مبادرة القرم أبوظبي
Abu Dhabi Mangrove Initiative

هيئة البيئة - أبوظبي
Environment Agency - ABU DHABI

بالشراكة مع:

الإمارات العربية المتحدة
وزارة التغير المناخي والبيئة

WWF
جمعية الإمارات للطبيعة

الدليل الإرشادي لإعادة تأهيل أشجار القرم في دولة الأمارات العربية المتحدة

© هيئة البيئة - أبوظبي، وزارة التغير المناخي والبيئة بدولة الإمارات العـربية المتحدة، جمـعية الإمارات للطبيعة -الصندوق العالمي للطبيعة، 2024.

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو تخزينه في نظام استرجاع أو نقله بأي شكل أو بأي وسيلة، إلكترونية أو إلكتروستاتيكية أو على شريط مغناطيسي أو ميكانيكي أو تصوير أوعن طريق التسجيل أو المسح الضوئي أو غير ذلك، دون إذن كتابي من الناشر.

الصور الفوتوغرافية: حقوق الصور الفوتوغرافية ملك لهيئة البيئة – أبوظبي، جمـعية الإمارات للطبيعة بالتعاون مع الصندوق العـالمي للطبيعة – وزارة التغير المناخي والبيئة بدولة الإمارات العـربية المتحدة و دستانت إيمجري سولوشنز "Distant Imagery Solutions".

الدليـل الإرشـادي
لإعـادة تأهيل أشجار القرم
في دولة الأمارات العـربية المتحدة

UNITED ARAB EMIRATES
MINISTRY OF CLIMATE CHANGE
& ENVIRONMENT

بذة عن
وزارة التغير المناخي والبيئة

أُنشئت وزارة التغير والمناخي والبيئة في فبراير عام 2006 تحت مسمى «وزارة البيئة والمياه». وتم اعتماد مسماها الجديد في فبراير 2016 خلال التشكيل الوزاري الجديد بعد إضافة ملف التغير المناخي لمسؤولياتها السابقة. وتقود الوزارة جهود الدولة في مواجهة التغيرات المناخية، وتحقيق أهداف النسخة الثالثة من التقرير الثاني للمساهمات المحددة وطنياً، من خلال خفض الانبعاثات بنسبة 40% وفق سيناريو الوضع الاعتيادي للأعمال بحلول 2030، وتحقيق الحياد المناخي للإمارات بحلول 2050 بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة.

وتتمثل رؤية الوزارة في الوصول إلى أمن غذائي وبيئي مستدام، وتتبنى نهج الحياد المناخي وحماية النظم البيئية وتنميتها، وتعزيز الأمن الغذائي والمائي لضمان تنمية مستدامة. وتترجم الوزارة ذلك من خلال جهود خفض الانبعاثات في كل القطاعات في الإمارات، والاستثمار في الزراعة وتنمية أنظمة الغذاء المستدامة، والارتقاء ببرامج الصحة البيئية، والمحافظة على التنوع البيولوجي وتعظيم الاستفادة من خدمات النظم الإيكولوجية.

للمزيد من المعلومات، يرجى إرسال أي استفسارات إلى البريد الإلكتروني التالي:
info@moccae.gov.ae

هـيـئـة الـبـيـئـة - أبـوظـبـي
Environment Agency - ABU DHABI

نبذة حول
هيئة البيئة – أبوظبي

تلتـزم هيئـة البيئـة - أبـوظبي، التـي تأسسـت فـي عـام 1996، بحمايـة وتعزيـز جـودة الهـواء، والميـاه الجوفيـة بالإضافـة إلـى حمايـة التنـوع البيولوجـي فـي النظـم البيئيـة الصحراويـة والبحريـة فـي إمـارة أبوظبي. ومن خلال الشـراكة مع جهات حكومية أخرى، والقطاع الخاص والمنظمات غير الحكومية، والمنظمات البيئية العالمية، تعمل الهيئة على تبني أفضل الممارسات العالمية، وتشـجيع الابتكار والعمل الجاد لاتخاذ تدابير، وسياسات فعالة. كما تسـعى لتعزيز الوعي البيئي، والتنمية المسـتدامة، وضمـان اسـتمرار إدراج القضايا البيئيـة ضمـن أهم الأولويـات في الأجنـدة الوطنية.

عن جمعية الإمارات للطبيعة

تقود جمعية الإمارات للطبيعة الخيرية المعنية بالبيئة تنفيذ اثنين من مشاريع الحلول القائمة على الطبيعة متعددة الأطراف بنجاح في دولة الإمارات العربية المتحدة.

يركز مشروع الحلول الطبيعية الرائد على الحماية الشاملة واستعادة وإدارة النظم البيئية الساحلية للكربون الأزرق، بما في ذلك أشجار القرم والأعشاب البحرية والمستنقعات المالحة، لإطلاق العنان لفوائد متعددة للمناخ والتنوع البيولوجي والإنسان، وبتمويل من بنك HSBC الشرق الأوسط، كجزء من شراكة حلول المناخ التي تهدف إلى تعزيز الحلول المبتكرة للطبيعة والمناخ، فإن المشروع عبارة عن شراكة بين وزارة التغير المناخي والبيئة، ووزير الاقتصاد، وهيئة البيئة - أبوظبي، وحكومة أم القيوين، وجمعية الإمارات للطبيعة، والمركز الدولي للزراعة الملحية.

كما تعد جمعية الإمارات للطبيعة جزءًا من تحالف كوكب لا يقدر بثمن، المبادرة الدولية التي أطلقتها ماستركارد بالتعاون مع Conservation International the World Resources Institute لاستعادة 100 مليون شجرة على مستوى العالم من خلال 19 مشروعاً في عدد من البلدان من ضمنها مدغشقر، وكينيا، ودولة الإمارات، وغيرهم. وباعتبارها شريك التنفيذ المحلي، تقود جمعية الإمارات للطبيعة استعادة أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة بدعم من حكومة أم القيوين وبلدية عجمان وهيئة البيئة والمحميات الطبيعية في الشارقة.

المحتويات

مقدمة 14

شكر وتقدير 21

1. مـقدمـة 23

1.1. خلفية عامة: النظم البيئية لأشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة 27

1.2. أهداف إعادة تأهيل أشجار القرم والمحافظة عليها في الإمارات العربية المتحدة 28

1.3. الغرض من هذا الدليل الإرشادي ونطاقه 30

2. المراحل الرئيسية للتخطيط لإعادة تأهيل أشجار القرم 33

2.1 التخطيط لمشروع إعادة تأهيل ناجح 34

2.2 المرحلة الأولى: تقييم احتياجات إعادة التأهيل واختيار الموقع 36

2.3 المرحلة الثانية: تطوير خطة لإدارة إعادة تأهيل أشجار القرم 41

2.4 المرحلة الثالثة: التنفيذ 45

2.5 المرحلة الخامسة: مسوح خط الأساس والرصد 54

3. التوصيات الأخيرة والبحوث المستقبلية 61

مُـلحـقات 65

الملحق أ: إعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة – دراسة حالة 66

الملحق ب: منهجية وقت الغمر 72

الملحق ج: السهول الطينية 73

الملحق د: ظروف التربة والمياه 74

المراجع 75

قراءات إضافية (روابط مصادر المعرفة) 78

قائمة الأشكال

شكل 1.1: النهج الموصى به لإعادة تأهيل وإدارة المنظومة البيئية 25

شكل 1.2: المنظومة الساحلية الصحية المترابطة التي تمثل إمارة أبوظبي..... 26

شكل 1.3: التغيرات التاريخية في غطاء القرم في الإمارات العربية المتحدة. نمو غطاء أشجار القرم نتيجة لبرامج الزراعة التي تمت في السنوات العشرين الأخيرة..... 29

شكل 1.4: تمثيل أشجار القرم الصحية في جزيرة بوطينة، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة..... 31

شكل 2.1: شكل تخطيطي لمزرعة قرم ناجحة (أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة)..... 34

شكل 2.2: منهجية التخطيط لمشروع إعادة تأهيل أشجار القرم 35

شكل 2.3: صور بالأقمار الاصطناعية لكل سيناريو على مدار فترتين حيث يمكن التفكير في إعادة التأهيل أو قد تكون إعادة التأهيل قد تمت بالفعل.المصدر: جوجل ايرث (Maxar Technologies, Landsat/Copernicus) 40

شكل 2.4: خطوات تأسيس المشتل من جمع البذور إلى زراعة الشجيرات 49

شكل 2.5: شكل تمثيلي عام لخطوات العمل في مشتل لأشجار القرم..... 50

شكل 2.6: غرس شجيرات تم إكثارها في المشتل 53

شكل 2.7: ملخص توقيتات إعادة التأهيل والرصد 57

شكل أ.1: فريق جمعية الإمارات للطبيعة يجري مسوحات خط الأساس في أم الق.يوين 69

شكل أ.2: زراعة أشجار القرم قي أم القيوين..... 70

شكل أ.3: لقطات من أنشطة الرصد في أم القيوين..... 71

شكل ج.1: من المرجح أن تكون السهول الطينية المحيطة بغابات القرم الكثيفة مناطق مهمة للطيور المائية 73

قائمة الجداول

جدول 2.1: مقارنة طرق إعادة التأهيل من حيث الحالة وتكلفة التشغيل ومعدلات النجاح 36

جدول 2.2: المعايير ذات الأولوية المرتفعة لتقييم مناسبة الموقع لإعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة 37

جدول 2.3: المعايير متوسطة الأولوية لتقييم مدى مناسبة الموقع لإعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة 38

جدول 2.4: معايير منخفضة الأولوية لتقييم مناسبة الموقع لإعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة 38

جدول 2.5: الأماكن التي يجب تجنب غرس أشجار القرم بها 41

جدول 2.6: طرق التدخل الموصى بها اعتمادًا على ظروف الموقع 42

جدول 2.7: قائمة مراجعة موصى بها لخطط إعادة تأهيل أشجار القرم 42

جدول 2.8: منهجيات تقييم الهيدرولوجيا والفترات المائية في مواقع إعادة التأهيل 46

جدول 2.9: مقارنة بين مشاتل القرم في المناطق التي لا يصلها المد والمناطق التي لا يصلها المد..... 48

جدول 2.10: ملخص لجمع البيانات الموصى بها 55

جدول 2.11: ملخص أنشطة الرصد الرئيسية..... 58

جدول2.12: عض الآفات والأمراض الشائعة التي يمكن أن تؤثر في أشجار القرم الرمادي (*Avicennia marina*) 59

جدول 3.1: موضوعات البحث ذات الأولوية التي تم تحديدها للنظم البيئية لأشجار القرم في دولة الإمارات 63

جدول أ.1: معايير اختيار الموقع 67

جدول أ.2:مثال مبسط لمصفوفة اختيار الموقع 68

جدول أ.3: البيانات التي تم جمعها من مسح خط الأساس..... 69

جدول ب.1: طرق تقييم أوقات الغمر..... 72

جدول د.1: ملخص الخصائص الفيزيائية الحيوية للنمو الأمثل لنبات القرم الرمادي 74

مقدمة

إن جهود حماية أشجار القرم والحفاظ عليها، واستصلاح وإعادة تشجير غاباتها، تعتبر عملية معقدة تتطلب استراتيجيات ومنهجيات علمية، ما يعكس ضرورة اعتماد مجموعة من الإرشادات الفنية كمرجعية لهذه الجهود. وفي ضوء ذلك، تبرز أهمية إطلاق هذا الدليل الإرشادي الذي سيدعم التزام الإمارات بزيادة مساحات الغطاء الأخضر المكوّن من غابات القرم، وتمكين الأطراف المعنية من المساهمة في ذلك وفقاً لآلية دقيقة ومستدامة.

سعادة الدكتورة آمنة بنت عبدالله الضحّاك
وزيرة التغير المناخي والبيئة

يسرني اليوم أن أكشف عن الدليل الإرشادي حول "إعادة استصلاح وتشجير مساحات القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة". ويعتبر الدليل نتاج الجهود المشتركة لوزارة تغير المناخي والبيئة؛ وهيئة البيئة – أبوظبي؛ وجمعية الإمارات للطبيعة بالتعاون مع الصندوق العالمي للطبيعة. ويعكس الدليل التزام هذه الجهات بتعزيز النظم البيئية المزدهرة لأشجار القرم في دولة الإمارات. وبالارتكاز إلى أفضل الممارسات العالمية والأبحاث العلمية، يقدم الدليل إرشادات لتنفيذ مشاريع ناجحة لاستصلاح مساحات أشجار القرم في الإمارات وتحديد أنجع السبل لتعزيز المكاسب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لغابات القرم.

تمثل غابات القرم إحدى الركائز الأساسية لمنظومة التنوع البيولوجي الساحلي والبحري في الإمارات، وتعتبر إحدى الحلول الرئيسية لمكافحة تداعيات التغير المناخي. إذ تلعب هذه الغابات دوراً حيوياً في حماية النظم البيئية البحرية وتعمل كخزانات طبيعية للكربون، إذ تخزن غابات القرم الساحلية الكثيفة الكربون بمعدلات أكبر من الغابات الاستوائية المطيرة بمعدل يصل إلى 400%، ما يجعل من حلول تنمية القرم أحد أهم ركائز "استراتيجية الإمارات للحياد المناخي 2050". وتتعدد الفوائد البيئية لأشجار القرم إذ توفر مواقع مثالية لتكاثر الكائنات البحرية، حيث تعتمد 80% من أسماك العالم على نظم القرم البيئية.

وإدراكاً منها لأهمية التوسع مساحات غابات القرم، بدأت دولة الإمارات العربية المتحدة خطة لزراعة 100 مليون شجرة قرم بحلول العام 2030. وفي حين تم الإعلان عن الخطة خلال مؤتمر الأطراف COP26، فقد عززت الإمارات خلال العام التالي في COP27، التزامها بزيادة مساحات غابات القرم من خلال إطلاق "تحالف القرم من أجل المناخ" بالشراكة مع جمهورية إندونيسيا. ويهدف التحالف إلى دعم جهود توسيع مساحات غابات القرم لصالح المجتمعات داخل الإمارات وحول العالم، وذلك باعتبارها أحد الحلول القائمة على الطبيعة لمواجهة تغير المناخ.

وفي مايو من هذا العام، تم وضع حجر الأساس لمركز "محمد بن زايد - جوكو ويدودو" لأبحاث القرم في بالي، إندونيسيا. وفور عمله، سيجري المركز المزيد من الأبحاث في زراعة أشجار القرم، وتعزيز دورها كمصدر طبيعي للكربون وتعزيز الحلول القائمة على الطبيعة للعمل المناخي، إضافة إلى إجراء البحوث لتحسين الموائل الساحلية وتعزيز التنوع البيولوجي. كما سيعمل المركز على تعزيز تبادل المعرفة في مجال تطوير أشجار القرم مع بلدان مختلفة للتعويض عن الخسارة العالمية لهذا الكنز البيئي.

إن جهود حماية أشجار القرم والحفاظ عليها، واستصلاح وإعادة تشجير غاباتها، تعتبر عملية معقدة تتطلب استراتيجيات ومنهجيات علمية، ما يعكس ضرورة اعتماد مجموعة من الإرشادات الفنية كمرجعية لهذه الجهود. وفي ضوء ذلك، تبرز أهمية إطلاق هذا الدليل الإرشادي الذي سيدعم التزام الإمارات بزيادة مساحات الغطاء الأخضر المكوّن من غابات القرم، وتمكين الأطراف المعنية من المساهمة في ذلك وفقاً لآلية دقيقة ومستدامة.

وقد حرصنا على دعم هذا الدليل بالبيانات والتحليلات والمعلومات القيّمة بما يحقق تطلعات الجهات المعنية لتنفيذ مشاريع استصلاح وإعادة تشجير مساحات القرم، وفقاً لآلية تتسم بالكفاءة والفاعلية على صعيدي الأثر البيئي والتكاليف، بما يسهم في تحقيق نتائج إيجابية إلى جانب ضمان ألا تتداخل هذه المشاريع مع الموائل والبيئات الطبيعية القائمة، أو تؤثر سلباً على مساحات القرم الحالية.

وختاماً، آمل أن يشكل هذا الدليل الإرشادي أداة قيمة لكافة الجهات الحكومية والمنظمات غير الحكومية ومجموعات العمل المجتمعية والشركات والمستثمرين الساعين إلى تنفيذ برامج لاستصلاح وتشجير مساحات القرم في دولة الإمارات سواء عبر العمل المباشر أو التمويل. وبينما أتوجه بجزيل الشكر لكافة شركائنا على تعاونهم لإعداد هذا الوثيقة، فإنني أدعو كافة الجهات المعنية لاتباع هذه الإرشادات لتعزيز المساحات المزروعة بالقرم في دولة الإمارات والمساهمة في رؤية قيادتنا الرشيدة لتحقيق أهداف الاستدامة في دولتنا الحبيبة.

مقدمة

تعتبر غابات القرم موائل فريدة من نوعها لأنها تعمل كحلول قائمة على الطبيعة لمواجهة الآثار السلبية العميقة لتغير المناخ. ويرجع ذلك إلى قدرتها على عزل واحتجاز الكربون، وهو أمر مهم بشكل خاص بالنظر إلى تحديات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وارتفاع درجات الحرارة العالمية.

سعادة الدكتورة شيخة سالم الظاهري
الأمين العام لهيئة البيئة – أبوظبي

لا تعتبر مبادرات إعادة تأهيل أشجار القرم من المفاهيم الجديدة على دولة الإمارات العربية المتحدة وإمارة أبوظبي، فخبرات دولة الإمارات الحالية في الحفاظ على أشجار القرم وإعادة تأهيلها، ليست وليدة اللحظة، وإنما هي ثمار الجهود الرائدة التي بدأها المغفور له الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان، مؤسس دولة الإمارات، لحماية هذا النوع الهام من نظامنا البيئي.

وقد ساهم شغفه، طيب الله ثراه، بالبيئات البحرية والساحلية في إطلاق أول مشروع لزراعة أشجار القرم في عام 1966 على طول ساحل أبوظبي، وهو دليل واضح على رؤيته الثاقبة والتزامه، وترسيخ مكانته كشخصية رائدة في مجال الحفاظ على البيئة واستدامة الموارد بالمنطقة، وقائد سابق لعصره في هذا المجال.

بعد أن بدأت الجهود المبذولة للحفاظ على أشجار القرم في أبوظبي وتعزيزها، أصبحت إمارة أبوظبي واحدة من المراكز الرائدة في العالم في مجال الأبحاث والحفاظ على هذه النظم البيئية الثمينة وإعادة تأهيلها.

تعتبر غابات القرم موائل فريدة من نوعها لأنها تعمل كحلول قائمة على الطبيعة لمواجهة الآثار السلبية العميقة لتغير المناخ. ويرجع ذلك إلى قدرتها على عزل واحتجاز الكربون، وهو أمر مهم بشكل خاص بالنظر إلى تحديات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وارتفاع درجات الحرارة العالمية.

في أبريل 2022، أطلقت هيئة البيئة - أبوظبي مبادرة القرم - أبوظبي خلال زيارة صاحب السمو الملكي الأمير ويليام، أمير ويلز ودوق كامبريدج، إلى دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث التقى سمو الشيخ خالد بن محمد بن زايد آل نهيان، ولي عهد أبوظبي ورئيس مكتب أبوظبي التنفيذي في متنزه قرم الجبيل.

ومنذ إطلاق مبادرة القرم - أبوظبي في عام 2022، أحرزنا تقدماً كبيراً في مجال إعادة تأهيل أشجار القرم في أبوظبي، خاصةً مع إطلاق برنامج شراكة يضم جميع الشركاء المعنيين تحت مظلة واحدة، وتوجيه هذه الجهود لضمان تحقيق النجاح في هذا الشأن، وذلك بفضل تنفيذ أفضل الممارسات، مثل تقييم مدى ملاءمة الموقع قبل إعادة التأهيل وتعزيز جهود المراقبة بعد التأهيل.

وبالتعاون مع شركائنا، نجحنا بتأكيد ريادتنا في استخدام أحدث التقنيات لتعزيز جهودنا في زراعة أشجار القرم، حيث استخدمنا الطائرات بدون طيار، لنتمكن من الوصول إلى مواقع إعادة التأهيل النائية، وتوفير الوقت، وخفض التكاليف، واستثمار المزيد من الوقت والموارد المخصصة للمراقبة قبل وبعد إعادة التأهيل، ساعد ذلك في تطوير معرفتنا العلمية حول ممارسات إعادة تأهيل أشجار القرم الأكثر فعالية.

تشمل أهداف مبادرة القرم - أبوظبي أيضا تنفيذ برامج لإعادة التأهيل القائمة على العلم، وإعطاء الأولوية للحماية، والعمل من أجل عدم خسارة أي من الموائل الطبيعية الحرجة، بما في ذلك أشجار القرم. في إطار التزامنا بإعادة التأهيل القائم على العلم، وضعنا إجراءات تتطلب تخطيط ومراقبة جميع جهود استعادة أشجار القرم في أبوظبي بشكل كاف.

ولدعم الجهود المبذولة على المستوى الوطني، تعاونا مع شركائنا الرئيسيين - وزارة التغير المناخي والبيئة في دولة الإمارات العربية المتحدة، وجمعية الإمارات للطبيعة - لإعداد هذا الدليل الإرشادي ي لإعادة تأهيل أشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة. وهذه هي المرة الأولى التي يتم فيها نشر هذه المبادئ التوجيهية المحددة المصممة خصيصا لتناسب بيئتنا المحلية.

يهدف الدليل الإرشادي إلى جمع الخبرات والمعرفة الموجودة في في دولة الإمارات العربية المتحدة في وثيقة واحدة. وخلال سنوات عديدة من إعادة تأهيل أشجار القرم في إمارة أبوظبي، بقيادة هيئة البيئة - أبوظبي، نأمل أن تمكن هذه المبادئ التوجيهية جميع مبادرات إعادة تأهيل أشجار القرم في الدولة والمنطقة ككل من الاستفادة من توصياتنا التي تتماشى مع أفضل الممارسات العالمية. كما سيساعد جميع شركائنا المعنيين على الاستفادة من الابتكارات المطبقة في دولة الإمارات، وإمارة أبوظبي على وجه التحديد، فيما يتعلق بتطبيق التكنولوجيا الحديثة لتعزيز جهود إعادة التأهيل.

أود أن أشكر جميع شركائنا الذين ساهموا في إعداد وتأليف هذا الدليل الإرشادي على جهودهم الدؤوبة والرائعة، وأتطلع إلى مواصلة البناء على خبرتنا الجماعية في استعادة النظام البيئي الساحلي من خلال العمل بشكل تعاوني لضمان إطار عمل ناجح ومتكامل لإعادة تأهيل هذا النظام الإيكولوجي الفريد، الذي يفيد الطبيعة والمجتمعات ويدعم جهودنا لضمان مستقبل مقاوم للمناخ.

مقدمة

باعتبارها جمعية خيرية بيئية محلية تعمل عن كثب على أرض الواقع، جنبًا إلى جنب مع الشركاء المرموقين والمجتمعات المحلية، تقود جمعية الإمارات للطبيعة بالتعاون مع الصندوق العالمي للطبيعة العديد من مشاريع الحلول القائمة على الطبيعة في النظم البيئية البحرية والساحلية في دولة الإمارات العربية المتحدة. تتبع هذه المشاريع نفس النهج الأساسي: وهي الرؤية الشاملة القائمة على العلم، التي تمزج بين المعرفة البيئية المحلية وأفضل الممارسات العالمية لتعزيز النجاح طويل الأجل لجهود استعادة الطبيعة وإدارتها.

ليلى مصطفى عبد اللطيف
المدير العام لجمعية الإمارات للطبيعة بالتعاون
مع الصندوق العالمي للطبيعة

إن الطبيعة هي نهر العطاء الذي لا ينضب، فهي المصدر الأساسي للغذاء الذي نتناوله، والهواء الذي نتنفسه، والموارد المتنوعة التي هي مصدر رزقنا وسبل عيشنا. كما تعد الطبيعة أحد أهم واقوى حلفائنا في جهودنا ضد تغير المناخ، حيث تعمل على عزل ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتخزينه بأمان داخل النباتات والتربة، وكي تستطيع الطبيعة تقديم كل تلك الخدمات بفاعلية وسلاسة يجب علينا الحفاظ على سلامة أنظمتها البيئية ولا نلحق بها أذى.

ونحن محظوظون هنا في دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث ننعم بوفرة البحيرات الساحلية التي تحتضن غابات القرم والموائل المرتبطة بها، وتمتد هذه البحيرات على مساحة 27% من ساحل الدولة، وهي موطن لـ 150 كيلومترًا مربعًا من أشجار القرم - وهي شاهدة على عقود من جهود الحفاظ على النظم البيئية الطبيعية ومرونتها.

عن طريق حماية الطبيعة واستعادتها وإدارتها بشكل مستدام من خلال تنفيذ الحلول القائمة على الطبيعة؛ ستكون لدينا فرصة كبيرة لمضاعفة الفوائد وزيادتها لتعزيز التنوع البيولوجي، ودعم جهود التكيف مع المناخ، والمرونة، وتمهيد الطريق للازدهار الاجتماعي والاقتصادي. وتتنوع الفوائد التي سيجنيها المجتمع بين حماية المناطق الساحلية من ارتفاع مستويات سطح البحر، وتعزيز النمو المستدام من خلال الاقتصاد الأزرق والأمن الغذائي وحتى السياحة البيئية.

ولهذا السبب، علينا أن نحمي ونستعيد أشجار القرم الثمينة والموائل المرتبطة بها بينما نعمل على بناء مستقبل خالٍ من الانبعاثات، وإيجابي تجاه الطبيعة.

باعتبارها جمعية خيرية بيئية محلية تعمل عن كثب على أرض الواقع، جنبًا إلى جنب مع الشركاء المرموقين والمجتمعات المحلية، تقود جمعية الإمارات للطبيعة بالتعاون مع الصندوق العالمي للطبيعة العديد من مشاريع الحلول القائمة على الطبيعة في النظم البيئية البحرية والساحلية في دولة الإمارات العربية المتحدة. تتبع هذه المشاريع نفس النهج الأساسي: وهي الرؤية الشاملة القائمة على العلم، التي تمزج بين المعرفة البيئية المحلية وأفضل الممارسات العالمية لتعزيز النجاح طويل الأجل لجهود استعادة الطبيعة وإدارتها.

ويعترف هذا النهج بأهمية الترابط بين الموائل في عملية عزل الكربون، مع الاعتراف بأهمية الكربون الأزرق ليس فقط في أشجار القرم، بل وأيضًا في الموائل المرتبطة بها والتي غالبًا ما يتم تجاهلها مثل المسطحات الطينية والمستنقعات المالحة والأعشاب البحرية. ويجب الأخذ في الاعتبار معايير متعددة، تتراوح من إمكانات الكربون الأزرق، وخصائص التنوع البيولوجي إلى التأثير الاجتماعي والاقتصادي على المجتمعات المحلية من أجل اختيار المواقع الأكثر ملاءمة وتأثيرًا لتنفيذ مشاريع الحلول القائمة على الطبيعة والحفاظ عليها.

يسعدنا أن نعتمد هذا النهج العلمي القوي كجزء من مبادرة تحالف كوكب لا يقدر بثمن، والتي ساهمت في إعادة إحياء أشجار القرم والنظم البيئية الساحلية المرتبطة بها في ثلاثة مواقع في جميع أنحاء الإمارات العربية المتحدة. وبدعم من أصحاب المصلحة والمجتمعات المحلية ومتطوعي قادة التغيير، نجح المشروع في استعادة 50 ألف شجرة قرم وتحقيق معدل بقاء مرتفع للأشجار الصغيرة، وذلك بفضل المراقبة المكثفة طويلة الأمد لتحديد الإجراءات التصحيحية اللازمة لضمان نمو أشجار القرم في بيئتها الجديدة.

تنعكس الدروس والرؤى المكتسبة من خلال هذه العملية في هذا التقرير، الذي يهدف إلى أن يكون بمثابة منارة لجهود الاستعادة اللاحقة في دولة الإمارات العربية المتحدة وفي جميع أنحاء العالم، دعماً لمبادرة غابات القرم - المبادرة المشتركة بين أبطال المناخ رفيعي المستوى في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ والتحالف العالمي لغابات القرم وشركاء آخرين لتسريع استعادة غابات القرم على مستوى العالم.

ويأتي هذا التقرير نتيجة التفاني والدعم القيم من جانب شركائنا الكرام، بدءًا من الهيئات الحكومية إلى المجتمعات المحلية ومنظمات الحفاظ على البيئة، الذين لعبوا دورًا فعالًا في التنفيذ الرائع على أرض الواقع.

وبينما يتسابق العالم لتسريع جهود تجديد الموائل الطبيعية، فإننا متفائلون بأن التعاون والرؤية القائمة على العلم والمشاركة المجتمعية سوف تدعم الجهود الرامية إلى بناء مستقبل مستدام ومرن للأجيال القادمة.

شكر وتقدير

نشكر المؤلفين والمراجعين المساهمين التالية أسماؤهم من هيئة البيئة - أبوظبي والصندوق العالمي للطبيعة وشركة دستانت إيمجري سولوشنز: سعادة/ أحمد الهاشمي، والسيد/ محمد المرزوقي، والسيدة/ ميثاء الهاملي، ود. هيمانسو داس، والسيدة/ نسرين الزحلاوي، والسيدة/ آمنة المنصوري، والسيدة/ غيداء الجوهري، والسيد/ ستيفن كاربنتر، والسيد/ دانيال ماتيوس مولينا، والسيدة/ مارينا أنتونوبولو، والسيد/ جين غلافان، والسيدة/ كوري رودس. كما نشكر وزارة التغير المناخي والبيئة، الشريك الاستراتيجي في هذا المشروع، والجهات المحلية الأخرى في دولة الإمارات كشركاء منفذين. لقد كان دعمهم مفيداً في تنفيذ جهود إعادة التأهيل على أرض الواقع، ونشر رؤى وتوصيات هامة للعمل المستقبلي بشأن إعادة تأهيل غابات القرم والنظم الإيكولوجية الساحلية.
وتتقدم بشكر خاص لسعادة الدكتور/ محمد سلمان الحمادي، والدكتور/ إبراهيم عبد الله حسين الجمالي، والسيدة/ حمدة عبدالله محمد الأصلي، والدكتورة/ نهلة عمر المزهود، والدكتورة/ مجد محمد الحرباوي، والمهندس/ مصطفى عبد القادر الشاعر من وزارة التغير المناخي والبيئة لمراجعتهم الدقيقة للمسودة الأولية، والتعليقات النقدية، والمدخلات القيّمة التي عززت بشكل كبير من جودة هذا الدليل الإرشادي.

كما نود أن نشكر ماستركارد التي تلتزم بإعادة تأهيل 100 مليون شجرة على مستوى العالم بحلول عام 2025 من خلال تحالف Priceless Planet Coalition (PPC)، وهي مبادرة دولية تنفذها ماستركارد بالتعاون مع منظمة المحافظة الدولية (CI) ومعهد الموارد العالمية (WRI) تهدف إلى إعادة تأهيل النظم البيئية العالمية للغابات من خلال 18 مشروعاً لإعادة تأهيل النظم البيئية في مختلف البلدان، بما في ذلك مدغشقر وكينيا والإمارات العربية المتحدة وغيرها. وتعمل جمعية الإمارات للطبيعة بالتعاون مع الصندوق العالمي للطبيعة بتمويل من ماستركارد لقيادة أعمال إعادة التأهيل في دولة الإمارات العربية المتحدة كشريك تنفيذ محلي لتحالف PPC.

١

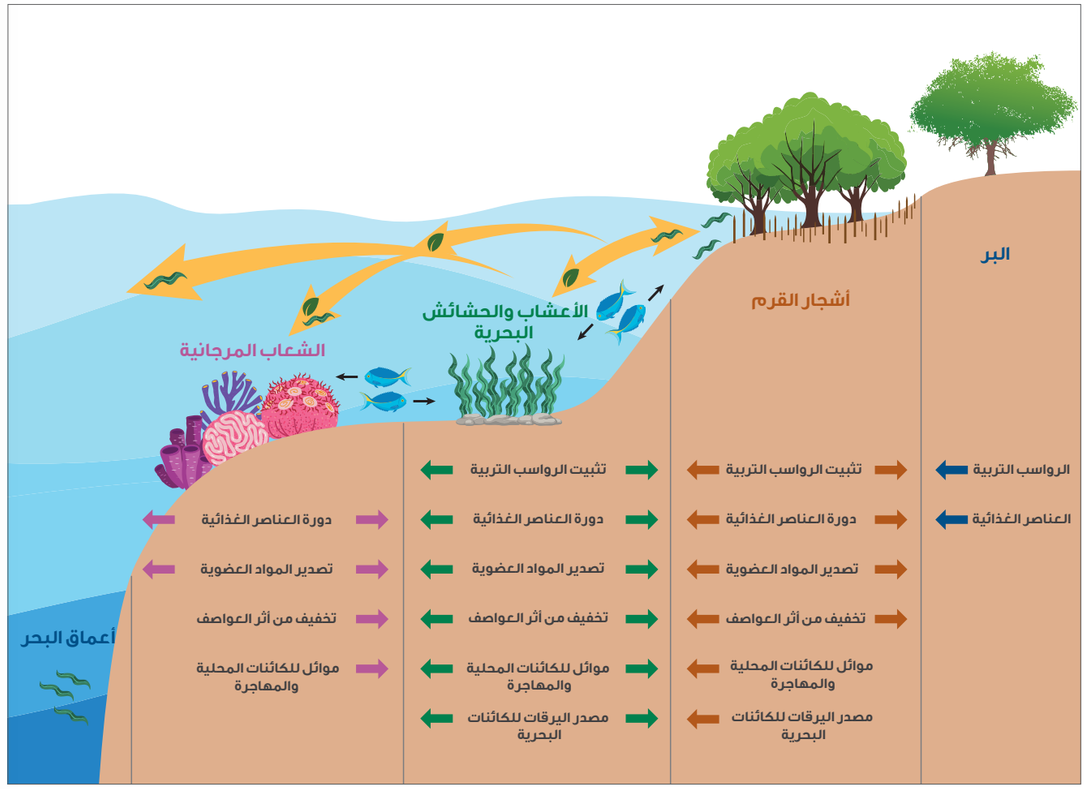
مقدمة

توفر النظم الإيكولوجية لغابات القرم العديد من الخدمات الرئيسية بما في ذلك توفير المأوى والغذاء للعديد من الأنواع البرية والبحرية، وتوفر ملاذاً آمناً لمصايد الأسماك، والحماية من تآكل السواحل ولها القدرة على عزل الكربون.

ووفقا للتقييم الأول للقائمة الحمراء للنظم البيئية العالمية الصادرة عن الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN)، فإن 50% من النظم البيئية لغابات القرم مهددة بالانهيار، وصنفت واحدة من كل خمس غابات على أنها معرضة لخطر الانهيار، مع تصنيف أشجار القرم في الخليج العربي على أنها معرضة للخطر. وتواجه هذه النظم الإيكولوجية تهديدات متعددة على مستوى العالم، مع خسارة تقدر بنحو 25-30 % في النظم الإيكولوجية لغابات القرم في العقود الخمسة الماضية. وتعد إزالة الغابات والتجريف، وطمر النفايات، والتنمية الساحلية والتحضر والزراعة، واستزراع الأحياء المائية من بين التأثيرات البشرية التي تتعرض لها أشجار القرم على مستوى العالم. وفي العديد من البلدان، يجري الاضطلاع بمبادرات لإعادة تأهيل غابات القرم لمواجهة هذه التحديات وإعادة تأهيل الفوائد المتعددة التي توفرها موائل غابات القرم. غير أن عملية إعادة التأهيل غالبًا ما تكون عملية معقدة، وقد يكون الفشل مصيرها إذا لم يتم التخطيط لها أو تنفيذها بشكل جيد وفقا للطرق القائمة على العلم. وعلاوة على ذلك، توفر النظم الإيكولوجية الناضجة لغابات القرم خدمات نظم إيكولوجية أكثر بكثير من المناطق المعاد تأهيلها أو المزروعة حديثاً، ويجب أن يؤخذ ذلك في الاعتبار لضمان تجنب التأثير على موائل غابات القرم. ويجب أن ينصب التركيز دائماً على إعطاء الأولوية لجهود الحماية، وتجنب الآثار السلبية، والسماح بالتجديد الطبيعي قبل الانتقال إلى عملية التأهيل والزراعة.

شكل 1.1: النهج الموصى به لإعادة تأهيل وإدارة المنظومة البيئية

العوامل الرئيسية التي تؤثر في نجاح مشاريع إعادة التأهيل هي عموماً الاختيار غير المناسب للمواقع، والزراعة دون مراعاة العوامل الهيدرولوجية والترسيبية والمغذية، وزراعة الشتلات الضعيفة والصغيرة، والحاجة إلى المزيد من المشاركة الفاعلة لأصحاب المصلحة والنظر في ملكية الأراضي، فضلاً عن اختيار البذور غير الناضجة، وضرورة تعزيز جهود الرصد والمراقبة بعد الزراعة. وفي هذا السياق، تشير التقديرات إلى أنه يمكن إعادة تأهيل حوالي 818,300 هكتار من أشجار القرم على مستوى العالم، مع أفضل الممارسات العالمية لإعادة التأهيل التي توصي بنهج قائم على النُظم الإيكولوجية، مع التركيز على حماية النُظم الإيكولوجية على المدى الطويل، وتحسين وإعادة تأهيل الظروف الفيزيائية الحيوية المطلوبة التي تعزز نمو أشجار القرم، بالإضافة إلى النظر في اتصال الموائل، وضمان تحقيق السياق الاجتماعي والاقتصادي التمكيني للحفاظ على أشجار القرم واستعادتها.



شكل 1.2: المنظومة الساحلية الصحية المترابطة التي تمثل إمارة أبوظبي

يتمثل هدف دولة الإمارات العربية المتحدة في حماية النظم الإيكولوجية الحالية لأشجار القرم والموائل الساحلية المرتبطة بها، واعتماد نهج شامل متكامل للتعامل مع البيئة البحرية، وتعزيز الحلول القائمة على الطبيعة، وتنفيذ الإدارة القائمة على النظام البيئي، وضمان تجنب الآثار البيئية الناجمة عن الأنشطة البشرية، وتقليلها بالقدر الكافي، وتنفيذ إعادة تأهيل للنظم الإيكولوجية الساحلية الرئيسية عند الحاجة، وقد تم تطوير هذا الدليل الإرشادي بالتعاون بين وزارة التغير المناخي والبيئة، وهيئة البيئة – أبوظبي، وجمعية الإمارات للطبيعة لتوجيه عملية إعادة تأهيل أشجار القرم في الدولة ودعمها بأفضل الممارسات والأدلة العالمية. وسيتم تحديث هذه الإرشادات بانتظام مع توفير المزيد من البيانات من مشاريع إعادة التأهيل المنفذة لتعزيز الممارسات باستمرار، ودمج التوصيات مع السياق المحلي. كما يتم تشجيع الجهات الحكومية والمنظمات غير الحكومية والمجموعات المجتمعية والشركات والمستثمرين، الذين يسعون إلى تنفيذ أو تمويل برامج إعادة تأهيل أشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة بشكل مباشر على الرجوع إلى هذه الإرشادات وتطبيقها، بالإضافة إلى مراجعة الإرشادات العالمية التي يوفرها التحالف العالمي لأشجار القرم والمنظمات الأخرى، وكذلك المراجع الموصى بها والمُدرجة في نهاية هذه الوثيقة.

1.1 خلفية عامة: النظم البيئية لأشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة

غابات القرم في الإمارات العربية المتحدة عبارة عن تجمعات متناثرة متوسطة الكثافة تتواجد بشواطئ محمية منخفضة بمنطقة المد والجزر والخيران (lagoons)، وتتكون من نوع واحد من أشجار القرم، وهو القرم الرمادي (*Avicennia marina*). وهذا النوع قادر على التكيف والنمو بكفاءة في ظروف شديدة الملوحة، مما يجعله أحد أكثر الأشجار تحملاً للملوحة من بين جميع أنواع أشجار القرم، مع العديد من آليات التكيف الحيوية للتعامل مع التشبع بالمياه والملوحة، مثل إفراز الملح من خلال الغدد الملحية الموجودة في الأوراق. وعلى الرغم من أنه يبدو من المرجح أنه كان يوجد بالمنطقة في العصور التاريخية نوعاً ثانياً هو القندل المؤنف (*Rhizophora mucronata*) واختفى، إلا أن نوع القرم الرمادي هو حالياً النوع الوحيد من أشجار القرم الذي يوجد بشكل طبيعي في دولة الإمارات العربية المتحدة.

سمي القرم المعروف باسم ابن سينا (باللاتينية *Avicennia*) على اسم ابن سينا أو عبد الله بن سينا (980-1037 م) ويعرف هذا النوع من أشجار القرم باسم القرم الرمادي أو القرم الأبيض، وتتميز بكونها الأكثر انتشاراً على نطاق واسع من بين جميع أنواع أشجار القرم. ويرجع وجود موائل أشجار القرم في جميع أنحاء العالم إلى قدرتها على النمو والتكاثر عبر مجموعة واسعة من الظروف المناخية والمالحة والمد والجزر وإنتاج أعداد كبيرة من وحدات التكاثر /البذور الطافية (buoyant propagules) سنوياً. ويمكن تقسيم أشجار القرم إلى أشجار ولودة (viviparous)، ومجموعة تنبت داخل الثمرة (crypto-viviparous)، وأشجار غير ولودة. وتنتج أشجار القرم الرمادي (*A. marina*) بذوراً تنتشر بواسطة تيارات المد والجزر. والثمرة هي وحدة انتشار القرم الرمادي (*A. marina*) وتتكون عادة من جنين واحد محاط بقشرة رقيقة. أما بذور القرم الرمادي فهي بذور تنبت داخل الثمرة ولا تمر بطور الجنين النائم، ولذلك من الممكن أن تنبت وهي لا تزال مرتبطة بالنبات الأم. ولبذور القرم الرمادي (*A. marina*) قشرة محبة للماء ، حيث تتساقط عند ملامستها للماء بفترة زمنية. وتنتشر البذور مع المد وقد تظل قابلة للحياة أثناء طفوها في مياه البحر حتى تستقر على اليابسة، وتتناقص فرص بقاءها بمرور الوقت إذا لم تستقر على اليابسة.

قد تنمو هذه الغابات على المناطق الموحلة، والقيعان الناعمة، وكذلك على الصخور (المنصات المرجانية). ويمكن أن يصل الحد الأقصى للارتفاع المسجل لأشجار القرم في إمارة أبوظبي إلى 8 أمتار بمتوسط محيط يزيد عن 40 سم للأشجار الناضجة. وتزهر الأشجار الناضجة الصحية عادة بين شهرَي مايو ويونيو، بينما تنضج البذور خلال أغسطس وسبتمبر. وعموماً، تتألف غابات القرم من تجمعات طبيعية وتجمعات مزروعة بطريقة متباعدة أو بكثافات متوسطة. والتجمعات المتجانسة هي مناطق من أشجار القرم المزروعة التي يعود تاريخها إلى أكثر من 40 عاماً، ويصعب تمييزها عن المناطق الطبيعية. وأشارت الدراسات التي أجريت على تربة القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة إلى أن المناطق التي تغلب عليها الرمال الناعمة (95%) مع بعض الطمي والطين (5%) هي الأماكن الذي توجد فيه معظم موائل أشجار القرم، مع عدم وجود أشجار القرم على الشواطئ الرملية النقية أو التربة الصخرية. كما أن توافر المغذيات مثل النيتروجين والفوسفور والحديد تحدد أيضاً توزيع وتواجد النظم الإيكولوجية لغابات القرم في جميع أنحاء الدولة.

تتميز أشجار القرم الرمادي في دولة الإمارات العربية المتحدة بقدرتها على التكيف الفسيولوجي والجيني مع الظروف البيئية القاسية لمناطق المد والجزر في الدولة، بالإضافة إلى آليات امتصاص الملح وإفرازه من خلال الغدد المتخصصة على الجانب السفلي من أوراقها. وتنمو الجذور (pneumatophores) أفقياً، وتكون قريبة من السطح وتمتد لعدة أمتار بعيدًا عن الشجرة. وتسمح هذه الجذور الموجودة فوق سطح الأرض بتبادل الغازات في التربة اللاهوائية التي تنمو فيها الأشجار. وتسمح الجذور بحبس البذور التي يمكن أن تنمو وعدم تحركها بعيداً بواسطة المد القادم، ما يسمح بنمو جديد. وقد لوحظ أن مناطق القرم عالية الكثافة تنتج بذوراً أقل في حين أن المناطق غير المكتملة ذات الأشجار الناضجة الصحية تنتج المزيد، كما أن هناك العديد من العوامل الأخرى، التي تؤثر في توافر البذور وإنتاجها في مواقع مختلفة، وتشمل درجة الحرارة والصحة وتوافر المغذيات وتوافر المياه العذبة / المالحة، مما يؤدي إلى إنتاج البذور وتوافرها بشكل متغير للغاية كل عام.

يمكن العثور على غابات القرم في المناطق الساحلية حيث تغمرها مياه البحر خلال دورة المد والجزر، والتي تتراوح من 0.3 متر إلى 2 متر. وقد تصل الملوحة المسجلة حول أشجار القرم إلى 50 جزء في الألف، لكن القرم الرمادي يمكن أن يتحمل ما يصل إلى 41 جزء في الألف. وتتراوح درجة حرارة مياه البحر بين 14 و37 درجة مئوية، بينما يبلغ متوسط درجة حرارة الهواء حوالي 26.8 درجة مئوية، مع اختلافات كبيرة من الصيف إلى

الشتاء. وعلى الرغم من أن أشجار القرم تتكيف إلى حد ما مع هذه الاختلافات، إلا أن درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى ارتفاع معدل التبخر خلال أشهر الصيف في المقام الأول، ما قد يتسبب في انخفاض مستويات الأكسجين، وبالتالي تعرض أشجار القرم للإجهاد.

تعد العمليات التي تؤثر في جودة التربة أو تكوينها في المناطق الساحلية، مثل غمر تلك المناطق بالمد والجزر والتبخر وهطول الأمطار، محركات رئيسية لنمو أشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة. وينظم غمر المد والجزر تكوين التربة عن طريق توفير تدفق للمغذيات الجديدة وتغيير مستويات الملوحة داخل المنطقة. وعلى الرغم من أن أشجار القرم يمكن أن تقضي على الملح الزائد، إلا أن الملوحة التي تزيد عن 50 جزءاً في الألف قد تتسبب في إجهاد الأوراق وتؤثر في الصحة العامة لأشجار القرم. كما ينظم غمر المد والجزر توافر الأكسجين لأشجار القرم لأنها لا تستطيع استهلاك الأكسجين. وأثناء المد العالي، حيث يتم غمر الجذور التنفسية فتصبح تحت الماء، وبالتالي لا يمكن أن يحدث التنفس. وفي المقابل، أثناء انخفاض المد تتعرض الجذور للهواء. لذلك، تستطيع الأشجار استهلاك الأكسجين حتى حدوث المد الصاعد التالي.

تؤثر الأمواج والرياح أيضاً في عملية التبخر والملوحة، إذ عندما تكون الأمواج عالية والرياح قوية في نفس الوقت، قد ينخفض التبخر ويتغير نطاق الملوحة بشكل متكرر، ما يجبر الأشجار الصغيرة على النمو في بيئة غير مستقرة. وقد تتسبب هذه العملية في إجهاد شتلات القرم الصغيرة. وقد تؤدي كذلك إلى تغير تكوين التربة، ما يؤثر في قدرة وحدات التكاثر الجديدة المشتتة على الرسو في الموقع.

تعد أشجار القرم واحدة من أكثر النظم الساحلية إنتاجية، حيث توفر خدمات النظام الإيكولوجي لكل من الأنواع البرية والبحرية، وكذلك الموائل المحيطة بها وتساهم بشكل كبير بصفتها منتجًا أوّليًا. وتوفر أوراق القرم المتساقطة مصدراً حيوياً للغذاء للعديد من الأنواع البحرية والبرية. ويتم تقسيم الأوراق المتساقطة بشكل أكبر بواسطة محللات مثل الأنواع الحيوانية الكبيرة (macrofauna species)، والتي توفر بعد ذلك المواد الأساسية غير العضوية. وتستهلك اللافقاريات البحرية الأخرى المواد المتحللة لأشجار القرم، مما ينتج المزيد من مصادر الغذاء للأنواع البحرية الأخرى مثل الأسماك والطيور. كما توفر أشجار القرم المأوى والحضانة للعديد من الأسماك الصغيرة الهامة، فضلاً عن توفير مناطق تكاثر للطيور المهاجرة والمحلية. وتشمل خدمات النظام الإيكولوجي الأخرى تخزين الكربون، واستقرار السواحل وحمايتها من التآكل، وتحسين نوعية المياه.

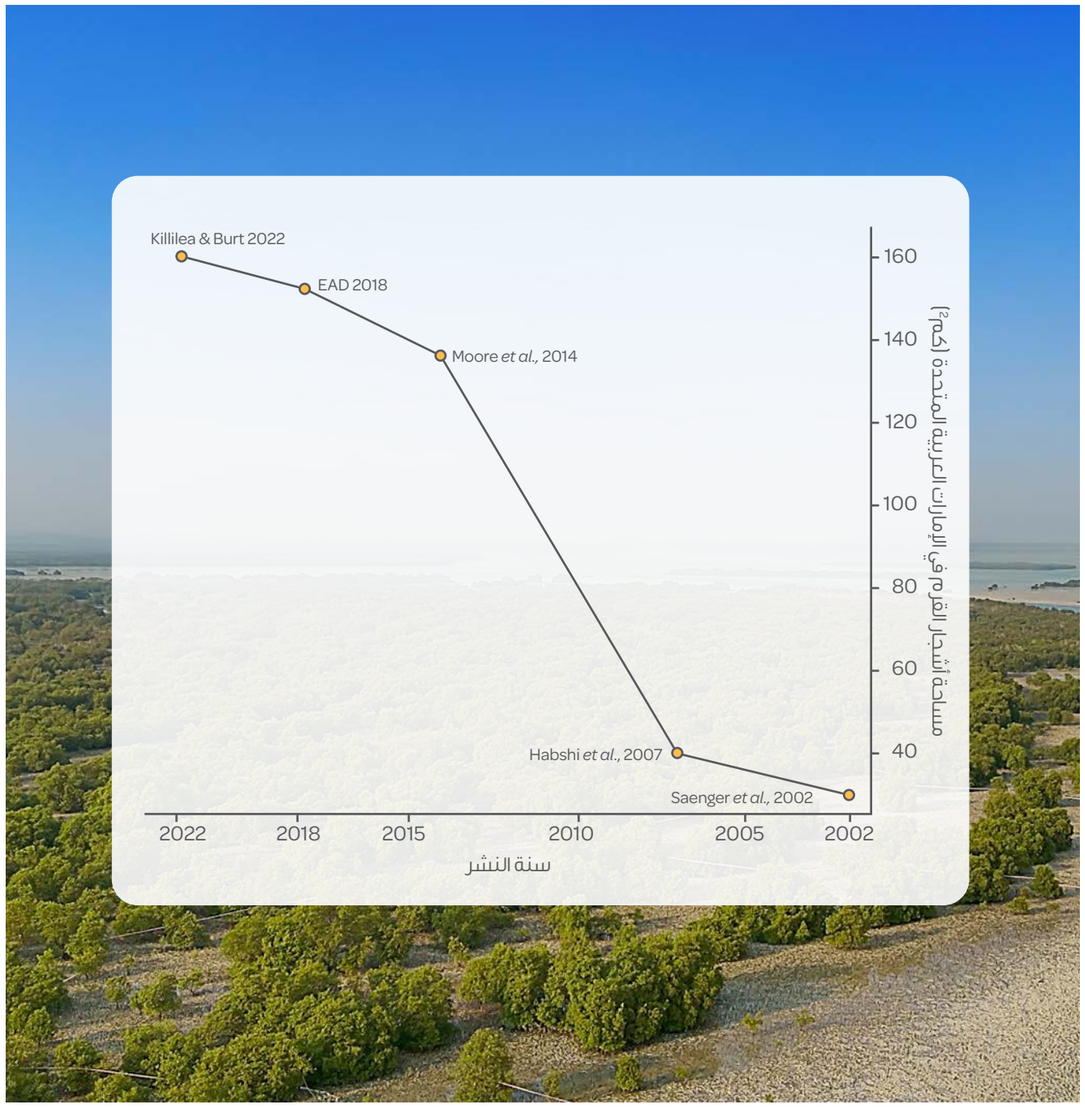
تشمل الطيور الأكثر شيوعا داخل وحول أشجار القرم طائر النحام المشهور باسم الفلامنجو (*Phoenicopterus roseus*)، وبلشون الصخور (*Egretta gularis*)، والبلشون الرمادي (*Ardea cinerea*)، ومرزة البطاح (*Circus aeruginosus*)، وزقزاق السرطان (*Dromas ardeola*)، والزقزاق الرمادي (*Pluvialis squatarola*)، وزقزاق الرمل الصغير (*Charadrius mongolus*)، والطيطوى الداكنة (*Calidris alpine*)، وكروان الماء (*Calidris ferruginea*)، والتي تم تصنيف بعضها على أنها مهددة بالانقراض في قائمة أبوظبي الحمراء للأنواع (Khan *et al* ,.2020). ويعد سرطان البحر (Brachyuran) المجموعة المهيمنة المرتبطة بغابات القرم من حيث الوفرة، مع سرطان البحر المرقط (*Metopograpsus messor*) (الشكل 5) وسرطان البحر الأزرق (*Portunus pelagicus*) كأكثر الأنواع شيوعاً. وتعد السرطانات «مهندسي النظام البيئي»، وتلعب دوراً مهماً بطريقتين رئيسيتين: (1) عن طريق استهلاك وتكسير فضلات الأوراق و (2) زيادة توافر الأكسجين في التربة من خلال أنشطة الحفر، والتي تساعد على تطوير مساحة للمياه وبالتالي مساحة للأكسجين داخل الرواسب، مما يساعد بشكل غير مباشر في نمو أشجار القرم. وتعد وفرة سرطان البحر علامة على وجود نظام بيئي صحي لغابات القرم، على الرغم من أن النمو المنتظم لغابات القرم لا يزال من الممكن أن يحدث عندما تكون وفرة السرطانات منخفضة. وتوجد اللافقاريات البحرية الأخرى أيضا في أشجار القرم مثل بطنيات الأقدام وذوات الصدفتين والعديد من أنواع الأسماك بما في ذلك: البدح (*Gerres longirostris*)، الزريدي (*Gnathanodon speciosus*)، والنيسر (*Lutjanus ehrenbergii*).

1.2 أهداف إعادة تأهيل أشجار القرم والمحافظة عليها في الإمارات العربية المتحدة

اعتبارا من عام 2024، تم رسم خرائط لأشجار القرم على مساحة تقارب 201 كيلومتراً مربعاً في جميع أنحاء دولة الإمارات العربية المتحدة، منها 176 كيلومتراً مربعاً في إمارة أبوظبي، ويشمل هذا النطاق أشجار القرم المزروعة والطبيعية. وتم تصنيف أشجار القرم في إمارة أبوظبي على أنها مهددة بالانقراض من قبل قائمة أبوظبي الحمراء للنظم البيئية (2022)، على الرغم من زيادة نطاقها بسبب الأدلة على العمليات المهددة مثل التنمية الساحلية التي من المحتمل أن تتسبب في تقليل

النظم البيئية لأشجار القرم الطبيعية خلال السنوات العشرين المقبلة. ويحمي القانون الاتحادي 23 و24 (1999) أشجار القرم، إلى جانب جميع الموائل الطبيعية، وقد تم الاضطلاع ببرامج واسعة النطاق للرصد وإعادة التأهيل لضمان حمايتها واستعادتها. وتشمل تلك البرامج إعادة التأهيل عبر المناطق المتدهورة، والتقييمات الشاملة للغابات والرصد لبناء وتعزيز خطط إدارة المحافظة عليها.

بدأت جهود إعادة تأهيل أشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة في أوائل سبعينيات القرن العشرين، بتوجيهات من المغفور له الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان، الذي وجه مشاريع إعادة التأهيل الأولى على طول ساحل أبوظبي. ولا يزال التطوير العمراني الساحلي يمثل عامل الضغط الرئيسي على موائل أشجار القرم الطبيعية، حيث تشير دراسات الخرائط إلى فقدان أشجار القرم الطبيعية في إمارة أبوظبي ولكن زيادة في المساحات المزروعة، مما أدى إلى زيادة إجمالية في نطاق أشجار القرم.



شكل 1.3: التغيرات التاريخية في غطاء القرم في الإمارات العربية المتحدة. نمو غطاء أشجار القرم نتيجة لبرامج الزراعة التي تمت في السنوات العشرين الأخيرة

المزروعة دائماً نفس خدمات النظام البيئي التي توفرها المناطق الطبيعية، حيث تستغرق الأشجار المزروعة ما يقدر بنحو 15-20 عاماً حتى تنضج. وهذا هو السبب في أن سياسة دولة الإمارات العربية المتحدة التي تنص عليها وثيقة السياسة البيئية الوطنية (2020) تتمثل في ضمان الحفاظ على الموائل الطبيعية ومنع أي خسارة أخرى. وفي إمارة أبوظبي، أكدت السياسات على صون الموائل الطبيعية وأعطتها الأولوية من خلال دمج الموائل الحيوية الرئيسية في خطط استخدام الأراضي بالتعاون مع سلطات التخطيط الحضري، وفقا لدليل تصنيف وحماية الموائل في إمارة أبوظبي، الذي نشر في عام 2017 وتم تحديثه في عام 2024.

تقوم دولة الإمارات العربية المتحدة بتنفيذ خطط عمل لحماية أشجار القرم وضمان الحفاظ عليها واستعادتها على المدى الطويل. وتشمل الإجراءات التقييمات الشاملة، وبرامج إعادة التأهيل، والرصد الطويل الأجل، ورسم خرائط الموائل لبيان توزيعها واكتشاف أي تغيرات فيها، ووضع استراتيجيات المحافظة عليها وإدارتها، وضمان حماية أشجار القرم إلى جانب الموائل الساحلية الأخرى في اللوائح والسياسات على المستويين الوطني والمحلي.

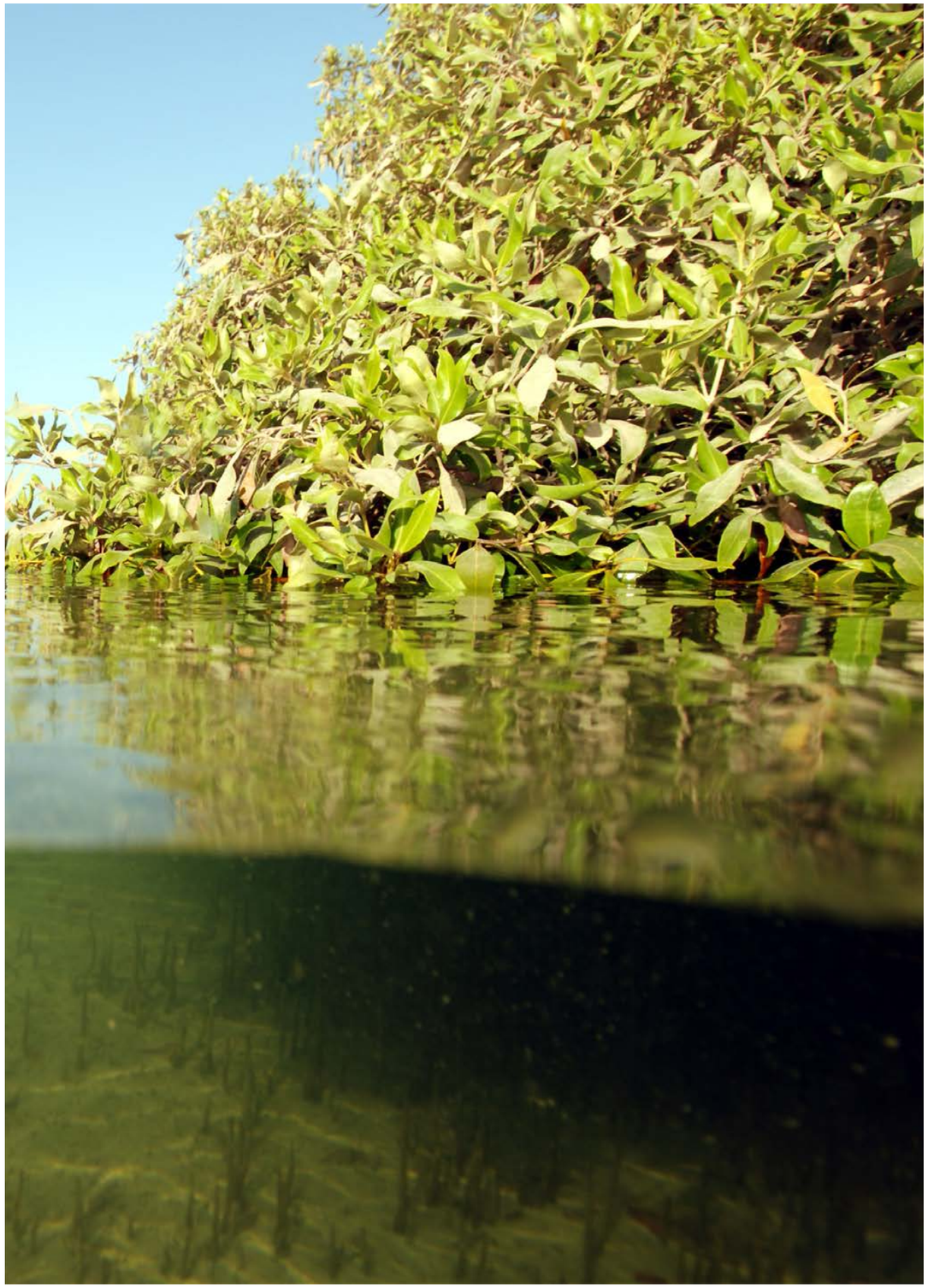
1.3 الغرض من هذا الدليل الإرشادي ونطاقه

يؤدي النجاح في إعادة تأهيل غابات القرم إلى إنشاء غابة قرم تستعيد وظائفها وتكتفي ذاتياً. ويتمثل الغرض من هذا الدليل الإرشادي في التأكد من أن جميع أنشطة إعادة تأهيل أشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة قائمة على العلم ومخططة ومنفذة وفقا لأفضل الممارسات، ولها أهداف واضحة ونتائج إعادة تأهيل ناجحة ودعم نهج المناطق البحرية المتكاملة، حيث يتم النظر في وظيفة وترابط جميع النظم الإيكولوجية الساحلية الطبيعية. وعلى الرغم من أن إعادة تأهيل غابات القرم لها فوائد واضحة في بعض الحالات، إلا أنها لا ينبغي أن تؤثر سلباً في الموائل الطبيعية، ولا ينبغي أن تؤثر في التجديد الطبيعي لأشجار القرم القائمة. وتوفر أنواع الموائل مثل المستنقعات المالحة والسهول الطينية المدية خدمات مهمة للنظام الإيكولوجي بما في ذلك عزل الكربون، وتعمل كمناطق تغذية ومواطن تعشيش رئيسية لأنواع الطيور الخواضة (مثل الطيطوى (stint) والبقويقة (godwits)، وبالتالي لا ينبغي تحويلها إلى أنواع مختلفة من الموائل. ويجب أن يكون الهدف من أي برنامج لإعادة تأهيل أشجار القرم هو تعزيز الانتعاش وإزالة الضغوط من مناطق القرم الحالية بدلاً من إنشاء أشجار القرم في مناطق جديدة لم تتواجد فيها من قبل. ولا يلزم أن تشمل إعادة تأهيل أشجار القرم دائماً غرس تلك الأشجار، وفي كثير من الحالات قد لا تكون هناك حاجة لزراعتها أو قد لا يكون زراعتها مفيدًا. ولضمان إجراء إعادة تأهيل أشجار القرم وفقاً لأفضل الممارسات، يلزم الحصول على تصريح لجميع أنواع أنشطة جمع وإعادة تأهيل بذور أشجار القرم (التي قد تشمل أو لا تشمل الزراعة) في بعض الإمارات مثل إمارة أبوظبي.

يهدف هذا الدليل الإرشادي لإعادة تأهيل أشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة إلى تعزيز أفضل ممارسات إعادة التأهيل الفعالة والمستدامة، مع ضمان الكفاءة والفعالية من حيث التكلفة والسلامة البيئية. ويعمل هذا الدليل أيضاً على توجيه عملية جمع البيانات ومراقبة النتائج وتكييف الاستراتيجيات، مما يتيح التعلم المستمر لتزويد إجراءات إعادة التأهيل المستقبلية بالمعلومات اللازمة. ومن خلال تطبيق الأفكار المكتسبة من الرصد والتقييم، يمكن للمختصين والخبراء تحسين المنهجيات، وزيادة فعالية ونجاح جهود إعادة التأهيل بمرور الوقت.

يتضمن هذا الدليل:

1. مراحل وخطوات التخطيط لمشروع إعادة تأهيل أشجار القرم.
2. مبادئ توجيهية عامة بشأن إعادة التأهيل والزراعة.
3. الطرق الموصى بها للمراقبة وإشراك المجتمع بعد إعادة التأهيل.



شكل 1.4: تمثيل أشجار القرم الصحية في جزيرة بوطينة، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة

2

المرحل الرئيسية لتشخيص الأعطال

أثناء القرع

2.1 التخطيط لمشروع إعادة تأهيل ناجح

تتمثل الخطوة الأولى لإجراء عملية إعادة تأهيل ناجحة في تحديد أهداف هذا المشروع، وقد تختلف الأهداف باختلاف الموقع وأصحاب المصلحة المعنيين وستؤثر بشكل مباشر في تخطيط المشروع وحجمه.

وقد تشمل الأهداف إعادة تأهيل وظيفة الموئل، ومعالجة الضغوط القائمة، وإعادة تأهيل النظام الهيدروديناميكي وغمر المد والجزر، وزيادة الكثافة في المناطق التي أزيلت أو تأثرت فيها أشجار القرم، أو إعادة منطقة ما إلى حالة خط الأساس مع تحديد أهداف إعادة التأهيل بوضوح قبل تنفيذ المشروع.

يجب إجراء تقييم للاحتياجات لتحديد المواقع التي تتطلب إعادة التأهيل، وجمع المعلومات التاريخية والمعلومات حول استخدام الأراضي في المستقبل، وتحديد أهداف برنامج إعادة التأهيل قبل وضع أي خطة.

يجب مراعاة النقاط الأساسية التالية قبل التخطيط والقيام بإعادة تأهيل أشجار القرم:

أ) الغايات العامة والأهداف الخاصة لمشروع إعادة التأهيل.

ب) الأسباب الجذرية لفقدان أشجار القرم وتدهورها. هل يمكن تجنبها؟ هل هي مستمرة؟ ماذا عن ملكية الأرض في الوقت الحالي وما الاستخدام المستقبلي المخطط للموقع ؟

ج) التكلفة والحماية والمراقبة على المدى الطويل.

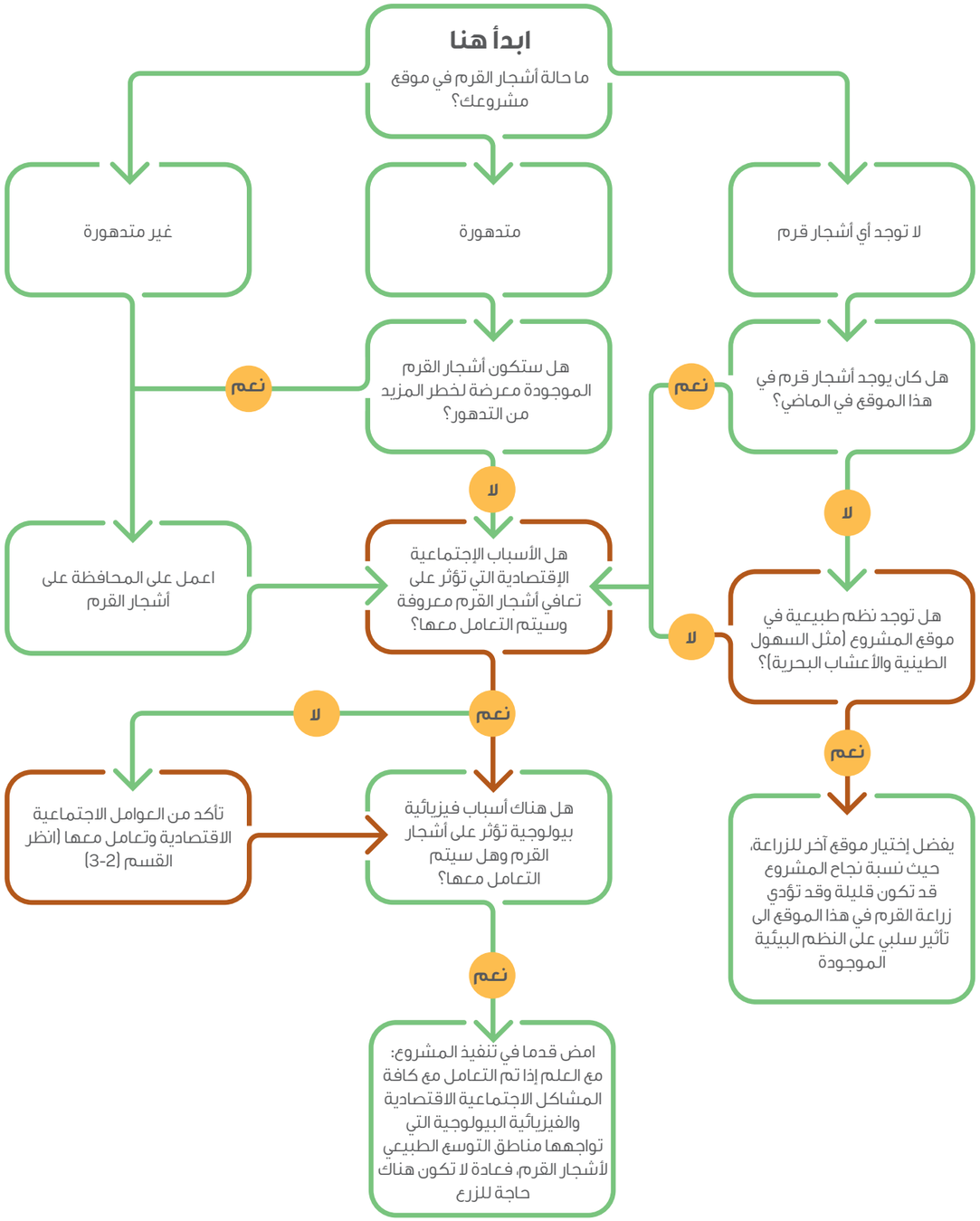
د) إشراك المجتمعات المحلية والجهات صاحبة المصلحة والشركات والجهات الحكومية.

هـ) أنشطة الامتداد وبرامج التوعية.

و) مؤهلات معتمدة وخبرة بيئية/علمية في مجال إستعادة القرم بين أعضاء فريق المشروع لضمان النجاح

يجب وضع خطة شاملة قائمة على أسس علمية لإعادة تأهيل أشجار القرم تتضمن كل ما سبق، بهدف عام هو ضمان الظروف الهيدرولوجية والبيئية طويلة الأجل التي ستتيح توطن تلك الأشجار وتعافيها بشكل طبيعي.

شكل 2.1: شكل تخطيطي لمزرعة قرم ناجحة (أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة)



شكل 2.2: منهجية التخطيط لمشروع إعادة تأهيل أشجار القرم

جدول 2.1: مقارنة طرق إعادة التأهيل من حيث الحالة وتكلفة التشغيل ومعدلات النجاح

	الزراعة من خلال الطائرات المسيرة (نثر البذور)	الزراعة التقليدية (زراعة الشتلات) المشاتل	الزراعة من خلال غرس البذور
الحالة	مبتكرة	الأكثر شيوعًا	شائعة
التكلفة	تكلفة منخفضة	تكلفة مرتفعة	تكلفة منخفضة
العمالة	عمالة قليلة	كثيفة العمالة	متوسطة العمالة
معدل النجاح	≅45%*	>60%*	>50%*

*بناءً على تقارير الرصد الأولية (6 شهور إلى سنتين) في مواقع مختلفة بإمارة أبوظبي.

2.2 المرحلة الأولى: تقييم احتياجات إعادة التأهيل واختيار الموقع

المرحلة الأولى: اختيار الموقع

يعتمد نجاح مشاريع إعادة تأهيل غابات القرم بشكل أساسي على الاختيار الدقيق للمواقع المناسبة (الجدول 2.2). وتعد عملية الاختيار مهمة دقيقة تتجاوز مجرد تحديد المناطق، التي يمكن أن تنمو فيها أشجار القرم من الناحية الفيزيائية، إذ تنطوي هذه العملية على فهم مفصل للتفاعلات الديناميكية بين مختلف العوامل التي تعتبر جميعها حاسمة لضمان جهد إعادة تأهيل مستدام وفعال.

ولدعم هذه العملية، تم تطوير مجموعة شاملة من المعايير، مصممة خصيصاً لمشاريع دولة الإمارات العربية المتحدة. وتصنف هذه المعايير إلى ثلاثة مستويات من الأولوية: عالية ومتوسطة ومنخفضة، على النحو المفصل في الجداول من 2-2 إلى 4-2. ومن المتوقع أن يكون معدل نجاح مشروع إعادة التأهيل أعلى بالنسبة للمواقع التي تستوفي المزيد من هذه المعايير، وبخاصة المعايير المصنفة على أنها ذات أولوية عالية.

لقد تم تصميم المعايير لتكون مرنة وقابلة للتطبيق على مجموعة من تقنيات إعادة التأهيل، بما في ذلك زراعة البذور، وزراعة الشتلات، والتجديد الطبيعي ، وبذر البذور باستخدام الطائرات المسيرة. ويوجد مزيد من التفاصيل حول تقنيات إعادة التأهيل في القسم 2.4.

جدول 2.2: المعايير ذات الأولوية المرتفعة لتقييم مناسبة الموقع لإعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة

المعايير	الوصف	أسئلة للاسترشاد (نعم / لا) (نعم هنا تعني أن هذه المعايير قد تم استيفاؤها)
معايير ذات أولوية مرتفعة		
حيازة الأرض / الخطط المستقبلية	هناك حاجة إلى تقييم ملكية الأراضي في مشاريع إعادة تأهيل أشجار القرم لفهم الملكية والحقوق القانونية والممارسات التقليدية، والتي تعد أساسية لجدوى المشروع ونجاحه على المدى الطويل. ويضمن هذا التقييم توافق الأنشطة مع الأطر القانونية والاجتماعية والتنظيمية، ما يسهل الإدارة المستدامة والمشاركة المجتمعية. **نوع التقييم:** اجتماعات مع الجهات المعنية	هل أكد مالك الأرض أنه لا توجد أي مشروعات مخطط لها لتطوير أرض الموقع في المستقبل؟ هل هي منطقة محمية؟
تغمرها المياه بشكل منتظم	يعد الغمر المنتظم أمراً بالغ الأهمية لصحة ونمو النظم الإيكولوجية لغابات القرم، لأنه يضمن إمدادات كافية من المياه والمغذيات. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية وزيارة ميدانية	هل تغمر المياه الموقع بشكل منتظم؟ هل يصل الماء إلى ارتفاع 1.5 م أو أقل من ذلك لمدة 3 إلى 4 ساعات مرتين في اليوم؟
ظروف التربة / المياه التي تدعم أشجار القرم* *مزيد من المعلومات عن هذه الظروف في الملحق (ب).	ظروف التربة المناسبة ضرورية لنمو أشجار القرم ويشمل ذلك تكوين التربة وملمسها المناسبين، مما يدعم النمو الصحي للجذور وترشيح المياه. **نوع التقييم:** زيارة ميدانية	هل الركيزة موحلة/طينية وتحتوي على تربات إسفنجية إلى تربات تصريفها جيد وغنية بالمواد العضوية؟
تعزيز مناطق واسعة من أشجار القرم	يمكن أن يؤدي اختيار المواقع بالقرب من أشجار القرم الحالية إلى تعزيز الترابط البيئي وتوفير فرص أفضل لإعادة التأهيل الناجحة من خلال نثر البذور الطبيعية وتوسيع الموائل. وترتبط المساحات الكبيرة من أشجار القرم أيضا بمخازن الكربون الكبيرة. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية	هل الموقع بالقرب من أشجار قرم موجودة؟
تجنب السهول الطينية المهمة بيئياً* *مزيد من المعلومات عن كيفية تحديد السهول الطينية المهمة بيئيًا في الملحق (ج).	من الأهمية بمكان تجنب إعادة تأهيل أشجار القرم في السهول الطينية ذات الأهمية البيئية، وخاصة تلك التي تعمل كموائل حاسمة للحياة البرية، بما في ذلك الطيور المائية، إذ أن هذه المناطق غالباً ما تلعب دوراً رئيسياً في النظام البيئي الأوسع ويجب الحفاظ عليها في حالتها الطبيعية. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية وزيارة ميدانية	هل يقع الموقع بعيداً عن الموائل المهمة بيئياً، مثل السهول الطينية؟
تجنب المناطق التي تتجدد بشكل طبيعي	قد تكون إعادة تأهيل أشجار القرم في المناطق التي تتجدد بشكل طبيعي غير ضرورية وقد تكون مدمرة، لأن التجديد الطبيعي غالباً ما يؤدي إلى أنظمة بيئية أكثر مرونة. ويمكن أن يؤثر التدخل البشري في العمليات البيئية ويسيء تخصيص الموارد المستخدمة بشكل أفضل في المناطق التي لا تتعافى فيها أشجار القرم من تلقاء نفسها. ويمكن أن يكون لرصد تلك المناطق وحمايتها من التهديدات الخارجية فائدة أكبر من إعادة التأهيل النشطة. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية وزيارة ميدانية	هل تؤكد صور الأقمار الصناعية التاريخية أن المنطقة المحتملة ليس لديها تجدد طبيعي/ تجددها الطبيعي يتباطأ جداً بمرور الوقت؟ هل تؤكد ذلك المشاهدات الميدانية؟

جدول 2.3: المعايير متوسطة الأولوية لتقييم مدى مناسبة الموقع لإعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة

المعايير	الوصف	أسئلة للاسترشاد (نعم / لا) (نعم هنا تعني أن هذه المعايير قد تم استيفاؤها)
معايير متوسطة الأولوية		
اتصال قوي بالنظام الإيكولوجي	ضمان اتصال موقع إعادة التأهيل بالنظم الإيكولوجية التي تتميز بالصحة الجيدة لتعزيز التنوع البيئي وقدرة النظام البيئي على مواجهة أي تحديات بيئية. وتم أيضًا ربط القرب من الأعشاب البحرية والمستنقعات المالحة بزيادة تخزين الكربون. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية	هل الموقع متصل بنظم إيكولوجية أخرى قائمة صحتها جيدة؟
الأهمية الإيكولوجية المرتفعة	أعط الأولوية للمواقع التي لها قيمة إيكولوجية مرتفعة أو قدرة على المساهمة بشكل كبير في التنوع البيولوجي وخدمات النظام الإيكولوجي. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية وزيارة ميدانية	هل يعد الموقع ذا قيمة إيكولوجية مرتفعة؟
يمكن الوصول إليه بسهولة	تأكد من أن الموقع يمكن الوصول إليه بسهولة لرصده وصيانته وإشراك المجتمع والذي يعد أمرًا بالغ الأهمية لنجاح المشروع واستدامته. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية	هل يمكن الوصول إلى الموقع بسهولة؟
مناطق مدية مرتفعة	من المحتمل أن يكون لإعادة تأهيل المناطق المدية المرتفعة أثر أكبر على المدى الطويل إذ من المحتمل أن يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحر إلى تآكل أشجار القرم عند الحافة القريبة من البحر. كما ترتبط المناطق المدية المرتفعة بمخازن كربون أكبر. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية وزيارة ميدانية	هل الموقع موجود في منطقة مدية مرتفعة؟

جدول 2.4: معايير منخفضة الأولوية لتقييم مناسبة الموقع لإعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة

المعايير	الوصف	أسئلة استرشادية (نعم/لا) (نعم تعني أن المعيار تم استيفاؤه)
معايير منخفضة الأولوية		
أراضٍ تدهورت سابقًا	يمكن التحقق من كون الأراضي قد تعرضت للتدهور سابقًا أم لا باستخدام صور الأقمار الاصطناعية عند دراسة المشروع، ويمكن أن يمثل ذلك ضماناً لعدم قيام البرنامج بإعادة تأهيل أشجار قرم تم إزالتها من فترة قريبة لأن ذلك قد يحفز إزالة غابات القرم. **نوع التقييم:** مراجعة مكتبية	هل تعرضت الأرض للتدهور سابقًا؟

خلال عملية اختيار الموقع، تعتبر الزيارات الميدانية، برفقة ممثلي السلطات المحلية أو أولئك الذين يديرون المنطقة، هامة لفهم الواقع على أرض الواقع وصقل التقييمات الأولية. وعند إجراء زيارات ميدانية، من المفيد تقييم الحالة البيئية الحالية وملاحظة أي أنشطة بشرية أثناء تحديد حدود الموقع.

أمثلة لمواقع مناسبة في الإمارات

نورد أدناه أربعة سيناريوهات تجسد مواقع إعادة التأهيل المناسبة في الإمارات العربية المتحدة.

قد تتطلب مجموعة متنوعة من السيناريوهات اتباع منهجيات مصممة خصيصاً لتحديد أولويات المعايير في مشاريع إعادة التأهيل. وتتراوح تلك المشاريع في نطاقها، من دعم عمليات التجديد الطبيعي في المشاهد البحرية الحالية إلى بدء نظم إيكولوجية اصطناعية جديدة تماما لأشجار القرم. ومن المهم أن ندرك أن كل سيناريو إعادة تأهيل يمتلك عادة مجموعة خاصة به من الخصائص الفريدة التي يمكن أن تغير أولويات معايير معينة.

1. **منطقة قرم منخفضة الكثافة:** يمكن أن تؤدي الزراعة المستهدفة أو التحسينات في الهيدرولوجيا إلى تعزيز إمكانات الموقع بشكل كبير لتجديد بذور القرم الطبيعية.

ويمكن أن تأخذ تصميمات إعادة التأهيل في الاعتبار المناطق التي تكون فيها احتمالات التجدد الطبيعي أقل أو تتم ببطء، كما في المناطق المرتفعة بين تيارات حيث يكون معدل تشتت البذور أقل وهذه المواقع لديها فرصة لإعطاء الأولوية لتوسيع مناطق أشجار القرم الحالية لرفع مخازن الكربون.

المثال المذكور (شكل 3-2): خور اليفرة في أم القيوين.

2. **مواقع اصطناعية ذات مصدر بذور طبيعي قريب:** في حين أن الغمر قد يكون منتظماً، فمن غير المرجح أن تكون ظروف التربة مناسبة لأنها صنعت بشكل مصطنع، خاصة إذا لم يكن هناك دليل على التجدد الطبيعي. وقد تدل المشاهدات المتعلقة بنوع التربة على مدى ارتباط الموقع بأشجار القرم الطبيعية، مع وجود تربة أغمق وأكثر إسفنجية تدل على أن المنطقة بها تربة عضوية ترتبط ارتباطاً جيداً بأشجار القرم الموجودة. ومن المرجح أن تزيد التربة العضوية من تغيرات بقاء البذور أو الشتلات وتمنع الحاجة إلى إضافة الخث. كما سيؤدي توسيع نطاق أشجار القرم الحالية إلى رفع مستويات تخزين الكربون.

المثال المذكور (شكل 3-2): بحيرة شاطئية في خور كلباء، الشارقة.

3. مواقع مرتفعة يصلها المد ولا توجد فيها أشجار القرم: تتزايد أهمية هذه المواقع في سياق تغير المناخ وارتفاع منسوب مياه البحر. ومع ذلك، إذا كانت المناطق المجاورة لا تتعرض لغمر منتظم، وهو ضروري لبقاء غابات القرم، فقد يكون من الضروري إجراء تعديلات هيدرولوجية. ويمثل ضمان استمرار الغمر أولوية رئيسية لنجاح إنشاء غابات القرم في هذه المناطق العليا التي يصلها المد.

المثال المذكور (شكل 2.3): مناطق مدر وجزر عليا مختارة في محمية الزوراء الطبيعية، عجمان.

4. مواقع اصطناعية معزولة: بالنسبة لهذه المواقع، يتم تحديد نجاح مشروع إعادة التأهيل في الغالب من خلال تواتر الغمر وجودة التربة. ونظراً لخصائصها الاصطناعية واحتمال انعزالها، فإن غرس مساحات واسعة من أشجار القرم، وهو معيار ذو أولوية عالية على النحو المبين في الجدول (س)، قد لا يكون عملياً لهذه المواقع. وبدلاً من ذلك، ينبغي أن يتحول التركيز إلى تعزيز القيمة الإيكولوجية وتعزيز اتصالها مع الموائل البحرية، مثل مناطق الأعشاب البحرية. ويهدف هذا النهج إلى زيادة تخزين الكربون وتعزيز المرونة البيئية في الموقع، والتكيف مع التحديات الفريدة التي تطرحها طبيعته المعزولة والاصطناعية.

معلومات إضافية لرفع مستوى تخزين الكربون: ضع في اعتبارك إعادة تأهيل المستنقعات المالحة في هذه المنطقة لتحسين الاتصال، وتسهيل تجمع أكبر للمواد العضوية المهمة لنجاح البذور والشتلات على المدى الطويل للبقاء على قيد الحياة في المنطقة.

تشمل المعامِلات الإضافية التي يجب مراعاتها أثناء عملية اختيار الموقع طاقة الأمواج والتضاريس، إذ أن طاقة الأمواج القوية يمكن أن تقتلع أشجار القرم الرمادي (*Avicennia marina*) الصغيرة. ولتجنب هذا التأثير، يمكن اختيار مناطق المد والجزر المحمية والمنخفضة الطاقة. وفي المناطق التي تكون طاقة الأمواج فيها مرتفعة، يمكن وضع الأحجار / الأخشاب (المواد غير الملوثة المتوفرة محلياً)، والأنابيب الأرضية (geo-tubes) مؤقتا خلال العامين الأولين من الزراعة. ويعد ميل الأرض المناسب عاملاً مهماً أيضاً عند اختيار الموقع باستخدام المسوحات الميدانية و / أو نماذج الارتفاع الرقمية.

شكل 2.3: صور بالأقمار الاصطناعية لكل سيناريو على مدار فترتين حيث يمكن التفكير في إعادة التأهيل أو قد تكون إعادة التأهيل قد تمت بالفعل. المصدر: جوجل ايرث (Maxar Technologies, Landsat/Copernicus)

جدول 2.5: الأماكن التي يجب تجنب غرس أشجار القرم بها

	المكان	السبب
1	السهول المدية الطبيعية حيث لا تنمو أشجار القرم بشكل طبيعي أو لم يتم الإبلاغ عن وجودها من قبل	هذه الموائل فريدة من نوعها وتستخدمها الطيور للبحث عن الطعام. وتعد السهول المدية أنظمة بيئية طبيعية. إن زراعة أشجار القرم على السهول المدية سيغيّر الطابع الإيكولوجي للموئل الحالي ويخل بطبيعة وتوزيع الأنواع التي تعيش فيها، وبالتالي لا يؤدي إلى مكاسب صافية للتنوع البيولوجي.
2	التجمعات الساحلية الأخرى وهي السهول الطينية والسبخة وحصائر الطحالب والمستنقعات المالحة والشواطئ الرملية والمياه الخلفية	هذه أنظمة إيكولوجية ساحلية حرجة ذات قيم إيكولوجية فريدة، بما في ذلك عزل الكربون، ولا ينبغي تحويلها إلى مناطق لأشجار القرم.
3	المواقع ذات الأنشطة الجارية التي تشكل ضغطا على المنطقة الساحلية و/أو النظام البيئي لغابات القرم	إن محاولة زراعة أو إعادة تأهيل أشجار القرم في المناطق التي توجد بها تهديدات مستمرة ستقلل من فرص النمو والنجاح.
4	المواقع المخصصة للتنمية المستقبلية أو استخدام الأراضي	إن محاولة زراعة أو إعادة تأهيل أشجار القرم في موقع محدد للتطوير المستقبلي سيؤدي إلى فشل المشروع وإهدار الموارد. ونوصي بإشراك أصحاب المصلحة مع جميع الكيانات المشاركة في تخطيط استخدام الأراضي قبل تنفيذ مشروع إعادة التأهيل.

2.3 المرحلة الثانية: تطوير خطة لإدارة إعادة تأهيل أشجار القرم

كما ذكرنا في القسم 2-2 أعلاه، يعتمد نجاح إعادة تأهيل أشجار القرم على العديد من العوامل الرئيسية بما في ذلك:

1. اختيار الموقع المناسب .
2. تحديد أسباب تدهور أشجار القرم وتطوير إجراءات استجابة لضمان صحة الأشجار واستمرار نموها على المدى الطويل في الموقع المختار.
3. تطوير خطة إعادة تأهيل تراعي وتشرك كافة الجهات صاحبة المصلحة وتضمن الرصد والمساءلة وإشراك الجهات المعنية على المدى الطويل لاستدامة النمو وتعافي الموقع.
4. العمل مع علماء إستعادة النظم الساحلية وعلماء البيئة المؤهلين وذوي الخبرة والذين هم على دراية بالسياق المحلي

بعد تقييم احتياجات إعادة التأهيل وتحديد مدى ملاءمة الموقع، يجب إعداد خطة إعادة تأهيل تتضمن وصفاً كافياً للطرق والموقع وخطة الرصد طويلة الأجل، مع تحديد أهداف البرنامج بوضوح. ويجب أن تتضمن خطة إعادة التأهيل وصفاً لظروف خط الأساس البيئي، والفوائد والآثار المتوقعة للمشروع المقترح، وجهود الرصد المرتبطة بالموقع المقترح.

ويجب أن توفر الخطة تبريراً واضحاً للمشروع مع الفوائد البيئية الصافية المتوقعة. ويوجز الجدول 7-2 أدناه الهيكل والمحتوى الموصى بهما لهذه الخطة.

جدول 2.6: طرق التدخل الموصى بها اعتمادًا على ظروف الموقع

الوصف	التدخلات المطلوبة	طرق الغرس الموصى بها حيثما ينطبق
مناطق تعرضت فيها أشجار القرم للفقد أو التدهور	قد تكون هناك حاجة إلى إعداد الأراضي (تحسين التربة والهيدرولوجيا) – ضمان فهم أسباب التدهور جيداً ومعالجتها قبل البدء في إعادة التأهيل	الشتلات المزروعة في المشتل، وكذلك البَذر اليدوي والطائرات المسيرة
مناطق القرم المتناثرة التي يصعب الوصول إليها وتجددها الطبيعي محدود بسبب الضغوطات السابقة أو الحالية	لا يلزم إجراء أي تعديل في الأرض	بَذر البذور باستخدام الطائرات المسيرة و/أو غرس الشتلات المزروعة في المشتل والبَذر اليدوي إذا كان من الممكن الوصول إلى المنطقة
الجزر الاصطناعية والشواطئ المطورة حديثا بالقرب من أو داخل مناطق أشجار القرم الحالية أو السابقة ذات التربة والتضاريس والهيدرولوجيا المناسبة لنمو أشجار القرم	يجب دراسة كافة العوامل بما في ذلك تدابير حماية الشواطئ والمتطلبات الهيدرولوجية	يفضل الشتلات المزروعة في المشتل على الطرق الأخرى لضمان النمو الناجح

جدول 2.7: قائمة مراجعة موصى بها لخطط إعادة تأهيل أشجار القرم

خطة إدارة إعادة تأهيل أشجار القرم - قائمة مراجعة	
الفصل الأول - ملخص تنفيذي	
☐	ملخص كافٍ للمشروع المقترح مع استعراض توقيتاته ومراحل إنجازه الرئيسية وأهم أهدافه والمنطقة ورعاة المشروع
الفصل الثاني: مقدمة: ماذا، أين، من، لماذا وكيف	
☐	عنوان المشروع ووصفه العام وإطاره الزمني وأساسه المنطقي ومبرره
☐	تفاصيل الاتصال ومعلومات عن راعي المشروع والمقاولين المعنيين، بما في ذلك العميل /راعي المشروع
☐	فريق المشروع ودليل خبراتهم السابقة ومؤهلاتهم الفنية وتخصصهم في إعادة التأهيل والرصد البيئي

خطة إدارة إعادة تأهيل أشجار القرم - قائمة مراجعة	
الفصل الثالث وصف وطرق برنامج إعادة التأهيل	
☐	لماذا نحتاج إلى إعادة التأهيل؟ وصف الحاجة إلى المشروع المقترح والفوائد المتوقعة والتي تبرر ضرورة التدخل
☐	هل يتم التخطيط للمشروع وفقا لأفضل الممارسات؟ تقييم اتساق المشروع مع المبادئ الرئيسية لمبادرة أبوظبي لأشجار القرم (لإمارة أبوظبي) والدليل الإرشادي الوطني لدولة الإمارات العربية المتحدة لإعادة تأهيل أشجار القرم، وحيثما أمكن مع الدليل الإرشادي لأفضل الممارسات العالمية (التحالف العالمي لأشجار القرم، 2023)
☐	ماذا يوجد في الموقع؟ بمن أحتاج إلى الاتصال للحصول على التراخيص؟ خرائط وأوصاف لموقع وحجم المشروع المقترح، وملكية موقع إعادة التأهيل واستخدام أرضه الحالية والأراضي المحيطة به، والموائل الموجودة حالياً في الموقع المقترح والموائل المحيطة به (حتى 0.5 أو 1 كم بعيداً عن مركز الموقع المخطط له). تبرير اختيار الموقع ودليل على الترخيص بإجراء أنشطة إعادة التأهيل في الموقع (عند الاقتضاء)
☐	ماذا حدث هنا؟ وصف تاريخ التغييرات في موقع إعادة التأهيل ووصف المشروع المقترح (الطريقة، أصحاب المصلحة، الأهداف، الإطار الزمني)
☐	ما الذي يجعل هذا الموقع مرشحاً مناسباً لإعادة تأهيل؟ وصف موقع إعادة التأهيل (أساس اختيار الموقع، ومستوى ارتفاع الأرض، وميل الأرض، ونوع التربة، والتيارات، وضغط الرعي، والتجديد الطبيعي، وحدود موقع إعادة التأهيل، وتقدير كمية الشتلات / البذور، ومصادر البذور أو الشتلات، والضغوط الحالية أو السابقة، وتاريخ الموقع، وما إلى ذلك). وصف الظروف البيئية الحالية (ظروف خط الأساس) بما في ذلك استخدام الأراضي، ونوع الموائل، ونوع التربة، والنباتات، ضمن الخرائط الأساسية والاستشعار عن بعد والتحليل المكاني.
☐	ماذا يحتاج الموقع؟ وصف طرق إعادة التأهيل وإجراءات العمل (مثل أشكال التدخل أو إعداد الأراضي أو التحسينات الهيدرولوجية، لاحتياجات التجديد بمساعدة طبيعية تشمل مصادر البذور والشتلات، ونقل الشتلات، والتباعد، ووقت إعادة التأهيل / العمل، وإعداد الحُفر، وحماية الشتلات).
☐	هل سيكون لنشاط إعادة التأهيل الخاص بي تأثير بيئي؟ وصف الآثار البيئية المحتملة المرتبطة بجميع مراحل المشروع المقترح (السلبية أو الإيجابية). تحديد أنشطة المشروع خلال جميع المراحل (إعداد الأرض، الزراعة، الرصد اللاحق للغرس، إعادة التأهيل الهيدرولوجية) التي قد تؤدي إلى تراكم الملوثات أو انبعاثات الكربون أو تسبب اضطراباً للمجتمعات الحيوية في الموقع وحوله أو تعديل البيئة المادية. ويجب أن يتضمن ذلك وصفاً تفصيلياً للمواد الخام والمعدات / الآلات المستخدمة والتلوث المتوقع والنفايات المتولدة في جميع مراحل المشروع.
☐	حالة المشروع وجدوله الزمني وخريطته التنظيمية
الفصل الرابع: خطة الرصد	
☐	كيف يمكنني قياس النجاح؟ وصف تفصيلي لكل من برامج الرصد قصيرة وطويلة الأجل، بما في ذلك معلومات عن تصميم العينات (التكرار، الكثافة)، والمسؤول عن برنامج الرصد، ومتطلبات الإبلاغ والتوثيق. مراقبة أهداف البرنامج وأساليبه وتكراره وشروطه ومؤشراته التي سيتم قياسها كجزء من برنامج المراقبة.
☐	كيف يمكنني الإبلاغ عن النتائج؟ الجدول الزمني لتقديم بيانات الرصد (على الأقل كل 6 أشهر و1 سنة و 2 سنوات) وبرنامج إعادة التأهيل والرصد البيئي على المدى الطويل (السنة الخامسة والسنة العاشرة بعد إعادة التأهيل)

خطة إدارة إعادة تأهيل أشجار القرم - قائمة مراجعة	
الملاحق	
☐	الملحق (1): المراجع
☐	الملحق (2): خريطة الموقع (ملفات وأشكال kmz) التي تبين حدود المشروع واستخدام المنطقة والمناطق المحيطة به في الوقت الحالي.
☐	الملحق (3): صور فوتوغرافية للمشروع
☐	الملحق (4): خطابات تصريح مالك الأرض والجهات المختصة(إذا كانت مطلوبة)
☐	الملحق (5): دليل الخبرات السابقة والمؤهلات الفنية لفريق المشروع بالتخصص في إعادة التأهيل الإيكولوجية
☐	الملحق (6): معلومات عن الحالة الراهنة للبيئة (الطريقة والبيانات والنتائج)
معايير عامة	
☐	ترتيب المكونات ترتيبًا منطقيًا بحيث تكون متكاملة ويسهل مراجعتها، بما في ذلك الملاحق
☐	احرص على أن تحتوي الخطة على قائمة بالاختصارات وتعريف للمصطلحات وذكر كافة المراجع التي استقيت منها المعلومات
☐	تتضمن الخطة باقة كاملة من الخرائط المفصلة التي تصف خط أساس، وموقع المشروع، وغطاء موئل القرم المتوقع في المستقبل
☐	الوضوح (أي استخدم أدنى قدر من المصطلحات الفنية واستخدم الرسوم التوضيحية وغيرها بشكل كاف ومناسب بحيث يستطيع غير المتخصص فهم النص بسهولة)
☐	تشمل الخطة الآثار الإيجابية والسلبية المتوقعة للمشروع المقترح (البصمة الكربونية لأنشطة إعادة التأهيل)

2.4 المرحلة الثالثة: التنفيذ

2.4.1 إشراك الجهات المحلية المختصة

يجب إشراك أصحاب المصلحة والمجتمع في جميع مراحل المشروع وخاصة في المراحل المبكرة جدا عند اختيار المنطقة، وتحديد احتياجات إعادة التأهيل والحوكمة / حيازة الأراضي واستخدامات الأراضي. وبمجرد الحصول على موافقة أصحاب المصلحة على خطة إعادة التأهيل، يجب أن تستمر المشاركة خلال مرحلة التنفيذ لضمان مشاركة جميع الكيانات المعنية والأفراد والمؤسسات وإبلاغهم بأنشطة المشروع والجدول الزمني، وإتاحة الفرصة لهم للمشاركة كلما كان ذلك مناسبا. وتدعم مشاركة المجتمع ومالك الأرض في أنشطة إعادة التأهيل الاهتمام بموقع إعادة التأهيل ويمكن أن تضمن الظروف المواتية طويلة الأجل في الموقع التي تساعد على نجاح مشروع إعادة التأهيل. ويمكن أن يشمل أصحاب المصلحة الوكالات الحكومية الاتحادية والفرعية، ومنظمات غابات القرم العالمية والحفاظ على الطبيعة، والمؤسسات الأكاديمية أو البحثية، والسكان المحليين وأصحاب الأعمال، والسلطات البلدية، ومطوري الأراضي وملاك الأراضي. وقبل تنفيذ المشروع، يجب الحصول على جميع التصاريح اللازمة والمعمول بها للمنطقة. على سبيل المثال، في إمارة أبوظبي، يلزم الحصول على تصريح من السلطة المختصة ذات الصلة في أي وقت يتم فيه جمع البذور أو التخطيط لمشاريع إعادة التأهيل التي تنطوي على الزراعة أو تدخلات إعادة التأهيل الأخرى. ونوصي بعقد اجتماعات وورش عمل منتظمة لبدء مشروع إعادة التأهيل، وتوضيح الأدوار والمسؤوليات، وتحديثات حول تقدم المشروع والإنجازات طوال دورة إعادة التأهيل.

2.4.2 تحديد حدود الموقع ورسم الخرائط التفصيلية

بمجرد تحديد خطة إعادة التأهيل والموافقة عليها واعتمادها من قبل جميع الأطراف المعنية، يجب تحديد موقع إعادة التأهيل بوضوح ورسم خرائط تفصيلية. وقد تكون هناك حاجة إلى أشكال مختلفة من التدخل في موقع واحد، بما في ذلك التحسينات الهيدرولوجية (إنشاء القنوات أو تحويلها)، وإزالة الرواسب أو نقلها، والتعديلات الطبوغرافية لضمان إعادة تأهيل تدفق المد والجزر إلى مستوياته الطبيعية قدر الإمكان. وستساعد دراسة الصور التاريخية لفهم الهيدرولوجيا الطبيعية الموجودة في الموقع في توجيه التدخل لضمان البيئة التي من شأنها أن تفضي إلى النمو الطبيعي والتعافي.

2.4.3 التحسينات الهيدرولوجية (عند الضرورة)

أثناء تطوير خطة إعادة التأهيل، سيكون من الممكن تحديد التدخلات اللازمة في الموقع بناء على تاريخ الموقع وحالته الحالية. ومن الأسئلة الرئيسية التي يجب طرحها التساؤل عن «الخطأ الذي حدث» وما الذي يحتاجه الموقع للتعافي بشكل طبيعي. إن السؤال عن سبب عدم تمكن الموقع من التعافي دون تدخل بشري سيساعد في معالجة الأسباب التي تعيق التجدد الطبيعي. ويمكن أن يوفر الاعتماد على المجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة للحصول على المعرفة الإيكولوجية مصدراً للمعلومات عن تاريخ الموقع وصحته إلى جانب التقييمات باستخدام كل من الاستشعار عن بعد، والدراسات الاستقصائية الميدانية لتحديد الهيدرولوجيا، والديناميكا المائية وتوافر البذور/التكاثر. ويمكن للمواقع المرجعية القريبة، حيثما كانت متاحة، أن توفر نظرة ثاقبة للتدخل اللازم لإعادة تأهيل الظروف الفيزيائية الحيوية اللازمة للنمو الطبيعي. ويمكن للرصد الهيدرولوجي، والنمذجة الهيدروديناميكية حيثما أمكن، أن تساهم في تقييم الظروف الراهنة وتساعد في وضع خطة لضمان أفضل هيدرولوجيا ممكنة لإعادة تأهيل الموائل. هناك طرق مختلفة لتقييم الهيدرولوجيا في مواقع إعادة التأهيل المحتملة، على النحو المبين في الجدول 8-2 أدناه من الدليل الإرشادي العالمي لأفضل الممارسات لإعادة تأهيل غابات القرم. ويمكن أن تشمل أمثلة التدخلات تعديل التضاريس إما من خلال إعادة تأهيل القنوات، أو الإزالة اليدوية للرواسب أو إضافة الرواسب حسب الظروف، وبناء أسوار قابلة للنفاذ (تعديلات على ارتفاع التربة) إما لزيادة أو تقليل الغمر اعتماداً على الموقع، لضمان الأوقات المثلى للغمر بالتيارات المدية. وفي الحالات التي تتعرض فيها أشجار القرم لموجات أو تيارات قوية أو لتغير في الظروف الهيدروديناميكية بسبب أنشطة مثل التجريف، فإن أنشطة إعادة تأهيل الخط الساحلي (تغذية الرواسب في البيئات الرملية والهياكل القابلة للنفاذ في البيئات الموحلة) يمكن أن توفر المأوى اللازم لإعادة تأهيل وإنشاء شتلات جديدة. وفي بعض الحالات، يمكن أن يكون التجديد الطبيعي محدوداً بسبب تدني اتصال الموائل. ومن شأن إعادة تأهيل الاتصال الهيدرولوجي بين المواقع بحيث يتم تسليم البذور/الإكثار أثناء المد العالي أن يساعد في هذه الظروف. وفي نهاية المطاف، سيعتمد تنفيذ التدخلات اللازمة على الاحتياجات المحددة للموقع، مع كون التوصية الرئيسية هي استغراق الوقت الكافي لفهم ودراسة الظروف الفيزيائية الحيوية للمنطقة قبل المضي قدماً في التنفيذ.

جدول 2.8: منهجيات تقييم الهيدرولوجيا والفترات المائية في مواقع إعادة التأهيل

الطريقة	الوصف	الفوائد	المشاكل	التكلفة	المصدر
الاستشارة	التحدث مع المجتمعات المحلية ومراجعة الخرائط التاريخية	تتميز هذه الطريقة بالكفاءة من حيث التكلفة وتنطوي على إشراك المجتمع المحلي.	من المحتمل انخفاض دقتها وتكون أفضل عندما تُستخدم على نطاق كبير.	منخفضة	Lewis and Brown, 2014
ارتفاع المياه / الغمر	مقارنة الارتفاعات في موقع إعادة التأهيل والمواقع المرجعية.	تتميز بالكفاءة من حيث التكلفة ويمكن أن تنطوي على إشراك المجتمع المحلي.	من الممكن أن تكون أقل حسمًا ومن المحتمل أن تنخفض دقتها عند استخدامها على نطاق صغير.	منخفضة	Lewis and Brown, 2014 Oh *et al.*, 2017 Teutllis-Hernandéz *et al.*, 2020
نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)/ نموذج الليدار	مقارنة ارتفاع مواقع إعادة التأهيل بارتفاع مناطق القرم الطبيعية باستخدام بيانات نموذج الارتفاع الرقمي / الليدار باستخدام البرمجية المناسبة (مثل ARC GIS أو ما شابه). ويمكن أن تساعد خريطة لارتفاع الأرض في منطقة التجميع في تحديد فرص إعادة التأهيل.	تتوافر البيانات بكميات مكانية كبيرة بدقة وضوح معتدلة إلى مرتفعة لتحديد عمق الموقع وارتفاعه، مع الاحتياج إلى بذل أقل جهد في الموقع.	توافر محدود لبيانات العديد من مناطق إعادة التأهيل ذات الأولوية. تنطوي على تحليل معقد يحتاج إلى برامج متخصصة وخبرة خاصة. اكتسابها مكلف إذا لم تكن متوافرة بالمجان.	مرتفعة	Maher et al., 2013
عوامات صغيرة	وضع مجسات الميل في عوامة صغيرة لرصد الفيضان وتيارات المد وحركة الأمواج في موقع إعادة التأهيل. تستخدم مجسات الضغط غير المنَفس لقياس مستويات الماء فقط.	رصد هيدورلوجي وهيدروديناميكي دقيق ومتكامل وكفؤ في تكلفته في المياه الضحلة.	تقييم الهيدرولوجيا والديناميكيات المائية المحلية قبل إعادة التأهيل مقارنة بالمراجع المحلية. صغيرة النطاق.	منخفضة/ متوسطة	Balke *et al.*, 2021

2.4.4 مصادر البذور أو الشتلات (حيثما يعد الغرس ضروريًا)

كجزء من خطة التنفيذ، يجب تحديد مصدر البذور أو الشتلات في الحالات التي تعتبر فيها الزراعة ضرورية. ويجب ألا تتم الزراعة إلا في المناطق المتأثرة التي لوحظ فيها أن التجدد الطبيعي منخفض أو غير موجود، وحيث تكون ظروف الموقع مواتية للنمو أو يمكن استعادتها للسماح بالاستيطان والنمو. ومن المفترض أن طريقة الزراعة التي تعتبر الأنسب للموقع قد تم تحديدها مسبقاً في خطة إعادة التأهيل التي تم تطويرها في وقت سابق . ويجب جمع البذور في حالة نثرها باستخدام الطائرات المسيرة وبذر البذور بشكل مباشر، في حين يمكن الحصول على الشتلات من المشاتل القائمة والمرخصة. . وفي جميع الحالات، يوصى بزراعة البذور والشتلات التي تنشأ من نفس الموقع أو في أقرب مكان ممكن من موقع إعادة التأهيل، لضمان الحفاظ على السلامة الوراثية للمنطقة حيث أن أشجار القرم في مواقع مختلفة سيكون لها قدرات تكيف مختلفة خاصة بالموقع اعتماداً على الظروف المحلية. ويجب أن يتم جمع البذور وفقا لجميع اللوائح المحلية المعمول بها ومتطلبات التصاريح ويجب ألا تلحق الضرر بالموائل أو تؤثر في التجدد الطبيعي. ومن الضروري التأكد من أن البذور لا يتم حصادها بشكل مفرط من منطقة ما، وأن أولئك الذين يجمعون البذور يتم تدريبهم على كيفية جمع البذور السليمة القابلة للحياة وتخزينها ونقلها بطريقة لا تلحق الضرر بالبذور أو تؤثر على الموائل الطبيعية.

يمكن أن يدعم إنشاء مشاتل القرم مشاريع إعادة تأهيل أشجار القرم. وفي هذه المرحلة، يتم زراعة البذور التي يتم جمعها من غابات القرم الناضجة لإنتاج شتلات ثم تكون شجيرات. وبعد ذلك يتم زراعة الشتلات في الموقع المطلوب. ويمكن أن تكون مشاتل القرم إما في صوبة أو في منطقة ساحلية، حيث تستخدم مشاتل الصوبات الزراعية لنشر أشجار القرم في بيئة خاضعة للرقابة، مما قد يؤدي إلى معدلات نمو أسرع ومعدلات بقاء أعلى. ومع ذلك، يمكن أن يكون إنشاء مشاتل الصوبات وصيانتها مكلفا. ومن ناحية أخرى، يتم إنشاء المشاتل الساحلية في مناطق السهول المدية على طول الساحل. ويمكن أن يكون إنشاء المشاتل الساحلية وصيانتها أقل تكلفة من مشاتل الصوبات ، ولكنها قد تتطلب المزيد من العمالة والإدارة. ويستخدم نوعان من مشاتل أشجار القرم لزراعة شتلات أشجار القرم من أنواع القرم الرمادي (Avicennia marina) في دولة الإمارات العربية المتحدة: (أ) المشاتل المدية، و (ب) المشاتل فوق المدية أو مشاتل المرتفعات. وتم تطوير المشتل المدي في المنطقة التي تصلها تيارات المد والجزر، وتتعرض الشتلات في المشتل للغمر بتيارات المد الطبيعية. أما المشتل فوق المدي فيتم إنشاؤه في المناطق المرتفعة بعيداً عن خط المد العالي. وتتمثل الاحتياجات المائية للمشتل المدي في مياه البحر أو المياه قليلة الملوحة (عن طريق خلط المياه العذبة مع مياه البحر بنسب مختلفة في المناطق عالية الملوحة) ليتم ضخها لسقي النباتات مرتين في اليوم. وخلال الشهر الأول، يجب ري الشتلات مرتين يوميا بمزيج من مياه البحر والمياه العذبة (1: 1)؛ وبعد ذلك يكفي ري الشتلات بمياه البحر مرة واحدة في اليوم. وتسمح مشاتل المرتفعات بتوفير المياه العذبة، مما يسمح بالنمو السريع، ولكنها تؤدي إلى صدمة الملوحة بمجرد زرع الشتلات. وبالنسبة لدولة الإمارات العربية المتحدة، يوصى باستخدام المشاتل المدية دون الحاجة إلى المياه العذبة، مما يوفر موارد المياه، ويبقى الأشجار على قيد الحياة بشكل أفضل بمجرد زراعتها. وتشير الدراسات إلى أنه في المشاتل المدية، يكون معدل تكوين الشتلات والبقاء على قيد الحياة متغيراً ومنخفضاً نسبياً. ويرجع ذلك أساساً إلى حركة موجات المد والجزر العالية التي من المحتمل أن تجرف البذور بعيداً. وفي المقابل، تشير نتائج الأبحاث من المشاتل فوق المدية إلى معدلات نجاح عالية. ولا يزال النهج المتبع في إعداد المشتل والمراقبة اليومية للمزارع في كلا النوعين كما هو. وفي مناطق المد والجزر، تتعرض النباتات لحركة موجة المد والجزر المنتظمة وغالبا ما يتم غمرها في المياه المالحة لعدة ساعات كل يوم. ويمكن أن يحد ذلك من نمو النباتات وإنتاجيتها، لأنها بحاجة إلى الحفاظ على الموارد للبقاء على قيد الحياة في هذه البيئة القاسية. وفي المقابل، لا تتعرض النباتات في مناطق المد والجزر لنفس حركة موجة المد والجزر المنتظمة ولا يتم غمرها في المياه المالحة لفترات طويلة، وتستطيع الوصول إلى المزيد من الموارد، بما في ذلك ضوء الشمس والمياه العذبة والمغذيات، والتي يمكن أن تعزز نموها وإنتاجيتها. أما في المناطق فوق المدية، فتميل أشجار القرم إلى النمو أطول وتنتج أوراقاً وفروعاً أكثر من تلك الموجودة في المناطق المدية. ومع ذلك، فإن النباتات في المناطق المدية أكثر كفاءة في استخدام الموارد ولديها معدل أعلى من تثبيت الكربون، وهي العملية التي تحول بها النباتات ثاني أكسيد الكربون إلى مركبات عضوية.

جدول 2.9: مقارنة بين مشاتل القرم في المناطق التي لا يصلها المد والمناطق التي لا يصلها المد

المعامِلات	مشتل في منطقة لا يصلها المد (أرض مرتفعة)	مشتل في أرض يصلها المد
الموقع	أرض مرتفعة	منطقة مدية
المياه	المياه قليلة الملوحة ومياه البحر	مياه البحر الطبيعية / الغمر
النمو	~ 60 سم في 6 أشهر	~ 30-40 سم في 6 أشهر
الرواسب في وعاء المشتل	تربة مع رمل وطمي ومواد عضوية	تربة مع رمل وطمي ومواد عضوية
احتمالات البقاء على قيد الحياة في المشتل	مرتفعة	منخفضة نسبيًا
احتمالات البقاء على قيد الحياة بعد الغرس	منخفضة نسبيًا	مرتفعة
التكلفة	مرتفعة نسبيا (الآلات والبنية التحتية)	أقل مقارنة بمشاتل المرتفعات

إنشاء مشتل لأشجار القرم يحتاج المتطلبات الرئيسية التالية:

أ) اختيار الموقع: بالنسبة للمشتل المدي، يلزم وجود منطقة مدية على طول الساحل مع غمر منتظم لمساحة 100 م × 30 م (لـ 500,000) شتلة. وبالنسبة للمشتل فوق المدي أو مشتل المرتفعات، يلزم وجود مياه لمساحة مستوية من نفس الحجم. ويجب أن يكون الوصول إلى الموقع سهلًا.

ب) أحواض المشتل: حوض مشتل بقياس 6 × 1.2 متر يستوعب حوالي 1000 نبتة حاوية. ويجب تنظيف موقع المشتل من أي حطام يمكن أن يتداخل مع العمليات. ويجب تسوية أحواض المشتل بشكل مثالي لضمان توزيع المياه فيه بشكل متساوٍ.

ج) الأصص: عادة ما تكون عبارة عن أكياس تأصيص بلاستيكية. ومع ذلك، من الملائم أكثر تربية الشتلات في أكياس البوليثين القابلة للتحلل (قياس 26 × 13 سم). ومع أن الأصص البلاستيكية باهظة الثمن ويصعب إعادة تدويرها، فإذا تم استخدامها بحكمة، فسيمكن استخدامها عدة مرات. ويجب عمل أربعة ثقوب في أكياس البوليثين للسماح بتهوية منطقة جذر النبات.

د) التربة: يمكن استخدام رمال البحر من نفس المنطقة التي تم فيها جمع البذور. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أنه ليست كل رمال البحر مناسبة للاستخدام في المشتل. وقد تحتوي بعض أنواع رمال البحر على مستويات عالية من الملح أو الملوثات الأخرى التي يمكن أن تكون ضارة بالشتلات، إذا تم الحصول عليها من مناطق أخرى غير موائل القرم.

ه) جمع البذور/: يتم جمع بذور القرم خلال ذروة موسم التكاثر، والذي يختلف تبعا للأنواع والموقع. ومع ذلك، في دولة الإمارات العربية المتحدة، عادة ما تكون بذور القرم ناضجة وجاهزة للقطف من منتصف أغسطس إلى منتصف أكتوبر. وتعتبر البذور أو وحدات التكاثر الناضجة تماما وذات النوعية الجيدة (البذور المنبتة مسبقاً بينما لا تزال مرتبطة بالشجرة الأم) شرطاً أساسياً لتوفير مخزون زراعة صحي. ويتم قطف البذور / وحدات التكاثر مباشرة من الأشجار الأم أو يمكن أيضاً جمعها من الأرض. وتجدر الإشارة إلى أن جمع بذور القرم يجب أن يتم بطريقة مستدامة لا تضر الأشجار (الأغصان والزهور والبذور غير الناضجة) أو النظم البيئية المحيطة بها. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يتم أي حصاد لبذور أشجار القرم وفقاً للقوانين واللوائح المحلية، وبإذن من

جمع البذور

ضع البذور التي تم جمعها في منطقة مظللة

انقع البذور في مياه البحر

تقشُّر البذرة

إزالة القشرة

نثر البذور

التظليل

الإنبات

شجيرات القرم

شكل 2.4: خطوات تأسيس المشتل من جمع البذور إلى زراعة الشجيرات

الجهات المختصة. ومن المهم ملاحظة أنه لا يمكن جمع جميع البذور المتاحة من منطقة ما، لأنها ستعطل عملية التجديد الطبيعي للغابة والتي تؤثر في النهاية على النظام البيئي الطبيعي. ولذلك، يوصى بقصر جمع البذور على 20% كحد أقصى من المساحة لتجنب التسبب في آثار سلبية على الغابة. وبهذه الطريقة، يمكن ترك البذور المتبقية لتجديد الغابة بشكل طبيعي ودعم النظام البيئي.

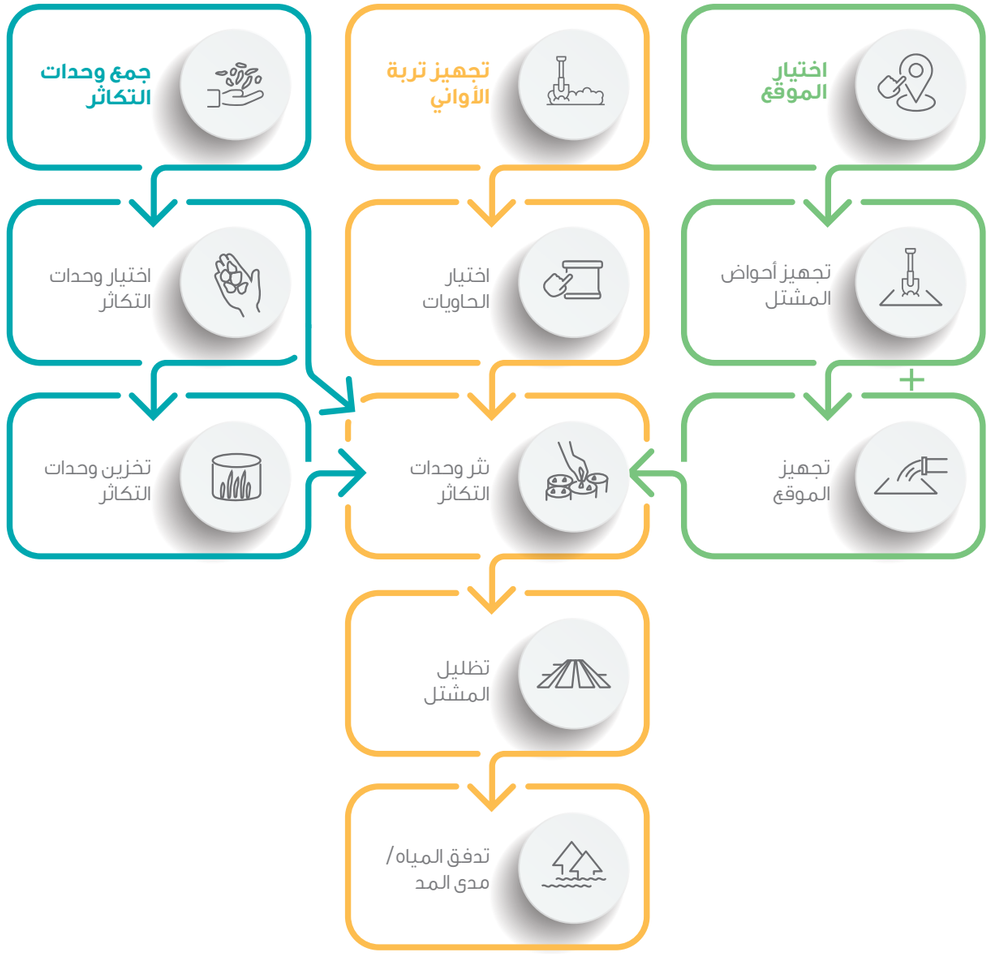
و) اختيار البذور: يفضل اختيار بذور القرم الرمادي (Avicenna marina) التي تزن حوالي 10 جرام. ومن المهم اختيار البذور / وحدات التكاثر الطازجة والناضجة وذات الحجم الكامل والصحية والخالية من أي مرض أو آفات أو إصابات.

ز) بذر البذور: يجب نقع بذور القرم الرمادي (Avicenna marina) طوال الليل بمياه البحر مما يساعد في إزالة القشرة المحيطة بها. ويوصى بتنظيم عمليات جمع البذور وبذر المشاتل بحيث يتم الانتهاء من عملية البذر في غضون 48 ساعة من جمع البذور. ولذلك، يتم جمع البذور والبذر في أكياس في وقت واحد. وعلى سبيل المثال، إذا تم جمع البذور في اليوم الأول والبذر في اليوم الثاني، فعند جمع البذور في اليوم الأول سيتم الاحتفاظ بها في مياه البحر طوال الليل، وفي اليوم الثاني سيتم تقشير البذور وسيتم البذر لاحقاً. ويجب أن تزرع بذور القرم في أصص بلاستيكية / أكياس بوليثين قابلة للتحلل موجودة في أحواض المشتل. ويجب ري الأصص المملوءة بالتربة جيداً قبل البذر. وعادة ما يتم زرع بذرة واحدة لكل وعاء أو كيس. ومع ذلك، إذا كان معدل بقاء الشتلات الأولي المتوقع في المشتل منخفضاً، أو كانت ظروف موقع المزارع الحقلية سيئة، فيمكن استخدام بذرتين أو أكثر لكل وعاء. وفي حالة الزراعة المباشرة لوحدات التكاثر، من المهم زرع البذور على العمق المناسب لضمان الإنبات والنمو المناسبين. ويجب أن يزرع الجذر، وهو الجذر الجنيني للنبات، بحيث ينزل نحو الثلث في التربة، إذ سيوفر ذلك للبذور الرطوبة والمواد المغذية اللازمة للإنبات دون دفنها بعمق.

ح) تخزين البذور: في حال تخزين البذور / وحدات التكاثر لفترات أطول (على الرغم من أنها لا تزيد عن خمسة أيام في حالة القرم الرمادي (Avicenna marina) فيجب حفظها في دلاء مغمورة بالكامل في مياه البحر. ويجب حفظ الدلاء في مكان جيد التهوية ومظلل، ويفضل أن يكون ذلك في غرفة مكيفة.

ط) التظليل: لتجنب حروق الشمس، من الضروري تظليل البذور / وحدات التكاثر المزروعة حديثا. تعتبر المظلة أحد الخيارات إذا كان سيتم زراعة أعداد كبيرة من نباتات الأصيص بشكل مستمر لفترة أطول. وخلاف ذلك، يمكن استخدام شبكات التظليل البلاستيكية لتغطية أحواض المشتل.

ي) زراعة الشتلات: شتلات القرم جاهزة للزراعة في مواقع إعادة التأهيل بعد 6-8 أشهر من البذر.



شكل 2.5: شكل تمثيلي عام لخطوات العمل في مشتل لأشجار القرم

2.4.5 الغرس نثر البذور باستخدام الطائرات المسيرة

على الصعيد الدولي، حولت تكنولوجيا الطائرات المسيرة النهج المتبع في مشاريع إعادة تأهيل الموائل في المناطق الأرضية والساحلية التي شهدت تدهوراً واسع النطاق أو آثاراً بيئية مثل حرائق الغابات أو الفيضانات. ويمكن استخدام الطائرات المسيرة لنثر البذور على مساحات واسعة من الغابات المتدهورة، مما يساعد في إعادة تأهيل هذه النظم البيئية الحيوية. ومن خلال الجمع بين نثر البذور جوًا وتقنيات الرصد، مثل استخدام الطائرات المسيرة لتتبع نمو الشتلات ومعدلات بقائها على قيد الحياة، يمكن للباحثين اكتساب رؤى قيمة حول فعالية جهود إعادة التأهيل واتخاذ قرارات مستنيرة بشأن استراتيجيات الحفظ المستقبلية. وعلاوة على ذلك، من خلال استخدام الطائرات المسيرة، يمكن لعلماء البيئة وخبراء الطائرات المسيرة جمع البيانات ومراقبة التقدم وتنفيذ استراتيجيات إعادة التأهيل بكفاءة وبتكلفة معقولة.

يعد نثر بذور أشجار القرم باستخدام الطائرات المسيرة طريقة مبتكرة جديدة للتجديد الطبيعي بمساعدة فعالة من حيث التكلفة تم تجربتها في أبوظبي وأظهرت معدلات نجاح جيدة نسبياً، مما يسمح بإجراء إعادة تأهيل أشجار القرم على نطاقات أوسع وفي وقت أقل، وربما الوصول إلى مواقع نائية. ومن خلال رسم خرائط النظم الإيكولوجية لغابات القرم، ومراقبة أنماط النمو، ومعالجة إزالة الغابات في المناطق الساحلية، يمكن أن تكون الطائرات المسيرة طريقة ثورية للتعامل مع مشاريع إعادة تأهيل أشجار القرم. وتستطيع الطائرات المسيرة التقاط المزيد من الصور ومقاطع الفيديو لمواقع إعادة التأهيل قبل الزراعة وبعدها، مما يمكن الباحثين البيئيين من تقييم صحة النظام البيئي وتحديد المناطق المثالية لإعادة التأهيل، والتي تتطلب مزيداً من الاهتمام، أو مناطق التجديد حسب الحاجة. وتمكّن هذه المعلومات الآنية الباحثين البيئيين والفنيين المسؤولين عن الطائرات المسيرة من اتخاذ قرارات مستنيرة وتحديد أولويات مواقع وأنماط جهود إعادة التأهيل بشكل فعال. وأخيراً، تستطيع الطائرات المسيرة الآن إنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد عالية الدقة لغابات القرم، مما يسمح للباحثين وفرق إعادة التأهيل بفهم تخطيط النظام البيئي بشكل أفضل وتخطيط جهودهم وفقاً لذلك.

عند نثر البذور باستخدام الطائرات المسيرة يجب أن يؤخذ في الاعتبار موسمية البذور والوقت المحدود لتخزينها ، وكذلك ضمان الحصول على جميع الأذونات الرسمية لرحلات الطائرات المسيرة وشهادات عدم الممانعة. ويعد حصاد وتحضير وحدات التكاثر جزءاً مهماً من استخدام الطائرات المسيرة لنثر البذور لإعادة التأهيل. كما تعتمد نتائج مشروع إعادة التأهيل بشكل كبير على جودة البذور التي يتم حصادها وكيفية تحضيرها للنثر. وبعد اختيار البذور، من الضروري تجهيزها بشكل مناسب قبل نثرها. وقد يتضمن ذلك زيادة إنبات البذور لزيادة معدلات الإنبات، وإزالة أي شوائب، والتأكد من أنها مناسبة في الحجم والوزن للنثر. وقد تكون هناك حاجة إلى أدوات متخصصة لمعالجة وإعداد هذه البذور للنثر.

تتضمن منهجية إعادة تأهيل أشجار القرم باستخدام الطائرات المسيرة استخدام بذور سليمة وقوية يتم نثرها في مناطق مختارة باستخدام طائرات مسيرة تم تعديلها خصيصاً أو طائرات مسيرة مصممة خصيصاً مع آلية تعليق تم تعديلها لنثر البذور بسرعة عالية لضمان معدل التصاق عالي. ويجب اختيار الطائرات المسيرة أو تصنيعها بحيث يكون عمر البطارية طويلًا ومدى طيرانها طويلًا لتحقيق أقصى قدر من فوائد استخدام الطائرات المسيرة وكذلك الطيران الذاتي، نظراً لأن الرحلات التي ستقوم بها تلك الطائرات ستكون خارج نطاق الرؤية. ويجب التركيز على جودة نثر البذور بدلاً من معدل النثر نفسه بحيث يتم تحسين فعالية المنهجية.

أدت هذه المنهجية إلى عملية إعادة تأهيل أكثر فعالية من حيث التكلفة. ويقدر معدل بقاء أشجار القرم المزروعة على قيد الحياة أقل بكثير من بعض طرق الزراعة التقليدية المقدرة. وتشير تقارير الرصد الأولية إلى معدل نجاح متوسط يبلغ 40% للجولة الأولى من الزراعة بينما يموت أقل من 2% بعد 5 سنوات من تاريخ جمع البيانات، وذلك إذا تركت دون إزعاج مع عدم حدوث أنشطة بشرية. (تقرير Distant Imagery Report، 2022، 2023).

يمكن أن يوفر التجديد الطبيعي المساعد باستخدام الطائرات المسيرة فوائد اعتماداً على السياق، بما في ذلك:

- الوصول إلى المناطق النائية أو المناطق التي يصعب الوصول إليها
- الوصول إلى المناطق النائية التي يصعب العمل فيها أو ترتفع فيها مخاطر الإصابة
- البذر السريع على نطاق واسع
- انخفاض التكاليف على مدار دورة حياة مشاريع إعادة التأهيل
- تأثير نشاط إعادة التأهيل في الموائل الطبيعية أقل
- إعادة البذر بسرعة في المناطق التي واجهت تأثيرات سلبية

قبل إعادة تأهيل أشجار القرم باستخدام الطائرات المسيرة:

- يجب إجراء تقييم مدى ملاءمة الموقع بغض النظر عن منهجية إعادة التأهيل، بما في ذلك تقييم خصائص التربة، وأنواع الموائل القريبة، ورسم خرائط دقيقة كافية لمنطقة البذر مع التحقق من الأرض على نطاق واسع
- متطلبات جمع البذور وضمان التوقيت المناسب
- فهم جميع متطلبات الهيئة العامة للطيران المدني وأذونات الطائرات المسيرة لكل رحلة والالتزام بها بالإضافة إلى تكلفة ذلك
- فهم المبادئ البيئية وإنشاء أنماط زراعة فقط تتماشى مع تلك المبادئ
- متطلبات معالجة البذور، بما في ذلك ما قبل الإنبات
- إما شراء طائرات مسيرة جاهزة ليتم تعديلها أو بناء طائرات مسيرة مخصصة، تتمتع بخاصيتين وهما زيادة وقت الرحلة وطول عمر البطارية
- تعديل أو بناء آلية نثر تسمح بغرس البذور في التربة والحفاظ على تكاملها وسلامتها
- برمجة رحلات الطائرات المسيرة من أجل نثر البذور بكفاءة لكي تتجنب الموائل غير المناسبة (السهول الطينية، والمناطق المزروعة بالفعل، ومناطق الغابات، والقنوات، ومناطق المياه، إلخ..)
- تحسين إمكانيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في القدرة على أتمتة العمليات، وتحليل البيانات التي تجمعها الطائرات المسيرة، وإنشاء خوارزميات لدعم منهجية إعادة التأهيل والمراقبة
- تحسين وقت رحلات الزراعة بحيث تراعي توقيتات المد والجزر والظروف البيئية
- تطبيق المنهجية بشكل استطلاعي على مساحة صغيرة لا تتجاوز 10 هكتارات لاختبار منهجية إعادة تأهيل أشجار القرم من خلال الطائرات المسيرة قبل القيام بمشاريع واسعة النطاق
- إجراء عمليات عد كاملة للرصد بدلاً من مسح قطع الأراضي لمعدلات نجاح المواقع ووفقا لإرشادات هيئة البيئة - أبوظبي مع الحصول على كل من ارتفاع الشتلات وعدد الأوراق
- مراقبة وتقييم النسبة المئوية لمعدلات نجاح المشروع وتحسين التقنيات قبل المضي قدماً في نشر الطائرات المسيرة على نطاق واسع بنفس منهجيات المراقبة المقترحة في هذا الدليل الإرشادي وضمان التمثيل الإحصائي الكافي، مع مساحة خاضعة للرصد لا تقل عن 10% من إجمالي الموقع
- مراقبة نجاح المزارع ورسم خريطة الموائل المعاد تأهيلها بواسطة الطائرات المسيرة ومن خلال المسوحات الميدانية للتحقق من الأرض، وكذلك التغيير الإيجابي في النظام البيئي

نثر البذور يدويًا

يعتبر النثر اليدوي لبذور القرم الصحية من نوع القرم الرمادي طريقة تقليدية فعّالة من حيث التكلفة نسبياً. ومع ذلك، لم يتم اختبار هذه الطريقة لنجاحها، ولم تتم تجربتها على نطاق واسع في المنطقة.

يمكن زراعة الشتلات أو بذور القرم مباشرة في التربة في المساحات المدية للمواقع المحمية. وإذا تم القيام بها بشكل صحيح، فإن هذه الطريقة ستكون أكثر فعالية من حيث التكلفة وأسهل من استخدام المشتل، ولكنها غالباً ما تفشل بسبب طرق غير صحيحة للزراعة والرصد في الوقت المناسب. وتتضمن العملية: (أ) اختيار البذور الصحية. (ب) نثر / زراعة البذور على بعد مترين من بعضها البعض في منطقة المد والجزر، و (ج) رصد الموقع كل شهر خلال الأشهر الثلاثة الأولى وبصفة نصف سنوية بعد ذلك.

يجب دفع البذور لنصف طولها داخل التربة. وعند الزراعة في الأرض، ضع النصف السفلي الأوسع من الشتلة في التربة. ومن الأسباب الأكثر شيوعا للفشل في استخدام الزراعة المباشرة أن البذور يتم دفعها بعمق شديد في التربة ا مما يمنعها من التنفس ويؤدي إلى فشل عملية الزراعة.

غرس الشتلات

يجب أن تزرع الشجيرات التي يتم إكثارها في المشتل بالكثافة والتباعد المناسبين، ويجب توخي الحذر لضمان زراعتها على العمق الصحيح. وتختلف الكثافة المثلى الموصى بها بين الخبراء والدراسات، حيث تتراوح من ا متر مربع بين النباتات إلى 2 متر. ونوصي، كممارسة قياسية، بضمان عدم الإفراط في زراعة الموقع لضمان متطلبات المساحة للشتلات المزروعة لتنمو بنجاح وتبقى على قيد الحياة على المدى الطويل.

وتتمثل الخطوات الرئيسية لزراعة الشتلات التي يتم إكثارها في مشتل القرم كما يلي:

- **النقل إلى موقع الزراعة:** يجب نقل الشجيرات بعناية من المشتل إلى موقع الزراعة دون الإضرار بجذورها أو سيقانها. ومن الضروري تقليل أي إجهاد أو ضرر للنباتات من خلال ضمان نقل الشجيرات في أسرع وقت ممكن. ينبغي التخطيط لرحلة النقل بحيث يكون وقت الوصول إلى موقع الزراعة ساعة واحدة على الأقل قبل أن يصبح المد منخفضاً بدرجة كافية لبدء الزراعة.

- **إعداد الموقع:** قم بإزالة أي حطام أو عوائق من منطقة الزراعة. قم بحفر ثقوب عميقة بما يكفي لاستيعاب شبكة جذور كل شتلة من شتلات القرم. وقد يختلف نمط التباعد والغرس اعتماداً على التقييم الفني للموقع المختار وتقنيات الزراعة، بهدف محاولة تكرار أنماط التجدد الطبيعي حيثما أمكن، ودعم التباين والتنوع البيولوجي الجزئي.
- **غرس الشتلات:** أخرج النبات برفق من الكيس، مع إبقائه في تربته، وضعه داخل الحفرة. تأكد من غرس كل شتلة على نفس مستوى الأرض. اردم الثقوب بالتربة وقم بري الشتلات جيداً بالماء بعد الغرس.
- **تأكد من تنظيف** أي فضلات أو نفايات من الموقع بعد اكتمال نشاط الزراعة. لا تترك أي نفايات بلاستيكية أو حاويات أو غيرها.

شكل 2.6: غرس شجيرات تم إكثارها في المشتل

2.5 المرحلة الخامسة: مسوح خط الأساس والرصد

يجب تنفيذ أنشطة الرصد والتقييم لمعرفة مقدار التقدم المحرز في مشروع إعادة التأهيل وإجراء أي تعديلات ضرورية. ويشمل ذلك رصد نمو وبقاء أشجار القرم، فضلاً عن وظائفها البيئية والتأثير العام لإعادة التأهيل على النظام البيئي المحلي. ويمكن أن يشمل ذلك قياس عزل الكربون والتنوع البيولوجي.

يعتبر تنفيذ مسوحات خط الأساس والرصد خطوة هامة من خطوات عملية إعادة تأهيل غابات القرم. وتنطوي المسوحات على إنشاء قطع أراضي مخصصة لعملية الرصد داخل موقع إعادة التأهيل المحدد لتكون بمثابة نقاط رئيسية للمراقبة وجمع البيانات.

وتشمل المسوحات تتبع التجدد الطبيعي لأشجار القرم، وتقييم معدلات بقاء الأشجار المزروعة، وحساب مؤشرات التأثير الهامة، والتأثير الأوسع لمشروع إعادة التأهيل. وتستند منهجية الرصد الموصوفة في هذا القسم إلى إطار مراقبة إعادة تأهيل الأشجار الذي طورته منظمة الحفظ الدولية والإرشادات الفنية لزراعة أشجار القرم التي وضعتها هيئة البيئة - أبوظبي. ومع ذلك، فقد تم تصميم المنهجية والمؤشرات لتتناسب مع النظم البيئية لأشجار القرم في دولة الإمارات العربية المتحدة.

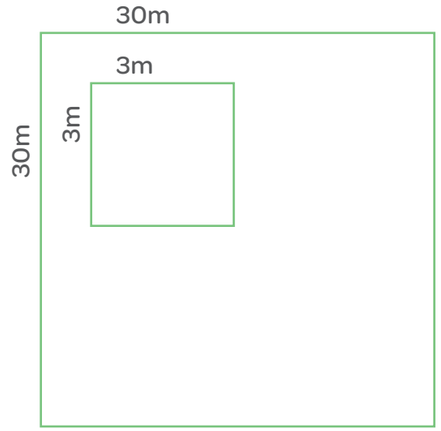
2.5.1 مواقع المراقبة

لمراقبة مناطق إعادة تأهيل غابات القرم مراقبة فعالة، يوصى بإنشاء سلسلة من مواقع المراقبة.

وستلعب البيانات التي يتم جمعها من تلك المواقع عند خط الأساس دورًا محوريًا في تحديد العدد الإجمالي لأشجار القرم الموجودة في جميع أنحاء الموقع. ولضمان دقة تمثيل العينة للموقع، ينبغي توزيع مواقع المراقبة بالتساوي عبر منطقة إعادة التأهيل، وتجنب أي تجمع، وأن تكون ممثلة للموقع حيث قد تؤثر الظروف البيئية على نجاح أشجار القرم. وعلى سبيل المثال، يمكن مراقبة المواقع التي تختلف في أنواع التربة والارتفاع وتكوين الأنواع بشكل منفصل لفهم عوامل نجاح (أو فشل) المنطقة. ويمكن تحديد موقع قطع المراقبة باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية أو عن طريق تقسيم منطقة إعادة التأهيل إلى شبكة، وترقيم كل خلية، ثم استخدام مولد أرقام عشوائي لتحديد مواقع القطع.

يشمل إنشاء قطع المراقبة إنشاء قطعة أرض رئيسية واحدة مساحتها 30 × 30 متراً لكل هكتار، لمراقبة أشجار القرم الكبيرة (الارتفاع > = 130 سم). وداخل كل من تلك القطع، يجب تضمين قطعة أرض أصغر متداخلة مقاس 3 × 3 أمتار. هذه الأراضي المتداخلة ضرورية لرصد أشجار القرم الصغيرة (ارتفاع < 130 سم) ولرصد عناصر التنوع البيولوجي اختيارياً، مثل بطنيات الأقدام وسرطان البحر، بالإضافة إلى قياس خصائص التربة.

وسيتم استخدام البيانات التي تم جمعها من قطع المراقبة هذه لاستقراء المعلومات لمنطقة إعادة التأهيل بأكملها. لذلك، من الأهمية بمكان التأكد من أن هذه الأراضي تمثيلية وتغطي المنطقة بشكل كاف. بالنسبة لرصد المواقع التي يتم فيها نشر البذور على نطاق واسع بواسطة الطائرات المسيرة، يجب أن تغطي المراقبة مساحة كافية لا تقل عن 10% من إجمالي الموقع وضمان التمثيل الإحصائي الكافي.



بالنسبة للمناطق التي تم فيها نثر البذور بالطائرات المسيرة على نطاق واسع، يوصى برسم خرائط شاملة وتقييمات ميدانية شاملة قبل وبعد نثر البذور، مع منطقة رصد ميدانية تمثل ما لا يقل عن 10% من كل موقع مصنف. وقد قامت بعض مشاريع نثر البذور بالطائرات المسيرة بتنفيذ عملية الرصد والمراقبة من خلال العد اليدوي لمنطقة مصنفة بأكملها، عن طريق تقسيم المنطقة إلى قطع أرض وإرسال فرق مدربة من الموظفين والمتطوعين لحساب وقياس النمو كل 6 أشهر. وتعد منهجية المراقبة المكثفة هذه ضرورية بشكل خاص

أثناء تجارب البذر بالطائرات المسيرة، لتقييم معدلات الإنبات وتحديدها بشكل كاف. وفي المستقبل القريب، قد يسهل التعلم الآلي والصور فائقة الدقة تنفيذ عملية الرصد بشكل أسرع وأكثر كفاءة لمبادرات إعادة التأهيل واسعة النطاق التي تنطوي على نثر البذور، ولكن يجب التحقق من مستوى الدقة قبل الإبلاغ عن معدلات النجاح.

2.5.2 مسح شامل (خط الأساس) - قبل إعادة التأهيل

يضع المسح الأساسي الشامل مرجعاً لقياس التقدم المحرز من خلال مقارنة الظروف السابقة واللاحقة لإعادة التأهيل، وهو أمر ضروري لتقييم نجاح المشروع.

ويمكن أن يكشف المسح عن تفاصيل خاصة بالموقع مثل خصائص التربة والتنوع البيولوجي وصحة أشجار القرم التي قد توجه جهود إعادة التأهيل وتدعم الإدارة التكيفية، مما يسمح بإجراء تعديلات استجابة للتحديات أو الفرص. وتعد التقييمات الأولية للتنوع البيولوجي أساسية لفهم القيمة البيئية للموقع والفوائد المحتملة لإعادة التأهيل وإظهار كيف يمكن للإعادة تأهيل أن تؤثر بشكل إيجابي في النظام البيئي المحلي.

وتتضمن عملية جمع بيانات خط الأساس تسجيلاً مفصلاً لمختلف جوانب الموقع، بما في ذلك:

- **رصد أشجار القرم**: معلومات عن منطقة الغطاء النباتي وارتفاع أشجار القرم المحيطة الموجودة.
- **مسوحات التنوع البيولوجي:** تساعد تقييمات الحيوانات والنباتات الموجودة في قياس الصحة البيئية للمنطقة وتساعد في نهاية المطاف على إظهار تأثير إعادة التأهيل في تحسين التنوع البيولوجي. ومن المهم إظهار هذه الفائدة عبر البيئة البحرية الساحلية بما في ذلك المستنقعات الملحية والسهول الطينية والأعشاب البحرية. ومن الأمثلة على ذلك وفرة الأنواع الحيوانية المختلفة ووفرة الأسماك والطيور والخفافيش (باستخدام كاشفات الخفافيش الصوتية) وبطنيات الأقدام وسرطان البحر.
- **خصائص التربة والمياه:** يمكن أن يساعد تقييم ظروف التربة والمياه باستخدام مجسات ميدانية تقيس درجة الحموضة ودرجة الحرارة وملوحة المياه الجوفية وغيرها من الخصائص التي تؤثر في نمو أشجار القرم في تقييم النجاحات والإخفاقات.
- **معلومات عامة عن الموقع**
  - **نوع إعادة التأهيل** (مثل الغرس ونثر البذور والتجدد الطبيعي المساعد ونثر البذور باستخدام الطائرات المسيرة)
  - **زمن جمع البيانات**
  - **تفاصيل قطعة الأرض:** معلومات عن حجم قطعة الأرض ونوعها وطبقات التربة الموجودة فيها وأنماط غرس الأشجار بها والبيانات الجيولوجية المكانية في مواقع الرصد وهل الموقع مجاور لمستنقعات ملحية أو أعشاب بحرية أو تحيط به.
  - **الصور:** يمكن أن توضح صور الموقع وصور مواقع المراقبة التي تم التقاطها في نفس الموقع وزاوية العرض التقدم المحرز في المشروع.

يبين الجدول 2.10 ملخصًا لعناصر البيانات.

جدول 2.10: ملخص لجمع البيانات الموصى بها

القطعة الرئيسية (30×30 م)	القطعة الفرعية (3×3 م)	اختياري: الموقع بأكمله
أشجار قرم كبيرة (تقسم إلى فئتين: الارتفاع > 250 سم، 13-250 سم) • العدد • عرض الغطاء النباتي • الارتفاع	أشجار قرم صغيرة (الارتفاع > 130 سم): • عدد الأشجار • الحالة الصحية • [اختياري] التنوع البيولوجي • [اختياري] خصائص التربة / المياه • ملوحة المياه الجوفية • الحموضة • الموصلية • درجة الحرارة	التنوع البيولوجي • ثراء الأنواع وتركيبها ومؤشرات التنوع. قد يتمثل ذلك بالنسبة لأشجار القرم فيما يلي: – أنواع الخفافيش/الوفرة – أنواع الطيور/الوفرة – أنواع الأسماك/الوفرة

منطقة التحكم

يتمثل جزء من مسح خط الأساس في إنشاء ورصد منطقة تحكم لا تتعرض لأي مشاكل (قطعة أرض 10 × 10 أمتار)، لتقييم فوائد إعادة التأهيل بشكل موضوعي. ويجب مقارنة الحالة الحالية للمنطقة المحتملة بموقع مرجعي قريب يوفر معياراً لتقييم أداء إعادة التأهيل.

تم تصميم هذه الممارسة بناءً على إطار عمل يحدد التغيرات التي تحدث قبل وبعد تنفيذ الإجراءات، ويساعد على تحديد ما إذا كانت هذه التغيرات ناتجة عن جهود إعادة التأهيل أم عن عوامل خارجية.

2.5.3 مسح شامل (متابعة المسح الأساسي) للسنوات 2.5 و5 و10

عند توجيه عملية إعادة تأهيل غابات القرم، يوصى بإجراء مسوحات شاملة، وهي عبارة عن متابعة أساسية للمسح على فترات تتراوح بين 2.5 و5 و10 سنوات بعد أنشطة إعادة التأهيل الأولية.

وينبغي أن تعكس هذه المسوح خط الأساس من حيث المنهجية والنطاق، بما يكفل الاتساق في جمع البيانات وتحليلها. ويشمل ذلك معلومات عامة عن الموقع، وتفاصيل قطعة الأرض، وتقييمات الغطاء النباتي، والسجلات الفوتوغرافية، والتربة والظروف البيئية، ومسوحات التنوع البيولوجي.

وتعد هذه المسوحات الدورية الشاملة جزءاً لا يتجزأ من فهم التغيرات الديناميكية داخل المنطقة المعاد تأهيلها، وتضمن أن يظل مشروع إعادة التأهيل مستجيباً للاحتياجات المتطورة للنظام البيئي لغابات القرم لتحقيق أقصى قدر من الفوائد الإيكولوجية والبيئية.

2.5.4 إدارة الموقع (بصفة ربع سنوية) بعد إعادة التأهيل

من المفيد التفكير في إجراء مسوحات إدارة الموقع كجزء من استراتيجية الإدارة التكيفية. ويتمثل الغرض الأساسي من مسوحات إدارة الموقع في تقييم الوضع الحالي لأنشطة إعادة التأهيل وتحديد أي تغييرات أو اضطرابات في الموقع، والتي قد تلعب دورًا حاسمًا في إجراء التعديلات في الوقت المناسب.

وعادة ما يتضمن مسح إدارة الموقع زيارة ميدانية قصيرة، يتم خلالها إجراء الملاحظات وجمع مجموعة محدودة من البيانات من مواقع المراقبة الفرعية التي تم إنشاؤها (3 × 3 م). ويمكن أن يتم تنفيذ مسوحات إدارة الموقع بصفة ربع سنوية. ومع ذلك، سيختلف معدل تنفيذ تلك المسوحات باختلاف طريقة إعادة التأهيل أو التغيرات البيئية المتوقعة أو الأحداث اللاحقة للمشكلة، مثل العواصف.

وتعد عملية جمع البيانات جزءاً لا يتجزأ من ضمان بقاء مشروع إعادة التأهيل على المسار الصحيح والاستجابة للظروف المتطورة للموقع ويمكن أن تشمل المعامِلات التالية:

1. الحالة الصحية للشتلات

يتم تصنيف كل شجرة قرم داخل قطع الأراضي التي تبلغ مساحة كل منها 3 × 3 أمتار (والتي يتم احتسابها أيضاً في المسوحات الأساسية) حسب حالتها الصحية باستخدام التصنيف التالي:

- بصحة جيدة: الأوراق خضراء وخالية من محار البرنقيل (barnacles) وأقل من 10% من الأوراق ميتة أو صفراء أو بيضاء
- مريضة: أوراق صفراء مبيضة والغطاء الورقي قليل وتوجد علامات ظاهرة للمرض و10-50% من الأوراق ميت أو صفراء أو بيضاء
- تعرضت للرعي: يوجد عدد قليل من الأوراق التي يوجد عليها علامات قضم ملحوظة، <50% من الأوراق، علامات القضم على باقي الأوراق.
- ميتة: الأوراق عددها أقل أو لا تكاد توجد أورق ومعظم الأوراق ليس بصحة جيدة، >50% من الأوراق ميت أو أصفر، >50% من سيقان النبات مات ولا يمكن استعادته.

2. التحديات

سجل مفصل لأي تحديات بيئية، سواء كانت طبيعية (دليل على العواصف والفيضانات والرعي) أو من صنع الإنسان (تفشي الآفات، الإزالة، الحوادث). ويمكن أن يشمل ذلك وقت هذه الأحداث ونوعها وشدتها ومداها.

وقد تكون هناك حاجة إلى تعديلات بناءً على النتائج المسجلة من الحالة الصحية للشتلات. ونورد أدناه بعض التعديلات التي يتعين النظر فيها:

3. التعديلات

- **الإجراءات الوقائية:** قم بتركيب حواجز أو هياكل واقية أخرى لحماية الشتلات من الرعي أو العناصر البيئية القاسية مثل المياه القوية التي لم نحددها أثناء تقييم اختيار الموقع. ويساعد ذلك في تقليل الأضرار المادية التي قد تتعرض لها النباتات الصغيرة.

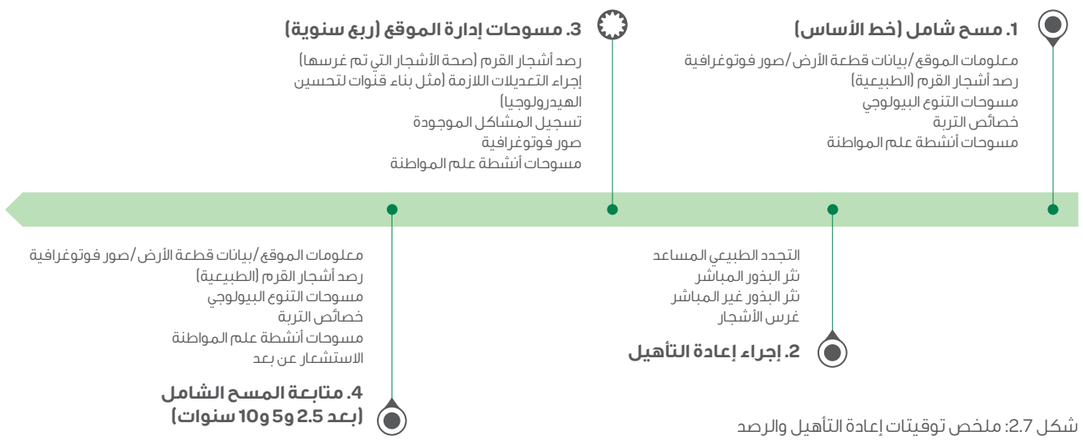
- **التعديلات الهيدرولوجية:** إعادة تقييم وتعديل هيدرولوجيا الموقع، إذا لزم الأمر، لضمان التدفق الأمثل للمياه ومستويات الملوحة، والتي تعتبر ضرورية لبقاء أشجار القرم.
- **استبدال الشتلات غير الناجحة:** استبدل الشتلات التي هلكت، بشرط أن يكون موتها ناتجاً عن عوامل لا علاقة لها بالتقدم الطبيعي للموقع، مثل كون جودة الشتلات دون المستوى المطلوب، أو كون طرق الزراعة غير صحيحة، أو ظروف طبيعية مثل العواصف.

من خلال تلخيص البيانات الصحية لغابات القرم من كل قطعة يتم رصدها، يمكننا تقدير معدل البقاء الإجمالي في منطقة إعادة التأهيل. ويتضمن ذلك حساب متوسط الحالة الصحية عبر جميع قطع الأراضي وحساب متوسط النسبة المئوية لبقاء أشجار القرم في جميع أنحاء الموقع.

2.5.5 الاستشعار عن بعد

بالنسبة للسنوات الخمس الأولى، يوصى بجمع البيانات ميدانياً (بدلاً من الاستشعار عن بعد) لتتبع التقدم المحرز في مشاريع إعادة التأهيل إذ لن تكون الأشجار الصغيرة مرئية عن طريق الاستشعار عن بعد.

وبمجرد استقرار معدل البقاء سوف تصبح المنطقة المزروعة أكثر كثافة، يمكن استخدام الاستشعار عن بعد جنباً إلى جنب مع المسوحات الميدانية التقليدية لتسريع عملية الرصد وتوسيع نطاقها ليشمل منطقة إعادة التأهيل بأكملها. ويمكن استخدام مواقع مخطط GPS الموحدة لضمان المقارنة بين البيانات البعيدة والميدانية. ويمكن أيضاً معايرة بيانات الأقمار الصناعية والطائرات المسيرة مقابل البيانات الميدانية المأخوذة على الأرض من أجل تتبع صحة أشجار القرم وغطائها ومعدلات بقائها على قيد الحياة بدقة.



شكل 2.7: ملخص توقيتات إعادة التأهيل والرصد

2.5.6 علم المواطنة

إن إشراك المجتمعات المحلية من خلال أنشطة علم المواطنة لا يثري عملية جمع البيانات فحسب، بل يعزز أيضاً الاتصال بين المجتمع والنظام البيئي لغابات القرم.

ويمكن أن تشمل هذه المشاركة دورات تدريبية للمتطوعين المجتمعيين حول تقنيات جمع البيانات وأهمية أشجار القرم. بالإضافة إلى ذلك، فإن دمج أنشطة علم المواطنة، مثل مراقبة صحة غابات القرم ورصد التنوع البيولوجي، يمكن أن يوفر بيانات قيّمة مع تعزيز الوعي العام والإشراف على البيئة. ويمكن أن تساعد الاستفادة من المنصات الرقمية مثل iNaturalist أيضاً في إضافة المزيد من البيانات عن المنطقة.

2.5.7 تحميل بيانات خط الأساس والرصد إلى قاعدة البيانات الوطنية

يجب توحيد خط الأساس وبيانات الرصد ودمجها في قاعدة بيانات على المستوى الوطني لتمكين دولة الإمارات العربية المتحدة من تحقيق أهداف إعادة التأهيل، وتطوير فهم أفضل للعوامل التي تؤثر في نجاح إعادة التأهيل. ومن شأن وجود منصة متكاملة لجميع مشاريع إعادة التأهيل أن يضمن الشفافية وتبادل المعلومات حول تقدم إعادة التأهيل وحالتها، مما يسمح لمجتمع إعادة التأهيل بمشاركة الدروس المستفادة وتحسين برامج إعادة التأهيل المستقبلية، وكذلك للمقارنة مع البرامج العالمية، وضمان رفع تقارير دقيقة ويمكن التحقق منها بخصوص برامج إعادة التأهيل وفوائد عزل الكربون المحتملة التي تنتج عن تلك البرامج على المدى الطويل.

يبين شكل 2.7 أدناه إطار الرصد وتوقيتات إعادة التأهيل.

جدول 2.11: ملخص أنشطة الرصد الرئيسية

النشاط	ملاحظات
رصد المواقع المعاد تأهيلها	تقسيم المناطق المعاد تأهيلها إلى قطع أرض مختلفة لرصد معدل النجاح بها إذ سيساعد ذلك في مقارنة المواقع لمعرفة أسباب انخفاض أو ارتفاع معدل موت الأشجار. ويمكن إجراء الرصد باستخدام كل من الاستشعار عن بعد والمسوحات الأرضية والطائرات المسيرة ومن المحتمل أن تكون هناك حاجة إلى مجموعة من الأساليب اعتماداً على الموقع والموارد المتاحة.
مصدر شتلات القرم	أخذ عينات عشوائية من النباتات (الارتفاع، عدد الأوراق السليمة في كل زوج) والكثافة (عدد الأشجار في المتر المربع)
معدل بقاء شتلات القرم	احسب عدد الشتلات الباقية على قيد الحياة واحسب معدل بقاء الشتلات على قيد الحياة بعد الصيف وبعد الشتاء (عدد الشتلات الباقية مقسومة على عدد الشتلات مقسومة على البذور المزروعة × 100) وقيّم كل من معدل النمو ومعدل البقاء على قيد الحياة لتقييم نجاح المزرعة.
معدل الموت وأسبابها	تحديد العوامل المسؤولة عن فشل المزرعة.
مكافحة الآفات / الأمراض	يمكن ملاحظة الآفات / الأمراض التي تصيب النبات أولًا بأول ومكافحتها
تسجيل البلاستيك / المخلفات	ملاحظة مصدر المخلفات والخطوات المتخذة للحد من المشكلة.
تقدير إعادة الغرس	احسب عدد الشتلات التي يجب غرسها للتعويض عن الشتلات الميتة وارفع تقريرًا بذلك.
خطة مستقبلية للرصد	انظر إلى الحاجة إلى المزيد من أنشطة الرصد ومعدلاتها.

ملخص: خطة الرصد وتدابير الحماية

ارتبطت إخفاقات معظم مشاريع إعادة التأهيل بعدم وجود خطة للرصد. ويجب أن تهدف خطة الرصد لمشروع إعادة تأهيل أشجار القرم إلى تتبع التقدم المحرز في جهود إعادة التأهيل وتحديد نجاح المشروع. ومن الأهمية بمكان لنجاح برنامج إعادة التأهيل تقييم نمو أشجار القرم المزروعة وبقائها وصحتها، ويجب أن يتم ذلك عن طريق المراقبة والرصد المتكررين، بما في ذلك تحديد أي آفات أو أمراض محتملة قد تؤثر في أشجار القرم.

- **تحديد المؤشرات:** تحديد المؤشرات التي سيتم استخدامها لقياس نجاح المشروع. ويمكن أن يشمل ذلك الرصد المنتظم لأشجار القرم للتأكد من أنها بصحة جيدة ومزدهرة (مقاييس الكتلة الحيوية، ومعدل النمو)، وتنوع النظام الإيكولوجي لغابات القرم، والكربون العضوي في التربة، ونوعية المياه.
- **إنشاء خط أساس:** قبل بدء مشروع إعادة التأهيل، ضع خط أساس للمؤشرات التي سيتم قياسها. سيوفر ذلك نقطة مقارنة لقياس التقدم المحرز في المشروع.
- **وضع جدول زمني للرصد وبروتوكول رصد قائم** على العلم يتماشى مع أفضل الممارسات ويسمح بالتمثيل الإحصائي: ينبغي وضع جدول زمني للرصد لتتبع المؤشرات على فترات منتظمة. وسيتيح ذلك إجراء تقييم للتقدم المحرز وتحديد أي مجالات قد تحتاج إلى مزيد من الاهتمام..
- **تحديد الأطراف المسؤولة**: تحديد من سيكون مسؤولاً عن جمع وتحليل الب يانات. قد يشمل ذلك العلماء (الأكاديميين) أو موظفي المشروع أو المتطوعين أو الخبراء المتخصصين المتعاقدين.
- **تحليل البيانات**: تحليل البيانات التي تم جمعها من عملية الرصد لتقييم التقدم المحرز في المشروع. سيساعد ذلك في تحديد المجالات التي قد تحتاج إلى مزيد من الاهتمام والمجالات التي يكون لجهود إعادة التأهيل فيها تأثير إيجابي

جدول2.12: عض الآفات والأمراض الشائعة التي يمكن أن تؤثر في أشجار القرم الرمادي (*Avicennia marina*)

السبب	المرض / الأعراض	الكائن / النوع المسبب للمرض أو الأعراض
فطر	تقرح الساق / موت الفرع	*Cyphellophora sp.*
	تقرح السيقان / الفروع	*Eutypella sp.*
	موت الفروع / تقرح السيقان	*Lasiodiplodia theobromae*
	الموت	Oomycete
	بقع الأوراق	*Pseudocercospora avicenniae*
	مرض بقع الأوراق	*Aspergillus*
	مرض البقعة الورقية البيضاء	*Penicillium*
	مرض البقعة الورقية	*Pseudocercosporella*
	مرض البقعة الورقية البنية	*Rhizophus*
	فقدان الأوراق أو تعفن الجذع وموته	*Phytophthora sp*
حشرات	تبقع الأوراق، موتها	دودة الفراشة Caterpillar (الجنس غير مذكور)
	تقرح / موت السيقان	Wood-boring beetles
	كرات الأوراق المسطحة	**Midge fly** (*Cecidomyiidae*)
	التقرح وتزيف الساق / الفرع	**Ambrosia beetles** *Euwallacea xanthopus Xyleborinus aemulus Xyleborus perforans*
	تساقط شديد للأوراق	*Nephopteryx syntaractis*
	انخفاض حجم الشتلات	*Cenoloba obliteralis*
	انخفاض حجم الشتلات	*Euphranta marina*
	تلف الأوراق	*Pablia species*
	تساقط الأوراق	*Hyblaea puera*

يمكن مكافحة تلك الآفات والأمراض برش النباتات بمياه البحر.

3

التوصيات الأخيرة والبحوث المستقبلية

يجب أن تأخذ مشاريع إعادة تأهيل أشجار القرم في الاعتبار احتياجات إعادة التأهيل الخاصة بالموقع ومواءمتها مع أهداف إعادة التأهيل القائمة على العلم. ويجب على ممولي مشاريع إعادة التأهيل أن يأخذوا في الاعتبار الاستثمار والالتزام طويل الأجل المطلوب لنجاح مشاريع إعادة تأهيل غابات القرم. إن اقتصار أهداف إعادة التأهيل على عدد الأشجار المزروعة فحسب قد لا يؤدي إلى فوائد للمجتمعات المحلية وقد لا يدعم مكسباً صافياً للتنوع البيولوجي أو يعزز القدرة على التكيف مع تغير المناخ. إن أخذ الوقت الكافي للتخطيط لمشروع إعادة التأهيل بشكل فعال ومراجعة أفضل الممارسات والاستعانة بالخبرة البيئية اللازمة وتقييم الموقع من خلال المسوحات الأساسية وفهم الاستخدام التاريخي والمستقبلي للموقع سيساعد في تحديد أهداف واقعية واقتراح التدخلات التي تؤدي إلى مكاسب صافية للتنوع البيولوجي، وتعزيز دور أشجار القرم كحلول قوية طبيعية لمشكلة تغير المناخ. كما أن تبادل الدروس المستفادة والنتائج من مشاريع إعادة التأهيل في جميع أنحاء دولة الإمارات العربية المتحدة والمنطقة والعالم سيحسن معرفتنا بتدخلات وممارسات إعادة التأهيل الناجحة، ولا يمكن القيام بذلك إلا من خلال التوثيق المنهجي لمشاريع إعادة التأهيل والرصد الموحدة حيثما أمكن ومشاركة البيانات بانتظام. ونوصي بدمج البيانات من جميع مشاريع إعادة التأهيل في دولة الإمارات العربية المتحدة في قاعدة بيانات مشتركة لتمكين البحث المستمر حول كيفية تحسين إعادة تأهيل النظام البيئي لأشجار القرم.

يجب أن تركز البحوث المستقبلية الخاصة بدولة الإمارات على المعاملات الفيزيائية الحيوية التي تؤثر في نمو أشجار القرم وتحسين معايير اختيار موقع إعادة التأهيل وتطوير تقنيات مبتكرة وفعّالة من حيث تكلفة إعادة التأهيل والرصد اللاحق لها باستخدام التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي ودراسة التباين في عزل الكربون في المواقع المعاد تأهيلها وتطوير طرق فعالة لإعادة التأهيل الهيدرولوجية، على سبيل المثال وليس الحصر. ويبين الجدول 1-3 أدناه تلك الاحتياجات البحثية المستقبلية بمزيد من التفصيل.

جدول 3.1: موضوعات البحث ذات الأولوية التي تم تحديدها للنظم البيئية لأشجار القرم في دولة الإمارات

الموضوع	الأبحاث المطلوبة
دراسات عزل الكربون	دراسة التباين في عزل الكربون، ليس في الموقع المعاد تأهيله فحسب، بل وكذلك على مدى عمر أشجار القرم. ويستلزم ذلك تحديد متوسط عمر الشجرة ووقت النضج وتأثير الظروف البيئية على النمو.
العوامل التي تؤثر في النمو	تحديد العوامل التي تؤثر في معدلات بقاء أشجار القرم على قيد الحياة، بما في ذلك المتغيرات الرئيسية التي تؤثر في النمو عبر مراحل حياة النبات المختلفة وتأثير تقنيات إعادة التأهيل.
دراسات التكاثر	تقييم عمر التكاثر والبذور وتوضيح متى تبدأ أشجار القرم في إنتاج البذور والكمية التي تنتجها.
المؤشرات الصحية	يعد تحديد الأنواع الدالة على النظام الإيكولوجي الصحي لغابات القرم وتطوير أساليب رصد فعالة من حيث التكلفة أمراً حيوياً لتقييم التقدم المحرز في إعادة التأهيل وأشكال التباين في التنوع البيولوجي.
دراسات تقييم التنوع البيئي	تقييم المجتمعات الحيوية داخل النظم الإيكولوجية لغابات القرم في المناطق المعاد تأهيلها مقارنة بالمناطق الطبيعية والتقدم أو المكاسب الصافية في التنوع البيولوجي بمرور الوقت في المناطق المعاد تأهيلها بنجاح.

أخيراً، لن يكتمل أي برنامج إعادة تأهيل ما لم يتضمن خطة مراقبة وحفظ طويلة الأجل للموقع والموائل المجاورة المرتبطة به. ومن الضروري ودعم الإطار التنظيمي والاجتماعي والاقتصادي اللازم للحفاظ على الموائل الطبيعية القائمة والحماية طويلة الأجل للموقع المعاد تأهيله لضمان عدم ضياع جهود إعادة التأهيل.

مُلحقات

الملحق أ
إعادة تأهيل أشجار القرم في الإمارات العربية المتحدة: دراسة حالة

اختيار الموقع، مسوح إعادة التأهيل والرصد

مقدمة

بدأت جمعية الإمارات للطبيعة في عام 2021 العمل على مشروع لتجديد الأنظمة البيئية لأشجار القرم وخدمات الأنظمة الأيكولوجية الساحلية المرتبطة بها مع إنشاء منصة لإشراك أصحاب المصلحة والمجتمع المحلي، وتعزيز التعاون بين الخبراء والمشاركة المجتمعية. يستغرق المشروع عامين من إعادة التأهيل، يتبعهما عام من التعديلات والتغييرات، ثم أربع سنوات من الرصد. تسلط هذه الدراسة الضوء على مشروع إعادة تأهيل أشجار القرم في خور أم القيوين، مع التركيز على معايير اختيار الموقع التي تعتمد على النظام البيئي وأنشطة الرصد طويلة الأجل.

1. اختيار الموقع

المرحلة 1:
تحديد المناطق المحتملة لعملية إعادة التأهيل

بناءً على أفضل الممارسات العلمية المعتمدة من "منظمة الحفاظ على البيئة" طبقنا استراتيجية شاملة لاختيار المواقع، تأخذ هذه الاستراتيجية في الاعتبار العوامل الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية، لضمان النجاح على المدى الطويل والحفاظ على التنوع البيولوجي. تم تحديد "خور اليفرة" كموقع مناسب لعملية إعادة التأهيل، وذلك من خلال عملية تقييم تمت على مرحلتين باستخدام المعايير التالية (الجدول أ.1)

جدول أ.1: معايير اختيار الموقع

وجود منطقة للتحكم: مناطق التحكم، هي المناطق التي تُترك دون تدخل خارجي، وتستخدم كأساس لقياس مدى تأثير تدخلات مشروع إعادة التأهيل، وذلك من خلال إجراء مقارنات مع السيناريوهات التقليدية «العمل كالمعتاد»	**ضمان حيازة الأراضي لفترة طويلة:** من الضروري ضمان منع عمليات البناء والتطوير وأن يتم غرس النباتات بشكل قانوني. إن الالتزام هو أمر حاسم لنجاح المشروع على المدى الطويل
تعزيز «الفوائد المضافة» وتجنب «التسرب»: التأكيد على الفوائد التي ستحققها التدخلات، على أن تكون فوائد إضافية ملموسة تتجاوز ما قد يحدث بشكل طبيعي، مع تجنب نقل الانبعاثات أو إزالة الغابات أو خلق حوافز غير مقصودة لإزالة أشجار القرم	**تعزيز التنوع البيولوجي الهام:** تم إعطاء أولوية للمواقع ذات الأهمية البيئية لتنفيذ مشاريع الحفاظ على الطبيعة وإعادة التأهيل والتوسع. وقد تم تحديد ذلك من خلال مواقع رامسار والمناطق المهمة للطيور ومناطق التنوع البيولوجي الرئيسية ومن خلال المعرفة المحلية
المناطق المتدهورة (لأكثر من 10 سنوات): لتجنب أي احتمال لتشجيع إزالة الغابات من خلال إزالة الأراضي من فترة قريبة، يركز مشروع إعادة التأهيل على المناطق التي تدهورت قبل عام 2010	**ترابط النظام البيئي:** يعتمد ترابط النظام الأيكولوجي على التنوع البيولوجي ومزايا عديدة (Barbier, 2018; Pittman *et al*., 2021) تم إعطاء الأولوية للمواقع لتعزيز الترابط بين الموائل البيئية
الغطاء النباتي يمثل نسبة أقل من 10%: يجب أن يمتد الغطاء النباتي في الموقع الذي تم اختياره لأقل من 10% لمدة 10 سنوات على الأقل. وهذا يضمن التوافق مع البروتوكولات المتعارف عليها	**إمكانية الوصول:** إمكانية الوصول إلى الموقع بسهولة وسيرًا على الأقدام لتحقيق مشاركة مجتمعية أكبر مع تقليل الإزعاج للحياة الفطرية المحلية إلى الحد الأدنى
تعزيز المشاركة المجتمعية: المناطق التي يمكن للمجتمع الوصول إليها والتي تعود عليهم بفوائد مجتمعية وتشعرهم بملكية المكان	**تجنب الموائل الحرجة:** يجب تقييم الموائل الحرجة المحيطة بالموقع لتحديد أهميتها البيئية وتجنب الإضرار بها

استناداً إلى المعايير، تم تحديد خور اليفرة كموقع مثالي لإعادة تأهيل أشجار القرم. حيث تعاني تلك المنطقة من تدهور بيئي منذ ما قبل عام 2010، وتبلغ نسبة غطائها النباتي أقل من 10%، مما يتماشى مع المعايير ويستبعد خطر استعادة الأراضي التي تم إزالتها من فترة قريبة. تعد المنطقة جزءًا من خور أم القيوين، وهي منطقة مهمة للتنوع البيولوجي ((KBA Partnership, 2023، وهي جزء من بيئة بحرية معقدة تتكون من موائل متداخلة في خور أم القيوين، ومن المتوقع أن تسهم عملية إعادة تأهيل القرم في تعزيز التنوع البيولوجي والمساهمة في ترابط النظام الأيكولوجي.

تم تلخيص النتائج المستخلصة من الخطوات المذكورة أعلاه في الجدول أ.2.

جدول أ.2:مثال مبسط لمصفوفة اختيار الموقع

الموقع	الإمارة	معايير تحالف (PPC)				معايير جمعية الإمارات للطبيعة					
		منتهور تكثر من 10 سنوات	نسبة الغطاء النباتي (2011)	نسبة الغطاء النباتي (2021)	مناطق التحكم	رامسار	منطقة مهمة للطيور	الحاجة إلى التصنيف	عدد الموائل الهامة في نطاق 500م	سهولة الوصول	المساحة التقريبية للمنطقة الممكن إعادة تأهيلها (بالهكتار)
أم القيوين 3*	أم القيوين	نعم	2	10	نعم	لا	نعم	لا	6	نعم	45
أم القيوين 4*	أم القيوين	نعم	2	8	نعم	لا	نعم	لا	6	ربما	27
أم القيوين 1*	أم القيوين	نعم	5	5	نعم	لا	نعم	نعم	4	لا (بحاجة لقارب)	11.6
أم القيوين 2*	أم القيوين	نعم	5	5	نعم	لا	نعم	نعم	4	لا (بحاجة لقارب)	14
أم القيوين 5*	أم القيوين	نعم	10	60	نعم	لا	نعم	لا	5	ربما	6.9

* الموقع الذي تمت زيارته * موقع محتمل لإعادة التأهيل * غير ممكن وفقًا لمعايير تحالف (PPC) أو يحتاج إلى تحسين حتى يمكن تصنيفه

ملاحظة: بعض المعايير في الجدول أعلاه تتبع إرشادات أكثر تفصيلاً على الرغم من تصنيفها على أنها "نعم/لا". حيث أن هذا الجدول هو نسخة مبسطة من المصفوفة المستخدمة بالفعل.

المرحلة 2:
تصفية المواقع المختارة داخل خور اليفرة – التقييم الميداني

خلال الزيارات الميدانية للمواقع، قمنا بإجراء تقييمات متعمقة للبيئة الحالية والزراعات السابقة لتقييم ملاءمتها لإعادة تأهيل أشجار القرم. وقد استرشدنا بالتوصيات المتعلقة بالمواعيد اليومية للغمر، والتي تتراوح بين 180 و450 دقيقة (Erftemeijer and Yamamoto، 2021) وتم جمع بيانات المد والجزر على مدى ثلاثة أيام باستخدام تطبيق Nautide حيث كانت معاملات المد والجزر بالقرب من 70 لتمثيل المستويات النموذجية للمياه. ساعدت هذه البيانات، إلى جانب العوامل البيئية الرئيسية مثل أنماط المد والجزر، والارتفاع، وجودة التربة، وكثافة الغطاء النباتي؛ من تحديد منطقتين متميزتين تنطبق عليهما جميع المعايير لعملية زراعة ناجحة لأشجار القرم.

2. مسح خط الأساس

أجرينا تقييمًا رئيسياً للظروف الحالية في الموقعين المحددين، من أجل تحقيق فهم عميق للميزات الطبيعية للمنطقة، مثل الأشجار وأنواع الكائنات الحية والتنوع البيولوجي. ستُستخدم هذه البيانات الأساسية كنقطة مرجعية لتقييم التغييرات التي أجراها المشروع على المنطقة. ومن أجل وضع وصف لكل موقع تمت فيه أعمال إعادة التأهيل؛ حددنا عدة قطع كعينات دائمة بحجم يتناسب مع المساحة التي يتم إعادة تأهيلها، وذلك وفقًا لإرشادات إطار عمل رصد الغطاء النباتي، وقمنا بإعداد قطعة بحجم 30X30 متر لكل هكتار موزعة عشوائيًا لتوثيق أشجار القرم الكبيرة، وأضفنا أربع قطع صغيرة بحجم 1X1 متر داخل كل قطعة رئيسية لتدوين البيانات المتعلقة بأشجار القرم الصغيرة والأنواع الدالة على النظام الايكولوجي. ستُستخدم هذه البيانات لتحديد عدد أشجار القرم وكمية الكربون المحتجز في الموقع. تم تطوير دفتر عمل لجمع عناصر البيانات الموضحة في الجدول أ.3.

جدول أ.3: البيانات التي تم جمعها من مسح خط الأساس

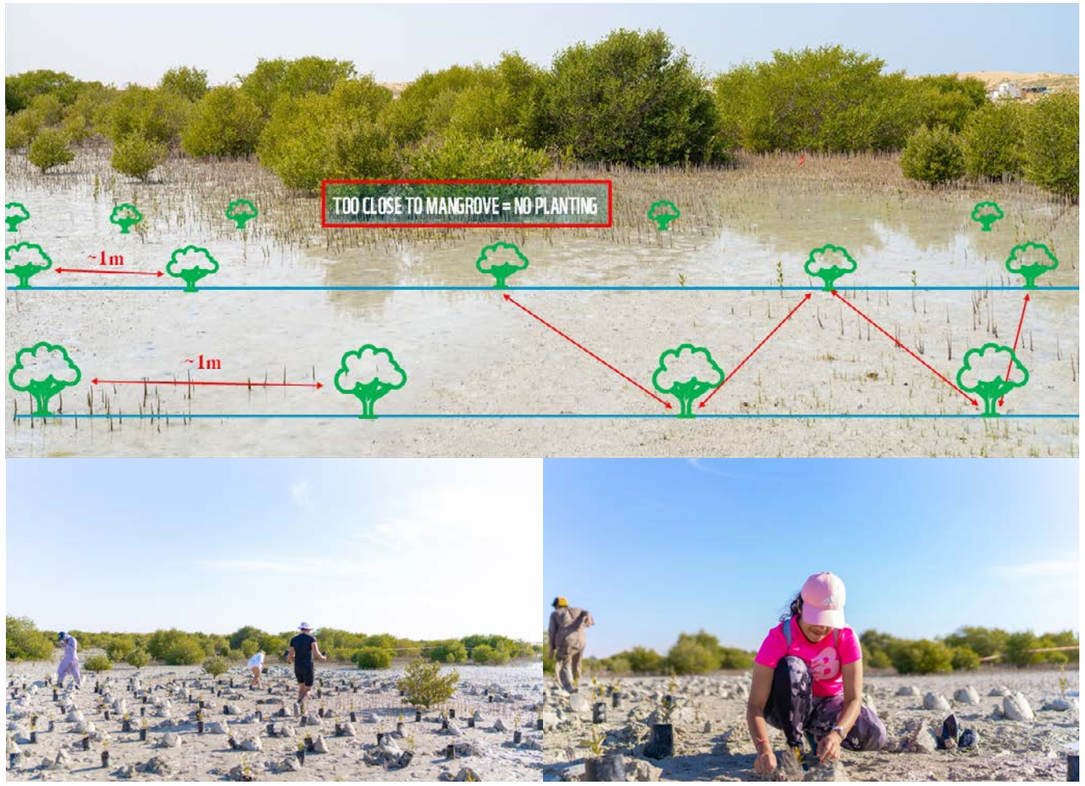
قطعة بحجم 30 X 30 متر	قطعة فرعية بحجم 1 X 1 متر
• عدد أشجار القرم الكبيرة (مقسمة إلى ثلاث فئات: > 250 سم، 130-250 سم و <130 سم) • عرض الغطاء النباتي لشجرة القرم الكبيرة • ارتفاع شجرة القرم الكبيرة	• عدد أشجار القرم الصغيرة (<130 سم) • عدد مسارات بطنيات الأقدام • عدد جحور سرطان البحر • خصائص التربة (الملوحة الفرعية، الرقم الهيدروجيني، الموصلية، درجة الحرارة)

تم التقاط صور لكل ركن من أركان قطعة 30 X 30 متراً وصور موجهة نحو الشمال لكل قطعة فرعية بحجم 1 X 1 متر لإجراء مقارنات في المستقبل. تم إجراء عد شامل لأشجار القرم الكبيرة باستثناء تفاصيل الغطاء النباتي والارتفاع. كما تم نشر جهاز كشف الخفافيش (Song Meter SM4BAT FS) لمدة أسبوع على واحدة من أشجار القرم لتقييم أنواع الخفافيش وأعدادها.

شكل أ.1: فريق جمعية الإمارات للطبيعة يجري مسوحات خط الأساس في أم القيوين

3. المشاركة المجتمعية في إعادة تأهيل أشجار القرم

في مارس 2023، نجح التعاون بين مجتمع أم القيوين وبرنامج قادة التغيير الذي تنفذه جمعية الإمارات للطبيعة عن زراعة 14,000 شتلة قرم. شملت الفعاليات فقرات تثقيفية للمشاركين عن فوائد إعادة تأهيل أشجار القرم، وكيف تسهم أشجار القرم في خدمات النظام الأيكولوجي. بلغ متوسط ارتفاع الشتلات الصحية، التي تم إحضارها من مشتل محلي في أم القيوين 30 سم، وتم نقلها بعناية كل صباح، حيث تم الإمساك بها من قاعدتها السفلى لتجنب تلف الساق. ومن أجل تحسين فرص نموها مع تقليل المنافسة على المغذيات وتأثير عوامل الاضطرابات، تم اختيار وقت تنفيذ أنشطة الزراعة بشكل استراتيجي أثناء المد المنخفض، وتنفيذه على شكل متعرج مع ترك مساحة متر واحد بين الشتلات. تم اختيار هذا الشكل استناداً إلى جهود إعادة تأهيل سابقة للقرم الرمادي (Erftemeijer and Yamamoto 2021؛ Erftemeijer *et al*., 2017) والذي يوازن بين الكثافة العالية للشتلات والمنافسة المنخفضة، مع الأخذ في الاعتبار أيضًا الغطاء النباتي الموجود، والجذور، و جحور سرطان البحر.



شكل أ.2: زراعة أشجار القرم قي أم القيوين

4. الرصد

تم تقسيم عملية الرصد إلى إجراءين؛ الرصد المنتظم لحالة الموقع، والرصد طويل الأجل لتقييم تأثير التغييرات التي نفذها المشروع على المنطقة. تم إجراء الرصد المنتظم لإدارة أشجار القرم المزروعة حديثًا بهدف التكيف المستمر، وتقديم المعلومات اللازمة لإجراءات استدامة النظام البيئي على المدى الطويل، وتحديد أي إخفاقات وأسبابها المحتملة. تم تقسيم جدول الرصد إلى مراحل:

فحوصات أسبوعية خلال الأسابيع الأربعة الأولى، وفحوصات شهرية خلال الشهور الخمسة التالية، وفحوصات شهرية كل شهرين بعد ذلك. تشمل عناصر الرصد:

- عدد الشتلات في كل قطعة فرعية
- نسبة الشتلات الناجية
- ارتفاع/عرض الغطاء النباتي
- صحة الشتلات (مصنفة على أنها «صحية»، «مريضة»، «ميتة»، «تم التغذي عليها من قبل الحيوانات»).

تتبع إجراءات الرصد طويلة الأجل إطار الرصد الذي تم تطويره بواسطة CI و WRI بهدف تقييم تأثير المشروع، وتمكين الإدارة التكيفية، وتعزيز المساهمات العلمية.

شكل أ.3: لقطات من أنشطة الرصد في أم القيوين

5. التحديات والدروس المستفادة

يتضمن هذا القسم بعض التحديات والدروس المستفادة من المشروع.

- يسبب نقل الشتلات إجهادًا مؤقتًا لها، ويظهر ذلك في اصفرار الأوراق أثناء تأقلمها مع التربة وظروف المد والجزر الجديدة عليها. ولكن وعلى الرغم من المخاوف المتعلقة بصحة الشتلات، إلا أنها عادت إلى صحتها وإلى لونها الأخضر بعد 21 يومًا.
- يمكن أن يؤدي زيادة نسبة الطين في التربة إلى زيادة المساحة المناسبة لنمو أشجار القرم. كانت بعض المناطق في أم القيوين غير مغمورة بالمياه يوميًا، ويبدو أن التربة الغنية بالطين تعزز من بقاء الشتلات عن طريق الاحتفاظ بالماء بين فترات المد العالي.
- كان من الصعب الحصول على بيانات طوبوغرافية عالية الدقة يمكن استخدامها لتقييم أوقات الغمر ورسم الحدود المناسبة لأشجار القرم. حتى الآن، نجحت التقديرات اليدوية باستخدام معاملات المد والجزر والمسوح الميدانية في تحقيق معدلات بقاء عالية للشتلات في المناطق العليا من المد والجزر.
- يجب أن تركز الجهود على تقليل النفايات البلاستيكية الناتجة عن الشتلات التي تم نقلها في أكياس بلاستيكية والتي تولد نفايات يمكن إعادة تدويرها كلما أمكن ذلك.

يطبق هذا الإطار أفضل الممارسات والتقنيات المتقدمة، باستخدام مقاييس وإجراءات موحدة. وسوف سنقوم بإجراء مسوحات شاملة عند مراحل إنجاز رئيسية للمشروع—بعد 2.5 سنة و5 سنوات من الزراعة—لتقييم مدى متانة ونمو الغطاء النباتي. ستشمل هذه المسوحات العوامل التي تم تقييمها في مسح خط الأساس (انظر القسم 3)، مثل نمو أشجار القرم والتنوع البيولوجي المرتبط بها، بالإضافة إلى خصائص التربة مثل الملوحة الفرعية ودرجة الحموضة والموصلية ودرجة الحرارة. تشير النتائج الأولية من عملية الرصد قصيرة الأجل التي أجريت بعد 5 أشهر من الزراعة إلى نسبة بقاء تصل إلى 96% من الشتلات.

الملحق ب:
منهجية وقت الغمر

جدول ب.1: طرق تقييم أوقات الغمر

المنهجية	الوصف	الفائدة	التحدي	التكلفة
بيانات الأقمار الصناعية عالية الدقة (<5 م دقة مكانية)	تحليل صور الأقمار الصناعية على مدى زمني لملاحظة أنماط المد والجزر وتغطية المياه. استخدام توقيتات الصور لحساب مدة الغمر	الدقة العالية في رسم الخرائط ومراقبة أنماط المد والجزر على مساحات واسعة	قد لا يتم التقاط التغيرات قصيرة الأجل أو الدقيقة في المد والجزر. الاعتماد على أوقات مرور الأقمار الصناعية وظروف الطقس	متوسطة إلى عالية
البيانات التي تم الحصول عليها من خلال الطائرات المسيرة	استخدام الصور التي تم التقاطها بواسطة الطائرات المسيرة لرسم مدى غمر المد والجزر. مقارنة الصور الملتقطة في أوقات مختلفة من المد والجزر لتقدير مدة الغمر.	توفير بيانات مفصلة ومحلية حول تأثير المد والجزر وأنماط الغمر	التقيد بمدة طيران الطائرات المسيرة وظروف الطقس. يتطلب مهارات للتشغيل والتحليل.	متوسطة
التقنيات التي تم الحصول عليها من خلال الزيارات الميدانية	قم باستشارة سجلات مقياس المد المحلي، مع التركيز على معامل المد الذي يبلغ 50% من أجل معرفة متوسط نطاق المد. قم بإجراء زيارتين إلى ثلاث زيارات للموقع أثناء فترات المد العالي والمنخفض، مع تسجيل إحداثيات GPS لهذه النقاط القصوى لرسم تأثير المد بدقة. ثم ارسم خطوطًا بين هذه الإحداثيات لتحديد مستويات المياه العالية والمنخفضة مع تحديد المنطقة التي عادة ما يغمرها المد. احسب متوسط مدة الغمر استنادًا إلى هذه الخطوط، مع افتراض ميل موحد ومدة دورة المد القياسية التي تبلغ حوالي 6 ساعات و12 دقيقة. أخيرًا، استخدم المنطقة بين هذه الخطوط، وحزام الغمر، لتحديد حدود إعادة تأهيل القرم، مع التأكد من التوافق مع تأثيرات المد الأساسية لنجاح نمو القرم.	دقة متوسطة إلى منخفضة في تحديد أوقات الغمر الدقيقة، لكنها توفر تقييمًا عمليًا على الأرض.	يتطلب الكثير من الوقت والجهد، حيث يحتاج إلى زيارات متعددة للموقع وجمع البيانات يدويًا. قد يكون أيضًا أقل دقة في المناطق ذات أنماط المد والجزر المعقدة أو سريعة التغير.	منخفضة

الملحق ج:
السهول الطينية

تُعتبر السهول الطينية غالبًا مناطق يتم اختيارها من أجل تنفيذ مشاريع إعادة تأهيل أشجار القرم. لذلك، من الضروري إجراء تقييم دقيق لكل منطقة لمنع تدمير موئل السهول الطينية نظرًا لأنها مناطق مهمة للطيور المائية[1].

لتقييم أهمية الموقع للطيور المائية، يجب أولاً البحث عن المؤشرات البيئية الرئيسية: يشمل ذلك إجراء مسح للسهول الطينية للبحث عن كثافة عالية من اللافقاريات، مثل الرخويات والقشريات. تقوم هذه الكائنات - والذي غالبًا ما يتضح وجودها من الآثار التي تتركها في الطين (كما هو موضح في الشكل ج.1) - بعدد من الوظائف البيئية المهمة مثل توفير الغذاء للأسماك والطيور، وتدخل في دورات العناصر الغذائية والكربون[2]. من المرجح أن تدعم السهول الطينية المتصلة جيدًا، والقريبة من مواطن ساحلية أخرى مثل القرم والمستنقعات المالحة والأعشاب البحرية، وجود تنوع وكثافة أعلى من الأسماك[3].

شكل ج.1: من المرجح أن تكون السهول الطينية المحيطة بغابات القرم الكثيفة مناطق مهمة للطيور المائية

[1] كامبل، أو.، 2023. مقدمة عن الطيور في الإمارات العربية المتحدة. التاريخ الطبيعي للإمارات (الصفحات 469-505). شام: سبرينغر نيتشر سويسرا.

[2] ديسانايكي، ن.ج.، فريد، سي.إل.، درايلي، ت.ب. وكاسويل، ب.أ.، 2018. الوظيفة البيئية للسهول الطينية: تحليل عالمي يكشف عن كل من الاختلافات الإقليمية وزيادة رقعة جهود الحفاظ على الطبيعة. . سلسلة تقدم علم البيئة البحرية، 604، الصفحات 1-20.

[3] ميجير، ك.ج.، الحسن، إ.، اتش..م.، جوفرز، ل.ل.، لافالي، م.، بيرسما، ت. وأولف، هـ.، 2021. الاتصال بين غابات القرم والسهول الطينية يشكل مجتمعات القاع في نظام المد الاستوائي. . مؤشرات بيئية، 130، ص. 108030.

الملحق د: ظروف التربة والمياه

يمكن تقييم العديد من الظروف في موقع تنفيذ إعادة التأهيل من أجل تحديد الأسباب المحتملة لعدم التجدد الطبيعي، أو للعثور على مناطق جديدة لموائل أشجار القرم.

يوفر الجدول د.1 نظرة عامة على العوامل الرئيسية الضرورية لنمو القرم الرمادي في دولة الإمارات العربية المتحدة.

وهو يتضمن مجموعة من النطاقات المثلى لكل عامل رئيسي، وطرق القياس، والتدخلات التي تهدف إلى تعزيز معدلات البقاء، مستندًا إلى الدروس المستفادة من مشاريع التأهيل السابقة.

تشمل العوامل الإضافية عوامل متعلقة بجودة المياه (مثل الملوحة، ودرجة الحموضة، والأكسجين المذاب) وجودة التربة (بما في ذلك درجة الحموضة، ملوحة مياه المسام، العناصر الغذائية مثل النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والجهد التأكسدي، ومستويات الكبريتيد، ومحتوى المواد العضوية)، إلا أن هناك نقص في الأبحاث حول البداية المثلى لزراعة القرم الرمادي في المنطقة.

جدول د.1: ملخص الخصائص الفيزيائية الحيوية للنمو الأمثل لنبات القرم الرمادي

المعيار	درجة الأهمية	الوظيفة	النطاق التقريبي	كيفية تحديده	التدخل المحتمل
خصائص التربة					
النوع والملمس (رملية، طمي، تربة طفالية، طينية)	عالية	يحدد نسبة احتباس المياه والتهوية، ويؤثر على اختراق الجذور وحركة المياه	ركائز طينية/ طمي غنية بالمواد العضوية وتتراوح بين الإسفنجية إلى جيدة التصريف	اختبار ملمس التربة[1] أو اختبار الجرة[1]	تعديلات في تصريف التربة. في التربة الصلبة: تنعيم السطح، إضافة طحلب الخث[2]
جودة التربة					
درجة الحموضة	متوسطة	تؤثر على قابلية ذوبان العناصر الغذائية ونشاط الميكروبات	درجة حموضة محايدة[3]	أدوات اختبار درجة الحموضة في التربة، وأجهزة قياس التربة	تعديل الهيدرولوجيا لزيادة دوران المياه، يجب أن يكون هناك وقت كافي للقنوات المحفورة لتصبح حيادية (~4 أشهر)[4]
ملوحة مياه المسام	متوسطة	تؤثر على بنية التربة وقدرة النباتات على امتصاص المياه	32 - 78 جزء في الألف[5]	مقياس الانكسار	تعديل الهيدرولوجيا لزيادة دوران المياه

[1] ستيوارت م، فيرفول س. أشجار القرم. الصناعات الأولية المربحة والمستدامة. برايمفاكت 10–746:9;2008. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/ htmchrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://extension.unl.edu/.FAO_Training/FAO_Training/General/x6706e/x6706e069D.pdf%80%20Test%E2%20Jar%9CThe%80%E2%20%20Analysis%20Texture%statewide/lincolnmcpherson/Soil

[2] إيرفتيماير، ب.، إيتو، س. وياماموتو، هـ.، 2021. إنشاء موائل القرم لحماية الشواطئ: العمل مع الطبيعة في الخليج العربي. تيرا إت... أكوا، 162، الصفحات 16-27

[3] إيرفتيماير، ب.، إيتو، س. وياماموتو، هـ.، 2021. إنشاء موائل القرم لحماية الشواطئ: العمل مع الطبيعة في الخليج العربي. تيرا إت... أكوا، 162، الصفحات 16-27

[4] إيرفتيماير، ب.، إيتو، س. وياماموتو، هـ.، 2021. إنشاء موائل القرم لحماية الشواطئ: العمل مع الطبيعة في الخليج العربي. تيرا إت... أكوا، 162، الصفحات 16-27

[5] نتائج مشروع تحالف كوكب لا يقدر بثمن مع جمعية الإمارات للطبيعة بتمويل من ماستر كارد

المراجع

Abd-El Monsef,H. Ayman S.H. Aguib, Scot E. Smith. Locating suitable mangrove plantation sites along the Saudi Arabia Red Sea Coast. Journal of African Earth Sciences 83(2013) 1-9.

Aspinall, S., Böer, B., Ziolkowski, M., Hogarth, P. and Beech, M., (2002). Biosphere Reserve Study, Sharjah, UAE.

Alsumaiti, Tareefa S, Khalid Hussein, and Ameena Saad Al-Sumaiti. 2017. "Mangroves of Abu Dhabi Emirate, UAE, in a global context: a review." International Journal of Environmental Sciences 6 (4):110-121.

Balke, Thorsten, Tjeerd J Bouma, Erik M Horstman, Edward L Webb, Paul LA Erftemeijer, and Peter MJ Herman. 2011. "Windows of opportunity: thresholds to mangrove seedling establishment on tidal flats." Marine Ecology Progress Series 440:1-9.

Barbier E. B. (2018). "Seascape Economics: Valuing Ecosystem Services Across the Seascape," in Seascape Ecology, 1st Edition. Ed. Pittman S. J. (Hoboken, New Jersey:Wiley).

Beeston, M., Cameron, C., Hagger, V., Howard, J., Lovelock, C., Sippo, J., Tonneijk, F., van Bijsterveldt, C. and van Eijk, P. (Editors) 2023. Best practice guidelines for mangrove restoration.

Carpenter, S., Evans, C., Pittman, S.J., Antonopoulou, M., Bejarano, I., Das, H.S., Möller, M., Peel, K., Samara, F., Stamoulis, K.A. and Mateos-Molina, D., 2023. Multi-habitat carbon stock assessments to inform nature-based solutions for coastal seascapes in arid regions. Frontiers in Marine Science, 10.

EAD (2015). Technical Guidance Document for Mangrove Planting Permitting and Management Plan (EAD-TMBS-TG-01 (Rev No.1).

Ellison, J.C., 2015. Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts. Wetlands Ecology and Management, 23, pp.115-137.

Ellison, J.C. 2009. Geomorphology and Sedimentology of Mangroves. p. 565-591. In: Perillo, E. Wolanski, E. Cahoon, D.R. and Brinson, M. (eds.), Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach, Elsevier, Amsterdam. ISBN 978-0-444-53103-2.

Elmahdy SI and Ali TA. 2022. "Monitoring changes and soil characterization in mangrove forests of the United Arab Emirates using the canonical correlation forest model by multitemporal of landsat data". Front. Remote Sens. 3:782869. doi: 10.3389/frsen.2022.782869.

Erftemeijer, Paul LA, Titus Agastian, Hiroshi Yamamoto, Marion L Cambridge, Roderik Hoekstra, Geoff Toms, *et al.*, 2020. "Mangrove planting on dredged material: three decades of nature-based coastal defence along a causeway in the Arabian Gulf." Marine and Freshwater Research 71 (9):1062-1072.

Erftemeijer, Paul LA, Marion L Cambridge, Brae A Price, Satoshi Ito, Hiroshi Yamamoto, Titus Agastian, *et al.*, 2021. "Enhancing growth of mangrove seedlings in the environmentally extreme Arabian Gulf using treated sewage sludge." Marine Pollution Bulletin 170:112595.

Erftemeijer, Paul LA, and Robin R Lewis In. 2000. "Planting Mangroves on Intertidal Mudflats: Habitat Restoration or Habitat Conversion?" Proceedings of the ECOTONE VIII Seminar "Enhancing Coastal Ecosystems Restoration for the 213i Century, Ranong, Thailand. Royal Forest Department of Thailand, Bangkok, Thailand.

Erftemeijer, Paul LA, Satoshi Ito, and Hiroshi Yamamoto. 2021. "Creating mangrove habitat for shoreline protection. Working with nature in the Arabian Gulf." Terra et Aqua (162 Spring 2021).

Erftemeijer, Paul LA, Brae A Price, Satoshi Ito, Hiroshi Yamamoto, Titus Agastian, and Marion L Cambridge. 2021. "Salvaging and replanting 300 mangrove trees and saplings in the arid Arabian Gulf." Marine and Freshwater Research 72 (11):1577-1587.

Erftemeijer, Paul LA, Nicole Wylie, and Garnet J Hooper. 2017. "Successful mangrove establishment along an artificially created tidal creek at Port Hedland, Western Australia." Marine and Freshwater Research 69 (1):134-143.

Ghasemi, S., Zakaria, M. and Mola Hoveizeh, N., (2011). Abundance of molluscs (Gastropods) at mangrove forests of Iran. Journal of American Science, 7(1), pp.660-669.

Jacob Solomon Raju Aluri. A Review of the Reproductive Ecology of Mangrove Plant Species.2022. In book: Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation. DOI: 10.1007/978-981-19-0519-3_3

Duke, N.C., A.H.B. John, J.A. Goodall & E.R. Ballment (1998). A genetic structure and evolution of species in the mangrove genus Avicennia (Avicenniaceae) in the Indo-west pacific. Evolution 52: 1612–1626

Luri Nurlaila Syahid, Anjar Dimara Sakti, Riantini Virtriana, Ketut Wikantika, Wiwin Windupranata, Satoshi Tsuyuki, Rezzy Eko Caraka and Rudhi Pribadi. (2020). Determining Optimal Location for Mangrove Planting Using Remote Sensing and Climate Model Projection in Southeast Asia. Remote Sensing.

Kairo, J.G., Mangora, M.M., Network, W.I.O.M. and Western Indian Ocean Marine Science Association, 2020. Guidelines on Mangrove Ecosystem Restoration for the Western Indian Ocean Region-Western Indian Ocean Ecosystem Guidelines and Toolkits

Kabir, M., Abolfathi, M., Hajimoradloo, A., Zahedi, S., Kathiresan, K. and Goli, S., (2014). Effect of mangroves on distribution, diversity and abundance of molluscs in mangrove ecosystem: a review. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 7(4), pp.286-300.

Maher,D.T.,Santos,I.R.,Golsby-smith,L.,Gleeson,J.,and Eyre,B.D.(2013).Groundwater-derived dissolved inorganic and organic carbon exports from a mangrove tidal creek: The missing mangrove carbon sink? Limnology and Oceanography, 58(2), pp. 475-488.

Marchand, L., Castagneyrol, B., Jiménez, J.J., Benayas, J.M.R., Benot, M.L., Martínez-Ruiz, C., Alday, J.G., Jaunatre, R., Dutoit, T., Buisson, E. and Mench, M., 2021. Conceptual and methodological issues in estimating the success of ecological restoration. Ecological Indicators, 123, p.107362.

Erftemeijer, P., Ito, S. and Yamamoto, H., 2021. Creating mangrove habitat for shoreline protection: Working with Nature in the Arabian Gulf. Terra et Aqua, 162, pp.16-27.

Farnsworth E. 2000. The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. Ann Revue Ecol Systematics 31:107-38

Fickert, T., 2020. To plant or not to plant, that is the question: Reforestation vs. natural regeneration of hurricane-disturbed mangrove forests in Guanaja (Honduras). Forests, 11(10), p.1068

Friess, D.A. 2016. J.G. Watson, Inundation Classes, and their Influence on Paradigms in Mangrove Forest Ecology. Wetlands 37(4): 603-613

Friis G, Killilea, M.E, Mangrove Ecosystems of the United Arab Emirates (2024) in J. A. Burt (ed.), A Natural History of the Emirates, https://doi.org/10.1007/978-3-031-37397-8_7

Friis G, Burt JA (2020) Evolution of mangrove research in an extreme environment: historical trends and future opportunities in Arabia. Ocean Coast Manag 195:105288. https://doi.org/10. 1016/j.ocecoaman.2020.105288

Friis G, Vizueta J, Smith EG, Nelson DR, Khraiwesh B, Qudeimat E *et al.,* (2021) A high-quality genome assembly and annotation of the gray mangrove, Avicennia marina. G3 11(1):jkaa025. https://doi.org/10.1093/g3journal/jkaa025

Friis G, Smith EG, Lovelock CE, Ortega A, Marshell A, Duarte CM, Burt JA (2022) Isolation in cryptic glacial refugia and extreme environmental conditions drive rapid lineage diversification in Arabian gray mangroves. Authorea. https://doi.org/10.22541/au.165451878.80994363/v3

Gatt YM, Andradi-Brown DA, Ahmadia GN, Martin PA, Sutherland WJ, Spalding MD, Donnison A and Worthington TA. 2022. "Quantifying the reporting, coverage and consistency of key indicators in mangrove restoration projects". Front. For. Glob. Change 5:720394. doi: 10.3389/ffgc.2022.720394.

Samara, Fatin, Nadia Solovieva, Thouraya Ghalayini, Zaina Anwar Nasrallah, and Maria Saburova. 2020. "Assessment of the Environmental Status of the Mangrove Ecosystem in the United Arab Emirates" Water 12, no. 6: 1623. https://doi.org/10.3390/w12061623.

Saengera, P. Blascob,F. Loughland.R and A. Youssef. The mangrove resources of the UAE with particular emphasis on those of the Abu-Dhabi Emirate.2004

Saenger, P. 2003. Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 360 pp

Sprenkle-Hyppolite, Starry & Alexandre, Nikola & Begeladze, Salome & Brandt, John & Cross, Jamie & DeWitt, Sean & Hillman, Isabel & Martin, Ornanong & Metzel, Ruth Ngolela & Minnick, Aaron & Stolle, Fred & Woldemariam, Tesfay. (2023). Tree Restoration Monitoring Framework: Field Test Edition

Teutli-Hernández C., J.A. Herrera-Silveira, D.J. Cisneros-de la Cruz., R. Román-Cuesta. 2020. "Mangrove ecological restoration guide: Lessons learned. Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP)". CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42p.

Tomlinson PB. 1986. The botany of mangroves. New York (US): Press Syndicate of the University of Cambridge. 419 p.

UNEP-Nairobi Convention/USAID/WIOMSA. 2020. "Guidelines on Mangrove Ecosystem Restoration for the Western Indian Ocean Region". UNEP, Nairobi, 71 pp. A digital copy of this report is available at: www.nairobiconvention.org; www.wiomn.org; www.wiomsa.org.

Wilson S.J., Harrigan E. *et al.,* 2022. Where to restore? Using Spatial Data to Inform Restoration Prioritization for Climate, Biodiversity and Community Benefits. Conservation International.

Mateos-Molina, D., Antonopoulou, M., Baldwin, R., Bejarano, I., Burt, J.A., García-Charton, J.A., Al-Ghais, S.M., Walgamage, J. and Taylor, O.J., 2020. Applying an integrated approach to coastal marine habitat mapping in the north-western United Arab Emirates. Marine Environmental Research, 161, p.105095.

McDonald, T., Gann, G., Jonson, J., and Dixon, K. (2016). International standards for the practice of ecological restoration–including principles and key concepts. (Society for Ecological Restoration: Washington, DC, USA.). Soil-Tec, Inc., © Marcel Huijser, Bethanie Walder

Moore, G.E., Grizzle, R.E. and K.M. Ward. 2013. "Mangrove resources of the United Arab Emirates: Mapping and site survey 2011-2013". Final Report to the United Arab Emirates Ministry of Environment and Water. 28pp.

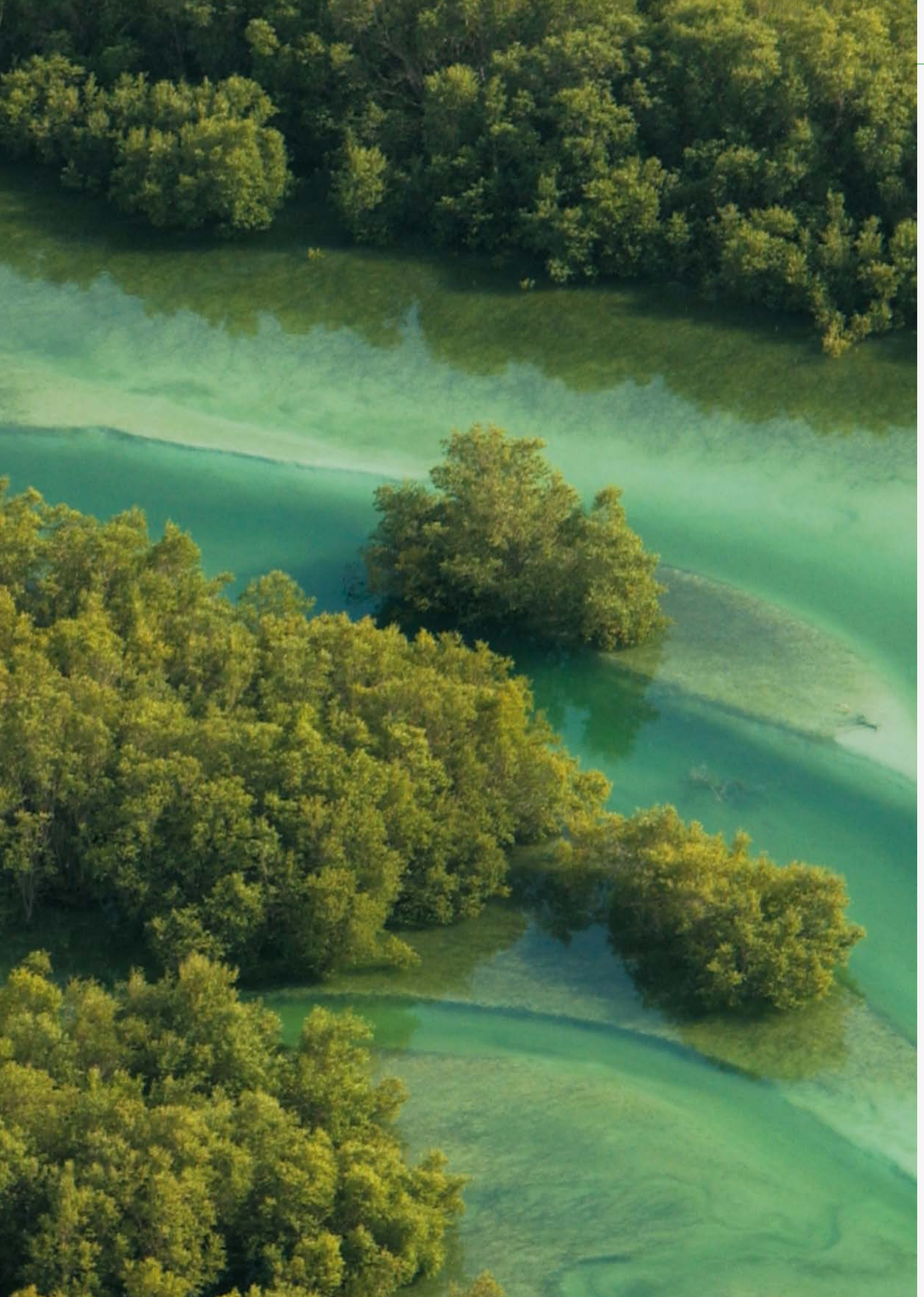
Oh, R. R. Y., Friess, D. A., and Brown, B. M. (2017). The role of surface elevation in the rehabilitation of abandoned aquaculture ponds to mangrove forests, Sulawesi, Indonesia. Ecological Engineering 100, pp. 325-334. . 475-488.

Omer Mohamed Yousif and Sumitro Sen. Reintroduction of red mangrove Rhizophora mucronata in Abu Dhabi Emirate, United Arab Emirates. World Journal of Advanced Research and Reviews, 2020, 07(02), 210–217

Pittman S. J., Yates K. L., Bouchet P. J., Alvarez-Berastegui D., Andréfouët S., Bell S. S., *et al.,* (2021). Seascape Ecology: Identifying Research Priorities for an Emerging Ocean Sustainability Science. Mar. Ecol. Prog. Ser. 663, 1–29. doi: 10.3354/meps13661

Quattrocchi U. 2000. CRC World Dictionary of Plant Names. 1 A-C, Boca Raton: CRC Press. p. 242.

Roy R Lewis 2005. Mangrove Restoration - Costs and Benefits of Successful Ecological Restoration. FAO



قراءات إضافية (روابط مصادر المعرفة)

Global Mangrove Alliance Best Practice Guidelines
https://www.mangrovealliance.org/best-practice-guidelines-for-mangrove-restoration/

International principles and standards for the practice of ecological restoration (second edition)
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035

Guidelines for ecological restoration, including socioeconomic components, establishing goals in the planning phases.
https://doi.org/10.1038/s41559-019-0942-y

An introduction to decision science for conservation
https://doi.org/10.1111/cobi.13868

Mangrove restoration under shifted baselines and future uncertainty
https://doi.org/10.3389/fmars.2021.799543

Getting it right, a guide to improve inclusion in multistakeholder forums
https://www.cifor.org/knowledge/publication/7973/

IUCN Legal Frameworks for Mangrove Governance
https://portals.iucn.org/library/node/48361

USAID LandLinks Tools and Guides repository
https://www.land-links.org/tools-and-missionresources/tools-and-guides/

Mangrove restoration: To plant or not to plant
https://www.wetlands.org/case-study/mangrove-restoration-to-plant-or-not-to-plant/

The Best Practice Guidelines for Mangrove Restoration
https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2023/12/Best-Practice-Guidelines-for-Mangrove-Restoration_spreadsv5.pdf

Mangrove Law and Policy November 2023
https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2023/12/GMA-Policy-Brief_V6.pdf

Guiding Principles - The Mangrove Breakthrough
https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2023/04/Mangrove-Breakthrough-Guiding-Principles.pdf

The Global Mangrove Watch
https://www.globalmangrovewatch.org/

GMA – Our 2030 Goals
https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2024/01/GMA_Our-2030-Goals_ENGLISH.pdf

نحافظ على تراثنا الطبيعي · ضماناً لمستقبلنا
preserving our heritage · protecting our future

ص ب 45553 · أبوظبي · الإمارات العربية المتحدة
PO Box 45553 · Abu Dhabi · United Arab Emirates

هـ 4444 693 2 971+ T

customerhappiness@ead.gov.ae
www.ead.gov.ae