African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 3, Issue 4, October - December 2024
Page No: 141-153
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2024: 0.877 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.55**

مراجعة حول تأثير التغيرات المناخية على الكائنات البحرية والتنوع الحيوي على الساحل الليبي ودول حوض المتوسط

رتاج فتحي الرماح [1*]، نجاح سالم على الحاج يحي [2]، سوزان أحمد بن طاهر[3]، زهور سعد لحرش [4]، يوسف محمد خليفة [5]
[1،2،3،4،5] المركز الليبي لأبحاث تغير المناخ، جنزور، ليبيا
[4] المركز الليبي للبحوث والتقنيات الحيوية، طرابلس، ليبيا
[5] الهيئة الليبية للبحث العلمي، ليبيا

Review on the impact of climate change on marine organisms and biodiversity on the Libyan coast and the Mediterranean countries

Retaj Fathy Altrhony [1*], Najah Salim Ali Alhaaj Yahy [2], Suzan Ahmed Bentaher [3], Zuhur S. Lahrsh [4], Yosof M. Khalifa [5]
[1,2,3,4,5] Libyan Center for Climate Change Research, Janzour, Libya
[4] Libyan Center for Research and Biotechnology, Tripoli, Libya
[5] Libyan Authority for Scientific Research, Libya

[*]*Corresponding author:* retaj.f.altrhony@gmail.com

Received: August 27, 2024	Accepted: October 06, 2024	Published: October 12, 2024

الملخص:
التغير المناخي هو أحد أهم التحديات العالمية في العالم اليوم، حيث يؤثر على مختلف النظم البيئية والتنوع الحيوي في كافة أنحاء العالم. تقدم ورقة المراجعة هذه نظرة شاملة على الأبحاث والدراسات السابقة والقائمة حول تأثيرات التغير المناخي على التنوع الحيوي على الساحل الليبي وبعض الأبحاث والدراسات في دول حوض المتوسط. وتسلط الضوء على الطرق المختلفة التي يؤثر بها التغير المناخي على نظم البيئة والأنواع في المنطقة. تناولت المراجعة أيضًا الآثار المحتملة للجهود التي تكاد تكون منعدمة في ليبيا للحفاظ على التنوع الحيوي وتؤكد على ضرورة تبني استراتيجيات للتكيف والتخفيف من التأثيرات السلبية للتغير المناخي على التنوع الحيوي في البلاد. ومن خلال هذه المراجعة تبين الحاجة الملحة لاتخاذ إجراءات للحماية والحفاظ على النظم البيئية والأنواع الفريدة في المنطقة لمواجهة تغير المناخ المستمر. ومن ناحية أخرى تعد هذه الورقة مصدرًا قيمًا للباحثين وصانعي القرارات وللمنظمات المهتمة بالبيئة وتوفر أساسًا للدراسات المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ، النظم البيئية، التنوع الحيوي، ليبيا، استراتيجيات التكيف والتخفيف.

Abstract:
Climate change is one of the most significant global challenges today, affecting various ecosystems and biodiversity worldwide. This review paper provides a comprehensive overview of previous and ongoing research and studies on the impacts of climate change on biodiversity along the Libyan coast, as well as some research and studies in Mediterranean basin countries. It highlights the various ways in which climate change affects ecosystems and species in the region. The review also addresses the potential effects of the nearly nonexistent efforts in Libya to preserve biodiversity and emphasizes the need to adopt adaptive management strategies to mitigate the negative impacts of climate change on biodiversity in the country. Through this review, the urgent need for actions to protect and conserve the unique ecosystems and species in the region to confront ongoing climate change is evident. On the other hand, this paper serves as a valuable resource for researchers, policymakers, and environmental organizations, and provides a foundation for future research.

Keywords: Climate change; Ecosystems; Biodiversity; Libya; Adaptation and mitigation strategies.

1- المقدمة:

نتيجة للتغيرات المناخية تشهد الكائنات البحرية والتنوع الحيوي في المحيطات والبحار تغيرات كارتفاع درجة حرارة مياهها، وارتفاع منسوبها، وزيادة حموضتها مما يؤثر على البيئات البحرية ويتسبب في تغيرات شديدة مثل انخفاض مستويات الأكسجين، تقليل من توافر الكالسيوم لبناء الأصداف، تبييض للشعاب المرجانية، وانتشار الأمراض والأوبئة. تعتبر هذه الظواهر مصدر قلق عالمي، كما أنها تهدد الاستدامة البيئية للمحيطات والبحار. ومن ناحية أخرى فهناك العديد من الأثار الاجتماعية والاقتصادية على المجتمعات والتي تؤثر بشكل مباشر على المجتمعات الساحلية والتي تعتمد على الصيد كفرص عمل وحيدة لذلك فهم معرضون لفقدان فرص عملهم، وكذلك فان تناقص الثروة السمكية والبحرية بصفة عامة سيؤثر على الأمن الغذائي خاصة على سكان المناطق الساحلية وعلى المجتمع بصفة عامة.

يُعَتَبَر البحر الأبيض المتوسط من البحار شبه المغلقة، طبقا للمادة 122 من اتفاقية قانون البحار لعام 1982 [1]، ويمثل حوالي 0.7 من مساحة البحار والمحيطات، ويغطي مساحة تقدر بحوالي 2.5 مليون كم^2 او 965.000 ميل مربع. وبذلك يكون أكبر البحار في العالم، يتصل بالمحيط الأطلسي عن طريق مضيق جبل طارق، ويتصل بالبحر الأسود عن طريق مضيق الدردنيل، وبالبحر الأحمر، عن طريق قناة السويس، كما انه يتميز بنظام بيئي بحري غني بالتنوع الحيوي، ولكنها تواجه حاليًا العديد من التحديات البيئية منها التغير المناخ. يتمثل التأثير المباشر في ارتفاع درجات حرارة المياه الذي يؤدي إلى إذابة الجليد القطبي وتمدد المياه، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر وغمر المناطق الساحلية. وكذلك تحمض المحيطات الذي يتكون نتيجة امتصاص المياه لكميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي التي يؤدي بدوره إلى انخفاض درجة الحموضة (pH) في المياه، مما يؤثر على الكائنات البحرية. أما الغير المباشر فهو الذي يؤثر على المناخ المحلي والإقليمي لان تغير درجات الحرارة والتيارات المحيطية يؤدي إلى تغير في الأنماط المناخية المحلية والإقليمية، مثل هطول الأمطار والرياح. نتيجة التغير في درجات الحرارة والملوحة والحموضة ويؤثر على النظم البيئية البحرية وعلى توزيعها ونشاطها، مما قد يؤدي إلى تغيرات في تركيبة وتوازن النظام البيئي البحري.

وكذلك فان منطقة البحر الأبيض المتوسط تعتبر مكانًا مكتظًا بالسكان، حيث يبلغ عدد السكان أكثر من 130 مليون نسمة مع وجود أعداد كبيرة من السياح تصل الى (200 مليون سائح سنويًا تقريبًا). حيث تؤدى هذه الكثافة الهائلة للسكان إلى تدهور بيئي مكثف من خلال التنمية الساحلية والتلوث واستهلاك مفرط في الموارد الطبيعية وهذ يعتبر من العوامل الرئيسية التي تؤثر على تنوع الحياة البحرية [2].

يزخر الساحل الليبي بمجموعة متنوعة من النظم البيئية البحرية، بما في ذلك الشعاب المرجانية، والمروج والأعشاب البحرية، والأراضي الرملية، والمستنقعات المالحة [3]. توفر هذه النظم المختلفة موطنًا حيويًا للكثير من الكائنات البحرية، بما في ذلك الأسماك واللافقاريات والطيور المائية والثدييات البحرية. كما انه يعتبر موطنًا للعديد من الأنواع المهددة بالانقراض وذات الأهمية الحيوية عالية. على سبيل المثال، تعتبر سلاحف البحر التي تتواجد على طول الساحل الليبي من أنواع الحيوانات المهددة بالانقراض. كما يأتي الساحل الليبي على رأس ممر هجرة الطيور المائية، حيث تستخدم العديد من الطيور المهاجرة الساحل كمحطة توقف خلال رحلاتها الهجرية وتتأثر بشكل مباشر بالتغيرات المناخية. ونتيجة لتعرض الأنظمة البيئية المتعددة للخطر، تعمل الحكومة الليبية والمنظمات البيئية المحلية والدولية على حماية وإدارة الساحل الليبي وموارده البحرية، تشمل الجهود المبذولة تنفيذ برامج لمراقبة البيئة، وتشجيع الصيد المستدام، وتعزيز الوعي البيئي بالتغيرات المناخية والتعليم، وإقامة مناطق بحرية محمية لحماية الأنظمة البيئية الهشة والأنواع المهددة بالانقراض.

تطل ليبيا على البحر الأبيض المتوسط بساحل يمتد لحوالي 2000 كيلومتر ويشكل حوالي 36% من الساحل الجنوبي للبحر الأبيض المتوسط، يمكن تقسيم المناطق البحرية قبالة الساحل الليبي الى ثلاث مناطق رئيسية، ترتبط بشكل وثيق بالملامح الجغرافية للقارة الأفريقية. المنطقة الأولى والأكبر منها تحتوي على منصة مركزية متساوية نسبيًا بمساحة حوالي 50.000 كيلومتر مربع وتمتد إلى خليج قابس، يبلغ عمقها أقل من 200 متر، بينما انحدارها أقل من 1% [4]. المنطقتان الآخرتان يتجاوز عمقهما 200م. وتتميز المنطقة الشمالية بوجود حوض عميق تحت الماء ذو تضاريس وعرة متصل بمنخفضي بانتيليريا وليانوزا. أما المنطقة الأخرى الواقعة شرق خط طول13 درجة شرقًا، فهي تشكل شبه قارة طرابلس الذي تربط الكتلة الأرضية الليبية بضفتي مالطا وميدينا عبر سلسلة من التلال يتراوح عمقها بين 200 إلى 500م وتتميز بتضاريس بحرية متجانسة نسبيا بعمق يتجاوز دائما 200 متر. تحتوي على واديين كبيرين تحت الماء، أحدهما يمتد من طرابلس باتجاه الجنوب الشرقي الى الشمال الغربي والأخر يمتد بمحاذاة جزيرة مالطا. وهناك سلسلة من الحواف الصخرية المنتظمة نسبيًا إلى عمق حوالي 30 مترًا، وهي منصة مخفية في بعض الأماكن بواسطة رواسب رملية مختلفة السماكة. والجرف القاري (المنطقة الانتقالية بين القارة والمنطقة البحرية العميقة) في الجزء الشرقي من الساحل الليبي وخاصة في منطقة برقة ضيق وشديد الانحدار، ويشكل هامش قاري ضيق وحاد منفصل عن سلسلة جبال المتوسط بواسطة شق ضيق وعميق بأعماق مائية بين 2500-3000 متر. قد يمثل هذا الشق صدعًا جيولوجيًا كبيرًا.

قارن باحثون [5] بين نماذج توزيع الأنواع و توقعات مستمدة من نموذج هجين يربط بين توزيع الأنواع ونموذج غذائي متعدد الأنواع في البحر الأبيض المتوسط. أظهرت نتائجهم أن النموذج الذي يدمج حساب التفاعلات الغذائية يقدم توقعات أكثر دقة للتنوع الحيوي المستقبلي في البحر الأبيض المتوسط. أما نماذج توزيع الأنواع فهي تشير الى زيادة تقدير المكاسب ونقصان تقدير الخسائر في تنوع الأنواع بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين، كلا النموذجين أكدا دور الطيور في تشكيل المجتمعات البحرية وأظهرت الدراسة أن التداخل والاستبدال يلعبان دورا متباينا في تشكيل التنوع الحيوي البحري. تدعو هذه النتائج الى تطوير نماذج أكثر دقة لتوقع التغيرات المستقبلية في التنوع الحيوي.

وفي غرب شبه جزيرة البلقان أجريت دراسة [6] هدفت الى دمج علم الوراثة السكانية ونماذج توزيع الأنواع. بالإضافة إلى تأثيرات تغير المناخ ووجود أنواع غازية من جراد البحر وإستاكوزا الغازية على التنوع الحيوي. أظهرت التحليلات الجينية وجود تنوع وراثي محدود بين أفراد النوع، ولكن تمايزًا كبيرًا بين المجموعات السكانية المختلفة، يشير هذا إلى أن هناك عوائق جغرافية أو بيئية تمنع تبادل الجينات بين هذه المجموعات. علاوة على ذلك، كشفت الدراسة عن مستوى مرتفع من التزاوج الداخلي، مما يزيد من خطر ظهور الأمراض الوراثية وانخفاض القدرة على التكيف.

وبحلول عام 2070، من المتوقع أن يفقد 80% من موائل هذا النوع بسبب تغير المناخ. بشكل خاص، تقع 44% من المجموعات السكانية التي تتمتع بتنوع وراثي عالٍ، بما في ذلك سلالات فريدة، في مناطق معرضة لخطر فقدان الموائل. هذه النتائج تشير إلى أن تغير المناخ يمثل تهديدًا كبيرًا لبقاء هذا النوع، خاصةً وأن نماذج توزيع الأنواع تتنبأ بانخفاض كبير في ملاءمة الموائل المستقبلية للاستا كوزا، مما يشير إلى أن تغير المناخ يمثل تهديدا أكبر لجراد البحر الحجري.

التنوع الحيوي هو مصطلح يشير إلى التنوع الكلي للحياة على الأرض، ويشمل التنوع الحيوي ثلاثة مستويات رئيسية: التنوع ألفا (Alpha diversity)، وهو يشير إلى تنوع الأنواع ضمن موطن محدد أو مجتمع بيئي واحد. بمعنى آخر، هو عدد الأنواع المختلفة الموجودة في منطقة صغيرة نسبيًا. التنوع بيتا (Beta diversity)، فهو يصف معدل تغير الأنواع بين مجتمعات بيئية مختلفة، بمعنى آخر، هو مقياس للتنوع بين الموائل المختلفة في منطقة معينة. أما التنوع جاما (Gamma diversity)، فإنه يمثل التنوع الإجمالي للأنواع في منطقة جغرافية واسعة، وهو يشمل كل من التنوع ألفا والتنوع بيتا.

.2. التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ.

1.2- تأثير ارتفاع درجات الحرارة:

إن موجات الحرارة البحرية هي ظاهرة مناخية تؤثر بشكل كبير على البحار والمحيطات وتعتبر جزءًا من تأثيرات التغير المناخي العالمي. لقد شهدت دراسة موجات الحرارة البحرية تقدمًا كبيرًا في السنوات الأخيرة، ولكن لا تزال هناك العديد من الجوانب غير المعروفة، واحدة من التحديات الرئيسية هي عدم وجود تعريف مقبول عالميًا لموجات الحرارة البحرية، مما يجعل من الصعب مقارنة النتائج وتبادل المعلومات بشكل فعال. لذلك يؤدي ارتفاع درجات الحرارة في المحيطات إلى تغيرات في توزيع الأنواع البحرية وزمن استيطانها. يزيد الارتفاع في درجات الحرارة من احتمالية انقراض الأنواع البحرية المعرضة للحرارة الزائدة، مثل الشعاب المرجانية والأعشاب البحرية. وفيما يلي نستعرض بعض الدراسات السابقة حول تأثير ارتفاع درجات الحرارة على التنوع الحيوي في الدول المطلة على البحر الأبيض المتوسط:

استكشفت دراسة [7] التفاعلات التأزرية بين تغير المناخ وتدهور الموائل على توزيع وتعشيش السلاحف البحرية ضخمة الرأس (Caretta caretta) في البحر الأبيض المتوسط. تعتمد هذه السلاحف على البيئتين البحرية والبرية على حد سواء، وتتأثر بالتغيرات التي تحدث في كلا المجالين. تم تحليل التغيرات في مراكز الجاذبية الجغرافية لمدة 10 سنوات لجميع الأعشاش للفترة من 1960 إلى 2020. ومن خلال التركيز على السنوات العشرين الأخيرة، قاموا بدمج المتغيرات الأرضية والبحرية في نموذج توزيع الأنواع، مع مراعاة التباين الزمني باستخدام نهج معايرة متعدد الأزمنة. توصلوا الى أن هناك تحولا كبيرا في مراكز التعشيش نحو الشمال الغربي بحوالي 1300 كم. بيّن نموذج ملاءمة المناخ زيادة ملحوظة في ملائمة المناخ للتعشيش في شمال غرب البحر الأبيض المتوسط مع ارتباط ذلك بزيادة درجة حرارة البحر أما جنوب شرق البحر الأبيض المتوسط كانت الزيادة محدودة للغاية في ملائمة المناخ للتعشيش. أظهرت الدراسة أن الأنشطة البشرية هي العامل الرئيسي الذي يؤثر سلبا على اختيار السلاحف البحرية لمواقع التعشيش كما وجدت الدراسة أن درجة حرارة سطح البحر المثلى للتعشيش تتراوح بين 24 و25 درجة مئوية مما يشير الى أهمية الشواطئ الشمالية الغربية للبحر الأبيض المتوسط كمناطق مستقبلية للتعشيش. من هنا أكدت النتائج على الحاجة الملحة لبدل جهود حماية مكثفة في هذه المناطق لضمان بقاء هذه الأنواع المهددة بالانقراض.

رغم صغر مساحة البحر الأبيض المتوسط نسبيا، قام باحثون [8] بتحليل شامل لبيانات الأقمار الصناعية لتقييم وتوصيف الظاهرة المتزايدة لموجات الحرارة البحرية، مع التركيز على تحليل الاتجاهات طويلة الأجل لهذه الموجات. وقد أظهرت نتائجهم أن تحديد عتبة مساحة دنيا، مثل 5% من مساحة الحوض، كان فعالا في تقليل عدد الحالات المصنفة كموجات حرارة بحرية وذلك بتجنب اعتبار الانحرافات المحلية الصغيرة في درجات حرارة التي لا تلبي معايير موجات الحرارة البحرية، وكشفت الدراسة عن زيادة في تردد وشدة ومدة موجات الحرارة البحرية في البحر الأبيض المتوسط خلال الفترة من 1982

إلى 2021. مع تسجيل ارتفاع أسرع في هذا الظاهرة منذ عام 2000 وخاصة العقد الأخير، ومع ذلك فقد أظهرت الدراسة أيضا وجود تباينات إقليمية كبيرة في خصائص هذه الموجات، مما يؤكد أهمية التحليلات المكانية التفصيلية لفهم هذه الظاهرة المعقدة. هذه النتائج تشير إلى استمرار زيادة تكرار وشدة موجات الحرارة البحرية، وتشير أيضًا إلى تطورات جديدة في هذه الظاهرة على مستوى البحر الأبيض المتوسط.

من المتوقع أن يسفر استمرار تغير المناخ بوتيرته الحالية عن تأثيرات كبيرة على التنوع الحيوي. تتضمن هذه التأثيرات تغيرات في مواطن الأنواع وتركيباتها، مما يؤدي إلى تغيرات في أداء النظم البيئية. أجريت دراسة لتقييم حجم التغيرات المتوقعة في التنوع الحيوي عن طريق تحليل توزيع الأنواع والاستجابةً لتغير المناخ مع التركيز على نسبة الأنواع المحلية المتبقية ومواطنها، قام باحثون بتحليل 97 دراسة حيث تبين أن ارتفاع درجة الحرارة العالمية بدرجة أو درجتين مئويتين سيؤدي إلى فقدان 14% من الأنواع لموائلها المناسبة و35% من مساحة هذه الموائل [9]، وذلك بحسب قياسين لتقييم التنوع الحيوي هما جزء من الأنواع المتبقية (FRS) وجزء من المساحة المتبقية (FRA) ذات المناخ المناسب لكل نوع. قد تكون التأثيرات القوية على الثدييات والنباتات مع انخفاض الأنواع المتبقية بنسبة 19٪. استجابة التنوع الحيوي لتغير المناخ تختلف بشكل كبير بين المجموعات التصنيفية والمناطق الحيوية. ومع ذلك، فإن نتائجهم تشير بشكل قاطع إلى أن تجاوز ارتفاع درجة الحرارة العالمية بمقدار3 درجات مئوية سيؤدي إلى خسائر فادحة في التنوع البيولوجي. لذا، فإن الحد من الاحترار إلى 1.5 درجة مئوية أو أقل، أمر ضروري لحماية التنوع الحيوي والحفاظ على خدمات النظم البيئية.

أوضحت دراسة باستخدام بيانات مناخية من محطات زوارة، نالوت، ويفرن في شمال غرب ليبيا خلال المدّة 1980-2014 اتجاهًا واضحًا لارتفاع متوسط درجات الحرارة السنوية والعظمى والصغرى. وقد تم التوصل إلى هذه النتيجة باستخدام تحليل إحصائي شمل الانحدار الخطي البسيط، حيث أظهرت النتائج دلالة إحصائية عالية على هذا الارتفاع في المحطات الثلاثة [10].

أشارت دراسة أجريت في شمال الجزائر شملت الفترة بين عامي 1931 و1990 [11]، إلى ارتفاع في متوسط درجة الحرارة بمقدار 0.5 درجة مئوية ومن المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة بمقدار 2 درجة مئوية بحلول عام 2050. هذه الزيادة المتوقعة في درجات الحرارة ستؤدي إلى انخفاض موارد المياه، وتدهور الإنتاج الزراعي، وتوسع في رقعة الصحراء مما يؤثر على توزيع التنوع الحيوي وبالتالي يجب إيجاد السبل التي يمكن أن تساهم في التخفيف من التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ.

كشفت دراسات أجريت على البحر الليغوري في إيطاليا [12]عن حدوث تغييرات جوهرية في النظم البيئية البحرية نتيجة لارتفاع درجة حرارة المياه بشكل ملحوظ خلال فترة الثمانينيات والتسعينيات. وقد أدى هذا الارتفاع إلى ظهور أنواع بحرية غريبة، وزيادة في معدلات نفوق الكائنات البحرية، وانتشار الأمراض البحرية. بالإضافة إلى ذلك، تسببت موجات الحر المتكررة في تشكل تجمعات صمغية ضخمة، مما أدى إلى اختناق وتشابك الكائنات الحية القاعية. تشير هذه الدراسات إلى أن الضغوط البشرية والتغيرات المناخية قد تسببت في تحولات مفاجئة في تركيبة الأنواع وبنية المجتمعات البحرية في البحر الليغوري، مما أدى إلى انخفاض التنوع الحيوي وزيادة هيمنة الأنواع الغريبة. هذه التغيرات تهدد مرونة النظام البيئي البحري وتشير إلى احتمال حدوث تغييرات أكثر تطرفًا في المستقبل.

وفى إيطاليا استخدم باحثون الديدان الخيطية لدراسة تأثير التغيرات المناخية الواسعة النطاق على التنوع الحيوي في أعماق البحار، وذلك عن طريق تغيير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه العميقة في شرق البحر الأبيض المتوسط. باستخدام مجموعة بيانات (من عام 1989 إلى 1998)، أشارت النتائج إلى أن تنوع الديدان الخيطية في أعماق البحار يمكن أن يتأثر بشدة وبسرعة بتغيرات درجة الحرارة. يسبب الانخفاض المفاجئ في درجة الحرارة (بحوالي 0.4 درجة مئوية) وتغير الظروف الفيزيائية والكيميائية المعدلة التي حدثت بين عامي 1992 و1994 إلى انخفاض ملحوظ في وفرة الديدان الخيطية وزيادة كبيرة في التنوع. وانخفاض التنوع الوظيفي وتوازن الأنواع، عندما عادت درجة الحرارة إلى الاستقرار (بعد عامي 1994-1995)، عاد التنوع الحيوي جزئيًا إلى قيمه السابقة [13]. استنتج الباحثون أن الحياة البحرية في أعماق البحار هشة للغاية، وأن التنوع الحيوي في هذه البيئة يتأثر بشكل كبير حتى بالتغيرات الطفيفة في درجة الحرارة، مما يؤكد هشاشة هذا النظام البيئي.

أما في تركيا فقد وجد أن الارتفاع في درجات الحرارة يؤثر بشكل ملحوظ على الأنظمة البيئية وخاصة في البحر الأبيض المتوسط. فقد أدى الارتفاع في درجات الحرارة إلى تحويل البحار تدريجيًا إلى بيئات شبيهة بالاستوائية، مما سهل هجرة أنواع بحرية غازية من المناطق الاستوائية إلى هذه المنطقة [14].

2.2- تأثير ارتفاع مستوى سطح البحر:

يؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر إلى تآكل وتدمير المناطق الساحلية الحيوية التي تعدّ ملاذًا للعديد من الكائنات البحرية للتكاثر والتغذية. هذا التهديد المباشر يزيد من خطر انقراض هذه الأنواع ويهدد التوازن البيئي البحري.

تعتبر المناطق الساحلية في البلدان النامية أكثر عرضة لتأثيرات تغير المناخ المتزايدة، ومن المتوقع أن يؤثر تغير المناخ على النظم الإيكولوجية الساحلية والمجتمعات الساحلية بسبب زيادة ارتفاع مستوى سطح البحر، وحدوث العواصف الساحلية وندرة الموارد الطبيعية. تتداخل هذه التأثيرات المناخية مع عوامل الإجهاد البشرية الأخرى مثل التنمية والتعدي والتلوث مما يساهم في تدهور المناطق الساحلية والنظم البيئية، وتزيد من مخاطر الكوارث الساحلية نظرًا لتعقيد التكيف الساحلي وواقع ندرة الموارد المالية والبشرية، يجب على صناع السياسات اتخاذ قرارات صعبة بشأن أولويات استراتيجيات التكيف. تم استخدام تحليل المحتوى لمقترحات المشاريع الخاصة بـ 60 مشروعًا للتكيف الساحلي ممولًا من صناديق التكيف متعددة الأطراف في 39 بلدًا (بالإضافة إلى مشروعين إقليميين) [15]، تم بتصنيف نُهُج التكيف وتقييم المساهمات في القدرة التكيفية. وأشارت نتائجهم إلى أن السياسات والتخطيط وبناء القدرات، بالمقارنة مع الأنشطة التنفيذية الملموسة، قد شكّلت معظم مشاريع التكيف الساحلي في السنوات من 2004 الى 2019. ووجدوا أيضًا تركيزًا مشتركًا على القدرة التكيفية المحددة للمناخ، التي تختلف عن الحاجة الملحة إلى معالجة تأثير تغير المناخ وأولويات التنمية بشكل تآزري. في سياق الموارد المحدودة، تنطوي القرارات بشأن الاستثمار في نُهُج التكيف على مقايضات يجب الاعتراف بها. في حين أن دراسات إقليمية متعددة قد حللت هذه المقايضات، وتوفر الدراسة سياقًا عالميًا وتحدد المجالات المحتملة لنقص الاستثمار للتكيف الساحلي في البلدان النامية.

في مدينة بنغازي الليبية أجريت دراسة هدفت إلى استخدام تقنيات حديثة لتقييم التأثيرات المحتملة لارتفاع منسوب سطح البحر في المنطقة، شملت هذه التقنيات: استخدام نموذج التصغير الإحصائي (SDSM) للتنبؤ بدرجات الحرارة في الفترة من 2010 إلى 2099. الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد المناطق المهددة بالغمر بمياه البحر. وتقييم الآثار البيئية والاقتصادية المحتملة لارتفاع منسوب سطح البحر في المنطقة [16]. بينت النتائج أنه في حال ارتفاع منسوب البحر بمتر واحد، فإن المساحة المغمورة ستتجاوز 5192 هكتارًا. وفي حال ارتفاع منسوب البحر 3 أمتار، فإن المساحة المغمورة ستبلغ 7468 هكتارًا. أما إذا ارتفع منسوب البحر 5 أمتار، فإن المساحة المغمورة ستزيد عن 9080 هكتارًا. ولذلك فانه من الضروري أن يضع المسؤولون والمخططون وصناع القرار في ليبيا نظامًا للإنذار المبكر وإجراءات للتكيف مع هذه الظاهرة والتخفيف من آثارها على المناطق العمرانية.

في البحر الكاتالوني الواقع بين الساحل الأيبيري الشرقي وجزر البليار الذي يشكل جزءًا ممثلًا لحوض البحر الأبيض المتوسط الغربي أجريت دراسة حالة قيمة لتأثيرات تغير المناخ على النظم البيئية [17]. ينعكس الاحتباس الحراري العالمي إقليميًا من خلال ارتفاع مستوى سطح البحر على مدى القرن الماضي، وزيادة درجة حرارة سطحه بنحو1.1 درجة مئوية خلال الفترة من 1976 الى 2011، والملوحة التدريجية للمياه المتوسطة والعميقة وتعزيز التقسيم الطبقي. ومن السيناريوهات المحتملة في البحر الأبيض المتوسط انخفاض كبير في هطول الأمطار والرياح، وارتفاع درجة حرارة المياه السطحية وإطالة فترة التقسيم الطبقي. وتتجلى التأثيرات على النظم الإيكولوجية المتوسطية في توطين الأنواع الطحالبية واللافقارية والفقارية، مما يفضل الأنواع الأكثر محبة للحرارة على الأنواع المعتدلة، حالات النفوق المتزايدة للافقاريات غير المتحركة من مجتمعات الشعاب المرجانية بسبب المياه الدافئة الشاذة خلال الفترة التي يكون فيها الغذاء نادرًا، زيادة في أصغر العوالق النباتية بسبب إطالة فترة التقسيم الطبقي للمياه، انتشار الحيوانات آكلة العوالق الحيوانية بما في ذلك قناديل البحر، وزيادة حموضة مياه البحر بشكل أسرع، مقارنة بالمحيطات العالمية، مصحوبة بانخفاض في القدرة على امتصاص ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

3.2- تأثير تغير نمط وتوزيع الأمطار:

تغير نمط وتوزيع الأمطار يؤثر على تركيز الملوحة في المحيطات والبحار، مما يؤثر على الكائنات البحرية الملتزمة بتلك الظروف المحددة. وقد يتسبب الانخفاض في هطول الأمطار في تلوث المياه العذبة المتدفقة إلى المحيطات بالملوحة الزائدة، مما يؤدي إلى تغيرات في التوزيع الجغرافي للكائنات البحرية.

تعتبر ليبيا من أكثر مناطق العالم جفاف [18] وتتميز بمعدلات أمطار منخفضة ومتغيرة للغاية، وتفتقر إلى مصادر مياه سطحية دائمة، وتغطي الصحراء أكثر من 85% من مساحتها، والجزء المتبقي عبارة عن شريط ساحلي معرض أيضًا للتصحر، لذلك فمن المتوقع أن تواجه ليبيا تحديات خطيرة بشكل كبير بسبب ظاهرة تغير المناخ في العقود القادمة. تعد الأنشطة البشرية السبب الرئيسي لتغير المناخ والاحتباس الحراري على مدى الخمسين عامًا الماضية تسببت هذه الغازات في ارتفاع درجة حرارة الكوكب إلى 1.2 درجة مئوية، وتشير بعض الدراسات في مجال التغيرات المناخية إلى أن معدل سقوط الأمطار شهد انخفاضًا ملحوظًا منذ منتصف القرن الماضي، وانخفاضًا في عدد الأيام الممطرة خلال مواسم الأمطار، وارتفاعًا طفيفًا في متوسط درجات الحرارة السنوية، مصحوباً بزيادة في موجات الحر. كما تشير هذه الدراسات إلى أن سيناريوهات تغير المناخ تتوقع انخفاضًا كبيرًا في كميات الأمطار على ليبيا، قد يصل إلى 40%، وزيادة في بعض الظواهر المناخية المتطرفة الأخرى مثل الفيضانات والسيول المفاجئة والجفاف وموجات الحر.

أن ساحل ليبيا يتميز بوجود العديد من الأراضي الرطبة التي تستخدم كمناطق إيواء للعديد من الطيور البحرية المهاجرة. وتوفر هذه الأراضي المأوى والغذاء ومكان التعشيش للعديد من أنواع الطيور أثناء هجرتها من موطنها إلى مناطق الشتاء

وهو يؤثر فعلًا على الطيور بطرق مختلفة. تعدّ الأمطار والرطوبة من المتغيرات المناخية المهمة للغاية بالنسبة للطيور وتعتمد الطيور البحرية بشكل كبير على الأمطار للحفاظ على موائلها في الأراضي الرطبة. لذلك قام باحثون بتجميع البيانات عن الطيور الشتوية في منطقة خلال الأعوام 2005 - 2010 وتحليلها للتحقيق في علاقاتها ببعض العوامل المناخية، وقد وجد أن انخفاض هطول الأمطار والجفاف لها أثار سلبية على الطيور البحرية المهاجرة التي تقضي فصل الشتاء في ليبيا [19].

4.2- تأثير تغير حموضة المحيطات:

ترتبط حموضة المحيطات ارتباط وثيقا بتغير المناخ، حيث تشترك في نفس الدافع. لقد أدى امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون إلى الحد من مدى الاحتباس الحراري الناتج عن الأنشطة البشرية، كما أدى إلى زيادة تركيز أيونات الهيدروجين على سطح المحيط بنحو 30٪ حتى 2013، وانخفاض تركيز أيونات الكربونات على السطح بنحو 16٪ [20]. ومن المتوقع أن تشتد هذه التأثيرات - حموضة المحيطات - بشكل كبير في المائة عام القادمة. تشير الأدلة المستمدة من التجارب والملاحظات إلى أن حموضة المحيطات في المستقبل ستؤثر على العديد من الكائنات البحرية، مع آثار على النظم البيئية. ويبدو أن الشعاب المرجانية ذات المياه الباردة والدافئة وذات الأهمية البيئية معرضة للخطر بشكل خاص، حيث تتمتع الأخيرة أيضًا بأهمية اقتصادية عالية للعديد من الأقاليم البريطانية الخارجية والعديد من الدول الاستوائية الأخرى. يشكل تحمض المحيطات تهديدًا عالميًا ومن المرجح للغاية أن تتأثر المياه الساحلية والنظم البيئية والموائل في المملكة المتحدة بشكل كبير هذا القرن إذا استمرت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية في الارتفاع. والطريقة الأكثر فعالية للحد من تأثير تحمض المحيطات هي الحد السريع والملموس من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

إن تحمض المحيطات هو نتيجة خطيرة لتغير المناخ وفي هذا الصدد أجريت في الجزائر دراسة تأثيراته معقدة على الكائنات الحية والنظام البيئي [21]، وعلى الرغم من أن اتجاهات تحمض المحيطات والتأثيرات البيولوجية الناتجة عنها من المرجح أن تتفاقم في البحر الأبيض المتوسط، هذه البحيرة شبه المغلقة والمكتظة بالسكان، إلا أن بعض الفجوات المعرفية الأساسية لا تزال قائمة. وتعزى هذه الفجوات إلى كل من القدرة غير المتكافئة على إجراء أبحاث حول تحمض المحيطات بين بلدان البحر الأبيض المتوسط، فضلاً عن التفاعلات البيولوجية والفيزيائية والكيميائية الدقيقة وطويلة الأمد التي تحدد تأثيرات تحمض المحيطات. قام الباحثون بتحليل مجموعة متنوعة من جوانب بحث حموضة المحيطات في منطقة البحر الأبيض المتوسط باستخدام مصدرين هما قاعدة بيانات مركز التنسيق الدولي للتحمض للمحيطات التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، والمسح الموسع. يُظهر التحليل أن هناك تفاوتات جغرافية غير متساوية في بحوث الوصول المفتوح، ويوضح أن كل من أحواض الجزائر- بروفانس والبحر الأيوني هم حاليًا أقل مناطق البحر الأبيض المتوسط دراسة، وانه لا يزال نظام الكربونات غير متوازن في المناطق الساحلية، وهناك نقص في الدراسات طويلة الأمد التي تساعد على فهم التغيرات في حموضة المحيطات عبر البحر الأبيض المتوسط، وأخيرا وجد أن المجموعات الأكثر دراسة من الكائنات الحية هي ذاتية التغذية، في حين أن الميكروبات والرخويات الصغيرة، والإسفنج من بين أقل المجموعات دراسة.

3- الآثار الاجتماعية والاقتصادية الناجمة عن تغيرات المناخ

يؤثر انخفاض مستوى مخزون الأسماك وتغير أنماطها على العمالة الساحلية المعتمدة على الصيد كمصدر رئيسي للدخل، فقد يتسبب التراجع في إمكانية الصيد في فقدان فرص العمل والدخل للمجتمعات الساحلية المعتمدة على الصيد. قد تكون المجتمعات الأصلية المعتمدة على الصيد والاعتماد على الموارد البحرية الأكثر تأثرًا بتغيرات المناخ، حيث يعتمد هؤلاء السكان على المحيطات والبحار للاستدامة الاجتماعية والثقافية، ولذلك فإن تأثيرات المناخ السلبية قد تؤدي إلى تدهور حياتهم وتقلص مجالات العيش التقليدية لديهم.

يؤثر تغير المناخ أيضا على مخزون الأسماك وتوزيعها، مما يؤثر على الأمن الغذائي للمجتمعات التي تعتمد بشكل كبير على الأسماك كمصدر رئيسي للبروتين، وقد يتسبب نقص الموارد البحرية في نقص التغذية وتفاقم مشكلة سوء التغذية في هذه المجتمعات.

إن تغير المناخ نتيجة للعوامل الطبيعية والأنشطة البشرية، يؤثر بشكل كبير على التنوع الحيوي ويقلل الإنتاج الزراعي ويؤثر سلبًا على الأمن الغذائي. وبشكل رئيسي، تتعرض الأنواع المتوطنة والمتأقلمة بشكل ضيق لخطر الانقراض[22]. إن انقراض الأنواع يمثل تهديدًا كبيرًا، حيث تعتمد عليها جميع أشكال الحياة للحصول على الغذاء، وتعتمد عليها صحة أكثر من 60-80% من البشر حول العالم للحصول على الرعاية الصحية الأولية [23]. تم تحديد وتقييم وتلخيص العلاقة بين تغير المناخ والتنوع الحيوي والأمن الغذائي، وبناءً على ذلك تم استخدام البيانات والنماذج المناخية وسيناريوهات الانبعاثات والهجرة والانقراض ومخرجات الدراسات السابقة.

وفي منطقة تاجدمبت في الجزائر قام باحثون بدراسة تطور النباتات في المنطقة، نتيجة لتميز المنطقة بتوزيع نباتي متنوع يتأثر بمجموعة من العوامل البيئية المعقدة، بما في ذلك العوامل المناخية والنشاطات البشرية، وتتميز المنطقة بمناخ شبه جاف وتضاريس متنوعة. استنادًا إلى تحليل نباتي باستخدام طريقة براون - بلانكيه وباستخدام مساحة دنيا تبلغ 100 متر

مربع كحد أدنى للدراسة قام الباحثون بإعداد قائمة تضم 126 نوعًا ينتمون إلى 100 جنس من 40 عائلة[24] . كانت عائلة النجميات هي الأكثر انتشارًا بوجود 23 نوعًا (18.3%)، تليها عائلة البقوليات بـ 12 نوعًا (9.5%) ثم عائلة النجيليات 9 أنواع (7.1%). كانت الأعشاب السنوية النباتية هي الأكثر انتشارا (53.2%)، تليها أنواع الشجيرات المعمرة (32.5%) وأخيرًا الأشجار (14.3%). من الناحية البيوجيوجرافية، كانت النباتات من نوع البحر الأبيض المتوسط هي الأكثر انتشارًا بنسبة 49.6%، بينما كانت الأنواع الأخرى تمتلك نسبًا منخفضة. وتؤكد هذه الدراسة على أهمية إجراء المزيد من الأبحاث لتقييم التغييرات المستقبلية في التنوع النباتي في المنطقة وتطوير استراتيجيات فعالة للحفاظ على هذا الموروث الطبيعي.

يؤدي تغير المناخ إلى تحولات جذرية في التوزيع الجغرافي للأنواع، حيث يهاجر العديد منها إلى ارتفاعات أعلى وخطوط عرض أكثر برودة للبحث عن ظروف بيئية مناسبة. هذا التحول في التوزيع الجغرافي يهدد بتقليص الموائل الطبيعية للعديد من الأنواع، وبالتالي يزيد من خطر انقراضها، خاصة الأنواع المتوطنة التي تعتمد على ظروف محددة لبقائها. أشارت تقديرات سنة 2021 إلى أن أكثر من 1103 نوع قد يواجه خطر الانقراض بحلول نهاية القرن الحالي نتيجة لهذه التغيرات. قد تنقرض نسبة تتراوح بين 21-23% من هذه الأنواع إذا كانت الهجرة غير مقيدة، وبالتالي قد ترتفع هذه النسبة إلى 38-52% في حالة عدم وجود هجرة. تتمتع النباتات بقدرة على التكيف مع التغيرات البيئية السريعة من خلال تغيير صفاتها الظاهرية، ولكن هذه القدرة محدودة. في حين أن المرونة الظاهرية قد تساعد النباتات على التكيف على المدى القصير، إلا أن تغير المناخ المستمر يشكل تهديدًا كبيرًا للأمن الغذائي، خاصة للمناطق التي تعتمد على الزراعة البعلية. فارتفاع درجات الحرارة والجفاف المتكرر يؤديان إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل، مما يهدد سبل عيش الملايين. من المتوقع أن ينخفض الإنتاج الزراعي في أفريقيا بأكثر من 30% بحلول عام 2050، مما يزيد من تفاقم مشكلة الجوع وسوء التغذية. لتجنب هذه العواقب، يجب علينا التحول إلى حلول مستدامة، بدلاً من توسيع الأراضي الزراعية واستغلال الموارد الطبيعية بشكل مفرط، يمكننا التركيز على تقليل هدر الغذاء، ودعم الزراعة المستدامة، والحفاظ على التنوع البيولوجي. من خلال الاستثمار في البحث والتطوير، يمكننا تطوير أصناف محاصيل أكثر مقاومة للتغيرات المناخية، وتعزيز الأمن الغذائي للأجيال القادمة.

تتعرض المناطق الساحلية المتوسطية بشكل خاص للتهديدات نتيجة للسياحة والهجرة الداخلية ونمو السكان، مما يعرض الموائل الطبيعية المتبقية للخطر. أظهرت دراسة شملت 16 دولة متوسطية أن المناطق المحمية الساحلية كانت فعالة في الحفاظ على الموائل الطبيعية من التوسع العمراني خلال الفترة من 2000 إلى 2020 [25]. باستخدام تصميم ما قبل وبعد التحكم والتأثير مع المتغيرات المشتركة ومطابقة الحالات والشواهد، أظهرت المناطق المحمية الساحلية في المنطقة فعالية في الحد من التطوير العمراني، باستثناء فلسطين المحتلة. بشكل عام، كانت المحميات الصارمة من الناحية القانونية أكثر فعالية في حماية التنوع البيولوجي مقارنة بالمحميات ذات الاستخدام المتعدد، باستثناء بعض الحالات في ألبانيا وفرنسا وقبرص. منعت المحميات تمامًا تطوير الأراضي الساحلية، مما يدل على أن المحميات أداة مفيدة للحفاظ على الموائل الساحلية المتوسطية المتضائلة. وتم تحليل العوامل التفسيرية المؤسسية والاجتماعية والاقتصادية والجغرافية المفسرة لفعالية المناطق المحمية على مستوى البلد، ولكن لم يتم العثور على نتائج ملموسة. ومن الناحية الاقتصادية حيث تعتمد العديد من الدول الساحلية بشكل كبير على الصيد والسياحة البحرية كمصدر رئيسي لدخلها ونموها الاقتصادي. ولكن تؤدي تغييرات المناخ إلى حدوث اضطرابات كبيرة في النظم البيئية البحرية، مما يؤثر سلبًا على مخزون الأسماك ويقلل من جودة المياه. هذا بدوره يتسبب في انخفاض إنتاجية الصيد وانخفاض الإيرادات السياحية المرتبطة بالمناظر الطبيعية البحرية والحياة البحرية المتنوعة. ومن ناحية أخرى يؤثر تغير المناخ بشكل كبير على الصناعات البحرية والسياحة بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة حدة العواصف والتي من الممكن أن تؤدي إلى ارتفاع تكاليف التأمين والصيانة والتشغيل، مما يؤثر على الاقتصادية والربحية لهذه الصناعات.

يتطلب الحفاظ على التنوع الحيوي في البحار ضرورة الاعتماد على مؤشرات موثوقة تكشف عن التغيرات في النظم البيئية البحرية. ويعتبر سمك أبو سيف مؤشرا جيدا لهذه التغيرات لأنه يقع في قمة السلسلة الغذائية ويتغدى على مجموعة واسعه من الكائنات الحية، مما يجعله حساسا للتغيرات في وفرة فرائسه، لذلك قام باحثون [26]بدراسة الديناميكا الغذائية لسمك أبو سيف في شمال غرب البحر الأبيض المتوسط خلال الفترة (2012 - 2020)، وذلك من خلال تحليل محتوى المعدة والنظائر المستقرة. أظهرت النتائج أن سمك أبو سيف يتغذى على مجموعة متنوعة من الكائنات الحية، بما في ذلك الأسماك ورأسيات الأرجل والعوالق الحيوانية الهلامية. كما لوحظ تحول في النظام الغذائي حيث زاد استهلاكه لرأسيات الأرجل وانخفض استهلاكه للأسماك مفلطحة الرأس. وكشفت تحليلات النظائر المستقرة أن العوالق الحيوانية الهلامية كانت أيضًا فريسة مهمة، وخاصة بالنسبة لسمك أبو السيف ذو الحجم الصغير. تؤكد هذه النتائج على الطبيعة الانتهازية لسمك أبو سيف، وقدرته على التكيف مع التغيرات في بيئته وأنه قد يكون مؤشرا حساسا للتغيرات البيئية الناجمة عن الصيد الجائر وتغير المناخ.

تتأثر السياحة البحرية أيضا بتغيرات المناخ من خلال زيادة التهديدات البيئية والتأثيرات السلبية على المناظر الطبيعية الساحلية والشعاب المرجانية والحياة البحرية. مما يسبب في تراجع الاهتمام بالسياحة البحرية في المناطق التي تتأثر بشكل كبير بتغيرات المناخ، والذي سيؤدي إلى تراجع الإيرادات السياحية وفقدان فرص العمل في هذا القطاع. من هنا فإن التقليل من تأثير تغيرات المناخ تتطلب استثمارات كبيرة لتعزيز قدرة البنية التحتية الساحلية وتقنيات الملاحة والصيد، ويجب تطوير تقنيات جديدة وتحسين الأساليب والممارسات للتكيف مع التحديات البيئية والاقتصادية الناشئة عن تغيرات المناخ.

أجريت دراسة لمعرفة التغيرات المكانية والزمانية التي طرأت على المجتمعات البحرية في غرب البحر الأبيض المتوسط، بين عامي 1994 إلى 2018م [27]، حيث ركزت على المنطقة الواقعة بين خليج الأسد شمالا الى مضيق جبل طارق جنوبا، واعتمدت على تحليل عينات من المجتمعات البحرية المرتبطة بقاع البحر على طول الجروف القارية ومنحدرات البحار والمحيطات التي جمعت من عمق 25 الى 500 متر. أوضحت نتائجهم وجود اختلافات واضحة في بعض المؤشرات التي تم تحديدها على أنها حساسة لآثار الصيد وتغير المناخ حيث لوحظ انخفاض في تنوع الأنواع من الجنوب الى الشمال مع زيادة الكتلة الحيوية بنفس الاتجاه.

كما لاحظوا زيادة في التنوع البيئي بيتا أي زيادة في تنوع الأنواع بين المناطق المختلفة على مر الزمن، مما يشير الى تغير في تركيبة المجتمعات البحرية وفي الوقت ذاته لاحظوا انخفاض في المستوى الغذائي مما يشير الى تغير في هيكل الشبكة الغذائية البحرية. بالإضافة إلى ذلك لوحظ زيادة في عدة مؤشرات من التنوع الحيوي عند التركيز على اللافقاريات فقط، من هذه المؤشرات مؤشر شانون (لقياس تنوع الأنواع) ومؤشر بيلو(لقياس مدى تساوي توزيع الأفراد عبر الأنواع) ومؤشر الجاكار(لقياس التشابه بين مجموعتين من إجمالي الأنواع الموجودة في مجتمع الدراسة) وأيضا مؤشرات متعلقة بمجتمع الأصناف مثل الكتلة الحيوية والوفرة وكذلك المستوى الغذائي للمجتمع الذي تم دراسته ومتوسط مستوى الغذاء للأنواع.

أظهرت دراسة أجريت في جنوب اليونان [28] أن تغير المناخ يؤثر بشكل كبير على احتمالات انتشار الأنواع الدخيلة، وتوفير الظروف الملائمة لنموها وانتشارها، خاصة مع الزيادة في متوسط درجات الحرارة والتغيرات في أنماط هطول الأمطار وزيادة تركيزات الغازات الدفيئة وارتفاع مستوى سطح البحر. كما تؤدي الزيادة في درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار الى زيادة وتيرة حرائق الغابات بنسبة تتراوح بين 20% و34% مما سيؤدي الى تغييرات جذرية وفقًا لسيناريو تغير المناخ A2 الذي أعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، فإن التغيرات المتوقعة ستؤدي إلى سلسلة من التفاعلات المعقدة في النظم البيئية المحلية اليونانية، وانتشار أنواع غازية. يصعب التنبؤ بدقة بحجم وانتشار هذه الأنواع، وموقع حدود انتشارها، وتغيرات أعدادها، وكذلك تأثير الظروف البيئية المتغيرة على قدرتها على البقاء والتكاثر والانتشار. على المدى القصير، ستختلف أعداد الأنواع الغازية الجديدة، بينما قد تستقر أو تتغير بشكل دوري على المدى الطويل. من خلال دراسة أنماط انتشار الأنواع الغازية في اليونان، أمكن تحديد ثلاثة أنماط رئيسية، الأولى هي الغزو التسلسلي والذي يحدث عندما تنتشر الأنواع الغازية تدريجيًا إلى المناطق المجاورة بسبب ملاءمة الظروف البيئية في هذه المناطق، قشريات كومة القش، وهي أحد أخطر الأنواع الغازية في العالم. والثانية فهي الغزو الحدودي والذي يبدأ من المناطق الحدودية، حيث تنتشر الأنواع الغازية إلى مناطق جديدة بسبب تغير الظروف البيئية، مثل حشرة خنفساء الحبوب، التي تهدد المحاصيل الزراعية. أما الثالثة فهي الغزو الفوق حدودي، حيث تتجاوز الأنواع الغازية حدود بيئتها الطبيعية بسبب تغير كبير في الظروف البيئية، مثل الرخويات المسماة بلح البحر الآسيوي، التي قد تنتشر في بحر إيجة بسبب ارتفاع درجة الحرارة ومن المتوقع أن تغزو أكثر من 25 نوعًا اليونان بحلول عام 2100، مما يهدد التنوع الحيوي ويؤثر سلبًا على البيئة والاقتصاد.

لقد أصبح تغير المناخ أحد أكبر التهديدات للحياة البحرية، ومن المحتمل أن تؤثر تأثيراته بشدة على مصائد الأسماك التي يعتمد عليها ملايين البشر. يعد البحر الأبيض المتوسط أحد أهم بؤر التنوع البيولوجي في العالم حيث ترتفع درجات حرارته بنسبة 25% أسرع من باقي المحيطات. أجريت دراسة لحساب مؤشر الهشاشة لمجموعة من 100 نوع يشكلون 95٪من مصائد البحر الأبيض المتوسط [29]. استخدمت منهجية تقييم المخاطر الناجمة عن تغير المناخ لمصائد الأسماك، وخلصت الدراسة الى أن مصائد الأسماك في شمال البحر الأبيض المتوسط تستهدف أنواعًا أكثر عرضة للخطر من نظيراتها الجنوبية، لوحظ تباين حاد بين شمال وجنوب البحر الأبيض المتوسط، حيث تظهر مصر وليبيا وتونس كأكثر الدول تعرضًا للمخاطر. ساعد هذا التحليل، الذي دمج نهجًا قائمًا على الصفات للأنواع البحرية المستهدفة مع المعايير الاجتماعية والاقتصادية على فهم أفضل لتداعيات تغير المناخ على صيد الأسماك في البحر الأبيض المتوسط وسلط الضوء على المناطق المعرضة للتأثير بشكل خاص.

تعد تربية الأحياء المائية وصيد الأسماك مصادر مهمة للدخل بالإضافة إلى ذلك، تشكل البحار والمياه الداخلية في تركيا مسرحًا لأنشطة اقتصادية واجتماعية متنوعة مثل النقل والسياحة والرياضة، أجريت تحليلات لبيانات طويلة الأمد (1970-2021) لدرجات حرارة سطح البحر في البحار المحيطة بتركيا، والتي جمعتها الهيئة العامة للأرصاد الجوية التركية [30]. كشفت النتائج عن ارتفاع متوسط لدرجات الحرارة تراوح بين 0.4 و1.4 درجة مئوية خلال العقدين الماضيين، مع تسجيل زيادات قصوى وصلت إلى 3.5 درجة مئوية في بعض المناطق.

سميت الكائنات التي استعمرت مناطق جديدة بالأنواع غير الأصلية، حيث شكلت الأعشاب البحرية (الطحالب البحرية الكبيرة) جزءًا مهمًا منها والتي تم إدخالها في جميع أنحاء العالم. حددت التحقيقات العالمية التي أجريت على مدى السنوات العشر الماضية (2014-2023) أكثر من 277 نوعًا من الأعشاب البحرية الغازية. تم العثور على أكثر من 100 نوع غازي من الأعشاب البحرية في أوروبا [31]. تشتهر منطقة شمال شرق المحيط الأطلسي بشكل خاص بإيواء عدد كبير من هذه الأنواع، تم فحص عمليات غزو الأعشاب البحرية من مرحلة إدخالها ونواقل الإدخال إلى نجاحها الغازي، وإثبات كيف يمكن لهذه الأنواع، التي تهدد النظام البيئي، أن تكون موردًا بيئيًا ممتازًا للمركبات النشطة بيولوجيًا ذات الإمكانات الصناعية العالية

والإيرادات الاجتماعية والاقتصادية المرتفعة، فقد تم أيضًا معالجة إدارتها البيئية للأنواع غير الأصيلة، بالإضافة إلى استخداماتها المحتملة كأسمدة حيوية ومواد حيوية وأعلاف وغذاء.

وفي الجزائر أيضا، أجريت دراسة في محمية تونغا الطبيعية في شمال شرق الجزائر[32] ركزت على بيولوجيا تكاثر نوع معين في هذه المنطقة وهو البطة الصدئة (Aythya nyroca)، وهي نوع مصنف عالميًا على أنه "شبه مهدد" بالانقراض وفقا للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (IUCN). وهدفت الدراسة الى تحديد العوامل البيئية المؤثرة على اختيار مواقع العش ونجاح التكاثر لهذا النوع، تم تحليل 50 عشا لتقييم العلاقة بين خصائص الموائل، سمات العش، والمعايير التكاثرية. كشفت النتائج أن (18%) من الأعشاش تعرضت للتطفل، 67% منها من الأعشاش المركزية. تم تطفل 2% فقط من الأعشاش المدروسة من قبل البط الأبيض الوجه الموجود في نفس الموقع. أظهرت النتائج وجود علاقة موجبة بين حجم العش ومساحته وعمقه، وعلاقة عكسية بين حجم العش والمسافة عن النباتات المائية. كما وجد أن التكاثر المتأخر يرتبط بزيادة فرص النجاح، بينما تؤثر الكثافة العالية للأعشاش سلبا على حجم العش ونجاح التكاثر.

توضح دراسة أجريت في مدينة صبراتة الليبية أثر التغير المناخي على البيئة البحرية في حوض البحر المتوسط، تجلى هذا الأثر في تغير في الخصائص الفيزيائية والبيولوجية والبيوجيوكيميائية بدرجات متفاوتة في المكان والزمان. لهذه التغيرات المناخية عواقب وخيمة على الحياة البحرية، وبالتالي دورها كمصدر لتوفير السلع والخدمات، بما في ذلك مصائد الأسماك التي يعتمد عليها ملايين البشر في معيشتهم. يعد البحر المتوسط إحدى النقاط الساخنة للتنوع الحيوي، حيث يحتوي على نسبة تتراوح بين 4% و18% من الأنواع البحرية المعروفة في العالم، مما يمنحه أهمية كبيرة، إذ يمثل مساحة 0.8% من سطح محيطات العالم. كما تعتبر منطقة المتوسط نقطة ساخنة لتغيرات المناخ العالمية [33]. خلصت الدراسة إلى نتائج مفادها وجود تغيير واضح في نطاق التوزع المكاني للعديد من الأنواع المحمية مثل الكوبالي وسمك الببغاء المتوسطي والدلفين وسمك الزعنفة الرمادي، الباراكودا، بانتقالها نحو الشمال نتيجة لارتفاع حرارة مياه المتوسط. زيادة في نطاق وشدة تفشي قنديل البحر الأرجواني، المعروف باسم خياطة المحف الأرجوانية، والعوالق المفترسة ليرقات الأسماك وفرائسها الحيوانية خلال العقود الأخيرة. تعرض مروج الأعشاب البحرية لخطر ارتفاع حرارة مياه البحر، والتي تمثل موطناً مهماً وحوضاً لتخزين الكربون.

أن الضغوط البشرية المتزايدة لها تأثير كبير على التنوع البيولوجي في العديد من المناطق وأنواع الموائل، ففي إسبانيا أكدت دراسة أن تلك العوامل أدت إلى اضطراب توقيت التكاثر لدى الحيوانات والنباتات [34]، وكذلك هجرة الحيوانات مما أدى إلى تغييرات في حجم السكان وتوزيع الأنواع لتحليل تأثير التغيرات المناخية على التوزيع الجغرافي لبعض الأنواع المحددة في أربع دراسات حالة على مستوى حوض مائي في منطقة الأطلسي، وذلك بالمقارنة بين الفترة التاريخية من عام 1950 إلى عام 2018 والفترة المستقبلية من عام 2041 إلى عام 2070. حيث ركز الباحثون على أهمية دمج اتجاهات المناظر الطبيعية لتوقع استجابات أنماط التنوع البيولوجي الرئيسية، تم مقارنة النتائج المستخرجة من الدراسة مع التوقعات المستقبلية للمناخ بناءً على سيناريوهين من سيناريوهات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، هما مسار التركيز التمثيلي (يمثل 4.5 قيمة للإشعاع القسري)، ومسار التركيز التمثيلي 8.5 (يشير إلى سيناريو انبعاثات عالية جدًا من غازات الدفيئة). باستخدام مجموعة من 5 نماذج تم تطويرها في إطار المشروع. تم استخدام مجموعة من خمس نماذج طورت ضمن المشروع، علاوة على ذلك، تم تطبيق منهجيات تقليص الحجم التكميلية، مما يسمح بزيادة الدقة المكانية من حوالي 12 كم إلى حوالي 1 كم في جميع متغيرات المناخ. تم تطوير خرائط تغطية الأرض باستخدام نموذج سيناريوهات المناظر الطبيعية للتنبؤ، أظهرت نتائج التقييم أن تغير المناخ وتطور الغطاء الأرضي سيؤديان إلى ارتفاع في درجات الحرارة وتغير في توزيع الأنواع المعرضة للخطر في جميع مناطق الدراسة. من المتوقع أن تهاجر هذه الأنواع إلى المناطق المرتفعة في مستجمعات المياه بحثًا عن موائل أكثر ملاءمة.

أجرى باحثون دراسة شملت عينة متوازنة تضم 21 دولة في البحر الأبيض المتوسط للفترة من 2001 إلى 2018 [35]، باستخدام طريقة التتبع مع مراعاة عدم التجانس والارتباط بين المقاطع العرضية. تم النظر في حجم الأسماك التي تم إنزالها والقيم التي تم إنزالها في نموذجين. أظهرت النتائج أن زيادة درجة حرارة قاع البحر وسطحه، وتركيز أيون الهيدروجين وملوحة المياه تهدد صناعة الصيد في منطقة البحر الأبيض المتوسط بالنسبة لحجم الأسماك التي يتم اصطيادها، وأن درجة حرارة سطح البحر وملوحة المياه تؤثر سلبًا على قيمة الأسماك التي تم اصطيادها. بالإضافة إلى ذلك، هناك علاقة عكسية، بين عدد السكان ومصائد الأسماك. علاوة على ذلك، يؤثر مؤشر التنمية البشرية، وهو مؤشر لقدرة الدول على التكيف، بشكل إيجابي على صناعة الصيد ويشير إلى أن الدول يمكنها حماية صناعة الصيد من خلال تحسين قدرتها على التكيف. وأخيرا توصلوا لنتائج مفادها عظم مخاطر التغير المناخي على صناعة الصيد في منطقة البحر الأبيض المتوسط، وأن صناعة الصيد تتأثر سلبًا بالتغير المناخي وتفاقم الظروف الاقتصادية والاجتماعية في حالة عدم وجود خطط للتكيف.

4- الخلاصة والتوصيات:

مما سبق تبين تأثير التغيرات المناخية على الكائنات البحرية والتنوع الحيوي بشكل كبير، وتشكل تحديات كبيرة للاستدامة البيئية للبحار. عمومًا، قدمت هذه الورقة مراجعة شاملة، بما توفر لها من مراجع، لتأثيرات التغير المناخي على التنوع

الحيوي على الساحل الليبي ودول حوض المتوسط. جمعت بين المعرفة القائمة واكدت على الحاجة الملحة لاتخاذ إجراءات للحماية والحفاظ على النظم البيئية والأنواع الفريدة في المنطقة لمواجهة تغير المناخ المستمر. وبشكل عام، فلقد تم تسليط الضوء على الحاجة الملحة لاعتماد استراتيجيات تكيف فعالة للتعامل مع هذه التغييرات المتوقعة وإدارة التفاعلات المعقدة بين أنشطة الإنسان والنظم البيئية البحرية على الساحل الليبي وفي منطقة البحر الأبيض المتوسط عامة.

تعد هذه الورقة مصدرًا قيمًا للباحثين وصانعي القرارات وللمنظمات المهتمة بالبيئة للحفاظ على البيئة وتوفر أساسًا للدراسات المستقبلية. وقد خلص الباحثين الى ضرورة اتخاذ بعض الإجراءات الضرورية من أجل حماية هذه الكائنات والتنوع الحيوي، واتخاذ إجراءات فورية وفعالة للتخفيف من آثار التغير المناخي والحفاظ على البيئة البحرية للأجيال القادمة من خلال:

- ضرورة التعامل مع التغيرات المناخية وتأثيراتها على الكائنات البحرية والتنوع الحيوي على نطاق عالمي من خلال تعزيز التعاون الدولي.
- تنفيذ سياسات حماية البيئة البحرية وإدارة الموارد الساحلية بشكل فعال، بما في ذلك إنشاء مناطق بحرية محمية وحظر صيد الأنواع المهددة بالانقراض. يتطلب الأمر تشجيع الاستدامة البيئية لقطاعات استغلال البحار، مثل الصيد البحري والسياحة البحرية، من خلال تنفيذ ممارسات تقليل التأثير البيئي.
- تعزيز البحوث والمراقبة المستمرة للكائنات البحرية والتنوع الحيوي، وتطوير نظم تنبؤات المناخ لمساعدة في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية واتخاذ إجراءات استباقية. وضرورة ووضع استراتيجية للتكيف والتخفيف من أثار التغيرات المناخية.
- قلة الأبحاث والدراسات المحلية حول هذا الموضوع وبالتالي ضرورة إجراء أبحاث علمية ومشاريع عملية لدراسة تأثيرات التغيرات المناخية بعمق على البيئة البحرية والتنوع الحيوي لما لذلك من أهمية عالية لحماية البيئة وضمان الاستدامة البيئية.

5. المراجع:

[1] بن بوبك فاطيمة "نظام برشلونة لحماية البيئة البحرية في بحر الابيض المتوسط," ماجستير, كلية الحقوق و العلوم السياسية, جامعة سعيدة, الجزائر 2010/2009. [Online]. Available: https://budsp.univ-saida.dz/index.php?lvl=notice_display&id=1955

[2] Carlo Nike Bianchi, Carla Morri, Mariachiara Chiantore, Monica Montefalcone, Valeriano Parravicini, and Alessio Roverei, "Mediterranean Sea biodiversity between the legacy from the past and a future of change," in *Life in the Mediterranean Sea: A Look at Habitat Changes*, N. Stambler Ed., 2012, pp. 1-55.

[3] Badalamenti F., Ben Amer I., Dupuy De La Grandrive R., Foulquie M., Milazzo M., Sghaier Y.R., Gomei M. and Limam A. , "SCIENTIFIC FIELD SURVEY REPORT FOR THE DEVELOPMENT OF MARINE PROTECTED AREAS IN LIBYA," *MedpAn soutH proJect tecHnicAl series,* pp. 35-1, 2011.

[4] E. Shakman, "National monitoring programme for Biodiversity in Libya," presented at the Regional Activity Centre for Specially Protected, 2017.

[5] Fabien Moullec, Nicolas Barrier, Sabrine Drira, François Guilhaumon, Tarek Hattab, Myron A. Peck, Yunne-Jai Shin., "Using species distribution models only may underestimate climate change impacts on future marine biodiversity," *Ecological Modelling,* vol ,2022 ,464 .doi: 10.1016/j.ecolmodel.2021.109826.

[6] L. Lovrenčić, M. Temunović, L. Bonassin, F. Grandjean, C. M. Austin, and I. Maguire, "Climate change threatens unique genetic diversity within the Balkan biodiversity hotspot – The case of the endangered stone crayfish," *Global Ecology and Conservation,* vol. 39, 2022, doi: 10.1016/j.gecco.2022.e02301.

[7] C. Mancino, D. Canestrelli, and L. Maiorano, "Going west: Range expansion for loggerhead sea turtles in the Mediterranean Sea under climate change ",*Global Ecology and Conservation,* vol. 38, 2022, doi: 10.1016/j.gecco.2022.e02264.

[8] F. Pastor and S. Khodayar, "Marine heat waves: Characterizing a major climate impact in the Mediterranean," *Sci Total Environ,* vol. 861, pp. 17-1, Feb 25 2023, doi: 10.1/016j.scitotenv.2022.160621.

[9] S. Nunez, E. Arets, R. Alkemade, C. Verwer, and R. Leemans, "Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2 °C enough?," *Climatic Change,* vol. 154, no. 3-4, pp. 351-365, 2019, doi: 10.1007/s10584-019-0-2420x.

[10] الصادق مصطفى سوالم "تحليل اتجاه تغير درجة الحرارة بثلاث محطات مناخية في شمال غرب ليبيا للفترة 1980- 2014 م," فى المؤتمز العلمي السابع لكلية الآداب التغيرات المناخية في ليبيا الاتجاهات) والتداعيات), سرت - ليبيا, 2022: منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سزت -الطبعة الأولى 2022م, pp. 261- 284.

[11] F. Sahnoune, M. Belhamel, M. Zelmat, and R. Kerbachi, "Climate Change in Algeria: Vulnerability and Strategy of Mitigation and Adaptation," *Energy Procedia,* vol. 36, pp. 1286-1294, 2013, doi: 10.1016/j.egypro.2013.07.145.

[12] Bianchi, C. N., Azzola, A., Bertolino, M., Betti, F., Bo, M., Cattaneo-Vietti, R., Cocito, S., Montefalcone, M., Morri, C., Oprandi, A., Peirano, A., Bavestrello, G.., "Consequences of the marine climate and ecosystem shift of the 1980-90s on the Ligurian Sea biodiversity (NW Mediterranean)," *The European Zoological Journal,* vol. 86, no. 1, pp. 458-487, 2019, doi: 10.1080.24750263.2019.1687765/

[13] R. Danovaro, A. Dell'Anno, and A. Pusceddu, "Biodiversity response to climate change in a warm deep sea," *Ecology Letters,* vol. 7, no. 9, pp. 821-828, 2004, doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00634.x.

[14] N. ÖZKAN, "POSSIBLE EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON TURKEY," presented at the International Agricultural, Biological & Life Science Conference, , Edirne, Turkey, 1-3 Sep., 2021.

[15] L. Kuhl, K. Van Maanen, and S. Scyphers, "An analysis of UNFCCC-financed coastal adaptation projects: Assessing patterns of project design and contributions to adaptive capacity," *World Development,* vol. 127, 2020, doi: 10.1016/j.worlddev.2019.104748.

[16] مولود على المفطوف بريبش و اسمهان على المختار عثمان "الآثار المحتملة للتغيرات المناخية على منسوب سطح البحر في النطاق الساحلي لمدينة بنغازي باستخدام التقنيات المكانية," القيت فى مؤتمر ليبيا جيوتك 5, 2023.

[17] E. Calvo *et al.*, "Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea," *Climate Research,* vol ,50 .no. 1, pp. 1-29, 2011, doi: 10.3354/cr01040.

[18] سليمان صالح الباروني "التغير المناخ في ليبيا وأثره على البيئة والموارد المائية," منشورات مركز البحوث والاستشارات-جامعة سرت -ليبيا, 2022.

[19] K. Etayeb and H. Zeyad, "The impact of climate change on population trends of marine birds in Libya," presented at the INOC -IIUM- International Conference on " Oceanography & Sustainable Marine Production: A Challenge of Managing Marine Resources under Climate Change, ICOSMaP" Kuantan- Malaysia, 28-30 October 2016.

[20] C. T. Phillip Williamson, H. F. Colin Brownlee, Andy Ridgwell, D. S. Daniela Schmidt, Jerry Blackford, Toby Tyrrell, and J. Pinnegar, "Impacts of ocean acidification," *MARINE CLIMATE CHANGE IMPACTS PARTNERSHIP: SCIENCE REVIEW. (MCCIP Science Review),* pp. 34-48, 2013, doi: 10.14465/2013.arc05.034-048.

[21] Abed El Rahman Hassoun, Ashley Bantelman, Donata Canu, Steeve Comeau, Charles Galdies, Michele Giani, Michaël Grelaud, Valeria Ibello, Nayrah Shaltout, Patrizia

Ziveri, Jean-Pierre Gattuso, Iris Eline Hendriks, Mohammed Idrissi, Evangelia Krasakopoulou, Cosimo Solidoro, Peter W. Swarzenski and Patrizia Ziver. Ocean acidification research in the Mediterranean Sea: Status, trends and next steps," *Frontiers in Marine Science,* vol. 9, 2022, doi: 10.3389/fmars.2022.892670.

[22] سليم علي كريبة "الآثار البيئية لتغير المناخ: مراجعة شاملة للأسباب والمظاهر والحلول," مجلة العلوم الطبيعية و الحياتية والتطبيقية, vol. 8, no. 1, pp. 19-39, 2024, doi: 10.26389/ajsrp.S270124.

[23] M .G. Muluneh, "Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article," *Agriculture & Food Security,* vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s40066-021-00318-5.

[24] N. Belgacem, H. Okkacha, M. Benchohra, and M. M. Djamel, "Floristic diversity of the Tagdempt region, Tiaret Mountains, Algeria," *Acta Ecologica Sinica,* vol. 40, no. 4, pp. 296-299, 2020, doi: 10.1016/j.chnaes.2020.06.007.

[25] A. Donnelly and D. Rodríguez-Rodríguez, "Effectiveness of protected areas against land development in coastal areas of the Mediterranean global biodiversity hotspot," *Global Ecology and Conservation,* vol. 38, 2022, doi: 10.1016/j.gecco.2022.e02223.

[26] Elena Fern´andez-Corredor, Luca Francotte, Ilaria Martino, Fernando ´A. Fern´andez-´Alvarez, Salvador García-Barcelona, David Macías, Marta Coll, Francisco Ramírez, Joan Navarro, and Joan Gim´enez, "Assessing juvenile swordfish (Xiphias gladius) diet as an indicator of marine ecosystem changes in the northwestern Mediterranean Sea," *Mar Environ Res,* vol. 192, p. 106190, Nov 2023, doi: 10.1016/j.marenvres.2023.106190.

[27] Carlos Veloy, Manuel Hidalgo, Maria Grazia Pennino, Encarnaci´on Garcia, Antonio Esteban, Cristina García-Ruiz, Gregoire Certain, Sandrine Vaz, Ang´elique Jadaud, and Marta Coll. "Spatial-temporal variation of the Western Mediterranean Sea biodiversity along a latitudinal gradient," *Ecological Indicators,* vol. 136, 2022, doi: 10.1016/j.ecolind.2022.108674.

[28] E. M. Walter Leal Filho, Anabela Marisa, Azul Ulisses M., Azeiteiro Henry McGhie, *Handbook of Climate Change Communication*. Hamburg, Germany, 2017, p. 395.

[29] I. Pita, D. Mouillot, F. Moullec, and Y. J. Shin, "Contrasted patterns in climate change risk for Mediterranean fisheries," *Glob Chang Biol,* vol. 27, no. 22, pp. 5920-5933, Nov 2021, doi: 10.1111/gcb.15814.

[30] M. DemİRcan "Climate Change's Impact on Turkish Seas' Temperature and Aquaculture," *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies,* vol. 4, no. 2, pp. 96-108, 2022, doi: 10.53472/jenas.1096917.

[31] L. Pereira, "Non-indigenous seaweeds in the Iberian Peninsula ,Macaronesia Islands (Madeira, Azores, Canary Islands) and Balearic Islands: Biodiversity, ecological impact, invasion dynamics, and potential industrial applications," *Algal Research,* vol. 78, pp. 26-1, 2024, doi: 10.1016/j.algal.2024.103407.

[32] K. Loucif, M. C. Maazi, M. Houhamdi, and H. Chenchouni, "Nest site selection and breeding ecology of the Ferruginous Duck (Aythya nyroca) in Algeria," *Global Ecology and Conservation,* vol. 26, 2021, doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01524.

[33] أمينة صالح أبوبكر "أثر التغير المناخي علي البيئة البحرية في حوض البحر المتوسط," مجلة الريادة للبحوث والانشطة العلمية vol. عدد خاص, pp. 1-17, يوليو 2022 2022.

[34] Andr´e Fonseca, Jo˜ao A. Santos, Sandra Mariza, Mario Santos, Jos´e Martinho, Jos´e Aranha, Daniela Terˆencio, Rui Cortes, Thomas Houet, Gaetan Palka, Cendrine Monye, Alexia Gonz´alez-Ferreras, Ana Sili´o-Calzada, Jo˜ao A. Cabral, Simone Varandas, Edna Cabecinha, "Tackling climate change impacts on biodiversity towards integrative conservation in Atlantic landscapes," *Global Ecology and Conservation,* vol. 38, pp. 19-1, 2022, doi: 10.1016/j.gecco.2022.e02216.

[35] S. F. Nathalie Hilmi, Vicky W. Y. Lam, Mine Cinar, Alain Safa and Juliette Gilloteaux "The Impacts of Environmental and Socio-Economic Risks on the Fisheries in the Mediterranean Region," *Sustainability,* vol. 13, pp. 30-1, May 2021, doi: 10.1016/j.jenvman.2024.120779.