International Journal of Educational Sciences and Arts (IJESA)
Vol. (3), No. (4)
IJESA
April 2024
المجلة الدولية للعلوم التربوية والآداب
الإصدار (3)، العدد (4)

الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية بركاء بسلطنة عمان

علي سعيد البلوشي
أستاذ مشارك، قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان
buloshis@squ.edu.om

رشا مرهون الحضرمية
طالبة بكالوريوس، قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان
rashamarhoun@gmail.com

نور هلال الزهيمية
طالبة بكالوريوس، قسم الجغرافيا، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان
no.2000.ro26@gmail.com

الملخص

ظاهرة المد الأحمر ليست ظاهرة حديثة، بل أنها مرتبطة بالتطور والازدهار المتكرر للهائمات والعوالق النباتية التي رافقت العصور الجيولوجية وتغيرات المناخ القديمة. تعد اليابان أول دولة تمكنت من رصد هذه الظاهرة قبل أكثر من 300 عام، أما ظهورها في دول شبه الجزيرة العربية كان في عام 1976 في سلطنة عمان. تساهم العوامل الطبيعية والبشرية على نمو الطحالب الضارة وازدهار المد الأحمر وخاصة من نوع Dinotlagellates والذي تمثل 78% من العينات التي تم تحليلها في سلطنة عمان. يعمل المد الأحمر على إلحاق الضرر بالنظم البيئية والمجتمعات الساحلية. تهدف الدراسة إلى إبراز الآثار الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية بركاء بسلطنة عمان، بهدف التخفيف الأثار السلبية للظاهرة. اعتمدت منهجية الدراسة على الزيارات الاستطلاعية والمقابلات المباشرة مع الصيادين، إضافة إلى توزيع استبانات على 120 صياد بطريقة العينة العشوائية. من أبرز نتائج الدراسة ان المد الأحمر يتسبب بانتشار الروائح الكريهة في المنطقة بنسبة 99%، مع ضعف الادراك بالآثار السلبية للمد الأحمر على الصحة العامة وتسمم الأسماك. بالنسبة للآثار الاقتصادية فتركزت حول تكاليف التنظيف لمعدات الصيد

International Journal of Educational Sciences and Arts (IJESA)
Vol. (3), No. (4)
IJESA
April 2024
المجلة الدولية للعلوم التربوية والآداب
الإصدار (3)، العدد (4)

بنسبة 94%، مع وجود استغلال العمالة الوافدة ورفع الأسعار أثناء الظاهرة. اهم توصيات الدراسة: تكثيف الدراسات والبحوث وحملات التوعية، إضافة الى تشكيل كيانات محلية داعمة للصيادين للتقليل من آثار المد الأحمر وخاصة الآثار الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: المد الأحمر، الآثار البيئية، التكاليف الاقتصادية، العمالة الوافدة، صندوق دعم، ولاية بركاء.

Environmental and Socio-economic impacts of Red Tide on the fishing community in the Wilayat of Barka - Sultanate of Oman

Ali Saeed Al Balushi
Associate Professor, Department of Geography, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman
buloshis@squ.edu.om

Rasha Marhoon Hadrami
Undergraduate Student, Department of Geography, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman
rashamarhoun@gmail.com

Alzohimiya Nour Hilal
Undergraduate Student, Department of Geography, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman
no.2000.ro26@gmail.com

Abstract

Red tide is not a recent phenomenon. Rather, it is linked to the development and bloom of plankton and phytoplankton that accompanied ancient geological times and climate changes. Japan is the first country that was able to monitor this phenomenon more than 300 years ago, while its appearance in the countries of the Arabian Peninsula was in 1976 in the Sultanate of Oman. Natural and human factors contribute to the growth of harmful algae, which is the main cause of red tide, especially Dinotlagellates, which represents 78% of the samples analyzed in the

Sultanate of Oman. Red tides damage ecosystems and coastal communities. This study mainly aims to highlight the economic, social and environmental impacts of the red tide phenomenon on the fishing community in the Wilayat of Barka in the Sultanate of Oman, and to develop appropriate solutions for fishing communities to mitigate the negative effects of this phenomenon. The study relied in its methodology on a review of previous studies, a field study, and direct interviews with fishermen in Barka State, in addition to questionnaires distributed to 120 fishermen using a random sampling method. One of the most prominent findings of this study is that red tide directly causes air pollution through the spread of unpleasant odors in the region, according to 99% of the sample population. However, what should be noted is that fishermen are completely unaware of the effects of red tide on public health related to the possibility of fish poisoning. As to the economic impacts, 94% of the study population pointed out to cost of cleaning equipment used in the fishing process. The problem was compounded by expatriate workers exploitation of situation by raising the costs of cleaning. Among the most prominent recommendations that came out of the study: conducting further studies and research, raising awareness on negative impacts of red tide and establishing fishermen associations to mitigate the effects of red tide.

Keywords: Red Tide, Environmental Impacts, Economic Costs, Expatriate Workers, Financial Support Fund, Wilayat of Barka.

1. المقدمة

تعد ظاهرة المد الأحمر من الظواهر التي تهاجم المسطحات المائية منذ القدم، ويمكن ربطها بالتغيرات الأحيائية التي رافقت العصور الجيولوجية وتغيرات المناخ القديمة حيث التطور والازدهار المتكرر للهائمات والعوالق النباتية. تساهم العوامل الطبيعية والبشرية في نمو الطحالب الضارة وازدهارها المسبب الرئيس لظاهرة المد الأحمر التي تعمل بدورها على إلحاق الضرر بالنظم البيئية والمجتمعات الساحلية. تذكر

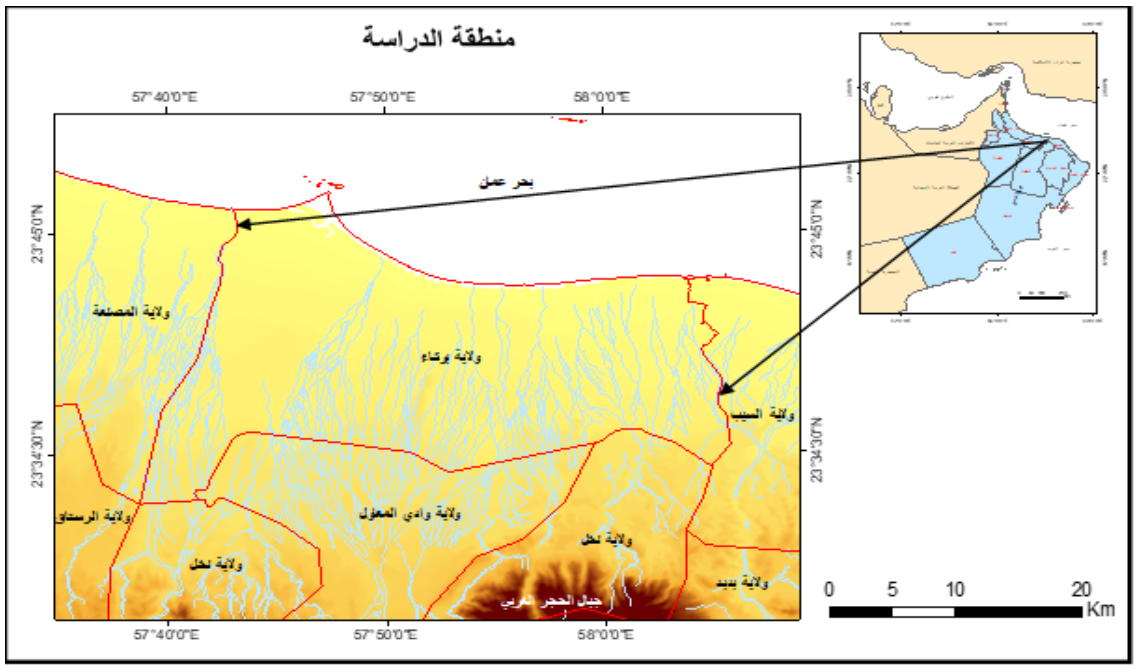
الدراسات أنه ظهر في اليابان قبل أكثر من 300 عام، حيث رصدت 16 حالة، سبع منها في المياه العذبة والباقي في البيئة البحرية (Yasuwo et al., 2000). تم رصد ظاهرة المد الأحمر بشكل متكرر على الصعيد العالمي مثل فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1878 (William,2006). أما ظهورها في دول شبه الجزيرة العربية فقد بدأ في عام 1976 في سلطنة عمان (Anderson et al., 2017)، ثم تلتها البحرين والسعودية عام 1987، والكويت عام 1999، والإمارات عام 2000 (جميل، 2015). وتبين تكرار ظهور المد الأحمر في مياه الخليج وإيران بسبب نشاط الرياح الشتوية في المنطقة (AL-Gheilani et al., 2011; Hreeb et al., 2007).

تهدف الدراسة بشكل رئيس إلى إبراز الآثار الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية بركاء في سلطنة عمان، إضافة إلى مجموعة الأهداف الثانوية متمثلة في استطلاع مدى وعي مجتمع الصيادين بالظاهرة وآثارها السلبية، والتعرف على أبرز آليات رصد ظاهرة المد الأحمر، ووضع حلول مناسبة لمجتمعات الصيادين لتخفيف الأثار السلبية للظاهرة. اعتمدت الدراسة على مراجعة الدراسات السابقة والزيارات الاستطلاعية والمقابلات المباشرة مع الصيادين في ولاية بركاء، إضافة إلى توزيع استبانات على مجتمع الصيادين بطريقة العينة العشوائية ل 120 صيادا، يمثلون 5% من عدد الصيادين في ولاية بركاء البالغ عددهم 2394 صياد (المركز الوطني للإحصاء والمعلومات، 2022)، وقد تم استبعاد 40 استمارة من العينة لعدم اكتمال عناصرها. تتضمن الدراسة مجموعة من المحاور تدور حول الكشف عن الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة، وتاريخ المد الأحمر في سلطنة عمان، وتكرار حدوثه، والكشف عن الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية لظاهرة المد الأحمر على مجتمعات الصيادين في ولاية بركاء.

2. جغرافية منطقة الدراسة

تقع ولاية بركاء في محافظة جنوب الباطنة في شمال سلطنة عمان، وهي ولاية ساحلية تطل على بحر عمان وتمتد بمساحة (730.257918كم). يحدها من الشمال بحر عمان ومن الغرب ولاية المصنعة ومن الجنوب ولاية وادي المعاول ومن الشرق ولاية السيب شكل رقم (1). تعتبر ولاية بركاء من ولايات سهل الباطنة حيث يتكون السهل من المراوح الفيضية التي تشكلها الأودية المنحدرة من جبال الحجر الغربي باتجاه بحر عمان ويشكل وادي المعاول ووادي الطو المراوح الفيضية في بركاء (البلوشي، 2003).

International Journal of Educational Sciences and Arts (IJESA)
Vol. (3), No. (4)
IJESA
April 2024
المجلة الدولية للعلوم التربوية والآداب
الإصدار (3)، العدد (4)



شكل رقم (1): موقع منطقة الدراسة

المصدر: الباحثون اعتمادا على خرائط Google 2023

تشير بيانات محطات الرصد المناخية القريبة من ولاية بركاء إلى أن المناخ السائد فيها مناخ حار جاف، إذ يبلغ متوسط درجات الحرارة 29 درجة سيليزية، ويبلغ المعدل السنوي لكمية الأمطار 89 ملم/السنة، وكون المنطقة ساحلية بلغت معدلات الرطوبة 78.3%، أما سرعة الرياح في المنطقة فتصل 5عقدة (هيئة الطيران المدني، 2023).

بلغ عدد سكان ولاية بركاء عام 2021 حسب مركز الإحصاء الوطني 184.535 نسمة منهم 126.638 عماني و57.897 وافد، ويمارس سكان الولاية عدداً من الحرف كالزراعة والصيد الحرفي حيث وصل عدد الصيادين في عام 2021 ل 2394 صياد وبلغ عدد القوارب 997 قاربا (المركز الوطني للإحصاء والمعلومات، 2022).

3. المد الأحمر في سلطنة عمان

المد الأحمر هي ظاهرة طبيعية تحدث في المياه الساحلية في جميع أنحاء العالم، تسببها أنواع من العوالق النباتية الدقيقة، عادة ما تكون هذه العوالق طحالب وحيدة الخلية، متوفرة في المياه بشكل طبيعي، إلا أنها

تكون في حالة سكون. يوجد ما يقارب 300 نوع من العوالق المسببة للمد الأحمر، 80 نوعا منها يعد ساما. تزدهر تلك الطحالب في حالة توافر مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية، وتعمل في حالة ازدهارها على تغيير لون مياه البحر الى اللون البرتقالي، البني، أو الأخضر، إلا أن اللون السائد هو اللون الأحمر (وزارة الزراعة والثروة السمكية، 2009). يعد وجود كميات كبيرة من المغذيات مثل الفوسفات والأمونيا، وتوفر الإضاءة، وتوافقها مع خواص المياه الفيزيائية الحرارة والكيميائية ودرجة الملوحة ونسبة الأكسجين المذاب في الماء من أبرز العوامل التي تحفز على نشاط تلك العوالق وزيادة نشاطها وتسريع ازدهارها. من ناحية أخرى تعمل ظاهرة الانقلاب المائي(upwelling) على صعود المغذيات من القاع إلى طبقة المياه السطحية والتي بدورها تحفز نمو وتكاثر العوالق النباتية وتغير لون المياه (Branch G. et al., 2013) شكل رقم (2). وقد أشار كل من (Al-Azri et al., 2012; Karbassi et al., 2017; AL-Shehhi et al., 2012) أن التباين السنوي للرياح التي تتعرض لها سواحل سلطنة عمان تساهم في تكون ظاهرة المد الأحمر عبر ظاهرة الانقلاب المائي (upwillng) وتوفير المغذيات للطحالب. كما لوحظ حدوث تكاثرها تزامنا مع فترات الرياح الشتوية التي تنشط في بحر عمان خلال الفترة من يناير إلى إبريل، والرياح الصيفية الموسمية الجنوبية الغربية في بحر العرب في الفترة من مايو الى سبتمبر. كما تشير دراسات أخرى الى أسباب متعلقة بالنينو والتغير المناخي في المسطحات المائية (Branch G. et al., 2013; Rabalais et al., 2009).

من ناحية أخرى تساهم العوامل البشرية في انتشار المد الأحمر عبر إقامة الأنشطة الاقتصادية والسياحية على طول السواحل مثل المصانع، الموانئ، محطات تحلية المياه، مياه الصرف الصحي والزراعي، المدن السياحية، ومشاريع الاستزراع السمكي (Heisler et al., 2008)، حيث تعمل على تصريف مخلفاتها المحتوية على العناصر الغذائية والعناصر الكيميائية في عرض البحر، وبالتالي زيادة نسبة المغذيات وفرص حدوث ظاهرة المد الأحمر (وزارة الزراعة والثروة السمكية، 2009).

بينت الدراسات تكرار ظهور المد الأحمر في مياه دول الخليج العربية والمياه العمانية (AL-Gheilani et al., 2011; Hreeb et al., 2007). وأن هذا التكرار مرتبط بتدفق الكلوروفيل. يذكر (Bakhtiar et al., 2020) أنه بحسب صور الأقمار الصناعية، هناك أربعة مصادر رئيسية لتوسع الكلوروفيل وانتشاره في المنطقة هي: الشواطئ الشمالية الغربية للخليج، ومضيق هرمز، والساحل الشرقي لعمان، والسواحل الشمالية لبحر العرب، وبحر عمان، وحيث أن ظاهرة المد الأحمر في سلطنة عمان ترتبط بمؤشر الكلورفيل تحت سطح البحر فإنها عادة ما تزدهر في الفترة من مايو إلى سبتمبر ومن نوفمبر إلى ديسمبر، في عمق يتراوح

بين 20-40م. بلغت اقصى فترات الازدهار حوالي 1.170 ملليجرام/م3، وقد أدى الى وجود بقع خضراء وحمراء كثيفة من العوالق في المنطقة بين مدخل بحر عمان (رأس الحد) وخليج رأس شريثات وقرب خليج مصيرة وخليج رأس مدركة، والتي منها يتم الانتشار الى بحر عمان والخليج (البلوشي، 2021).

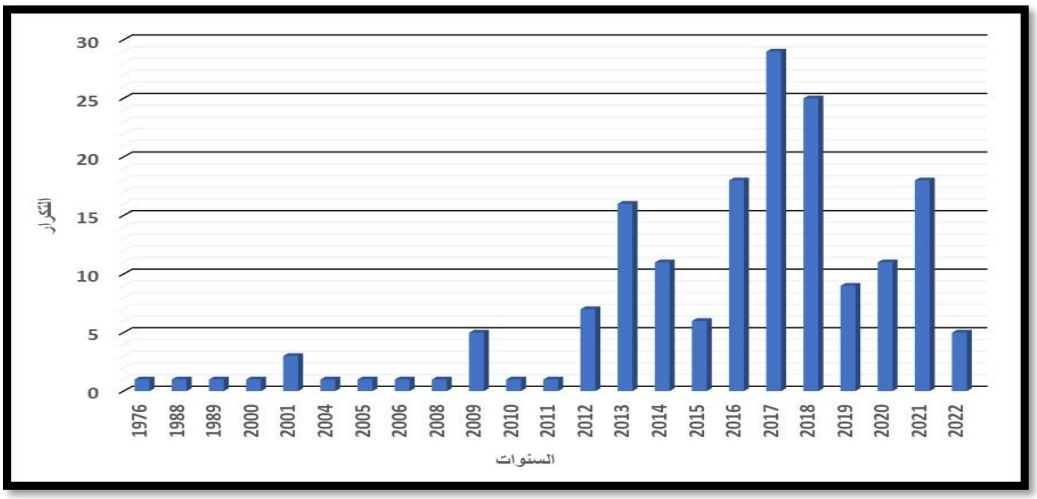
إن معظم العوالق المنتشرة في المياه العمانية والمسببة للمد الأحمر هي من نوع Dinotlagellates وتمثل 78% من العينات التي تم تحليلها (وزارة الزراعة والثروة السمكية، 2009). وأحيانا تكون مصحوبة بطحالب سامة من نوع P. arabianum sp. nov. (Steve et al., 2002). أو من نوع Cochlodinitum polykrikoides (Bauman et al., 2010; AL Bakkari et al., 2016).

شكل (2): ظاهرة المد الأحمر ودورها على تغيير لون المياه في سواحل ولاية بركاء
المصدر: الباحثون، 2023/03/16

من خلال متابعة سجلات الرصد السنوي لظهور المد الأحمر على سواحل سلطنة عمان خلال الفترة من 1976-2023 الشكل رقم (3)، يتضح أن أول حادثة رصد للمد الأحمر كانت في محافظة ظفار عام 1976، وقد سجل عام 2017 أكبر تكرار لانتشار الطحالب بحوالي 19 حالة في سواحل بحر عمان المحصورة بين ولايتي قريات وولاية بركاء لسواحل يزيد طولها على 150كم. كما أشارت عمليات الرصد ان ميناء صحار سجل 13 حالة للمد الأحمر في أربعة أشهر (يناير، يوليو، سبتمبر، ديسمبر) من عام 2018. وفي وقت اجراء الدراسة فإن الأشهر الثلاثة الأولى من عام 2023 سجلت ثلاث حالات للمد الأحمر، حالتان منها في بحر عمان بولاية

شناص والمنطقة المحصورة بين ساحل محافظتي مسقط والشرقية جنوب، وحالة في بحر العرب قبالة سواحل ولاية ومرباط. لقد ترافقت حوادث المد الأحمر في سواحل سلطنة عمان بآثار سلبية من أبرزها:

1) المد الأحمر في المنطقة المحصورة بين السيب والقرم في محافظة مسقط عام 1988 تم تسجيل انخفاض مستويات الأكسجين المذاب في الماء بمعدل يتراوح بين 1.87 ملیلتر/لتر و2.64 ملیلتر/لتر على ساحل الغبرة، متسببة في نفوق نحو 3 إلى 5 أطنان من الكتلة الحيوية البحرية تعود إلى 42 عائلة و52 نوعا (المنظمة الاقليمية لحماية البيئة البحرية، 2003).
2) في سبتمبر عام 1993 تسببت الأنواع السامة (Gonyaulax diegensis) في نفوق حوالي 3 أطنان من الأسماك أغلبها من أسماك السردين بين ميناء السلطان قابوس ومطرح. وفي أغسطس 1994 أدت الظاهرة الى نفوق كميات كبيرة من أسماك الضلعة (المنظمة الاقليمية لحماية البيئة البحرية، 2003).
3) في سبتمبر عام 2000، تعرضت سواحل بركاء الى أكبر حالة نفوق جماعي للكائنات البحرية بسبب المد الأحمر، وقد قدر عدد الأسماك النافقة بين 15 الى 30 طنا منها 95 % من الأسماك القاعية (البلوشي، 2021).



شكل رقم (3): تكرار حدوث المد الأحمر في سواحل سلطنة عمان خلال 1976-2023.
المصدر: الباحثون اعتماد على بيانات مركز العلوم البحرية والسمكية 2023.

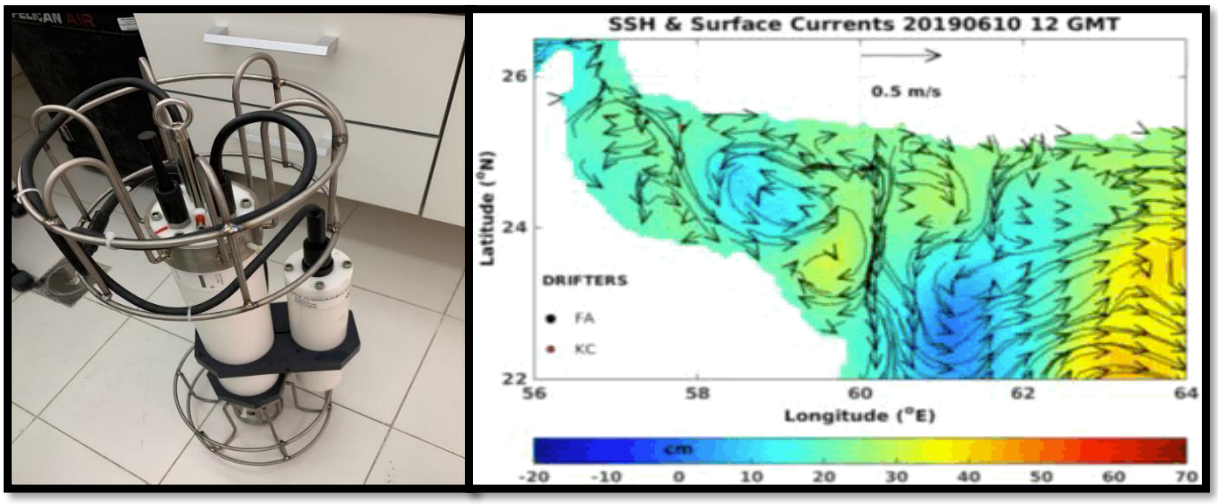
4) في سواحل ولاية دبا بشبه جزيرة مسندم تسببت الظاهرة بأضرار على الشعاب المرجانية والغطاء المرجاني الصلب (Bauman et al., 2010).

5) في ديسمبر عام 2009 تسبب المد الأحمر الذي ضرب سواحل مسقط في نفوق 200 طن من الأسماك والمحاريات.
6) في مارس 2017 تسبب المد الأحمر في تضرر مزارع الروبيان في ولاية سدح بمحافظة ظفار.
7) في مايو في ساحل سداب بمحافظة مسقط تسببت الطحالب من نوع (Prorocentrum gracil) في نفوق اسماك السردين.
8) في فبراير 2020 أدت الطحالب الخضراء من نوع (Noctiluca scintillans) في نفوق أكثر من 10 طن من الأسماك في سواحل الأشخرة بمحافظة الشرقية جنوب، كما تسببت في نفوق الأسماك في سواحل صوقرة بمحافظة الوسطى، كما تأثرت محطة تحلية المياه في ولاية بركاء بمحافظة الباطنة جنوب.
9) في أكتوبر 2021 في ساحل العذيبة بمحافظة مسقط تسبب في نفوق خيار البحر والشعاب المرجانية والمحاريات ذوات الصدفتين (وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، 2023).

إن تكرار ظاهرة المد الأحمر في المياه العمانية أدت إلى تكثيف جهود المؤسسات الحكومية في رصدها وتتبعها ومحاولة تقليل تأثيراتها، وذلك عبر المسوحات والأعمال الميدانية والأبحاث العلمية واستخدام التقنيات والأجهزة. كما يمكن استخدام الاستشعار عن بعد لمراقبة المد الأحمر من خلال دراسة خصائص عديدة لمسبباته مثل تغير درجة حرارة سطح المياه او من خلال تجمعات المادة الخضراء على سطح المياه (السليمان وأبو كريمة، 2010). ومن أبرز الجهود التي قامت بها وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه ممثلة بمركز العلوم البحرية والسمكية ما يلي:

1) المراقبة الدورية للمياه العمانية من خلال أخذ عينات لقياس الكلوروفيل، درجات الحرارة، والضغط باستخدام جهاز (CTD) (Conductivity Temperature Depth) شكل رقم (4).
2) تحليل عينات الطحالب المسببة للمد الأحمر لمعرفة أنواعها وتصنيفيها.
3) تحليل عينات الكائنات البحرية المتأثرة بالظاهرة مثل الأسماك والمحار الذي يعتبر من أفضل الكائنات البحرية في مواقع ازدهار الطحالب التي تكشف عن سمية المياه ومعرفة أنواع الطحالب السامة.
4) يقوم مركز العلوم البحرية والسمكية في الوقت الحالي بتصميم نظام القرارات والمعلومات للمياه الساحلية في سلطنة عمان (DISCO)، يهدف إلى توفير التنبؤات في الوقت الفعلي لظروف الغلاف الجوي وحالة البحر، ومتابعة انتشار وازدهار العوالق النباتية الضارة عن طريق بيانات صور الأقمار الصناعية الشكل رقم (4).

5) استخدام التقنيات الحديثة حيث يوجد تعاون إقليمي بين دول الخليج العربية والمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (ROPME) والتي تستخدم الأقمار الصناعية القطبية بدقة 250-500 متر لمراقبة المحيطات وإنتاج الخرائط المتتبعة لانتشار الطحالب، الأمر الذي يسهل عملية التنبؤ بالمناطق المتأثرة والإنذار المبكر للتقليل من آثارها.



شكل رقم (4): جهاز (CTD) ونموذج لتتبع ظاهرة المد الأحمر التابع لمشروع DISCO
المصدر: وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه، 2023.

4. المناقشة والتحليل لظاهرة المد الأحمر في منطقة الدراسة

4-1 خصائص مجتمع الدراسة

أوضحت التحليلات الإحصائية الوصفية أن الممتهنين لحرفة الصيد جميعهم من الذكور، وهم أكثر المعرضين لحوادث المد الأحمر، وأبرزت الزيارات الميدانية أن دور المرأة يقتصر على الأنشطة المتعلقة بإصلاح الشباك وجمع المحصول السمكي وتخزينه والصناعات التقليدية المرتبطة به. كما أوضحت المقابلات والزيارات الميدانية ونتائج الاستبانة أن الممتهنين تتراوح أعمارهم بين 20-40 سنة بنسبة 70%. وأن جزءاً من أفراد العينة لديهم مستويات تعليمية منخفضة منهم 28.3% لمستوى الإعدادية، و10% لا يقرأ ولا يكتب، وأن غالبيتهم من فئة كبار السن. كما أوضحت التحليلات أن 28.75% فقط من المبحوثين

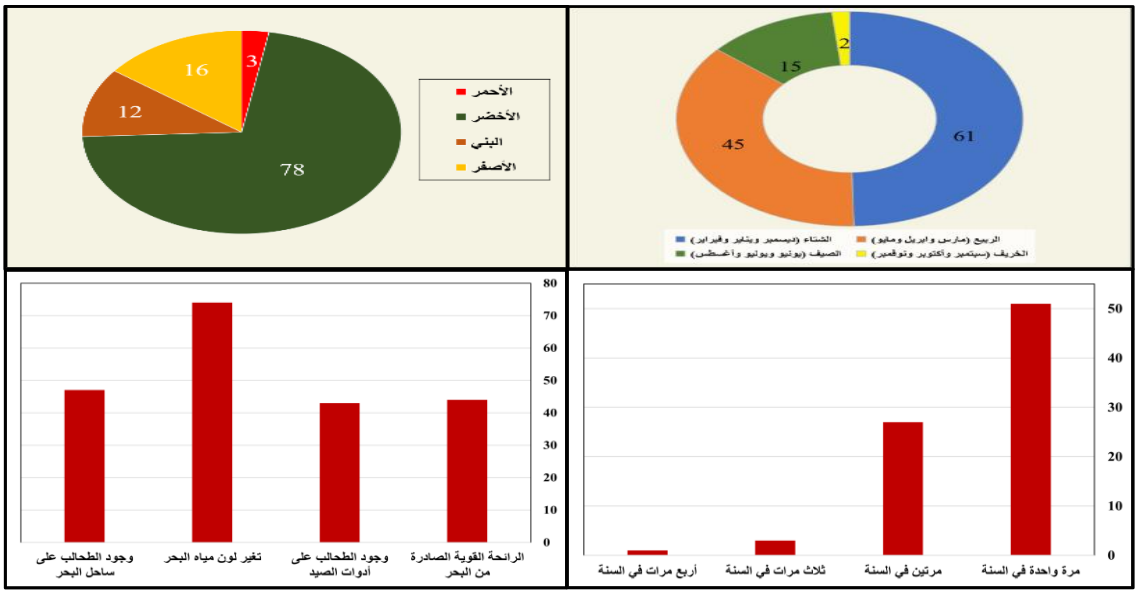
يمتهنون الصيد كمهنة رئيسية. تلك المؤشرات تبرز مجموعة من التحديات في كيفية التعامل مع ظاهرة المد الأحمر سواء من حيث رفع الوعي بطبيعتها وآثارها ومدى نجاح جهود وآليات مكافحتها.

2-4 ملاحظات مجتمع الدراسة لظاهرة المد الأحمر

يشير الشكل رقم (5) إلى الخصائص البيولوجية لظاهرة المد الأحمر حسب الملاحظات اليومية للصيادين في ولاية بركاء، وقد جاءت على النحو التالي:

- اللون الأخضر لظاهرة المد الأحمر هو الأكثر شيوعا في ولاية بركاء، وأكد عليه حوالي 78% من المبحوثين، يليه اللون الأصفر بنسبة 16%. وأوضحت المقابلات الميدانية ان سيادة اللون الأخضر يدل على حيوية الظاهرة وقابليتها للازدهار، أما الألوان الأخرى من الطحالب تشير الى موتها وبداية تحللها وانتشار الروائح الكريهة.
- أكثر الفصول التي تزدهر فيها الظاهرة هو فصل الشتاء بنسبة 61%، وهذا بدوره يعطي مؤشراً لتحري درجات حرارة المياه الملائمة لنمو وانتشار الطحالب المسببة للظاهرة، وكمية الاشعاع الشمسي الواردة، وكذلك دورات الانقلاب المائي ونشاط الرياح الشمالية في فصل الشتاء في بحر عمان.
- يعد تغير لون مياه البحر أكبر مؤشر على وجود المد الأحمر في منطقة الدراسة بنسبة 74%، يليه وجود الطحالب على ساحل البحر بنسبة 47%، فيما لم يؤيد المبحوثون المؤشرات الأخرى، ويدل ذلك ان سكان المناطق الساحلية يهتمون بالظاهرة فقط عبر تغير لون البحر الذي يشاهده الصيادون غالبا، وعدم الاكتراث ببقية المؤشرات التي تدل على انتشار الظاهرة وإهمالهم لها.
- أكد المبحوثون أن ظاهرة المد الأحمر تستمر لمدة لا تقل عن أسبوعين متتاليين بنسبة 50%، في حين يرى 18% منهم أنها تستمر لمدة شهر. ويدل هذا المؤشر إلى أن بقاء الظاهرة بدون وجود مكافحة لها قد يؤدي إلى اتساع نطاق تأثيرها وصعوبة احتوائها، إضافة إلى شدة تأثيرها البيئي والاقتصادي مع بقائها بدون اجراء استباقي للحد من توسعها.
- اتفقت أغلب إجابات المبحوثين بنسبة 51% حول تكرار الظاهرة مرة واحدة في السنة، بينما يرى 27% أن الظاهرة تتكرر مرتين في السنة، وذلك يعني أن عدم اتخاذ إجراءات للحد من انتشارها قد يجعلها أكثر تكرارا وبالتالي أكثر تأثيراً.
- من وجهة نظر المبحوثين يعد التغير المناخي أكثر الأسباب لوجود ظاهرة المد الأحمر وانتشارها في مياه البحر بنسبة 55%، يليها جريان الأودية في البحر بنسبة 40%، أما عبور السفن الكبيرة أخذت نسبة

23%. لذلك يجب دراسة كل الأسباب عند معالجة الظاهرة وفق ملاحظات المبحوثين، ومحاولة إيجاد علاج للتخفيف من آثارها بمشاركة السكان المتضررين المدركين لها.

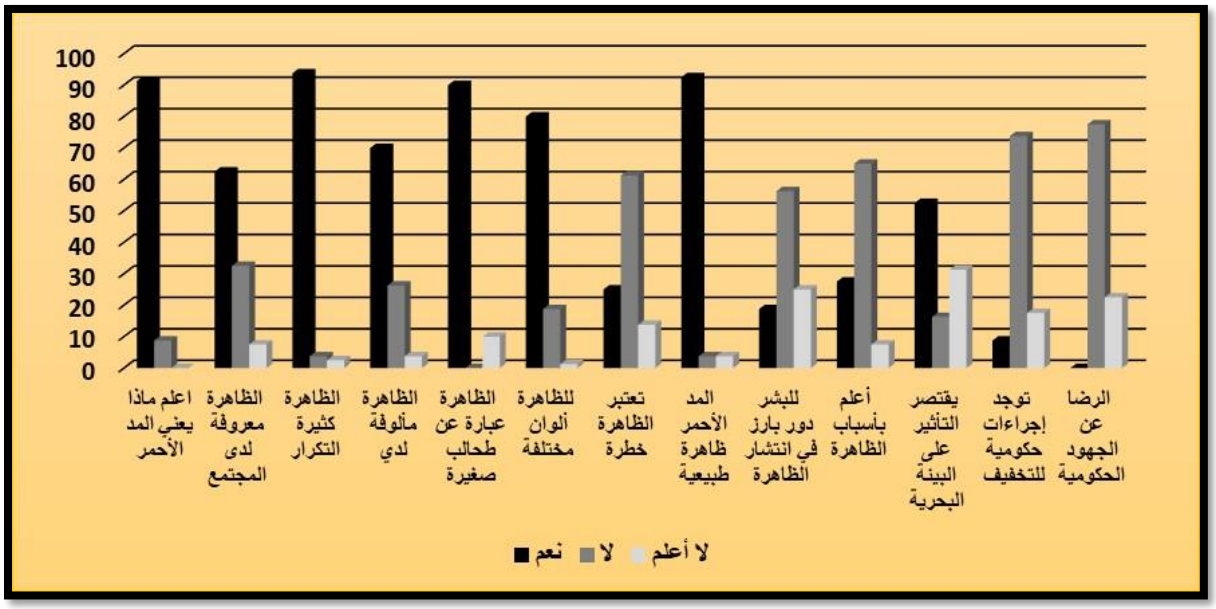


شكل رقم (5): الخصائص البيولوجية لظاهرة المد الأحمر وفق ملاحظات المبحوثين
المصدر: الباحثون، 2023

- الوعي بظاهرة المد الأحمر: دلت إجابات المبحوثين الشكل رقم (6) على مجموعة من الحقائق التي تتطلب مزيدا من الجهود لمعالجة القصور المعرفي للمواطنين حول ظاهرة المد الأحمر أبرزها:
  - 91% من مجتمع الصيادين على معرفة بظاهرة المد الأحمر، وأشار 80% منهم أنها تحدث بسبب ازدهار أنواع عديدة من الطحالب التي تأخذ العديد من الألوان التي بدورها تغير لون مياه البحر. هذه الخاصية لدى مجتمع الدراسة ذات جانب إيجابي متعلق باستثمار تلك المعرفة لإنشاء مجموعات توعوية من ذات المواطنين لتمرير البرامج الموجهة لمكافحة المد الأحمر.
  - ربط حوالي 92.5% حدوث المد الأحمر بالعوامل الطبيعية، وقد حددوا التغير المناخي وجريان الأودية كأسباب رئيسية لحدوثها. وتشير هذه الملاحظة الى تجاهل الكثير من الصيادين للعوامل

البشرية المتعلقة بالأنشطة التنموية للأراضي الساحلية أو بالممارسات الأخرى المتعلقة بسكان المناطق الساحلية كرمي المخلفات والنفايات.

- حوالي 25% من المبحوثين يروا أن الظاهرة لا تسبب خطورة على الأفراد. وهذه الملاحظة تعد مقلقة لأن التحليلات الأخيرة حول الطحالب التي تسبب الظاهرة تعد سامة، وقد تؤدي الى مشاكل مرضية لسكان المناطق الساحلية.
- تشير أراء المبحوثين ضعف دور الحكومة في التخفيف من المد الأحمر بنسبة 73.57%، وانهم غير راضين عن الجهود المبذولة للتخفيف من آثاره بنسبة 77.5%. وتلك النسبتين تحتم على الحكومة القيام بدور أكبر تجاه ظاهرة المد الأحمر.



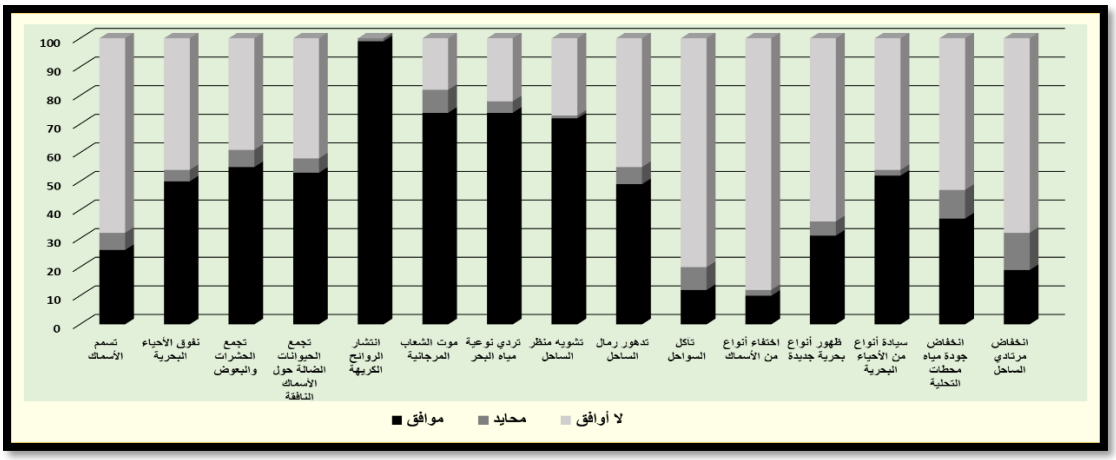
شكل رقم (6) مدى المعرفة لدى عينة الدراسة بالمد الأحمر
المصدر: الباحثون، 2023

International Journal of Educational Sciences and Arts (IJESA)
Vol. (3), No. (4)
IJESA
April 2024
المجلة الدولية للعلوم التربوية والآداب
الإصدار (3)، العدد (4)

3-4 آثار ظاهرة المد الأحمر على مجتمع الدراسة:

1-3-4 الآثار البيئية:

تتسبب ظاهرة المد الأحمر في العديد من الآثار البيئية، فعلى المستوى العالمي أوضح (William, 2006; Bauman, 2010; Berktay, 2011) أن الطحالب المسببة للمد الأحمر تقلل كمية الأكسجين المذاب في المياه، مما يؤدي إلى اختناق الأسماك ونفوقها على الشواطئ مسببة انبعاث روائح كريهة سواء بتحلل الطحالب او تحلل الأسماك النافقة (Anderson et al., 2000)، وبالتالي التقليل من جودة الهواء المحيط (Cheng et al., 2009)، الأمر الذي يؤدي إلى التأثير على السياحة الساحلية والأنشطة الترفيهية. كما أن انتشار الطحالب ذاتها تعمل على ارتفاع سمية الوسط المائي (Cembella et al., 2002; Kim et al., 2002). إضافة الى إلحاق الضرر بالشعاب المرجانية، ونفوق الكائنات البحرية والمستزرعة وموت عشب البحر والمحار والأسماك اليرقية بسبب انخفاض كمية الأوكسجين في الماء نتيجة عمليات التحلل التي تقوم بها العوالق النباتية بعد موتها (AL Bakkari et al., 2016). ويشير الشكل رقم (7) إن أكثر ظاهرة بيئية محسوسة ناتجة عن المد الأحمر لدى الصيادين في منطقة الدراسة هي تلوث الهواء وانتشار الروائح الكريهة في المنطقة بنسبة 99%، يأتي بعدها موت الشعاب المرجاني وتردي نوعية مياه البحر بنسبة 74% لكل منهما على حدة، ثم تشويه منظر الساحل بنسبة 72%.



شكل رقم (7): الآثار البيئية لظاهرة المد الأحمر في منطقة الدراسة
المصدر: الباحثون، 2023.

وعلى الرغم من أن الكثير من الدراسات تشير إلى وجود آثار مباشرة للمد الأحمر على نوعية الأسماك وكمياتها بل وتسممها إلا أن هذه الآثار قليلة الملاحظة لدى سكان مجتمع الدراسة، حيث يرى حوالي 88% ان الظاهرة لا تتسبب في اختفاء الأسماك، و68% بعدم تأثيرها على تسمم الأسماك، و50% من الصيادين يرون أن الظاهرة لا تؤدي إلى نفوق الأسماك والأحياء البحرية، وأكد 52% على سيادة أنواع بحرية دون غيرها. وقد كشفت الزيارات الميدانية عبر مقابلة الصيادين سيادة أسماك الضلعة في مناطق ازدهار الطحالب، حيث أشاروا بأن الطحالب تشكل حاجزا على سطح المياه تمنع وصول الأكسجين والأشعة للأحياء البحرية في الأسفل؛ لذلك تتحرك أسمالك الضلعة باتجاه السطح لمحاولة الحصول على الأكسجين وبالتالي وفرة الأسماك على السطح واصطيادها وبيعها أو استخدامها دون اية فحوصات مخبرية لها، الأمر الذي قد يعرض المستهلكين لأخطار الإصابة بالتسمم.

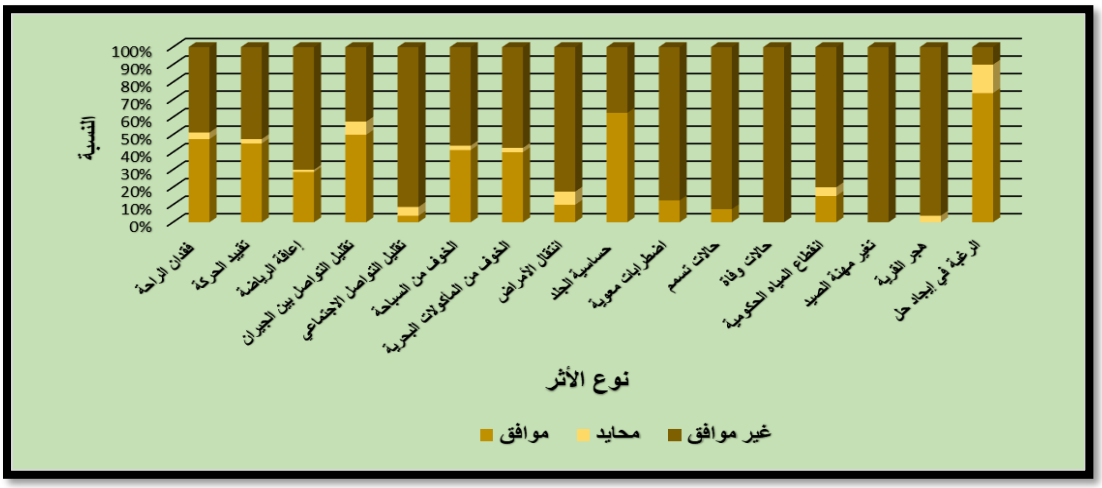
2-3-4 الأثار الصحية والاجتماعية

تم حصر حوالي 60000 حالة من الأمراض المرتبطة بالمد الأحمر المبلغ عنها في جميع أنحاء العالم، مع معدل وفيات قدره 0.15% (Bibak and Hosseini, 2013; Cards, 2018). ومن أبرز الحالات المرضية تهيج الجهاز التنفسي، وظهور حالات تسمم واضطرابات معوية (Islam, 2004). وأشار (Alcock, 2007) أنه تم الإبلاغ عن أن المحاريات تتعرض لتسمم المحار السمي العصبي Neurotoxic Shellfish) (Poisoningعندما يكون ملوثًا بالبريفيتوكسينات المرتبط بحالات ازدهار المد الأحمر. تشمل أعراض NSP النموذجية أعراض الجهاز الهضمي (الغثيان والإسهال وآلام البطن) مصحوبة بأعراض عصبية عرضية (الصداع والدوار وعدم الاتزان). وفي الحالات الشديدة فشل في الجهاز التنفسي. وقد أوضحت التحليلات الإحصائية شكل رقم (8) ان مجتمع الدراسة قد تكيف اجتماعيا مع ظاهرة المد الأحمر، وأن الظاهرة ليس لها آثار اجتماعية أو صحية واضحة المعالم، ومن أبرز ملامح التحليلات للآثار الاجتماعية ما يلي:

- شملت إجابات مجتمع الدراسة بغير موافق على الآثار الاجتماعية بنسب تزيد على 80% كل من: التسبب في حالات الوفاة (100%) وحالات التسمم (92.5)، تقليل التواصل الاجتماعي (91%)، والعمل على انتقال الأمراض (82.5%) والتسبب في الاضطرابات المعوية (87.5%)، والتسبب في حالات انقطاع المياه الحكومية (80%).
- شملت إجابات مجتمع الدراسة بغير موافق على الآثار الاجتماعية بنسب تتراوح بين (50-80%) كل من: العمل على إعاقة الرياضة (70%) الخوف من تناول المأكولات البحرية (57.5%)، الخوف من السباحة

(56%) تقييد الحركة (52.5). تلك الإجابات تحتاج إلى مزيد من الدراسات للتحقق من وجود آثار فعلية بين السكان في مؤشرات متعلقة بالسياحة، حيث أن تركها بدون دراسات قد يؤدي إلى تنامي تلك الآثار مما يؤدي بالإضرار بالقطاع السياحي للمواقع الساحلية والبحرية.

- أكد حوالي 62.5% من مجتمع الدراسة على وجود آثار صحية للمد الأحمر متعلقة بحساسية الجلد والعيون.
- أكد حوالي (74%) من مجتمع الدراسة بالرغبة في إيجاد حل للمشكلة.
- اتضح من التحليلات الإحصائية تمسك أفراد العينة بمهنة الصيد التقليدي وعدم رغبتهم في هجر قراهم بنسبة (96%)على الرغم من المخاطر التي يتسبب بها المد الأحمر.



شكل رقم (8): الآثار البيئية لظاهرة المد الأحمر في ولاية بركاء
المصدر: الباحثون، 2023.

3-3-4 الآثار الاقتصادية:

تعد ظاهرة المد الأحمر مصدرا لعرقلة الملاحة حيث تلتف الطحالب حول محركات القوارب والسفن، وتؤدي الى توقف الأنشطة البشرية على البيئات الساحلية وارتفاع خسائرها الاقتصادية، بالإضافة الى تأثيرها على المشاريع التنموية والأنشطة التي يمارسها الانسان في البيئات الساحلية. كما يتسبب المد الأحمر في خسائر اقتصادية وتوقف محطات تحلية المياه (Richlen et al., 2010; Anderson et al., 2017) وزيادة تكاليف المراقبة وأخذ العينات وخسائر متعلقة بالسياحة (Mindy.2010). واستناداً إلى مجموعة من

البيانات لحالات تفشي المد الأحمر في الفترة من 1987 إلى 2000 في الولايات المتحدة قدرت التكاليف الاقتصادية بحوالي 82 مليون دولار على أنشطة الترفيه والسياحة بمتوسط 4 ملايين دولار سنويا. وفي دراسات أخرى قدر متوسط الخسائر الاقتصادية السنوية بين عامي 1987 و1992 بمبلغ 50 مليون دولار (Alcock, 2007). ومن الواضح ان الأثار الاقتصادية المترتبة على ظاهرة المد الأحمر متعددة في منطقة الدراسة وهذا ما أيدته الزيارات الميدانية الشكل رقم (9)، والتي سجلت العديد من الأضرار الواضحة على القوارب وأدوات الصيد والصيادين.

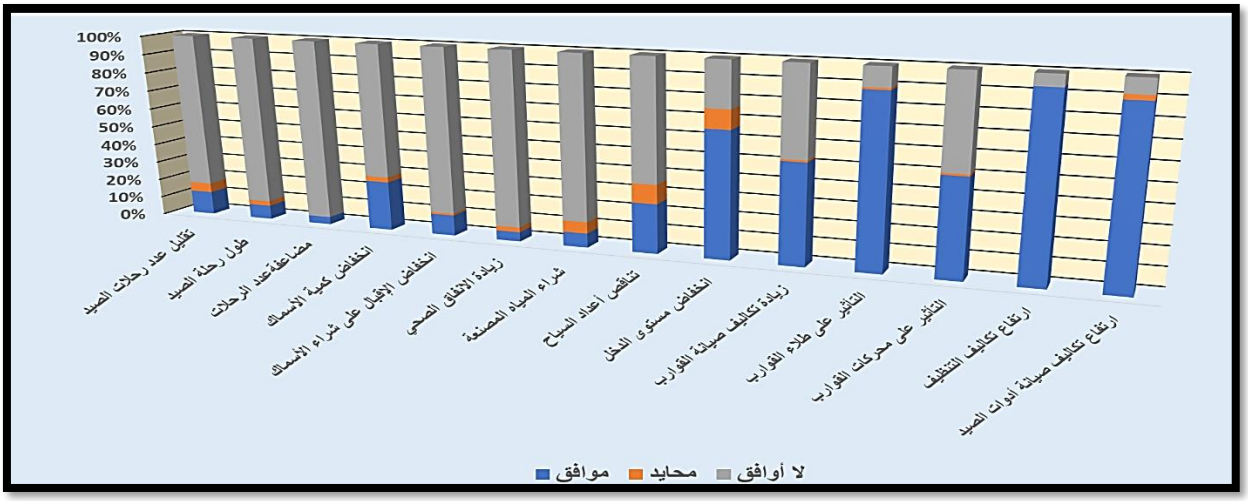
شكل (9): الأثار الاقتصادية لظاهرة المد الأحمر
المصدر: الباحثون، 2023.

ومن أبرز الأضرار الاقتصادية التي اوضحها تحليل الاستبانات الموزعة على مجتمع الصيادين في منطقة الدراسة شكل رقم (10) ما يلي:

- إن التكاليف الاقتصادية تتركز حول ارتفاع تكاليف التنظيف للمعدات المستخدمة في عملية الصيد بنسبة 94%. وما يزيد من معاناة الصيادين هو استغلال العمالة الوافدة العاملة في عملية التنظيف لفترات حدوث المد الأحمر، فقد ارتفعت الكلفة التي يتم إنفاقها على تنظيف أقفاص الصيد (الدوباية) من 0.3

ريال (دولار واحد تقريبا) الى 0.5 ريالا عمانيا (1.5 دولارا تقريبا) للقفص الصغير، أما القفص الكبير فارتفع من 0.6 ريال (1.5 تقريبا) الى حوالي ريال عماني (2.6 دولار).

- ارتفاع تكاليف صيانة وتجديد أدوات الصيد بنسبة 90%، حيث ذكر الصيادون بأن من أكثر القضايا الاقتصادية التي تؤرقهم هو ترك شباك الصيد في البحر أثناء الظاهرة وعدم القدرة على سحبها بسبب زيادة وزنها، وعدم وجود المعدات اللازمة لسحبها، او ان ذات الشباك يتم فقدانها نتيجة القطع من مراسيها، واختفاء العوامات الدالة عليها بسبب زيادة وزنها نتيجة تراكم العوالق عليها، مما يستدعي في كلتا الحالتين خسارة المعدات وشراء معدات جديدة.
- ارتفاع تكاليف صيانة قوارب الصيد بنسبة عامة تقدر بحوالي 52.5% وخاصة طلاء القوارب بنسبة 89%، إضافة الى المخالفات التي يتعرض لها الصيادون من الدوريات البحرية نتيجة تأثر الطلاء. كما تؤثر الظاهرة على زيادة عطل محركات القوارب بنسبة 51%، حيث أشاروا الى التفاف خيوط الطحالب حول المحرك مما يبطئ حركة الدوران وتعطل المحرك. بشكل عام تؤثر الظاهرة على مستوى دخل الصيادين حيث أكد على ذلك حوالي 66% من مجتمع الدراسة.
- وجود آثار اقتصادية متنوعة تصدرتها تناقص أعداد السياح بنسبة 26% وانخفاض كمية الأسماك بنسبة 25% وانخفاض عدد رحلات الصيد بنسبة 12.5%.



شكل (10): الأثار الاقتصادية لظاهرة المد الأحمر
المصدر: الباحثون، 2023.

5. النتائج والتوصيات

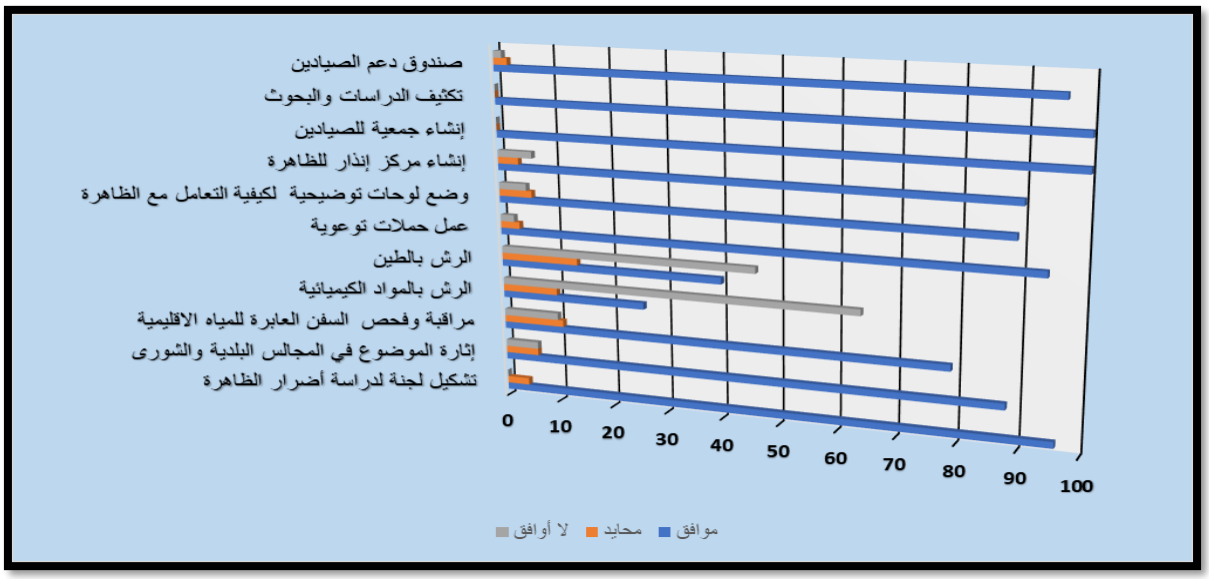
5-1 النتائج

- تعد ظاهرة المد الأحمر من الظواهر التي تهاجم المسطحات المائية منذ القدم، ويمكن ربطها بالتغيرات الأحيائية التي رافقت العصور الجيولوجية وتغيرات المناخ القديمة حيث التطور والازدهار المتكرر للهائمات والعوالق النباتية.
- في سلطنة عمان ترتبط ظاهرة المد الأحمر بمؤشر الكلوروفيل تحت سطح البحر والتي عادة ما تزدهر في الفترة من مايو إلى سبتمبر ومن نوفمبر إلى ديسمبر.
- تشير سجلات الرصد السنوي لظهور المد الأحمر ان أول حادثة رصد كانت في محافظة ظفار عام 1976، وسجل عام 2017 أكبر تكرار لانتشار الطحالب.
- اللون الأخضر لظاهرة المد الأحمر هو الأكثر شيوعا في ولاية بركاء، يليه اللون الأصفر، وأن أكثر الفصول التي تزدهر فيها الظاهرة هو فصل الشتاء.
- أكثر الأسباب لوجود ظاهرة المد الأحمر في منطقة الدراسة وانتشارها في مياه البحر هو التغير المناخي، يليها جريان الأودية في البحر بالإضافة إلى عبور السفن الكبيرة.
- من الواضح ضعف الدور الحكومي في إيجاد حلول لظاهرة المد الأحمر، وان عليها القيام بدور أكبر تجاه الصيادين للتخفيف من آثار ظاهرة المد الأحمر.
- من أبرز الآثار البيئية الناتجة عن المد الأحمر في منطقة الدراسة هي تلوث الهواء وانتشار الروائح الكريهة، يأتي بعدها موت الشعاب المرجاني وتردي نوعية مياه البحر، ثم تشويه منظر الساحل.
- أوضحت التحليلات الإحصائية ان مجتمع الدراسة قد تكيف اجتماعيا مع ظاهرة المد الأحمر، وان الظاهرة ليس لها آثار اجتماعية او صحية واضحة المعالم.
- من أبرز الأضرار الاقتصادية التي يعاني منها مجتمع الصيادين في منطقة الدراسة ارتفاع تكاليف التنظيف للمعدات المستخدمة في عملية الصيد، واستغلال العمالة الوافدة العاملة في عملية التنظيف لفترات حدوث المد الأحمر. بالإضافة الى ارتفاع تكاليف صيانة وتجديد أدوات الصيد نتيجة تراكم العوالق عليها.

2-5 التوصيات

بعد مراجعة الأدبيات، والزيارات الميدانية لمركز العلوم البحرية والسمكية التابع لوزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه تم عمل قائمة بالحلول الممكنة للتخفيف من آثار المد الأحمر، ثم عملت استبانة لقياس الطرق التي يفضلها الصيادون في منطقة الدراسة. وقد جاءت نتائج الاستبانة على النحو التالي شكل (11):

- تكثيف الدراسات والبحوث لظاهرة المد الأحمر في منطقة الدراسة، وخاصة ما يتعلق بأضرارها على الثروة السمكية حيث أشاروا ان عادة ما يرافق الظاهرة طفو الأسماك على السطح حية ولكنها غير قادرة على العوم في الماء، ومنها ما يتراكم على السواحل طازجة ولكنها ميتة.
- تشكيل جمعية مهنية للصيادين في منطقة الدراسة تساعدهم على إيجاد الحلول العلمية لظاهرة المد الأحمر، وتساعدهم على سهولة التواصل مع الجهات الحكومية.
- انشاء صندوق لدعم الصيادين وتعويض الخسائر الناتجة من تأثير الظاهرة.
- تشكيل لجنة لدراسة أضرار المد الأحمر، وتقييم الآثار الاقتصادية التي يتعرض لها الصيادون، وإيجاد سبل الدعم المناسبة للتخفيف من آثار الظاهرة.
- رفع مستوى التوعية بين الصيادين والمجتمعات الساحلية حول ظاهرة المد الأحمر وأسبابها وآثارها، ويساند ذلك انشاء مركز انذار لإبلاغ المواطنين عن حالات الظاهرة ومواقع حدوثها، ووضع لوحات توضيحية لكيفية التعامل مع الظاهرة.
- إثارة موضوع المد الأحمر في المجالس البلدية للولايات، وفي مجلس الشورى حتى تصبح الظاهرة قضية رأي عام، تتطلب توحيد الجهود للتخفيف من آثارها.
- وضع رقابة صارمة على السفن العابرة للمياه الإقليمية لما لها من آثار سلبية في نشر طحالب المد الأحمر بواسطة غواطس تلك السفن او صرف مياه الموازنة التي يمكن أن تحمل كائنات غريبة او مواد عضوية تساعد على ازدهار الطحالب المتسببة بلمد الأحمر.



شكل (11): رأي مجتمع الدراسة حول الحلول المقترحة للتقليل من آثار المد الأحمر
المصدر: الباحثون، 2023.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

1. البلوشي علي، العلوي ثريا، السيابي وعد، الجهوري أسمهان، 2021، الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية للمد الأحمر على مجتمعات الصيادين في السيب – سلطنة عمان، مجلة كلية الآداب والعلوم الاجتماعية، جامعة السلطان قابوس، المجلد 12، العدد 3: 47-58.
2. البلوشي، علي. (2003). التصحر في سهل الباطنة. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، ص48-108.
3. جميل. كامل. (2021). بدأ قبل 4 عقود.. "المدّ الأحمر" تهديد مستمر لسواحل الخليج، الخليج اونلاين، الجمعة، 16-04-2021 الساعة 22:45، مسترجع من: https://alkhaleejonline.net
4. السليمان. محمد. أبو كريمة. عبد الواحد. (2010). لتقنيات المتاحة عالميا لمواجهة ظاهرة المد الأحمر- فرص النجاح وإمكانية التطبيق المحلي، Journal of the Egyptian Academy of

Environmental Development**.** (D- Environmental Studies). **11 (3): 51-64.** ISSN: 1110-8770**.**

5. المركز الوطني للإحصاء والمعلومات. (2023). الكتاب الإحصائي السنوي 2022، الإصدار 50، مسقط.
6. المنظمة الاقليمية لحماية البيئة البحرية، ،2003 تقرير عن حالة البيئة البحرية، الكويت، ص .32.
7. وزارة الزراعة والثروة السمكية. مركز العلوم البحرية والسمكية. (2009). ظاهرة ازدهار الطحالب الضارة (المد الاحمر) في سلطنة عمان، مسقط.
8. هيئة الطيران المدني. (2023). بيانات غير منشورة، مسقط.
9. وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه. قسم البيئة البحرية وعلوم المحيطات. مركز العلوم البحرية والسمكية. (2023). ظاهرة ازدهار الطحالب الضارة (المد الاحمر) في سلطنة عمان، مسقط.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1. Alcock, F. (2007). An Assessment of Florida Red Tide: Causes, Consequences and Management Strategies, New College of Florida, Marine Laboratory, (941)388-4441. Retrieved from; https://www.researchgate.net/publication/237237941_An_Assessment_of_florid_A_r_ed_t_ide_Causes_Consequences_and_Management_Strategies.
2. Anderson, D., Boerlage, S. and Dixon, M. (2017). Harmful Algal Blooms (HABs) and Desalination: A Guide to Impacts, Monitoring and Management. UNESCO.
3. Anderson, D., Kaoru, Y., White, A. (2000). Estimated Annual Economic Impact from Harmful Algal Blooms (HAB) in the United States. Woods Hole Oceanographic Institution.
4. AL-Azri A., Piontkovski S., AL-Hashmi, K and AL-Habsi, H. (2012). Aquatic Ecosystem Health & Management The occurrence of Alga blooms in Omani coastal waters, 1, 56-63.
5. AL-Bakkari, S., Kamalakar, D and Rao, N. (2016). study on impact of red tide to the desalination plant, International Journal of Pharmaceutical, Chemical, and Biological Sciences. 6(3), 322-325.
6. Alcock, F. (2007). An Assessment of Florida Red Tide: Causes, Consequences and Management Strategies, New College of Florida, Marine Laboratory, (941)388-4441.
7. AL-Gheilani, H., Mastuoka, K., AL-Kindi, A., Amer, S and Waring, C. (2011). Fish Kill incidents and Harmful Algal Blooms in Omani Waters, Agriculture and Marine Sciences, Sultan Qaboos University,16, 23-33.

8. AL-Shehhi, M., Gherboudj, I., Estima, J and Ghedira, H. (2012). Geospatial Analysis of the Red-Tide Over the Arabian Gulf, Masdar Institute of Science and Technology. Retrieved from; https://www.academia.edu/73351524/Geospatial_Analysis_of_the_Red_Tide_Over_the_Arabian_Gulf?uc-sb-sw=36379012.
9. Bakhtiar, M., Mazyak, A and Khosravi, M. (2020). Ocean Circulation to Blame for Red Tide Outbreak in the Persian Gulf and the Sea of Oman, International Journal of Maritime Technology, 13, 31-39. Retrieved from; https://ijmt.ir/article-1-664-en.html.
10. Bauman, A., Burt, J., Feary, D., Marquis, E. and Usseglio, P. (2010). Tropical harmful Algal Blooms: An emerging threat to coral reef communities? Marine Pollution Bulletin, 60, 2117-2122. Retrieved from;
11. Berktay A. (2011). Environmental Approach and Influence of Red Tide to Desalination Process in the Middle East Region, International Journal of Chemical and Environmental Engineering, 2, (3), 183-188.
12. Bibak M. and Hosseini S. (2013). Investigation Red Tide Effects on Human Health, World Journal of Fish and Marine Sciences, 5(1), 96-99.
13. Branch G., Bustamante, R and Robinson, T. (2013). Impacts of a 'black tide' harmful algal bloom on rocky-shore intertidal communities on the West Coast of South Africa, Harmful Algae, 24, 54-64.
14. Cards, A. (2018). Red tide toxins- and their effects on the marine environment. TU Berg Akademie Freiberg.
15. Cembella A., Quilliam M., Lewis N., Bauder A., Dell'Aversano C., Thomas K., Jellett J. and Cusack R. (2002). The toxigenic marine dinoflagellate Alexandrium tamarense as the probable cause of mortality of caged salmon in Nova Scotia, Harmful Algae, 1, 313–325.
16. Cheng Y., Zhou Y., Pierce R., Henry M. and Baden D. (2009). Characterization of Florida red tide aerosol and the temporal profile of aerosol concentration, Journal of the International Society on Toxinology, 55(5), 922-929.
17. Heisler J, Glibert P, Burkholder J, Anderson D, Cochlan W, Dennison W, Gobler C, Dortch Q, Heil C, Humphries E, Lewitus A, Magnien R, Marshall H, Sellner K, Stockwell D, Stoecker D, Suddleson M. (2008). Eutrophication and Harmful Algal Blooms: A Scientific Consensus. Harmful Algae. 1. 3-13. doi: 10.1016/j.hal.2008.08.006. PMID: 28781587; PMCID: PMC5543702.

18. Hreeb, K., AL-Asadi, S., Talal, A and Muhammed, S. (2007). On the View of the Red Tide Phenomenon, Ecological Studies of Phytoplankton Community, in the Northern Waters of the Arabian Gulf, Marine Science Centre, University of Basrah, Iraq.
19. Islam S. and Tanaka M. (2004). Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fishiries and approach for management; a riview and synthesis, Marine Pollution Bulletin, 48, 624-649.
20. Karbassi, A., Abdollahzadeh, E., Fariman, G., Nazariha, M. and Assadi, M. (2017). Predicting the Distribution of Harmful Algal Bloom (HAB) in the Coastal Area of Oman Sea. Nature Environment and Pollution Technology, vol. 16. 3. 753-764.
21. Kim D., Oda T., Muramatsu T., Kim D., Matsuyama Y. and Honjo T. (2002). Possible factors responsible for the toxicity of Cochlodinium polykrikoides, a red tide phytoplankton. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology, 132, 415–423.
22. Rabalais, N., Turner, E., Díaz, J., and Justić, D. (2009). Global change and eutrophication of coastal waters. – ICES. Journal of Marine Science, 66: 1528–1537.
23. Richlen, M., Morton, S., Jamali, E., Rajan, A and Andersonm D. (2010). The catastrophic 2008–2009 red tide in the Arabian gulf region, with observations on the identification and phylogeny of the fish-killing dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides, Harmful Alga, 9, 163-172.
24. Steve L., Maria A., Elizabeth A. and Peter D. (2002). Morphology and toxicology of Prorocentrum arabianum sp. nov., (dinophyceae) a toxic planktonic dinoflagellate from the Gulf of Oman, Arabian Sea, Harmful Algae, 1, 393–400.
25. William, G., Graneli, E and Christopher, J.(2006).Positive Feedback and the Development and Persistence of Ecosystem Disruptive Algal Blooms, The Phycological Society of America, 42. 963–974
26. Yasuwo Fukuyo, Ichiro Imai, Masaaki Kodama and Kyoichi Tamai. (2000). Red tides and other harmful algal blooms in Japan. Retrieved from; https://www.pices.int/publications/scientific_reports/report23/HAB_Japan.pdf..