

Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Syrian Virtual University



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة الافتراضية السورية

تقييم إمكانية توطيد أشجار المانغروف في الساحل السوري
كإجراء تكيفي مع التغيرات المناخية

Assessment of the Potential Introduction of Mangrove Forests into the Syrian Coast as an Adaptive Measure to Climate Changes

بحث مقدم كأحد متطلبات نيل درجة الماجستير في الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية

إعداد:

المهندس بهاء سليم أحمد

bahaa.s.ahmad@gmail.com

إشراف:

أ.د. أمير علي إبراهيم

العام الدراسي 2023 - 2024 (الفصل الدراسي الرابع - F23)

تموز 2024

يتم توثيق هذا المشروع على الشكل التالي:

أحمد، ب (2024): تقييم إمكانية توطين أشجار المانغروف في الساحل السوري كإجراء تكيفي مع التغيرات المناخية. مشروع ماجستير، الجامعة الافتراضية السورية/ برنامج الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية، 86 صفحة.

Ahmad, B. (2024): Assessment of the Potential Introduction of Mangrove Forests into the Syrian Coast as an Adaptive Measure to Climate Changes. M.Sc. project, Syrian Virtual University/ Program of "Integrated Management of Natural Resources", 86P.

حقوق النشر:

يسمح بالاستشهاد والنقل العلمي لمحتويات هذا المشروع فقط وبشرط الإشارة إلى المرجع، أما النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية مسبقة.

الإهداء

إلى كل الوجود، أبي وأمي.

إلى سندي وعزّي، إخوتي وأخواتي: م. سامر، د. علاء، م. لميس، آ. بتول.

إلى كلّ من كانت كلماتهم وأفعالهم، بقصدٍ أو بغير قصد،

حافزاً لي للعمل والنّجاح.

إلى الأجيال القادمة:

اعلموا أنّنا لم ندّخر جهداً لكي نورثكم مكاناً أفضل...

شكر وتقدير

الحمدُ لله حتّى يبلغَ الحمدُ مُنتهاهُ،
والحمدُ والشُّكرُ لك يا ربَّ العالمين حتّى تَرْضَى.

كلّ الشُّكر والإمتنان للأستاذ الدكتور "أمير إبراهيم" الذي تكرّم مشكوراً بالإشراف على هذا البحث، فكانَ خيرَ المرشِدِ والمُشرفِ والمُوجِّه، ولم يألُ جهداً أو يدّخر علماً وبكلّ رحابة صدرٍ لإنجاح البحثِ وإغنائه، فكانَ له عظيمُ الأثر في نجاح البحث كما في نفسي وطريقة تفكيري.

وافر الشُّكر للدكتور "فؤاد أبو سمرة" مدير البرنامج على توجيهه وإرشاده وتشجيعه وثقته منذ بداية رحلة الماجستير وحتى نهايتها، ودوره الكبير في إطلاق برنامج الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية ونجاحه.

جزيل الشُّكر للأستاذة "ريم عبد ربه" منسقة البرنامج على كل الجهود والدعم والمساعدة في كافة فصول البرنامج لإنجاحه.

الشُّكر والمودّة لأساتذتي وزملائي في برنامج ماجستير الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية.

فهرس المحتويات

i.....	توثيق المشروع وحقوق النشر
vi	فهرس المحتويات
vii.....	فهرس الجداول
VIII	فهرس الأشكال
1.....	ملخص الدراسة
2.....	الفصل الأول: الإطار المنهجي للبحث
3.....	1.1 . مقدمة البحث:
3.....	1.2 . أهمية البحث:
3.....	1.3 . أهداف البحث:
3.....	1.4 . مشكلة البحث:
4.....	1.5 . المنهجية المستخدمة:
4.....	1.6 . فرضيات البحث:
4.....	1.7 . حدود منطقة البحث:
4.....	1.8 . محددات البحث (الصعوبات):
5.....	1.9 . أهداف التنمية المستدامة SDGs التي يخدمها البحث:
6.....	الفصل الثاني : المعلومات المرجعية للبحث
7.....	2.1 . أهمية التنوع النباتي في حماية الشواطئ وكيفية تأثره بتغيرات المناخ وبالعوامل الأخرى ذات العلاقة:
8.....	2.2 . تعريف بغابات المانغروف والمتطلبات البيئية والزراعية لها:
9.....	2.2.1. أنواع أشجار المانغروف:
13.....	2.2.2 . المتطلبات البيئية والزراعية لغابات المانغروف:
13	a . الحرارة:
14	b . الملوحة:
15	c . التربة:
16	d . التكيف:
17	e . الأكسجة:
18	f . التكاثر:
19.....	2.2.3. الخدمات العامة التي تقدمها غابات المانغروف للنظم الايكولوجية الساحلية حول العالم:
19.....	2.2.3.1 . خدمات التزويد:

20	2.2.3.2. خدمات التنظيم:
20	2.2.3.3. الخدمات المساندة:
21	2.2.3.4. الخدمات الثقافية:
21	2.3. طرق الزراعة المحتملة (من واقع تجارب الدول الاخرى):
24	2.4. تجارب الدول المختلفة حول موضوع ادخال غابات المانغروف:
24	2.4.1. الباكستان:
25	2.4.2. سلطنة عمان:
26	2.4.3. العراق:
27	2.5. واقع الساحل السوري وحالات التدهور الحاصلة والحاجة لغابات المانغروف:
29	2.5.1. المناطق الساحلية المخربة والمهددة وإجراءات إعادة التأهيل:
30	2.5.2. الواقع المناخي في الساحل السوري:
32	2.6. التوقعات المستقبلية لتغيرات المناخ في الساحل السوري:
55	الفصل الثالث: النتائج والمناقشة
56	3.1. توطین أشجار المانغروف في الساحل السوري والمرحلة الزمنية المتوقعة :
56	3.2. المواقع في الساحل السوري الملائمة فيزيائياً لاحتضان غابات المانغروف:
60	3.3. ما هو منتظر ان تقوم به غابات المانغروف من تحسين واقع الساحل السوري:
62	3.4. الاثر البيئي لعملية توطین غابات المانغروف في الساحل السوري:
63	3.5. تأثير ارتفاع سوية سطح البحر المتوقع على غابات المانغروف المستقبلية في الساحل السوري:
63	3.6. استقراءات حول تأثير التغيرات المناخية والبيئية المستقبلية على غابات المانغروف المنتظرة في الساحل السوري:
65	السوري:
68	الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات
71	المراجع:
75	مصطلحات البحث
77	EXECUTIVE SUMMARY

فهرس الجداول

- جدول (1): الأنواع الشجرية والشجيرية المُشكِّلة لغابات المانغروف 10
- جدول (2): المتطلبات البيئية لأشجار المانغروف 18
- جدول (3): متوسطات درجة الحرارة (م°) والملوحة للمياه البحرية السطحية 30
- جدول (4): الاحترار المتوقع حتى عام 2100 وفق كل مسار من المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة للتغير المناخ - المصدر: IPCC – AR6 34
- جدول (5): المناطق المنخفضة والمتوقع غمرها نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر (إبراهيم، 2024) 57
- جدول (6): توزع مصبات الأنهار الحقيقية ESTUARIES وإحداثياتها الجغرافية على امتداد الساحل السوري (إبراهيم، وآخرون، 2021) 58

فهرس الأشكال

- شكل (1) توزع عدد أنواع أشجار المانغروف في القسمين الغربي والشرقي حول العالم (HOFF, 2010) 9
- شكل (2): أشجار المانغروف الحمراء (*RHIZOPHORA MANGLE*) 11
- شكل (3): أشجار المانغروف السوداء (*AVICENNIA GERMINANS*) 11
- شكل (4): أشجار المانغروف البيضاء (*LAGUNCULARIA RACEMOSA*) 12
- شكل (5): أشجار المانغروف الرمادي (*AVICENNIA MARINA*) 13
- شكل (6): التربة السطحية: أ= التربة السطحية ذات اللون الفاتح وهي ذات مسامية عالية وتسهل ترشيح المياه وتهويتها.
ب= التربة السطحية ذات اللون الداكن ومسامية منخفضة لا تسهل ترشيح المياه والتهوية. 15
- شكل (7): الفوائد البيئية والاقتصادية لأشجار المانغروف (BERJAK, 1977) 19
- شكل (8): جهود استعادة غابات المانغروف في الباكستان من خلال تنمية البادرات لاستزراعها في الأوساط البحرية.... 25
- شكل (9): مشاتل أشجار المانغروف في عمان يبين عمليات تنمية البادرات قبل نقلها إلى موقع الزراعة 26
- شكل (10): اكنار أشجار المانغروف في العراق ويبين عمليات تحضير البادرات لنقلها إلى الأرض الدائمة 27
- شكل (11): المتوسط السنوي المسجل لدرجة حرارة الهواء السطحي في سورية للفترة 1901-2022 31
- شكل (12): الهطول المطري السنوي المسجل في سورية للفترة 1901-2022 31
- شكل (13): توزع المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة للتغير المناخي SSPs 33
- شكل (14): عتبات التحمل لأشجار المانغروف الأسود في الحد الشمالي لأنواع أشجار المانغروف أ. عتبة درجة حرارة تلف الأوراق ب. عتبة درجة حرارة موت النبات ت. عتبة درجة حرارة استعادة الكتلة الحيوية. 54
- شكل (15): مصب نهر الأبرش (يمين) ومجرى نهر السن باتجاه المصب (يسار) بتاريخ 2024/6/28 58
- شكل (16): المصرف الجنوبي لرامه لآ مغموراً بمياه البحر بتاريخ 2024/6/28 59
- شكل (17) المواقع الملائمة فيزيائياً في الساحل السوري لاحتضان غابات المانغروف 59
- شكل (18) الحاجز الخرساني في منطقة خراب بلدة (عرب الملك) 61
- شكل (19) اتجاهات مستوى سطح البحر المتوسط وفق بيانات خدمة كوبرنيكوس لتغير المناخ 63

تقييم استراتيجية توطين اشجار المانغروف في الساحل السوري كإجراء تكيفي مع التغيرات المناخية المستقبلية

ملخص الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تقصي الحالة الراهنة لمناخ المنطقة الساحلية في محافظتي اللاذقية وطرطوس بالإضافة إلى توقعات التغير المناخي في المنطقة حتى عام 2100 ومدى ملائمتها لتوطين أشجار المانغروف كإجراء تكيفي مع التغيرات المناخية المتوقعة وتحديد المواقع الملائمة لتوطينها في الساحل السوري.

تم اعداد هذه الدراسة من خلال الزيارات الميدانية للمناطق المختلفة من الساحل السوري وإجراء التوصيف العلمي للواقع الراهن خلال الفترة 2024/04/01 حتى 2024/07/01، بالإضافة إلى مراجعة الدراسات المتوفرة حول الموضوع للوصول إلى النتائج ومناقشتها وتدعيمها بالبراهين.

تُعاني منطقة الدراسة من التدهور نتيجة مجموعة من العوامل كالنشاط البشري والتلوث والتغير المناخي والظواهر المناخية المتطرفة. وقد خلص البحث إلى إمكانية معالجة هذا التدهور من خلال توطين أشجار المانغروف في الساحل السوري، بالإضافة إلى تحديد مناطق التوطين والتي تتضمن المناطق المنخفضة من الساحل السوري ومصبات الأنهار، وإلى ضرورة البدء بالتنفيذ لمواجهة التغيرات المناخية المستقبلية منذ الآن.

الكلمات المفتاحية: غابات المانغروف، التغير المناخي، التكيف، خدمات النظام الايكولوجي، الساحل السوري.

الفصل الأول: الإطار المنهجي للبحث

1.1. مقدمة البحث:

يعد البحر الأبيض المتوسط منطقة ذات أهمية بيئية كبيرة لاحتضانه تنوعاً حيوياً فريداً ضمن مياهه وعلى شواطئه. وبالمثل تشمل الشواطئ السورية مناطق فريدة من نوعها تحتضن طيف واسع من الأنواع الحية النباتية والحيوانية، فالسلاحف البحرية بنوعها الخضراء وكبيرة الرأس على سبيل المثال تعيش بانتظام على طول الشواطئ الرملية السورية، ويعد هذا الشاطئ أيضاً أحد الملاجئ الأخيرة لفقمة البحر الأبيض المتوسط الناسكة المهددة بالانقراض، علاوةً على وجود عدد كبير من أنواع الأسماك والقاعيات الحيوانية المختلفة والأعشاب البحرية على طول السواحل الضحلة.

في العقود الأخيرة، اشتد الضغط البشري على النظم الإيكولوجية البحرية، بالتوازي مع تقادم الآثار السلبية لتغيرات المناخ، ما أدى إلى تمحور الجهود العلمية والدعوات العالمية إلى اتباع نهج قائمة على النظام الإيكولوجي، بما في ذلك استعادة النظام الإيكولوجي Ecosystem restoration لتوفير مجموعة متنوعة من الفوائد من خلال حماية الموائل وتوفير المزيد من الفوائد البيئية والاقتصادية والسياحية والترفيهية المستدامة، فضلاً عن تعزيز القيم الثقافية والتراثية، إضافة إلى البعد الاجتماعي-الاقتصادي Socio-economic dimension.

1.2. مشكلة البحث:

بالرغم من التنوع الحيوي البحري الكبير في الساحل السوري، إلا أنه يعاني الكثير من الضغوط والمهددات منها ما هو طبيعي ومنها ما هو بشري المنشأ، هذا التهديد سيؤثر سلباً على النظام الإيكولوجي واستدامة الموارد الطبيعية وبالتالي على رفاهية الإنسان، لذلك من الضروري جداً إيجاد السبل المناسبة للمحافظة على التنوع البيولوجي القائم وعلى الموارد الساحلية والبحرية من خلال توطين غابات المانغروف في الساحل السوري.

1.3. أهمية البحث:

أدى التوسع الحضري الساحلي الكبير وتطور الصناعات والمنشآت الكبيرة على الساحل السوري إلى تدهور كبير في النظم الإيكولوجية الساحلية ومواردها الحية وغير الحية، وبالتالي تأتي أهمية هذا البحث في دراسة كيفية استعادة هذه النظم الإيكولوجية لتأخذ دورها الفاعل عبر التعافي واستعادة المواقع المتدهورة.

1.4. أهداف البحث:

- وصف الحالة الراهنة للمنطقة الساحلية ككل لجهة التخريب والتدهور الحاصل.
- وصف العوامل المناخية المسيطرة في الساحل السوري ومواصفات المياه.
- دراسة التغيرات المناخية المستقبلية.
- توقع المرحلة الزمنية التي تصبح خلالها أشجار المانغروف قادرة على النمو والتوطن في الساحل السوري.

1.5. المنهجية المستخدمة:

تم في هذا البحث اتباع:

1- المنهج الوصفي: تم الاعتماد على الدراسة العلمية للواقع الراهن في منطقة الدراسة وكافة العوامل المؤثرة على إمكانية توطين غابات المانغروف في الساحل السوري، وذلك عن طريق الملاحظة المباشرة من خلال الزيارات الميدانية للمناطق المختلفة من الساحل السوري وإجراء التوصيف العلمي للواقع الراهن.

2- المنهج التحليلي: تم الاعتماد على هذا المنهج من خلال:

- مراجعة الدراسات المتوفرة حول الموضوع والاستفادة من كافة المعطيات المتوفرة التي يمكن أن تدعم إمكانية الحصول على نتائج واضحة.
- استنباط النتائج ومناقشتها بطريقة واضحة مدعمة بالبراهين الرقمية والتوصيفات الواضحة.

1.6. فرضيات البحث:

- سيكون توطين غابات المانغروف المقترحة خطوة مهمة للحفاظ على التنوع البيولوجي الساحلي بكافة سوياته (تنوع الأنواع وتنوع النظم الايكولوجية والتنوع المورثي) والتكيف مع التغيرات المناخية المستقبلية.
- ستساهم الغابات المقترحة في تعزيز الاستدامة البيئية للمكان والاستدامة الاقتصادية للبلد وتوفير فرص عمل للمجتمعات المحلية.

1.7. حدود منطقة البحث:

- الحدود المكانية: شملت منطقة الدراسة كامل امتداد الساحل السوري (شكل 1) المنطقة الممتدة من منطقة السمرا شمالاً (N35.928018 E35.917321) وحتى موقع الشيخ جابر على الحدود اللبنانية جنوباً (N34.62128 E35.97190).
- الحدود العملية: ركز الباحث على دراسة الواقع العام لمنطقة الدراسة وتسجيل المعطيات المتعلقة بموضوع البحث.

1.8. محددات البحث (الصعوبات):

- المحدد الأول الذي واجهه الباحث هو عدم توفر أية معطيات سابقة حول موضوع البحث كونه يطرح لأول مرة في سورية.
- المحدد الثاني هو قصر المدة الزمنية المخصصة لتنفيذ البحث والمتمثلة بثلاثة أشهر مما شكل صعوبة بتنفيذ الجوانب العملية والتطبيقية ذات العلاقة.

1.9. أهداف التنمية المستدامة SDGs التي يخدمها البحث:

SDG11: Sustainable Cities and Communities

الهدف 11: مدن ومجتمعات محلية مستدامة

SDG13: Climate Action

الهدف 13: العمل المناخي

SDG14: Life Below Water

الهدف 14: الحياة تحت الماء

SDG15: Life on Land

الهدف 15: الحياة في البر

الفصل الثاني : المعلومات المرجعية للبحث

2.1. أهمية التنوع النباتي في حماية الشواطئ بشكل عام وكيفية تأثره بتغيرات المناخ وبالعوامل الأخرى ذات العلاقة:

غالباً ما ترتبط الكوارث، التي تنطوي على أضرار جسيمة أو خسائر في الأرواح، بالمخاطر الطبيعية، ويرتبط حجم أو نطاق الكارثة الناشئة عن أي خطر بمدى تعرض البشر والبنية التحتية لهذا الخطر وضعفهم في مواجهته. التعرض Exposure هو مقياس لمكان وجود ومواقع الأشخاص والممتلكات. من المعروف أن المناطق المنخفضة التي لا توجد بها دفاعات بحرية تكون أكثر عرضة للخطر من تلك الموجودة في الأعلى أو البعيدة عن الشاطئ. تختلف القابلية للتأثر Vulnerability والهشاشة Fragility عن التعرض للخطر Exposure من حيث أنها مقياس لقدرة الأشخاص والبنية التحتية على التعامل مع الخطر، سواء أثناء الحدث أو بعده. على سبيل المثال، إذا كان هناك نظام للإنذار المبكر وتم تدريب الأشخاص على استخدامه، فإن الهشاشة تكون أقل. وبالمثل، إذا كان لدى المجتمع موارد وأموال فعالة لدعم التعافي والتنظيف وإعادة البناء في أعقاب الفيضانات الناجمة عن العواصف، فيمكن اعتباره أقل هشاشة أيضاً.

يجب تقييم المخاطر والهشاشة والتعرض على مستويات متعددة: داخل المجتمعات، وعلى مستوى المجتمعات المتعددة وشبكات البنية التحتية، وعبر المشهد الأوسع من ذلك أيضاً، أي على المستويات الوطنية والإقليمية. تتفاعل هذه الأبعاد، وقد تساهم التغيرات على كل مستوى في زيادة المخاطر أو تقليلها. بناء سور بحري على سبيل المثال، قد يوفر في بعض الحالات حماية متزايدة. وفي حالات أخرى، قد يؤدي ذلك إلى زيادة الضعف في مواقع أخرى، عندما يؤدي على سبيل المثال إلى زيادة تآكل الخط الساحلي أدناه ويجعل تلك المنطقة أكثر عرضة للعواصف. وبالمثل فإن تدهور النظم البيئية الساحلية قد يؤدي إلى تفاقم المخاطر مثل الفيضانات، وبالتالي زيادة تعرض الناس لها. ويساعد فهم هذه العلاقات المتبادلة على تقييم سياق المخاطر وتصميم مناهج متكاملة للحد من المخاطر وإدارة المناطق الساحلية (Spalding, 2014).

يلعب الغطاء النباتي دوراً حاسماً في حماية الشواطئ والحد من المخاطر المحتملة عن طريق الحد من التآكل، وتثبيت الكثبان الرملية، وتوفير الموائل للحياة البرية. وتساعد جذور النباتات على تثبيت الرمال في مكانها، بينما تساعد الأوراق والسيقان على احتجاز الرمال وتراكمها، مما يشكل حاجزاً طبيعياً ضد الأمواج والتيارات المائية. بالإضافة إلى ذلك، تعمل النباتات كحاجز للرياح يقلل من كمية الرمال التي تتجرف بعيداً عن الشاطئ. ويساعد ذلك في الحفاظ على شكل الشاطئ وحجمه مع مرور الوقت، وحمايته من التآكل.

علاوة على ذلك، يوفر الغطاء النباتي موئل وغذاء مناسب لمختلف الحيوانات التي تعيش على الشاطئ، مثل الطيور الساحلية والسلاحف البحرية وغيرها من الكائنات البحرية. كما

يساعد الغطاء النباتي على امتصاص وتصفية الملوثات والمواد المغذية الزائدة من المياه الجارية، مما يمنعها من دخول المحيط والتسبب في ضرر للنظم البيئية البحرية. بشكل عام، لا يمكن انكار أهمية الغطاء النباتي في حماية الشواطئ، كونه يلعب دوراً حيوياً في الحفاظ على صحة ورفاهية النظم البيئية الساحلية.

توجد أشجار المانغروف (أو أشجار القرم) على خط المواجهة من حيث موقعها بالنسبة للعديد من المخاطر الساحلية، إن حقيقة ازدهارها في العديد من المناطق الساحلية تعطي بعض المؤشرات على قدرتها على التعامل مع مثل هذه المخاطر، أو على الأقل التخفيف من التأثيرات الكبيرة. غالباً ما تقوم أشجار المانغروف بتعديل الخطوط الساحلية من خلال قدرتها على تكسير الأمواج، والتقاط الرواسب، وبناء التربة، وهذه هي نفس الخصائص التي جعلتها مهمة من حيث الحد من شدة المخاطر على المناطق البرية المجاورة وتقليل التعرض. كما أنها توفر العديد من الفوائد المرتبطة بها والتي يمكن أن تساعد في تقليل ضعف المجتمعات الساحلية ودعم التعافي بعد آثار المخاطر. هذه الفوائد ليست عالمية، حيث يوجد لكل خط ساحلي وغابات المانغروف فيه خصائص فريدة من نوعها، ولذا فمن الأهمية بمكان فهم كل من هذه الفوائد لأشجار المانغروف المحلية والعديد من الصفات البيئية والاجتماعية والاقتصادية للمواقع الفردية التي توجد بها أشجار المانغروف (Spalding, 2014).

2.2. تعريف بغابات المانغروف والمتطلبات البيئية والزراعية لها:

المانغروف هو نوع من الغابات ينمو على طول الشواطئ الطينية المدية Muddy Intertidal beaches وعلى طول المناطق الساحلية ذات المياه الضحلة على طول مصبات الأنهار والجدول الساحلية Estuaries حيث تكون المياه معتدلة الملوحة بشكل عام. تهيمن أشجار المانغروف على النظام البيئي للمانغروف باعتبارها المنتج الرئيسي الذي يتفاعل مع الفونا البحرية Marine fauna المرتبطة بها والعوامل الاجتماعية والمادية للبيئة الساحلية (Melana et al., 2000).

تجود غابات المانغروف في المناطق الاستوائية، حيث تمتد فيما بين دائرتي عرض 30 درجة شمالاً وجنوباً، فهي من النباتات الشجرية والشجيرية التي تكيفت بمهارة للعيش بمنطقة المد والجزر من شواطئ البحار والمحيطات غالباً قرب مصبات الأنهار والأودية بالمناطق المدارية وشبه المدارية من العالم، حيث تتميز منطقة المد والجزر بديناميكيته العالية بفعل سرعة وقوة التغيرات في العوامل الفيزيائية المتضمنة.

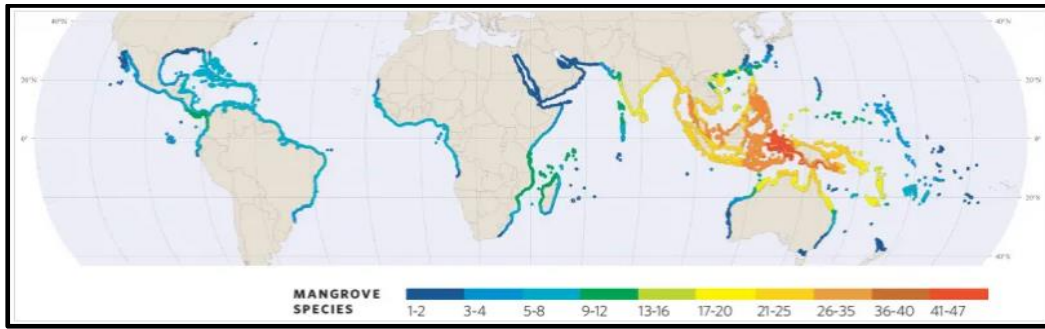
تتكاثف الأشجار بشدة في المنطقة الاستوائية بجنوب شرق آسيا وخاصة عند ملتقى المحيطين الهادي والهندي بالذات حول مصبات الأنهار وفي أحواضها. وتشير النتائج إلى أن مساحة مناطق المانغروف عالمياً تقدر بحوالي 10.2 مليون هكتار، تتوزع في 124 دولة بمختلف أنحاء العالم (FAO, 2023).

ويتضح من مناطق توزيع المانغروف حول العالم أنها تنقسم إلى قسمين رئيسيين على أساس التوزيع الجغرافي هما:

a. القسم الشرقي ويشمل نباتات المانغروف المنتشرة على سواحل المنطقة الممتدة من شرق إفريقيا إلى شرق آسيا وحول أستراليا وجزر الفلبين وإندونيسيا وجنوب اليابان.

b. القسم الغربي ويشمل المانغروف الممتد على سواحل غرب إفريقيا والسواحل الاستوائية والمدارية للأمريكتين.

تتباين أنواع الأشجار في القسم الشرقي لتضم ٦٢ نوعاً من أصل ٧٠ نوع، بينما يقل التنوع بشدة في القسم الغربي ليسجل ١١ نوعاً. ويوضح الشكل (1) توزيع أنواع أشجار المانغروف في القسمين الغربي والشرقي حول العالم:



شكل (1) توزيع عدد أنواع أشجار المانغروف في القسمين الغربي والشرقي حول العالم (Hoff *et al.*, 2010)

2.2.1. أنواع أشجار المانغروف:

يوجد 70 نوعاً من الأنواع المختلفة المُشكلة لغابات المانغروف حول العالم (جدول 1).

جدول (1): الأنواع الشجرية والشجيرية المُشكَّلة لغابات المانغروف (Biswas *et al.*, 2018)

Mangrove species		
<i>Acanthus ebracteatus</i>	<i>Pemphis acidula</i>	<i>Bruguiera cylindrica</i>
<i>Acanthus ilicifolius</i>	<i>Sonneratia alba</i>	<i>Bruguiera exaristata</i>
<i>Acanthus volubilis</i>	<i>Sonneratia apetala</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>
<i>Acanthus xiamenensis</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>	<i>Bruguiera hainesii</i>
<i>Avicennia alba</i>	<i>Sonneratia griffithii</i>	<i>Bruguiera parviflora</i>
<i>Avicennia bicolor</i>	<i>Sonneratia lanceolata</i>	<i>Bruguiera sexangula</i>
<i>Avicennia germinans</i>	<i>Sonneratia ovata</i>	<i>Ceriops australis</i>
<i>Avicennia integra</i>	<i>Brownlowia argentata</i>	<i>Ceriops decandra</i>
<i>Avicennia marina</i>	<i>Brownlowia tersa</i>	<i>Ceriops tagal</i>
<i>Avicennia officinalis</i>	<i>Camptostemon philippinense</i>	<i>Ceriops zippeliana</i>
<i>Avicennia rumphiana</i>	<i>Camptostemon schultzei</i>	<i>Kandelia candel</i>
<i>Avicennia schaueriana</i>	<i>Heritiera fomes</i>	<i>Kandelia obovata</i>
<i>Nypa fruticans</i>	<i>Heritiera globosa</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>
<i>Phoenix paludosa</i>	<i>Heritiera littoralis</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
<i>Dolichandrone spathacea</i>	<i>Aglaiia cucullata</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>
<i>Tabebuia palustris</i>	<i>Xylocarpus granatum</i>	<i>Rhizophora racemosa</i>
<i>Conocarpus erectus</i>	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	<i>Rhizophora samoensis</i>
<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Aegiceras corniculatum</i>	<i>Rhizophora stylosa</i>
<i>Lumnitzera littorea</i>	<i>Aegiceras floridum</i>	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>
<i>Lumnitzera racemosa</i>	<i>Osbornia octodonta</i>	<i>Pelliciera rhizophorae</i>
<i>Diospyros littorea</i>	<i>Aegialitis annulata</i>	<i>Mora oleifera</i>
<i>Excoecaria agallocha</i>	<i>Aegialitis rotundifolia</i>	<i>Acrostichum speciosum</i>
<i>Excoecaria indica</i>	<i>Acrostichum aureum</i>	
<i>Cynometra iripa</i>	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	

ومن أشهر أنواع أشجار المانغروف في العالم ما يلي:

a. أشجار المانغروف الحمراء (*Rhizophora mangle*): تنمو أشجار المانغروف الحمراء Red

mangroves على طول حافة الخط الساحلي حيث تكون الظروف قاسية من حيث الغمر والتكشف، ويمكن تمييزها بسهولة عن الأنواع الأخرى من خلال جذورها الداعمة المتشابكة ذات اللون الأحمر (شكل 2). تتشأ هذه الجذور الداعمة من الجذع وتنمو من الفروع نحو الأسفل. تمتد الجذور الداعمة بطول حوالي 1م أو أكثر فوق سطح التربة، مما يزيد من ثبات الشجرة بالإضافة إلى المساعدة في إمداد الأكسجين للجذور الموجودة تحت الأرض. في ظل الظروف المثالية، يمكن أن تنمو شجرة المانغروف هذه إلى ارتفاعات تزيد عن 25 متراً. تتميز الأوراق البيضاوية الشكل ذات الحواف الناعمة بجوانب علوية لامعة ذات لون أخضر داكن وجوانب سفلية خضراء شاحبة وتقع في مواجهة بعضها البعض على طول الفروع. الجذوع والأطراف مغطاة باللحاء الرمادي، فوق خشب أحمر داكن نشأ منه الاسم الشائع "الأحمر". تمتلك مجموعات من الأزهار البيضاء إلى الصفراء الشاحبة التي تتفتح خلال أشهر الربيع وأوائل الصيف (Florida, 2018).



شكل (2): أشجار المانغروف الحمراء (*Rhizophora mangle*)

تتيح التكيفات الإنجابية للشتلات أن تنبت وهي لا تزال متصلة بالشجرة الأم، حيث تنبت البذور في تكاثرات على شكل قلم رصاص بحجم ~ 15 سم تبقى ملتصقة بالشجرة مما يمنحها فرصة أكبر للبقاء على قيد الحياة. عندما تسقط الشتلة في الماء، فإنها تتجذر إلى جانب الشجرة الأم أو يتم نقلها بواسطة المد والجزر والتيارات إلى موطن آخر مناسب.

b. أشجار المانغروف السوداء (*Avicennia germinans*): تتميز بجذور أفقية طويلة ونبوءات تشبه الجذور تُعرف باسم Pneumatophores (التي تعني جذوراً هوائية Aerial roots)، تنمو على ارتفاعات أعلى قليلاً من أشجار المانغروف الحمراء حيث يؤدي تغير المد والجزر إلى تعريض الجذور للهواء (شكل 3). تنشأ الجذور الهوائية على شكل قلم رصاص من جذور أفقية تحت الأرض تبرز من التربة حول جذع الشجرة، مما يوفر الأكسجين لأنظمة الجذر تحت الأرض وتحت الماء.



شكل (3): أشجار المانغروف السوداء (*Avicennia germinans*)

يصل ارتفاع أشجار المانغروف السوداء إلى أكثر من 20م في بعض المواقع. تظهر الأوراق متقابلة مع بعضها البعض على طول الفروع، وتكون الجوانب العلوية لامعة والسفلية مغطاة بالشعر الكثيف، فوق لحاء داكن ومتقشر. تُزهر أشجار المانغروف السوداء في الربيع وأوائل الصيف، وتنتج زهوراً بيضاء (Florida, 2018).

تتيح التكيفات الإنجابية للشتلات أن تثبت وهي لا تزال متصلة بالشجرة الأم. تثبت البذور إلى نموات (2-3 سم)، ويحدث إنبات البذور وهي لا تزال متصلة بالشجرة الأم، مما يزيد من فرص البقاء على قيد الحياة في هذه البيئة القاسية.

c. أشجار المانغروف البيضاء (*Laguncularia racemosa*): لا توجد لأشجار المانغروف البيضاء، التي تحتل أراضي أعلى من أراضي أشجار المانغروف الحمراء والسوداء، أي جذور هوائية مرئية، على عكس أشجار المانغروف السوداء ذات الحوامل الهوائية أو أشجار المانغروف الحمراء ذات الجذور الداعمة. ومع ذلك، عندما يتم العثور عليها في الرواسب المستنفدة للأكسجين أو المغمورة بالمياه لفترات طويلة من الزمن، فإنها غالباً ما تتطور إلى جذور وتدية. أشجار المانغروف البيضاء هي الأقل قدرة على تحمل البرد بين أنواع المانغروف الأربعة الأكثر شهرة، الحمراء والسوداء والبيضاء والرمادية. تنمو هذه الشجرة الصغيرة أو الشجيرة بسرعة في التربة الغنية إلى ارتفاع ~15م. الأوراق ذات لون أصفر وأخضر فاتحة عريضة ومسطحة ولها غدتان تقعان في قاعدة الورقة حيث ينشأ الجذع، هذه الغدد هي غدد سكرية تسمى الرحيق. تُنتج أشجار المانغروف البيضاء زهوراً بيضاء مخضرة على شكل سنابل، تتفتح خلال الفترة من الربيع إلى أوائل الصيف (شكل 4) (Florida, 2018).



شكل (4): أشجار المانغروف البيضاء (*Laguncularia racemosa*)

d. أشجار المانغروف الرمادي (*Avicennia marina*): هو نوع من أشجار المانغروف منتشر على نطاق واسع ويزدهر في الموائل عالية الملوحة. يلعب دوراً مهماً في دعم النظام البيئي الساحلي Coastal Ecosystem ويحمل إمكانات التكيف البيئي Environmental adaptation. وبسبب مزاياه العديدة، بما في ذلك فوائده الطبية، تواجه غابات هذا النوع ضغوطاً متزايدة من الاستغلال وإزالة الغابات. يصل ارتفاع الأشجار إلى (10-14) متراً وهي ذات لحاء رمادي فاتح أو أبيض مع رقائق صلبة وهشة ورقيقة (شكل 5). أوراقها سميكة ولامعة وخضراء زاهية على الجانب العلوي ورمادية أو بيضاء فضية مع شعيرات صغيرة على الجانب السفلي. يمكن أن تنمو حواملها الهوائية حتى 20 سم. ونظراً لطبيعة النبات التكيفية، فإنه يمكن أن ينمو في نطاق واسع من خطوط العرض. تنمو في الغالب من 30 درجة شمالاً إلى 30 درجة جنوباً في منطقة المحيطين الهندي والهادئ (Florida, 2018).



شكل (5): أشجار المانغروف الرمادي (*Avicennia marina*)

2.2.2. المتطلبات البيئية والزراعية لغابات المانغروف:

a. الحرارة:

تنشأ أشجار المانغروف في بيئة دافئة ويتأثر توزيعها بالظروف الجوية والمعايير المناخية مثل درجة الحرارة وهطول الأمطار (Alongi, 2008) والتي تؤثر على خصوصية موطنها، وعلى الرغم من أن تحمل الظروف الدافئة يحدد توزيعها، إلا أنها تتجرف أحياناً إلى مناطق معتدلة لكون الطقس غير المضياف يهدد وجودها (Hogarth, 1999) حيث يتسبب الاحتباس الحراري العالمي في انتشار أشجار المانغروف إلى ما هو أبعد من حدودها العرضية (Ellison, 2000).

تتمتع نيوزيلندا وجنوب أستراليا وجنوب البرازيل وجنوب إفريقيا على سبيل المثال بطقس معتدل، ولكنها تحتوي على أشجار المانغروف. وعلى الرغم من أن الظروف الاستوائية هي الأفضل لأشجار المانغروف،

إلا أن الحرارة المفرطة تزيد من معدل التبخر مما يؤدي إلى زيادة ملوحة الوسط (Gilman *et al.*, 2008).

تتطلب أشجار المانغروف مياه دافئة حرارتها بين 15 و 30 °م (Delmis, 2023) ولا تتحمل درجات حرارة التجمد، ولا يجوز أن تنخفض درجة حرارة الهواء أو الماء في بيئتها عن صفر °م (Noor *et al.*, 2015).

تؤثر درجات الحرارة في فصل الشتاء بشكل كبير على البنية البيئية ووظيفة وتوزيع غابات المانغروف في أمريكا الشمالية وآسيا وأستراليا ونيوزيلندا وجنوب أفريقيا وشرق أمريكا الجنوبية. في أمريكا الشمالية، تعد أشجار المانغروف السوداء (*Avicennia germinans*) أكثر أنواع أشجار المانغروف قدرة على تحمل التجمد. ومن بين أنواع أشجار المانغروف الثلاثة الشائعة في المنطقة، وهي السوداء والحمراء والبيضاء، فإن المانغروف الأسود هو النوع الذي يمتد إلى أقصى الشمال حيث يتوسع وينكمش استجابةً لغياب أو وجود درجات حرارة الهواء الشتوية القصوى. خلال العقد الماضي، أظهرت العديد من الدراسات أن عتبات درجة الحرارة في فصل الشتاء تحدد الحد الشمالي لنطاق المانغروف الأسود في شرق ووسط أمريكا الشمالية (Osland *et al.*, 2020).

b. الملوحة:

تستطيع أشجار المانغروف النمو وأداء وظائفها بشكل جيد حتى عند درجة ملوحة تصل إلى 90 غرام في اللتر، ولكنها تظهر أفضل نمو عندما تتراوح الملوحة بين 5 و 75 غرام في اللتر (Krauss *et al.*, 2013).

وباعتبارها نباتات ملحية اختيارية، فإن أشجار المانغروف لا تحتاج إلى مياه مالحة للبقاء على قيد الحياة. معظم أشجار المانغروف قادرة على النمو في موائل المياه العذبة، على الرغم من أن معظمها لا يفعل ذلك بسبب المنافسة من النباتات الأخرى. تلعب تقلبات المد والجزر أدواراً مهمة في الحفاظ على مجتمعات المانغروف، إذ يؤدي تغير المد والجزر، بالإضافة إلى مستويات الملوحة، إلى تقليل المنافسة بين الأنواع النباتية الأخرى.

ينقل المد والجزر المياه المالحة إلى مصبات الأنهار، ويختلط بالمياه العذبة، مما يسمح لأشجار المانغروف بالتطور إلى الداخل بقدر ما هو ممكن، كما يتم نقل العناصر الغذائية إلى أشجار المانغروف عن طريق المد والجزر القادمة بينما تتم إزالة النفايات خلال هذه العملية. يلعب المد والجزر أيضاً دوراً هاماً في نقل الشتلات، وهذا يزيد من انتشار أشجار المانغروف، مع الحد من المنافسة بين الأنواع على الغذاء والمساحة (Florida, 2018).

c. التربة:

تتألف تربة المانغروف من الطمي البحري الذي ينتقل على شكل رواسب عن طريق الأنهار وحركة مياه البحر. تتكون التربة من الرمل والسلت والطين في مجموعات مختلفة، ويشير الطمي في الواقع إلى خليط من السلط (الذي يتألف من الرمل الخشن والمتوسط والناعم جداً بالإضافة إلى الوحل) والطين، والذي يختلط عادة بالمواد العضوية. تتشكل التربة السطحية بشكل حر على شكل أنواع رملية أو طينية (شكل 6).

عادة ما تكون التربة الموجودة تحت السطح مشبعة بالمياه مع وجود وسيلة تهوية قليلة تقل مع العمق وتحتوي على الكثير من المواد العضوية. تنتج التربة الرمادية الداكنة أو السوداء الموجودة في غابات المانغروف رائحة قوية بسبب وجود كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتج عن البكتيريا اللاهوائية التي تقلل الكبريت (على سبيل المثال، *Desulfobacter sp.*) والتي تزدهر في حالة نقص الأكسجين (Peter *et al.*, 2002). تتميز التربة في غابات المانغروف بمزيج من الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المختلفة، والتي قد تختلف بشكل كبير بين مواقع الغابات المختلفة (Peter *et al.*, 2002).



شكل (6): الترب السطحية: a = التربة السطحية ذات اللون الفاتح وهي ذات مسامية عالية وتسهل ترشيح المياه وتهويتها. b = التربة السطحية ذات اللون الداكن ومسامية منخفضة لا تسهل ترشيح المياه والتهوية.

تشكل التربة في غابات المانغروف أنظمة معقدة ناتجة عن تفاعلات معقدة مختلفة بين العوامل الأحيائية (المد والجزر وفيزيولوجيا الطبيعة...) والعوامل الحيوية (أنشطة النباتات واللافقاريات...)، والتي قد تتغير على مسافات قصيرة، كما تعد سمات التربة مثل الملوحة وتركيزات كبريتيد الحديد وإمكانية الأكسدة والاختزال في التربة والمواد المغذية والمواد العضوية والموقع الفيزيوجرافي من العوامل الرئيسية في تحديد

تكوين أنواع المانغروف وبنيتها، كما يؤثر تراكم وتحلل المركبات السامة وتعبئة العناصر النزرة وتوافرها بشكل كبير على تقسيم مناطق أشجار المانغروف (Sherman *et al.*, 1998).

كشفت نتائج الأبحاث عن تباين كبير في تكوين تربة المانغروف على أعماق مختلفة، ومعادن الطين، وإجمالي محتوى الكربون العضوي ومخزون الكربون (Ferreira *et al.*, 2010).

لوحظ من خلال الدراسات المختلفة التي أجريت على غابات المانغروف الاستوائية في جميع أنحاء العالم أن تربة المانغروف قد تكون إما حمضية أو قلووية، حيث وجد بعض الباحثين أن درجة حموضة التربة تتراوح بين 2.87-6.40 (Ferreira *et al.*, 2010; Rambok *et al.*, 2010). في حين أفاد آخرون أن درجة حموضة التربة تتراوح بين 7.4-8.22 (Hossain *et al.*, ;Das *et al.*, 2012) وتختلف باختلاف الموقع الجغرافي والأنواع، وبالتالي لا تشكل درجة حموضة التربة عاملاً محدداً لنمو وإزدهار أشجار المانغروف.

d. التكيف:

تتيح تكيفات الجذور لأشجار المانغروف العيش في الرواسب الناعمة على طول الخط الساحلي، وتزيد هذه التكيفات من استقرار أشجار المانغروف في هذه الرواسب على طول الشواطئ.

لدى أشجار المانغروف على عكس معظم النباتات أنظمة جذرية ضعيفة التطور وضحلة تحت الأرض، في حين أن لها جذور هوائية متطورة تسمح بنقل غازات الغلاف الجوي إلى الجذور الموجودة تحت الأرض. توجد في أشجار المانغروف الحمراء جذور داعمة تمتد من الجذع وجذور عرضية من الفروع، مما يوفر نظام دعم مستقر. وعلى الرغم من أن أشجار المانغروف السوداء ليس لها جذور داعمة، إلا أنه يمكن رؤية جذور هوائية صغيرة تمتد عمودياً من التربة المحيطة بالجذع، مما يزيد من الثبات الهيكلي للشجرة، وتمتد هذه الجذور الهوائية، التي تسمى حوامل هوائية، فوق سطح التربة إلى أعلى من الجذور الموجودة تحت الأرض. يتم امتصاص الهواء أثناء انخفاض المد والجزر من خلال الممرات المفتوحة في الحويصلات الهوائية ونقله إلى أنسجة الجذر الحية، أما الأنواع الأخرى من أشجار المانغروف فتتمتع على ارتفاعات أعلى، في التربة الأكثر جفافاً، ولا تتطلب هياكل جذرية متخصصة.

تشكل التربة المالحة في منطقة المد والجزر حاجزاً غير مضياف لمعظم النباتات الخشبية، لكن أشجار المانغروف تتكيف بشكل فريد مع هذه الظروف، وهذه التكيفات ناجحة للغاية لدرجة أن بعض أشجار المانغروف قادرة على النمو في التربة التي تصل ملوحتها إلى 75 غ/ل، أي حوالي ضعف متوسط ملوحة مياه المحيط (35 غرام في اللتر). ومع ذلك، فإن معظم أشجار المانغروف تعمل بشكل أفضل في نطاقات تتراوح بين 3 و 72 غ/ل (Feller, 2018).

يسمح التكيف للتخلص من الملح الزائد أو إفراز الملح لأشجار المانغروف بالعيش في أماكن لا تستطيع النباتات الأرضية الأخرى العيش فيها، ومن خلال هذه التكيفات الفسيولوجية، تستطيع أشجار المانغروف العيش في بيئات مالحة قاسية. مثلاً، توجد أشجار المانغروف الحمراء حيث تتراوح ملوحة التربة من 60 إلى 65 غ/ل بينما توجد أشجار المانغروف السوداء والبيضاء في التربة التي تزيد ملوحتها عن 90 غ/ل. وتعد الملوحة بشكل فعال من المنافسة مع النباتات الأخرى، في حين أن أشجار المانغروف تستبعد الملح أو تتكيف مع إفراز الملح مما يسمح بالبقاء على قيد الحياة في هذه البيئات، لا تستطيع أي أشجار أخرى القيام بذلك (Florida, 2018) مما يجعل أشجار المانغروف الأشجار الوحيدة في العالم التي تستوطن الشواطئ البحرية.

تحدث القدرة على استبعاد الأملاح من خلال الترشيح من سطح الجذر، إذ تمنع أغشية الجذور الملح من الدخول بينما تسمح للماء بذلك، وهذا الأمر فعال في إزالة غالبية الملح من مياه البحر. تعتبر أشجار المانغروف الحمراء مثلاً على الأنواع التي لا تحتوي على الملح، ومن ناحية أخرى، تقوم مفرزات الملح بإزالة الملح من خلال الغدد الموجودة على أسطح الورقة، في حين تعتبر أشجار المانغروف السوداء والبيضاء من مفرزات الملح، إذ تنتج أشجار المانغروف البيضاء أوراقاً عصارية سميكة، وتتخلص من الملح مع سقوط الأوراق عن الشجرة (Florida, 2018).

بهدف التمييز بين الأنواع التي تستخدم طرقاً مختلفة للتعامل مع الملح، يصنف العلماء أشجار المانغروف إما إلى مفرزات - تلك التي تخلص أنسجتها من الملح بشكل فعال، وغير مفرزات (حاجبات) - تلك التي تمنع الملح من دخول أنسجتها.

تخلق النباتات من أنواع جنسي *Rhizophora* و *Bruguiera* حاجزاً يمكنها تقريباً منع الملح من دخول نظام الأوعية الشعرية - حيث يتم استبعاد أكثر من 90% من الملح من مياه البحر عبر هذا الحاجز الذي يعمل ضد التناضح، وهي عملية ينتقل فيها الماء من المناطق ذات تركيز الملح المنخفض إلى المناطق ذات تركيز الملح العالي. ولو لم يكن لدى أشجار المانغروف مثل هذا الحاجز، لجعلت مياه المحيط المالحة أشجار المانغروف تجف (Feller, 2018).

e. الأكسجة:

تسمح الهياكل الجذرية المتخصصة لأشجار المانغروف بالعيش في الرواسب الفقيرة بالأكسجين، حيث تتكيف أشجار المانغروف مع الرواسب الفقيرة بالأكسجين أو اللاهوائية من خلال هياكل جذرية متخصصة، حيث تحتاج النباتات إلى الأكسجين للتنفس في جميع الأنسجة الحية بما في ذلك الجذور الموجودة تحت الأرض. يمكن أن يوفر انتشار الهواء بين حبيبات الرواسب في التربة غير المشبعة بالمياه هذا المطلوب. تمتلئ هذه المساحات بالماء في التربة المشبعة بالمياه التي تحتوي على مستويات أكسجين أقل من الهواء (Florida, 2018).

f. التكاثر:

تتمتع أشجار المانغروف بوحدة من أكثر استراتيجيات التكاثر تميزاً في عالم النبات، حيث تُعد أشجار ولودة (تنتج صغاراً حية - تكاثرات)، بدلاً من إنتاج بذور خاملة مثل معظم النباتات المزهرة، وتقوم بتوزيع مواد التكاثر هذه عبر الماء بدرجات متفاوتة من التطور الجنيني، بعد أن تكون متصلة بالشجرة الأم.

تتكاثر أشجار المانغروف عن طريق الإزهار مع التلقيح الذي يحدث عن طريق الرياح والحشرات، حيث تظل البذور متصلة بالشجرة الأم بعد حدوث التلقيح وتثبت على شكل تكاثرات قبل أن تسقط في المياه ويشار إلى هذه القدرة باسم "الحيوية". تتجذر التكاثرات في الرواسب بالقرب من الشجرة الأم أو تنتشر مع المد والجزر والتيارات إلى شواطئ أخرى، وتعد الحيوية ونتاج مواد التكاثر بمثابة تكيفات إيجابية تمنح أشجار المانغروف فرصة متزايدة للبقاء على قيد الحياة، حيث تشترك جميع أشجار المانغروف في هذين النوعين من التكيفات الإيجابية (Florida, 2018).

بمجرد سقوط مادة التكاثر من الشجرة الأم، تكون هناك فترة انتشار إلزامية يجب أن تظل فيها مادة التكاثر في الماء، وخلال هذه الفترة يستمر التطور الجنيني. بالنسبة لأشجار المانغروف الحمراء، تعد فترة الانتشار هذه هي الأطول حيث تبلغ 40 يوماً، و14 يوماً على الأقل في المانغروف الأسود. أما فترة انتشار أشجار المانغروف الأبيض فهي الأقصر، حيث تبلغ 5 أيام، والتي تشمل أيضاً الإنبات.

إذا وجدت مواد التكاثر في منطقة "مناسبة"، فهناك فترة كمون إلزامية قبل ظهور الجذور الأولية والفلقات (الأوراق الأولية) وتتمتع أشجار المانغروف الحمراء بأطول فترة كمون إلزامية تبلغ 15 يوماً. يحدث التجذير من مادة التكاثر التي تكون مستلقية أفقياً على الرواسب أو "واقفة" عمودياً، وقد تكون مغطاة بالمياه خلال هذا الوقت (Booker, 1998).

وبالتالي يمكن تلخيص المتطلبات البيئية لأشجار المانغروف بما يلي:

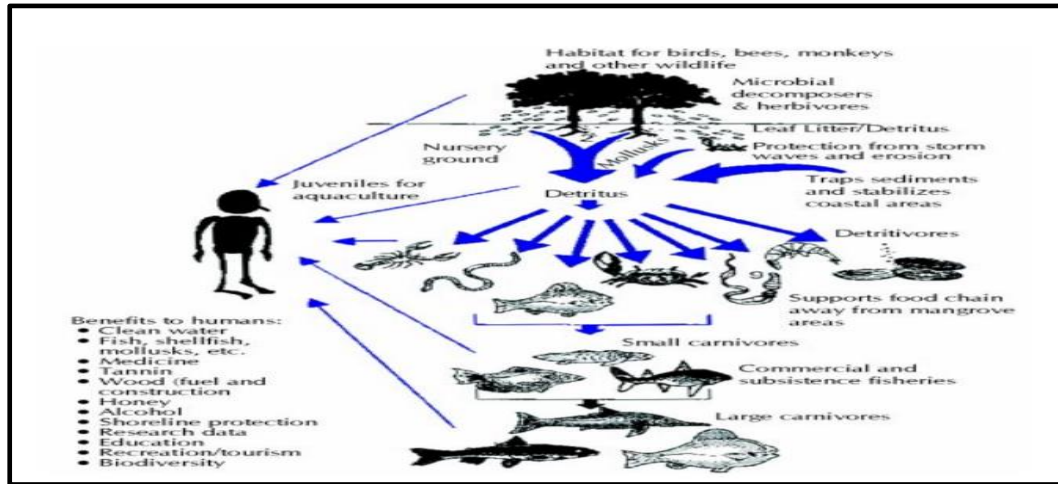
جدول (2): المتطلبات البيئية لأشجار المانغروف

العامل	المتطلبات
حرارة المياه	15-30 °م
حرارة الهواء	فوق صفر °م
الملوحة	حتى 90 غ/ل
pH التربة	2.87 - 8.22
الأكسجة	تتكيف مع الرواسب الفقيرة بالأكسجين

2.2.3. الخدمات العامة التي تقدمها النظم البيئية لغابات المانغروف للنظم الايكولوجية الساحلية

حول العالم:

تبرز أشجار المانغروف باعتبارها واحدة من أكثر النظم الطبيعية تنوعاً وأهمية بيولوجية في العالم. اذ تلعب أشجار المانغروف أدواراً حاسمة في الحفاظ على صحة وإنتاجية النظم البيئية الساحلية، وتوفر مجموعة من الخدمات والوظائف (شكل 7)، بما في ذلك موطن للحوانات والنباتات المحلية، والغذاء والسلع الأخرى، وعزل الكربون، والحماية من الكوارث الطبيعية مثل هبوب العواصف وتآكل السواحل.



شكل (7): الفوائد البيئية والاقتصادية لأشجار المانغروف (Berjak *et al.*, 1977).

2.2.3.1. خدمات التزويد:

- تعتبر أشجار المانغروف مصدراً جيداً للأخشاب والألواح الخشبية لمواد الإسكان والحطب والفحم النباتي وأدوات الصيد. يمكن حصاد بذور ونباتات المانغروف وبيعها. ويمكن أيضاً حصاد الأسماك والقشريات والرخويات من بين جذور أشجار المانغروف. تعتمد تربية الأحياء المائية ومصايد الأسماك التجارية أيضاً على الحضانة في أوساط المانغروف للأسماك والسرطانات والمحار والقريدس التي تعيش في مياهها. كما تعد أشجار المانغروف مصادر للمركبات الفينولية والكحول والدواء.
- تُعد الأوراق والفضلات الناتجة عن أشجار المانغروف مصادر قيمة لغذاء الحيوانات مصادر قيمة لغذاء الحيوانات في مصبات الأنهار والمياه الساحلية. تتفكك الأوراق التي تسقط من شجرة المانغروف وتتحلل إلى مخلفات صغيرة ومجهرية أحياناً. يتم تكسير المخلفات بواسطة البكتيريا والفطريات والكائنات الحية الدقيقة الأخرى وبالتالي تغذي الحيوانات البحرية. تساهم أشجار المانغروف بحوالي 3.65 طن من المخلفات من الهكتار الواحد سنوياً (Melana *et al.*, 2000).

2.2.3.2. خدمات التنظيم:

- توفر غابات المانغروف خدمات تنظيم البيئة وحماية المناطق والمجتمعات الساحلية من هبوب العواصف والأمواج وتيارات المد والأعاصير. يعمل تاج وجذع أشجار المانغروف كحواجز مادية. جذورها المتخصصة تحبس وتحتفظ بالرواسب والطيني القادمة من المرتفعات الساحلية. علاوةً على ذلك، تعمل أشجار المانغروف على تعزيز المياه الصافية ونمو الشعاب المرجانية والأعشاب البحرية.
- تنتج أشجار المانغروف مزيداً الكتلة الحيوية العضوية وتقلل من التلوث العضوي في المناطق القريبة من الشاطئ عن طريق الاصطياد أو الامتصاص. تساهم أشجار المانغروف بما يتراوح بين 1800 إلى 4200 غ من الكربون لكل متر مربع سنوياً (وهو ما يقارب مساهمة الغابات الاستوائية المطيرة وأعلى بعشرة أضعاف من الإنتاج الأولي في المحيطات المفتوحة) (Melana *et al.*, 2000).
- يؤدي ارتفاع معدلات الإنتاجية الأولية للمانغروف إلى التخلص من ثاني أكسيد الكربون الجوي، حيث يخزن جلّ هذا الكربون (بنسبة تصل حتى 90%) في تربة المانغروف في ظروف الغمر بالمياه وظروف غير هوائية ما يخفض من التنفس المكروبي (Murdiyarso *et al.*, 2015)، وفي حال تركها على طبيعتها، قد توفر غابات المانغروف حوض كربون لعدة آلاف من السنين. أضف إلى ذلك أن الجذور تحت الأرضية تعتبر آلية مهمة في المحافظة على ارتفاع أراضي غابات المانغروف عند ارتفاع مستوى البحر (Krauss *et al.*, 2013) ما يعني بالتالي المساهمة في زيادة قدرة المناطق الساحلية على التكيف مع التغيرات المناخية.

2.2.3.3. الخدمات المساندة:

- توفر أشجار المانغروف مناطق حضانة للأسماك والقريدس وسرطانات البحر، وتدعم إنتاج المصايد السمكية في المياه الساحلية. يحتاج كل كائن حي إلى مكان آمن عندما يكون صغيراً وهشاً، بعيداً عن العديد من الحيوانات المفترسة، حيث تبقى تلك الحيوانات الصغيرة التي تجد ملجأ على قيد الحياة لتنمو إلى الحجم الكامل، أما الأسماك الصغيرة أو الروبيان التي تسبح في المياه المفتوحة فقد تأكلها الأسماك الأكبر حجماً. هذه الحماية، إلى جانب الإمدادات الغذائية الوفيرة التي تأتي من أوراق المانغروف، تجعل مناطق المانغروف حضانات جيدة

للعديد من الحيوانات البحرية المهمة. فمقابل كل هكتار يتم قطعه من أشجار المانغروف، يُقدر الانخفاض المقابل في صيد الأسماك بنحو 1.08 طن سنوياً (Melana *et al.*, 2000).

- تتسم غابات المانغروف بقيمة اقتصادية كبيرة بالنسبة لمصايد الأسماك الصغيرة منها والكبيرة، مع أن هذه القيم تتباين إلى حد كبير من موقع لآخر. وقد وجد أن متوسط القيمة التي تتسم بها غابات المانغروف على المستوى العالمي تبلغ 77 دولاراً أمريكياً في الهكتار في العام بالنسبة للأسماك و213 دولاراً أمريكياً في الهكتار في العام لمصايد الأنواع المختلطة (أي الصيد المختلط للأسماك والرخويات والقشريات)، حيث تزيد قيمها بأضعاف عن 10 آلاف دولار أمريكي في الهكتار في العام في جلّ المواقع الإنتاجية (Blandon *et al.*, 2014). وتعد غابات المانغروف مورداً أساسياً للمجتمعات البشرية الساحلية حيث توفر بيئة مناسبة للأسماك والرخويات والقشريات، وبالتالي تساهم في زيادة إنتاجيتها وتوفيرها لهذه المجتمعات إما للتجارة أو للاستهلاك، إضافةً إلى أنها توفر مواد مختلفة كالوقود والخشب، وكذلك العسل والدواء، ناهيك عن الأعلاف.

2.2.3.4. الخدمات الثقافية:

تُعد أشجار المانغروف منطقة ترفيهية لمشاهدة الطيور ومراقبة الحياة البرية الأخرى والساحلية. توفر أشجار المانغروف المأوى للحياة البرية المحلية والمهاجرة وتكون بمثابة ملاذ وأماكن للاستراحة والبحث عن الطعام. كما أنها توفر إمكانية مشاهدة نباتات وحيوانات المانغروف شديدة التنوع، مما يجعلها وجهات بيئية مثالية ومختبرات ميدانية لطلاب وباحثي علم الأحياء وعلم البيئة (Melana *et al.*, 2000).

2.3. طرق الزراعة المحتملة (من واقع تجارب الدول الأخرى):

a. اختيار الأنواع:

يعتمد نجاح الزراعة إلى حد كبير على اختيار الأنواع. إن تحديد الأنواع المراد زراعتها هو قرار معقد يعتمد على غرض المزرعة (سواء الإنتاج أو الحماية) والخصائص الفيزيائية الحيوية للمنطقة المختارة. على المدى الطويل، فإن الخصائص البيوفيزيائية Biophysical هي التي ستحدد نجاح المزرعة؛ والأمر متروك للاختصاصيين لتحديد الأنواع التي سيتم زراعتها بعد النظر في جميع العوامل التي تمت مناقشتها أعلاه (Melana *et al.*, 2000).

b. إكثار أشجار المانغروف:

أولاً: الإكثار البذري:

يعتمد إكثار أشجار المانغروف على التكاثر البذري، حيث يتم جمع البذور من أقرب منطقة للمكان المراد زراعته بالمانغروف. ونظراً لعدم وجود المانغروف على الشواطئ السورية لكي يتم جمع البذور منها، يجب استيراد البذور من الخارج ومن مصادر موثوقة ودول قريبة ومشابهة من ناحية المناخ، كما يجب أن يتم وضع مواصفات البذور وفحصها من قبل مراكز البحوث الزراعية والجهات المعنية. يمكن أن تساعد المنظمات الدولية في الحصول على البذور أو في تنسيق التعاون مع الدول الأخرى.

ثانياً: الإكثار الخضري:

يتم الإكثار الخضري عبر تجذير العقل من فروع المانغروف الثانوية التي يبلغ طولها حوالي 30 سم، وقطرها القاعدي 8-15 ملم. يتم استخدام محلول هرمون التجذير والغرف الضبابية لضمان نجاح التجذير، ثم يتم بعد ذلك نقل الفسائل من المشاتل الدائمة إلى المشاتل الفرعية أو المؤقتة.

c. إنتاج الغراس (المشاتل - الحضانات):

تعتمد تكلفة وجودة الشتلات المنتجة في المشتل على كفاءة تشغيلها. ومن الأمور الحاسمة في ذلك توفير المياه للحضانة، وموقعها وإمكانية الوصول إليها، والصرف المائي والمساحة، وسيتم وصفها بالتفصيل أدناه:

إمدادات المياه: يجب اختيار موقع مشتل بالقرب من مصدر للمياه قليلة الملوحة أو المياه العذبة في المنطقة الساحلية، ومن الضروري الحفاظ على مسافة معينة من الأنهار والبحر لتجنب الفيضانات أثناء العواصف أو ارتفاع المد.

منطقة إنتاج الغراس والشروط البيئية: يجب أن تكون المنطقة مفتوحة بما يكفي لضمان حصول الشتلات على ما يكفي من الضوء.

تصريف المياه: من المهم اختيار موقع جيد التصريف ومسطح نسبياً حيث توجد أشجار المانغروف في أو بالقرب من المناطق المتأثرة بالمد والجزر والمعرضة للفيضانات. يعد التصريف المناسب أمراً ضرورياً لأن النباتات تصبح مشبعة بالمياه عند ركود المياه ويصبح العمل في المنطقة صعباً. لذلك عند تقييم منطقة ما كحضانة محتملة، يجب فحص سطح الأرض. إذا كان رطباً وناعماً جداً بحيث تتشكل برك من الماء، فمن المحتمل ألا يكون موقعاً جيداً للحضانة.

المساحة: يعتبر حجم الحضانة العامل الأخير الذي يساهم في كفاءتها. كما أن وجود مشاتل صغيرة متفرقة عوضاً عن مشتل واحد يزيد من حجم العمل المطلوب. كقاعدة عامة هناك حاجة إلى حوالي 325 م² لسرير البذور (يفترض هذا وجود 10.000 شتلة في الهكتار الواحد مع

نسبة موت تبلغ 20 % تقريباً)، مع اضافة حوالي 100 إلى 200 م2 أخرى لمساحة العمل (Melana *et al.*, 2000).

أنواع الحضانات - المشاتل:

- **المشاتل الدائمة:** وهي مخصصة لزراعة أشجار المانغروف على مدى فترة طويلة من الزمن، مع أماكن توفر المأوى من الشمس والمطر.
- **المشاتل الفرعية:** يتم تصميم المشاتل الفرعية للمناطق التي تقع على مسافة من المشتل الدائم، أو للمناطق التي تفصلها عن المشتل الدائم حواجز طبيعية مثل الأنهار الكبيرة أو الخلجان أو المياه الخام التي تجعل من الصعب نقل الشتلات (مخاطرة الضرر أثناء النقل). يجوز أن تعمل الحضانات الفرعية لعدة سنوات كما هو الحال في الحضانة الدائمة.
- **المشاتل المؤقتة:** يتم إنشاء المشاتل المؤقتة بشكل عام حيث توجد مساحة زراعة صغيرة (عادة أقل من 5 هكتارات) والتي يمكن زراعتها على مدار عام واحد. هذه الحضانات ليست متطورة مثل الحضانات الدائمة أو الفرعية.

d. تجهيز الموقع:

غالباً ما تحتاج مواقع المزارع إلى بعض التحضير قبل الزراعة وهو أمر في غاية الأهمية، حيث يجب إزالة النباتات الضارة الموجودة في المنطقة مثل السراخس والأعشاب، وإزالة الأخشاب الميتة التي تظلل المنطقة وإزالة أي ركام آخر.

e. الزراعة:

تعتمد الطريقة المستخدمة على الأنواع التي تتم زراعتها، سواء كانت بذوراً أو شتلات، وهناك عدة طرق للزراعة منها المباشرة أو ضمن وعاء أو بشكل عشوائي.

تتراوح كثافة الزراعة من 1-16 فرد /م². كلما اقتربت المسافة بين الأفراد، زادت قدرة النبات على تحمل تأثير الأمواج. وهذا يوضح التقليد المحلي المتمثل في التباعد القريب (0.25 × 0.25 سم) على الرغم من التباعد الموصى بأربعة أفراد لكل متر مربع. يتم استخدام مسافات أوسع عند الحاجة إلى أشجار أكبر حيث يؤدي التباعد الأوسع إلى تقليل المنافسة على ضوء الشمس والمواد المغذية (Melana *et al.*, 2000).

2.4. تجارب الدول المختلفة حول موضوع ادخال غابات المانغروف:

شهدت غابات المانغروف في جميع أنحاء العالم تراجعاً على مدى عقود من الزمن، ووفقاً لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، تتراجع المساحات التي تغطيها بنسبة تفوق بمقدار ثلاث إلى خمس مرات نسبة التراجع العام لمساحات الغابات العالمية، ويقترن هذا التراجع بحدوث أضرار كبرى من النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وتشير التقديرات الحالية إلى أن المساحات التي تغطيها غابات أشجار المانغروف قد انحسرت بنسبة النصف خلال الـ40 عاماً الماضية، حيث يعد الوعي العالمي ضروري للحفاظ على النظام الإيكولوجي لأشجار المانغروف، لذلك حددت الأمم المتحدة يوم 26 تموز من كل عام يوماً عالمياً لصون النظام الإيكولوجي لغابات المانغروف (UNESCO, 2023).

توجد بالمقابل تجارب مختلفة حول العالم لصيانة وادخال أشجار المانغروف، نذكر منها:

2.4.1. الباكستان:

يقع نحو ثلاثة أرباع الساحل الباكستاني الذي يبلغ طوله 1050 كم في إقليم بلوشستان، حيث توجد أشجار المانغروف المتبقية في بقع متفرقة. أما باقي الساحل فيقع في إقليم السند، حيث يعيش أكثر من 90% من أشجار المانغروف في البلاد. وهناك، تمتد دلتا السند على مساحة تزيد على 600 ألف هكتار، وهي أرض رطبة في منطقة المد والجزر تضم سابع أكبر غابات المانغروف في العالم، والتي تدعم سبل عيش ما لا يقل عن 100 ألف شخص في مصايد الأسماك.

ومع ذلك، اضطر العديد من الناس في منطقة الدلتا التي كانت مزدهرة ذات يوم إلى المغادرة في العقود الأخيرة، حيث أدى بناء السدود وتحويلات نهر السند، بالإضافة إلى ارتفاع مستوى سطح البحر، إلى زحف البحر، وندرة المياه العذبة، وتحول الأراضي الزراعية إلى ملوحة. إن تعرض باكستان المثير للقلق لتغير المناخ أمر موثق بشكل جيد. حيث تسببت الفيضانات الضخمة المدمرة في عام 2022 - والتي زادت شدة تغير المناخ بنسبة 75% في مقتل ما لا يقل عن 1700 شخص، وتشريد 8 ملايين، وألحقت خسائر بقيمة 30 مليار دولار (Khan, 2024).

لمواجهة هذه الكوارث وغيرها من الكوارث البيئية، نفذت الحكومات الوطنية والإقليمية مشاريع ضخمة لزراعة الأشجار لتعزيز الغطاء الحرجي الأرضي منذ عام 2008. ومن بين هذه المشاريع على المستوى الوطني، تسونامي العشرة مليارات شجرة الجاري، والذي بدأ في عام 2018، ليشمل استعادة أشجار المانغروف، وأنشأت إدارة الغابات التابعة لها جناحاً للحفاظ على أشجار المانغروف في عام 1990.

وفي واحدة من المبادرات الأكثر توجهاً نحو السوق، دخلت إدارة غابات السند في عام 2015 في شراكة مدتها 60 عاماً بين القطاعين العام والخاص لاستعادة وحماية 225 ألف هكتار من أشجار المانغروف. وتحسين سبل عيش ورفاهية 42 ألف شخص من السكان المحليين. وقد زرع المشروع ما يقرب من 74

ألف هكتار من أشجار المانغروف بحلول نهاية عام 2021، وحقق أول مزادين لائتمان الكربون إيرادات بقيمة 40 مليون دولار (شكل 8) (Khan, 2024).



شكل (8): جهود استعادة غابات المانغروف في باكستان من خلال تنمية البادرات لاستزراعها في الأوساط البحرية

وفي السنوات الأخيرة، وعندما بدأت آثار تغير المناخ في تدمير سواحل باكستان، تم دعم مشاريع الترميم هذه من خلال سياسات أكثر شمولاً تهدف إلى حماية النظم البيئية وتعزيز القدرة على التكيف مع تغيرات المناخ. وتشمل هذه الخطة الوطنية للتكيف، التي صدرت عام 2022، ومبادرة المناطق المحمية ومبادرة استعادة النظام البيئي، فضلاً عن مشروع السند الحي، الذي تم إطلاقه في عام 2022 لجعل حوض السند قادراً على الصمود في مواجهة المناخ من خلال التركيز على استعادة الأراضي الرطبة. وكانت الحكومة أيضاً سباقة في حماية أشجار المانغروف، مثل إعلان منطقة دلتا السند منطقة محمية في عام 2010 (Khan, 2024).

2.4.2. سلطنة عمان:

تشير الأدلة التاريخية والأثرية إلى أن غابات المانغروف الكثيفة كانت تغطي جزءاً كبيراً من ساحل عمان وجزرها في العصور القديمة. يعتبر النوع *Avicennia marina* أحد أهم السمات البيئية التي تميز البيئة البحرية في سلطنة عمان. ويتوزع هذا النوع في عدة مناطق ساحلية تمتد من محافظة الباطنة شمالاً مروراً بمحافظة مسقط والمحافظة الشرقية وجزيرة محوت ومحافظة ظفار جنوباً، حيث بلغ إجمالي المساحة المغطاة بأشجار القرم في السلطنة حوالي 800 هكتار. تعمل الحكومة منذ عام 2000 مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA) لزراعة الشتلات في سبع من محافظات البلاد البالغ عددها 11 محافظة.

سعت هيئة البيئة إلى تنفيذ خطة طويلة المدى لإعادة تأهيل أشجار المانغروف والحفاظ عليها في مختلف محافظات السلطنة من خلال زراعة الأشجار وإعادة تأهيل البحيرات الصناعية. تمت زراعة غابات جديدة

وزادت المساحة المغطاة. تمت زراعة 754 ألف شتلة بنهاية شهر تموز 2022، ممثلة بـ 32 موقعاً على طول سواحل السلطنة (شكل 9).



شكل (9): مشاتل أشجار المانغروف في عمان يبين عمليات تنمية البادرات قبل نقلها إلى موقع الزراعة

بدأت مؤخراً الجهود الرامية إلى استعادة موطن أشجار المانغروف الطبيعي تؤتي ثمارها، حيث باتت توفر أعلاف الإبل، وأخشاب المانغروف، والهواء النظيف، ومناطق صيد أكثر إنتاجية، ومقاومة الملوحة، والحماية من عواصف المد والجزر (UNEP, 2018).

تعد محمية المانغروف بالقرب من العاصمة مسقط "رئة مسقط" مؤثلاً لحضانة لصغار العديد من أنواع الأسماك الإقتصادية، مثل أسماك البوري، والسلماني، والنعاب، والنهاش، والكرانيدس، والدنيس. تم إعلان هذه المحمية كأحد مواقع رامسار للأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية في عام 2013، ويتم الترويج لها كوجهة للسياحة البيئية (UNEP, 2018).

2.4.3. العراق:

بدأ برنامج الأغذية العالمي التابع للأمم المتحدة في أيار 2023 بالشراكة مع الحكومة المحلية في البصرة، ووزارة البيئة العراقية، ومركز علوم البحار بجامعة البصرة، بإنشاء مشتل لأشجار المانغروف الرمادي في منطقة المسطحات المدية بقدرة إنتاجية تصل إلى مليون شجرة مانغروف سنوياً. تهدف المبادرة إلى الحفاظ على النظام البيئي لأشجار المانغروف الذي يعزز التنوع البيولوجي في المنطقة، ويعزل الكربون، ويخفف من آثار التغيرات المناخية مع تخفيف حدة الفقر أيضاً من خلال إنشاء مصادر دخل مستدامة للمجتمعات الساحلية ومجتمعات الصيادين.

وقد حدد برنامج الأغذية العالمي وشركاؤه هدفاً أولياً يتمثل في زراعة مليون غرسة من أشجار المانغروف في كل دورة إنتاج. ويتمشى هذا بشكل وثيق مع التزام حكومة العراق بزراعة خمسة ملايين شجرة استجابة لأزمة المناخ. يوفر ترميم أشجار المانغروف حلاً فعالاً وميسور التكلفة قائماً على الطبيعة لمكافحة أزمة المناخ، مما يوفر عائداً قدره 4 دولارات أمريكية لكل دولار أمريكي مستثمر (Khoury, 2023).

وفي حزيران 2023 قام برنامج الأغذية العالمي في العراق بزراعة 200 شجرة مانغروف (شكل 10) وذلك احتفالاً باليوم العالمي للحفاظ على النظم البيئية لأشجار المانغروف، والفائدة المهمة لهذا النوع من الأشجار التي يمكن أن تعود على البيئة المحلية في خور الزبير في البصرة (WFP, 2023).



شكل (10): اكثار أشجار المانغروف في العراق وبيبين عمليات تحضير البادرات لنقلها إلى الأرض الدائمة

2.5. واقع الساحل السوري وحالات التدهور الحاصلة والحاجة لغابات المانغروف:

يقيس الشريط الساحلي 183 كيلومتراً (90 كيلومتر في طرطوس و93 في اللاذقية)، ويزداد ليصل 202.3 كم عند الأخذ بالحسبان التعرجات بين خط الأساس واليابسة (إبراهيم، 2011). يشكل الشريط الساحلي ما نسبته 1 كم من الواجهة البحرية لكل 1000 كم² من مساحة البلاد، كما أن حصة المواطن السوري من ساحل البحر 1.15 سم فقط، وهي أقل بعشرة أمثال وسطي بلدان المتوسط (11 اسم للفرد). هذا ينتج عنه تضاعف الأهمية الوطنية للواجهة البحرية من حيث كونها ملاذ للسياحة الساحلية ومهد حرفة الملاحة البحرية والصيد والمهن المرتبطة بهما، والمحور الرئيسي للتجارة الخارجية النفطية والسلعية ومنفذاً لتجارة الدول العربية المجاورة غير المطلّة على المتوسط وغير ذلك. يزيد هذا من كثافة الضغوطات الناتجة عن النشاطات البشرية المختلفة سيما بوجود الأرض الخصبة التي تمثل زراعتها سلة الغذاء الرئيسة للبلاد، والهطول المطري الوفير، ووجود عوامل الاستقرار الأخرى للتمركز السكاني وما يعقب ذلك من نشاطات بشرية مرافقة سواء على البر أو في البحر.

يتميز خط الساحل في الجزء شمال اللاذقية بطبيعة صخرية، ليأخذ طابع رملي في منطقتي البدرسية والبسيط ثم تعود لتسيطر المناطق الصخرية التي يتخللها مناطق رملية. يتغير قاع البحر المقابل للشط ليأخذ الطابع الرملي على بعد أمتار قليلة من خط الماء. يبلغ انحدار قاع البحر حوالي 5% في الامتداد

الواقع بين رأس الفاسوري ورأس ابن هاني. وهذه أيضاً هي المنطقة الوحيدة ذات المياه العميقة التي توفر المأوى من الرياح الجنوبية الغربية السائدة ويتخللها جيوب رملية كثيرة (إبراهيم، 2024).

يعود الشاطئ ليأخذ طابع رملي صرف مع كثبان رملية جنوب اللاذقية من منطقة مصب النهر الكبير الشمالي حتى ساقية البستان قبل مصب نهر الروس، ويكون قاع البحر في هذه المنطقة ضحل وقليل الميلان للغاية، ويبلغ انحداره %0.5 ليشكل رصيف قاري متسع نسبياً. وحول مدينة جبلة يأخذ الشط طبيعة رملية مختلطة مع الحصى الخشن، ويتحول إلى رمال مباشرة تحت خط الماء ويكون قاع البحر مسطح نسبياً، ويبلغ انحداره حوالي 1% (إبراهيم، 2024).

تستمر طبيعة ساحل جبلة المذكورة اعلاه جنوباً حتى مدينة بانياس، حيث يوجد امتداد قصير من الساحل الصخري ليتحول إلى شاطئ رملي على بعد أمتار قليلة تحت سطح البحر، مشكلاً قاع بحر مسطح (بانحدار 1-2%) لمسافة حوالي 1 كم من الساحل، ثم ينحدر قاع البحر بشكل حاد ليبلغ 10%.

الشط في مدينة بانياس عبارة عن نتوءات صخرية، ويصبح رملياً إلى حصى ناعم بشكل رئيسي، وقاع البحر رملي ومسطح (منحدر 0.5-1%). عند الاقتراب من طرطوس وجزيرة أرواد وحتى الحدود مع لبنان، يصبح الشاطئ رملياً بالغالب ويصبح قاع البحر بالقرب من الساحل أكثر استواءً تدريجياً ليأخذ الرصيف القاري أقصى اتساع له (حوالي 16 كم) مقارنة بالمناطق الأخرى من الشاطئ السوري (إبراهيم، 2024).

يضم خط الساحل 12 رأساً بحرياً تمتد داخل البحر لتحصر بينها جوانات Bays (التوغلات التي يقل امتدادها في اليابسة عن عرض فتحتها البحرية) وليس خلجان Gulfs (التوغلات التي يزيد امتدادها في اليابسة عن عرض فتحتها البحرية) حيث تبين غياب الخلجان بشكل كلي مقابل وجود عدد من الجوانات التي تكثر في ساحل محافظة اللاذقية من الساحل السوري، والتي يقل عددها كثيراً نحو الجنوب لتتعدم كلية في قطاع محافظة طرطوس. بعض الجوانات تحصر ضمن انحناءاتها جوانات أصغر تكون محمية أكثر من الأنواع البحرية القوية، وبالتالي فهي تشكل بيئة مناسبة لإقامة مشاريع استثمارية في مجال تربية الأحياء البحرية في الأقفاس العائمة. لقد تم الكشف عن 18 من هذه المواقع بامتداد إجمالي يصل إلى 37.7 كم (إبراهيم، 2024).

تضم الواجهة البحرية منطقتين مهمتين من المساحات الرملية الواسعة، حيث تقع الأولى بين مصبي نهري الكبير الشمالي وساقية البستان جنوب مدينة اللاذقية وهي بطول 13 كم وعرض عدة مئات من الأمتار وترتفع 10-15 م فوق مستوى سطح البحر، ويمكن اعتبار هذه المنطقة على أنها الأكثر تميزاً على طول الساحل السوري. وتقع المنطقة الثانية في منطقة الحميدية جنوب مدينة طرطوس وهي بطول 12 كم وترتفع 4-10 م فوق مستوى سطح البحر.

تعاني السواحل السورية من تأثير تغيرات عوامل المناخ، وخاصة ارتفاع سوية سطح البحر والتغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المرافقة. وتختلف الموائل البحرية والساحلية بحساسيتها تجاه العوامل الجوية الجديدة الناتجة عن تغيرات المناخ وذلك حسب معايير مختلفة منها طبيعة الموئل البيولوجية والطبوغرافية. ذلك ينعكس بشكل كبير على مقدرة الموئل على تأمين الوسط الملائم للكائن الحي. من أخطر تلك التأثيرات هي ظاهرة تجزؤ الموطن البيئية Habitat fragmentation التي تحصل نتيجة التخريب الفيزيائي لأجزاء من المكان مما يتسبب في تفتيت المكان الأصلي إلى عدة أماكن صغيرة ما يقود إلى ضيق المكان الملائم لنمو الكائن الحي وبالتالي الانقراض من المنطقة Local extinction. قد تظهر حالة تجزؤ الموائل في صورة إزالة الغطاء النباتي من مكان ما مسبباً تقسيم المساحة الأصلية إلى مكانين منفصلين بيئياً، أو حالة انجراف الرمال من مكان ما من شاطئ رملي، وغير ذلك. ذلك يعمل على تقييد حركة الأحياء المتحركة وبالأخص تلك الزاحفة منها (إبراهيم، 2011).

2.5.1. المناطق الساحلية المخربة والمهددة وإجراءات إعادة التأهيل:

يشمل ذلك المناطق المنخفضة المهدة بالغمر Inundation نتيجة ارتفاع سطح البحر، والأماكن المخربة نتيجة الحت البحري Erosion، وتهديد مجاري الانهار الساحلية ومصباتها، ومناطق الافراط الغذائي Eutrophication والحمولات العضوية الزائدة، ومواقع التخريب نتيجة استجرار الرمال البحرية والحصى، والموائل الشاطئية والبحرية المجزأة، وتملح المياه الجوفية الساحلية، وهي كالتالي:

a. تهديد الأماكن المنخفضة والمهددة بالغمر لدى ارتفاع سوية سطح البحر:

إنّ الارتفاع المتوقع بسوية سطح البحر سوف يؤدي لغمر مساحات من الشريط الساحلي ولربما اختفاء الشطآن التقليدية الحالية وما يعقبه من تهديد مباشر للتنوع البيولوجي البحري والشاطئي بسوياته المختلفة (تنوع الأنواع وتنوع النظم الايكولوجية وتنوع المورثات). تبين وجود حوالي 45.7 كم من الشاطئ معرضة للغمر، بالإضافة إلى مجموعة الجزر الصغيرة الموجودة على امتداد الساحل السوري (إبراهيم، 2024). معظم الجزر الصغيرة مهددة بالغمر نتيجة للزيادة المتوقعة بمنسوب سطح مياه البحر المتوسط. هذه الجزر لها أهمية كبيرة في النظام الايكولوجي البحري، فهي غنية بالتنوع البيولوجي وتعد، إلى جانب المناطق المد-جزرية Intertidal zones الشاطئية، ملاذ للطيور المحلية ومحط ترحال للطيور البحرية المهاجرة، بالإضافة إلى كونها ملاذاً لفقمة البحر المتوسط الناسكة، وهي بحد ذاتها تخفف من تأثير قوة الأمواج على اعتبار أن أغلبها يقع في منطقة تكسر الأمواج البحرية Surf Zone وتقلل من الحت الشاطئي Coastal erosion.

2.5.2. الواقع المناخي في الساحل السوري:

يشير تقييم درجات الحرارة التي تم قياسها تحت سطح الماء مباشرة إلى أنها تتراوح بين 14-16 °م خلال أشهر الشتاء، و26-29 °م خلال أشهر الصيف. وتتمتع المياه البحرية السورية بمواصفات مياه الحوض الشرقي للبحر الأبيض المتوسط، حيث ترتفع الملوحة بشكل تدريجي بسبب البخر النشط كنتيجة للتغيرات المناخية والزيادة العالمية في درجات حرارة الهواء والبحر وإلى التناقص المستمر في غزارة المياه العذبة الواردة إلى البحر بسبب بناء السدود على الأنهار الساحلية والذي خلَّ بالتوازن بين التبخر وتدفق المياه العذبة. تم تسجيل ملوحة مياه البحر ما بين 37 و 40 غ/ل (إبراهيم، 2024).

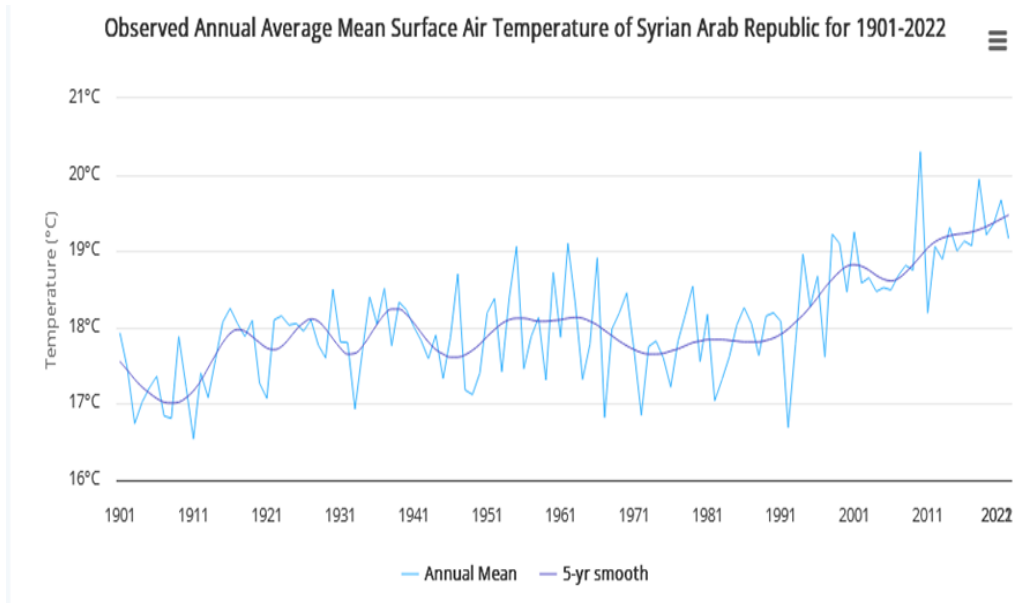
يبين الجدول (3) متوسطات درجة الحرارة والملوحة للمياه البحرية السطحية المسجلة خلال أشهر السنة، مع الإشارة إلى أن أشجار المانغروف تتحمل ملوحة تصل حتى 90 غ/ل وتظهر أفضل نمو في ملوحة تتراوح بين 5 و 75 غ/ل كما ورد سابقاً، وبالتالي تعد حرارة وملوحة المياه السطحية في السواحل السورية ملائمة لنمو أشجار المانغروف.

جدول (3): متوسطات درجة الحرارة (°م) والملوحة (غ/ل) للمياه البحرية السطحية

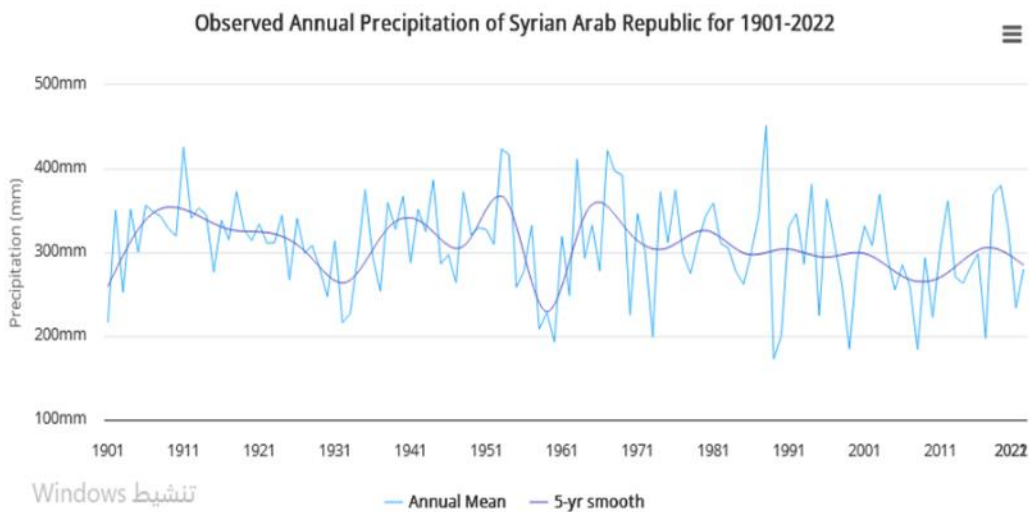
خلال بعض السنوات في الساحل السوري

الأشهر	ساحل محافظة اللاذقية (غانم، 2005)		ساحل محافظة طرطوس (الشيخ أحمد، 2011)		ساحل محافظة اللاذقية (منوج، 2012)		ساحل محافظة اللاذقية (البحري، 2019)	
	الحرارة	الملوحة	الحرارة	الملوحة	الحرارة	الملوحة	الحرارة	الملوحة
كانون الثاني	17.59	37.34	15.7	36.7	19.6	37.62	17	38
شباط	16.97	37.55	16.2	36.3	18.76	37.65	16	37.8
آذار	17.31	37.82	18.5	37	20.89	37.95	22	37.7
نيسان	18.15	38.06	19.4	37.3	22.56	38.26	25	37.9
أيار	20.61	38.16	21	37.8	22.77	38.67	23	38.3
حزيران	22.37	38.38	23.8	37.9	27.16	39.17	24	39
تموز	24.57	38.41	25	38.2	29.75	39.41	31	39.3
آب	26.05	38.65	27	38.6	30.09	39.57	30	40
أيلول	28.61	39.2	26.4	38.8	29.25	38.97	28	39.6
تشرين الأول	25.2	39.15	25.2	39	26.17	38.61	23	38.3
تشرين الثاني	21.95	38.65	22	37.5	24.87	38.44	19	38.5
كانون الأول	18.45	38.12	18.6	37	20.33	37.91	18	39

كما يبين الشكلين التاليين (11 و 12) الارتفاع الواضح بدرجات الحرارة والانخفاض المقابل بمعدلات الهطول المطري خلال الفترة 1901-2022. على شكل قيم سنوية فردية (الخط الأزرق المتعرج) وقيم مدمجة لكل 5 سنوات متتالية (الخط البنفسجي الأكثر استقامة) (World Bank, 2024).



شكل (11): المتوسط السنوي المسجل لدرجة حرارة الهواء السطحي في سورية للفترة 1901-2022 (World Bank, 2024)



شكل (12): الهطول المطري السنوي المسجل في سورية للفترة 1901-2022 (World Bank, 2024)

التيارات المائية البحرية:

إن التيارات المائية البحرية على الساحل منخفضة السرعة عموماً (13-17 سم/ثا)، تتساب من الجنوب نحو الشمال (عكس اتجاه عقارب الساعة)، وتشكل دوامات في المنطقة الواقعة بين اللاذقية وقبرص خلال بعض أشهر السنة. وبسبب التيارات المتدفقة بالقرب من الساحل، قد تصبح التيارات السطحية قوية (تزيد عن 1 م/ثا) عندما تثيرها الرياح القوية؛ عادة يحصل ذلك خلال الفترة من تشرين الثاني حتى آذار (إبراهيم، 2024).

الأمواج والمد والجزر:

تشير الملاحظات العيانية إلى وجود أمواج يصل ارتفاعها نحو 7م، لكن ارتفاع معظم الأمواج هو أقل من 4م. قد يصل أقصى ارتفاع للموجة 5 - 8م، وتتكرر الرياح القوية التي تعطي أمواج تفوق 4-5 أمتار في أوقات قليلة فقط، أي 1 - 4 مرات في السنة. على الرغم من أن الرياح الغربية تعطي أعلى الأمواج، إلا أن مدتها قلماً تتجاوز يومين. الرياح الأكثر شيوعاً التي تسبب العواصف هي الرياح الجنوبية الغربية، وعادة ما تستمر هذه الرياح عدة أيام وتسبب مخاطر وإزعاجاً للملاحة البحرية. من ناحية أخرى، يمكن أن تكون الرياح الشمالية الشرقية والشمالية قوية جداً ولكنها نسبياً لا تؤدي إلى ارتفاع الأمواج في المناطق القريبة من الساحل. ويمكن أن تصل أقصى ارتفاعات للأمواج الكبيرة على طول الساحل السوري إلى 7م (رياح جنوبية غربية) و 6م (رياح غربية) و 4.5م (رياح شمالية غربية). لا تتوفر قياسات مباشرة لارتفاعات المد والجزر، لكن يوجد معطيات حسابية من مواقع الكترونية متعددة، تفيد بأن مستوى المد والجزر منخفض بشكل عام (~40-70 سم على الأكثر). هذا الانخفاض في مستوى المد والجزر، مع بطء التيارات المائية في الساحل السوري، يقلل من بعثرة الطمي ويزيد من تأثير التلوث على الحياة البحرية، خاصة خلال فصل الصيف (إبراهيم، 2024).

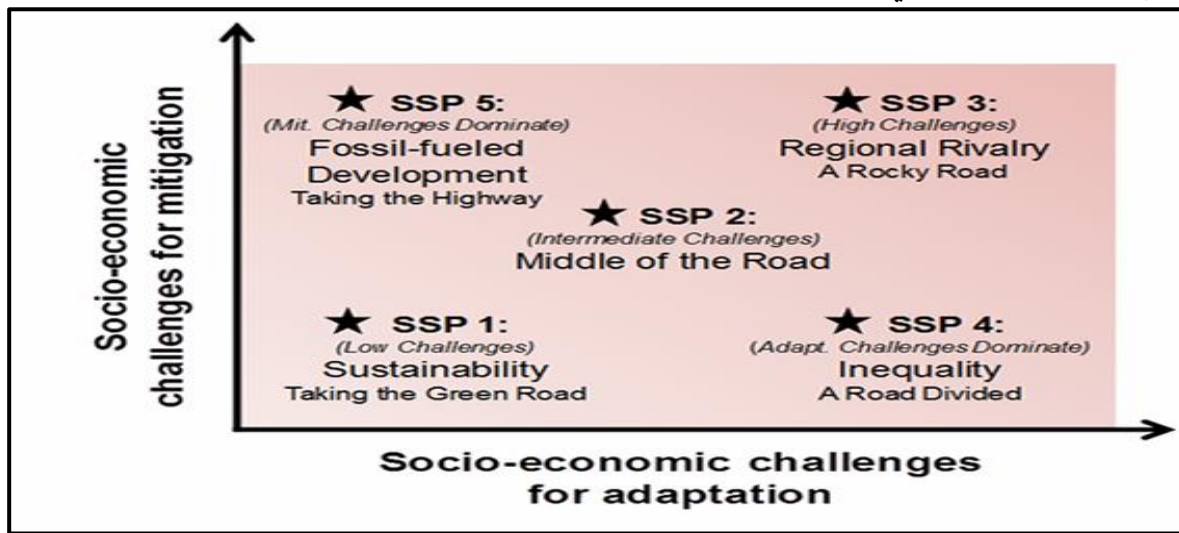
2.6. التوقعات المستقبلية لتغيرات المناخ في الساحل السوري:

تشكل درجات الحرارة الجوية التحدي الأكبر لتوطين أشجار المانغروف في الشواطئ السورية، في حين تتوافق درجة حرارة وملوحة المياه السطحية ودرجة حموضة التربة مع متطلبات هذه الأشجار، كما أن التيارات المائية البحرية منخفضة السرعة على الساحل والمستوى المنخفض للمد والجزر التي تقلل من بعثرة الطمي تعتبر بيئة مناسبة لنمو أشجار المانغروف.

قام فريق دولي من علماء المناخ والاقتصاديين ومصممي نماذج أنظمة الطاقة على مدى السنوات الماضية ببناء مجموعة من "المسارات" الجديدة التي تدرس كيف يمكن أن يتغير المجتمع العالمي والتركيب السكانية والاقتصاد خلال القرن المقبل: تُعرف مجتمعة باسم "المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة" (SSPs).

تُستخدم هذه العناصر الآن كمدخلات مهمة لأحدث النماذج المناخية، وتدعم تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC). ويتم استخدامها أيضاً لاستكشاف كيف ستؤثر الخيارات المجتمعية على انبعاثات الغازات الدفيئة، وبالتالي، كيف يمكن تحقيق الأهداف المناخية لاتفاق باريس 2015.

تقدم نقاط الدعم المشتركة الجديدة خمسة مسارات من الممكن للعالم أن يسلكها. ومقارنة بالسيناريوهات السابقة، فإن هذه السيناريوهات تقدم رؤية أوسع لعالم "العمل كالمعتاد" من دون سياسة مناخية مستقبلية، مع ارتفاع درجات الحرارة العالمية في عام 2100 من 3.1 - 5.1 °م فوق مستويات ما قبل الصناعة. تم تصميم هذه المسارات لتعكس العوامل التي تختلف فيها تحديات التخفيف والتكيف من منخفضة إلى مرتفعة للغاية. وفي حين أن سيناريوهات SSP الأساسية تفترض غياب سياسة المناخ، أراد الباحثون أيضاً النظر في كيفية تأثير الظروف الاجتماعية والاقتصادية الأساسية على تنفيذ سياسة المناخ. يوضح الشكل (13) توزع المسارات الخمسة تبعاً لتحديات التخفيف والتكيف مع التغير المناخي، حيث تتوزع المسارات وفق التالي:



شكل (13): توزع المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة للتغير المناخي SSPs

المسار الأول SSP1 - الاستدامة - السير على الطريق الأخضر: تحديات منخفضة في التخفيف والتكيف مع التغير المناخي
 المسار الثاني SSP2 - منتصف الطريق: تحديات متوسطة في التخفيف والتكيف مع التغير المناخي
 المسار الثالث SSP3 - التنافس الإقليمي - طريق وعر: تحديات مرتفعة في التخفيف والتكيف مع التغير المناخي
 المسار الرابع SSP4 - عدم المساواة - طريق منقسم: تحديات منخفضة في التخفيف ومرتفعة في التكيف مع التغير المناخي
 المسار الخامس SSP5 - التنمية المعتمدة على الوقود الأحفوري - السير على الطريق السريع: تحديات مرتفعة في التخفيف ومنخفضة في التكيف مع التغير المناخي

المصدر: International Committee on New Integrated Climate Change Assessment Scenarios - ICONICS

يمثل المسار SSP1 و SSP5 اتجاهات متقابلة نسبياً للتنمية البشرية، مع "استثمارات كبيرة في التعليم والصحة، والنمو الاقتصادي السريع، والمؤسسات التي تعمل بشكل جيد، وهي تختلف في أن المسار SSP5 يفترض أن يكون مدفوعاً باقتصاد كثيف الاستخدام للطاقة وقائم على الوقود الأحفوري، بينما في SSP1 هناك تحول متزايد نحو الممارسات المستدامة.

يعتبر SSP3 و SSP4 أكثر تشاؤماً بشأن التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستقبلية، مع القليل من الاستثمار في التعليم أو الصحة في البلدان الفقيرة إلى جانب النمو السكاني السريع وزيادة عدم المساواة. يمثل مسار SSP2 سيناريو "منتصف الطريق" حيث تستمر أنماط التنمية طوال القرن الحادي والعشرين، ويتبع العالم مساراً لا تتغير فيه الاتجاهات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية بشكل ملحوظ عن الأنماط التاريخية (Hausfather, 2018).

ووفقاً لتقرير التقييم السادس (AR6) الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) التابعة للأمم المتحدة عام 2021، فإن الارتفاع المحتمل في درجة الحرارة يقع في منتصف طيف السيناريو الذي يتراوح من 1.5 - 5 °م ، أي عند حوالي 3 °م في نهاية القرن. ومن المرجح أن يتم الوصول إلى 1.5 °م قبل عام 2040. يوضح الجدول (4) الاحترار المتوقع حتى عام 2100 وفق تقرير التقييم السادس ووفق كل سيناريو من المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة للتغير المناخي SSPs. تشمل تسمية السيناريوهات الفردية التي تم اعتمادها في التقرير (وهي خمس مسارات) على اسم المسار الأساسي متبوعاً برقمين يشيران إلى التأثير الإشعاعي الشمسي الإضافي الذي تم تحقيقه بحلول عام 2100 بوحدات أعشار الواط.

جدول (4): الاحترار المتوقع حتى عام 2100 وفق كل مسار من المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة للتغير

المناخ - المصدر: IPCC - AR6

المسار	السيناريو	الاحترار المتوقع °C		
		(2060-2041)	(2080-2061)	(2100-2081)
SSP 1 -1.9	انبعاثات غازات الدفيئة منخفضة للغاية: خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الصفر بحلول عام 2050	1.6	1.4	1.0-1.8
SSP2 - 2.6	انخفاض انبعاثات الغازات الدفيئة: خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الصفر بحلول عام 2075	1.7	1.8	1.3-2.4
SSP2- 4.5	انبعاثات الغازات الدفيئة المتوسطة: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حول المستويات الحالية حتى عام 2050، ثم تنخفض ولكن لن تصل إلى صافي الصفر بحلول عام 2100	2.0	2.7	2.1-3.5
SSP3-7.0	ارتفاع انبعاثات الغازات الدفيئة: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تتضاعف بحلول عام 2100	2.1	3.6	2.8-4.6
SSP5-8.5	انبعاثات غازات الدفيئة عالية جداً: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تتضاعف ثلاث مرات بحلول عام 2075	2.4	4.4	3.3-5.4

تم اعتماد السيناريوهات المذكورة في التقرير السادس ضمن بوابة المعرفة المتعلقة بتغير المناخ الخاصة بمجموعة البنك الدولي Climate Change Knowledge Portal of World Bank Group والتي تمثل مركزاً للمعلومات والبيانات والأدوات المتعلقة بالمناخ لمجموعة البنك الدولي، كما أن بيانات التوقعات المناخية المستخدمة في هذه البوابة هي بيانات نموذجية من مجموعات نماذج المناخ العالمية لمشاريع المقارنات النموذجية المزدوجة (CMIPs)، التي يشرف عليها البرنامج العالمي لأبحاث المناخ، والتي تشكل أساس البيانات لتقارير تقييم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، والبيانات الحالية هي CMIP6، المستمدة من المرحلة السادسة من CMIPs. وتوفر البوابة منصة إلكترونية يمكن من خلالها الوصول إلى البيانات الشاملة المتعلقة بتغير المناخ والتنمية وتحليلها. يتم حالياً تقديم تجميعات البيانات المناخية على المستويات الوطنية ودون الوطنية ومستجمعات المياه. يعتمد الدمج الناجح للمعلومات العلمية في عملية صنع القرار في كثير من الأحيان على استخدام أطر مرنة وبيانات مناسبة وأدوات إعلامية يمكنها توفير معلومات شاملة لمجموعة واسعة من المستخدمين، مما يسمح لهم بتطبيق المعلومات العلمية في تصميم أي مشروع أو أية سياسة.

تم في هذا البحث اعتماد بوابة المعرفة المتعلقة بتغير المناخ الخاصة بمجموعة البنك الدولي في اظهار التوقعات المناخية المستقبلية الخاصة بالجمهورية العربية السورية، كما تم تقسيم المدة الزمنية حتى عام 2100 إلى أربع مراحل كل منها 20 عاماً (World Bank, 2024).

تم عرض البيانات لكل من محافظتي اللاذقية وطرطوس بشكل مستقل، رغم أن الفوارق قد تكون للبعض غير ملحوظة، إلا أنها موجودة وتؤثر بشكل كبير على توطين أشجار المانغروف. كما تم اعتماد السيناريوهين الأخف والمتوسط في الاحترار المتوقع حتى عام 2100 وهما:

- الأول SSP1-1.9: انبعاثات غازات الدفيئة منخفضة للغاية الذي يتوقع خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الصفر بحلول عام 2050.
- الثاني SSP2- 4.5: انبعاثات الغازات الدفيئة المتوسطة الذي يتوقع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حول المستويات الحالية حتى عام 2050، ثم تتخفض ولكن لن تصل إلى صافي الصفر بحلول عام 2100.

يمثل السيناريو الأول أكثر السيناريوهات تفاؤلاً والأقل احتمالية في ارتفاع درجات الحرارة وذلك في حال تم البدء بالعمل الفوري على خفض انبعاثات غازات الدفيئة، ويمثل السيناريو الثاني الحالة المتوسطة من انبعاثات غازات الدفيئة في حال تم البدء بالعمل على ذلك خلال السنوات العشرين القادمة، في حين تتضمن السيناريوهات الأخرى انبعاثات أعلى من غازات الدفيئة وبالتالي ارتفاع درجة الحرارة بشكل أعلى، لذلك يمكن من خلال دراسة هذين السيناريوهين ضمان الحد الأدنى من ارتفاع درجة الحرارة الذي يتوافق مع المتطلبات الحرارية لأشجار المانغروف وبالتالي إمكانية توطينها في الساحل السوري.

السيناريو الأول SSP1 – 1.9

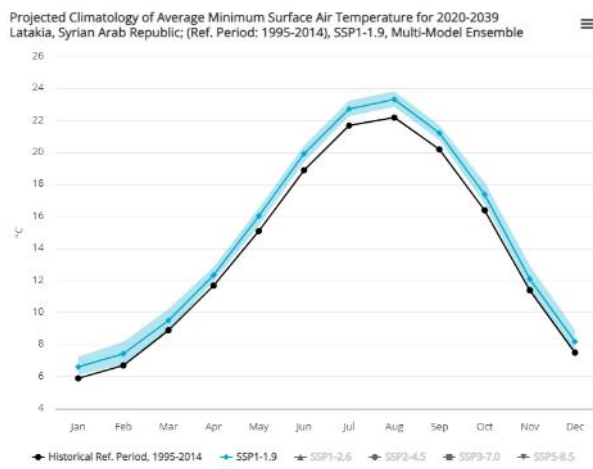
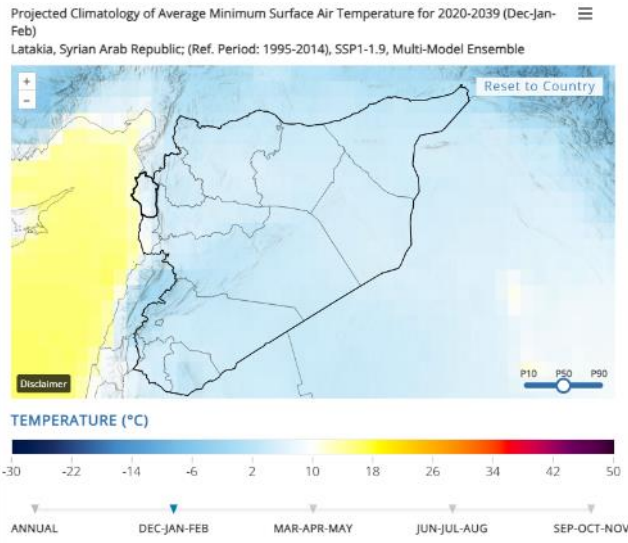
درجات الحرارة الدنيا:

تم اعتماد الأشهر الثلاثة الأكثر برودة في عرض الخرائط (كانون الأول – كانون الثاني – شباط)، أما الخطوط البيانية فتظهر كامل أشهر العام.

a. محافظة اللاذقية:

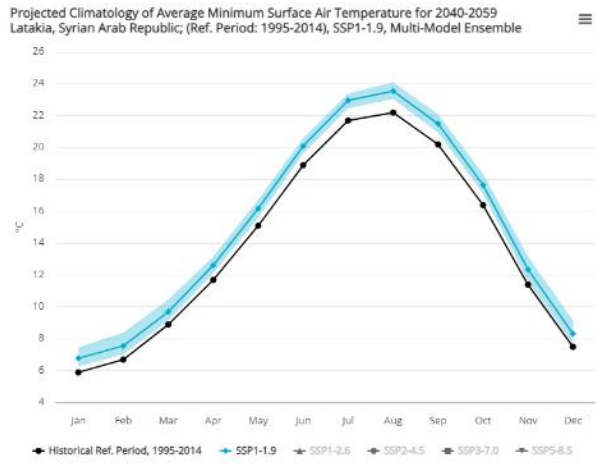
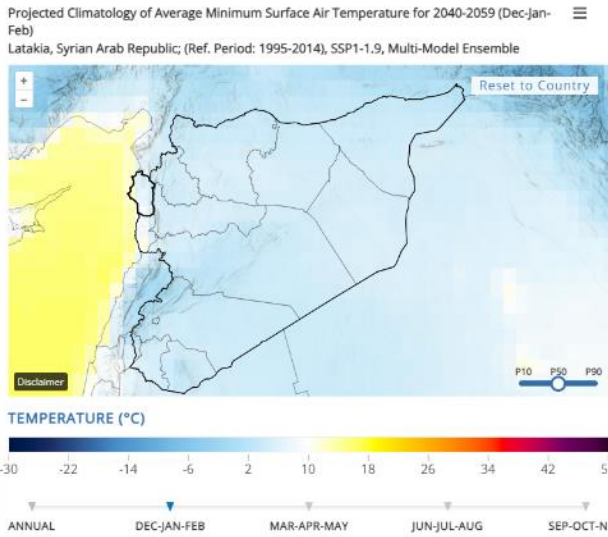
الفترة 2039-2020:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.1 و 7.24 °م، بمتوسط 6.61 °م.



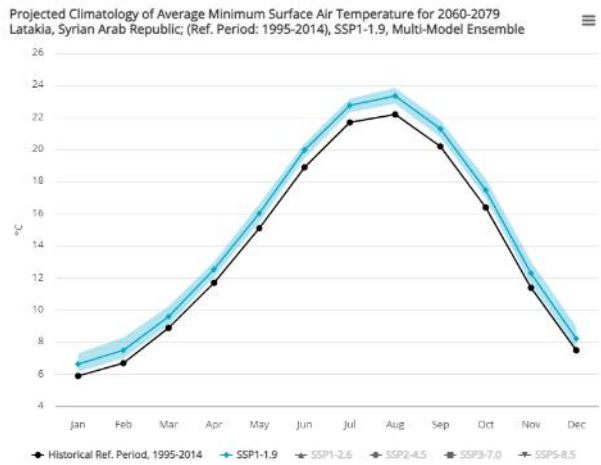
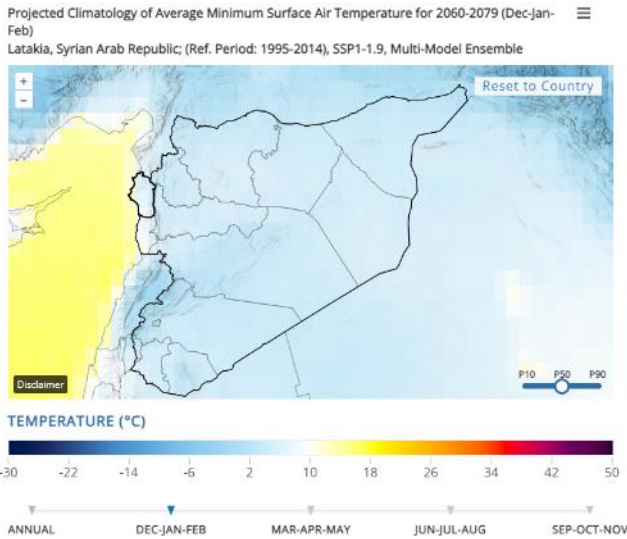
الفترة 2059-2040:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.27 و 7.47 °م، بمتوسط 6.78 °م.



الفترة 2079-2060:

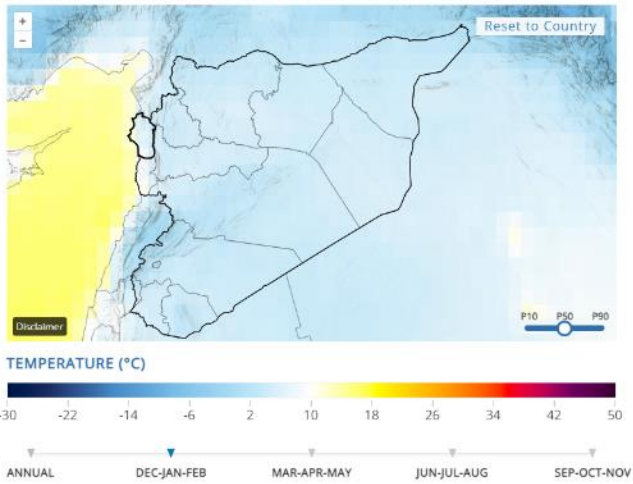
أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.17 و 7.31 م، بمتوسط 6.64 م.



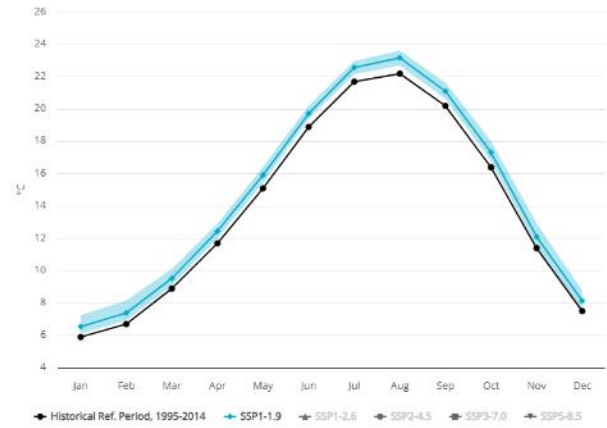
الفترة 2099-2080:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.11 و 7.25 م، بمتوسط 6.54 م.

Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2080-2099 (Dec-Jan-Feb)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2080-2099
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble

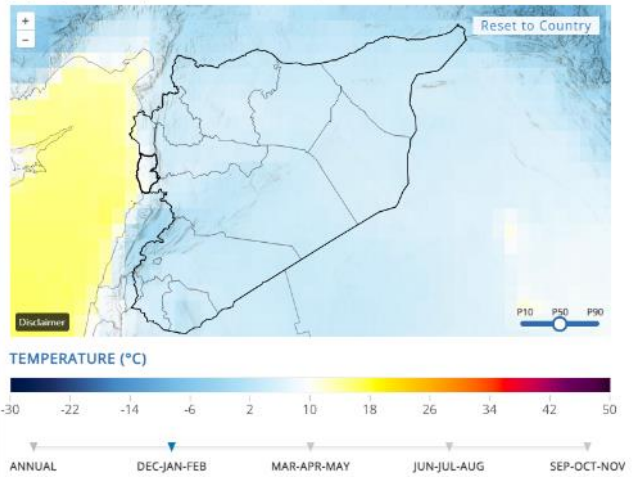


b . محافظة طرطوس:

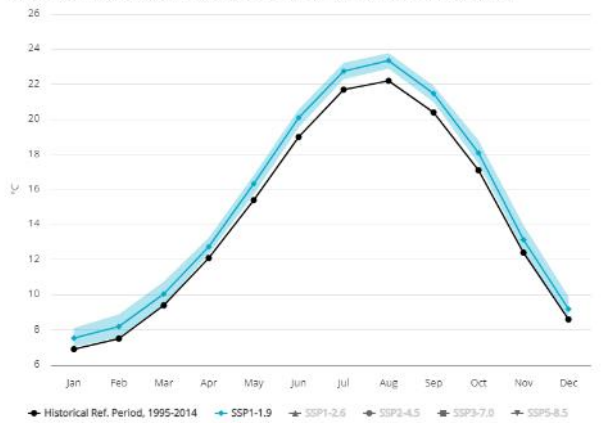
الفترة 2039-2020:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.04 و 8.11 °م، بمتوسط 7.53 °م.

Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2020-2039 (Dec-Jan-Feb)
Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2020-2039
Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble

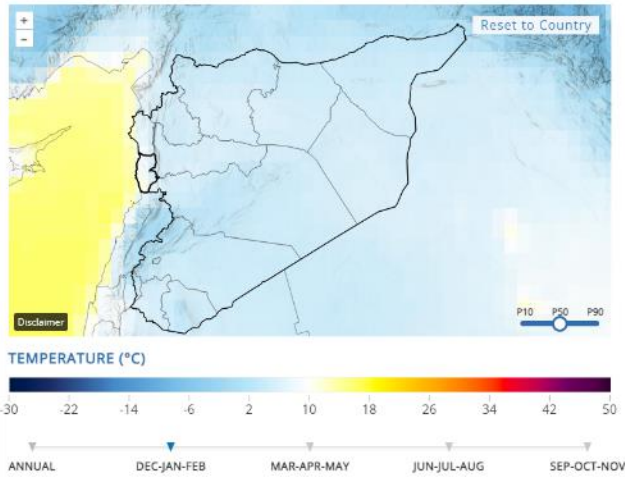


الفترة 2059-2040:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.22 و 8.33 °م، بمتوسط 7.7 °م.

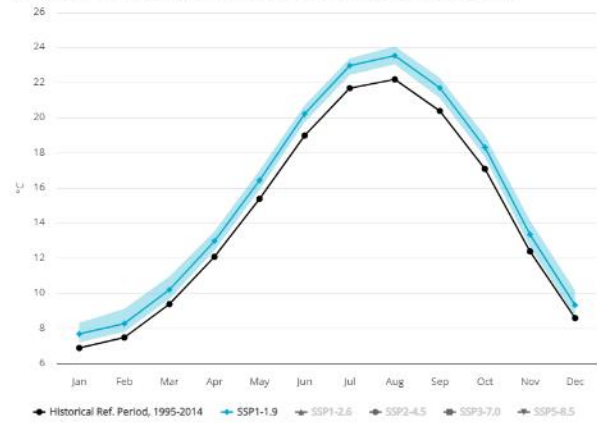
Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2040-2059 (Dec-Jan-Feb)

Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2040-2059

Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble

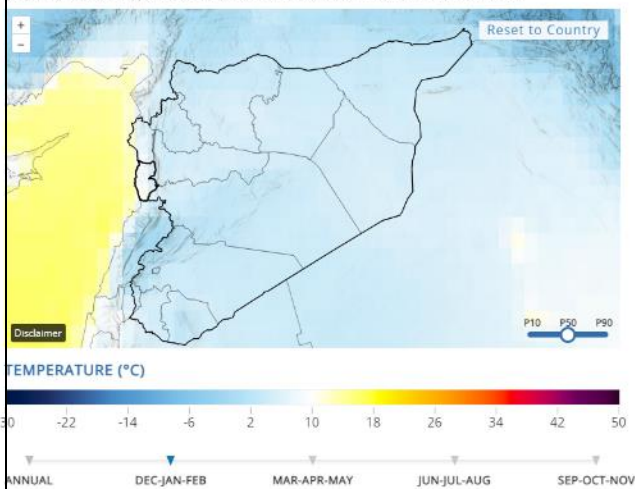


الفترة 2079-2060:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.11 و 8.2 °م، بمتوسط 7.56 °م.

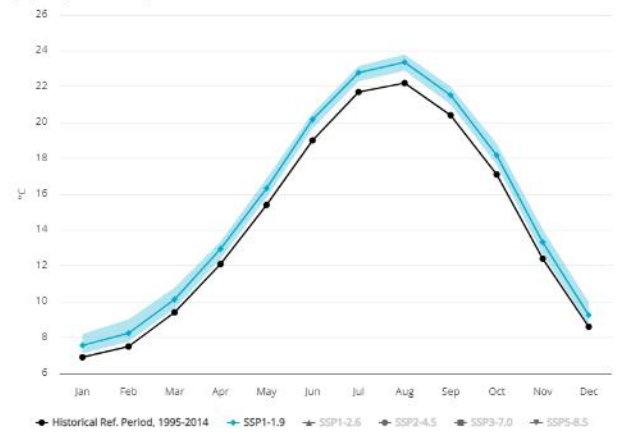
Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2060-2079 (Dec-Jan-Feb)

Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



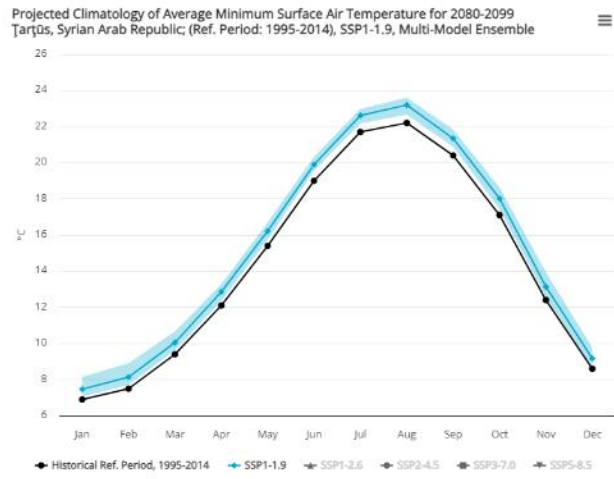
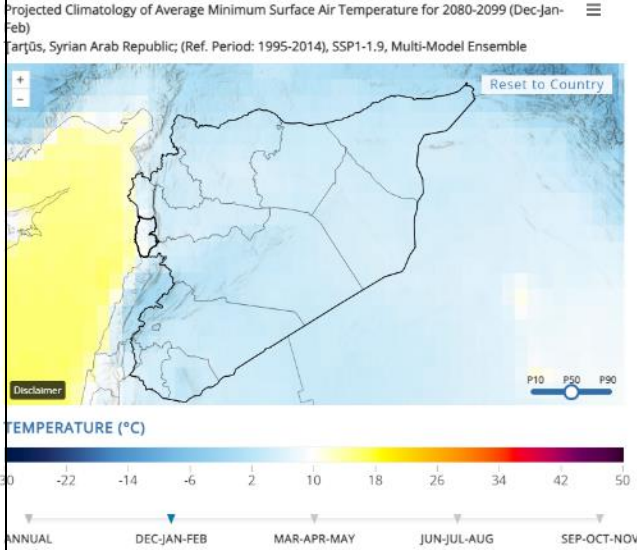
Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2060-2079

Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



الفترة 2099-2080:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.05 و 8.15 °م، بمتوسط 7.47 °م.



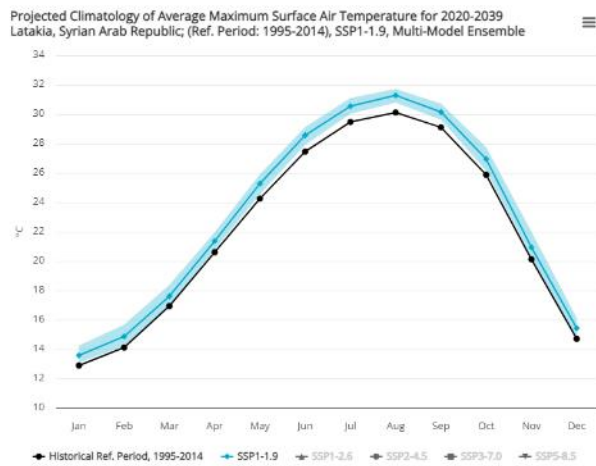
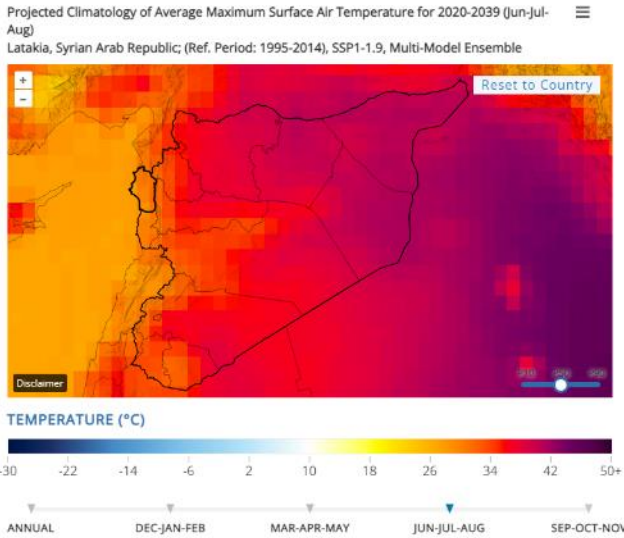
درجات الحرارة العليا:

تم اعتماد الأشهر الثلاثة الأكثر حرارة في عرض الخرائط (حزيران - تموز - آب)، أما الخطوط البيانية فتظهر كامل أشهر العام.

a. محافظة اللاذقية:

الفترة 2039-2020:

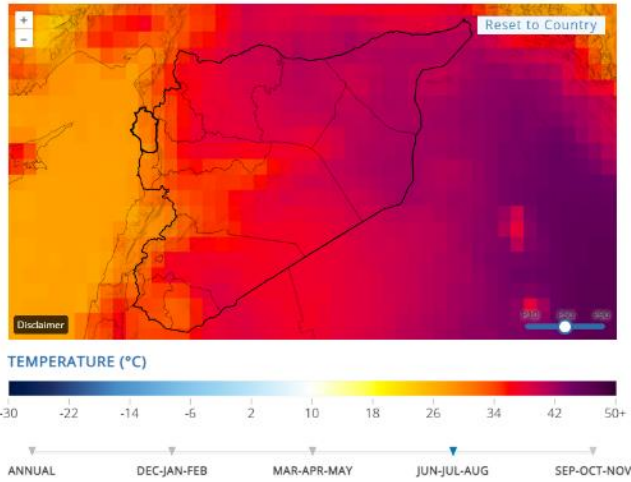
أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.78 و 31.71 °م، بمتوسط 31.28 °م.



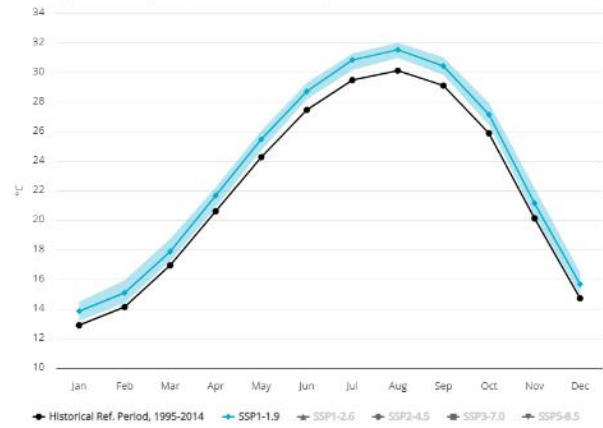
الفترة 2059-2040:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.79 و 32 °م، بمتوسط 31.52 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2040-2059 (Jun-Jul-Aug)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



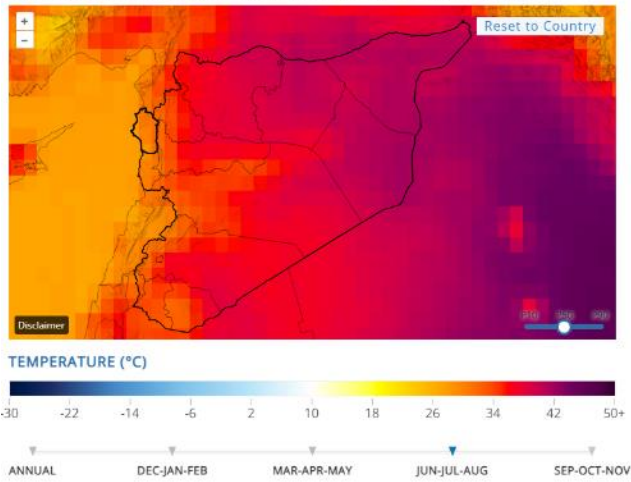
Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2040-2059
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



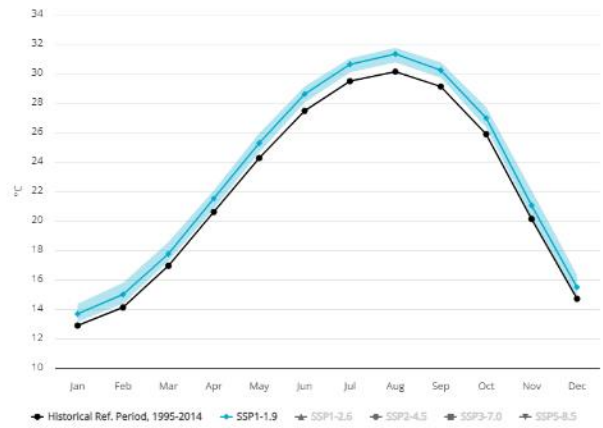
الفترة 2079-2060:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.75 و 31.73 °م، بمتوسط 31.31 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2060-2079 (Jun-Jul-Aug)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble

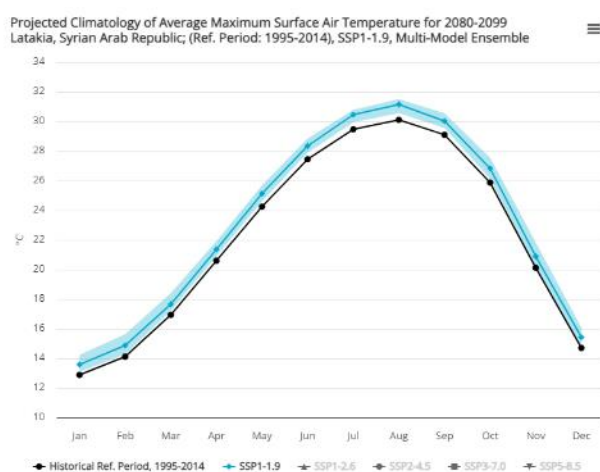
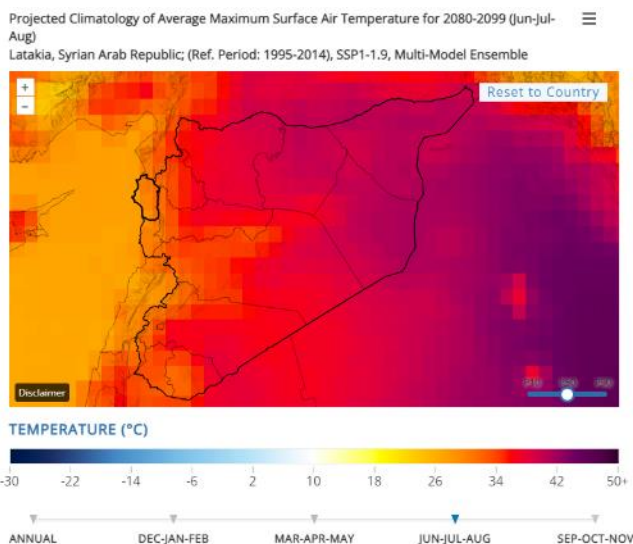


Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2060-2079
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



الفترة 2099-2080:

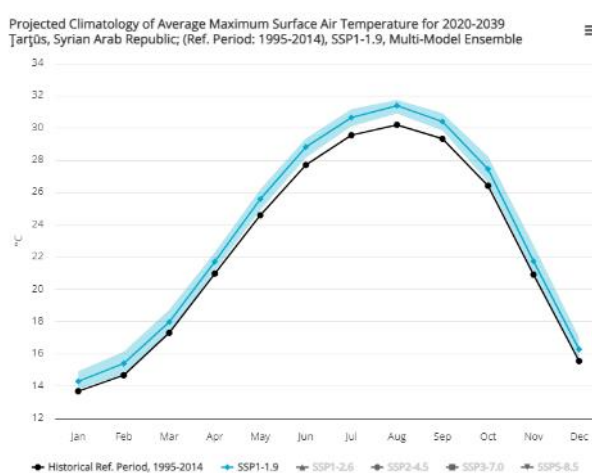
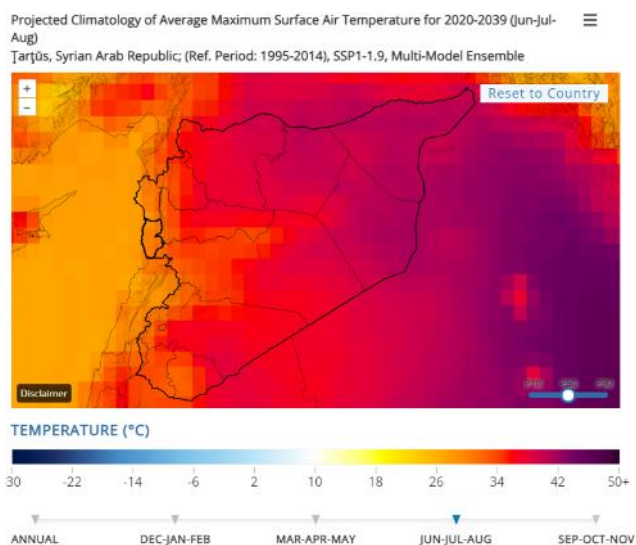
أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.57 و 31.52 °م، بمتوسط 31.15 °م.



b. محافظة طرطوس:

الفترة 2039-2020:

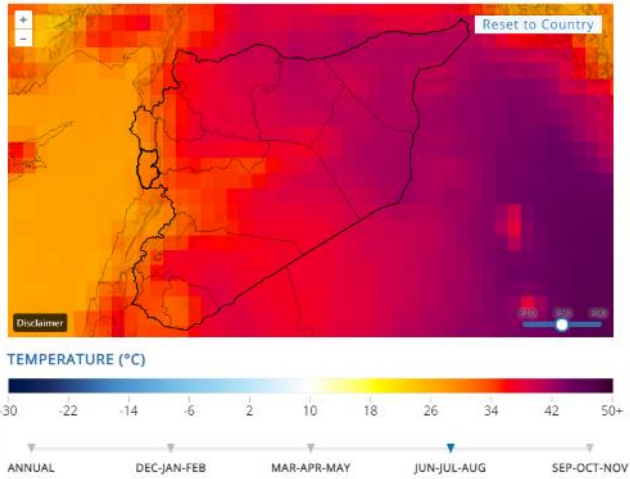
أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.90 و 31.75 °م، بمتوسط 31.39 °م.



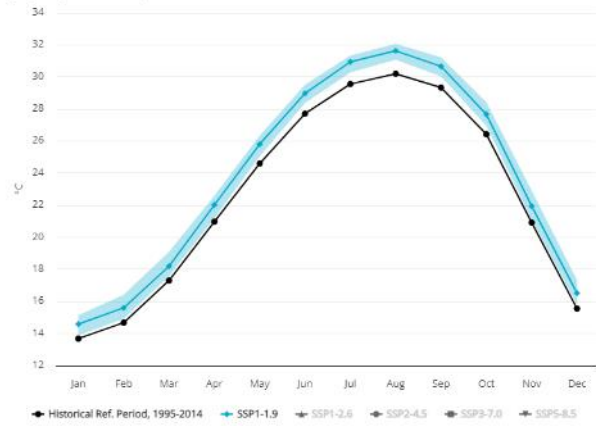
الفترة 2059-2040

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.85 و 31.80 °م، بمتوسط 31.41 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2040-2059 (Jun-Jul-Aug)
 Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



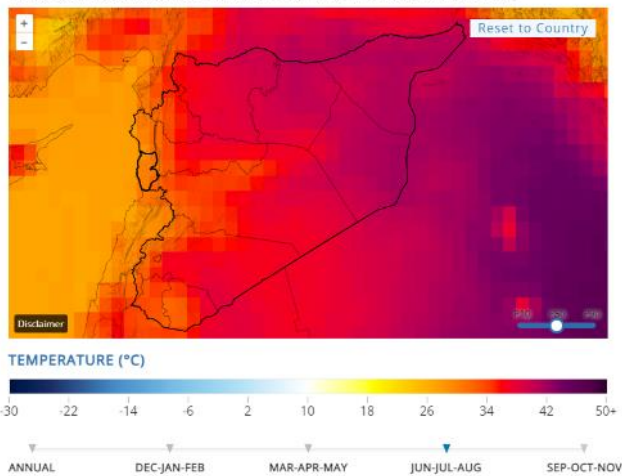
Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2040-2059
 Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



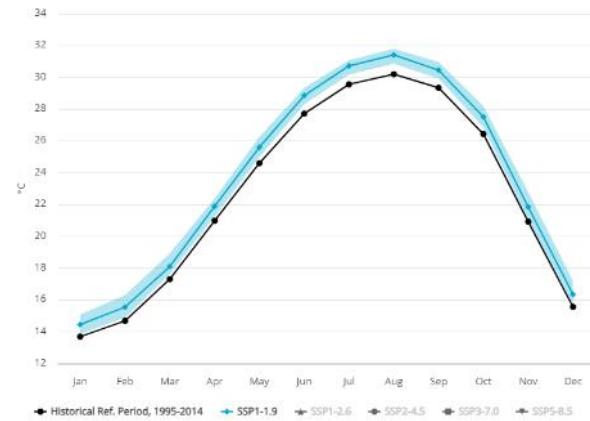
الفترة 2079-2060:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.85 و 31.80 °م، بمتوسط 31.41 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2060-2079 (Jun-Jul-Aug)
 Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



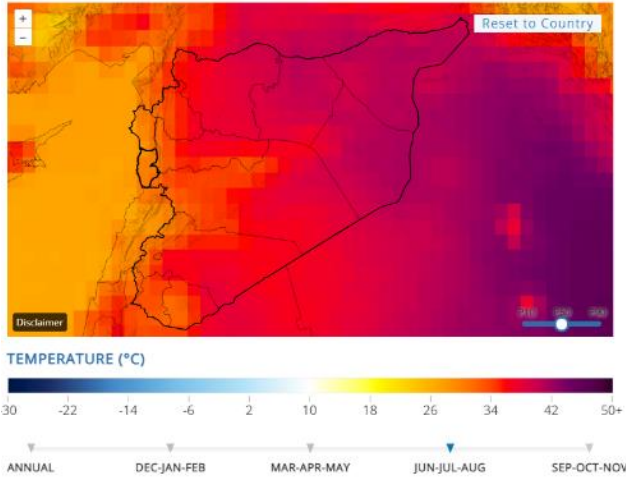
Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2060-2079
 Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



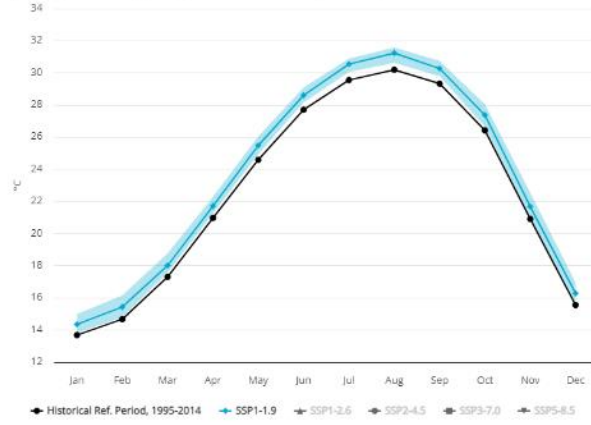
الفترة 2099-2080:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 30.63 و 31.58 °م، بمتوسط 31.24 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2080-2099 (Jun-Jul-Aug)
Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2080-2099
Tartūs, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Ensemble



نتيجة توقعات السيناريو الأول:

درجات الحرارة الدنيا ستكون في اللاذقية أدنى من طرطوس، وأدنى درجة حرارة متوقعة في اللاذقية هي 6.1 خلال العشرين عام الأولى من فترة التوقعات (أي حتى عام 2040).

درجات الحرارة العليا ستكون في اللاذقية أعلى من طرطوس كذلك، وأعلى درجة حرارة متوقعة في اللاذقية هي 32 م° خلال الفترة 2040-2059.

يظهر من التوقعات أن درجات الحرارة ستستمر في الارتفاع لمدة 20 عاماً حتى لو تم خفض انبعاثات غازات الدفيئة لتعود بعدها للاستقرار.

إن الموقع الجغرافي لمحافظة اللاذقية وطرطوس، حيث تقع محافظة اللاذقية شمال محافظة طرطوس، يفسر الفروقات الحرارية المتوقعة بين المحافظتين.

السيناريو الثاني: SSP2-4.5

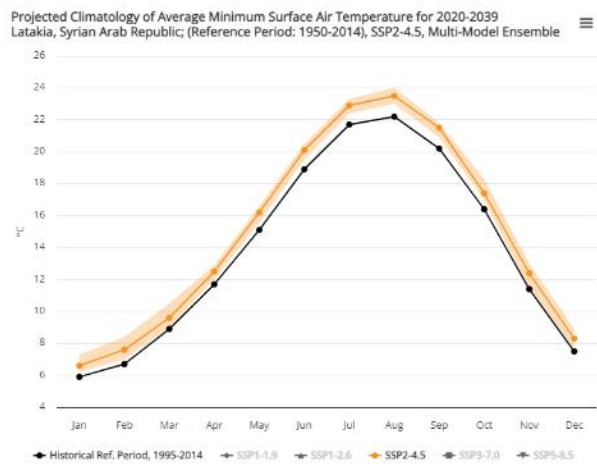
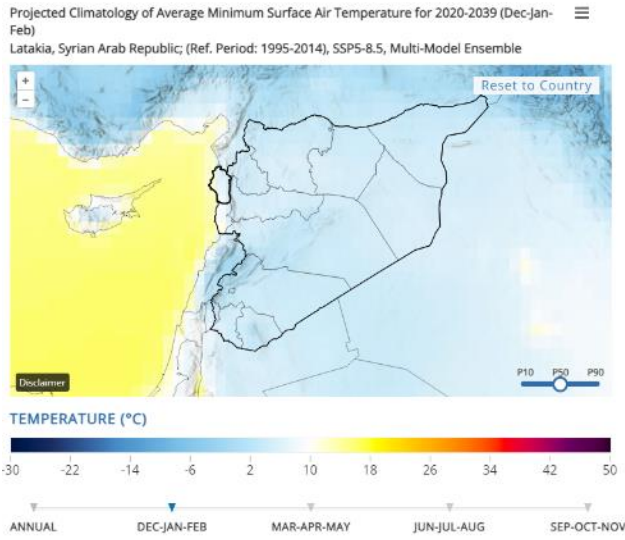
درجات الحرارة الدنيا:

تم اعتماد الأشهر الثلاثة الأكثر برودة في عرض الخرائط (كانون الأول - كانون الثاني - شباط)، أما الخطوط البيانية فتظهر كامل أشهر العام.

a. محافظة اللاذقية:

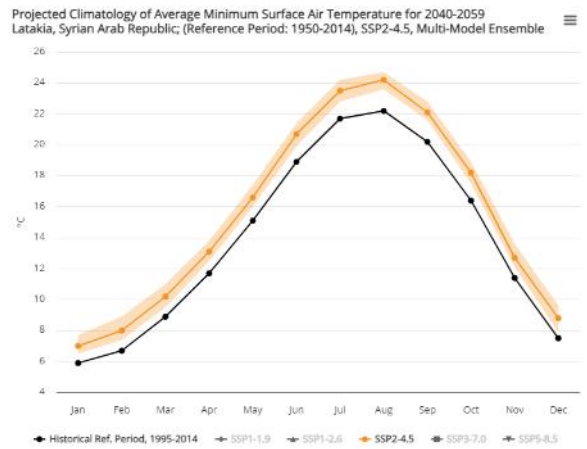
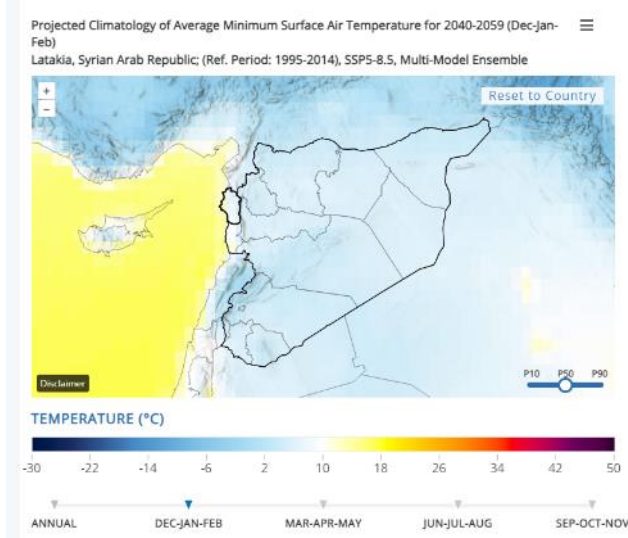
الفترة 2020-2039:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.2 و 7.3 °م، بمتوسط 6.6 °م.



الفترة 2059-2040:

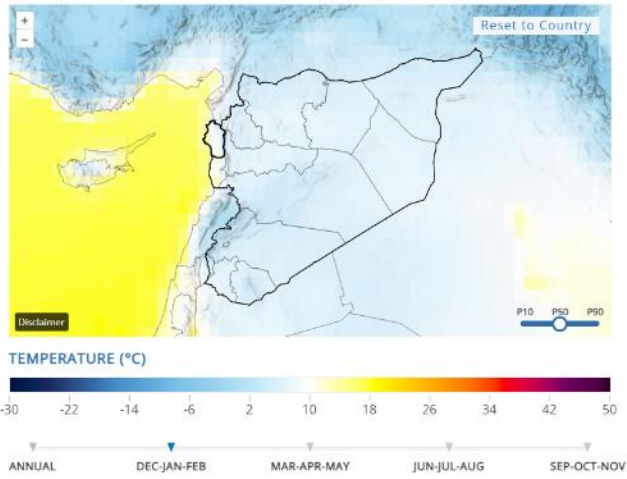
أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.5 و 7.7 °م، بمتوسط 7 °م.



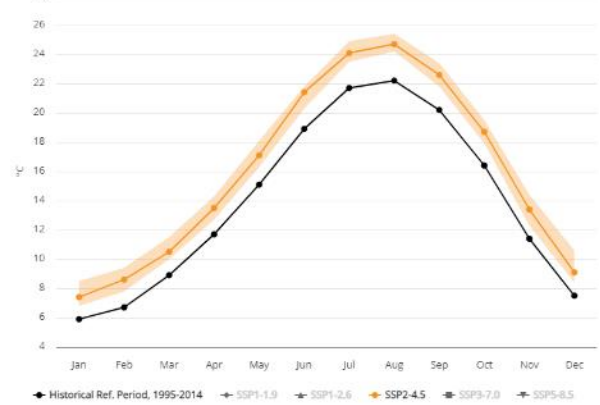
الفترة 2060-2079:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 6.8 و 8.5 °م، بمتوسط 7.4 °م.

Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2060-2079 (Dec-Jan-Feb)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP5-8.5, Multi-Model Ensemble



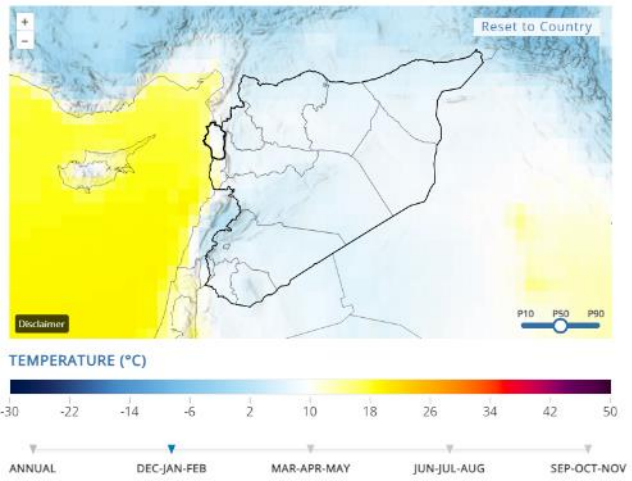
Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2060-2079
Latakia, Syrian Arab Republic; (Reference Period: 1950-2014), SSP2-4.5, Multi-Model Ensemble



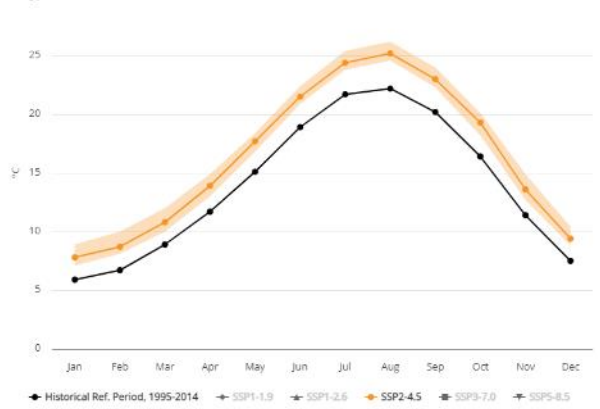
الفترة 2009-2080:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.1 و 8.9 م°، بمتوسط 7.8 م°.

Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2080-2099 (Dec-Jan-Feb)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP5-8.5, Multi-Model Ensemble



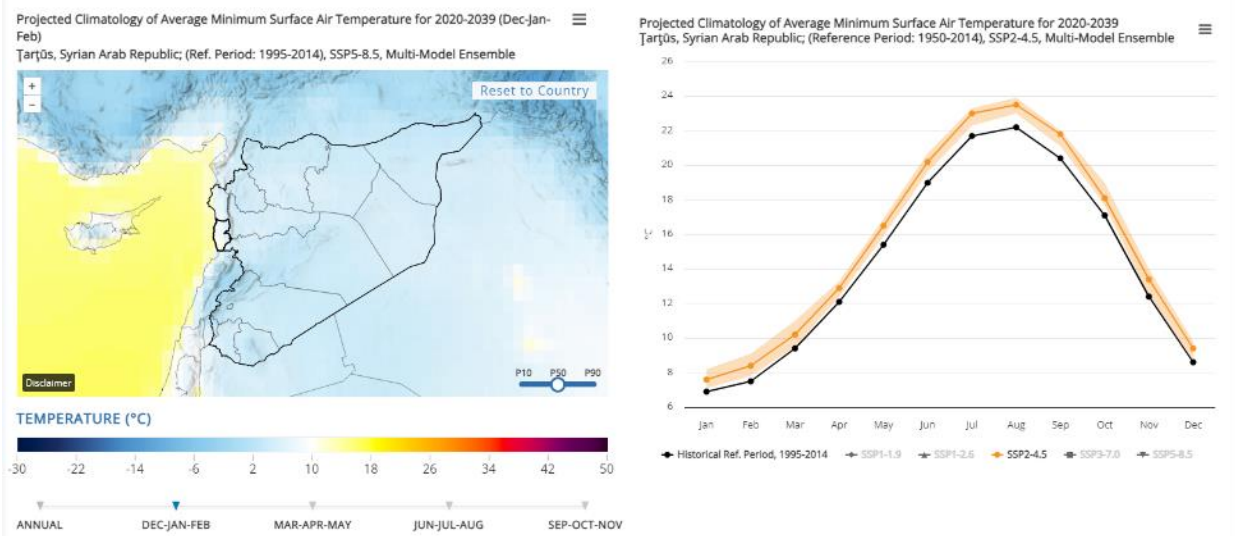
Projected Climatology of Average Minimum Surface Air Temperature for 2080-2099
Latakia, Syrian Arab Republic; (Reference Period: 1950-2014), SSP2-4.5, Multi-Model Ensemble



b. محافظة طرطوس:

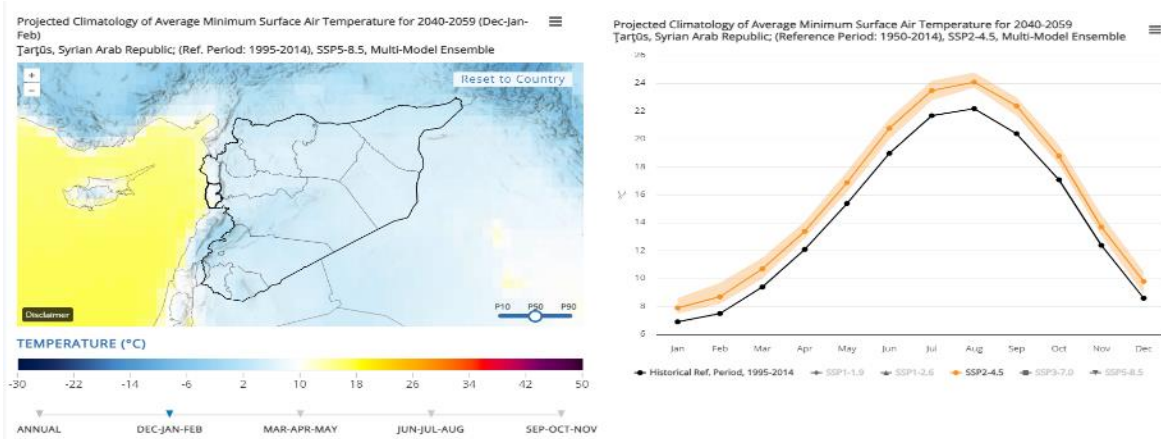
الفترة 2039-2020:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.1 و 8.2 °م، بمتوسط 7.6 °م.



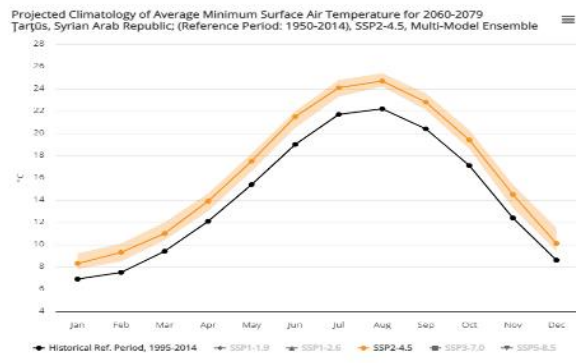
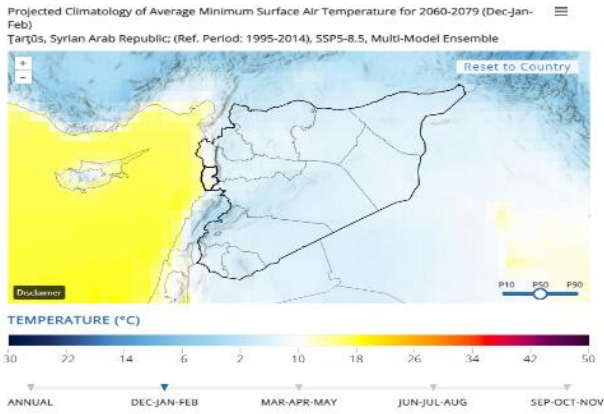
الفترة 2059-2040:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.5 و 8.6 °م، بمتوسط 7.9 °م.



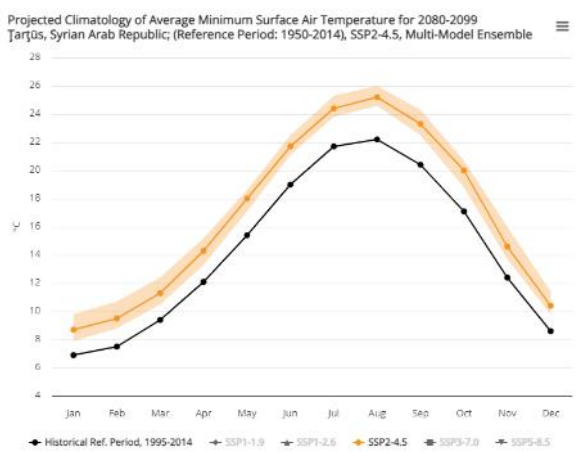
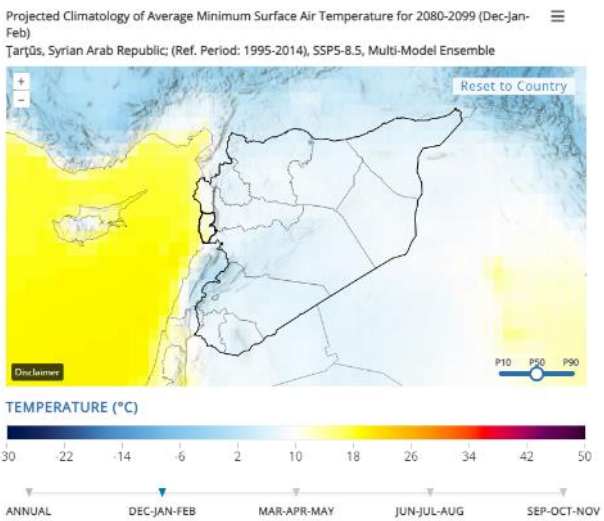
الفترة 2079-2060:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.8 و 9.2 °م، بمتوسط 8.3 °م.



الفترة 2099-2080:

أدنى درجات الحرارة ستكون في شهر كانون الثاني وتتراوح بين 7.9 و 9.8 م°، بمتوسط 8.7 م°.



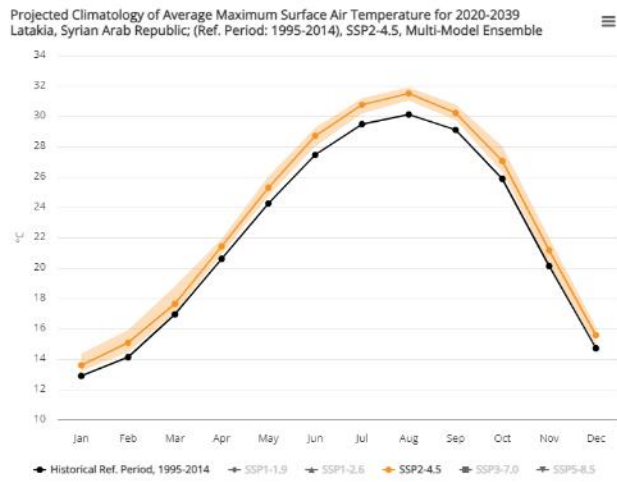
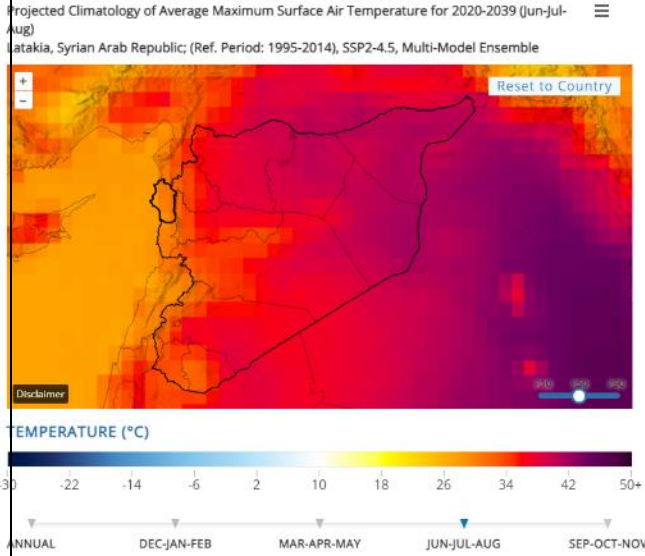
درجات الحرارة العليا:

تم اعتماد الأشهر الثلاثة الأكثر حرارة في عرض الخرائط (حزيران - تموز - آب)، أما الخطوط البيانية فتظهر كامل أشهر العام.

a. محافظة اللاذقية:

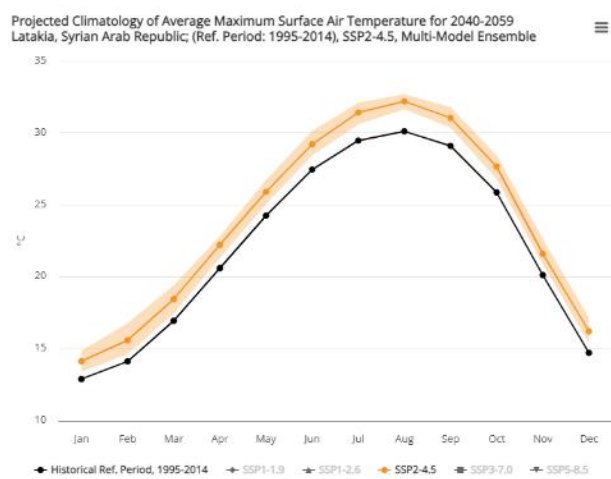
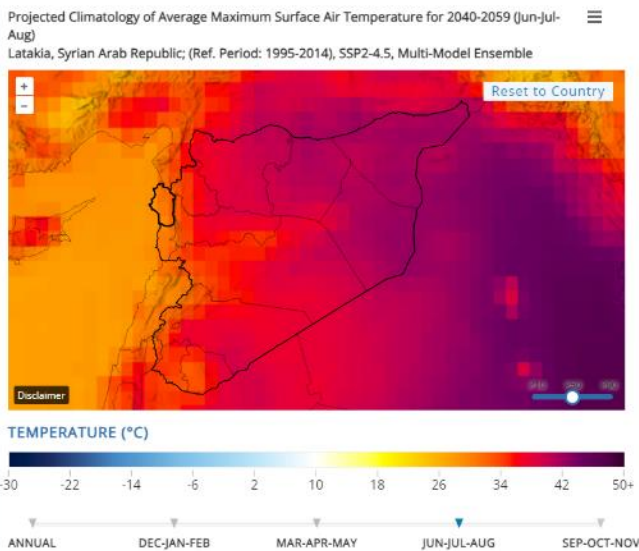
الفترة 2039-2020:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 31.03 و 31.91 °م، بمتوسط 31.5 °م.



الفترة 2059-2040:

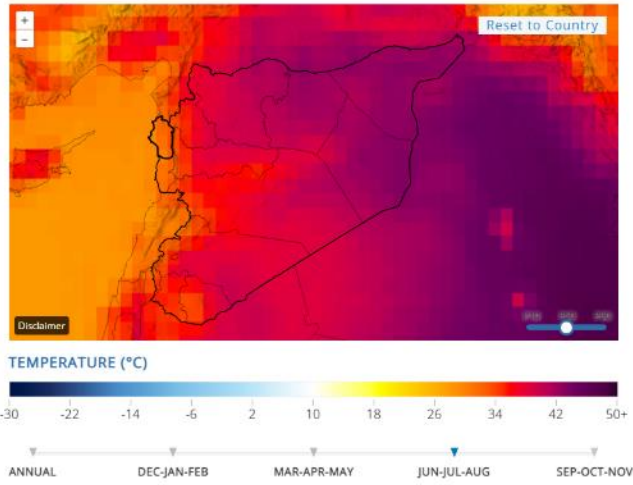
أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 31.65 و 32.69 °م، بمتوسط 32.2 °م.



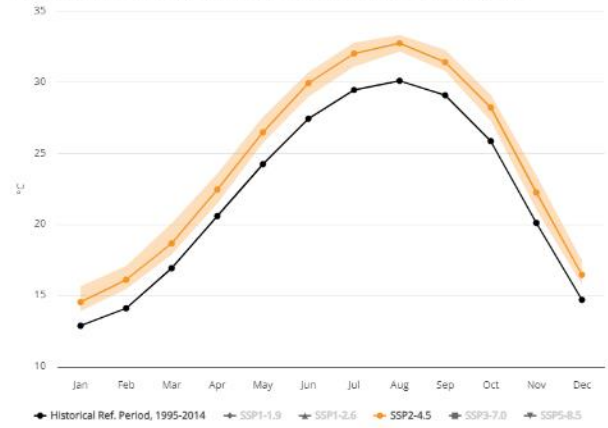
الفترة 2079-2060:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 32.17 و 33.34 °م، بمتوسط 32.76 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2060-2079 (Jun-Jul-Aug)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP2-4.5, Multi-Model Ensemble



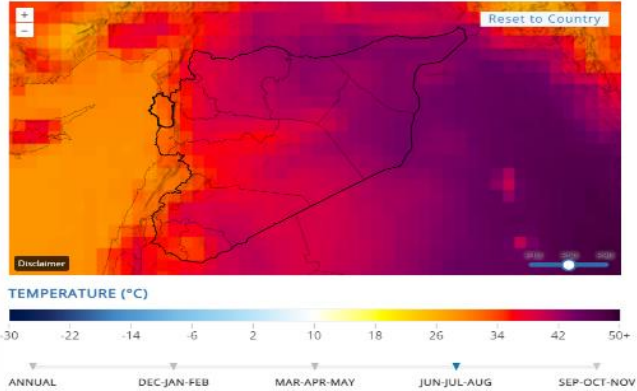
Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2060-2079
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP2-4.5, Multi-Model Ensemble



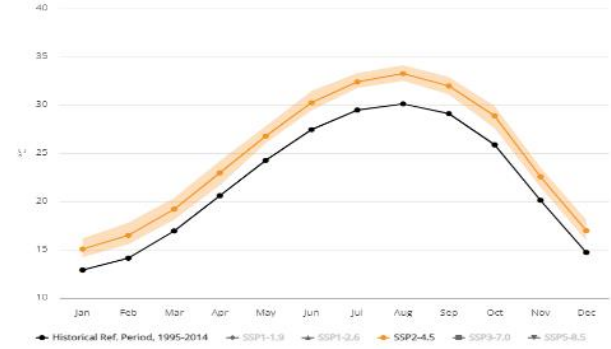
الفترة 2009-2080:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 32.5 و 34.13 °م، بمتوسط 33.26 °م.

Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2080-2099 (Jun-Jul-Aug)
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP2-4.5, Multi-Model Ensemble



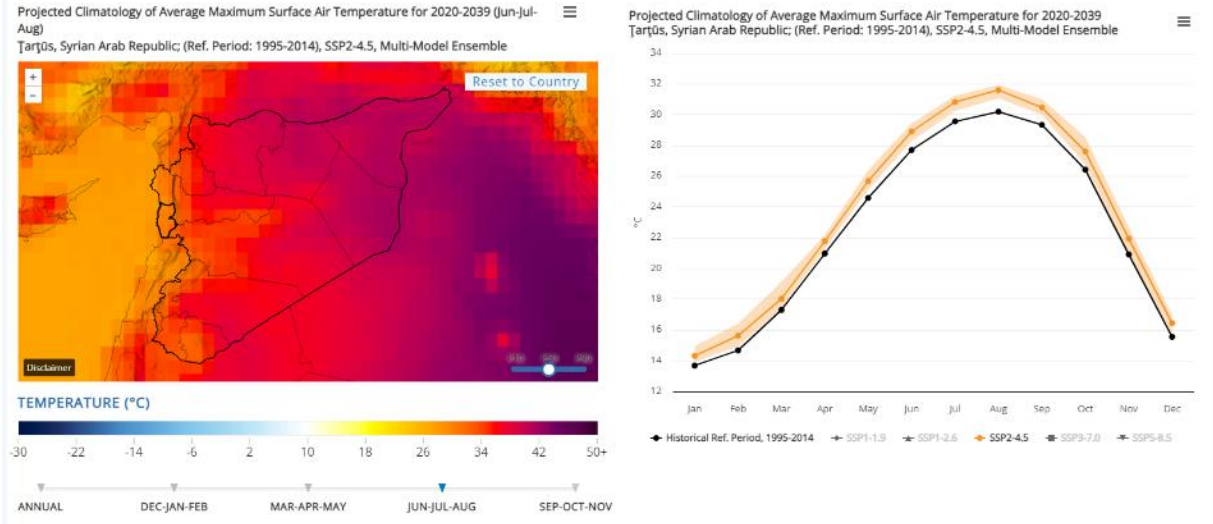
Projected Climatology of Average Maximum Surface Air Temperature for 2080-2099
Latakia, Syrian Arab Republic; (Ref. Period: 1995-2014), SSP2-4.5, Multi-Model Ensemble



b. محافظة طرطوس:

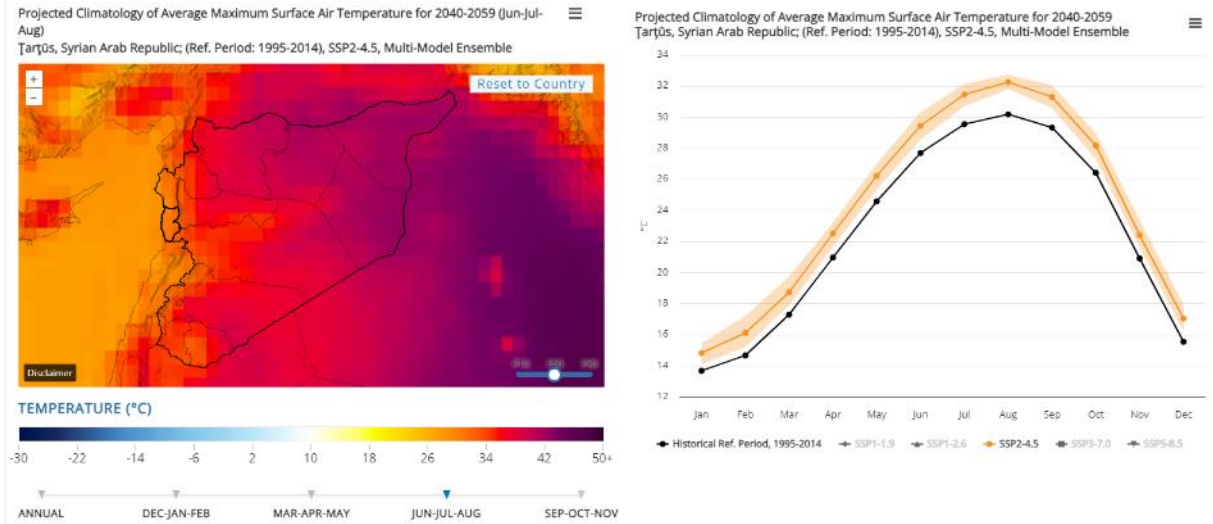
الفترة 2039-2020:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 31.08 و 31.93 °م، بمتوسط 31.61 °م.



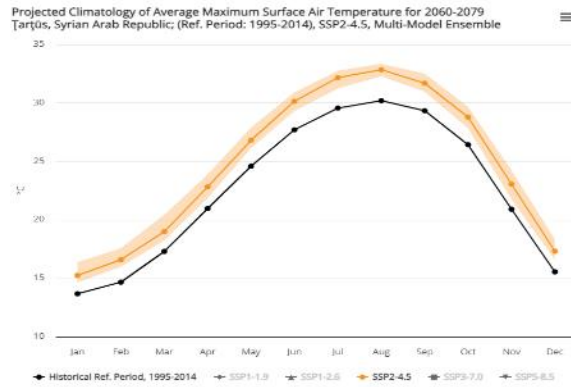
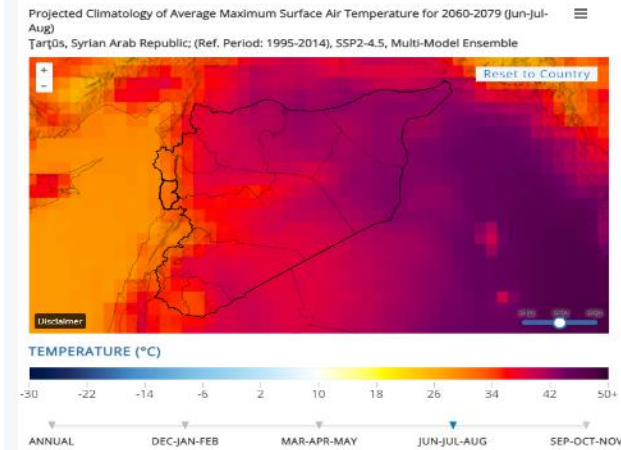
الفترة 2059-2040:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 31.81 و 32.75 °م، بمتوسط 32.27 °م.



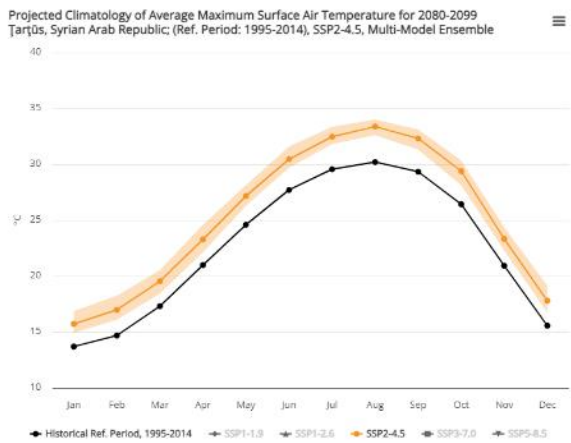
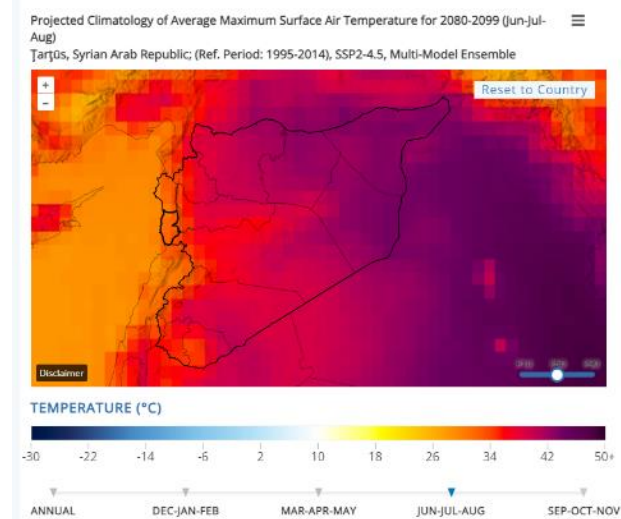
الفترة 2079-2060:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 32.29 و 33.36 °م، بمتوسط 32.85 °م.



الفترة 2099-2080:

أعلى درجات الحرارة ستكون في شهر آب وتتراوح بين 32.62 و 34.01 °م، بمتوسط 33.37 °م.



نتائج السيناريو الثاني:

حسبما يشير هذا السيناريو، من المتوقع أن درجات الحرارة الدنيا في محافظة اللاذقية ستكون أدنى منها في محافظة طرطوس، حيث أدنى درجة حرارة متوقعة في اللاذقية هي 6.2°م خلال العشرين عام الأولى من فترة التوقعات (أي حتى عام 2040).

درجات الحرارة العليا ستكون في اللاذقية أعلى من طرطوس كذلك، وأعلى درجة حرارة متوقعة في اللاذقية هي 34.13°م خلال الفترة 2099-2080.

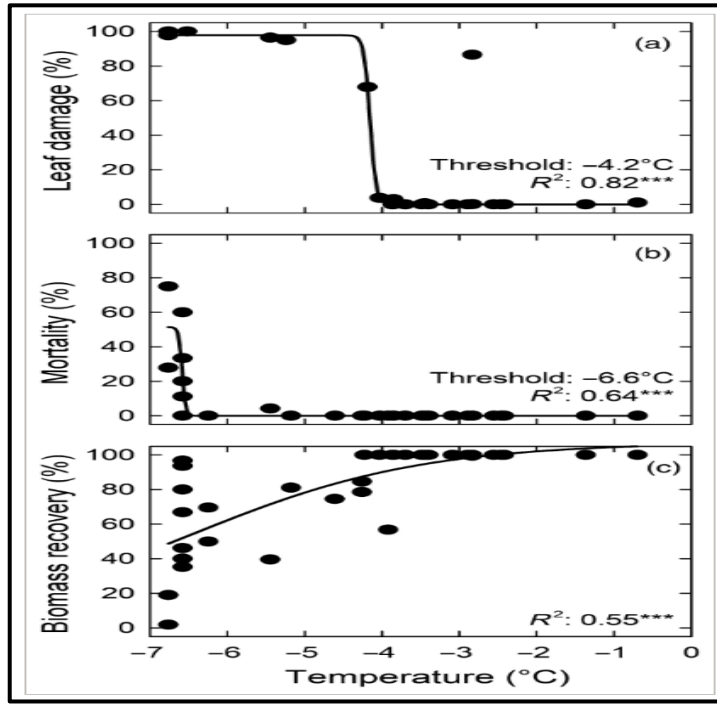
إن الموقع الجغرافي لمحافظة اللاذقية وطرطوس، حيث تقع محافظة اللاذقية شمال محافظة طرطوس، يفسر الفروقات الحرارية المتوقعة بين المحافظتين.

وفق النتائج الخاصة بالسيناريوهين الأول والثاني والمجالات الحرارية المذكورة أعلاه، تقع المتطلبات الحرارية لأشجار المانغروف وفق التالي:

أولاً: المانغروف الأسود (*Avicennia germinans*):

في دراسة أجريت حول المانغروف السوداء في الحد الشمالي لأنواع أشجار المانغروف على طول خليج المكسيك وسواحل المحيط الأطلسي في أمريكا الشمالية، وهو أبرد نطاق لأشجار المانغروف في العالم، حيث يعيش هناك ثلاثة أنواع من أشجار المانغروف الشائعة في هذه المنطقة: أشجار المانغروف السوداء (*Avicennia germinans*)، وأشجار المانغروف الحمراء (*Rhizophora mangle*)، وأشجار المانغروف البيضاء (*Laguncularia Racemosa*)، تم التوصل للنتائج التالية:

- من بين 23 موقعاً لديها بيانات تتعلق بتلف الأوراق، تعرضت سبعة مواقع لتلف أوراق بسبب درجات الحرارة في حدود درجة التجمد، وكانت هناك علاقة أسية سلبية بين الحد الأدنى لدرجة الحرارة وتلف الأوراق (شكل 14)، وتم تحديد عتبة درجة الحرارة لتلف الأوراق لتكون -4.2° م.
- من بين 35 موقعاً لديها بيانات تتعلق بموت النبات، كان لدى ثمانية حالات موت النبات بعد درجات الحرارة المتجمدة، وكانت هناك علاقة أسية سلبية بين الحد الأدنى لدرجة الحرارة وموت النبات (شكل 14)، وتم تحديد عتبة درجة الحرارة للنبات لتكون -6.6° م. مع ملاحظة أن أياً من المواقع لم يصل معدل موت النبات 100%؛ وحتى في المواقع الأكثر تضرراً، كان أكثر من 25% من الأفراد لا يزالون على قيد الحياة.
- من بين 35 موقعاً تحتوي على بيانات تتعلق باستعادة الكتلة الحيوية، كان هناك سبعة مواقع بها نسب استعادة الكتلة الحيوية أقل من أو تساوي 50% بحلول نهاية موسم النمو الأول بعد التجميد. كانت هناك علاقة إيجابية بين درجة الحرارة واستعادة الكتلة الحيوية. واستناداً إلى المعادلة التي تميز هذه العلاقة، فُدرت مستويات استعادة الكتلة الحيوية بحلول نهاية موسم النمو الأول بعد التجمد بـ 90%، و78%، و62%، و45% لدرجات حرارة -4، -5، -6، و -7° م، على التوالي.
- بالنسبة للأفراد الذين يتعافون بعد فقدان الكتلة الحيوية الموجودة فوق الأرض بسبب التجمد، تراوح الحد الأقصى للارتفاع الذي حدث عنده إعادة النمو من 0 إلى 123 سم فوق سطح التربة.



شكل (14): عتبات التحمل لأشجار المانغروف الأسود في الحد الشمالي لأنواع أشجار المانغروف أ. عتبة درجة حرارة تلف الأوراق ب. عتبة درجة حرارة موت النبات ت. عتبة درجة حرارة استعادة الكتلة الحيوية (Osland *et al.*, 2020).

وخلصت الدراسة إلى أن أحداث التجمد التي تتراوح درجات الحرارة فيها بين -4 و -7 م يمكن أن تؤدي إلى فقدان الأوراق وبعض حالات موت النبات وفقدان بعض الكتلة الحيوية الموجودة فوق سطح الأرض؛ ومع ذلك، فهذه تأثيرات قصيرة المدى يمكن لمعظم أشجار المانغروف السوداء أن تتجاوزها، حيث يمكن للأفراد ترميم الكتلة الحيوية المفقودة واستعادتها في غضون 1-3 سنوات، دون أي تغييرات في منطقة المانغروف (Osland *et al.*, 2020).

- المانغروف الرمادي (*Avicennia marina*):

في دراسة تم نشرها في المجلة العراقية للاستزراع المائي في عام 2023 حول امكانية زراعة أشجار المانغروف الرمادي (*Avicennia marina*) في السواحل العراقية قام بها فريق من مركز علوم البحار/جامعة البصرة بالتعاون مع بعض المؤسسات العلمية الإقليمية والمحلية، ودرس امكانية الزراعة في ميناء خور الزبير النفطي الذي يمثل امتداد مياه الخليج العربي في الروافد الدنيا لبلاد الرافدين، بلغت أعلى درجات الحرارة في منطقة الدراسة 44.31 م° و أدناها 2.74 م°، كما بلغت أعلى معدلات التراكيز الملحية 42.73 جزء بالألف في شهر تشرين الأول وأقل معدل للتركيز الملحي 36.92 جزء بالألف في شهر كانون الثاني. وبينت نتائج الدراسة أن مؤشرات النمو الخضري والمحتوى الكمي للكوروفيل ومعدلات نسب البقاء أن زراعة شتلات المانغروف مناسبة لتأسيس مجتمعات المانغروف من نوع القرم الرمادي (*A. marina*) بنجاح في منطقة المد والجزر الطينية من منطقة الدراسة (الربيعي وآخرون، 2023).

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة

3.1. توطين أشجار المانغروف في الساحل السوري والمرحلة الزمنية المتوقعة:

أظهر تحليل سيناريوهات التغير المناخي للساحل السوري بالإضافة إلى مراجعة الدراسات العالمية حول المتطلبات البيئية لأشجار المانغروف وتجارب الدول الأخرى، أن هناك إمكانية لتوطين أشجار المانغروف في الساحل السوري بحيث يمكن البدء بعملية التوطين لأشجار المانغروف الأسود (*Avicennia germinans*) والمانغروف الرمادي (*Avicennia marina*) منذ الآن، بسبب ملائمتها للظروف المناخية المتوقعة وقدرتها على تحمل درجات الحرارة المنخفضة، حيث أن درجات الحرارة الدنيا المتوقعة في الساحل السوري حتى نهاية القرن الحالي ستكون بحدود 6 °م، في حين تم توطين أشجار المانغروف الرمادي في العراق في منطقة تبلغ فيها درجات الحرارة الدنيا 2.74 °م. كما أن عتبات التحمل لأشجار المانغروف الأسود في الحد الشمالي لأنواع أشجار المانغروف تراوحت بين -4 و -7 °م والتي يمكن أن تؤدي إلى فقدان الأوراق وبعض حالات موت النبات وفقدان بعض الكتلة الحيوية الموجودة فوق سطح الأرض وليس الجذور الموجودة تحت التربة، إلا أن هذه التأثيرات قصيرة المدى يمكن تجاوزها من قبل معظم أشجار المانغروف السوداء، حيث يمكن للأفراد ترميم الكتلة الحيوية المفقودة واستعادتها في غضون 1-3 سنوات، دون أي تغييرات في منطقة المانغروف. إن محددات البحث وأهمها نقص الدراسات السابقة، تحد من معرفة سلوك الأشجار في البيئة الساحلية السورية الجديدة، وبالأخص مواضيع التكيف والنمو الخضري، لذلك من الضروري اختبار عملية التوطين بشكل فعلي لدراسة الجوانب الفيسيولوجية وسلوك الأشجار بالأخص في الأشهر ذات درجات الحرارة المنخفضة لمدة 3 سنوات متتالية على الأقل وهي الفترة التي تحتاجها أشجار المانغروف السوداء للتعافي عبر استعادة الكتلة الحيوية المفقودة في حال تضررت نتيجة تعرضها للبرودة. تم اختبار أشجار المانغروف الرمادي في العراق في منطقة المد والجزر في ميناء خور الزبير النفطي لمدة عامين بعد ستة أشهر من نمو الشتلات في الدفيئة، حيث تم نقل الشتلات إلى موقع الاختبار وإجراء قياسات مؤشرات نمو النبات من نيسان 2019 إلى نيسان 2021، وقد بلغ أقصى ارتفاع للنباتات خلال فترة الدراسة 173.3 سم، بينما ارتفعت مؤشرات النمو الخضري ومحتوى الكلوروفيل بشكل ملحوظ خلال فترة الدراسة، وكان قريباً من نمو الأشجار في بيئاتها الطبيعية، كما بلغت معدلات بقاء الشتلات على قيد الحياة 44% بعد 24 شهراً من الزراعة (الربيعي وآخرون، 2023).

3.2. المواقع في الساحل السوري الملائمة فيزيائياً لاحتضان غابات المانغروف:

تمثل مصبات الأنهار الساحلية والسبخات والمناطق المنخفضة المهدهدة بالغمر على امتداد الساحل السوري مواقع ملائمة لزراعة أشجار المانغروف لكونها مستجيب للرواسب الناعمة والمواد العضوية المختلفة التي تتراكم في هذه المناطق مُشكّلة التربة الملائمة لزراعة هذه الأشجار والتي تكون مشبعة بالمياه، كما تحتوي على الكثير من المواد العضوية والمغذيات، الأمر الذي يتوفر في مصبات الأنهار والسبخات والمناطق المنخفضة المهدهدة بالغمر في الساحل السوري. هذا بالإضافة إلى ملائمة مستوى المد والجزر في هذه

المواقع والطبيعة الفيزيائية للترب فيها والتي توافقت احتياجات أشجار المانغروف. على الرغم من مستوى المد والجزر القليل (والذي لا يتجاوز 60 سم بأقصى حدوده)، فإن قلة ميلان المناطق من الساحل السوري المذكورة أعلاه سوف تُمكن مياه البحر، بدرجات متفاوتة، من غمر هذه الأماكن لتوفير المكان المناسب للنمو. وبالمثل، تلائم ملوحة البحر المرتفعة نسبياً على السواحل السورية والتي تلامس 40 غ/ليتر (متوج، 2012؛ البحري، 2019) نمو أشجار غابات المانغروف. كما تؤمن المساحات المنخفضة من الساحل السوري مستجمعات للمياه العذبة الواردة من المجاري المائية الساحلية مما يزيد من صلاحيتها كمهد لاحتضان أشجار المانغروف. يوفر الشريط الساحلي السوري أماكن عديدة، بالموصفات المذكورة أعلاه، مرشحة لأن يتم استزراع أشجار المانغروف فيها: تتوزع بين أماكن منخفضة مهددة بالغمر نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر ومصبات الأنهار الساحلية. حيث قُدر وجود 45.7 كم من الأراضي المنخفضة بالنسبة لسوية سطح البحر تتوزع في مناطق مختلفة من الشريط الساحلي السوري (جدول 5).

جدول (5): المناطق المنخفضة والمتوقع غمرها نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر (إبراهيم، 2024).

المحافظة	المكان	الامتداد التقريبي (كم)	الإحداثيات الجغرافية	
			الحد الشمالي	الحد الجنوبي
اللاذقية	شاطئ البسيط-البدروسية	4	N 35.898831 E 35.886988	N 35.865482 E 35.871921
	شاطئ أم الطيور	2.5	N 35.763242 E 35.842350	N 35.740496 E 35.843711
	شاطئ وادي قنديل	1.8	N 35.731461 E 35.833503	N 35.714594 E 35.829900
	سهل دمسرخو (السهل المجاور للشط)	6.5	N35.594992 E35.759687	N35.551553 E35.751936
	شاطئ جون جبلة	12.5	N35.503244 E35.804988	N 35.426578 E 35.908538
	منطقة الدغل (عرب الملك: شمال بانياس)	6	N35.303235 E35.921165	N35.256549 E35.933923
طرطوس	شاطئ المنطار (شاليهات النورس)- الحميدية (بما فيه رامة لآ)	12.4	N 34.740070 E 35.930494	N34.634107 E 35.975356
المجموع		45.7		

الى جانب ما ذكر في الجدول (5) أعلاه، يوجد 6 من الأنهار الساحلية التي تشكل مصبات حقيقية Estuaries (أي منطقة تلاقي النهر مع البحر فوق قطاع من اليابسة حيث يهدأ ماء النهر نسبياً وينساب ببطء نحو البحر مُشكِّلاً تدرجاً من البيئات المائية تتغير خلالها درجة الملوحة بدءاً من ماء النهر العذب، مروراً بالماء متوسط الملوحة، وانتهاءً بماء البحر المالح). تنحصر مصبات هذه الأنهار الساحلية في أنهار الكبير الشمالي والروس والسن والحصين والأبرش والكبير الجنوبي (جدول 6).

جدول (6): توزع مصبات الأنهار الحقيقية Estuaries وإحداثياتها الجغرافية على امتداد الساحل السوري (إبراهيم وآخرون، 2021)

ملاحظات	الإحداثيات الجغرافية	اسم المجرى المائي	
	N35.499961 E35.810892	نهر الكبير الشمالي	1.
	N35.414368 E35.913671	نهر الروس	2.
	N35.264017 E35.924318	نهر السن	3.
	N34.938923 E35.879196	نهر الحصين-	4.
مصب حقيقي عند المد العالي	N 34.688233 E 35.953242	نهر الأبرش	5.
	N 34.634081 E 35.975538	نهر الكبير الجنوبي	6.



شكل (15): مصب نهر الأبرش (يمين) ومجرى نهر السن باتجاه المصب (يسار) بتاريخ 2024/6/28

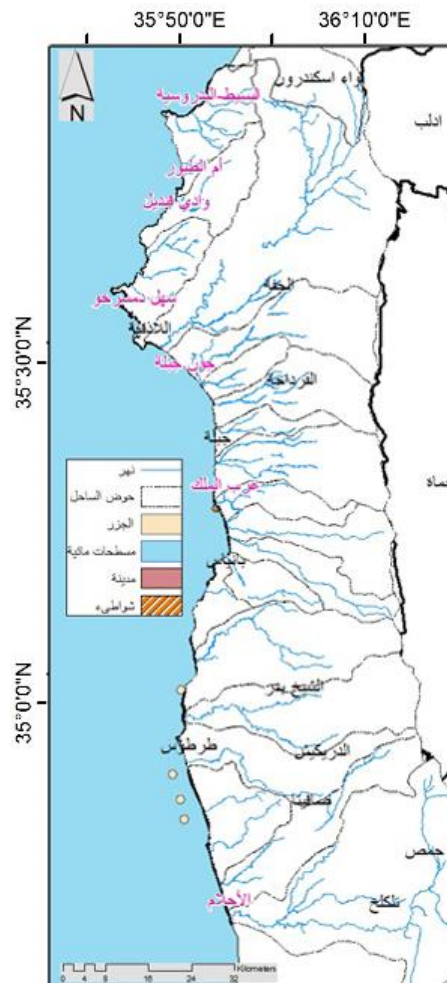
وبالمثل، تشكل الأراضي الرطبة الساحلية أماكن عالية الجودة لاحتضان أشجار المانغروف. يمثل هذه المناطق الرطبة على الساحل السوري منطقة "رامة لحا الساحلية جنوب منطقة الحميدية. تمثل الرامة حالياً منطقة رطبة شاطئية Coastal Wetland، ذات مستوى أرضي منخفض يكاد يتساوى مع مستوى سطح البحر. وهي ذات مياه جوفية شبه مالحة وفيرة وتتصل بالبحر بواسطة ممر مائي "بوغاز" Strait بمصرفين مائيين متجاورين شمالي وجنوبي (شكل 16)، هذا الأخير لا يزال يتوضع تحت مستوى سطح

البحر وهو مغمور (بعمق حوالي 1م) بشكل دائم بماء البحر بحيث أنه يصلح كبيئة مناسبة لزراعة أشجار المانغروف على ضفتي هذا المجرى.



شكل (16): المصرف الجنوبي لرامنة لخوا مغموراً بمياه البحر بتاريخ 2024/6/28

إضافة إلى تحديد احداثيات المواقع المقترحة فيما سبق، يوضح الشكل التالي (شكل 17) هذه المواقع على خارطة المنطقة الساحلية:



شكل (17) المواقع الملائمة فيزيائياً في الساحل السوري لاحتضان غابات المانغروف (معدلة عن Google)

3.3. ماهو منتظر ان تقوم به غابات المانغروف من تحسين واقع الساحل السوري:

بالإضافة إلى الخدمات العامة لغابات المانغروف التي سبق ذكرها، فإنه من المتوقع عند نجاح توطین هذه الغابات في الساحل السوري أن تؤمن الخدمات التالية:

a. خدمات التزويد:

ستوفر غابات المانغروف الكثير من خدمات النظام الإيكولوجي لصالح المجتمعات المحلية في الساحل السوري.

تحتوي ثمار المانغروف على تركيبات غذائية متنوعة تختلف حسب الأنواع، وتشكل الكربوهيدرات المادة الغذائية السائدة في جميع ثمار المانغروف، في حين تتنوع محتويات البروتين والدهون حسب الأنواع، ورغم استخدام ثمار المانغروف الرمادي بشكل شائع كطعام تقليدي في مناطق انتشارها، إلا أن الدراسات حول تطور هذه الثمار في منطقة الشرق الأوسط لا تزال محدود (Budiyanto *et al.*, 2022).

كما تحتوي الثمار في كلا نوعي المانغروف الأسود والرمادي على نسبة مرتفعة من المركبات الفينولية والتي يتم ربطها بالأنشطة المضادة للأكسدة (Budiyanto *et al.*, 2022).

يشكل الوسط الذي سوف تخلقه الجذور الهوائية لأشجار غابات المانغروف المستقبلية ملجأً للكثير من أنواع الأسماك واللافقاريات فيها أو تدخلها خلال فترات المد خاصة، مما يُحسن من واقع الثروة السمكية التي تعاني من نقصها السواحل السورية، على اعتبار ان الساحل السوري فقير بالموائل الطبيعية الملائمة لتكاثر وحضانة ونمو الاحياء البحرية من خلجان وغيرها (إبراهيم، 2011)، وهي تعتبر مصدراً مهماً من مصادر البروتين للإنسان والحياة البرية على حد سواء.

من الممكن حصاد أشجار المانغروف للحصول على خشبها المعروف بمقاومته للحشرات والتعفن، ويمكن أن يستخدم هذا الخشب في البناء والمفروشات والمشغولات اليدوية.

إن ادخال أشجار المانغروف إلى الساحل السوري سيخلق نظام إيكولوجي فريد يدعم سبل عيش السكان المحليين بطرق متعددة أخرى، منها:

- فرص العمل المباشرة التي سيتم خلقها في أعمال المشاتل أو تحضير المناطق المستهدفة.
- المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي في المناطق المستهدفة.
- يمكن تربية النحل ضمن غابات المانغروف وفي جوارها وبالتالي استثمار الأزهار في إنتاج العسل.
- خلق بيئة شاطئية ظليلة في المناطق المستهدفة تشجع النشاط والارتياح السياحي.

b. خدمات التنظيم:

من المتوقع أن تلعب غابات المانغروف دوراً مهماً في حماية المناطق الساحلية من الرياح والأمواج وذر الملح نحو المساحات الزراعية الشاطئية، حيث اتضحت هذه الوظيفة الوقائية للمانغروف إبان التسونامي الكارثي الذي ضرب المحيط الهندي عام 2004 وكذلك خلال إعصار هيان في المحيط الهادي والأمواج العاتية التي تحدثها أعاصير المحيط الأطلسي. فأشجار المانغروف قادرة على التخفيف بشكل فعال من طاقة الأمواج الناجمة عن العواصف، ما يؤدي بالتالي إلى تخفيف الأضرار التي قد تلحق بالبنى التحتية في المناطق الساحلية. هذا علاوة عن امكانية إصلاح المواقع من الساحل السوري المتضررة بسبب الحث الشاطئي بفعل الأمواج والمد والجزر على الشواطئ السورية، وذلك من خلال إقامة مناطق "اصطياد" للرواسب البحرية على الشواطئ بقصد إعادة التأهيل الفيزيائي للمناطق الرملية المتضررة، أو اصطياد الرمال والتراب البرية المنجرفة مع المجاري المائية الساحلية أو حتى تلك المنجرفة مع الرياح بحيث تتوضع مكان الرمال والتراب التي تم خسارتها. إن تطبيق مثل هذه "الهندسة الناعمة Soft engineering" يوفر الكثير من الصريفات المالية لتأهيل مثل هذه المواقع المتدهورة والتي يمثلها الحاجز الخرساني الذي تم إنشاؤه في منطقة خراب التابعة لبلدة لعرب الملك بقصد حماية الحيازات الزراعية في المنطقة (شكل 18).



شكل (18) الحاجز الخرساني في منطقة خراب بلدة (عرب الملك)

تحمي غابات المانغروف الشواطئ من الأضرار التي تسببها الأمواج القوية، وذلك من خلال امتصاص طاقة الأمواج، حيث يمكن أن تسبب الأمواج تآكلاً سريعاً، وأضراراً جسيمة للمباني والبنى التحتية. تساعد بنية الغابات ذات الطبقات في إبطاء وتشتت طاقة الأمواج بحيث تفقد الطاقة قبل أن تصل إلى الشاطئ حيث تخلق الهياكل الجذرية الخاصة الكثير من الاحتكاك والتخميد.

كما يمكن لغابات المانغروف أن تعمل كمرشحات فعالة للمياه من خلال حجز الرواسب وإتاحة امتصاص النباتات للمغذيات أو المعادن الثقيلة أو إدخالها في الرواسب. الأمر الذي يحسن من جودة المياه ويحمي الموائل المجاورة من الغمر بالطمي، وذلك على التوازي أيضاً مع حماية الخطوط الساحلية من الانجراف وتوفير استقرار التربة فيها وحمايتها من العواصف.

c. الخدمات المساندة:

سوف تكون أشجار المانغروف الأساس في تنشيط خدمات النظام الايكولوجي الأخرى، فمثلاً ستساهم في توفير المادة العضوية الناتجة عن هذه الأشجار وتحللها في المكان وبالتالي توفير العناصر المعدنية المختلفة التي سوف تزيد من خصوبة المياه في الساحل السوري، والتي تعاني أصلاً من فقرها بالعناصر الغذائية المختلفة. ذلك سوف يشجع سريان الطاقة Energy flow عبر السلاسل الغذائية المختلفة ويدعم الناتج الاولي Primary productivity والثانوي Secondary productivity بما في ذلك زيادة إنتاج المصايد السمكية في مياه الساحل السوري.

سوف تزيد الجذور المتشابكة لأشجار المانغروف في أماكن تواجدها من معدلات ترسيب حمولات الطمي العالقة في المياه الشاطئية والتي تعتبر مرتفعة النسبة في المياه السورية بسبب فقر القاع بالغطاء النباتي، وسوف تساهم بالتالي في تخفيف الإجهاد المتمثل في قلة نفاذية الضوء وتخريش غلاصم الأسماك وطمر بيوض الأحياء المائية في القاع.

d. الخدمات الثقافية:

ستشكل مواقع غابات المانغروف حاضنة للأنشطة السياحية والترفيهية في الساحل السوري والتي من المتوقع أن تتراجع في مواقع أخرى بسبب التغير المناخي، وبالتالي ستكون هذه الغابات مقصداً ليس فقط لأبناء الساحل وإنما لجميع السوريين والسياح من الخارج، كما ستدعم هذه الغابات الجامعات والمراكز البحثية في خلق نظام إيكولوجي أساس لإجراء الأبحاث العلمية حول التكيف مع التغير المناخي .Adaptation

3.4. الأثر البيئي لعملية توطين غابات المانغروف في الساحل السوري:

تختزل غابات المانغروف العلاقة بين الأرض والبحر والطبيعة والبشر، وتمثل المعنى الحقيقي للحلول القائمة على الطبيعة Natural Based Solution أو نهج النظام الايكولوجي Ecosystem approach لمواجهة التغير المناخي والتكيف مع تبعاته. وإلى جانب الخدمات الإيجابية العديدة لأشجار المانغروف، قد تحمل هذه الأشجار بعض الآثار السلبية على البيئة في حال لم يتم تخطيط وإدارة توطينها بالشكل السليم.

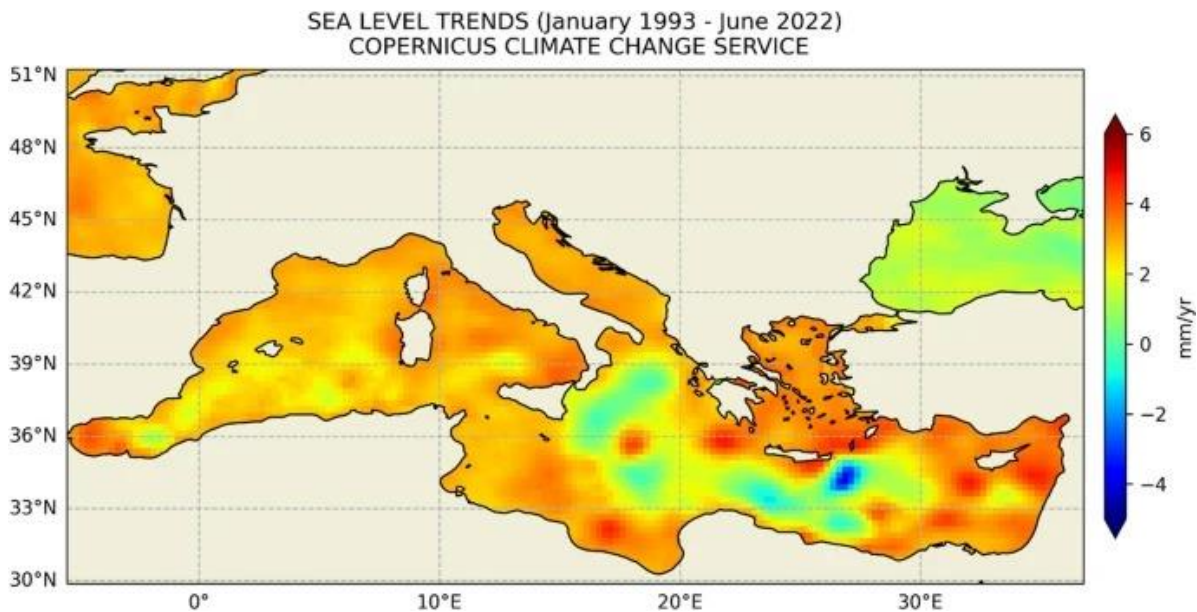
قد تؤثر أشجار المانغروف في المستقبل على قدرة السلاحف البحرية من التعشيش على الشواطئ الرملية والحد من قدرة الصغار من متابعة سيرها نحو المياه البحرية. وهنا لا بد من حماية الأماكن المعهودة لتعشيش هذه السلاحف وترك ممرات تمكن السلاحف من بلوغ أماكن التعشيش.

سوف يؤدي إنشاء غابات المانغروف إلى تغيير استعمالات الأراضي، والتأثير على الأراضي الزراعية المجاورة وعلى توزيع الأنواع الحية في مناطق انتشارها، خاصة في أماكن مصبات الأنهار حيث الاستعمالات المختلفة لها من قبل المجتمعات المحلية. ولابد في هذه الحالة من ان تقوم تلك المجتمعات من التكيف مع الواقع وتعديل الممارسات والأنشطة الاقتصادية في هذه الأماكن بما يتناسب مع الواقع الجديد والذي سوف يكون بالتأكيد في صالحهم.

3.5. تأثير ارتفاع سوية سطح البحر المتوقع على غابات المانغروف المستقبلية في الساحل السوري:

يعد ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي أحد النتائج المؤكدة للاحتباس الحراري، ومن المرجح أن يحدث بالفعل، حيث بلغ ما بين 12 - 22 سم خلال القرن العشرين، وتتوقع العديد من النماذج المناخية معدل ارتفاع متسارع خلال العقود القادمة (Gilman *et al.*, 2008).

إن التقدير الدقيق للارتفاع التاريخي لمستوى سطح البحر في الساحل السوري غير متوفر باستثناء بيانات خدمة كوبيرييكوس لتغير المناخ التي تشمل كامل حوض البحر المتوسط بين كانون الثاني 1993 وحزيران 2022 (شكل 19) وتظهر أن اتجاهات مستوى سطح البحر في شرق المتوسط عموماً في ارتفاع يتراوح بين 2-5 ملم سنوياً، لذلك يتم اعتماد نتائج سيناريوهات تغير المناخ المحدد من قبل الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ IPCC للبحر المتوسط، بالتالي يكون متوسط القيم المتوقعة لارتفاع مستوى سطح البحر مع حلول العام 2100 هي 32 - 56 سم (اعتباراً من العام 2000 كسنة أساس)، وبحد أقصى 95 سم، بمتوسط 60 سم.



شكل (19) اتجاهات مستوى سطح البحر المتوسط وفق بيانات خدمة كوبيرييكوس لتغير المناخ

يمكن أن تنتج التغيرات السنوية والموسمية في ارتفاع مستوى سطح البحر عن مجموعة متنوعة من العمليات البحرية والمناخية المحلية؛ وتشمل التغيرات في درجة حرارة الماء، والضغط الجوي، والارتفاع العالمي لمستوى سطح البحر الناتج عن ذوبان الجليد القاري. ويعتقد أن ارتفاع المد والجزر على طول الساحل السوري قد يرفع منسوب المياه بحوالي 50 سم فوق متوسط مستوى سطح البحر الطبيعي (Faour, 2007). كما أن متوسط ارتفاع الأمواج في الشتاء قد يصل حوالي 2 متر، وقد يبلغ خلال الطقس العاصف الشديد إلى 6-7م، حيث تلعب هذه التغيرات الموسمية بشكل متقطع دوراً في تسريع تآكل الشواطئ وزيادة حدة غمر الأراضي المنخفضة (إبراهيم، 2024).

نتيجة لذلك، فإن لارتفاع مستوى سطح البحر تأثيرات فيزيائية خطيرة في المناطق الساحلية، بما في ذلك:

- غمر الأراضي المنخفضة والأراضي الرطبة.
- زيادة ملوحة طبقات المياه الجوفية بسبب غزو مياه البحر للمياه الجوفية.
- زيادة حدة تآكل السواحل الجديدة التي تشكلت على أنقاض السواحل التقليدية.
- زيادة رقعة الفيضانات الساحلية وغمر مصبات الأنهار.

وبكافة الأحوال، وكما هو الحال مع المناطق الساحلية المختلفة من البحر الأبيض المتوسط، فمن المنطقي أن يتم تصنيف أجزاء من الساحل السوري على أنها معرضة لارتفاع مستوى سطح البحر نتيجة للتغيرات المناخية المتوقعة، شأنه في ذلك شأن ارتفاع درجة الحرارة.

بالواقع، إن ارتفاع مستوى سطح البحر سوف يعزز فكرة توطين أشجار المانغروف في الساحل السوري كونه سيزيد المساحات من الشاطئ التي ستصبح ملائمة لاحتضان تلك الغابات وتعزز نموها تكاثرها بشكل طبيعي مما يزيد من أهميتها ومن الفوائد التي وجدت من أجلها، جرياً على المبدأ الايكولوجي القائل "مساحة واحدة متكاملة أفضل بكثير من مساحات كثيرة مُجزأة" كون الأجزاء الصغيرة عادة تقوي أعداداً وأنواعاً أقل، وأنواعها الموجودة أصلاً هي أكثر عرضة للتنافس والافتراس وحتى الانقراض الموضعي. كما أن التغيرات المفاجئة في الظروف المناخية - والتي يمكن تلافيها في البيئات الكبيرة - قد تتسبب بكارثة في البيئات الصغيرة الضيقة لأشجار المانغروف.

قد يمثل الغمر الساحلي مشكلة خطيرة ليس فقط للمناطق الساحلية الحضرية ولكن أيضاً للأراضي الرطبة ومنطقة الأراضي الزراعية الساحلية والجزر الصغيرة. قد يؤدي تزايد الفيضانات الساحلية إلى خسائر اجتماعية واقتصادية كبيرة مثل فقدان الهياكل الساحلية، وأضرار المباني والمستوطنات، ونزوح السكان، وفقدان الإنتاج الزراعي، وما إلى ذلك (Faour, 2007).

3.6. استقراءات حول تأثير التغيرات المناخية والبيئية المستقبلية على غابات المانغروف المنتظرة في الساحل السوري:

يشكل تغير المناخ تهديداً عالمياً مباشراً؛ وحتى أن أفضل السيناريوهات تشير إلى أنها ستظل تشكل تهديداً كبيراً لقرون قادمة. ولكوننا غير قادرين على منع حدوث مثل هذا التغيير بشكل كامل، فمن الضروري تطوير طرق محددة لزيادة مقاومة أشجار المانغروف وقدرتها على التكيف المستمر مع استمرار تغير المناخ. وبالتالي فهناك حاجة إلى اتباع منهجية قابلة للتعميم لتقييم مدى الضعف وتطوير استراتيجيات وخطط التكيف Adaptation Plans التي يمكن تطبيقها في سياقات بيئية واجتماعية وسياسية متعددة. تعبر قدرة النظام الايكولوجي على التكيف مع تغير المناخ (بما في ذلك تقلب المناخ والظواهر المناخية المتطرفة) لتخفيف الأضرار المحتملة، أو الاستفادة من الفرص، أو التعامل مع العواقب، عن مرونة النظام الايكولوجي وقدرته على الصمود والاستمرار في العمل ومواجهة التغيير (Ward et al., 2016).

تشمل عناصر تغير المناخ التي تؤثر على تكيف أشجار المانغروف: التغيرات في مستوى سطح البحر، وأحداث ارتفاع المياه، والعواصف، وهطول الأمطار، ودرجة الحرارة، وتركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وأنماط دوران المحيطات، وصحة النظم الإيكولوجية المجاورة والمرتبطة وظيفياً، فضلاً عن الاستجابات البشرية لتغير المناخ. ومن بين جميع النتائج الناجمة عن التغيرات في تكوين الغلاف الجوي والتغيرات في سطح الأرض، قد يمثل الارتفاع النسبي لمستوى سطح البحر التهديد الأكبر (Ellison, 2008).

إن المناطق التي ستسعى فيها أشجار المانغروف للحصول على موطن لها مع ارتفاع مستوى سطح البحر هي الأراضي المنخفضة الساحلية التي تلي غابات المانغروف من جهة البر، وهي في نفس الوقت ولسوء الحظ المناطق الأكثر تفضيلاً للتنمية البشرية، حيث يتم تحويلها إلى استخدامات أخرى كالزراعة أو الطرق أو المستوطنات والمنشآت الساحلية، أي أن هناك منافسة شديدة سوف تنشأ بين بدائل استعمالات هذه الأراضي مع ارتفاع مستوى سطح البحر، ولا بد من اجراء مقايضات ضمن المواقع المستقبلية بين الاستعمالات التنموية وبين الحفاظ على غابات المانغروف وتنميتها.

إن الحفاظ على المناطق العازلة خلف أشجار المانغروف سيؤدي إلى تحسين مرونة أشجار المانغروف في المنطقة في المستقبل وذلك بسبب توقع الهجرة باتجاه البر مع ارتفاع مستوى سطح البحر، ويعتبر التهديد الأكبر لقدرة الأراضي الرطبة في منطقة المد والجزر على التكيف مع تغير المناخ هو وجود

حواجز من شأنها أن تمنع هجرة مجتمعات الأراضي الرطبة في منطقة المد والجزر نحو اليابسة والتي يمكن أن تفرسها السمات الطبيعية، كالمحدرات الشديدة على سبيل المثال. وكذلك الامر، فإن التطورات الحضرية والزراعية وغيرها من التطورات البشرية التي من شأنها بناء السواتر والسدود والأسوار البحرية والطرق على الشواطئ سوف تفرض تهديدات كبيرة على قدرة أشجار المانغروف على التوسع لتشكيل مساحات أوسع والصدود والتكيف مع ارتفاع مستوى سطح البحر (Brinkman *et al.*, 2007).

يتم حول العالم استخدام نتائج مشروع مرونة غابات المانغروف التابع لمرفق البيئة العالمية GEF وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP والصندوق العالمي للطبيعة WWF لتطوير مجموعة من استراتيجيات التكيف المناسبة. وتشمل هذه الإجراءات تعيين مناطق محميات استراتيجية وتحسين إدارة مناطق الاستخدام المستدام، وإعادة تأهيل المناطق المتدهورة، وإعادة تشجير أنواع أشجار المانغروف "الذكية مناخياً"، واستعمالاً أكثر تكاملاً للأراضي والتخطيط البحري، فضلاً عن التعاون مع المجتمعات المحلية لتحسين الموارد وكفاءة استخدامها.

يعتمد النجاح في إجراءات المرونة والتكيف على مشاركة والتزام المجتمعات المتأثرة والمستفيدة، وبالتالي فإنه يتوجب على أي خطة أن تعمل على تعزيز أمن سبل العيش لهذه المجتمعات بدلاً من إضعافها. ويشارك أصحاب المصلحة في المجتمع المعني في مراحل التخطيط والتنفيذ والتقييم للمشروع لضمان تلبية احتياجاتهم (Ellison, 2008).

يتضمن بناء المرونة استجابةً لتغير المناخ مراجعة تصميم وإدارة المناطق المحمية. يعد تحسين تخطيط استخدام الأراضي البرية والبحرية أحد تدابير الاستجابة الرئيسية لبناء القدرة على الصمود والمقاومة لتغير المناخ. على سبيل المثال، يمكن تصميم المناطق المحمية بحيث تسمح بشكل أفضل بالحفاظ على الأنواع والسكان والنظام البيئي في ضوء الضغوط المتزايدة المرتبطة بتغير المناخ. يمكن أن يشمل ذلك تغيير تصميم المحميات لتشمل حماية الموائل، أو إضافة ممرات قوية، أو ربط محميات أنواع الموائل المختلفة (مثل الموائل البحرية وأشجار المانغروف)، أو تغيير سماحيات الاستخدام خلال فترات الضغط الإضافي. يمكن تسهيل إدارة هذه التغييرات من خلال الرصد وتبادل المعلومات الإقليمية حول التغييرات والاتجاهات في أشجار المانغروف.

وختام مايمكن قوله، أن غابات المانغروف ستكون بعد توطينها في الساحل السوري وحتى نهاية القرن الحالي على الأقل تحت التأثير الإيجابي لتغيرات المناخ التي سوف تتجه نحو الحدود الحرارية المثلى

للنمو. وبعد ذلك فمن الممكن أن تتأثر غابات المانغروف سلباً مع ارتفاع درجات الحرارة التي قد تتجاوز الحدود العليا الملائمة للنمو مما يدفعها للهجرة شمالاً، وحينها يجب البحث عن أنواع شجرية متحملة لدرجات الحرارة المرتفعة تتلاءم مع الواقع الجديد.

الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

- انطلاقاً من نتائج الدراسة الحالية، من المهم البدء بتجربة انبات وإكثار أشجار المانغروف الأسود والرمادي في الساحل السوري، ودراسة سلوك البادرات والأشجار على المدى القريب (3 سنوات) لمعرفة الجوانب الفيسيولوجية للنبات ومدى التأقلم مع البيئة الجديدة وتحمل درجات الحرارة المنخفضة في الموطن الجديد، وذلك كإجراء تمهيدي للبدء الفعلي.
- إطلاق استراتيجية الإدارة المتكاملة لموارد الطبيعية للمنطقة الشاطئية والبحرية وإنفاذ قوانين صارمة لحفظ وحماية النظم الايكولوجية لغابات المانغروف، بحيث تتضمن هذه القوانين توطين أشجار المانغروف ورعايتها وتنظيم استثمارها.
- إجراء دراسات تفصيلية لكل موقع من المواقع المقترحة بحيث تتم دراسة طبيعة وقوام التربة والموارد الطبيعية والنظم الايكولوجية القائمة في كل موقع واختيار أفضلها للعمل فيه كمشروع تجريبي وفق مبادئ الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية والحلول القائمة على النظام الايكولوجي EcAp، ومن الأفضل أن تكون عملية التوطين ضمن موقع محمية مُدارة ومنظمة، وبحيث تتم الاستفادة من النتائج في تعميم التجربة لاحقاً ليتم تطبيقها في المواقع الأخرى من الساحل السوري.
- تحديد موقع إقامة مشتل إكثار وتربية أشجار المانغروف في أحد المواقع المقترحة وبناء على نتائج الدراسات التفصيلية للمواقع.
- إجراء دراسات تقييم الأثر الاجتماعي، بحيث تتناول العلاقات المحتملة بين غابات المانغروف والمجتمعات المحلية.
- وضع سياسة وطنية وإنشاء إدارة أو جهة مشرفة على عملية التوطين تضم الجهات صاحبة المصلحة مثل: وزارة الزراعة / الهيئة العامة للبحوث الزراعية - الجهات البحثية مثل جامعة تشرين/ المعهد العالي للبحوث البحرية - المديرية العامة للموانئ - ممثلين عن المجتمعات المحلية والمجالس البلدية في المناطق المستهدفة....
- الاستفادة من تجارب الدول المجاورة أصحاب التجارب الناجحة في توطين وإدارة غابات المانغروف مثل العراق والأردن ومصر، والاستفادة من الخبرات والدروس المستفادة في هذا المجال.
- بناء قدرات الفنيين في وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي للقيام بعمليات الإكثار والزراعة.
- القيام بحملات توعية عبر الارشاد الزراعي والجمعيات الأهلية والمجالس المحلية حول أهمية غابات المانغروف في إجراءات التكيف مع التغيرات المناخية ودعم سبل عيش المجتمعات المحلية وضرورة المحافظة عليها، بالإضافة إلى توعية عامة ومصممة بعناية وموجهة ضمن حملة تثقيفية لإعلام المجتمعات المحلية وعامة الناس والزوار حول غابات المانغروف وأهميتها.
- إدخال مواضيع إكثار وتربية ورعاية أشجار المانغروف إلى مناهج كلية الزراعة والمعهد الزراعي والثانويات الزراعية مع توضيح أهميتها كإجراء تكيفي مع التغيرات المناخية المستقبلية.

- إجراء دراسات حول الطلب المحتمل على سياحة المانغروف مقارنة مع مواقع المانغروف الأخرى في العالم وبالأخص الدول العربية.
- التعاون مع المنظمات الدولية مثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP لتمويل مشاريع وخطط توطين غابات المانغروف في الساحل السوري.

المراجع: المراجع العربية:

إبراهيم، أمير. دراسة ميدانية لحساسية الموائل والأحياء الفقارية البحرية والشاطئية السورية والتكيفات المطلوبة تجاه تغيرات المناخ. بحث علمي بين الهيئة العليا للبحث العلمي وجامعة تشرين، المعهد العالي للبحوث البحرية، الهيئة العليا للبحث العلمي، سورية، 2011.

إبراهيم، أمير؛ حسن، شيرين؛ إبراهيم، نهلة؛ عربية، عزت؛ الشاوي، فراس؛ بدور، فراس. دراسة المحميات الطبيعية والموائل المخربة والفقاريات المهدة في الساحل السوري، وسبل إعادة التأهيل. مشروع بحث علمي مشترك بين الهيئة العليا للبحث العلمي وجامعة تشرين، اللاذقية، سورية 2021.

إبراهيم، أمير. الموارد الطبيعية في الساحل السوري وأثرها الاقتصادي والاجتماعي. UNDP Syria، اللاذقية، سورية، 2024.

البحري، نور. تأثير عوامل التداول والنقل على حيوية بعض الأنواع السمكية القابلة للاستزراع البحري. رسالة الماجستير في البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 2019، 93 صفحة.

الربيعي، أيمن عبد اللطيف؛ الزوار، جهاد مكي مجيد؛ العرادي، حليلة جبار عبد الرزاق؛ قاسم، عدي محمد حسن. إمكانية زراعة أشجار المانغروف الرمادي في السواحل العراقية، المجلة العراقية للاستزراع المائي. العراق 2023. الصفحات 1-18.

الشيخ احمد، علاء. دراسة احصائية وبيئية لتقييم أربعة أنواع سمكية ليسبسيانية في المياه البحرية لمحافظة طرطوس (موقعي بانياس والبصيرة). رسالة ماجستير، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 2011.

غانم، وسيم. مساهمة في الدراسة البيولوجية (بيئة و تكاثر) لبعض الأسماك الاقتصادية البحرية السورية. رسالة ماجستير في البيئة و التصنيف الحيواني، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 2005، 142 صفحة.

متوج، أمجد. انتقائية بعض شبك الصيد لأنواع وأحجام الأسماك المصادة في المياه البحرية السورية. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 2012، 85 صفحة.

(Ward, et al., 2016)

المراجع الأجنبية:

Alongi, D.M. Mangrove forest: Resilience, protection from tsunamis and responses to global climate change// *Estuarine*, ScienceDirect, 2008, 76, 1-13.

Berjak, P.; Cambell, G.K; Hockett, B.I.; Pammenter, N.W. In The Mangrove of Southern Africa// Wildlife Society of Southern Africa, 1977, 1-72.

Biswas, P. and Biswas, Sh.R. Mangrove Forests: Ecology, Management, and Threats// Life on Land. Shanghai, China, East China Normal University, 2018.

Blandon, A; Ermgassen, Ph. Quantitative estimate of commercial fish enhancement by seagrass habitat in southern Australia// *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2014, 1-8.

Booker J. Mangrove // Florida Department of Education. - Florida Department of Education, 1998. <https://www.nhmi.org/mangroves/>.

Brinkman, R. M. ; Massel, S.R. ; Ridd, P.V.; Furukawa, K. Surface wave attenuation in mangrove forests// 13th Australasian Coastal and Ocean Engineering Conference. Pacific Coasts and Ports, 2007, 941-949.

Budiyanto, F.; Alhomaidi, E.A.; Afrah E.M.; Ghandourah, M.A.; Alorfi, H.S.; Bawakid, N.O.; Alarif, W.M. Exploring the Mangrove Fruit: From the Phytochemicals to Functional Food Development and the Current Progress in the Middle East// Marine Drugs, 2022, 303.

Das, S. ; De, M.; Ganguly, D. ; Maiti, K. T. ; Mukherjee, A. ; Jana, K. T. Depth Integrated Microbial Community and Physico-Chemical Properties in Mangrove Soil of Sundarban, India// Scientific Research, 2012, 234-240.

Delmis, del C. The Mangrove Forest: Student Handbook. Puerto Rico : The University of Puerto Rico Sea Grant Program, 2023, 36.

Ellison, J.C. Long-term retrospection on mangrove development using sediment cores and pollen analysis: A review. Tasmania, Australia, University of Tasmania, 2008.

Ellison, J.C. How South Pacific Mangroves May Respond to Predicted Climate Change and Sea Level Rise// Climate Change in the South Pacific/book auth. Gillespie A.and Burns W., Dordrech, Netherlands, 2000.

FAO. THE WORLD'S MANGROVES 2000-2020, Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023.

Faour, Gh. Syrian Sea Level Rise Vulnerability Assessment 2000-2100, Damascus, UNDP, 2007.

Feller, C. Mangrove // National Museum of Natural History. National Museum of Natural History, April, 2018. <https://ocean.si.edu/ocean-life/plants-algae/mangroves>.

Ferreira, T.O. ; Otero, X.L. ; Junior, V.S.; Vidal T.P.; Macías, F. ; Firme, L.P. Spatial patterns of soil attributes and components in a mangrove system in Southeast Brazil, Sao Paulo, 2010.

Florida University of Mangrove Species Profiles// Florida Museum of Natural History, March,10,2018.<https://www.floridamuseum.ufl.edu/southflorida/habitats/mangroves/adaptations>.

Gilman, E.L; Ellison, J.; Duke, N.C.; Field, C. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review// Aquatic Botany. Journal of Computer and Communications, 2008, 6, 237-250.

Hausfather, Z. How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change// Carbon Brief. April,19,2018. <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>.

Hoff, R. ; Michel, J.; Hensel, Ph.; Proffitt, E.C.; Delgado, P.; Shigenaka, G.; Yender, R.; Mearns, A.J. Oil Spills in Mangroves; Planning & Response Considerations// ResearchGate.July,2010. https://www.researchgate.net/publication/268804939_Oil_Spills_in_Mangroves_Planning_Response_Considerations.

Hogarth, P.J. Biology of Mangroves – Oxford, England, Oxford University, 1999, 300.

Hossain, M.Z., Aziz B.Ch. and Saha M. L. Relationships between soil physico-chemical properties and total viable bacterial counts in Sunderban mangrove forests// Dhaka Univ. J. Biol. Sci. Bangladesh, Dhaka, Dhaka University, 2012,2,21.

Khan, A. Pakistan bucks global trend with 30-year mangrove expansion// MONGABAY. February, 5, 2024. <https://news.mongabay.com/2024/02/pakistan-bucks-global-trend-with-30-year-mangrove-expansion/>.

Khoury, E. World Food Programme// May,23,2023. <https://www.wfp.org/news/wfp-and-iraq-develop-mangrove-nursery-basra-foster-sustainable-development-and-combat-climate>.

Krauss, K.W.; McKee, K.L.; Lovelock, C.; Cahoon, D. R.; Saintilan, N.; Reef, R.; Chen, L. How mangrove forests adjust to rising sea level// New Phytologist. New Phytologist, 2013, 169-176.

Melana, D. M.; Atchue, J.; Calixto, E.Y.; Edwards, R.; E. Melana, E.; Gonzales, H. Mangrove Management Handbook. Manila, Philippines, United States Agency for International Development, 2000.

Murdiyarso, D.; Purbopuspito, J. ; Kauffman, J.B. ; Warren, M.W.; Sasmito, S.D. ; Donato, D.C. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation// Nature Climate Change, 2015, 1089–1092.

Noor, T.; Batool, N. ; Mazhar, R.; Ilyas, N. Effects of Siltation, Temperature and Salinity on Mangrove , Islamabad, Pakista, European Academic Research, 2015.

Osland, M.J.; Day, R.H.; Hall, C.T.; Feher, L.C.; Armitage, A.R.; Cebrian, J.; Kenneth, H.; Dunton, A. ;Randall, H.; David, A.K.; Amy, K. L.; Aaron, M.; Carolyn, A. W.; Gordon H. A.; Karen C.; Ilka C. Temperature thresholds for black mangrove (*Avicennia germinans*) freeze damage, mortality and recovery in North America: Refining tipping points for range expansion in a warming climate//Journal of Ecology, British Ecological Society, 2020, 47, 654-665.

Peter, K.L. and Sivasothi, N. A Guide to the Mangroves of Singapore: The ecosystem & plant diversity, Jurong East, Singapore, Singapore Science Centre, 2002, 328.

Rambok, E.; Gandaseca, S.; Ahmed, O.H.; Majid, N.M. Comparison of Selected Soil Chemical Properties of Two Different Mangrove Forests in Sarawak// American Journal of Environmental Sciences, American Journal of Environmental Sciences, 2010, 6, 438-441.

Sherman, R.E., Fahey T.J., Howarth R.W. Soil-plant interactions in a neotropical mangrove forest: Iron, phosphorus and sulfur dynamics, *Oecologia*, 1998, 4, 115.

Spalding, M. Mangrove for Coastal defense. *Wetlands International*, 2014.

UNEP, Mangrove restoration paying dividends in Oman// January, 11, 2018.
<https://www.unep.org/news-and-stories/story/mangrove-restoration-paying-dividends-oman>.

UNESCO, International Day for the Conservation of the Mangrove Ecosystem// July, 26, 2023. - <https://www.unesco.org/ar/days/mangrove-ecosystem-conservation>.

Ward, R.D.; Friess, D.A. ; Day, R.H.; MacKenzie, R.A. Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview// *Ecosystem Health and Sustainability*, 2016,e01211, 48-56.

World Bank, Climate Change Knowledge Portal// May,14,2024.
<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>.

WFP Iraq // Official Account on Twitter,June,26,2023.
https://twitter.com/WFP_Iraq/status/1552665557194915840.

مصطلحات البحث

المصطلح العربي	المرادف باللغة الانكليزية	الشرح
النظام الايكولوجي	Ecosystem	يمثل مكانا جغرافيا بيئياً مع ما يحتويه هذا المكان من كائنات حية متعايشة مع بعضها البعض
الاستعادة	Restoration	استرجاع الهيئة الأولى للنظم الإيكولوجية التي تدهورت أو تدمرت، إلى جانب الحفاظ على النظم الإيكولوجية التي ما زالت سليمة.
الخدمات	Services	الفوائد المختلفة التي يستمدّها البشر من النظم الايكولوجية الصحية
البعد الاجتماعي - الاقتصادي	Socioeconomic dimension	التفاعل بين العادات الاجتماعية والاقتصادية لمجموعة من الناس ضمن حيز جغرافي
التعرض	Exposure	مقياس لمكان تواجد ومواقع الأشخاص والممتلكات المعرضين للخطر
الهشاشة	Vulnerability	مقياس لقدرة الأشخاص والبنية التحتية على التعامل مع الخطر
التغير المناخي	Climate Change	التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس
التكيف	Adaptation	هو قدرة المجتمعات والأنظمة الإيكولوجية والاقتصادية والاجتماعية على التأقلم مع التغيرات في نمط الطقس والمناخ.
التخفيف	Mitigation	هو الجهود المبذولة الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة والعوامل التي تساهم في زيادة تركيزها في الغلاف الجوي، بهدف تقليل الأثر السلبي على التغير المناخي.
التوطن	Settling	النقل المتعمد لنوع نباتي أو حيواني إلى بيئة جديدة لم يكن موجود فيها مسبقاً بشكل طبيعي
الفونا البحرية	Marine fauna	الحيوانات التي تعيش في المحيط أو تعتمد عليه في كل أو جزء من حياتها.
الجذر الهوائي	Aerial root	جذر ينشأ من موضع على نبات فوق سطح الأرض أو الماء، مثل الساق.
التكاثر البذري	Sexual Reproduction	إنتاج فرد أو نبات جديد عن طريق جنين البذرة الجنسي والناجح من عملية التلقيح والإخصاب

طرائق إكثار نباتية لا تتطلب وجود بذور بل استخدام أجزاء أخرى من النبات	Vegetative Reproduction	التكاثر الخضري
جزء من نظام بيئي يهيئ ظروف مواتية لتواجد أو عيش كائن ما بصورة طبيعية	Habitat	الموئل
أرض تُغمر موسمياً بالمياه وتتمو فيها نباتات خشبية أكثر من المستنقع، وتملك قدرة على الصرف.	Marsh	السيخة
الأراضي الشاطئية التي ستصبح تحت سطح الماء في حال ارتفاع مستوى سطح البحر	Inundation lands	المناطق المهدة بالغمر
العملية التي يؤدي من خلالها ارتفاع مستوى سطح البحر المحلي، وحركة الأمواج القوية، والفيضانات الساحلية إلى تآكل أو حمل الصخور والترربة	Coastal erosion	الحت البحري
العملية التي يصبح فيها الجسم المائي غنياً بالمواد المغذية بشكل مفرط، مما يؤدي إلى زيادة في إنتاج الطحالب والنباتات	Eutrophication	الافراط "الإثراء" الغذائي
المنطقة التي يلتقي فيها البحر باليابسة بين ارتفاع المد وانخفاض الجزر	Intertidal zone	المنطقة المد - جزرية
المادة العضوية المتجددة التي تشكلها النباتات عبر عملية التمثيل الضوئي	Biomass	الكتلة الحيوية

Assessment of the Potential Introduction of Mangrove Forests into the Syrian Coast as an Adaptive Measure to Climate Changes

Executive summary

This study aims to investigate the status quo for the climate of the coastal region, in the governorates of Latakia and Tartous, additionally, forecast future climate changes in the region up to the year 2100, and assess the suitability of introducing mangrove trees as an adaptive measure to anticipated future climate changes, as well as to identify suitable sites for their introduction.

This study was prepared through field visits to various areas of the Syrian coast and conducting a scientific description of the current situation from 01/04/2024 to 01/07/2024, it also included reviewing the available related studies to reach conclusions, discussing them, and providing supportive pieces of evidence.

The studied area suffers from degradation due to several factors such as human activity, pollution, climate change, and extreme weather events. The research concluded that this degradation could be addressed by introducing mangrove trees along the Syrian coast. It also identified suitable areas for establishment, including low-lying coastal regions and estuaries, and emphasized the necessity of initiating implementation from now to face future climate changes.

Keywords: mangrove forests, climate change, adaptation, ecosystem services, Syrian coast.

Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Syrian Virtual University



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة الافتراضية السورية

Assessment of the Potential Introduction of Mangrove Forests into the Syrian Coast as an Adaptive Measure to Climate Changes

**A Research Project Submitted as a Partial Requirement for a
Master's Degree in Integrated Management of Natural Resources**

Prepared by

Eng. Bahaa AHMAD

bahaa.s.ahmad@gmail.com

Supervised by

Prof. Dr. Amir IBRAHIM

Academic Year 2023–2024 (Semester F23)

July 2024