيئي.

ان جمعية غواصي العقبة هي منظمة غير ربحية تركز على المسائل المتعلقة بصناعة الغوص والبيئة البحرية. تتمثل مهمتها المعلنة في تحسين جودة منتجات الغوص في العقبة، وتعزيز جاذبية العقبة كوجهة سياحية. وتشرف الجمعية على 35 مركز غوص مرخصًا موزعًا على تسع قرى سياحية، ويبلغ عدد أعضائها حوالي 180 عضوًا، ويمتلكون حوالي 20 قاربًا سياحيًا.

الشكل 6- 55 مواقع الغوص الرئيسية المفتوحة والمقيدة



6.3.8 قياس الأعماق وعلم المحيطات المادي

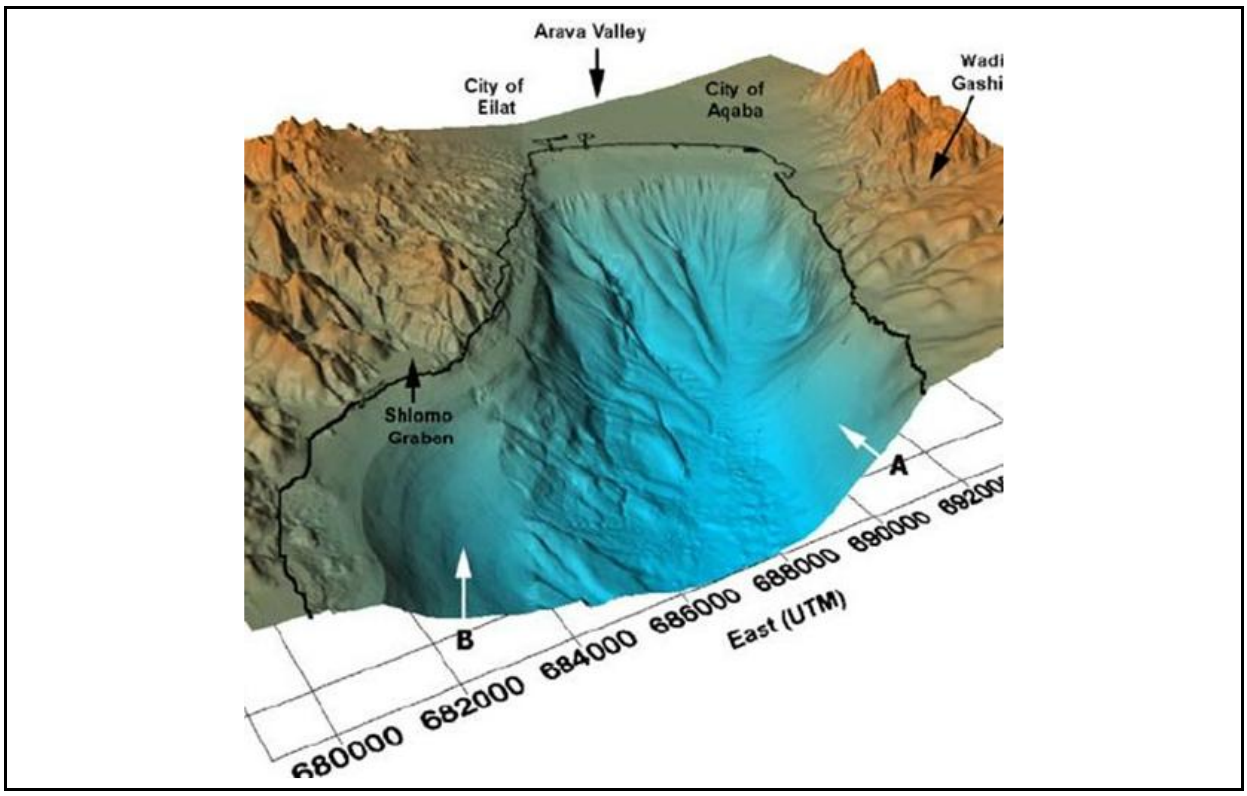
6.3.8.1 قياس الأعماق

خليج العقبة هو حوض صدعي طويل وضيق وعميق يقع في الطرف الشمالي للبحر الأحمر، تحده جبال صحراوية شديدة الانحدار، ويتصل به عبر مضيق تيران. يبلغ طوله ما بين 160 و180 كيلومترًا تقريبًا، وعرضه عادةً ما بين 5 و25 كيلومترًا، ويصل عمقه إلى 1850 مترًا في حوضه الأوسط (سينجوبتا وآخرون، 2024؛ "خليج العقبة"، 2025). يُقيّد عمق حوض الخليج هيدروليكيًا بعتبة عند مضيق تيران، الطرف الجنوبي، بعمق تحكمي يتراوح بين 245 و290 مترًا تقريبًا (بيرمان وآخرون، 2000؛ سينجوبتا وآخرون، 2024؛ "مضيق تيران"، 2025). وكشفت المسوحات الحديثة أيضًا عن سمات عميقة محلية، مثل برك صغيرة من المياه المالحة على الحافة الشرقية، مما يُبرز التركيب المعقد لقاع البحر في الحوض (بوركيس وآخرون، 2022).

ويحتل ساحل الأردن الركن الشمالي الشرقي من الخليج (الشكل 6-56)، ويبلغ طوله حوالي 27-30 كيلومترًا فقط، مما يوفر المنفذ البحري الوحيد للبلاد عبر ميناء العقبة (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، 2014؛ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي/محمية العقبة البحرية، 2023). كما يتميز الساحل الأردني بجرف ضيق للغاية (عادةً أقل من 100 متر) تحيط به الشعاب المرجانية (هارتمان وآخرون، 2014؛ منظمة الأغذية والزراعة، 1974).

وتتميز منطقة خليج العقبة بانحدارها العميق، الذي يصل إلى أعماق تزيد عن 1800 متر، واتصالها بالبحر الأحمر عبر مضيق تيران، بعمق يبلغ حوالي 265 مترًا (مناصرة وآخرون، 2019). ويهيمن التقسيم الطبقي الموسمي على عمود الماء، حيث تتشكل طبقة حرارية ضحلة في الصيف على عمق حوالي 40 مترًا، ويحدث اختلاط أعمق في الشتاء بين 300 و700 متر (سينجوبتا وآخرون، 2024). وتتأثر هذه الدورة بأنماط الرياح الإقليمية وتدفقات التبادل المائية الناتجة عن الكثافة بين الخليج والبحر الأحمر.

الشكل 6- 56 قياس الأعماق في الجزء الشمالي من خليج العقبة

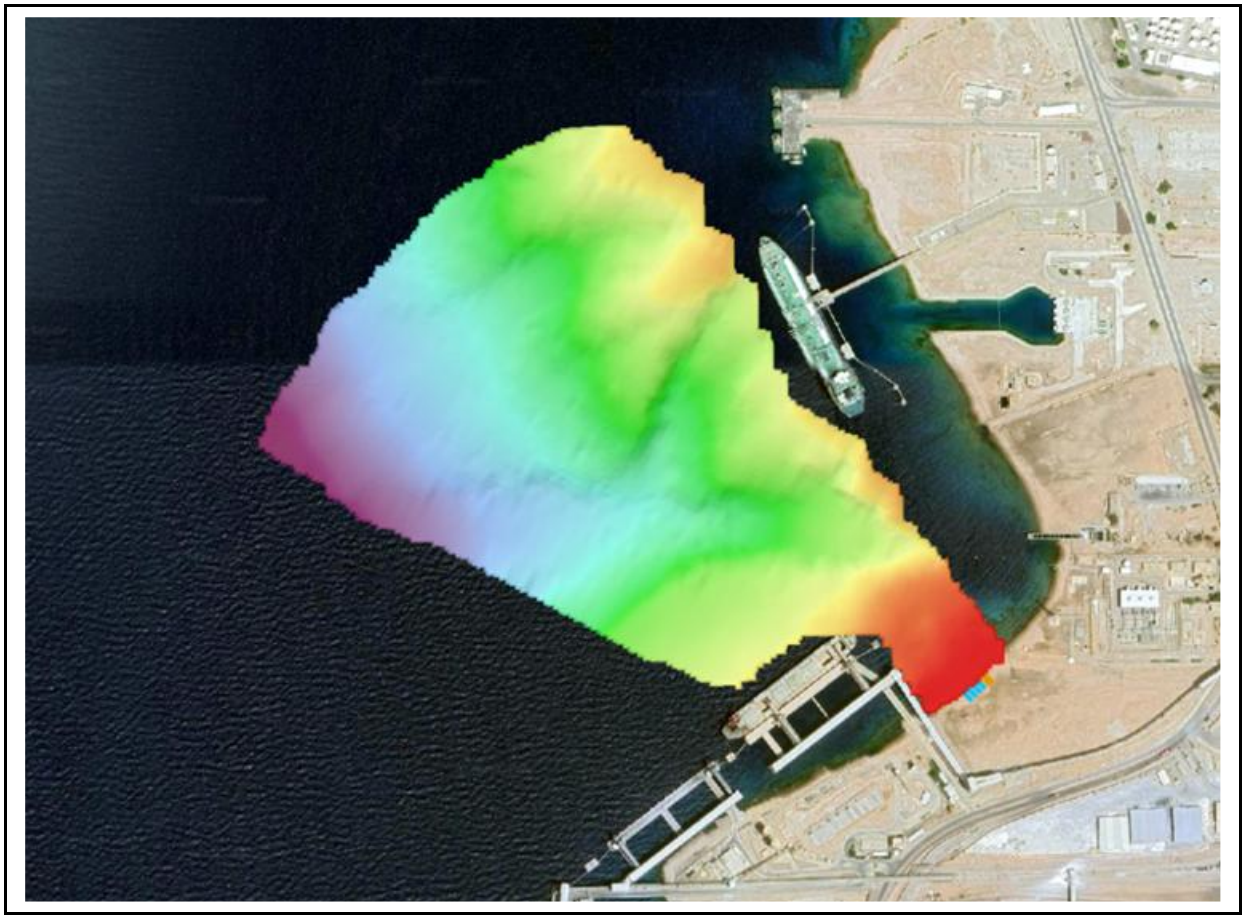


تمتد المناطق البحرية المحمية في الأردن على جزء كبير من ممر الشعاب المرجانية الهامشي. وعادةً ما تكون مساحات الشعاب المرجانية المسطحة ضيقة قبل انكسار المنحدر، وبعد ذلك ينخفض قاع البحر بشكل حاد إلى 20 مترًا وأكثر. فهذا التكوين، بالإضافة إلى قرب المنحدرات الشديدة والوديان، يسمح للمشاريع الساحلية بالتفاعل مع الموائل الضحلة والعميقة على حد سواء والعمليات المرتبطة بها (سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، 2014؛ مركز التنوع الحيوي/آلية تبادل المعلومات – الأردن، 2020).

منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

لم يتم تسجيل تفاصيل محددة لأنماط التيارات ودوران المياه في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي. وقد اشارت دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022 (TTID2022) إلى أن المنطقة الساحلية لمنطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي تتكون بشكل رئيسي من هيكل صخري مرجاني يمتد إلى محيط عمق 45 مترًا (الشكل 6-57). وينحدر قاع المنطقة بشكل حاد من الشرق إلى الغرب وينحدر إلى المياه العميقة، بأعماق تتجاوز 900 متر، وتتجاوز درجة الحرارة محليًا 15-20 درجة مئوية، وينحدر بشكل طفيف من الجنوب إلى الشمال (منظمة الأغذية والزراعة، 1974؛ CBD/CHM-Jordan ، 2020؛ TTID ، 2022). كما يضم الجانب الشمالي خط أنابيب غاز ممتد في وادٍ رملي يبلغ متوسط عرضه حوالي 30 مترًا، ويمتد إلى ما بعد المحيط 50 مترًا. يقع الجانب الجنوبي من منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي بجوار محطة الفوسفات والأسمدة، حيث يتكون قاع البحر في الغالب من الأنقاض الناتجة عن الشعاب المرجانية التالفة (TTID، 2022).

الشكل 6- 57 قياس الأعماق لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي للمنطقة الساحلية



6.3.8.2 الكتل المائية والطبقات والدورة الموسمية

يعرض الجزء العلوي من الخليج دورة سنوية واضحة تتسم بالتبريد الجوي والرياح الشمالية القوية، التي تعمل على تآكل التدرج الكثافي (البيكنوكلين). ويؤدي ذلك إلى حدوث تدرج حراري في المياه خلال فصل الصيف (من أيار إلى تشرين الثاني)، فيما تسود خلطات حملية عميقة وضعف في التدرجات الرأسية خلال فصل الشتاء (TTID، 2022). وفي الربيع والصيف، يؤدي ارتفاع درجة حرارة السطح والتبخر المستمر إلى إعادة تصنيف عمود الماء، حيث يتكوّن أقوى خط حراري (ثيرموكلين) عادةً في أواخر الصيف إلى أوائل الخريف، مما يحصر الإنتاج الحيوي والعديد من المؤشرات في الطبقة العليا التي تبلغ حوالي 100–150 مترًا (مناصرة وآخرون، 2006؛ بيتون وجيلدور، 2011؛ كارلسون وآخرون، 2014).

يُهيمن التبخر على صافي فقدان الطفو السطحي، مما يؤدي إلى ملوحة المياه السطحية، وارتفاع الكثافة قرب السطح في الشتاء، واستمرار تكوين كتلة مائية محلية تُغذي الطبقات المتوسطة والعميقة من الخليج. وفي الساحل الأردني القريب، تُؤثر هذه التحولات الموسمية

على درجة الحرارة (نطاق سنوي يتراوح بين 6 و7 درجات مئوية تقريبًا في أقصى الشمال) وديناميكيات المغذيات، حيث يدعم اختلاط المياه في الشتاء نبضات إنتاجية قصيرة، بينما يُحافظ التدرج الطبقي الصيفي على ظروف قليلة التغذية وعالية الوضوح، وهي ضرورية لصحة الشعاب المرجانية (مناصرة واخرون، 2007؛ التقييم البيئي لخليج العقبة، 2013).

تغطي عتبة تيران عمق التبادل الخارجي، بحيث تتم تهوية المياه العميقة والقاعية الواقعة أسفل عمق العتبة بشكل أساسي بواسطة تيارات الحمل الحراري الشتوية وشلالات التسلل التي تتشكل داخل الخليج نفسه، بدلاً من الاستيراد المباشر من البحر الأحمر. ويُسهم هذا في طول فترات بقاء المياه العميقة نسبيًا، وحساسيتها للتقلبات الجوية السنوية (بيرمان وآخرون، 2000؛ بيتون وجيلدور، 2011).

وتُعدّ تقلبات مستوى سطح البحر طفيفة، ولكنها قابلة للقياس، حيث تُسهم الاختلافات الموسمية والجوية في نطاق يقارب 1.5 متر بالنسبة لمتوسط مستوى سطح البحر. وتُعد هذه الديناميكيات مهمة لفهم انتقال الرواسب، ودورة المغذيات، وانتشار الملوثات (الطعاني وآخرون، 2020).

6.3.8.3 المد والجزر والأمواج الداخلية والخلط

يتميز نظام المد والجزر في هذه المنطقة بأنه يتراوح بين المد والجزر الصغير والمد المتوسط الأدنى، مما يعني أن نطاق المد والجزر الكلي صغير نسبيًا ولكنه لا يزال له تأثير كبير على الديناميكا المائية المحلية. المد والجزر شبه يومي في المقام الأول، ويهيمن عليه المكون القمري M2، الذي ينتج عنه مدان مرتفعان ومد وجزران يوميًا، حيث تتراوح نطاقات المد والجزر في العقبة عادةً في حدود بضعة ديسيمترات، ونطاقات المد والجزر الربيعية بين 0.6 و1.0 متر تقريبًا في منطقة شمال البحر الأحمر الأوسع (مونيسميث وجينين، 2004؛ منظمة الأغذية والزراعة، 1974؛ كارلسون وآخرون، 2012). وعلى الرغم من أن نطاق المد والجزر السطحي صغير نسبيًا، إلا أن تفاعل المد الخارجي مع عتبة تيران يُولد مدًا باروكلينيًا واضحًا (أمواج داخلية تتشكل تحت السطح مع تحرك المد والجزر فوق التضاريس تحت الماء مثل العتبات أو التلال). ينشأ هذا المد والجزر الداخلي من تحويل طاقة المد والجزر الباروتروبية إلى حركات موجية داخلية نتيجةً لطبقية عمود الماء وتضاريس عتبة الماء المعقدة. ويكون تأثير درجة حرارة مياه البحر على بنية عمود الماء واضحًا لدرجة أنه يُلاحظ انعكاس الملوحة في الصيف، حيث تتداخل المياه ذات الملوحة العالية مع المياه ذات الملوحة المنخفضة (TTID ، 2022) ينتشر هذا المد والجزر الداخلي، وما يصاحبها من موجات داخلية منفردة، شمالًا نحو الخليج، مما يعزز الاختلاط الرأسي بالقرب من المنحدرات والعتبات، ويؤثر على بنية الطبقة الحرارية، وتدفقات المغذيات، واضطراب المنحدرات المرجانية على طول الساحل الأردني (مونيسميث وجينين، 2004؛ جو وآخرون، 2018).

6.3.8.4 الرياح والدورة والتبادل

تهيمن الرياح الشمالية السائدة (من الشمال الغربي إلى الشمال الشرقي) على منطقة خليج العقبة، بمتوسط سرعات يبلغ حوالي 4.5 متر/ثانية. تُحرك هذه الرياح تيارات سطحية ضعيفة، عادةً ما تكون أقل من 10 سم/ثانية، وتُسهم في حدوث مد وجزر داخلي شبه يومي يؤثر على الاختلاط الرأسي (بيرمان وآخرون، 2000؛ جيلدور وآخرون، 2010).

يتم توجيه الرياح السائدة على طول محور الخليج بواسطة الجبال المجاورة. ويُشكّل ضغط الرياح، وقوة الطفو الناتجة عن التبخر/التدفقات الحرارية، والاتصال المحدود بالبحر الأحمر، دورة موسمية مدفوعة بالرياح والطفو (بيرمان وآخرون، 2000؛ بيتون وجيلدور، 2011). وفي الشتاء، يتم تعزيز هذا التدفق السطحي نحو الخليج مع تعويض التدفق العائد في العمق؛ أما في الصيف، فيؤدي ازدياد الطبقات وضعف الحمل الحراري إلى تبادلات ثنائية الطبقات أضحل وأكثر ثباتًا. ويتم تعديل التبادل الباروكليني عبر تيران موسميا (سفيانوس وجونز، 2003؛ بيرمان واخرون, 2000). في المياه الأردنية، التأثير العملي هو أن التيارات القريبة من الشاطئ غالبًا ما تكون متواضعة ولكنها يمكن أن ترتفع مع أحداث الرياح، ويمكن أن تؤدي التدفقات العائدة الأعمق وحزم الأمواج الداخلية إلى حدوث قصورا واختلاطا مؤقتا لا تكون واضحة بسهولة من الملاحظات السطحية وحدها.

ونتيجة لأنماط الدورة هذه، فإن التيارات في الجزء الأردني من خليج العقبة ضعيفة نسبيًا، حيث نادرًا ما يتجاوز المتوسط السنوي في الأربعين مترًا العليا 5 سم / ثانية. الاتجاه السائد هو الجنوب الشرقي الموازي لاتجاه الرياح السائد في شمال الخليج (TTID، 2022). بشكل عام، سرعات التيارات خلال أشهر الصيف أضعف نسبيًا مقارنة بالمواسم الأخرى، والتي قد تكون مرتبطة بالطبقة الحرارية التي تمنع التفاعل بين طبقات المياه، مما يؤدي إلى تيار ضعيف نسبيًا خلال الصيف (محطة العلوم البحرية، 2018). خلال فصل الخريف والشتاء والربيع، تؤدي ظروف الاختلاط والتحلل إلى اختلافات في كثافة عمود الماء، مما يعزز تيار الكثافة، وينتج عنه تيار أقوى خلال هذه الفصول. وتكون التيارات أقوى على السطح بمتوسط 10.3 ± 9.0 سم/ثانية على عمق مترين مقارنةً بالعمق 5 - 30 مترًا بمتوسط سرعة 2.1 ± 1.4 سم/ثانية. يبلغ متوسط اتجاه التيار المسجل عند عمق مترين وبين عمق 5-30 مترًا 246 ± 83 درجة شمالًا و153 ± 82 درجة شمالًا على التوالي. وتكون التيارات المسجلة في محطة العلوم البحرية شمال منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي أضعف نسبيًا بشكل عام خلال أشهر الصيف، وتكون، في 70% - 90% من العام، أقل من 10 سم/ثانية، وتكون في الغالب في اتجاه الجنوب الشرقي (محطة العلوم البحرية، 2018؛TTID ، 2022).

6.3.9 جودة المياه والرواسب

وجد برنامج المراقبة الوطني (محطة العلوم البحرية، 2024) أن منطقة خليج العقبة لا تزال منطقة محمية جيدًا نسبيًا وذات أهمية بيئية؛ ومع ذلك، فإن الأنشطة البشرية المتزايدة والآثار المحتملة لتغير المناخ بدأت تؤثر على صحة البيئة البحرية، بما في ذلك التقلبات في مستويات المغذيات وتغير جودة المياه. ويقوم برنامج المراقبة الوطني بمسح 18 موقعًا تمتد على طول الساحل الأردني بالكامل، ويتضمن موقعًا في محطة الفوسفات والأسمدة الواقعة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي. وتشمل المؤشرات المدروسة درجة حرارة مياه البحر والملوحة والشفافية والأكسجين المذاب ودرجة الحموضة والأمونيا والنترات والنتريت والفوسفات. وقد أظهرت جميع المؤشرات، سواء القريبة من الشاطئ أو في البحر، دورات موسمية نموذجية لمنطقة خليج العقبة (رشيد وآخرون، 2012؛ TTID، 2022). وقد كشفت المقارنة الإحصائية بين السجلات القريبة من والبعيدة عن الشاطئ على أساس موسمي عن عدم وجود فرق كبير في أي من المؤشرات المدروسة. ومع ذلك، بالمقارنة مع المواقع الساحلية الأخرى، أظهرت منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي بعض الاختلافات (TTID، 2022؛MSS ، 2024)، والتي تم تفصيلها في الأقسام الفرعية أدناه.

6.3.9.1 درجة الحرارة والملوحة وجودة المياه

في أقصى الشمال بالقرب من العقبة، تتراوح درجات حرارة سطح البحر عادةً بين أوائل العشرينات بالدرجة المئوية شتاءً وأواخر العشرينات بالدرجة المئوية أواخر الصيف، مع ملوحة تتراوح عادةً بين 40 و41 جزءًا في الألف، وترتفع قليلاً في العمق بسبب التركيز الناتج عن التبخر (مناصرة وآخرون، 2007؛ ري-سانشيز وآخرون، 2017). ومن عام 2020 إلى عام 2024، تراوحت قيم درجات الحرارة بين أدنى مستوى لها عند 21.34 درجة مئوية في آذار 2022 وأقصاها عند 30.27 درجة مئوية في آب 2024، مما يُظهر اتجاهًا احترارًيا واضحًا على مر السنين (محطة العلوم البحرية، 2024). ظلت درجات الحرارة الشتوية مستقرة، بمتوسط يتراوح بين 21.3 و22.5 درجة مئوية، بينما شهدت أشهر الصيف، وخاصةً تموز وآب، زيادات ثابتة، وبلغت ذروتها بشكل حاد في عام 2024. ويعكس هذا التباين الموسمي فصول شتاء أكثر برودة وصيفًا أكثر حرارة تدريجيًا، ومن المرجح أن يكون ذلك متأثرًا بديناميكيات المناخ الإقليمية. وتشير البيانات إلى نمط متزايد من فصول الصيف الأكثر دفئًا، مع ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة القصوى في الصيف على مدى فترة الخمس سنوات. ومن عام 2020 إلى عام 2024، زادت نطاقات الملوحة من الشتاء إلى الصيف، مما قد يعكس تغيرات طويلة الأجل في الموسمية والمناخ (من ارتفاع التبخر المرتبط بارتفاع درجات الحرارة) (محطة العلوم البحرية ، 2024).

يتميز عمود الماء بقلة التغذية في معظم أوقات السنة، مع مياه صافية بشكل استثنائي تدعم الشعاب المرجانية في خطوط العرض العليا. ويؤدي المد والجزر الداخلي ونبضات الصعود العرضية إلى جرعات متقطعة من المغذيات، وتعمل أحداث الاختلاط الشتوية على تهوية الطبقات العميقة التي يتراكم فيها الكربون والمغذيات المتنفسة من خلال الطبقات الصيفية (مونيسميث وجينين، 2004؛ التقييم البيئي لمنطقة خليج العقبة، 2013؛ كارلسون وآخرون، 2014).

تتميز مياه خليج العقبة بارتفاع ملوحتها وتشبعها بالأكسجين نتيجةً للاختلاط العميق والطبقية الحرارية في الصيف. وتتأثر خصائص مياه البحر والرواسب بأنماط الدورة الهيدرولوجية الإقليمية، وديناميكيات الغلاف الجوي، والمصادر البرية، والموسمية، حيث تكون قيم المغذيات منخفضةً نسبيًا في الصيف وأعلى في الشتاء، نتيجةً لطبقية عمود الماء، وقلة صعود مياه المحيط، والإشعاع العالي خلال الصيف (عبد الحليم، 2016؛ مناصرة وآخرون، 2019). وتكون رواسب قاع البحر غنيةٌ بالكربونات في المقام الأول، ولكنها قد تحتوي أيضًا على مواد برية، حيث تتأثر مستويات المغذيات بالدورات الطبيعية والمصادر البشرية.

وتتميز أنماط الملوحة ودرجة الحرارة بثبات نسبي، حيث تكاد طبقة المياه العميقة (>600 متر) تحت السطح أن تكون راكدة، ودرجة حرارتها مستقرة (أقل بقليل من 21 درجة مئوية) ودرجة ملوحة عالية (حوالي 40 وحدة فوسفات)، بينما تشهد الطبقات العليا دورات موسمية قوية من الاختلاط في الشتاء والطبقية في الصيف، حيث قد تصل درجات الحرارة إلى 27 درجة مئوية. ويمكن أن يؤثر التباين السنوي في الاختلاط الشتوي على توافر العناصر الغذائية والإنتاجية الحيوية (الطعاني واخرون، 2004، تشيز واخرون، 2006، سكور، 2003).

منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA)

سجلت منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA) أعلى درجات حرارة باستمرار (30.37 درجة مئوية)، خاصةً في فصل الصيف، مقارنةً بالمواقع الساحلية الأردنية الأخرى. وتتبع درجات الحرارة في عرض البحر عادةً نفس نمط المواقع الساحلية، ولكنها تميل إلى الارتفاع قليلاً في الصيف (30.27 درجة مئوية في آب). وقد أظهرت درجات الحرارة في جميع المواقع الساحلية اتجاهًا تصاعديًا خلال الفترة من 2020 إلى 2024.

تُظهر ملوحة منطقة خليج العقبة اتجاهًا موسميًا (40.36 وحدة معاينة في كانون اول و40.73 وحدة معاينة في أيار). ومع ذلك، فإن قيم الملوحة في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي أقل مقارنةً بالمواقع الساحلية الأردنية الأخرى، وهو ما يقترحه برنامج

المراقبة الوطني (NMP) أنه قد يتأثر بحركة المياه وتأثيرات التصريف. بشكل عام، أشار البرنامج(NMP) إلى أن قيم الملوحة تشير إلى اتجاه تصاعدي تدريجي خلال الفترة من 2020 إلى 2024.

بلغت الموصلية (التي تعكس التبخر) أعلى حد لها في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي (67.04 ملي ثانية) مقارنةً بالمواقع الساحلية الأردنية الأخرى، مما يشير إلى عوامل محلية مثل تقييد تبادل المياه أو التأثيرات البشرية، مما قد يؤدي إلى زيادة الملوحة والضغط المحتمل على الحياة البحرية. خلال الفترة من 2020 إلى 2024، تراوحت قيم الموصلية من حد أدنى قدره 56.32 مللي سيمنز/سم في آذار 2022 إلى حد أقصى قدره 66.91 مللي سيمنز/سم في آب 2024، مما يشير إلى زيادة مطردة على مر السنين.

يتمتع الرقم الهيدروجيني (الذي يمكن أن يعكس النشاط الضوئي) بمستويات أعلى في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي مقارنةً بالمواقع الساحلية الأردنية الأخرى، مما قد يشير إلى تأثيرات محلية مثل انخفاض تراكم ثاني أكسيد الكربون أو زيادة ترسب الكربونات. وقد ظلت قيم الرقم الهيدروجيني مستقرة على أساس سنوي، مما يعكس قدرة مياه البحر على التوازن المؤقت القوية، مع احتمال أن تكون أي تغيرات موسمية مدفوعة بالنشاط الحيوي والعمليات الكيميائية المعتمدة على درجة الحرارة.

يظهر الأكسجين المذاب (DO) عمومًا نمطًا موسميًا قويًا (يبلغ ذروته في الشتاء). وقد تشير ذروة الصيف في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي إلى عمليات بيولوجية أو فيزيائية محلية قد تؤدي إلى إجهاد الكائنات الحية. وتعكس التقلبات الموسمية الثابتة من سنة إلى أخرى تأثير درجة الحرارة واختلاط المياه على ديناميكيات الأكسجين.

6.3.9.2 كيمياء مياه البحر

تُعتبر منطقة خليج العقبة قليلة التغذية، وتتميز بتركيزات منخفضة من العناصر الغذائية، بما في ذلك النترات والفوسفات والسيليكات. ومع ذلك، فإن ارتفاع المياه الموسمي الشتوي (من كانون الثاني إلى نيسان) وحالات الاختلاط العرضية يمكن أن تؤدي الى ادخال عناصر غذائية من طبقات أعمق، مما يدعم الإنتاجية الأولية خلال أشهر الصيف (من تموز إلى أيلول) (بدران وآخرون، 2005). تكون مستويات الأكسجين المذاب مرتفعة بشكل عام في المياه السطحية، ولكنها تنخفض مع العمق، وخاصةً تحت حوالي 70 مترًا (بدران وفوستر، 1998؛ بدران وآخرون، 2005).

وتشمل الخصائص الرئيسية لكيمياء مياه البحر في المياه الأردنية ما يلي:

- ملوحة عالية، تتراوح بين 40.2 و41 جزءًا من الألف (اليونسكو، 2023).
- تتراوح درجات حرارة المياه السطحية (~0-30 مترًا) عادةً بين 21 درجة مئوية شتاءً و28 درجة مئوية صيفًا (اليونسكو، 2023).
- معدلات تبخر عالية، تُقدر بين 0.5 و1.0 سم/يوم، مما يُسهم في مستويات ملوحة تتجاوز غالبًا 40 جزءًا من الألف (مناصرة وآخرون، 2019).
- الأكسجين المذاب: مرتفع نسبيًا وجيد التأكسد (6.4-7.4 ملغ/لتر)، مع تشبع غالبًا بنسبة 100% تقريبًا بسبب الاختلاط السنوي العميق (عبد الحليم وآخرون، 2016؛ مناصرة وآخرون، 2019).

ذكرت دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني لعام 2022 (TTID 2022) أن الدراسات أظهرت أن التقسيم الطبقي لعمود الماء خلال أشهر الصيف (نيسان - تشرين الثاني) يتسبب في تراكم العناصر الغذائية المُعاد تدويرها في الخزان العميق (>250 مترًا) ويمنع انتقالها إلى المنطقة الضوئية. ونتيجةً لذلك، تكون تركيزات العناصر الغذائية غير العضوية، وخاصةً النيتروجين والفوسفور التفاعلي، في الطبقة السطحية في منطقة خليج العقبة منخفضةً للغاية خلال الصيف (<0.05 و<0.01 ميكرومول/لتر-1، على التوالي). أما خلال فصل الشتاء، فيؤدي اختلاط الحمل الحراري العميق (> 250 مترًا) إلى إثراء المياه السطحية المفتوحة والساحلية بالعناصر الغذائية (بمقدار 2-3 مراتب من حيث الحجم). ويدعم هذا الإثراء نمو العوالق النباتية وازدهار الطحالب الكبيرة القاعية. خلال التطبق الصيفي، تُستنفد العناصر الغذائية غير العضوية في الطبقة العليا من عمود الماء، التي يبلغ عمقها حوالي 100 متر، بشكل شبه كامل، وتحت هذا المستوى، يتشكل خط غذائي، يُشير إلى الحد الفاصل بين امتصاص العناصر الغذائية من الإنتاج الأولي في المنطقة الضوئية وإمدادات العناصر الغذائية المُعاد تدويرها من المياه العميقة عبر الطبقة الحرارية. هذا النمط من الامتلاء والنضوب خلال التطبق الصيفي تحت عمق 100 متر هو نمط نموذجي للنترات والفوسفات والسيليكات. يشير تركيز الكلوروفيل في مياه البحر إلى وفرة العوالق النباتية وتوزيعها، وهو أمر بالغ الأهمية لفهم صحة المحيطات، والإنتاجية الأولية، ودورة الكربون.

يظهر الكلوروفيل تقلبات موسمية، حيث تكون تراكيزه السطحية منخفضة في الصيف (أقل من 0.5 ميكروغرام/لتر^{1})، وترتفع في الشتاء، بينما تصل تراكيزه السطحية القصوى في الربيع (لتبلغ نحو 1.1 ميكروغرام/لتر) (ضرغام وآخرون، 2012؛ جيلدور، وبيرمان، 2022). ويمكن أن تشير مستويات الكلوروفيل المرتفعة إلى مناطق ذات إنتاجية حيوية عالية، في حين تعكس المستويات المنخفضة انخفاضًا في الإنتاج الأولي.

وتُعد المعادن النزرة مغذيات دقيقة يمكن أن تحدّ من نمو الكائنات الحية، خصوصًا العوالق، ولها دور مهم في تنظيم النظم البيئية البحرية. ومع ذلك، تتحول المعادن النزرة من عناصر مغذية دقيقة إلى مواد سامة عندما تتجاوز تراكيزها الاحتياج الحيوي، ويعتمد مستوى العتبة على نوع المعدن والعوامل البيئية مثل الحموضة (pH) ومستويات الأكسجين (هارميسا وآخرون، 2024). كما يمكن أن تتأثر إتاحة المعادن النزرة بالاضطرابات الناجمة عن إعادة تعليق الرواسب والمدخلات البشرية (بويكو وآخرون، 2019؛ مناصرة وآخرون، 2019).

وفي المياه الساحلية الأردنية، تبيّن أن تراكيز الكوبالت (Co) والنحاس (Cu) والنيكل (Ni) والزنك (Zn) في مياه البحر تتجاوز المستويات الحدية الموصى بها في إرشادات جودة المياه الأسترالية (العباسي وآخرون، 2019). كما وُجدت تراكيز مرتفعة من الكادميوم (Cd) والكروم (Cr)والزنك (Zn) في رواسب الشعاب المرجانية الهامشية على طول الساحل الأردني، خصوصًا بالقرب من مصادر مثل الموانئ ومصبات مياه الصرف. وترتبط هذه الملوثات، إلى جانب الكربون العضوي والفوسفات، عادةً بالأنشطة البشرية؛ إلا أن آثارها تبقى موضعية، حيث تُسجّل تراكيز وعوامل إثراء أعلى بالقرب من الشاطئ، وتتناقص مع ازدياد عمق المياه (الروسان وآخرون، 2016).

أدت التأثيرات البشرية، بما في ذلك أنشطة الموانئ، وجريان المياه السطحية في المناطق الحضرية، والسياحة، إلى ضغوط كيميائية محلية. وتشير بيانات المراقبة الصادرة عن سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (2013، 2014) إلى ارتفاعات عرضية في مستويات المغذيات والملوثات بالقرب من نقاط التصريف، مع أن جودة المياه بشكل عام لا تزال ضمن الحدود المقبولة لمعظم المعايير.

منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

تعكس مستويات الأمونيا (+NH4) والفوسفات والسيليكات والنترات في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي مدخلات غذائية وسيطة للمنطقة الأردنية من خليج العقبة، ولكنها تُظهر تقلبات قد تشير إلى تأثير النشاط الصناعي الذي يؤدي إلى إثراء المغذيات. كما تُظهر البيانات اتجاهًا مستقرًا على مر السنين، مع تقلبات طفيفة فقط في قيم الذروة. تميل مستويات الفوسفات إلى الارتفاع في الشتاء، بمتوسط يتراوح بين 0.06 و0.1 ملغم/لتر، ويرجع ذلك على الأرجح إلى انخفاض الامتصاص الحيوي خلال الأشهر الباردة. وفي المقابل، كانت قيم الصيف أكثر استقرارًا وأقل، حيث تراوحت بين 0.03 و 0.06 ملغم/لتر، مما يعكس زيادة النشاط الحيوي واستخدام المغذيات خلال الأشهر الأكثر دفئًا.

وتُظهر منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي استمرار مستويات عالية من الكلوروفيل-أ، مما يعكس ارتفاع نشاط العوالق النباتية، مما قد يشير إلى ظروف بيئية مواتية.

6.3.9.3 خصائص الرواسب وجودتها

تتكون الرواسب على طول الساحل الأردني لخليج العقبة بشكل رئيسي من رمال الكربونات (80%) والطمي، ويتأثر توزيع حجم الحبيبات بقياس الأعماق والظروف الهيدروديناميكية (الروسان وآخرون، 2006). وتميل المناطق القريبة من الشاطئ إلى تراكم مواد أدق (مثل الطمي والطين)، بينما تهيمن الرواسب الخشنة على المناطق العميقة. فالمحتوى العضوي منخفض عمومًا (عادةً أقل من 0.6%) (الروسان وآخرون، 2006)، مما يتوافق مع الطبيعة قليلة التغذية للمياه المحيطة. ويعتمد انتقال الرواسب في المياه الأردنية بشكل رئيسي على الغبار (الذي تحمله الرياح)، والفيضانات الموسمية المفاجئة، والمواد العضوية من الشعاب المرجانية، بالإضافة إلى العمليات البحرية مثل التيارات الساحلية. ومع ذلك، فإن هذا الانتقال محدود بسبب انحدار الساحل. وإن الاضطراب الحيوي في الرواسب الساحلية الأردنية، سواء من الأنشطة البشرية (مثل البناء) أو الأنشطة الحيوية (مثل الكائنات الحفارة)، يمكن أن يزيد بشكل كبير من توافر العناصر المعدنية النزرة (أبو هلال وآخرون، 1988).

منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

أظهرت منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي زيادة طفيفة في معدلات الترسيب على أساس سنوي، حيث بلغت ذروتها عند 0.8 ملغم/سم²/يوم/1 من أيلول إلى تشرين الثاني. ويعكس هذا تأثيرًا مستقرًا للأنشطة الصناعية مع ممارسات إدارة بيئية مُحكمة. وفي معايير أخرى، مثل مقاييس جودة البيئة، والديناميكيات العضوية، وصحة النظام البيئي، لا تُظهر منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي أي اختلاف يُذكر عن المواقع الأخرى على طول الساحل الأردني. وبالنظر إلى الاتجاهات والديناميكيات، تشير السجلات طويلة المدى للخصائص الفيزيائية والكيميائية لرواسب قاع البحر من منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي إلى أن جودة الرواسب تُضاهي تلك الموجودة في المواقع الأخرى على طول شمال خليج العقبة (الحسينات وآخرون، 2020). ويبدو أن الرواسب قد وصلت إلى حالة توازن مستقرة، حيث لا تتغير المعايير البيئية الأساسية إلا بشكل طفيف عن القيم الأساسية للمنطقة. ويشير الاتجاه التنازلي في معايير التلوث (على سبيل المثال حجم الحبيبات، والفقد عند الاحتراق(LOI) ، والكربون العضوي(OC) ، وكبريتيد الهيدروجين(H2S) ، والنيتروجين

الكلي(TN) ، والفوسفور الكلي(TP) ، ومحتويات المعادن الثقيلة) الملحوظة بمرور الوقت إلى تحسن كبير في جودة البيئة المنسوبة إلى التنفيذ الصارم للتنظيم البيئي في العقبة (الحسينات وآخرون، 2020).

6.3.10العوالق

تتميز عوالق خليج العقبة بموسميتها العالية، حيث تزدهر العوالق النباتية بشكل مميز في الربيع والخريف، مدفوعة بدورة من التدرج والاختلاط المائي. خلال الصيف، وتهيمن العوالق النباتية الصغيرة، مثل البروكلوروكوكوس، على المياه السطحية قليلة المغذيات، بينما ينقل اختلاط المياه في الشتاء مغذيات المياه العميقة إلى السطح، مما يؤدي إلى ازدهار العوالق النباتية في أواخر الشتاء/الربيع. أما العوالق الحيوانية، بما في ذلك القشريات، ومزدوجات الأرجل، والميسيدات، فتشهد تقلبات موسمية، حيث تُظهر المناطق القريبة من الشعاب المرجانية عادةً كتلة حيوية أعلى من المناطق البحرية (إيشلمان وفيشلسون، 1990؛ بدران وزبدة، 2005).

6.3.10.1 العوالق النباتية

توجد اختلافات كبيرة بين الأجزاء الشمالية والجنوبية من منطقة خليج العقبة (بيرمان وجيلدور، 2022؛ لايولو وآخرون، 2014). وتمتد المنطقة الضوئية في منطقة خليج العقبة إلى عمق كبير يزيد عن 170 مترًا خلال معظم العام (نيسان – تشرين الثاني) (ليفانون-سبانيير وآخرون، 1979). ووفقًا للتوزيع البيئي، فإن 88٪ هي من الأنواع البحرية، و12٪ لها أصل بحري مالح. كما أن 80٪ من الأنواع من أصل بحري، و20٪ من أصل قاعي (شاهين وآخرون، 2022). وتشهد منطقة خليج العقبة ازدهارًا قويًا للعوالق النباتية في الربيع وازدهارًا أضعف في الخريف، على الرغم من أن شدتها وتوقيتها يمكن أن يختلفا سنويًا (بدران وزبدة، 2005). ويحدث ازدهار العوالق النباتية من خلال كل من العمليات الفيزيائية (الاختلاط، والارتفاع) والبيئية. في مياه الصيف قليلة المغذيات، تهيمن العوالق النباتية الصغيرة، مثل البروكلوروكوكس. ومع اختلاط الشتاء بالعناصر الغذائية، تحل العوالق النباتية، مثل الكلوروفيسيا والكريبتوفيسيا، محلها. إجمالاً، تم تحديد 188 نوعًا ضمن ست فئات من العوالق النباتية. تهيمن الدياتومات على 60% من إجمالي الأنواع (شاهين وآخرون، 2022). تُشكل الدياتومات 38%، بينما تُمثل المجموعات الأخرى 2%.

6.3.10.2 العوالق الحيوانية

تم رصد ذروة العوالق الحيوانية الشتوية والصيفية في كلٍّ من مواقع أخذ العينات القريبة من الشعاب المرجانية والبعيدة عن الشاطئ في الجزء الشمالي من منطقة خليج العقبة، وكانت ذروة الصيف أصغر من ذروة الشتاء وأكثر تميزًا بأشكال اليرقات (إيشلمان وفيشلسون، 1990؛ خليل وآخرون، 1997). فغالبًا ما تتميز ذروة الشتاء بوجود الربيان القشري واليرقات السداسية (الزائديات) قبالة الشاطئ، ومزدوجات الأرجل شبه المنحرفة قرب الشعاب المرجانية. وتشمل ذروة الصيف الميسديات والشبه منحرفة وبيض الأسماك قرب الشعاب المرجانية. كانت الكتلة الحيوية للعوالق الحيوانية القريبة من الشعاب المرجانية أكبر عمومًا بعدة أضعاف من تلك المرصودة على بُعد كيلومترين من الشاطئ (إيشلمان وفيشلسون، 1990).

وتم تسجيل أعلى كتلة حيوية في كانون ثاني، بينما سُجلت أدنى كتلة حيوية في تشرين الأول (إيشلمان وفيشلسون، 1990؛ النجار وآخرون، 2008). كما تم تسجيل ارتفاع ملحوظ في الكتلة الحيوية بلغ 46.1 ملجم/م^3، من الوزن الجاف، في خليج تالا، إلى الشمال من موقع المشروع (النجار وآخرون، 2008).

6.3.10.3 ديناميكيات العوالق الخاصة بالموقع

كشفت المسوحات التي أُجريت على المنحدر الخارجي للشعاب المرجانية الهامشية في العقبة عن أنشطة هجرة (توزيعات أفقية ورأسية) تُغير تركيب مجموعات العوالق. ويرتبط توزيع وتركيب مجموعات العوالق الحيوانية بالظروف الهيدروغرافية الخاصة بساحل الأردن، بما في ذلك صعود المياه، بالإضافة إلى التغيرات اليومية والموسمية في شدة الضوء. ويُعدّ المخاط الذي يُنتجه المرجان مصدرًا مهمًا للطاقة للعوالق الحيوانية، حيث تستوعب بعض الأنواع ما لا يقل عن 50% من المخاط المُبتلع (نومان وآخرون، 2012).

وقد تراوحت مستويات الكلوروفيل-أ المرتفعة، كمؤشر على وجود العوالق النباتية، بين 3.88 و5.67 ملغم/لتر (قيم متوسطة) و4.23 و5.27 ملغم/لتر (قيم شهرية)، بمتوسط سنوي (1999) بلغ 4.94 ملغم/لتر في منطقة العقبة، والذي يمكن تفسيره في المناطق الساحلية بوجود مصارف صرف صحي. في منطقة المشروع، تُعدّ يرقات الرخويات (بطنيات القدم وثنائيات المصراع) أكثر مجموعات العوالق الحيوانية انتشارًا، حيث تُشكّل 91% من إجمالي اليرقات. في المقابل، كانت يرقات المرجانيات (يرقات اللاسعات الأخرى) نادرة للغاية، بمتوسط 0.3 متر مكعب، مُشكّلةً 0.16% من إجمالي اليرقات.

فالعوالق حساسة للغاية لمحطات تحلية المياه، وخاصةً العوالق النباتية، التي سُجِّلت على أنها أكثر حساسية لتصريفات المياه العادمة المعالجة من العوالق الحيوانية (جوميز وآخرون، 2023). قد تحتوي المياه العادمة المعالجة على مواد كيميائية ناتجة عن عملية المعالجة المسبقة، مثل مواد التخثر وعوامل منع الترسب، بالإضافة إلى الماء الساخن، مما قد يؤثر سلبًا على العوالق (جروسوفيتش وآخرون، 2021). في حين وجدت بعض الدراسات تأثيرات على العوالق الحيوانية (انخفاض التنوع وأنماط الفقس). أظهرت دراسات أخرى تأثيرًا أقل، مما يشير إلى أن الحساسية تختلف باختلاف الأنواع (جروسوفيتش وآخرون، 2021). ويمكن أن تتأثر كل من العوالق النباتية والحيوانية أيضًا بالتلوث الحراري من النباتات، والمواد الكيميائية المستخدمة في عملية تحلية المياه، وتسريبها إلى مياه السحب (جمعية استخدام المياه، 2011). حيث كانت التغييرات الرئيسية التي لوحظت هي انخفاض الإنتاجية الأولية، وفقدان التنوع، والتغيير في بنية مجتمعات العوالق بسبب هيمنة المجموعات المقاومة للملوحة، مما يسلط الضوء على أهمية تحسين معالجة أو تخفيف تصريفات المياه العادمة المعالجة لتقليل التأثيرات على شبكات التغذية بأكملها، والتي تعتمد على العوالق النباتية (جروسوفيتش وآخرون، 2021؛ جرومز وآخرون، 2023).

6.3.11 علم البيئة القاعية (بما في ذلك المحار)

تتميز المياه الأردنية في خليج العقبة بملوحة عالية، ودرجات حرارة دافئة، وظروف قليلة التغذية (فقيرة بالمغذيات)، وتدرجات عميقة شديدة الانحدار، وموائل قاعية معقدة (قاع البحر)، تتألف في الغالب من الشعاب المرجانية، وأحواض الأعشاب البحرية، والرواسب الرملية. وتدعم هذه النظم البيئية تنوعًا حيويا غنيًا، حيث تضم حوالي 200 نوع من الشعاب المرجانية الصلبة و500 نوع من الأسماك، بالإضافة إلى الرخويات والقشريات وغيرها من اللافقاريات والنباتات (الطحالب وأنواع الأعشاب البحرية) (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2015؛ جويداس وآخرون، 2021؛ سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، 2022؛ اليونسكو، 2023). ويُحفّز مزيج أنواع الموائل عمليات حيوية، وتشمل التنافس بين الأنواع والتفاعل بين الشعاب المرجانية والطحالب، وتكوين كلٍّ من الموائل اللينة بفعل الرواسب والموائل الصلبة بفعل نمو المرجان ومنتجي الكربونات الآخرين، بالإضافة إلى عمليات فيزيائية وكيميائية مثل التعرية الحيوية، وقياس الأعماق، والضوء (ريتشاردسون وآخرون، 2017). أنواع الموائل الرئيسية الثلاثة هي:

- الشعاب المرجانية.
- أحواض الأعشاب البحرية.
- الموائل القاعية في المياه العميقة.

تدعم هذه الموائل مجموعة من الحيوانات والنباتات التي قد تكون مميزة لنوع معين من الموائل، حيث تعتمد على الركيزة (مثل أنواع معينة من خيار البحر في أحواض الأعشاب البحرية) أو قد توجد في كلا النوعين (مثل أنواع الأسماك).

6.3.11.1 الشعاب المرجانية

تُعد الشعاب المرجانية في منطقة خليج العقبة بالغة الأهمية نظرًا لمرونتها الحرارية الاستثنائية، مما يجعل المنطقة ملاذًا حيويًا من التبييض الناتج عن تغير المناخ (كوشمان-جينو وفاين، 2023؛ كوشمان-جينو وفاين، 2025). تتميز منطقة خليج العقبة بملوحة عالية بطبيعتها، إلى جانب عوامل أخرى، مثل كونها بحرًا مغلقًا ومواردها من المياه العذبة محدودة، مما يُهيئ ظروفًا فريدة للشعاب المرجانية فيها (بيترسن وآخرون، 2018؛ اليونسكو، 2023). ويُحاط الساحل الأردني بسلسلة متقطعة من الشعاب المرجانية، حيث يُمكن تمييز وحدتين مورفولوجيتين (بوشون وآخرون، 1981):

- مسطحات شعاب مرجانية ضيقة تتميز، من الشاطئ إلى البحر، برواسب شاطئية وأعشاب بحرية وتغطية متزايدة للشعاب المرجانية.
- حافة شعاب مرجانية ومنحدر شعاب مرجانية شديد الانحدار يُشكلان انحدارًا رأسيًا حادًا نحو أعماق سحيقة (بوشون وآخرون، 1981؛ الطواحة وآخرون، 2019).

حافظت الشعاب المرجانية في الأردن بشكل عام على حالتها الجيدة، وقد وجد مسحٌ أُجري مؤخرًا لثمانية مواقع على طول الساحل الأردني (بما في ذلك منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي) أن الشعاب المرجانية التي نفقت بسبب الأنشطة البشرية، والتي تُمثل مؤشرًا على تدمير الشعاب المرجانية، تغطي أقل من 2% (الحوراني، 2006). ويميل غطاء المرجان الصلب (سكلراكتينيا) إلى التزايد من الشمال إلى الجنوب على طول الساحل الأردني، وذلك لأن قيعان البحر الرملية التي تغطيها الأعشاب البحرية تهيمن على الأجزاء الشمالية من الساحل، والتي تزداد صخورها تدريجيًا باتجاه الجنوب، وتتميز بشعاب مرجانية أكثر تطورًا (الحوراني وآخرون، 2006). غالبًا ما تُظهر مقاطع الشعاب المرجانية الأعمق (مثلًا، حوالي 15 مترًا) غطاءًا مرجانيًا صلبًا أعلى من الأعماق الضحلة (مثلًا، حوالي 8 أمتار) (الحوراني

وآخرون، 2006). وقد تم تحديد ما مجموعه 157 نوعًا من المرجان في محمية العقبة البحرية (AMR)، من بينها 153 نوعًا من الشعاب المرجانية الصلبة (الشعاب المرجانية التي تبني الشعاب المرجانية - وشملت المجموعات التصنيفية المرجانية الأخرى مرجان أنبوبي عضوي (Alcyonacea)، وثلاثة أنواع من المرجان الناري (Milleporidae) (اليونسكو، 2023). وتم العثور على 11 من أصل 23 نوعًا من المرجان الصلب المتوطن في البحر الأحمر في منطقة العقبة البحرية في الأردن (الطواهة وآخرون، 2019). بالإضافة إلى ذلك، تم العثور على 21 نوعًا من الهيدروزوا (بالإضافة إلى المرجان الناري) (اليونسكو، 2023). وتتمتع المواقع الأردنية الجنوبية بغطاء مرجاني أعلى من المواقع الشمالية، وقد وجد أن المقاطع العرضية التي يبلغ عمقها 15 مترًا تحتوي على نسبة أعلى من المرجان السليم مقارنة بالمقاطع العرضية التي يبلغ عمقها 8 أمتار (الحوراني واخرون، 2006).

تم تسجيل ما يقرب من 120 نوعًا من الشعاب المرجانية اللينة في المياه الأردنية (اليونسكو، 2023). تُظهِر هذه الأنواع أعلى نسبة انتشار في المواقع التي تشهد أنشطة صناعية (الحوراني وآخرون، 2021). وتلعب الشعاب المرجانية اللينة، إلى جانب الشعاب المرجانية الصلبة، دورًا هامًا في زيادة تعقيد الموائل، وتوفير المأوى لمجموعة متنوعة من الحيوانات، والمساهمة في دورة المغذيات، مما يعزز التنوع الحيوي العام للشعاب المرجانية واستقرارها (جينج وآخرون، 2011؛ روث وآخرون، 2018).

6.3.11.2 أحواض الأعشاب البحرية

غالبًا ما توجد أحواض الأعشاب البحرية حيث توجد طبقة رملية ضحلة قليلة الاضطراب، وخاصةً في المناطق الشمالية من ساحل الأردن، حيث توجد طبقة رملية أكثر (الروسان وآخرون، 2005). وقد تم تسجيل ثلاثة أنواع من الأعشاب البحرية في المياه الأردنية، وهي: هالوبولي أونينيرفيس، وهالوفيلا أوفاليس، وهالوفيلا ستيبولاسيا. وفي بعض مناطق الرواسب الساحلية شمال الأردن، تغطي الأعشاب البحرية ما بين 70% و98% (الروسان وآخرون، 2005). وفي موائل الأعشاب البحرية، سُجِّل 132 نوعًا من الأسماك تنتمي إلى 35 عائلة (خلف وآخرون، 2012). تدعم أحواض الأعشاب البحرية على طول ساحل الأردن بشكل أساسي مجموعات الأسماك من ست عائلات: أسماك الراس (Labridae)، والأسماك ذات الذيل (Pomacentridae)، والأسماك الماعز (Mullidae)، والأسماك الكاردينالية (Apogonidae)، والأسماك الفراشية (Chaetodontidae)، والأسماك الجوبية (Gobiidae) (خلف وكوتشزيوس، 2002؛ الروسان وآخرون، 2005).

6.3.11.3 الموائل القاعية في المياه العميقة

وجدت دراسة من منطقة نيوم في المملكة العربية السعودية أن المنطقة الهوائية (التي تمتد على عمق يتراوح بين 110 و200 متر) يمكن أن تستضيف أيضًا مرجانًا صلبًا غير ضوئي، بما في ذلك مدراسيس إنترجكتا، وديندروفيليا مينوسكولا، وريزوبساميا كومباكتا (شيمينتا وآخرون، 2025). تُشكل هذه المرجانيات إطارًا لثلاثة أنواع مختلفة من المرجانيات الحيوية (أي مرجانيات حيوية تشبه التلال في مدراسيس إنترجكتا، وتكوينات تشبه الرفوف في د. مينوسكولا، وهوابط حيوية في مدراسيس كومباكتا)، مُغطاة ومُثبتة ومُعززة بمجموعة من الأصناف القاعية، بما في ذلك مرجانيات صلبة أخرى، ومرجانيات بريوزوان، ومنخربات، ورخويات، وسريوليات. وعلى الرغم من عدم الإبلاغ عن هذه الأنواع من الموائل في المياه الأردنية، فإن وجودها في مياه الدول المجاورة والسعودية (الملاحظة المباشرة والنمذجة) (نولان وآخرون، 2024؛ شيمينتا وآخرون، 2025) يشير بقوة إلى احتمال وجودها. في شمال البحر الأحمر وخليج العقبة، توجد أنظمة بيئية مرجانية عميقة أسفل المنطقة المتوسطة الضوئية، على عمق مياه يزيد عن 150 مترًا، وتنقل العديد من الخدمات البيئية نفسها التي توفرها أنظمة الشعاب المرجانية الضحلة، مثل توفير موائل للأسماك، وتعزيز التنوع الحيوي، وزيادة الإنتاج الثانوي (نولان وآخرون، 2024). الأنواع ضمن عائلات Caryophylliidae وDendrophylliidae، التي لا تقوم بعملية التمثيل الضوئي (على عكس الشعاب المرجانية المكونة للشعاب المرجانية في المياه الضحلة)، موزعة بين أعماق مياه تتراوح بين 150 مترًا و700 متر، وتشكل هياكل مرجانية (نولان وآخرون، 2024). على أعماق تتراوح من حوالي 205 إلى 1300 متر. وجد أن المجتمع القاعي يتألف من خمسة وخمسين نوعًا قاعيًا (معظمها من الديدان متعددة الأشعار) بكثافة تتراوح بين 160 و670 فردًا لكل متر مربع واحد (جويداس وآخرون، 2021).

الرخويات: تم تحديد ما مجموعه 462 نوعًا من بطنيات الأرجل في المياه الأردنية (اليونسكو، 2023)، تشمل 162 نوعًا من ثنائيات الصدفة، بما في ذلك المحار العملاق "تريدانا ماكسيما" و"تريدانا سكواموسا"، وحوالي 17 نوعًا من "الكيتون"، وعدد قليل من رأسيات الأرجل والزواحف. ولا توجد دراسات تتعلق بالتوزيع المحدد لأنواع الرخويات.

وتوجد ثلاثة أنواع من المحار العملاق في شمال البحر الأحمر وخليج العقبة. هذه الرخويات التي تعيش في الشعاب المرجانية، مثل المرجان، تحتوي على طحالب تكافلية ضوئية، مما يُمكّنها من النمو بسرعة أكبر. وتشترك هذه الرخويات مع المرجان في أوجه تشابه أخرى؛ إذ تُصاب بالإجهاد عند ارتفاع درجات الحرارة، وتحتاج أيضًا إلى مياه قليلة التغذية، نظرًا لحساسيتها للعكورة المرتبطة بالتغذية المفرطة (كيلام وآخرون، 2021). إن أكثر أنواع الرخويات شهرة في المنطقة هو المحار العملاق (Tridacna squamosina) المستوطن إقليميًا والمهدد بالانقراض، والذي تم تسجيله في أعمال المسح البحري السابقة وله توزيع مكاني محدود للغاية (<عمق 5 أمتار).

الاسفنجيات: تم تسجيل 72 نوعًا من الإسفنج ضمن منطقة البحر الأحمر (اليونسكو، 2023). وتتركز الإسفنجيات على الشعاب المرجانية على الساحل الجنوبي الأردني لخليج العقبة، حيث تُشير العينات التي تم جمعها من أعماق تتراوح بين 6.6 و22 مترًا إلى وجود أجناس إسفنج "أكسينيلا"، وإسفنج "نيغومباتا"، و"السيفونوشالينا"، و"الدياكارنوس"، بالإضافة إلى جنس غير مُحدَّد من رتبة "هابلوسكليريدا" (عربيات وآخرون، 2025).

خيار البحر (الهولوثوريانات): تُعدّ "الهولوثوريانات"، أو خيار البحر، من المجموعات السائدة بين اللافقاريات البحرية في خليج العقبة، وتشمل الأنواع الشائعة بسبب الصيد الجائر، وخاصةً للأنواع القيّمة والمعرضة للخطر مثل سمك "الهولوثوريان"، انخفضت أعداد بعض الأنواع (أحمد وآخرون، 2016؛ يوفال وآخرون، 2014). ولا توجد دراسات تتعلق بالتوزيع الدقيق لسمك "الهولوثوريان" في المياه الأردنية.

الكثيرات الأشعار: تُعدّ ديدان الأشعار مجموعة متنوعة وهامة من الديدان الحلقية الموجودة في المياه الإقليمية الأردنية، وخاصةً في موائل الشواطئ الرملية. وقد حددت الدراسات عدة أنواع، وتُعدّ ديدان الأشعار المجموعة الأكثر تنوعًا من الحيوانات الكبيرة في المنطقة، بما في ذلك أنواع مثل "غليسيرا تيسيلاتا" و"بيرينيريس نونتيا" (إسماعيل، 1986).

الطحالب الكبيرة والطحالب الشعابية

تُعدّ الطحالب الكبيرة عنصرًا بيئيًا مهمًا على طول الساحل الأردني لخليج العقبة، إذ تُعدّ من المنتجين الأوليين الرئيسيين في النظام البيئي للشعاب المرجانية، حيث توفر الغذاء والمأوى للكائنات البحرية، وتلعب دورًا في دورة المغذيات وبناء الشعاب .وقد تم تسجيل 18 جنسًا من الطحالب الكبيرة القاعية، تشمل سبعة أجناس من الطحالب الخضراء "Chlorophytes" وأحد عشر جنسًا من الطحالب الحمراء "Rhodophytes" وعشرة أجناس من الطحالب البنية "Phaeophytes" (زبدة وكولجان، 2011). وتُعدّ الطحالب البنية الأكثر غطاءً وكتلةً حيوية داخل منطقة محمية العقبة البحرية. وتمتلك المياه الساحلية المجاورة للمجمّع الصناعي (شمال منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي) أعلى نسبة تغطية من الطحالب البنية وكتلتها الحيوية، وهي تختلف بشكل ملحوظ عن النسب المسجّلة قرب ميناء تحميل الفوسفات. وتظهر أعلى نسب التغطية عادةً خلال أشهر الربيع. أما الطحالب الشعابية "Turf algae"، فتُظهر نسبة تغطية أعلى في الأعماق الضحلة (حوالي 8 أمتار)، بينما تميل المناطق القريبة من المواقع المتأثرة (مثل مناطق التطوير الصناعي الثقيل) إلى امتلاك نسب تغطية أقل.

الاسماك

الأسماك المرتبطة بالموائل القاعية متنوعة (حوالي 200 نوع من الأسماك في الشعاب المرجانية ومناطق الأعشاب البحرية الأردنية). وترتبط ثروة الأنواع بوجود الركائز الصلبة وتعقيد الموائل. وتختلف تجمعات الأسماك بين الشعاب المرجانية وحقول الأعشاب البحرية، وبين المواقع المتأثرة وغير المتأثرة (خلف وكوتشزيوس، 2002).

وتكون الأسماك أكثر وفرة وذات تنوع أعلى بشكل ملحوظ على عمق 12 مترًا مقارنة بالمياه الضحلة على عمق 6 أمتار. (خلف وآخرون) ويُعزى ذلك إلى وجود العديد من أسماك العلف على العوالق (البلانكتون) التي تعيش عند هذا العمق، مثل: سمكة الأنثياس الذهبية / وأسماك الفراولة القزمية، وسمكة الراسّ المُشرَّط ذات الأشرطة الثمانية، وسمكة دامسيل كروميس بيلورا، وأسماك الماكريل الخيشومية / الماكريل الزرقاء، والراسي ذو البطن الأحمر، ويُحتمل أن يعود ذلك إلى ارتفاع كثافة العوالق على عمق 12 مترًا مقارنة بـ 6 أمتار. وعمومًا، تهيمن عدة أنواع على التجمعات، مثل: سمكة دامسيل ميريا، وسيجان الشعري البوربوني، والأنثياس الذهبية، والشعري المبرقع، وسمكة السيجان المخططة / السيجان العربي.

6.3.11.4 منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

أجرى الزبدة وآخرون (2007) دراسة بيئية مفصلة لمدة ثلاث سنوات (2001-2003) على عمق 6 أمتار و12 مترًا في ثلاث مناطق شملت منطقة بين قناة التدفق لمحطة الطاقة الحرارية والجزء الشمالي من الرصيف الصناعي، والتي تشمل المواقع المقترحة للبنية التحتية للسحب والتصريف للإقتراح الحالي. حيث تم تقييم حالة العوامل البيئية فيما يتعلق بتنوع الأنواع ووفرة المجموعات الرئيسية لمجتمع الكائنات الحية القاعية الكبيرة (الكائنات الحية التي يزيد حجمها عادةً عن 1 مم): المرجان، وثنائيات الصدفة، والهيدروزوان، وشوكيات الجلد، والإسفنج، والطحالب الكبيرة. وقد أشارت النتائج إلى أن المنطقة قد تعرضت لتعديلات في الموائل ناتجة عن نشاط البناء، مما أدى إلى بعض الاضطرابات في غطاء المرجان ووفرته. حيث وُجد أن المرجان الصلب واللين أعلى بكثير عند 12 مترًا منه عند 6 أمتار، ولكن لم تظهر الكائنات الحية القاعية الكبيرة الأخرى أي تغيير حسب العمق على مدى السنوات الثلاث للدراسة، وقد انخفضت الشعاب المرجانية الصلبة بشكل ملحوظ على عمق 6 أمتار (بمتوسط ~12% إلى 6%) خلال السنوات الثلاث المتعاقبة ولكنها ظلت دون تغيير تقريبًا على عمق 12 مترًا (بمتوسط ~33%).

نفذت محطة العلوم البحرية برنامجًا وطنيًا للرصد منذ أواخر التسعينيات، والذي تضمن موقعًا للرصد في الخليج حيث يُقترح أن توجد البنية التحتية للسحب والتصريف، والمعروف باسم موقع المجمع الصناعي أو ميناء الفوسفات. وأظهرت مقارنة الغطاء المرجاني الصلب واللين على أعماق 9 أمتار (~14٪ و~10٪ على التوالي) أو 15 مترًا (~18٪ و~5٪ على التوالي) عدم وجود فرق كبير على أساس سنوي بين عامي 2013 و2021. (مسح محطة العلوم البحرية20132021)، ووجد مسح عام 2024 (مسح محطة العلوم البحرية، 2024) أن الغطاء المرجاني يصل إلى 24٪ و33٪، مع انخفاض معدل وفيات المرجان على أعماق 6 أمتار و12 مترًا على التوالي، في موقع المجمع الصناعي. تمثل هذه الأرقام زيادة في الغطاء المرجاني على أعماق 6 أمتار (~8٪ إلى 24٪) و12 مترًا (~24٪ إلى 33٪).

أشارت دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الناقل الوطني 2022، (TTID، 2022) إلى أن الموقع المقترح وجد ما مجموعه 46 نوعًا من المرجان الصلب تنتمي إلى عائلات مرجان الأغصان /المرجان المتفرّع، ومرجان الصفائح، والمرجان الدماغي، ومرجان الفطر، وكان موطن القاع صخريًا في الغالب، وهو أمر نموذجي لمواقع الشعاب المرجانية. ولوحظت تعديلات هيكلية في مواقع محددة داخل موقع الدراسة، ويرجع ذلك أساسًا إلى أنشطة البناء، التي أضرت بشكل طفيف بوفرة وغطاء المرجان الصلب. وكان هذا سائدًا بشكل خاص بالقرب من الرصيف الصناعي، حيث ارتبط ثراء الأنواع ووفرتها سلبًا بالقرب من الموقع الصناعي. بالإضافة إلى ذلك، وُجد أن وفرة أنواع معينة، مثل المرجان وشوكيات الجلد والهيدروزوان والطحالب الكبيرة، ترتبط بمستوى تعديل القاع والقرب من الموقع الصناعي. وربما ساهمت مناورات السفن ونشاط الميناء أيضًا في التأثيرات الملحوظة. وقد أظهرت الشعاب المرجانية والمؤشرات الحيوية الأخرى، باستثناء أعشاب البحر، وفرةً أعلى في المقاطع العرضية الأعمق مقارنةً بالمناطق الأقل عمقًا. وكشف المسح الذي أُجري بواسطة مركبة تعمل عن بُعد (ROV) للمياه العميقة أن رؤوس المرجان، التي تقع تحت عمق 30 مترًا، تصبح أكثر عرضة لتأثيرات الرواسب المترسبة التي تتساقط من السطح وتتراكم عليه.

6.3.12 علم بيئة الأسماك

يركّز هذا القسم على الأسماك العظمية (أنواع الأسماك التي لها هيكل عظمي)، وذلك بدلاً من الأسماك الغضروفية(وهي طائفة فرعية من الأسماك ذات الهيكل الغضروفي (طائفة Chondrichthyes) وتشمل أسماك القرش والشفنينيات واللخمة وأسماك الغيتار وأسماك المنشار) والتي تم نقاشها ضمن قسم الكائنات البحرية الضخمة (القسم 1.13.3.6).

منطقة خليج العقبة هو مساحة مائية ضيقة وعميقة تحتوي على مجموعة متنوعة من النظم البيئية البحرية القيّمة. حيث تشمل موائل الأسماك والرخويات الرئيسية الموجودة في البحر المفتوح والشعاب المرجانية وأحواض الأعشاب البحرية. ويدعم هذا التنوع من الموائل الساحلية والبحرية المختلفة مجموعة متنوعة من أنواع الأسماك ذات الأهمية للحفاظ عليها و/أو التجارية. وتتميز بيئة الأسماك بتنوع حيوي كبير (خلف وآخرون، 2012).

وتمثل مجموعات الأسماك في منطقة خليج العقبة جميع المجموعات الغذائية، حيث يوجد 512 نوعًا معروفًا. وترتبط الغالبية العظمى من هذه الأنواع (حوالي 70٪) بموائل الشعاب المرجانية، مع تقسيم الباقي بين البيئات السطحية والقاعية. كما تسرد قائمة أسماك البحر الأحمر لعام 2018 1,207 نوعًا، بما في ذلك 73 نوعًا تم وصفها حديثًا للعلوم منذ قائمة عام 2010، تمثل ما مجموعه 164 عائلة. من بين هذه الأنواع، تم تسجيل 797 نوعًا من خليج العقبة. ويبلغ العدد الإجمالي للأنواع المتوطنة في البحر الأحمر 174 نوعًا، منها 34 نوعًا متوطنة في خليج العقبة (جولاني وفريك، 2018).

يتفاوت حجم وحركة أنواع الأسماك تفاوتًا كبيرًا؛ فبعضها، مثل التونة والماكريل، أسماك سطحية (تعيش في عمود الماء)، بينما تُعد أسماك أخرى، مثل سمك موسى، أسماكًا قاعية (تعيش في القاع). وقد تكون بعض الأنواع، مثل أسماك الشعاب المرجانية، محدودة النطاق والحركة بسبب ارتباطها القوي بالموائل، أو ولاءها للموقع، أو مرحلة دورة حياتها، أو القيود الفسيولوجية على قدرتها على الدفع.

تعيش مجموعة متنوعة من الأسماك، تضم أكثر من 500 نوع (اليونسكو، 2023)، في هذه الموائل، التي تدعمها مجموعة متنوعة من النظم البيئية، بما في ذلك الشعاب المرجانية، وأحواض الأعشاب البحرية، وقاع البحر الرملي (الروسان وآخرون، 2005). ينتمي حوالي نصف أسماك التونة إلى ست عائلات: أسماك الراسّي، وأسماك الدامسل، وأسماك البِرم / السلطانة، وأسماك الكارديناL، وأسماك الفراشة، وأسماك القوبي، أما الأنواع الأكثر وفرة في الشعاب الأردنية فهي: سمك الأنثياس الذهبي، وسمك الدامسل (الكروميس الأخضر والدامسل الهامشي)، والدامسل الحمار الوحشي (هامبورغ دامسل)، والراسي المُشرِّط ذو الأشرطة الثمانية. أما توزيع الأسماك العاشبة الرئيسية في الشعاب المرجانية، مثل: أسماك الجراح، وأسماك الببغاء، وأسماك السيجان، فإنها تصل إلى أعلى كثافة لها على مقدمة الشعاب، حيث تم تسجيل 234سمكة لكل 1,000 متر مربع (بوشون، هيرملين، فيفيين، 1981). وتنخفض كثافة الأسماك فوق سطح الشعاب إلى 150سمكة لكل 1,000 متر مربع، وتكون الأقل على منحدر الشعاب 69 (سمكة لكل 1,000 متر مربع). وتشكل: أسماك الجراح 63 %من الأسماك العاشبة، وأسماك الببغاء 35%، وأسماك السيجان 2%. وتختلف توزيعات الفصائل والأنواع وفقًا للكائنات الحية؛ إذ تسود أسماك الجراح فوق سطح الشعاب المرجانية، بينما تكون أسماك الببغاء أكثر عددًا على منحدر الشعاب الخارجي.

تؤدي الأسماك مجموعة من الأدوار البيئية الوظيفية؛ فهي تربط شبكات الغذاء الطفيلي من خلال استهلاك العوالق، وتُعد بدورها مكونات غذائية رئيسية للمجموعات الغذائية الأعلى (مثل الثدييات البحرية). كما تعمل الأسماك المفترسة الأكبر حجمًا كحيوانات

مفترسة عليا تتغذى على الأسماك الأخرى والثدييات البحرية والسلاحف. كما تلعب الأسماك أدوارًا رئيسية في الحفاظ على السلامة المادية وصحة النظم البيئية. على سبيل المثال، يُعد وجود مجتمع صحي من الأسماك العاشبة أمرًا بالغ الأهمية لقدرة الشعاب المرجانية على مقاومة الاضطرابات الشديدة والتعافي منها واستعادة الغطاء المرجاني المفقود. كما أن وجود تجمعات سمكية صحية أمر بالغ الأهمية لأنواع الموائل لتكون مرنة في مواجهة التغيير (خليل وآخرون، 2013).

تتميز المناطق البحرية المحمية في الأردن بوفرة وتنوع الأسماك أعلى مقارنةً بالمناطق ذات الأنشطة البشرية الكبيرة، مثل المناطق الصناعية، ومشاريع التنمية السياحية، والموانئ. وتمتاز تجمعات الأسماك داخل المناطق البحرية المحمية بكتلة حيوية أكبر، وعدد أكبر من الأنواع، وتجمعات أكثر استقرارًا مقارنة بالمناطق الواقعة خارجها. (الزبدة، 2013؛ اليونسكو، 2023). وتعمل هذه المناطق كملاذ آمن للحياة البحرية وتساهم في تعزيز مرونة النظم البيئية في خليج العقبة عمومًا. وعلى النقيض من ذلك، شهدت المناطق ذات التأثير البشري المرتفع – خاصة حول الموانئ والمراسي والمناطق الصناعية – انخفاضًا في أعداد الأسماك وتنوعها.

خلال المراجعة المكتبية التي شملت الدراسات البحرية السابقة ومرحلة استشارة الخبراء، جرى تحديد ثلاثة أنواع مرتبطة بالشعاب المرجانية كأولويات نظرًا لكونها مهددة أو نادرة أو معرضة للتغير. وتشمل هذه الأنواع سمكة الراسّ ذات الحدبة المصنفة بانها مهددة بالانقراض، وإمبراطور السماء، والهامور المرجاني للبحر الاحمر، وهو نوع متوطن في البحر الأحمر مصنف حاليًا كنوع معرّض للخطر، إلا أنه يُرجَّح أن يكون أقرب إلى فئة المهدد بالانقراض بسبب الضغط الشديد من المصايد في نطاق توزيعه. وقد تمت الاشارة تحديدًا إلى سمكة الراسّ ذات الحدبة ضمن خطة إدارة محمية العقبة البحرية، إلا أنه لم تُحدَّد أي إجراءات إدارة خاصة بها.

6.3.13 الحيوانات البحرية الضخمة والسلاحف

تُشكّل منطقة خليج العقبة وشمال البحر الأحمر نظامًا بيئيًا بحريًا ذو أهمية عالمية، يدعم تنوعًا حيويا بحريًا عاليًا (جارزون وآخرون، 2022)، بما في ذلك أنواع عديدة من الحيوانات البحرية الضخمة، أي الثدييات البحرية والسلاحف البحرية والأسماك القرشية الكبيرة (أسماك القرش والورنك والشفنين). وفي المقابل، تعتبر الأبحاث والمعرفة المتعلقة بهذه الأنواع في منطقة خليج العقبة محدودة للغاية، لا سيما في المياه الأردنية.

ويمثل الساحل الأردني الممتد على طول 27 كيلومترًا جزءًا فريدًا من هذه المنطقة، إذ يحتضن موائل وظيفية أساسية للأنواع المهددة والمتوطنة، في وقت يشهد فيه ضغوطًا بشرية متزايدة، بما في ذلك التطوير الساحلي السريع وتوسع الأنشطة البحرية (اليونسكو، 2023).

ويضم خليج العقبة فسيفساء مترابطة من النظم البيئية البحرية والساحلية التي تعتبر ضرورية للكائنات البحرية كبيرة الحجم في مختلف مراحل حياتها:

- **الشعاب المرجانية:** يدعم الغطاء المرجاني الكثيف والتعقيد الهيكلي مجتمعات متنوعة من الحيوانات الضخمة، بما في ذلك الحيوانات الضخمة المرتبطة بالشعاب المرجانية (مثل السلاحف والشفنينيات وأسماك القرش).
- **مروج الأعشاب البحرية:** توجد ثلاثة أنواع من الأعشاب البحرية، الهالوفيلا المستديرة والهالودول أحادي العصب والهالوفيلا البيضوية، مما يوفر مجموعة متنوعة من الموائل الوظيفية، بما في ذلك موائل البحث عن الطعام والحضانة والتعشيش.
- **الرواسب الرملية/الطمية:** تدعم هذه البيئات أسماك القرش القاعية. كما تُعد مناطق تغذية للسلاحف.
- **المياه المفتوحة العميقة:** توفر المياه المفتوحة العميقة موئلًا للكائنات البحرية الكبيرة وغيرها من الأنواع السطحية (التي تعيش في عمود الماء)، بما في ذلك فرائسها من الأسماك السطحية مثل الماكريل والتونة.

6.3.13.1 الثدييات البحرية

يُعَدّ البحر الأحمر منطقة تعاني من نقص واضح في البيانات المتعلقة بالثدييات البحرية، إذ تُوصَف معظم الأنواع بأنها قليلة الدراسة، وخاصة فيما يتعلق بالأبحاث الوراثية الضرورية. (نوتاربارتولو وآخرون، 2017) ومن بين 16نوعًا من الحيتان المعروفة أو المرجّح وجودها في البحر الأحمر وخليج العقبة، يُعتقد أن تسعة أنواع فقط توجد بانتظام، بينما يُحتمل أن تكون الأنواع الأخرى مجرد مشاهدات متقطعة لزوار عابرين من المحيط الهندي. وتشمل الأنواع التسعة المنتظمة :حوت بريدي (مع أن تصنيفه لا يزال غير محدد، ويُشار الى حوت بريدي تحديدًا) والحوت القاتل الكاذب، ودلفين ريسو، ودلفين الحدبة للمحيط الهندي، والدلفين القاروري الهندي-الهادئ، والدلفين القاروري الشائع، والدلفين الشائع الهندي-الهادئ، والدلفين المرقط المدارية، والدلفين الدوار (نوتاربارتولو وآخرون، 2017).

جميع أنواع الحيتان مُدرجة في الملحق الرابع من توجيه الاتحاد الأوروبي للموائل. ونادرًا ما يتم تسجيل الحيتان الكبيرة في منطقة خليج العقبة، ولكن توجد حيتان بريدي وغيرها من الحيتان الزعنفية في البحر الأحمر الأوسع. حيث ان أكثر الأنواع صلة بالمنطقة هي دولفين المحيطين الهندي والهادئ ذو الأنف الزجاجي، ودلفين الأنف الزجاجي الشائع، والدلفين الدوار، والدلفين المرقط الاستوائي. وتستخدم دلافين المحيطين الهندي والهادئ ذات الأنف الزجاجي أنظمة الشعاب المرجانية الضحلة في شمال البحر الأحمر للتواصل الاجتماعي والولادة، مع ملاحظة نشاط التكاثر على مدار العام وذروة الربيع والصيف في مواقع جنوب الأردن مباشرة. كما تستخدم الدلافين الدوارة والمرقطة المياه العميقة قبالة منحدرات الشعاب المرجانية وتدخل منطقة خليج العقبة أحيانًا؛ وقد تم توثيق مجموعات مركزة تستريح نهارًا، وهي نموذجية لمناطق أخرى، في شعاب البحر الأحمر جنوبًا (نوتاريارتولو دي سيارا وآخرون، 2017؛ كوستا وآخرون، 2019). وتؤكد سلسلة من السجلات وجود دلافين المحيط الهندي الأحدب في منطقة خليج العقبة، بما في ذلك مدينة العقبة. وتُظهر العديد من أنواع الحيتان تمايزًا بيئيًا، بما في ذلك دلافين الأنف الزجاجي (جنس Tursiops) (برات وآخرون، 2023). ويكتسب هذا أهمية خاصة في منطقة البحر الأحمر، المعروفة بدورها في نشوء الأنواع والتنوع الجيني الوراثي والتوطن. ويُعد هذا الفهم الثغرة المعرفية الملحوظة لجميع أنواع الحيتان، ليس فقط على المستوى الوطني أو مستوى المشروع، بل أيضًا على المستوى الإقليمي.

هناك حاليًا ثلاث مناطق مهمة للثدييات البحرية (IMMAs) في منطقة البحر الأحمر، والتي تُعرف بأنها "أجزاء محددة من المواطن البيئية المهمة لأنواع الثدييات البحرية، والتي يمكن تحديدها وإدارتها لأغراض الحفظ. لا توجد حاليًا أي مناطق مهمة للثدييات البحرية داخل الجسم الرئيسي لخليج العقبة؛ ومع ذلك، فقد تم تحديد مضيق تيران كموقع ذي أهمية لاحتمالية ترشيحه مستقبلًا كمنطقة مهمة للثدييات البحرية. ويعني هذا أن الموقع قد تم اقتراحه كمرشح لمنطقة مهمة خلال ورشة عمل إقليمية، مع وجود معلومات غير كافية لتلبية المعايير المطلوبة. ومن المحتمل جدًا أن يكون هذا مرتبطًا بتسجيل وجود دلفين الحدبة في المحيط الهندي المهدد بالإنقراض وحيوان البحر (أبقار البحر) المعرض للخطر حول مضيق تيران والجزر التابعة له في شمال البحر الأحمر. وعلى الرغم من تسجيل أبقار البحر في أماكن أخرى من شمال البحر الأحمر وبعض أجزاء خليج العقبة، إلا أنه لم يُسجل في المياه الأردنية. ولا توجد أي أنواع من الفقمات مسجلة داخل خليج العقبة.

6.3.13.2 السلاحف البحرية

يُوجد خمسة من بين سبعة أنواع من السلاحف البحرية الموصوفة في منطقة البحر الأحمر، والتي توفر موائل حيوية ذات أهمية عالمية للتغذية والتعشيش لهذه الأنواع المهددة والمحمية والمهاجرة. وأهم نوعين داخل خليج العقبة، واللذين يتم رصدهما والإبلاغ عنهما بانتظام في المياه الإقليمية الأردنية، هما السلحفاة الحرجية/ سلحفاة منقار الصقر المهددة بالانقراض بشدة والسلحفاة الخضراء. وكلا النوعين مدرجان في الملحق 4 من توجيه الموائل في الاتحاد الاوروبي، وكذلك في الملحق 1 من اتفاقية الأنواع المهاجرة (CMS)، مما يعكس خصائص حياتهما المهاجرة.

من المعروف أن السلاحف تعبر المياه المفتوحة؛ ومع ذلك، تميل تحركاتها إلى الإرتباط بقوة بالموائل الساحلية، وخاصة الشعاب المرجانية ومروج الأعشاب البحرية (الزبدة، 2007). وتُستخدم هذه الموائل للبحث عن الطعام والتعشيش، كملاذ آمن أثناء الهجرة، وكموائل نمو للصغار. وقد أشارت الدراسات التفصيلية حول بحث السلاحف عن الطعام إلى تركيز ملحوظ في الشعاب المرجانية (85% من الملاحظات)، مع تسجيل عدد أقل بكثير من السلاحف في الموائل النادرة للأعشاب البحرية والرملية الأردنية (10% و5% على التوالي) (الزبدة، 2007؛ سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، 2022). ولا يوجد أي تسجيل لتعشيش السلاحف في المياه الأردنية (ريس والزبدة، 2025)، وفي الوقت الحالي، لا توجد خرائط للمناطق المهمة للسلاحف البحرية (IMTAs) في منطقة خليج العقبة.

ومع ذلك، تُحفّز السمات الفيزيائية والمكانية والجغرافية الفريدة للمنطقة العمليات التطورية والبيئية المرتبطة بتنويع الأنواع. وتشير الأبحاث الإقليمية الحديثة إلى أن مجموعات السلاحف الجرجية منقارية الصقر في شمال البحر الأحمر تتميز بتميز وراثي قوي ودقة عالية في الموقع، مما يدعم احتمال وجود مجموعات فرعية.

وتُظهر دراسات التتبع عبر الأقمار الصناعية الإقليمية (مان وآخرون، 2024) دور منطقة خليج العقبة ضمن شبكات السلاحف المهاجرة الأوسع في جميع أنحاء المنطقة، حيث يوفر حزامها الساحلي الضحل من أنظمة الشعاب المرجانية الهامشية والأعشاب البحرية مناطق توقف وتغذية للسلاحف المهاجرة. ولم يتم حتى الآن دراسة الأهمية المحتملة للموائل الانتقالية (مثل المناطق الرملية/الركائز المختلطة) داخل منطقة خليج العقبة لاستخدامها كأماكن للراحة أو للتعشيش بين الفترات. وتبرز أنماط الحركة الملاحظة الترابط الإقليمي الكبير وتشير إلى أن السلاحف التي تستخدم المياه الأردنية قد تنشأ من مناطق تعشيش أو تغذية بعيدة أو تتجه إليها داخل حوض البحر الأحمر (مان وآخرون، 2024).

6.3.13.3 الأسماك الغضروفية

يستخدم مصطلح الأسماك الغضروفية والشفنين والورنك بشكل جماعي. على عكس معظم أنواع الأسماك التي لها هيكل عظمي (يشار إليها باسم العظميات)، فإن الأسماك الغضروفية لها هيكل غضروفي. وفي منطقة البحر الأحمر، حيث لا تزال معظم مجموعات الاسماك

الغضروفية غير مدروسة بشكل كافٍ، ولا يزال التوزيع المكاني والزماني لمعظم أنواع الأسماك الغضروفية في البحر الأحمر غير موصوف إلى حد كبير. وهناك تحيز مكاني ملحوظ، حيث أجريت معظم الدراسات ضمن منطقة مكانية محدودة، وغالبًا ما تكون بالقرب من النقاط الساخنة المعروفة أو المؤسسات البحثية (جارزون وآخرون، 2022).

وقد أُجريت مؤخرًا دراسة متعددة الأساليب لتوصيف مجتمعات الأسماك الغضروفية في شمال شرق البحر الأحمر وخليج العقبة لمعالجة فجوات البيانات الخاصة بهذه الأنواع، لا سيما فيما يتعلق بالتواجد والتوزيع. وكان المجال المحوري والمحرك للدراسة هو مشروع نيوم في شمال غرب المملكة العربية السعودية. حيث تم إدراج أربعة أنواع من أسماك الراي وتسعة أنواع من أسماك القرش لم تُسجل سابقًا، كما سُجِّل امتداد نطاق سمك الراي الوردي وسمك الراي الشريطي الدائري إلى منطقة محمية خليج العقبة (جارزون وآخرون،2022). وبعد مراجعة مكتبية واستشارة الخبراء الأردنيين، تم تحديد الأنواع التالية كأنواع رئيسية للمشروع: راية النسر المرقط المهددة بالانقراض، وراية المدرب، وراية الشيطان ذات الذيل الشائك، وراية المانتا المحيطية، وسمكة التوربيدو الفهدية، والماكو قصير الزعنفة، بالإضافة إلى راية الويراي الوردية وقرش النمر المعرضين للخطر.

يوجد عدد من مناطق أسماك القرش والشفنين المهمة (ISRAs) في منطقة البحر الأحمر. وقد تم تحديد منطقة اسماك القرش والشفنين الهامة ISRA في المياه الأردنية، وتحديدًا في منطقة شمال الأردن ذات الأهمية، والتي تمتد من شاطئ العقبة الجنوبي إلى شاطئ الغندور، بعمق يتراوح بين 0 و450 مترًا. وقد تم تحديدها لتجمعات أسماك الماكو قصيرة الزعانف وتجمعات محتملة غير محددة لأسماك قرش النمر.
توجد منطقة اسماك القرش والشفنين الهامة في شاطئ إيلات الشمالي لمناطق تكاثر أسماك الراي، بالإضافة إلى أسماك الراي النسر المرقطة وتجمعات غير محددة لأسماك الراي ذيل البقرة. كما تم تحديد مضيق تيران ;منطقة اسماك القرش والشفنين الهامة ISRA ذات أهمية للأسماك الصفيحية الخيشومية، وذلك بفضل تقارير العلوم المواطنية عن أسماك قرش الحوت وأسماك مانتا المحيطية.

6.3.14 مسح خط الأساس البحري وملخص الموائل

6.3.14.1 المنهجية

تم اجراء مسحٌ استقصائيٌّ للموائل القاعية عام 2025 في محيط المشروع، باستخدام تقنية المركبات التي تعمل عن بُعد (ROV)، ومقاطع الفيديو المنسدلة، ومسوحات الغواصين لجمع صورٍ تحت الماء. وقد هدف هذا الجهد إلى تحديد وتصنيف الأنواع الرئيسية لقاع البحر، وإعداد خرائط توزيع الموائل لعيناتٍ نقطية، وذلك لدعم عمليات أخذ العينات التفصيلية والتقييمات البيئية اللاحقة. تُمكّن مسوحات الغواصين من إعداد جردٍ تصنيفيٍّ على مستوى الجنس، وحساب النسبة المئوية للأنواع/أشكال الحياة القاعية والإبلاغ عنها.

جمع مسح خط الأساس عدة مجموعات بيانات، ويُلخص الجدول 6-48 أنواع المسح، وأساليبه، وأسباب استخدامه، وكيفية تطبيقه، ومكان تطبيقه، والمتغيرات الرئيسية التي تم جمعها، وأي قيود ملحوظة.

الجدول 6- 48 ملخص استطلاعات جمع البيانات

المسح	الهدف	التغطية	الطرق	البيانات الرئيسية	القيود
الفحص السريع (مركبة تعمل عن بعد)	تحديد/تصنيف موائل قاع البحر وتوجيه أخذ العينات التفصيلية	41 محطة	مركبة تعمل عن بعد، نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) السطحي	فئة الموائل، الركيزة، وجود/غطاء الشعاب المرجانية/الطحالب/الإسفنجيات	قيود الكاميرا/الإضاءة، العمق محدود بحوالي 80 مترًا في الممارسة العملية
مقاطع عرضية قاعية للغواصين	تحديد كمية الغطاء/الشعاب المرجانية القاعية حسب العمق وتصوير الشعاب المرجانية والتعريف بها	9 مقاطع عرضية طبقية العمق على فترات 5 أمتار 5-10 أمتار (طول 50 مترًا)	نقطة التقاطع، تعداد الحزام، التصوير الفوتوغرافي، نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) السطحي	نسبة التغطية حسب المجموعة، مستعمرات المرجان (حسب الجنس)، أشكال النمو، قسائم الصور.	قيود التضاريس، حد عمق الغواص ~30 مترًا
أخذ عينات المياه	تحديد نوعية المياه والعوالق	14 محطة لأخذ عينات المياه (الملفات التعريفية/السطحي	أخذ العينات المنفصلة؛ مسبار متعدد المعلمات مُعاير	درجة الحرارة، الملوحة، الأكسجين الذائب، الرقم الهيدروجيني، العكورة، العمق الضوئي، العوالق	جيوب العكورة القريبة من الشاطئ، والطبقات البحرية

المسح	الهدف	التغطية	الطرق	البيانات الرئيسية	القيود
		ة والقاعية حسب الاقتضاء)			
أخذ عينات الرواسب (الاستخلاص)	وصف الرواسب والملوثات والحيوانات	18 محطة لأخذ العينات	أخذ العينات؛ التصوير الفوتوغرافي، نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) على السطح	حجم الحبوب، الكيمياء، التصنيفات الحيوانية/الوفرة، الموقع/العمق/الملاحظات	تركيز الرواسب الناعمة
منطقة المد والجزر / منطقة ضحلة جدًا	حالة الشاطئ، وجود الشعاب المرجانية الضحلة/صحتها	8 مقاطع عرضية للشاطئ (T1–T8)	التقييم البصري، والغطس/الخوض، ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS) والصور الفوتوغرافية	شكل الشاطئ؛ الحطام؛ نوع قاع البحر؛ المرجان الصلب الحي في المياه الضحلة؛ الشعاب المرجانية الضحلة بين المد والجزر	الاستطلاع النوعي

6.3.14.2 ملخص نتائج المسح

أكدت نتائج المسح وجود نظام رنيني للشعاب المرجانية يتميز ببنية مكانية وعمقية واضحة. حيث تتراوح الموائل بين مروج الأعشاب البحرية والشعاب المرجانية المتفرقة في المياه الضحلة، والشعاب المرجانية المتطورة في منتصف المنحدر، وموائل مختلطة من المرجان والرواسب تتحول إلى قاع البحر الرملي في العمق. وقد أظهر الخليج تدرجًا من الجنوب إلى الشمال:

- الخليج الجنوبي: وجود أقل للأعشاب البحرية، ومرجان معتدل في العمق.
- الخليج الأوسط: أعلى غطاء مرجاني وأكثر الشعاب المرجانية تطورًا على المنحدر.
- الخليج الشمالي: أقوى مؤشر على وجود الأعشاب البحرية الضحلة، ويزداد المرجان مع العمق.

يعكس هذا التدرج على الأرجح التعرض للأمواج، وحركة الرواسب، ومورفولوجيا/تضاريس الحوض، حيث تكون المياه الضحلة الشمالية أكثر حمايةً وتأثرًا بالرواسب. كما أظهر الخليج اتجاهًا للعمق، وهو العامل المنظم السائد للنباتات والحيوانات (الجدول 6-49). وهذا يتوافق مع تقسيم الشعاب المرجانية المحيطة والمنحدرات البصرية والرسوبية في شمال البحر الأحمر.

الجدول 6- 49 العامل المنظم السائد للنباتات والحيوانات

العمق (م)	الموئل المهيمن
10-0	أعشاب بحرية + مرجان متقطع على الرمال
20-10	هيمنة مرجانية ناشئة، مع غياب الأعشاب البحرية
35-20	تطور ذروة الشعاب المرجانية
60-35	شعاب مرجانية مختلطة ورمال، انتقال متوسطي
60 فاكثر	سهل رملي مع نتوءات مرجانية معزولة

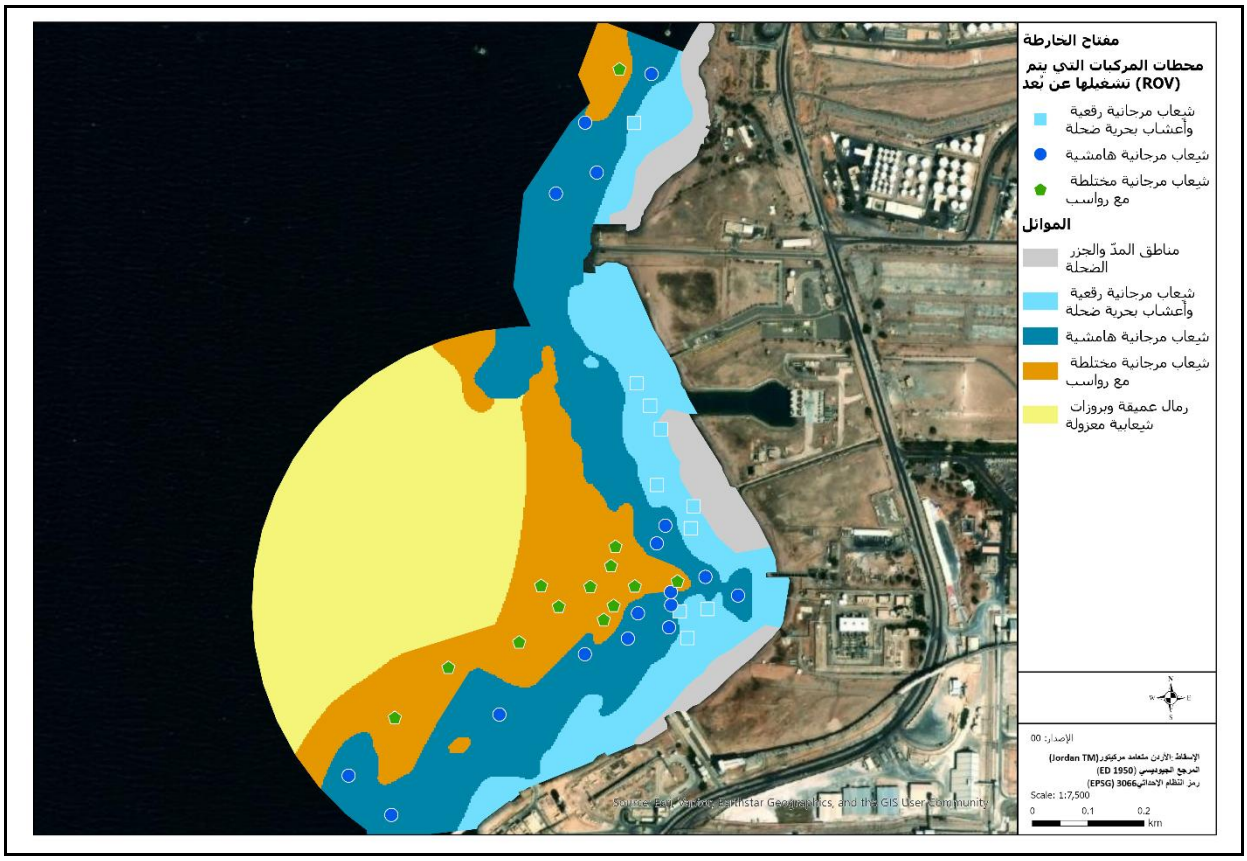
ضمن معظم المقاطع العرضية للمسح، تم تسجيل أعلى وفرة للمرجان في المياه الضحلة على عمق 10-15 مترًا. ثم تنخفض الوفرة مع العمق، مع انخفاض واضح بمقدار 20 مترًا، مع استمرار هذه الوفرة المنخفضة عند 30 مترًا. ومن المتوقع حدوث هذا في موائل الشعاب المرجانية عندما يشكل توفر الضوء تقسيم المناطق المرجانية. وفي المجمل، تم تسجيل أنواع المرجان من 66 جنسًا من الشعاب المرجانية الصلبة، بما في ذلك 55 نوعًا تم تحديدها في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لصون الطبيعة. وتسيطر على الأعماق الضحلة أجناس مثل بوريتس، ومرجان الأصابع/المرجان القاسي، وغونيوبورا، ومرجان زهر القرنفل، وفافونا، ومرجان أوراق الملفوف، وتوربيناريا ومرجان الكأس، إضافة إلى الأشكال المتفرعة من بوكيلوبورا، ومرجان الكتلة المتفرعة. وتُفضّل هذه المجموعات البيئات ذات الإضاءة العالية والحركة الديناميكية للمياه. وتصبح الأشكال الصفائحية والمورقة، مثل ليبتوسيريس، ومرجان الأوراق الرفيعة، أكثر شيوعًا بدءًا من أعماق تقارب 20 مترًا، مما يعكس تخصصها للعيش في البيئات منخفضة الإضاءة، مع استمرار وجود بعض الأشكال الضخمة الأكثر قدرة على التحمل.

6.3.14.3 الموائل

تُظهر نتائج عملية رسم خرائط الموائل (الشكل 6-58) أن المنطقة تحتوي على نطاق ساحلي من الموائل بين المدّ والجزر، إضافة إلى مروج الأعشاب البحرية، مع وجود شعاب مرجانية متناثرة في المناطق الضحلة تحت المدّ. ومع ازدياد عمق قاع البحر، يزداد انتشار المرجان وتظهر شعاب مرجانية حاجزية ممتدة على طول منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي(ESIA) . كما تبدأ موائل الشعاب المختلطة والرواسب بالسيطرة تدريجيًا مع انخفاض مستويات الإضاءة، لتصبح المناطق ذات الرواسب مع شعاب متناثرة أكثر شيوعًا في الأعماق الأكبر.

ويوضح الشكل أدناه الموائل المحددة في المنطقة.

الشكل 6- 58 توزيع الموائل البحرية ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي



موائل المنطقة الساحلية الضحلة بين المدّ والجزر:

تتكون الموائل الضحلة بين المدّ والجزر من منصّات صخرية ذات قاع مختلط من المرجان والصخور والرمال عبر منطقة المسح (الشكل 6-59). ويُسجَّل في الجنوب غطاءا مرتفع نسبيًا من المرجان الصلب الحي (35–45%)، مكوّنًا سهولًا مرجانية ضحلة مستمرة وموئلًا متطورًا من خليط المرجان والصخور. ولم يُسجّل حدوث أي تبييض أو أمراض، كما تظهر الشعاب المرجانية اللينة بنسبة منخفضة، إلى جانب اللافقاريات مثل قنافذ البحر والمحار العملاق وخيار البحر.

عند الجزء السفلي من منطقة المدّ والجزر وحتى عمق يقارب مترًا واحدًا، تتراوح الموائل بين صخور عارية وبيئة مختلطة من الرمال والصخور، مع وجود مستعمرات مرجانية ضخمة متفرقة في القطاع الأوسط، وصولًا إلى تجمعات المرجان – الصخر. ويكون الغطاء المرجاني منخفضًا في القطاع الأوسط (من أقل من 3% إلى نحو 8%)، لكنه يزداد تدريجيًا باتجاه الشمال (حوالي 18% إلى 35%)، حيث يعود ظهور السهل المرجاني المستمر، رغم وجود نمو متوسط للطحالب على سطح الشعاب. كما تُسجل المحارات العملاقة واللافقاريات الكبيرة الأخرى، دون وجود أي مؤشرات على تبييض أو أمراض مرجانية.

وفي القطاع الشمالي، يتكون الموئل تحت المدّ الضحل عند عمق يقارب 1 متر من مزيج من الصخور والرمال وبقع مرجانية متناثرة، مع غطاء مرجاني حي منخفض (~8%) على شكل مستعمرات ضخمة متفرقة. أما في الجزء الشمالي الأقصى، فيتكوّن قاع البحر في العمق نفسه من صخور ورمال فقط دون وجود شعاب مرجانية حية، ولم يُسجَّل أي مرجان بنّاء للشعاب أو مرجان لين.

باختصار، ينتقل الموئل الواقع بين المدّ والجزر من شواطئ رملية طبيعية واسعة مع شعاب مرجانية ضحلة وصحية ومتصلة في الجنوب، مرورًا بخط ساحلي ضيّق تهيمن عليه الحصى والصخور ومحاط بمناطق صناعية مع موائل مرجانية مجزأة في الوسط، وصولًا إلى شواطئ أكثر تدهورًا في الشمال تتكوّن من حصى وصخور مع وجود محدود جدًا أو غياب شبه تام للمرجان.

الشكل 6- 59 الموائل الضحلة بين المد والجزر ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

الشعاب المتناثرة ومروج الأعشاب البحرية الضحلة (5–15 متر):

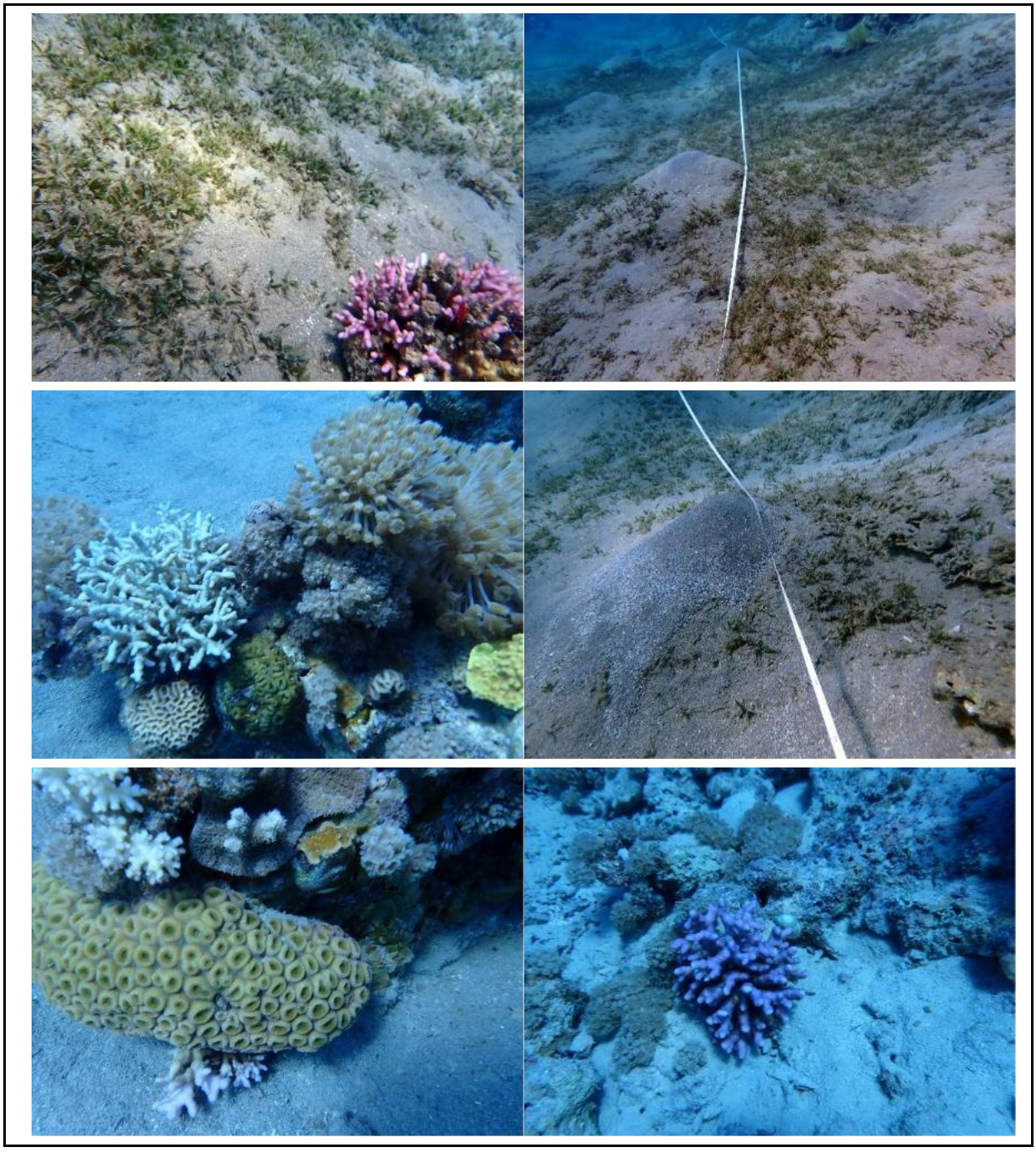
تدعم المناطق الضحلة مروجًا من الأعشاب البحرية تتخللها مساحات رملية وبقع من الشعاب المرجانية ذات ارتفاع منخفض فوق مناطق من الركام (الشكل 6-60). وتُعد هذه الشعاب من الأنواع السريعة النمو والمميزة للبيئات الضحلة ذات الإضاءة العالية. وغالبًا ما تُظهر الرواسب بين بقع الشعاب والأعشاب البحرية علامات على الحفر، مما يشير إلى نشاط لمجتمعات أحياء قاعية داخل الرواسب. وتُظهر عدة مواقع منطقة انتقالية تتراجع فيها الأعشاب البحرية تدريجيًا بينما تبدأ الشعاب المرجانية بالهيمنة. وتكون المستعمرات المرجانية هنا متناثرة ومختلطة بجيوب رسوبية، مشكلةً فسيفساء في السهل الداخلي للشعاب. ويرتفع الغطاء المرجاني ليصل إلى نحو 40% عند عمق 15 متر. وتشمل الأشكال المرجانية المستعمرات الصلبة (Scleractinia) في أشكال ضخمة ومتفرعة، إضافة إلى المرجان الناري المتفرع. وتحتوي بعض المناطق (المجاورة لميناء تحميل الفوسفات) على ركام وركائز صلبة متقطعة، مما يشير إلى اضطرابات سابقة ناتجة عن العواصف أو عن أسباب فيزيائية أخرى.

تشمل السمات البيئية البارزة ما يلي:

- إمكانية توفير موائل حضانة ليرقات وصغار الأسماك واللافقاريات.
- وجود أحياء حافرة في الرواسب، مما يدل على تهوية جيدة للتربة البحرية.
- تعمل مروج الأعشاب البحرية على تثبيت الشواطئ وتخزين الكربون.
- انتشار الأنواع الريادية من المرجان وبناة الهياكل الصغيرة.

وتُعد مروج الأعشاب البحرية حساسة لزيادة الرواسب، وتدهور جودة المياه، والاضطرابات الفيزيائية، وعمليات الرسو. كما يمكن للموائل الانتقالية أن تتعرض للضغوط الناجمة عن تدهور الأعشاب البحرية وتعرّض الشعاب المرجانية للإجهاد بسبب ضعف صفاء المياه أو الترسيب.

الشكل 6- 60 الموائل تحت المدّ الضحلة داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA)



الشعاب المرجانية الحاجزية (15–35 متر):

تتميز الشعاب الحاجزية بوجود ركائز متماسكة وغطاء مرتفع من المرجان الصلب (الشكل 6-61). ويزداد كل من غطاء المرجان وتنوعه من عمق 10 أمتار وصولًا إلى 30 مترًا.

وتكون الارتفاعات والتعرجات (rugosity) أعلى في هذا الموئل، وتشكل المستعمرات المرجانية بقعًا أو حواجز مستمرة. ويمثل هذا النوع من الموائل جوهر الشعاب المرجانية في منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA). وتُظهر بيانات الغواصين أعلى غطاء للمرجان عند عمق 30 مترًا، خاصة في القطاع الأوسط. وتشمل أشكال المرجان المستعمرات الضخمة، والصفيحية، والمتفرعة، والمغطاة بالتماسكات، إضافة إلى وجود الشعاب اللينة والإسفنجيات.

السمات البيئية البارزة تشمل:

- شعاب مرجانية معقدة البنية ومرتفعة التعرج.
- وجود أنواع صفيحية مرتبطة بالبيئات ذات الإضاءة الأعمق.
- الشعاب اللينة، والإسفنجيات الكأسية، وبعض الجورجونيّات العرضية.

وفيما يخص الحساسية، تُعد الشعاب البانية للإطار المرجاني حيوية للتراكم المرجاني طويل الأمد، بينما ترتبط الأشكال المرجانية المرتبطة بالبيئات متوسطة الإضاءة (mesophotic) بالحدود العميقة.

الشكل 6- 61 موائل الشعاب المرجانية الحاجزية داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*)

الشعاب المرجانية المختلطة والرواسب (35-60 مترًا)

تظهر لقطات المركبات التي يتم التحكم بها عن بُعد (ROV) وجود مرجان متقطع مع قنوات رواسب ونتوءات (الشكل 6-62). يتنوع الغطاء المرجاني بشكل كبير (10-70%)، حسب توافر الركيزة. يُحتمل أن تُمثل هذه المنطقة انتقالًا من الشعاب المرجانية متوسطة التباين إلى سهل رملي أعمق، حيث تُظهر بعض محطات المركبات التي يتم التحكم بها عن بُعد (ROV) شعابًا مرجانية مطلية على عمق يزيد عن 50 مترًا.

تشمل السمات البيئية البارزة ما يلي:

- استمرار وجود المرجان في المنطقة متوسطة التباين.

- قنوات رملية تستخدمها الحيوانات المتنقلة.
- وجود حطام عرضي (إطارات، أجسام معدنية) يُشير إلى بعض التدخلات البشرية.

قد تكون الشعاب المرجانية متوسطة التباين وحساسة لانخفاض الضوء، والتعكر، والترسيب. ويُشير الحطام إلى ضعفها في مواجهة الأنشطة الساحلية أو أعمال البناء.

الشكل 6- 62 موائل الشعاب المرجانية والرواسب المختلطة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

الرواسب العميقة والبروزات المرجانية المعزولة (60< متر):

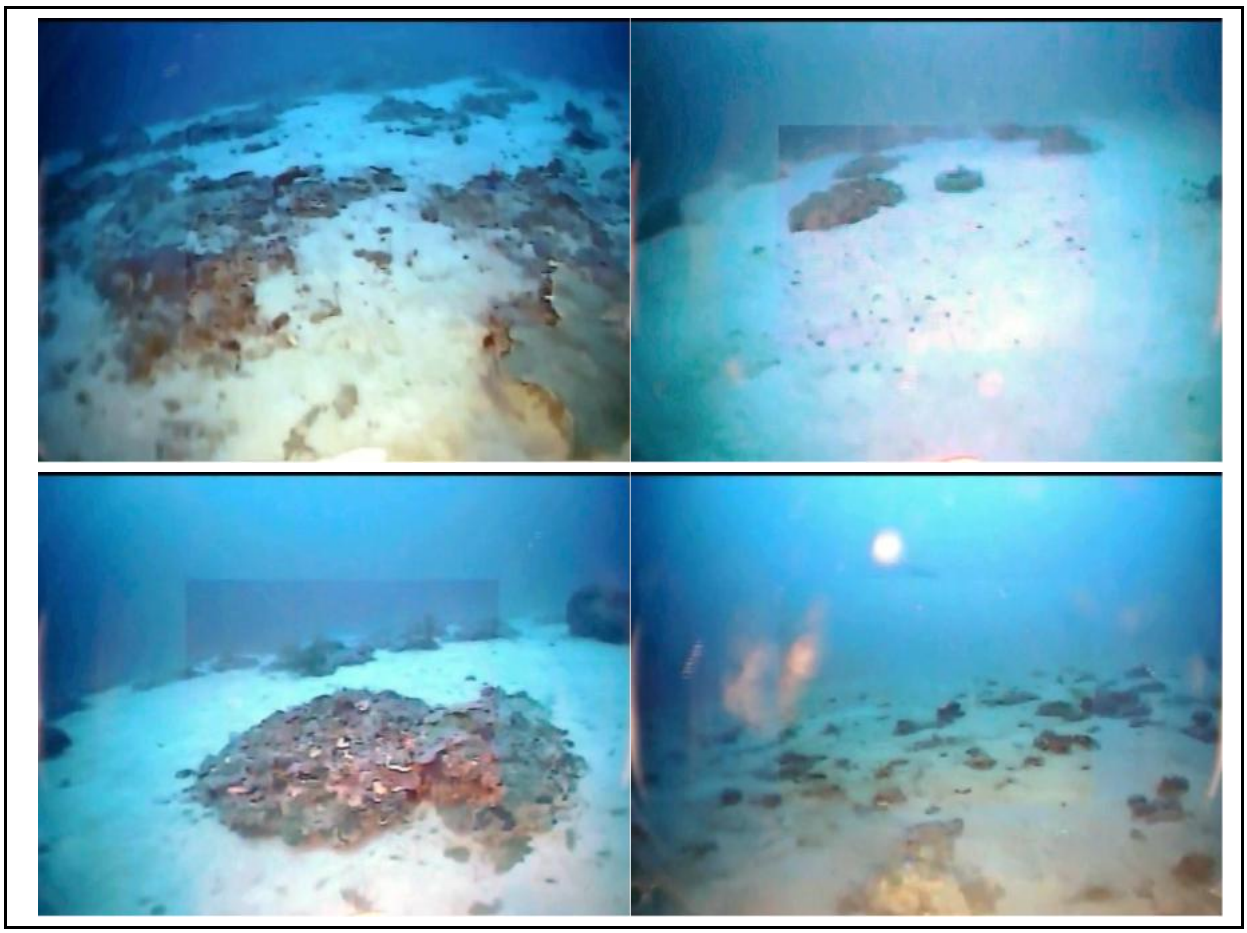
تُظهر المحطات عند أعماق 60–77 مترًا قاعًا بحريًا رمليًا في الغالب مع وجود شعاب مرجانية متناثرة عند قاعدة منحدر الشعاب (الشكل 6-63 - الصور مأخوذة بواسطة مركبة تعمل عن بُعد ROV باتجاه الموائل العميقة) وينخفض غطاء المرجان إلى ما يقارب الصفر عند أعمق النقاط. وتكون التضاريس منخفضة، ويمتد الموئل تدريجيًا إلى ظروف الرف العميق ذي القاع الطري.

السمات البيئية البارزة تشمل:

- موائل قاعية دقيقة متناثرة لكنها متنوعة.
- إمكانية توفير موائل للأنواع القاعية المتحركة.

وتُعد هذه الموائل حساسة بشكل أساسي للاضطرابات الناتجة عن الرواسب، والمدخلات العضوية، والتأثيرات الفيزيائية الناتجة عن وضع البنية التحتية.

الشكل 6- 63 موائل الرواسب العميقة والبروزات المرجانية المعزولة داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*)



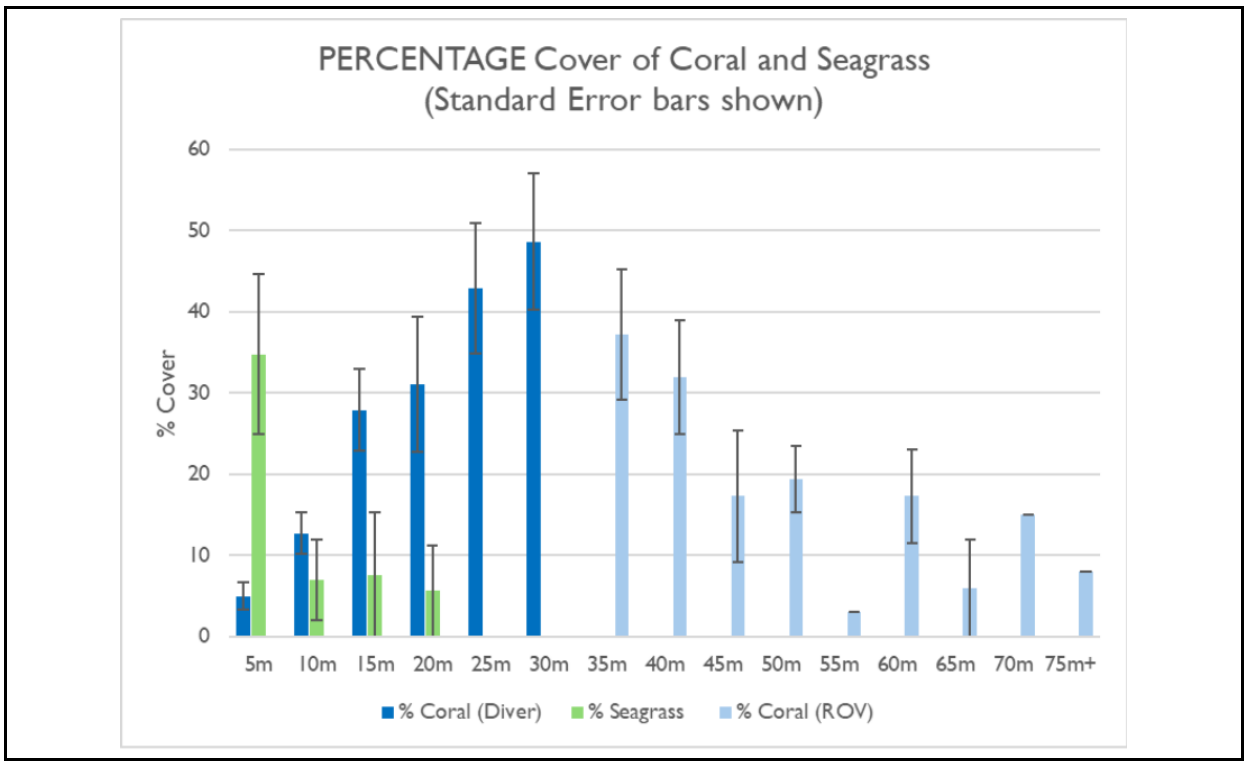
6.3.14.4 اتجاهات العمق

تُظهر الرسوم البيانية أدناه (الشكل 6-64) التغيرات في نسبة غطاء المرجان والأعشاب البحرية مع العمق، استنادًا إلى مسوحات الغواصين في المياه الضحلة (5–30 متر) ومسوحات المركبات التي تعمل عن بعد ROV في المياه الأعمق (35–75 متر وما فوق).

وفي المنطقة الضحلة، يبدأ الغطاء المرجاني المسجل بواسطة الغواصين منخفضًا بنسبة 5% عند عمق 5 أمتار، ثم يزداد تدريجيًا مع العمق ليصل إلى نحو 25–30% عند 15–20 مترًا، ويبلغ ذروته عند أقل من 50% عند 30 مترًا. وتكون الأعشاب البحرية الأكثر وفرة عند عمق 5 أمتار، بنسبة غطاء تقارب 35%، لكنها تنخفض بسرعة مع العمق لتصل إلى أقل من 10% عند 15 مترًا وتختفي في الأعماق الأكبر.

وابتداءًا من عمق 35 مترًا، يتم عرض بيانات المرجان بواسطة المركبات التي تعمل عن بعد ROV فقط. ويبلغ غطاء المرجان هنا نحو 35–37%، ثم يتناقص تدريجيًا مع العمق، ليصل إلى حوالي 15–20% عند 50–60 مترًا وأقل من 10% عند الأعماق التي تزيد عن 75 مترًا. وبشكل عام، يزداد غطاء المرجان من الأعماق الضحلة إلى المتوسطة ثم يتناقص في المياه الأعمق، بينما تقتصر الأعشاب البحرية على الأعماق الضحلة جدًا وتختفي بسرعة مع زيادة العمق.

الشكل 6- 64 متوسط نسبة غطاء المرجان والأعشاب البحرية داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*)



تُظهر وفرة المرجان وتركيبه في منطقة المسح تطورًا واضحًا مرتبطًا بالعمق، يعكس توافر الضوء، وتأثير الرواسب، واستقرار الركيزة في كل من مجموعات بيانات الغواصين والمركبات التي تعمل عن بُعد، حيث يوجد تدرج قوي من انخفاض الغطاء المرجاني في المنطقة الرملية الضحلة إلى ذروة الوفرة والتنوع على طول منحدر الشعاب المرجانية متوسط العمق، يتبعه انخفاض تدريجي في الموائل الرملية المختلطة الأعمق.

في المنطقة الضحلة (5 أمتار)، يكون الغطاء المرجاني منخفضًا ومتقطعًا، عادةً أقل من 10%. وتسيطر الرمال والأعشاب البحرية على قاع البحر، وتكون معظم المستعمرات المرجانية صغيرة ومعزولة. ويُعد جنس المرجان المظلي هو الأكثر شيوعًا، بنسبة 27% من جميع المستعمرات المسجلة. كما تنتشر أجناس مرجان العش، والمرجان المخطط، ومرجان الأصابع، والمرجان المتفرع والمرجان المتفرع الكبير بنسب تتراوح بين 7–11%. تكون أشكال النمو غالبًا متفرعة أو ضخمة، بحيث تستطيع تحمل ترسيب الرواسب وحركة الركيزة الطفيفة.

وعند عمق 10 أمتار، يرتفع الغطاء المرجاني إلى أكثر من 10% (متفاوت بين 5–21%) مع استقرار الركيزة واستمرار الإضاءة العالية. ويظل المرجان المظلي هو الجنس الأكثر هيمنة بنسبة 18% من جميع المستعمرات. وفي هذا العمق، تسهم الأشكال شبه الضخمة من مرجان الشرائط، والمرجان المخطط ومرجان العش بأكثر من 10% في تكوين الجنس. وتوجد المستعمرات ضمن شعاب صغيرة متناثرة محاطة بالرمال والأعشاب البحرية، مع ارتفاع كبير في تنوع الأنواع مقارنة بالمناطق الضحلة.

يستمر غطاء المرجان في الازدياد عند عمق 15 مترًا ليصل متوسطه إلى نحو 30% عبر جميع خطوط المسح في منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي(ESIA) . وتشمل الأجناس السائدة عند هذا العمق مرجان العش (14%)، ومرجان الشرائط (11%)، والمرجان المظلي (10%) والمرجان المخطط (9%)، بينما يساهم كل من المرجان المتفرع الكبير والمرجان القمعي بنسبة 7% من إجمالي المستعمرات المسجلة.

عند عمق 20 مترًا، يبلغ متوسط غطاء المرجان أكثر من 30%، ويصل إلى 71% في أحد خطوط المسح (TA04). ويظل جنس مرجان العش هو الأكثر هيمنة (14%)، في حين تنخفض نسبة المرجان المظلي إلى أقل من 10%. كما تتواجد أجناس مرجان الشرائط، ومرجان الشرائط الفرعي، والمرجان القمعي والمرجان المتفرع الكبير بنسبة تتراوح بين 7–9% من المستعمرات المسجلة.

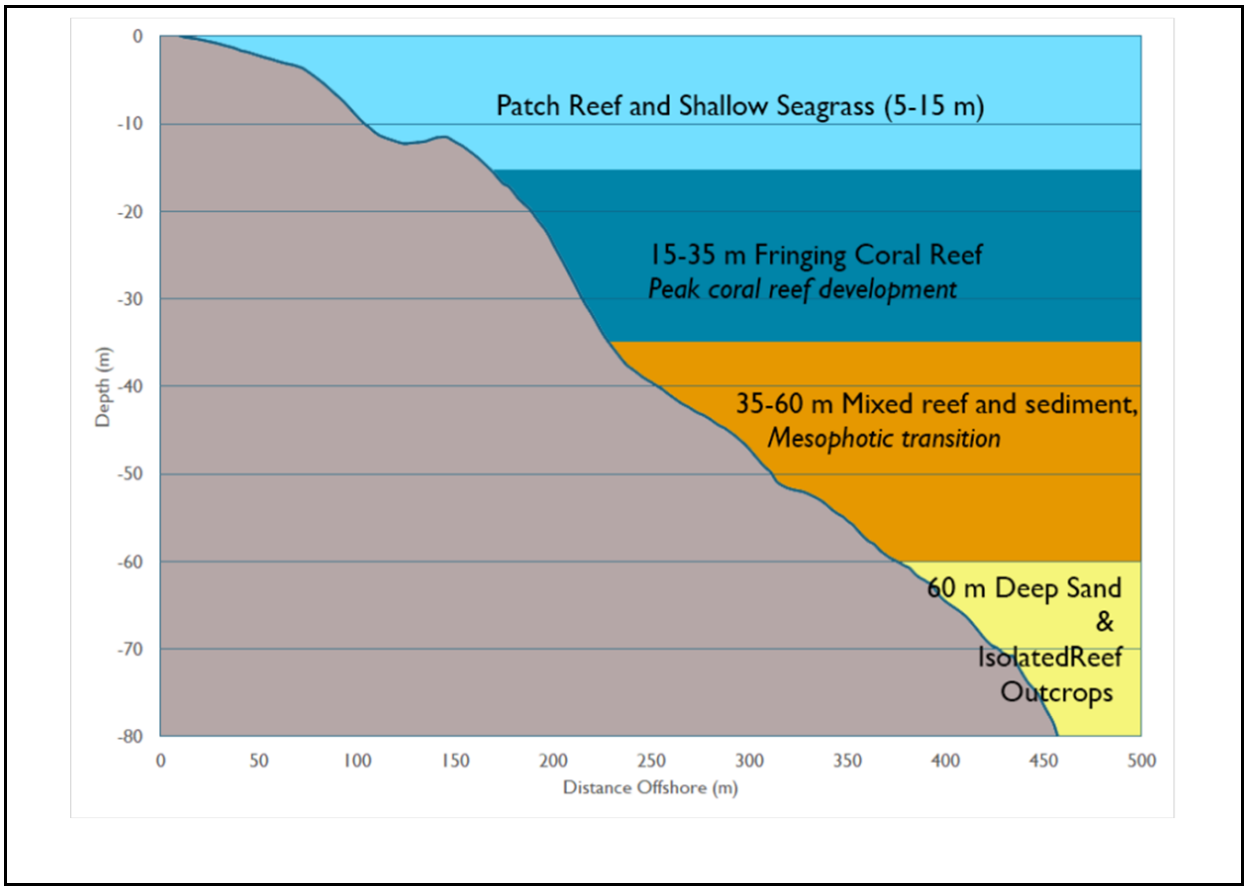
وعند عمق 25 مترًا، يصل غطاء المرجان إلى 43%، بعد أن بلغ ذروته عند 73% في القطاع الأوسط. ويظل مرجان العش الجنس الأكثر هيمنة (12%). كما أن عدد مستعمرات مرجان الأصابع ومرجان الجدائل ترتفع إلى 9%، إلى جانب المرجان الكتلي بنسبة 8%. ويظل المرجان المتفرع الكبير عند 7%، ولكن مع زيادة العمق تميل أشكال النمو إلى الأشكال الصفيحية بدلاً من المتفرعة. وتظهر مستعمرات مرجان الأوراق الرفيعة بنسبة 2% عند هذا العمق.

وعند عمق 30 مترًا، يصل غطاء المرجان إلى أقصى قيمة له بمتوسط 49%، مع تسجيل 84% في القطاع الأوسط. وتتميز هذه المجتمعات بتنوع تصنيفي عالٍ، مع سيطرة مرجان الأصابع (12%)، ومرجان الجدائل (11%)، ومرجان أوراق الملفوف (11%)، والمرجان الكتلي (8%) والمرجان المتفرع الكبير عند (7%)، ويصبح مرجان العش أقل شيوعًا عند هذا العمق بنسبة 6%، إلى جانب المرجان المخطط بنسبة 2%. كما توجد مستعمرات مرجان الشرائط (4%)، ومرجان الأوراق الرفيعة (3%) ومرجان اللوحة السميكة (3%).

اما تحت عمق 35 مترًا، تنخفض وفرة المرجان تدريجيًا مع انخفاض مستويات الإضاءة وزيادة غطاء الرواسب. ويتحول المجتمع المرجاني نحو الأنواع الضخمة والصفيحية، بما في ذلك مرجان الأصابع ومرجان الجدائل، وفي أعمق النقاط تظهر أشكال صفيحية رقيقة من مرجان الأوراق الرفيعة ومرجان أوراق الملفوف .وتختفي الشعاب المرجانية المتفرعة تقريبًا، لتحل محلها أشكال مدمجة تتحمل الرواسب. وتكون المستعمرات متناثرة عبر مناطق من الرمال والركام، ويصبح الغطاء المرجاني الإجمالي عادةً أقل من 20% عند 50–60 مترًا.

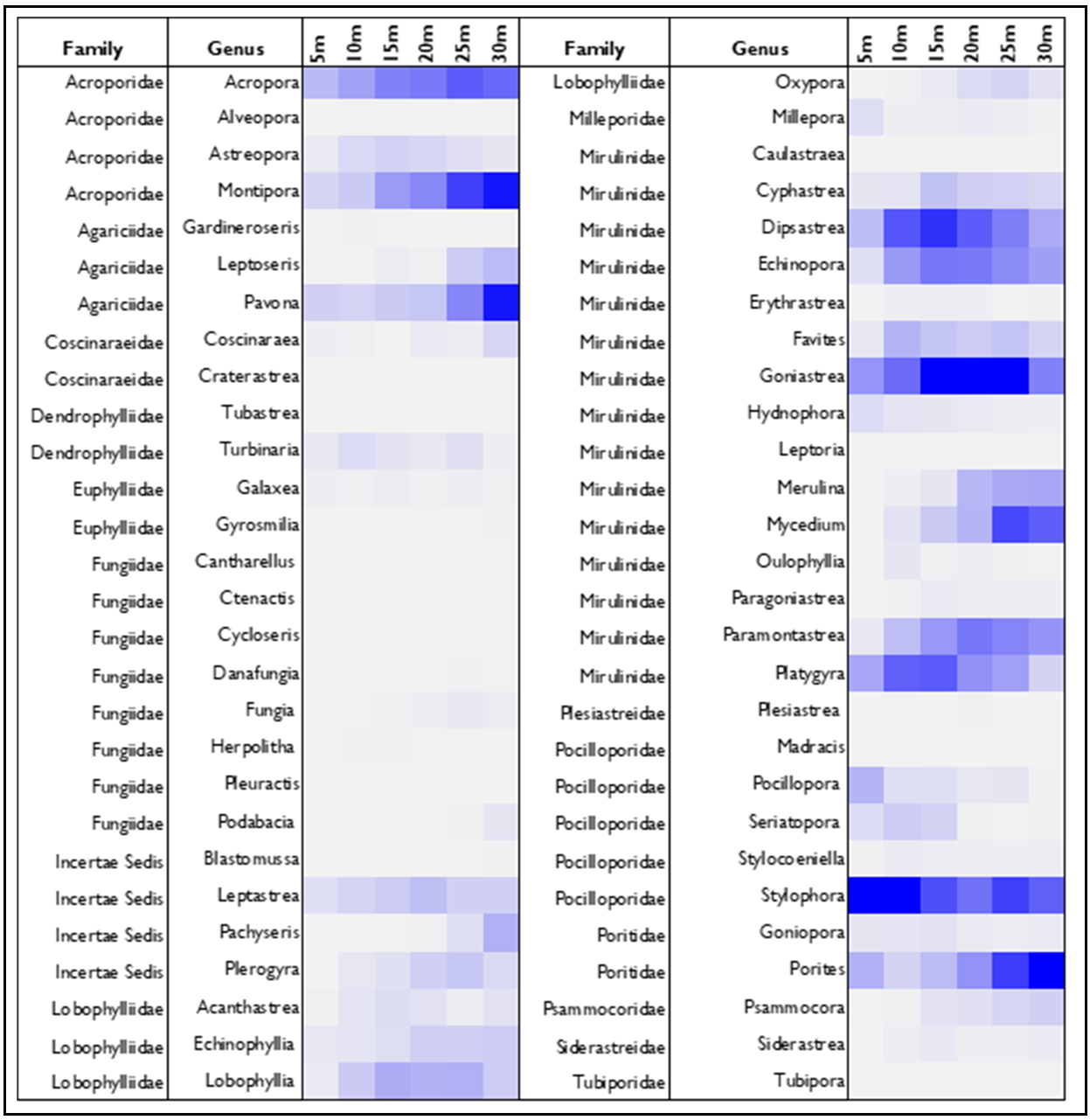
وباختصار، تنتقل مجتمعات المرجان من أشكال ضخمة متناثرة تتحمل الرواسب في المناطق الضحلة، إلى تجمعات متنوعة ووفيرة من الأنواع المتفرعة والضخمة على الشعاب المرجانية متوسطة العمق، وصولًا إلى الشعاب المرجانية الضخمة والصفيحية قليلة التنوع والمنخفضة الارتفاع في البيئات العميقة قليلة الإضاءة. ويعكس هذا التدرج البنية الفيزيائية للشعاب، حيث تبلغ وفرة وتنوع المرجان ذروتها عند توافر ركائز صلبة مستقرة وإضاءة معتدلة (الشكل 6-65).

الشكل 6- 65 الملف العمقي والموائل البحرية عبر منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (*ESIA*)



يوضح الشكل 6-66 خريطة حرارية (رمادي - وفرة منخفضة؛ أزرق - وفرة عالية) لأجناس المرجان عبر نطاقات العمق المشمولة بالمسح، وهو مُلخَّص في النص أعلاه. ويُظهر أهمية كل جنس بالنسبة لتكوين المرجان الموجود عند كل عمق.

الشكل 6- 66 خريطة حرارية لأجناس المرجان عبر نطاقات العمق التي تم مسحها



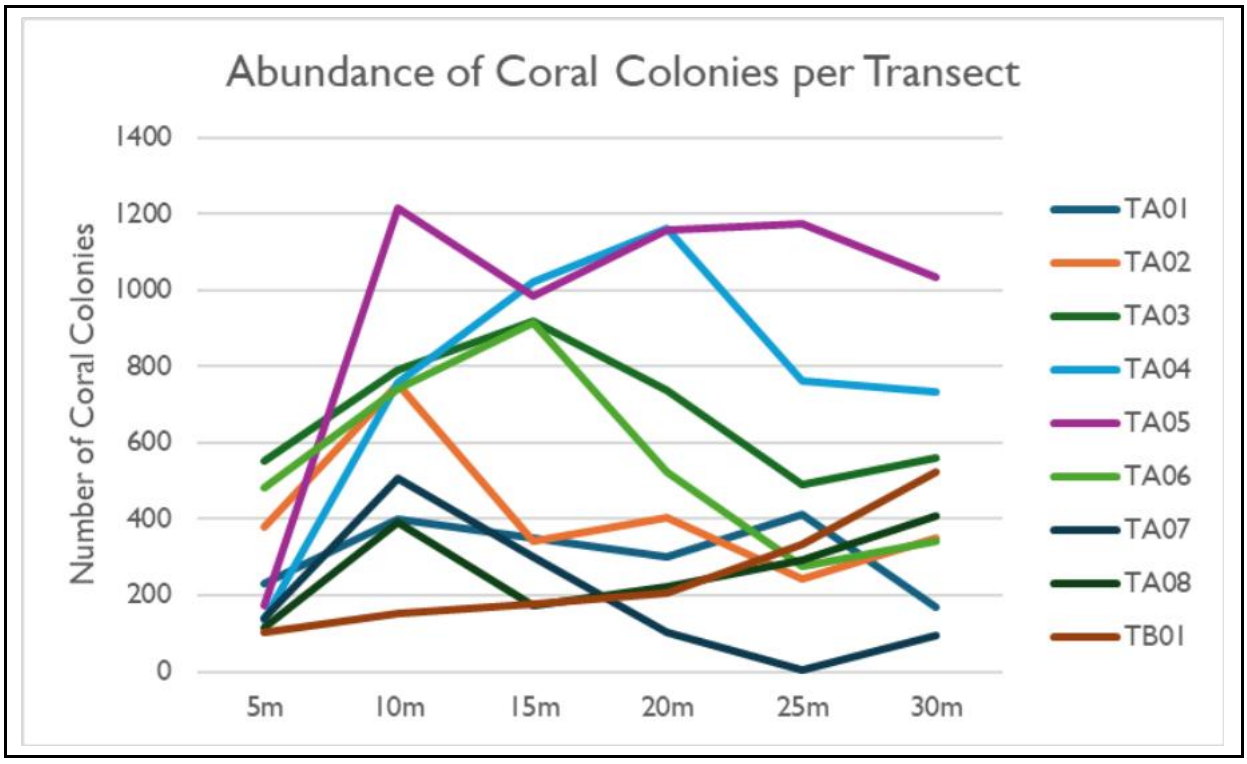
6.3.14.5 الاتجاهات المكانية

يُظهر توزيع الأعشاب البحرية تدرجًا واضحًا من الشمال إلى الجنوب عبر منطقة المسح. ففي القسم الشمالي، تكون أحواض الأعشاب البحرية أوسع وأكثر استمرارية، وتشغل المنصة الرملية الضحلة بين حوالي 5 و10 أمتار. هنا، يكون قاع البحر منحدرًا بلطف ويهيمن عليه الرمل الناعم مع بقع متناثرة من الأعشاب البحرية مع مستعمرات مرجانية صغيرة. وبالانتقال جنوبًا، تضيق المنطقة الضحلة وتتحول إلى فسيفساء غير متجانسة من الرمل والحصى وكتل الأعشاب البحرية المعزولة. كما يصبح غطاء الأعشاب البحرية أكثر تجزئة تدريجيًا، مما يفسح المجال لزيادة تعرض المرجان والركيزة الصلبة على طول هامش منتصف الشعاب المرجانية. وفي المقاطع العرضية الجنوبية، تكون مروج الأعشاب البحرية الكثيفة غائبة إلى حد كبير، ويحل محلها موائل الشعاب المرجانية المختلطة بالرمل والصخور أو التي يهيمن عليها المرجان. يشير هذا النمط إلى تحول تدريجي من تراكم الرواسب وأحواض الأعشاب البحرية المستقرة في الشمال إلى منحدر مرجاني أكثر انحدارًا وأكثر تعرضًا للأمواج في الجنوب.

ويُظهر الغطاء المرجاني وبنية المجتمع المرجاني أيضًا تدرجًا من الشمال إلى الجنوب عبر منطقة المسح. وفي المقاطع العرضية الشمالية، يوجد المرجان بشكل رئيسي كمستعمرات صغيرة متناثرة مدمجة في موائل رملية وأعشاب بحرية. يكون الغطاء المرجاني الصلب هنا منخفضًا، ويتقدم نحو المنطقة الوسطى من الخليج، حيث يصبح المرجان أكثر وفرة وتعقيدًا هيكليًا. كما يُمثل الجزء الأوسط من المنطقة تطور حافة مرجانية هامشية متصلة، حيث تنتشر الطبقة السفلية الصلبة، وتشكل المرجانيات المتفرعة والضخمة والصفائحية تجمعات مرجانية كثيفة ذات تنوع نسبي عالٍ. في المقاطع العرضية الجنوبية، يكون منحدر الشعاب المرجانية أكثر انحدارًا وينتقل إلى موائل الشعاب المرجانية والرواسب، حيث يظل الغطاء المرجاني معتدلًا ولكنه يتحول إلى أشكال ضخمة وصفائحية. وبشكل عام، تتغير مجتمعات المرجان من مستعمرات متفرقة منخفضة التضاريس في الشمال إلى شعاب مرجانية متطورة وبنية هيكلية في المنطقة الوسطى، ثم إلى تجمعات أعمق متأثرة بالرواسب في الجنوب. كما يوضح المقطع من الشاطئ إلى البحر توزيع الموائل التي تعكس عمق قاع البحر وهو أمر نموذجي لملف الشعاب المرجانية المحيطة بالبحر الأحمر.

ويوضح الشكل 6-67 عدد مستعمرات المرجان المسجلة على طول المسارات العرضية على مسافات تتراوح بين 5 أمتار و30 مترًا. وتتميز المسارات العرضية المركزية بأعلى وفرة لمستعمرات المرجان إجمالًا، بينما تتميز المسارات العرضية الوسطى-الجنوبية والوسطى-الشمالية بانخفاض الوفرة. أما المسارات العرضية الجنوبية والشمالية، فتتميز بأعداد مستعمرات أقل بكثير، مع كون المسار العرضي الشمالي TB01 (موقع الضبط) هو الأقل باستمرار.

الشكل 6- 67 عدد مستعمرات المرجان عند كل عمق على طول جميع المقاطع العرضية



6.3.15 التراث الثقافي البحري

يمثل المكون البحري للمشروع واجهة حيوية بين تطوير البنية التحتية الوطنية وبيئة التراث البحري الأردني. وتقع الأعمال البحرية، بما في ذلك خطوط أنابيب السحب والتصريف، ومناطق التجريف، وأنشطة الإنشاء البحرية، ضمن مياه خليج العقبة، وهي منطقة ذات ترابط تاريخي غني لطالما كانت محورًا للتجارة والملاحة والتبادل الثقافي. وتقرّ تقييمات التراث الثقافي بأن قاع البحر والمنطقة الساحلية في العقبة قد تحتفظ بآثار النشاط البحري القديم، وميزات أثرية غارقة، وروابط بقيمة تراثية غير ملموسة.

ويمتلك خليج العقبة تاريخًا بحريًا متعدد الطبقات يشمل العصور النبطية والرومانية والإسلامية والعثمانية، حيث ساهم كل منها في تشكيل طبقات التراث الثقافي على طول الساحل. وتصف المصادر التاريخية ميناء أيلا (القرون السابعة–الثانية عشرة الميلادية) بأنه نقطة محورية في شبكة التجارة البحرية للبحر الأحمر التي ربطت مصر وشبه الجزيرة العربية وبلاد الشام. وقد ركزت التحقيقات الأثرية الحديثة بشكل أساسي على البقايا البرية للعقبة القديمة، بينما لا يزال المشهد الثقافي الغارق في المياه البحرية غير مستكشف إلى حد كبير.

تشير المراجعة المكتبية والبيانات الجيوفيزيائية المحدودة إلى أن قاع البحر ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي يتكون في الغالب من رمل وصخر، مع وجود بقع مرجانية وحصى موضعية. لا توجد حاليًا مواقع أثرية بحرية مؤكدة مسجلة ضمن البصمة المباشرة لخطوط أنابيب السحب والإخراج المقترحة. ومع ذلك، فقد تم توثيق مواد أثرية متناثرة، مثل شظايا فخارية معزولة ومراسي وأحجار صابورة، في قطاعات أخرى من منطقة العقبة، مما يعكس تاريخ المرسى والنشاط البحري. ونظرًا للعمق الضحل نسبيًا (0-30 مترًا) وحركة الرواسب، لا يزال هناك احتمال كبير لوجود مواد ثقافية ضالة أو رواسب تراثية مدفونة في المنطقة القريبة من الشاطئ.

يتمتع التراث الثقافي غير المادي المرتبط بساحل العقبة بنفس القدر من الأهمية. تمثل تقاليد الصيد والإبحار المحلية، والمعرفة بالشعاب المرجانية والتيارات، والروايات الشفوية المتعلقة بحطام السفن والمعالم الساحلية صلة حية بين المجتمع الحديث والبيئة البحرية. وتجسد هذه التقاليد، على الرغم من تطورها، الهوية الساحلية للأردن وتقع ضمن تعريفات اليونسكو لمجالات التراث الثقافي غير المادي المتعلقة بالمعرفة التقليدية والتعبير الشفهي.

وفقًا لقانون الآثار الأردني رقم 23 (الدائرة العامة للآثار، 2024)، يُعتبر أي جسم يزيد عمره عن عام 1750م أثرًا قانونيًا؛ لذلك، يجب الإبلاغ عن أي شظايا متناثرة أيضًا إلى دائرة الآثار. ومع ذلك، تعتمد الأهمية الأثرية على السياق، والارتباط، والكثافة. فثلاث شظايا فخارية متفرقة دون سياق طبقي، أو سمات تشخيصية (مثل أشكال الحافة أو القاعدة)، أو ارتباط مع هياكل أو مكونات قاع البحر تُصنَّف عمومًا كمواد ثقافية خلفية وليست موقعًا أثريًا. وتعد مثل هذه الاكتشافات شائعة في خليج العقبة نظرًا لآلاف السنين من النشاط البحري وإعادة ترسيب المواد طبيعيًا.

6.4 ملخص تقييم الموائل الحرجة

6.4.1 مقدمة

يهدف تقييم الموائل الحرجة إلى تحديد قيم التنوع الحيوي التي تُصنَّف ك موائل حرجة أو سمات تنوع حيوي ذات أولوية، وذلك وفقاً لما هو معرّف في معايير الأداء ومتطلبات الأداء الخاصة بالممولين المعنيين، وبما له علاقة بالمشروع. وتُمكّن عملية تقييم الموائل الحرجة المشروع من التعرف المبكر على قيم التنوع الحيوي الرئيسية خلال مراحل التصميم الأولية وتقييم الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA)، بما يتيح التحديد المبكر وتطبيق تدابير الحماية المناسبة للتنوع الحيوي في الوقت المناسب.

وقد تم تنفيذ تقييمات موائل حرجة منفصلة لكل من البيئة البحرية (بما في ذلك الطيور البحرية) والبيئة البرية. وتم توثيق هذه التقييمات في تقارير مستقلة.

تشير الموائل الحرجة إلى قيم عالية للتنوع الحيوي (أي الأنواع أو الموائل أو النظم البيئية) تستوفي واحداً أو أكثر من المعايير الخمسة التالية. ورغم اختلاف الصياغة التفصيلية لهذه المعايير بين الممولين، فإن التركيز المشترك ينصب على ما يلي:

- الأنواع المصنفة ضمن فئات المهددة بالانقراض الشديد أو المهددة بالانقراض و/أو المعرضة للانقراض.
- الأنواع المتوطنة و/أو محدودة النطاق الجغرافي.
- الأنواع المهاجرة و/أو الأنواع التجمعية.
- النظم البيئية شديدة التهديد و/أو الفريدة.

- العمليات التطورية الرئيسية و/أو القيمة العلمية العالية
- تمثل سمات التنوع الحيوي ذات الأولوية مجموعة فرعية من قيم التنوع الحيوي التي تُعد غير قابلة للاستبدال أو معرضة للخطر، إلا أنها تُعتبر ذات مستوى أولوية أقل مقارنة بالموائل الحرجة.

وتعرض الأقسام التالية نتائج عملية تقييم الموائل الحرجة، في حين يمكن الرجوع إلى وصف تفصيلي للإجراءات والمنهجيات المتبعة في وثائق تقييم الموائل الحرجة الفردية.

6.4.2 البيئة البحرية

من أصل 213 قيمة من قيم التنوع الحيوي التي تم النظر فيها خلال مرحلة الفحص الأولي لتقييم الموائل الحرجة، تم إدراج 92 قيمة ضمن عملية تقييم الموائل الحرجة التفصيلية. وأسفرت هذه العملية عن تحديد ست قيم تنوع حيوي كمُوائل حرجة، وتصنيف 13 قيمة كسمات تنوع حيوي ذات أولوية. ويُعرض ملخص هذه النتائج في الجدول 6-50 والجدول 6-51 أدناه.

الجدول 6- 50 قيم التنوع الحيوي التي تم تحديدها كمُحفِّزات لتصنيف الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية

قيمة التنوع الحيوي	الأنواع
السلاحف (سمات تنوع حيوي ذات أولوية **(PBFs)**)	السلحفاة صقرية المنقار (Eretmochelys imbricata) السلحفاة الخضراء (Chelonia mydas)
الثدييات البحرية (سمات تنوع حيوي ذات أولوية **(PBFs)**)	دولفين المحيط الهندي أحدب الظهر (Sousa plumbea) الدلفين قارورري الأنف الهندي-الهادئ (Tursiops aduncus) الدلفين المنقّط واسع الانتشار (Stenella attenuata - تحت النوع S. attenuata attenuata)
الأسماك الغضروفية (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	شفنين النسر المرقط (Aetobatus ocellatus) شفنين السوط (Himantura uarnak) شيطان البحر ذو الذيل الشوكي (Mobula mobular) شيطان البحر المحيطي (Mobula birostris) الطوربيد النمري (Torpedo panthera) شفنين وردي (Himantura fai) قرش الماكو قصير الزعنفة (Isurus oxyrinchus) قرش النمر (Galeocerdo cuvier)
الأسماك العظمية (مُوائل حرجة **(CH)**)	سمكة نابليون (Cheilinus undulatus) الإمبراطور السماوي (Lethrinus mahsena) الهامور المرجاني في البحر الأحمر (Plectropomus marisrubri)
المحاريات (مُوائل حرجة (CH))	المحار العملاق (Tridacna squamosina)
موائل الشعاب المرجانية (مُوائل حرجة (CH))	جميع موائل الشعاب المرجانية
موائل الأعشاب البحرية (مُوائل حرجة (CH))	جميع موائل الأعشاب البحرية

ونظراً لأن عدداً من قيم التنوع الحيوي استوفى معايير أكثر من ممول واحد، فقد تم تلخيص النتائج حسب النوع أو مجموعة الأنواع في الجدول 6-51 أدناه لتسهيل الرجوع إليها.

الجدول 6- 51 ملخص معايير الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية المستوفاة

قيمة التنوع الحيوي	معايير الموائل الحرجة (CH)	معايير سمات التنوع الحيوي ذات الأولوية (PBF)
السلاحف	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (ESR6 الفقرة 12-iii) (a)

قيمة التنوع الحيوي	معايير الموائل الحرجة (CH)	معايير سمات التنوع الحيوي ذات الأولوية (PBF)
الثدييات البحرية	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (ESR6 الفقرة 12-iii) (a)
الأسماك الغضروفية	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة 12-ii) (b) و (PR6 الفقرة 12-iii) (a)
الأسماك العظمية	معيار مؤسسة التمويل الدولية (IFC) 1a والبنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (ESR6 الفقرة 14-ii) (b) كما أن الهامور المرجاني يستوفي أيضاً: معيار مؤسسة التمويل الدولية (IFC) 3a والبنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (ESR6 الفقرة 14-iv) (b)	غير منطبق
المحار العملاق	معيار مؤسسة التمويل الدولية (IFC) 1a والبنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة 14-ii) (b) ومعيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) 2a	غير منطبق
الشعاب المرجانية	معيار مؤسسة التمويل الدولية (IFC) 4b البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة 14-i) (c) معيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) 1c معيار مؤسسة التمويل الدولية (IFC) 5 معيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) 6e	غير منطبق
الأعشاب البحرية	معيار مؤسسة التمويل الدولية (IFC) 4b البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة 14-i) (c) معيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) 1c	غير منطبق

وبالنسبة لقيم التنوع الحيوي المرتبطة بالطيور البحرية التي تم النظر فيها خلال مرحلة فحص تقييم الموائل الحرجة، لم يُعتبر أي منها مؤهلاً لتصنيف الموائل الحرجة. ومع ذلك، تم تحديد نوعين من الطيور البحرية كسمات تنوع حيوي ذات أولوية. ويُعرض ملخص هذه النتائج في الجدول 6-52 أدناه.

الجدول 6- 52 قيم التنوع الحيوي للطيور البحرية التي تم تحديدها كسمات تنوع حيوي ذات أولوية

قيمة التنوع الحيوي	الأنواع
الطيور البحرية (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	زقزاق رملي منحنٍ (Calidris ferruginea) الزقزاق الرمادي (Pluvialis squatarola)

6.4.3 البيئة البرية

من أصل 702 قيمة من قيم التنوع الحيوي التي تم النظر فيها خلال مرحلة الفحص الأولي لتقييم الموائل الحرجة، تم إدراج 33 قيمة ضمن عملية تقييم الموائل الحرجة التفصيلية. وأسفرت هذه العملية عن تحديد 7 قيم تنوع حيوي كمُوائل حرجة (منها 3 مؤكدة و4 مرشحة محتملة)، كما تم تحديد 14 قيمة على أنها سمات تنوع حيوي ذات أولوية. ويُعرض ملخص هذه النتائج في الجدول 6-53 والجدول 6-54 أدناه.

الجدول 6- 53 قيم التنوع الحيوي التي تم تحديدها كمُحفِّزات لتصنيف الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية

قيمة التنوع الحيوي	الأنواع
النباتات (مُوائل حرجة (CH))	Artemisia jordanica Hyoscyamus muticus Calligonum comosum (محتمل) Stipagrostis spp (محتمل)
النباتات (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	Cleome droserifolia
الطيور (مُوائل حرجة (CH))	الباز الشاهي Accipiter brevipes صقر السخام Falco concolor (محتمل) العقاب السهبي Aquila nipalensis (محتمل)
الطيور (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	العقاب الإمبراطوري الشرقي Aquila heliacal عقاب فيرو Aquila verreauxii العقاب المرقط الأكبر Clanga clanga الشاهين Falco peregrinus النسر الأسمر Gyps fulvus النسر المصري Neophron percnopterus الأبلق أحمر العجز Oenanthe Moesta الزقزاق الرمادي Pluvialis squatarola الشرشير السوري Serinus syriacus اليمام الأوروبي Streptopelia turtur
الثدييات (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	الوعل النوبي Capra nubiana
الزواحف (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	السلحفاة ذات الفخذ المهدب Testudo graeca الضب المصري Uromastyx aegyptia

ونظراً لأن عدداً من قيم التنوع الحيوي استوفى معايير أكثر من ممول واحد، فقد تم تلخيص النتائج حسب النوع أو مجموعة الأنواع في الجدول 6-54 أدناه لتسهيل الرجوع إليها.

الجدول 6- 54 ملخص معايير الموائل الحرجة وسمات التنوع الحيوي ذات الأولوية المستوفاة

قيمة التنوع الحيوي	معايير الموائل الحرجة (CH)	معايير سمات التنوع الحيوي ذات الأولوية (PBF)
النباتات (مُوائل حرجة (CH))	تم تقييمها وفق المعيار C1.c من معيار أداء مؤسسة التمويل الدولية (IFC) PS6، والمعايير المكافئة له في البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) PR6 ومعيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) S4	غير منطبق
النباتات (سمات تنوع حيوي ذات أولوية (PBFs))	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة ii-12)
الطيور (مُوائل حرجة (CH))	تم تقييم الباز الشاهي وفق المعيار C3.a من معيار أداء مؤسسة التمويل الدولية (IFC) PS6، والمعايير المكافئة في البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) PR6 ومعيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) S4 وتم تقييم الأنواع الأخرى وفق المعيار C1.a وC1.c وC3.a من معيار أداء مؤسسة التمويل الدولية (IFC) PS6، والمعايير	غير منطبق

قيمة التنوع الحيوي	معايير الموائل الحرجة (CH)	معايير سمات التنوع الحيوي ذات الأولوية (PBF)
	المكافئة في البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) PR6 ومعيار البنك الأوروبي للاستثمار (EIB) S4	
الطيور (سمات تنوع حيوي ذات أولوية ((PBFs	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة ii-12)
الثدييات (سمات تنوع حيوي ذات أولوية ((PBFs	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة ii-12)
الزواحف (سمات تنوع حيوي ذات أولوية ((PBFs	غير منطبق	البنك الأوروربي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD) (PR6 الفقرة ii-12)

6.5 قيود بيانات خط الاساس

واجهت المعلومات المستخدمة لتوصيف خط أساس البيئة البرية والبحرية عدة قيود، لا سيما فيما يتعلق بكمية البيانات ودقتها. يركز هذا القسم على العوامل الحساسة البرية والبحرية الرئيسية التي تم تحديدها خلال الدراسات المكتبية الاساسية، والمسوحات الميدانية، وتقييمات التأثير البيئي المؤقتة، ويصف هذه القيود، ويحدد الافتراضات التي تم وضعها عند مراجعة البيانات.

وعند تحديد الفجوات في المعلومات، تم تقديم توصيات محددة لمعالجتها.

تمت معالجة أثر القيود الحالية في البيانات على تقييم تأثيرات المشروع على البيئة البرية من خلال اعتماد نهج احترازي. وفي الحالات التي يوجد فيها عدم يقين بشأن وجود أو عدم وجود السمات المؤهِّلة الرئيسية، تم عرض سيناريو أسوأ الاحتمالات للتأثيرات. وستوفر متطلبات البيانات الواردة في الفصل 9 من هذا التقرير معلومات تتيح تقديراً أكثر دقة للتأثيرات، وتسهم في التصميم التفصيلي وتنفيذ تدابير التخفيف المقترحة، كما ستوفر خط أساس متيناً لأعمال الرصد اللاحقة لإثبات عدم حدوث صافي خسارة/تحقيق صافي مكاسب.

الجدول 6- 55 الحساسيات البرية الرئيسية، وقيود البيانات والتوصيات

حساسية القيود	ميزة التأهيل الرئيسية	قيود البيانات
علم البيئة البرية		
النباتات - فجوات البيانات. تأثيرات المشروع على الموائل الحرجة (CH) / سمات التنوع الحيوي ذات الأولوية (PBF) خلال أنشطة البناء	تشمل الأنواع النباتية ذات الأهمية في منطقة المشروع الشيح الأردني والسكران، والعِرْفِج والثُّمَّام ضمن فئة الموائل الحرجة المحتملة أما الكَلْيوم فيُعد من السمات البيئية الأساسية (PBF) ذات الأهمية البيئية الخاصة في المنطقة.	**توزّع النباتات الهامة في المنطقة** ما يزال غير محدد بالكامل، إذ إن الأنواع التي جرى التعرف عليها كعناصر مميّزة للموائل الحرجة (مرجّحة أو محتملة)، أو كسمات بيئية أساسية(PBF) ، لم يُستكمل تحديد نطاق انتشارها بصورة شاملة من خلال المسوحات المتاحة.
الفقاريات (الزواحف) – فجوات البيانات. تأثيرات المشروع على الموائل الحرجة/السمات البيئية الأساسية (CH/PBF) نتيجة أنشطة البناء	السلحفاة اليونانية) سمة بيئية أساسية(PBF) الضب المصري سمة بيئية أساسية (PBF)	**توزيع الزواحف** لم يتم تحديد التوزيع الكامل للأنواع المصنفة كسمات بيئية أساسية (PBF) بشكل كافٍ من خلال المسوحات الميدانية.
الفقاريات (الثدييات) - فجوات البيانات. تأثيرات المشروع على الموائل الحرجة/السمات البيئية الأساسية (CH/PBF) نتيجة أنشطة البناء	الماعز النوبي سمة بيئية أساسية (PBF)	تعريف النطاق النشط لهذا النوع: لم يتم تحديد ما إذا كان نطاق هذا النوع من المرجح أن يتقاطع مع منطقة المشروع أم لا.

حساسية القيود	ميزة التأهيل الرئيسية	قيود البيانات
الفقاريات (الطيور) - فجوات البيانات	النسر السهبي عنصر محتمل للموائل الحرجة الصقر المروحي الشامي عنصر مرجح للموائل الحرجة الصقر الكريتي - عنصر محتمل للموائل الحرجة الكناري السوري سمة بيئية أساسية (PBF) النسر الإمبراطوري الشرقي سمة بيئية أساسية (PBF) النسر الفيرّو سمة بيئية أساسية (PBF) النسر المرقط الأكبر سمة بيئية أساسية (PBF) الصقر الشاهين سمة بيئية أساسية (PBF) النسور الرمادية سمة بيئية أساسية (PBF) النسر المصري سمة بيئية أساسية (PBF) العصفور الأخرم ذو الردف البني سمة بيئية أساسية (PBF) الطائر الرمادي سمة بيئية أساسية (PBF) الحمامة التركية الأوروبية سمة بيئية أساسية(PBF)	نطاق ومدة المسوحات الميدانية: تم اجراء المسوحات الميدانية على جزء صغير نسبيًا من منطقة الدراسة (~15%)، وهو المسار المقترح لخط النقل الهوائي (OHTL)باعتباره المنطقة الأهم للمسح. وقد كانت المسوحات التي أُجريت مكثفة نسبيًا، وقد شملت ثلاث حملات في فصل الربيع وثلاث حملات في فصل الخريف، مع استخدام مجموعة واسعة من المنهجيات. ومع ذلك، لم تغطِ هذه المسوحات كامل موسم الهجرة. ففي الخريف، بدأت المسوحات في شهر ايلول فقط، مما يعني على الأرجح فقدان ذروة هجرة الأنواع التي تهاجر في وقت مبكر من الموسم، مثل اللقلق الأبيض أما الصقر المروحي الشامي فلم يتم اكتشافه خلال هذه المسوحات. وعندما لا تغطي المسوحات كامل فترة الهجرة، هناك احتمال كبير بعدم تسجيل أي أفراد من الأنواع المهاجرة.
نوعية الهواء والضجيج		
المستقبلات البشرية	-	اعتُبرت بيانات خط أساس نوعية الهواء الأساسية المُستمدة من مصادر ثانوية مناسبة لأغراض توصيف البيانات الأساسية. واعتُبرت مواقع الرصد وفتراته وظروفه مُمثلة لتلك الموجودة على طول مسار خط أنابيب النقل ومواقع AGI.

الجدول 6- 56 حدود وتوصيات بيانات البيئة البحرية

الحساسية	إشارة إلى تقييم الموائل الحرجة (CHA)	قيود البيانات	التوصيات
الموائل القاعية - الشعاب المرجانية			
موائل المرجان - الاضطراب المادي والتآكل	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لقطة زمنية واحدة، بدون تغطية موسمية. البيانات محدودة بعمق 80 مترًا.	تنفيذ خطة مراقبة طويلة المدى. تحديد مواقع دقيقة خلال مرحلة البناء. نقل الموائل – بشكل مؤقت أو دائم.
موائل المرجان - زيادة العكارة	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لقطة زمنية واحدة، بدون تغطية موسمية. البيانات محدودة بعمق 80 مترًا. معلومات محدودة عن أنظمة الرواسب. معلومات محدودة عن النظام الهيدرولوجي.	استخدام أساليب البناء للحد من تراكم الرواسب. مراقبة ترسب الرواسب أثناء البناء مع تحديد عتبات مناسبة لبدء الإجراءات الاحترازية. تنفيذ خطة مراقبة طويلة الأمد. تنفيذ المسح الهيدرولوجي.

الحساسية	إشارة إلى تقييم الموائل الحرجة (CHA)	قيود البيانات	التوصيات
الموائل الرواسب المرتبطة بكل من العناصر الحيوانية والنباتية - زيادة العكارة - تغيير موطن الرواسب	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لقطة زمنية واحدة فقط، دون تغطية موسمية. البيانات محدودة حتى عمق 80 مترًا. معلومات محدودة حول نظم الرواسب.	استخدام طرق البناء لتقليل توليد الرواسب. مراقبة ترسيب الرواسب أثناء البناء باستخدام حدود مناسبة لتحفيز الإجراءات الاحترازية. تنفيذ خطة مراقبة طويلة الأمد.
موائل المرجان – فقدان اليرقات نتيجة السحب	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	معلومات محدودة حول تكاثر المرجان وتجنيد المستعمرات الجديدة.	دمج تعديلات في التصميم لتقليل احتجاز يرقات المرجان. إجراء مسوحات ليرقات المرجان لتحديد أنماط التكاثر. تنفيذ مسوحات لتقييم تجنيد المستعمرات الجديدة.
موائل المرجان – الملوحة	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لا توجد معلومات حول حدود تحمل المرجان للملوحة.	دراسة مخبرية لتحمل المرجان للملوحة.
موائل المرجان – الحديد(Fe)	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لا توجد معلومات حول حدود تحمل المرجان للحديد. (Fe)	دراسة مخبرية لتحمل المرجان للحديد (Fe).
الموائل القاعية – الأعشاب البحرية			
موائل الأعشاب البحرية – الاضطراب المادي والتآكل	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لقطة زمنية واحدة، بدون تغطية موسمية.	تنفيذ خطة مراقبة طويلة الأمد. تحديد المواقع الجزئية أثناء مرحلة البناء.
موائل الأعشاب البحرية – زيادة العكارة	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لقطة زمنية واحدة، بدون تغطية موسمية. معلومات محدودة عن أنظمة الرواسب.	استخدام أساليب البناء لتقليل تراكم الرواسب. مراقبة ترسب الرواسب أثناء البناء مع تحديد عتبات مناسبة لتفعيل الإجراءات الاحترازية. تنفيذ خطة مراقبة طويلة الأمد.
موائل الأعشاب البحرية – فقدان حبوب اللقاح والبذور نتيجة السحب	جميع موائل الشعاب المرجانية (الموائل الحرجة ((CH)	لقطة زمنية واحدة، بدون تغطية موسمية. نقص في البيانات المتعلقة بتكاثر الأعشاب البحرية في كل موقع.	دمج تعديلات التصميم للحد من احتجاز اليرقات. تقييم صحة الأعشاب البحرية وتكاثرها.
الأنواع البحرية			
3 الأسماك - فقدان الموائل	سمكة الراس الحدباء (الموائل الحرجة ((CH) سمكة إمبراطور السماء (الموائل الحرجة ((CH) سمكة الهامور المرجاني في البحر الأحمر (الموائل الحرجة ((CH)	لا توجد معلومات محددة عن أعداد الأسماك.	تنفيذ مسح باستخدام الحمض النووي البيئي (eDNA) لتحديد وجود الموائل الحرجة
3 الثدييات البحرية	دلفين المنحدر الهندي الأطلسي ذو الحدبة – سمة بيئية أساسية	لا توجد معلومات محددة بالموقع حول مجموعات الحيتان.	تنفيذ مسح باستخدام الحمض النووي البيئي (eDNA) لتحديد الموائل الحرجة.

الحساسية	إشارة إلى تقييم الموائل الحرجة (CHA)	قيود البيانات	التوصيات
(الحيتانيات) – الضجيج	(PBF) الدلفين الحدباء الهندو-باسيفيكي –سمة بيئية أساسية (PBF) الدلفين المرقط البان-تروبيكي – سمة بيئية أساسية (PBF)		إجراء مسوحات المراقب البحري المنظم (MMO) أثناء مرحلتي البناء والتشغيل.
8 الأسماك الغضروفية (القرشيات) – الضجيج		لا توجد معلومات محددة بالموقع حول مجموعات الأسماك الغضروفية.	تنفيذ مسح باستخدام الحمض النووي البيئي (eDNA) لتحديد الموائل الحرجة.
3 الأسماك، الحيتانيات والأسماك الغضروفية – تغيّر الموائل	راي النسر المرقط –سمة بيئية أساسية (PBF) راي السوط المدرب – سمة بيئية أساسية (PBF) راي الشيطان ذي الذيل المدبب - سمة بيئية أساسية (PBF) المانتا المحيطية –سمة بيئية أساسية (PBF) طوربيد النمر –سمة بيئية أساسية (PBF) راي السوط الوردي – سمة بيئية أساسية (PBF) الماكو قصير الزعنفة – سمة بيئية أساسية (PBF) قرش النمر –سمة بيئية أساسية (PBF)	لا توجد معلومات خاصة بالموقع.	اجراء مسح للحمض النووي البيئي (eDNA) لتحديد وجود الموائل الحرجة. استخدام أساليب البناء لتقليل تراكم الرواسب. مراقبة ترسب الرواسب أثناء البناء مع تحديد عتبات مناسبة لتفعيل الإجراءات الاحترازية. التخفيف من فقدان أو تغير الموائل.
الطيور البحرية			
2 الطيور البحرية	الزقزاق المائل - سمة بيئية أساسية (PBF) الطائر الرمادي – سمة بيئية أساسية (PBF)		
التراث الثقافي البحري			
التراث الثقافي المادي	لم يتم حتى الآن تسجيل أي مواقع أثرية بحرية مؤكدة ضمن منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي، إلا أنه تم توثيق مواد أثرية متناثرة في قطاعات أخرى من الخليج. ونظرًا لضحالة العمق (0-30 مترًا) وحركة الرواسب، لا يزال هناك احتمال كبير لوجود مواد ثقافية متناثرة أو رواسب تراثية مدفونة في	يُقيد غياب مسح أثري بحري مخصص من قدرة تقييم خط الأساس الحالي للتراث. لم تُفسَّر البيانات الباثيمترية والجيوفيزيائية المتاحة من منظور التراث الثقافي، ولم يتم اجراء أي عمليات تفتيش بواسطة الغواصين أو المركبات التي تعمل عن بعد للتحقق من الظواهر غير الاعتيادية المحتملة.	يُنصح بالنظر في ضرورة إجراء مسح أثري بحري قبل بدء البناء تحت إشراف دائرة الآثار. يجب أن يتضمن المسح تحليلًا لمجموعات البيانات الجيوفيزيائية الحالية مع فحص الغواصين/المركبات التي تعمل عن بُعد. ويجب رسم خرائط لجميع الظواهر غير الاعتيادية وتصنيفها وتقييم أهميتها التراثية. أثناء البناء، يجب تطبيق إجراء الاكتشافات البحرية العشوائية كجزء من خطة التراث الثقافي البحري، مع إعداد تقرير متابعة لأنشطة البناء، وتدريب مقاولي الهندسة

الحساسية	إشارة إلى تقييم الموائل الحرجة (CHA)	قيود البيانات	التوصيات
	المنطقة القريبة من الشاطئ.		والتوريد والبناء على الاستجابة المناسبة للاكتشافات.
التراث الثقافي غير المادي	تُمثل تقاليد الصيد والإبحار المحلية، ومعرفة الشعاب المرجانية والتيارات البحرية، والروايات الشفهية عن حطام السفن والمعالم الساحلية، صلةً حيةً بين المجتمع الحديث والبيئة البحرية. وتُجسد هذه التقاليد، على الرغم من تطورها، الهوية الساحلية للأردن، وتندرج ضمن تعريفات اليونسكو لمجالات التراث الثقافي غير المادي المتعلقة بالمعارف التقليدية والتعبير الشفهي.	تنشأ حالة عدم اليقين من قلة توثيق الاستخدام البحري التقليدي والتقاليد غير الملموسة للتراث الثقافي (ICH) داخل منطقة دراسة الأثر البيئي والاجتماعي (ESIA). ولا يوجد سجل إثنوغرافي شامل لمناطق الصيد التقليدية، أو المواقع التراثية التي تحددها المجتمعات المحلية، أو أسماء الأماكن البحرية المحلية التي قد تحمل قيمة غير ملموسة وبالتالي لا يزال البعد الاجتماعي لبيئة التراث الساحلي غير ممثلا تمثيلاً كافياً.	يُوصى بالتنسيق مع سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة (ASEZA) وجمعيات الصيد المحلية لتوثيق الممارسات البحرية التقليدية، مع ضمان الحفاظ على إمكانية الوصول إلى مناطق الصيد قدر الإمكان، وإبلاغ المجتمعات المتضررة واستشارتها بشأن جدولة الأنشطة البحرية. ومن شأن مبادرات التفسير العام (مثل المعارض الرقمية أو سرد القصص المجتمعية) أن تعزز الوعي بالتراث البحري للعقبة، كجزء من التزامات المشروع المتعلقة بالإرث.

المراجع

عبد عبد الحليم، أ.، علي-الدين، م.، فتّاح، ل.، فهمي، م.، أبو الخير، إ.، خالد، أ.، السّود، أ.، وشريده، م .(2016). دراسات بيئية على المياه الساحلية لخليج العقبة خلال الفترة 2011–2013. مجلة حماية البيئة، 7، 1411.1437–
https://doi/0.4236/jep.2016.710121

عبد العظيم، م.، الجبري، م. ن.، قباشي، م. م.، خليل، م. هـ.، وحسين، هـ. م .(2023). الزلزالية وتفاعل الفوالق في خليج العقبة. الفيزياء الجيوفيزيائية البحتة والتطبيقية، 180.
https://doi.org/10.1007/s00024-023-03279-x

عبدالله، ف .(2020). توقعات تغيّر المناخ في القرن الحادي والعشرين للهطول ودرجات الحرارة في الأردن. بروسيديا للتصنيع، 44، 197.204–

أبو هلال، أ.، بدران، م.، ودو فوغيلاس، ج .(1988). توزيع العناصر النزرة في جحور *Callichirus laurae* والرواسب المجاورة في خليج العقبة، الأردن (البحر الأحمر). البحوث البيئية البحرية، 25(4)، 233.248–
https://doi.org/10.1016/0141-1136(88)90014-1

أبو جابر، ن.، والناصر، هـ .(2016). الجيولوجيا والهدروكيمياء للطبقات الجوفية العميقة الرملية في الأردن. علوم الأرض البيئية، (10).75
https://doi.org/10.1007/s12665-016-5680-8

أبو قبع، ج.، الدويري، ر.، هادي، ن. أ.، ميركل، ب.، دونجر، ف.، وليلى، هـ. أ .(2016). الخصائص الجيولوجية والهندسية لصخور الغرانيت في منطقة العقبة، جنوب الأردن. جيوماتيريالز، 6.(1)
https://www.scirp.org/journal/PaperInformation?PaperID=62775

أحمد، م. إ.، عامر، م. أ.، ولورانس، أ. ج .(2016). تحديد أنواع خيار البحر في البحر الأحمر وخليج العقبة باستخدام تقنية البصمة الوراثية (DNA barcoding). مجلة مصر لبيولوجيا الأسماك والعلوم المائية، 20(4)، 1.7–
https://ejabf.journals.ekb.eg/article_11127.html

العبسي، إ.، المناصرة، ر.، أبوكشبة، أ.، ووحشة، م .(2019). تقييم ملوثات الفلزات الثقيلة في مواقع متعددة على طول الساحل الأردني لخليج العقبة، البحر الأحمر. المجلة الدولية للكيمياء البيئية التحليلية، 99(8)، 726.740–
https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1609459

الجلوني، ن.، عربيات، ز.، سويّس، م.، الجلوني، أ.، محمود، م.، شرتوح، س.، وآخرون .(2025) تحديد وتحليل النشوء والتطور للإسفنجيات البحرية في خليج العقبة الأردني باستخدام البصمة الوراثية. هيليون، 11(4)، e42771.
https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42771

البوّات، أ. ك.، وآخرون .(2023) توافر وإمكانية توظيف طاقة النفايات ومواد الكتلة الحيوية في الأردن.

الحُمود، أ. س.، تقي الدين، س.، وسكت، س .(1995). دراسة العوامل الجيولوجية والجيوتقنية المؤدية إلى انهيار كبير لمنحدر في موقع محدد على أحد الطرق السريعة الأردنية. المخاطر الطبيعية، 12، 203.224–
https://doi.org/10.1007/BF00596221

الحوراني، ف. أ.، الرّوسان، س. أ.، الزبدة، م.، وخلف، م. أ .(2006). حالة الشعاب المرجانية على الساحل الأردني لخليج العقبة، البحر الأحمر. علم الحيوان في الشرق الأوسط، 38(1)، 99.110–
https://doi.org/10.1080/09397140.2006.10638171

الحسينات، م.، رشيد، م.، والرّوسان، س .(2020). سجل الجودة طويل الأمد (1996–2018) للرواسب الساحلية في الموقع الصناعي المعقد على الساحل الأردني لخليج العقبة. الرصد والتقييم البيئي، 192(7)، 443.
https://doi.org/10.1007/s10661-020-08390-3

الجاردين، م .(2014). إدارة النفايات الصلبة في الأردن. المجلة الدولية للبحث الأكاديمي في الأعمال والعلوم الاجتماعية.

الخرابشة، أ .(2019). تحديات الإدارة المستدامة للمياه في الأردن. مجلة علوم الأرض والبيئة الأردنية، 11(1)، 38.48–
https://jjees.hu.edu.jo/files/Vol11No1.pdf

النجّار، ت.، الشرنوبي، م.، النجّار، ت. هـ.، والشرنوبي، م. م .(2008). التباينات المكانية والموسمية في الكتلة الحيوية والبنية الحجمية للعوالق الحيوانية في المياه الساحلية لخليج العقبة. المجلة الأردنية للعلوم الحيوية، 1(2)، 55.59–

العرينات، ل. م.، بزازو، إ.، والشمايلة، م. أ. ف .(2020) .مورفولوجية استخدامات الأراضي في مدينة العقبة خلال الفترة 2000–2020 .مجلة العلوم الاجتماعية، 9(3)، 987.1002–
متاح على: https://ideas.repec.org/a/jso/coejss/v9y2020i3p987-1002.html

القدّاح، ب .(2011) .تربة الأردن. في :موارد التربة في بلدان البحر الأبيض المتوسط الجنوبية والشرقية، المجلد 34، ص 127–141.
متاح على: https://om.ciheam.org/om/pdf/b34/01002090.pdf

الرّوسان، س. أ.، رشيد، م. ي.، خلف، م. أ.، وبدران، م. إ .(2005) .الخصائص البيئية والجيوكيميائية للموائل القاعية على الساحل الأردني الشمالي لخليج العقبة .الكيمياء والبيئة، 21(4)، 227.239–
متاح على: https://doi.org/10.1080/02757540500211277

الرّوسان، س.، رشيد، م.، الحوراني، ف.، وآخرون .(2006) الخصائص الجيوكيميائية والنسيجية للرواسب الكربوناتية والرواسب القارية على طول الساحل الأردني لخليج العقبة .مجلة علوم المحيطات، 62، 839.849–
متاح على: https://doi.org/10.1007/s10872-006-0102-2

الرّوسان، س.، الطعاني، أ. أ.، ورشدان، م .(2016) .تأثيرات التلوث على الخصائص الجيوكيميائية للرواسب البحرية عبر الحيد المرجاني في العقبة، البحر الأحمر .نشرة تلوث البحار، 110(1)، 546.554–
متاح على: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.038

الشديقات، وآخرون .(2023) إدارة نفايات البناء والهدم في الأردن: منظور متعدد الجوانب .البيئة والتنمية والاستدامة.

الطعاني، أ. أ.، رشدان، م.، نزال، ي.، خواري، ف.، إقبال، ج.، الروابدة، أ.، البصول، أ.، وخشاشنة، س .(2020) .تقييم مياه الساحل في خليج العقبة، الأردن .المياه، 12(8)، 2125.
متاح على: https://doi.org/10.3390/w12082125

الطعاني، أ. أ.، البطاينة، أ.، نزال، ي.، غرافات، هـ.، الواوي، إ.، وزمان، هـ .(2014) .حالة المعادن النزرة في المياه السطحية لخليج العقبة، المملكة العربية السعودية .نشرة تلوث البحار، 86(1)، 582.590–
متاح على: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.060

الزبدة، م .(2007) .حالة تجمعات السلاحف البحرية وحمايتها في خليج العقبة الأردني، البحر الأحمر .تستودو، 6(4)، 58.66–

الزبدة، م .(2013) .محمية العقبة البحرية: دمج العلوم البحرية وإدارة الموارد في خليج العقبة – البحر الأحمر .المجلة الدولية لعلوم البحار، 3(44)، 361.367–
متاح على: https://doi.org/10.5376/ijms.2013.03.0044

الزبدة، م. ك.، دمحورية، س. أ.، وبدران، م. إ .(2007) .التغيرات الزمنية في صحة الشعاب المرجانية في موقع صناعي ساحلي على خليج العقبة .أوشنولوجيا، 49(4)، 565.578–

الزبدة، م.، وكولغان، ل .(2011) .تحقيق مكاني في تفاعلات الشعاب المرجانية مع الطحالب الزاحفة في الحيد المرجاني بمحاذاة الساحل الأردني لخليج العقبة – البحر الأحمر. في وقائع الندوة الدولية السادسة لبرنامج SEASTAR2000 وعلوم التتبع الحيوي الآسيوية، 93.99–

ابليك (2012). تقليل اصطدام الطيور بخطوط الطاقة: أحدث ما توصلت إليه المعرفة لعام 2012. معهد إديسون للكهرباء وAPLIC، واشنطن العاصمة.

سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة .(2013) التقييم البيئي للساحل الأردني لخليج العقبة .تقرير سنوي.

سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة .(2014) التقييم البيئي للساحل الأردني لخليج العقبة .تقرير سنوي.

سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة .(2022) خطة إدارة محمية العقبة البحرية 2022–2026.

سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة .(2024) المخطط الشمولي للتنمية الحضرية لمنطقة العقبة الاقتصادية الخاصة 2024–2040.

سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة .(2024) الخطة الاستراتيجية 2024–2028.

العربيات، ز.، السويّس، م.، العجلوني، أ.، محمود، م.، الشرطوح، س.، وآخرون .(2025) تحديد وتحليل العلاقات الوراثية للإسفنج البحري .هيليون، 11(4)، e42771.

شركة رؤية عمان للمعالجة وإعادة التدوير .(AVTR)دون تاريخ .(الموقع الرسمي لـAVTR.
متاح على: https://www.avtr.jo

بدران، م. إ.، والزبدة، م. ك .(2005) .رموز المعايير المرجعية لجودة المياه الساحلية الأردنية في خليج العقبة، البحر الأحمر .الكيمياء والبيئة، 21(5)، 337.350–
متاح على: https://doi.org/10.1080/02757540500258831

بدران، م. إ.، وفوستر، ب .(1998) .الجودة البيئية للمياه الساحلية الأردنية لخليج العقبة، البحر الأحمر .الصحة وإدارة النظم البيئية المائية، 1، 83.97–
متاح على: https://doi.org/10.1016/S1463-4988(98)00008-6

بدران، م. إ.، رشيد، م.، منصره، ر.، والنجّار، ت .(2005) .تدفّق المغذيات، المحرك للإنتاجية الأولية الصيفية في مياه خليج العقبة قليلة التغذية .أوشنولوجيا، 47، 60.47–

بزازو، إ.، العرينات، ل. م.، والشمايلة، م. أ. ف .(2020) .مورفولوجية استخدامات الأراضي في مدينة العقبة خلال الفترة 2000–2020 .مجلة العلوم الاجتماعية، 9(3)، 1002.987–
متاح على: https://ideas.repec.org/a/jso/coejss/v9y2020i3p987-1002.html

بينون، ل.، فان بوشوف، ج.، نغ، س.، فليتشر، ك.، ويلسون، د.، فير، ن.، وكاربوني، ج .(2021) .الحد من تأثيرات مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على التنوع الحيوي .الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (IUCN) وشركة The Biodiversity Consultancy، غلان وغامبريدج.

بيرمان، ت.، بالدور، ن.، وبرينر، س .(2000) .محاكاة الدورة المحركة بالرياح في خليج إيلات (العقبة) .نظم البحار، 26(4–3)، 349–365.
متاح على: https://doi.org/10.1016/S0924-7963(00)00045-2

بيرمان، هـ.، وجيلدور، هـ .(2022) .ازدهار العوالق النباتية في خليج إيلات/العقبة: التأثير الفيزيائي مقابل التأثير البيئي .أبحاث الجيوفيزياء: المحيطات، 127.
متاح على: https://doi.org/10.1029/2021JC017922

BID Invest وIFC (2019) .دليل الممارسات الجيدة لتطوير طاقة الرياح في الأرجنتين: إدارة التأثيرات على الطيور والخفافيش.

بيردلايف إنترناشونال .(2025) ورقة معلومات الموقع: ساحل العقبة وجباله.
متاح على: https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/aqaba-coast-and-mountains

بيردلايف إنترناشونال وفريق عمل الطاقة لشبكة CMS (2023). TransMit: مجموعة الأدوات المبنية على الأدلة للتخفيف من نفوق الطيور المرتبط بخطوط الطاقة.

بيتون، إ.، وجيلدور، هـ .(2011) .إعادة التطبق الموسمي المتدرج وتطور الحد الأدنى للملوحة في خليج العقبة (إيلات) .أبحاث الجيوفيزياء: المحيطات، 116(C8)، C08033.

بوشون، س.، جوبير، ج.، مونتاغيوني، ل.، وبيشون، م .(1981) .مورفولوجية وتطور الشعاب المرجانية على الساحل الأردني لخليج العقبة (البحر الأحمر) .وقائع الندوة الدولية الرابعة للشعاب المرجانية، 1، 559.565–

بوشون–نافارو، ي.، وهارميلين–فيفيان، م. ل .(1981) .التوزيع الكمي لأسماك الرعي في الشعاب المرجانية لخليج العقبة (البحر الأحمر) .الأحياء البحرية، 63، 79.86–
متاح على: https://doi.org/10.1007/BF00394665

بويوكو، ف.، بلوندر، ب.، وكاميشني، أ .(2019) .مصادر وتحولات الحديد في رواسب خليج العقبة (البحر الأحمر) .الكيمياء البحرية، 216، 103691.
متاح على: https://doi.org/10.1016/j.marchem.2019.103691

ريرلي، أ. س. (2017). العوالق. علم الأحياء الحالي، 27(11)، R478-R483. متاح على: https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.02.045

كارلسون، د. ف.، فريد، إي.، جيلدور، هـ.، وبيتون، إي. (2012). ملاحظات التيارات المدية في شمال خليج إيلات/العقبة، البحر الأحمر. أبحاث الجرف القاري، 41، 24-35.

كارلسون، د. ف.، فريد، إي.، جيلدور، هـ.، وبيتون، إي. (2014). الدورة السنوية للامتزاج العمودي وإعادة التطبّق stratification في شمال خليج إيلات/العقبة. *أبحاث أعماق البحار – الجزء الأول*، 84، 17.1–

CBD/CHM-Jordan (2020). ملف ترشيح منطقة العقبة البحرية المحمية. وزارة البيئة، عمان.

تشيس، ز.، بايتان، أ.، جونسون، ك. س.، ستريت، ج.، وتشن، ي. (2006). إدخال الحديد ودورته الحيوية في خليج العقبة، البحر الأحمر. *الدورات البيوجيوكيميائية العالمية*، 20(3)، 1 .11–متاح على https://doi.org/10.1029/2005GB002646 :

تشينويث، ج.، والمصري، ر. أ. (2023). قد توفّر التحلية المياه للشرق الأوسط دون الإضرار بالحياة البحرية – ولكن ينبغي إدارتها بعناية. *ذا كونفرسيشن*. متاح على https://doi.org/10.64628/AB.pyfchghxc :

تشيميتي، جي، ماركيز، ف، بوركيس، س. ج، نونيس بينمان، ف، بومبو-أيورا، ل، إيزيتا واتس، م، ... بنزوني، ف. (2025). بنية وتعقيد نظام الشعاب العميقة (rariphotic) في خليج العقبة (البحر الأحمر). *الشعاب المرجانية*. متاح على : https://doi.org/10.1007/s00338-025-02696-9

كوستا، م، فوماغالي، م، وسيزاريو، أ. (2019). مراجعة الحيتانيات في البحر الأحمر. في: رسول، ن، وستيوارت، ي. (المحررون)، *الجوانب المحيطية والبيولوجية للبحر الأحمر*. سبرينغر، تشام. متاح على https://doi.org/10.1007/978-3-319-99417-8_16 :

دائرة الإحصاءات العامة (كانون ثاني 2025). تقديرات عدد سكان المملكة لعام 2024 حسب المحافظة، والمساحة (كم²)، والكثافة السكانية. متاح على https://dosweb.dos.gov.jo/DataBank :

درغام، م.، الشربيني، م.، وحنفي، م. (2012). الخصائص البيئية للجنوب المصري من خليج العقبة، البحر الأحمر. *علوم البحر الأبيض المتوسط*، 13(2)، 179 .186–متاح على https://doi.org/10.12681/mms.297 :

دودلي، ن. (محرر) (2008). إرشادات تطبيق فئات إدارة المناطق المحمية. الاتحاد الدولي لصون الطبيعة(IUCN) ، غلانده، سويسرا. وبمشاركة: ستولتون، س.، شادي، ب.، ودادلي، ن .(2013) *أفضل ممارسات إرشادية*، سلسلة الإرشادات رقم 21.

(الاتجاهات الجديدة/ ECO Consult ،(2017) دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع طاقة الرياح 45 ميغاواط في الشوبك – معان. متاح على https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/psd/49222 :

(الاتجاهات الجديدة/ ECO Consult ،(2018)دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع الطاقة الشمسية 50 ميغاواط في الحسينية. متاح على https://ameapower.com/_En-Final-ESIA_Husainiyah-50MW-Solar-PV-Project :

ايلشمان، تي.، & فيشيلسون، ال. (1990). ديناميكية العوالق السطحية وبُنية مجتمعها في خليج العقبة (إيلات)، البحر الأحمر. *البيولوجيا البحرية*، 107، 179 .190–متاح على https://doi.org/10.1007/BF01313255 :

عيد، هـ.، والطوها، م. (2016). دليل الكائنات الضارة والسامة في خليج العقبة – الأردن. متاح على : http://www.jreds.org/portals/0/pdf/A-Guide-to-Harmful-and-Toxic-Creatures-in-the-Gulf-of-Aqaba-of-Jordan.pdf

إنجيكون (2017). تقرير تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروعي الباص سريع التردد في عمّان وبين عمّان–الزرقاء. متاح على : http://www.ammanbrt.jo/contents/Articles/2020/4/20/2017-11-07160320.pdf

.

التقييم البيئي لخليج العقبة (2013). *مجلة أبحاث السواحل*، 30(2)، 283.300–
منظمة الأغذية والزراعة (1974). مسح خليج العقبة في الأردن. الورقة الفنية لمصايد الأسماكF0474E ، منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). متاح على https://www.fao.org/4/f0474e/F0474E00.htm :

منظمة الأغذية والزراعة (2019). الملف القطري لمصائد الأسماك – الأردن. متاح على : https://www.fao.org/fishery/en/facp/jor?lang=en

فرحان، ي. (2011). الآثار الجيومورفولوجية لإنشاء الطرق السريعة، أسبابها وطرق معالجتها: دراسة حالة من العقبة، جنوب الأردن . *الجغرافي العربي العالمي*، 2(1)، 265.290–

فرحان، ي.، عنابة، ع.، وسليم، ع. (2016). تحليل الشكل الهيدرولوجي (المورفومتري) وتقييم الفيضانات المفاجئة للأحواض المائية في منطقة رأس النقب، جنوب الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .*مجلة علوم الأرض وحماية البيئة*، 4(6)، 33.9–

أمانة عمان الكبرى (2019). مشروع مكب النفايات البلدية الصلبة في الغباوي. متاح على : https://ammancity.gov.jo/site_doc/gen1.pdf

García-Barón, I., Santos, M. B., Uriarte, A., Inchausti, J. I., Escribano, J. M., Albisu, J., Louzao, M. (2019). ما هي التهديدات الرئيسية التي تؤثر على الحيوانات البحرية الضخمة في خليج بسكاي؟ *أبحاث الرف القاري*، 186، 1 .12–متاح على : https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.07.009

Garzon، F.، Williams، C. T.، Cochran، J. E. M.، Tanabe، L. K.، Abdalla، A.، Berumen، M. L.، et al. (2022). توصيف متعدد الطرق لمجتمعات أسماك القرش الصفيحية والرخويات البحرية. (Elasmobranch & Cheloniidae)في شمال شرق البحر الأحمر وخليج العقبة .*بلوس ون*، 17(9)، .e0275511متاح على https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275511 :

مجلس الأبنية الخضراء (2016). دليلك لإدارة النفايات في الأردن – كتيب إرشادي لفرز النفايات. متاح على : https://mena.fes.de/fileadmin/

أخبار جراسا. (بدون تاريخ). أمانة عمّان تُنشئ مواقع جديدة لطرح مخلفات البناء والهدم. متاح على : https://www.gerasanews.com/print/14288

GFDRR / قاعدة بيانات ThinkHazard للبنك الدولي (2021). العقبة، الأردن – الملف الوطني للمخاطر. استشهاد قائم على الملفات.
جيلدور، إتش، فريدج، إي، وكوستينسكي، أ. (2010). هل يُعدّ خليج إيلات/العقبة حوضًا ديناميكيًا طبيعيًا مدفوعًا بالعوامل الفيزيائية؟ *ديناميكيات السوائل الجيوفيزيائية والفلكية*، 104 .308–301 ,(4)متاح على : https://doi.org/10.1080/03091921003712842

الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2024). سيناريو سوواس – سيناريو إدارة النفايات الصلبة في الأردن (ورقة حقائق). متاح على : https://www.giz.de/en/downloads/giz2024-en-factsheet-SoWas.pdf

غوبالاكريشنان، ف. (1974). الأردن: مسح لخليج العقبة لأغراض الاستزراع الساحلي. منظمة الأغذية والزراعة، روما. متاح على : https://www.fao.org/4/f0474e/F0474E00.htm
جولاني، د.، وفريك، ر. (2018). قائمة التحقق من أسماك البحر الأحمر .*زووتاكسا*، 4509(1)، 1 .215–متاح على : https://doi.org/10.11646/zootaxa.4509.1.1
جوميز، ف. هـ.، بيريرا، س. ب.، تافاريس، ت. س. ل.، غارسيا، ت. م.، وسواريس، م. أو. (2023). تأثيرات تصريف محطات التحلية على العوالق النباتية والحيوانية: منظور حول المعرفة الحالية .*علوم البيئة الشاملة*، 863، 160671.
جروسوفيتش، م.، فارولكر، س.، كورين، ن.، وجال، ج. (2021). محطات التحلية لا تؤثر على تنوع أو وفرة العوالق الحيوانية على سواحل الدول المجاورة .*تحلية المياه*، 511، 115097.

جو، د.، تشين، س.، هو، ج.، وشي، ج. (2018). محاكاة المدّ الباروكليني في البحر الأحمر: مقارنة مع الرصدات .*بحوث الجيوفيزياء: المحيطات*، 123(12)، 8832 .8848–متاح على https://doi.org/10.1029/2018JC014268 :
خليج العقبة (2025). *ويكيبيديا* .متاح على https://en.wikipedia.org/wiki/Gulf_of_Aqaba :

هارميسا، هـ.، وحيودي، أ. ج.، وونغ، ك. هـ.، وإخساني، ي. ي. (2024). سلوك المعادن النزرة العالقة في الأنظمة البحرية: مراجعة . *أبحاث البيئة البحرية*، 202، 106729 .متاح على https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106729 :

هارتمان، ج.، شامير، ج.، بن-أفراهام، ز.، وآخرون. (2014). التطور التكتوني الرباعي لشمال خليج إيلات/العقبة على صدع البحر الميت التحويلي .*بحوث الجيوفيزياء: الأرض الصلبة*، 119، 9205.9183–

Hoegh-Guldberg, O., Fine, M., Al-Sawalmih, A., Ferrier-Pagès, C., Meibom, A., Ormond, R., & Voolstra, C. R. (2022). شعاب أمل خليج العقبة. متاح على https://policylabs.frontiersin.org/content/the-gulf-of-aqabas-reefs-of-hope-science-policy-paper :

حسيني، ح.، سعداوي، إ.، مهيماني، ن.، السعيدي، م.، الجمالي، ف.، الجابري، ح.، وحمدو، ر. ب. (2021). صحة البيئة البحرية في الخليج العربي: مسببات التلوث ومنهجيات التقييم مع التركيز على أنشطة التحلية .*نشرة تلوث البحار*، 164، 112085.

مؤسسة التمويل الدولية، والبنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية، وبنك التنمية الألماني (2023). رصد وفيات الطيور والخفافيش بعد إنشاء مشاريع طاقة الرياح البرية في الدول النامية.

مناطق أسماك القرش والشفنين المهمة .(2025) (ISRA) الأطلس الإلكتروني لمناطق أسماك القرش والشفنين الهامّة . https://sharkrayareas.org/

إسماعيل، ن. س. (1986). بنية مجتمعات اللافقاريات القاعية الكبيرة في الشواطئ الرملية لخليج العقبة الأردني، البحر الأحمر .*المراجعة الدولية للهيدرولوجيا العامة*، 71(2)، 225.232–

جاسم، أ.، شموط، م.، الروسان، د.، والرقاد، م. (2011). مصير حوض الديسة كمخزون استراتيجي للمياه الجوفية للدول المشتركة (الأردن والمملكة العربية السعودية). مجلة موارد المياه وحمايتها، 3، 711-714.

جينغ، م. س.، هوانغ، هـ. د.، داي، س. ف.، وآخرون (2011). تكلس الصخور الصلبة وبناء الشعاب المرجانية في المرجانيات الثمانية اللحمية سينولاريا (المرجانيات الثمانية: ألسيوناسيا). الشعاب المرجانية، 30، 925-933.

الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (2017). مسح جمع البيانات حول إدارة النفايات الصلبة في المملكة الأردنية الهاشمية.

JREDS (2023). الاسماك المحلية في العقبة - دليل سياحي. الجمعية الملكية الأردنية لحماية البيئة البحرية.
جوبسون، بي، ألينسون، تي، شيلدون، آر، فانستيلانت، دبليو، أوبل، إس، وجونز، في. آر. (2021). رصد الطيور المحلّقة المهاجرة في مسار شرق أفريقيا–أوراسيا: مراجعة وتوصيات للخطوات المستقبلية.

وكالة الأنباء الأردنية (2016).معلومات عامة عن مطمر الطفيلة.

جويداس، ت.ف.، مانوكران، س.، بورجا، أ.، ربووي، ل.، مانيكاندان، ك.ب.، أشرف، ت.ت.م، عارف، ك.م، حسين، س.أ، بيج، م.ح، شويب، م.، كريشناكومار، ب.ك، & قربان، م.أ (2021). تقييم كمي لخط الاساس في البنية القاعية الحيوانية في خليج العقبة (شمال المملكة العربية السعودية، البحر الأحمر). نشرة التلوث البحري، 164، 112028.

شراكة مناطق التنوع الحيوي الرئيسية (2025).ورقة معلومات مواقع التنوع الحيوي الرئيسي: ساحل العقبة والجبال. متاح على : https://www.keybiodiversityareas.org/site/factsheet/8202/site
مناطق التنوع البيولوجي الرئيسية (2021). ورقة معلومات: جزيرة تيران (6202)، مصر. متاح على : https://www.keybiodiversityareas.org/site/factsheet/6202/site
خلف، م. أ.، وكوتشزيوس، م. (2002). بنية مجتمعات الأسماك الساحلية والبيوجغرافيا في خليج العقبة، البحر الأحمر .*بحوث هيلغولاند البحرية*، 55، 252.284–

خلف، م.، الرّوسان، س.، والحوراني، ف .(2012) .تجمعات الأسماك في موائل الأعشاب البحرية على طول الساحل الأردني لخليج العقبة . العلوم الطبيعية(Natural Science) ، 4، 517 .525–متاح على: https://doi.org/10.4236/ns.2012.48069

خليل، م. ت.، كوكران، ج. إ. م.، وبيرومين، م. ل .(2013) .وفرة الأسماك العاشبة في شعاب البحر الأحمر الساحلية بعد حدث ابيضاض مرجاني واسع النطاق .البيولوجيا البيئية للأسماك(Environmental Biology of Fishes) ، 96، 1065.1072–

خليل، م. ت.، كوكران، ج. إ. م.، وبيرومين، م. ل .(2013) .وفرة الأسماك العاشبة في شعاب البحر الأحمر الساحلية بعد حدث ابيضاض مرجاني واسع النطاق .البيولوجيا البيئية للأسماك(Environmental Biology of Fishes) ، 96، 1065.1072–

خلف، م. أ .(2015) .مراجعة التشريعات والاستراتيجيات والسياسات وخطط الإدارة لقطاع مصايد الأسماك في دول الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن (الأردن). مشروع الإدارة الاستراتيجية للنظم البيئية – PERSGA/GEF.
خوري، ف .(2017) .الهجرة الربيعية للطيور المحلّقة فوق مرتفعات جنوب غرب الأردن: أنماط الطيران والانعكاسات المحتملة على تطوير مزارع الرياح .ساندغروس(Sandgrouse) ، 39.

كيلّام، د.، النجّار، ت.، وكلافام، م .(2021) .نمو المحار العملاق في خليج العقبة أسرع مقارنةً بالسكان الأحفوريين .وقائع الجمعية الملكية ب(Proceedings of the Royal Society B) ، 288، 20210991.

كوخمان، ن.-ر.، وفاين، م .(2025) .خليج العقبة كملجأ حراري: رؤى من أربع سنوات من موجات حر بحرية متصاعدة .البيئة الشاملة (Science of The Total Environment)، 1000، 180463.

كوخمان-جينو، ن. ر.، وفاين، م .(2023) .يُظهر المرجان البنّاء للموائل قدرة على الصمود أمام أشد موجة حر بحرية سُجلت في خليج العقبة . فرونتيرز في العلوم البحرية(Frontiers in Marine Science) ، 10، 1215567.

لايولو، ل.، باراوسي، أ.، دوبنسكي، ز.، بالميري، ل.، غوفريدو، س.، كامينير، ي.، إيلوز، د .(2014) .ديناميكيات العوالق النباتية في خليج العقبة (إيلات، البحر الأحمر): دراسة محاكاة لتأثيرات الاستزراع البحري .نشرة التلوث البحري(Marine Pollution Bulletin) ، 86(1)، 481–493.

لوكين، و. ج. ف.، فيرناند، ل.، علي، ت. س.، أندريس، أ.، أنطونبولّو، م.، بيرت، ج. أ.، ... شيهان، د .(2021) .هل يتوافق تطوير التحلية مع التنمية المستدامة للخليج العربي؟ نشرة التلوث البحري(Marine Pollution Bulletin) ، 173، 112940.

لايف إنترناشيونال .(2025) ورقة معلومات الموقع: ساحل العقبة والجبال.
محاسنة، م. أ. (2017). جودة المياه الجوفية في حوض الديسة في جنوب الأردن. المجلة الأمريكية لموارد المياه، 5(5)، 152-161.
مناصرة، ر.، زيدة، م.، العجيلي، ف.، والروسان، س. (2006). الدورة في خليج العقبة (البحر الأحمر) خلال فصل الشتاء - مقارنة بين نتائج القياسات على متن السفن والقياسات الراسية. مجلة علوم المحيطات، 62، 89-100.
مناصرة، ر.، أبو هلال، ع.، ورشيد، م. (2007). التغيرات الموسمية في خصائص المياه والتيارات في أقصى شمال خليج العقبة، البحر الأحمر. مؤتة للبحوث والدراسات، 22(4)، 11-30.
مناصرة، ر.، أبو هلال، ع.، ورشيد، م. (2019). الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه البحر في خليج العقبة والبحر الأحمر. في: رسول، ن.، وستيوارت، إ. (محرران)، الجوانب المحيطية والبيولوجية للبحر الأحمر (ص. 41–73). سبرنجر. متاح على: https://doi.org/10.1007/978-3-319-99417-8_3
مانشيني، أ.، الصادق، إ.، ماجدت، أ. ن.، والعلواني، ن. (2015). السلاحف البحرية. في: البحر الأحمر - تكوين، مورفولوجيا، علم المحيطات، وبيئة حوض محيطي حديث النشأة (ص. 551-565).
سبرينغر إيرث. مان، هـ. ف.، وايلدرمان، ن. إي.، فو، س.، باريوس-جاريدو، هـ.، شيمادا، ت.، بلوما، ن.، ودوارتي، س. م. (2024). تتبع السلاحف الخضراء يقود إلى اكتشاف موارد الكربون الأزرق في الأعشاب البحرية. وقائع الجمعية الملكية ب، 291: 20240502.

فرقة عمل المناطق المحمية للثدييات البحرية (MMPATF). المناطق المهمة للثدييات البحرية (IMMA): المناطق البحرية الهامة للثدييات البحرية :(IMMA) جزر البحر الأحمر الشمالية. متاح على: https://www.marinemammalhabitat.org/factsheets/northern-red-sea-islands/

محطة العلوم البحرية(2018) (MSS) . التقييم البيئي للساحل الأردني لخليج العقبة، البحر الأحمر لعام MSS2018 .، العقبة.

محطة العلوم البحرية(2020) (MSS) . التقييم البيئي للساحل الأردني لخليج العقبة، البحر الأحمر لعام MSS2020 .، العقبة.

محطة العلوم البحرية(2021) (MSS) . التقييم البيئي للساحل الأردني لخليج العقبة، البحر الأحمر لعام MSS2021 .، العقبة. (تقرير غير منشور)

محطة العلوم البحرية، العقبة(2024) . التقييم البيئي للساحل الأردني لخليج العقبة، البحر الأحمر لعام MSS2024 .، العقبة.

وزارة الزراعة(1993) (MoA) . المشروع الوطني لخريطة التربة واستخدامات الأراضي: تربة الأردن. خدمات الصيد التقنية المحدودة ومركز مسح التربة وأبحاث الأراضي. المجلد 2(1). متاح على: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1485025

وزارة البيئة(2014) (MoEnv) . التقرير الوطني الخامس للأردن حول تنفيذ اتفاقية التنوع البيولوجي. متاح على: https://www.cbd.int/doc/world/jo/jo-nr-05-en.pdf

وزارة البيئة(2020) (MoEnv) . قانون إطاري إدارة النفايات رقم 16 لسنة 2020. متاح على: https://www.moenv.gov.jo

وزارة البيئة(2020) (MoEnv) . خطة العمل الوطنية للنمو الأخضر لقطاع النفايات 2021–2025. متاح على: https://www.moenv.gov.jo/20022_jordan_waste_v02_rc_web.pdf

وزارة البيئة(2025) (MoEnv) . تقارير رصد نوعية الهواء السنوية. متاح على : https://moenv.gov.jo/EN/List/Surrounded_Air_Quality_Reports

وزارة السياحة والآثار(2025) (MoTA) . المراجعات الفصلية للسياحة. متاح على : https://www.mota.gov.jo/EN/List/Tourism_Quarterly_Review

وزارة المياه والري(2021) (MWI) . حقائق وأرقام قطاع المياه في الأردن لعام 2020. متاح على : https://www.mwi.gov.jo/ebv4.0

مورغان، ج. (2004). مراجعة قطرية: الأردن. منظمة الأغذية والزراعة، قسم سياسات وتخطيط مصايد الأسماك. متاح على : https://www.fao.org/4/a0477e/a0477e

مورغان، ج (2006) .مراجعة قطرية: الأردن. في: دي يونغ، س. (محرر)، مراجعة حالة إدارة مصايد الأسماك البحرية العالمية: المحيط الهندي .FAO Fisheries Technical Paper No. 488. متاح على: https://www.fao.org/4/a0477e/a0477e00.htm

وزارة المياه والري والمعهد الفيدرالي الألماني للجيولوجيا والموارد الطبيعية(2019) . تقييم موارد المياه الجوفية في الأردن 2017. متاح على: https://www.bgr.bund.de/EN/Themen

نجيب، س.، خان، ر. أ. أ.، دينغ، ش.، وو، س .(2025) .محركات وعواقب التدهور في نظم الشعاب المرجانية والجزر الاستوائية: استراتيجيات الاستعادة والحفظ .فرونتيرز في العلوم البحرية(Frontiers in Marine Science) ، 12:1518701 .متاح على : https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1518701

نومان، م. س.، ريشتر، س.، موت، س.، الزبدة، م.، مناصرة، ر.، وايلد، س .(2012) .ميزانية الكربون العضوي المشتق من المرجان في شعاب مرجانية حافية بخليج العقبة، البحر الأحمر .مجلة نظم المحيطات(Journal of Marine Systems) ، 108105–، 20–29.متاح على: https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.05.007 :

نيلمز، س. إ.، دانكان، إ. م.، برودريك، أ. س.، جالاوي، ت. س.، جودفري، م. هـ.، هامان، م.، ... جودلي، ب. ج .(2016). البلاستيك والسلاحف البحرية: مراجعة ودعوة للبحث .مجلة ICES للعلوم البحرية(ICES Journal of Marine Science) ، 73(2)، 165–181.متاح على: https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv165 :

نولان، م. ك. ب.، ماركيس، ف.، بوركيس، س. ج.، أوحسين، م.، خير الدين، م.، تيررانيو، ت. إ.، بنزوني، ف .(2024) .نماذج ملاءمة الموائل تكشف عن انتشار واسع لهياكل الشعاب المرجانية الدافئة العميقة في البحر الأحمر .الاتصالات: الأرض والبيئة (Communications Earth and Environment)، 5(1)، 1 .14–متاح على: https://doi.org/10.1038/s43247-024-01830-9 :

Notarbartolo di Sciara, G., Kerem, D., Smeenk, C., Rudolph, P., Cesario, A., Costa, M., Elasar, M., Feingold, D., Fumagalli, M., Goffman, O., Hadar, N., Mebrathu, Y. T., & Scheinin, A (2017). حيتانيات البحر الأحمر. سلسلة CMS الفنية 33، 86 ص.

عودة، ت.، بولاد، ن.، عابد، ع.، أبو يحيى، ع.، خريس، ن.، وأبو جابر، ن. (2017). تأثير الجيولوجيا على تصنيف المناظر الطبيعية في الأردن: الفهم النظري والآثار التخطيطية. مجلة الأرض، 6(3)، 51. متاح على: https://doi.org/10.3390/land6030051 :

باناغوبولوس، أ.، وهارالمبوس، ك.-ج. (2020). الآثار البيئية لتحلية المياه ومعالجة المحلول الملحي - التحديات وإجراءات التخفيف. نشرة التلوث البحري، 161، 111773. متاح على: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111773 :

بيترسن، ك. ل.، بايتان، أ.، راهاف، هـ.، ليفي، أ.، سيلفرمان، ج.، بارزيل، أ.، بار-زئيف، هـ. (2018). تأثير المحلول الملحي ومضادات الترسب على الشعاب المرجانية في خليج العقبة - الآثار المحتملة لمحطات تحلية المياه. أبحاث المياه، 144، 183-191. متاح على : https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.07.009

بورتر، ر. (2005). هجرة الطيور المحلقة في الشرق الأوسط وشمال شرق أفريقيا: مواقع الاختناق. في: إدماج حماية الطيور المهاجرة المحلقة في القطاعات الإنتاجية الرئيسية على طول مسار وادي الصدع/البحر الأحمر. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.(UNDP)

باول، ج. هـ.، عابد، أ. م.، ولي نيندر، ي. م. (2014). طبقات العصر الكمبري في الأردن. جيوأرابيا، 19(3)، 81-134. متاح على : https://pubs.geoscienceworld.org/gpl/geoarabia/article/19/3/81/567025

برات، إي. أ. ل.، بيهيريجاراي، ل. ب.، فرويت، ب.، تيزانوس-بينتو، ج.، بيلجمان، ك.، زاناردو، ن.، دياز-أغيري، ف.، سيكي، إي. ر.، فريتاس، ت. ر. أو.، ومولر، ل. م. (2023). التباعد الجينومي وتطور الأنماط البيئية لدى دلافين الأنف الزجاجي (Tursiops). علم الأحياء الجينومي والتطور، 15(11). متاح على: https://doi.org/10.1093/gbe/evad199

برينسن، هـ.، بوير، ج.، بيرس، ن.، وسمالي، ج. (2011). مراجعة الصراع بين الطيور المهاجرة وشبكات الطاقة الكهربائية في المنطقة الأفريقية-الأوراسية. السلسلة التقنية لاتفاقية الأنواع المهاجرة (CMS).

برينسن، هـ.، سمالي، ج. ج.، بيرس، ج.، وبيرس، ن. (2012). إرشادات حول كيفية تجنب أو تخفيف تأثير شبكات الطاقة الكهربائية على الطيور المهاجرة في المنطقة الأفريقية-الأوراسية. إرشادات الحفاظ على الطيور المهاجرة رقم 14.

بوركيس، س. ج.، وآخرون (2022). اكتشاف برك المياه المالحة العميقة في مشروع نيوم بخليج العقبة. مجلة اتصالات الأرض والبيئة، 3، 176. متاح على: https://doi.org/10.1038/s43247-022-00587-2

رشيد، م.، الترابين، خ.، وبدران، م. (2012). مراقبة جودة المياه على المدى الطويل في موقع صناعي شمال خليج العقبة، البحر الأحمر. مجلة علوم البحار المتوسطية، 13(2)، 250-258. متاح على: https://doi.org/10.12681/mms.305

مركز الصليب الأحمر والهلال الأحمر للمناخ (2024). نبذة عن دولة الأردن. متاح على: https://www.climatecentre.org/wp-content/uploads/RCCC-Country-profiles-Jordan-2024_final.pdf

ريس، أ. ف.، الزبدة، م. ك.، والبلبيسي، أ. (2025). المسح الوطني الأردني لإمكانية تعشيش السلاحف البحرية. تقرير غير منشور، 102.

ري-سانشيز، أ. س.، وآخرون (2017). التبخر وتدفقات ثاني أكسيد الكربون في الشعاب المرجانية الساحلية في خليج العقبة. سواحل الأنثروبوسين، 1(2)، 179-195. متاح على: https://doi.org/10.1139/anc-2017-0008

ريتشاردسون، ل. إي.، غراهام، ن. أ. ج.، وهوي، أ. س. (2017). بنية الموائل متعددة المقاييس، مدفوعة بتركيبة أنواع المرجان في الشعاب المرجانية الاستوائية. التقارير العلمية، 7، 7557. متاح على: https://doi.org/10.1038/s41598-017-08109-4

روث، ف.، سالمان، ف.، تومسون، ت.، كوكر، د. ج.، فيلالوبوس، ر.، جونز، ب. هـ.، وكارفالو، س. (2018). تدهور الشعاب المرجانية يؤثر على إمكانية تعافيها بعد الاضطراب. أبحاث البيئة البحرية، 142، 48-58. متاح على: https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.09.022

رؤيا نيوز (2025). تقرير إخباري. متاح على: https://en.royanews.tv/news/64745

شاهين، ف.، بات، ل.، إديجر، د.، والنجار، ت. (2022). الوضع البيئي والجغرافي النباتي وتركيبة الأنواع للعوالق النباتية في خليج العقبة (البحر الأحمر). مجلة جامعة الملك سعود للتاريخ والآثار، 25(3)، 606-616. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.904437

سلامة، هـ.، والعلمي، هـ. (2021). قطاع المياه في الأردن: قضايا مُقلقة ومستقبل. مجلة علوم الأرض وحماية البيئة، 9، 100-117. متاح على الرابط: https://www.scirp.org/journal

الصرايرة، و.، والصرايرة، أ. (2021). دراسة تقييم وملاءمة مكبات النفايات في الأردن، الكرك، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. المجلة الدولية لعلوم الجيومعلوماتية، 17(3)، 57-67. متاح على الرابط: https://eacademic.ju.edu.jo/h.alsarayrah/Lists/Published

SCOR (2023). مفاجأة في خليج العقبة: مدخلات الغبار الكثيفة ليست مصدرًا للمعادن النزرة في مياه البحر. متاح على الرابط: https://www.geotraces.org/surprise-in-the-gulf-of-aqaba/

التراث الطبيعي الاسكتلندي (2017). طرق مسح الطيور الموصى بها لتقييم أثر مزارع الرياح البرية (الإصدار 2).

سينجوبتا، س.، جيلدور، هـ.، وأشكنازي، ي. (2024). الاحترار المعتمد على العمق في خليج إيلات (العقبة). التغير المناخي، 177، 107. متوفر على الرابط: https://doi.org/10.1007/s10584-024-03765-8

سبار، ر.، ستارك، هـ.، وليختي، ف. (1998). استراتيجيات هجرة طيور الباشق الشامية: تقليل الوقت أم الطاقة؟ سلوك الحيوان، 56، 1185-1197.

ستارك، هـ.، وليختي، ف. (1993). هل تهاجر طيور الباشق الشامية (Accipiter brevipes) ليلًا؟ أبو منجل، 135، 233-236.

مضيق تيران (2025). ويكيبيديا. متاح على: https://en.wikipedia.org/wiki/Straits_of_Tiran

سايمز، أ.، تايلور، ج.، مالون، د.، بورتر، ر.، سيمز، س.، وباد، ك. (2017). حالة الحفظ وتوزيع الطيور المتكاثرة في شبه الجزيرة العربية. الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة.

سفيانوس، س. س.، وجونز، و. إي. (2003). دراسة من نموذج مناخ المحيطات والغلاف الجوي لدورة مياه البحر الأحمر: 2. دورة مياه ثلاثية الأبعاد. مجلة البحوث الجيوفيزيائية: المحيطات، 108(C3)، 3066. متاح على: https://doi.org/10.1029/2001JC001185

شركة استشارات التنوع الحيوي (TBC) (2024). الفحص السريع لمخاطر التنوع الحيوي ومراجعة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع تحلية ونقل مياه العقبة-عمان (الأردن).

شركة استشارات التنوع الحيوي (TBC) (2025). المشروع: مشروع نقل وتحلية مياه العقبة-عمان (الناقل الوطني): تقرير مسح الطيور المرحلي لخط النقل الهوائي بين العقبة وعمان (خريف 2025).

شركة استشارات التنوع الحيوي (TBC) (2025). المشروع: مشروع نقل وتحلية مياه العقبة-عمان (الناقل الوطني): تقرير مسح الطيور لخط النقل الهوائي بين العقبة وعمان (2025).

شركة استشارات التنوع الحيوي (TBC) (2025). المشروع: مشروع نقل وتحلية مياه العقبة-عمان (الناقل الوطني): تقييم الموائل البرية الحرجة.

شركة تيترا تيك الدولية للتنمية (TTID) (2022). التقرير النهائي لدراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع تحلية ونقل مياه العقبة-عمان (الناقل الوطني). متوفر على الرابط: https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/psd/53620

شركة تيترا تيك الدولية للتنمية (TTID) (2025). تقييم أولي للمخاطر وتقييم الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع تحلية ونقل مياه العقبة-عمان (الناقل الوطني) (الأردن) - تقييم شامل للأثر البيئي والاجتماعي لعنصر الطاقة المتجددة. متوفر على الرابط: https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/psd/53620

ثاكستر، س. ب.، بوكانان، ج. م.، كار، ج.، بوتشارت، س. هـ. م.، نيوبولد، ت.، جرين، ر. إي.، توبياس، ج. أ.، فودين، و. ب.، أوبراين، س.، وبيرس-هيغينز، ج. و. (2017). كشف تقييم قائم على السمات عن مدى تأثر أنواع الطيور والخفافيش عالميًا بوفيات الاصطدام في مزارع الرياح. وقائع الجمعية الملكية ب: العلوم البيولوجية، 284، 20170829. متوفر على الرابط: https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829

مجموعة البنك الدولي (2025) بوابة المعرفة المناخية. لمحة عامة عن الأردن. متوفر على الرابط: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/jordan

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2015). حالة بيئة الساحل، تقرير عن العقبة. سلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة؛ كلية العلوم البحرية، الجامعة الأردنية، فرع العقبة.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2019). تقييمات أساسية لإدارة النفايات الصلبة في شمال وجنوب الأردن.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي/محمية العقبة البحرية (2023). خطة إدارة محمية العقبة البحرية 2022-2026. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2024). التقرير السنوي لبرنامج الشعاب المرجانية المرنة في خليج العقبة لعام 2024. متاح على الرابط: https://mptf.undp.org

اليونسكو (2023). محمية العقبة البحرية. متاح على الرابط: https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6630/

جمعية إعادة استخدام المياه (2011). مداخل محطات تحلية المياه - الاصطدام والانجراف: الآثار والحلول. 23 صفحة. متاح على الرابط: https://www.researchgate.net/Desalination-Plant-Intakes

يوفال، ب.، سوداي، ل.، وزيف، ي. (2014). وفرة وتنوع الكائنات البحرية الهولوثورويدية في الموائل الضحلة في شمال البحر الأحمر. مجلة الأحياء البحرية، 2014. متاح على الرابط: https://doi.org/10.1155/2014/631309

الملاحق

الملحق 6-1: تقييم الموائل البرية الحرجة

الملحق 6-2: تقييم الموائل البحرية الحرجة

الملحق 6-3: تقرير خط أساس المسح البري

الملحق 6-4: تقرير مسح خط الأساس البحري

الملحق 6-5: الطيور التي يُحتمل وجودها في منطقة دراسة تقييم الأثر البيئي والاجتماعي

الملحق 6-6: تقرير مسح الطيور الخريفي

الملحق 6-7: جدول الأنواع التي تم تحديدها خلال المسح الأساسي البيئي البري

الملحق 6-8: تقرير خط الأساس للطيور - خط النقل الهوائي (OHTL)

الملحق 6-9: التقرير السنوي لمسح الطيور - خط النقل الهوائي (OHTL)

الملحق 6-10: التقرير المرحلي لمسح الطيور - خط النقل الهوائي (OHTL) (ربيع 2025)

الملحق 6-11: تقرير المسح الأساسي البيئي البري (Eco Consult)

الملحق 6-12: تقرير مسح الطيور