جامعة السلطان قابوس
مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية

Sultan Qaboos University
Journal of Arts & Social Sciences

الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية السيب - سلطنة عمان

علي بن سعيد بن سالم البلوشي
أستاذ مشارك
قسم الجغرافيا
كلية الآداب والعلوم الاجتماعية
جامعة السلطان قابوس
buloshis@squ.edu.om

ثرياء بنت سعيد بن سالم العلوي
بكالوريوس جغرافيا
thurayasaid6@gmail.com

وعد بنت عمر بن مرهون السيابي
بكالوريوس جغرافيا
wa3od10@gmail.com

أسمهان بنت خميس بن عبدلله الجهوري
بكالوريوس جغرافيا
asmahn9606@icloud.com

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٠/٠٣/٠٥
تاريخ القبول للنشر: ٢٠٢٠/٠٧/٠٤

الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية السيب - سلطنة عمان

علي البلوشي، وثرياء العلوي، ووعد السيابي، وأسمهان الجهوري

الملخص

شهدت العديد من سواحل العالم في العقود الأخيرة مجموعة من حوادث نفوق الأسماك والكائنات البحرية الأخرى بسبب ظاهرة المد الأحمر، الناتجة عن انتشار الطحالب الضارة. وتعد سواحل سلطنة عمان الممتدة على نحو ٣١٦٥كم من السواحل التي تكررت عليها هذه الظاهرة. تهدف هذه الدراسة بشكل رئيس إلى ابراز الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية لظاهرة المد الأحمر على مجتمعات الصيادين في ولاية السيب في سلطنة عمان المطلة على بحر عمان. معتمدة بشكل رئيس على توزيع استبانة على مجتمع الصيادين بطريقة العينة العشوائية لعدد ٧٢ صيادا بمقدار٥٪ من عدد الصيادين في ولاية السيب البالغ عددهم ١٤٣٢ صيادا. توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أبرزها التأثير الواضح على مجتمع الصيادين بيئيا واجتماعيا واقتصاديا. فمن التأثيرات البيئية الهامة هو تأثر حوالي نحو ٨٥٪ من أفراد المجتمع بانتشار الروائح الكريهة وتأثر نحو ٧٤,٧٪ بتلوث الهواء. ومن الناحية الاجتماعية أوضحت التحليلات ان ٧٦,١٪ من مجتمع الدراسة لا يشعرون بالراحة جراء هذه الظاهرة. ومن الناحية الاقتصادية تعاني المنطقة من انخفاض عدد السياح حيث أكد حوالي ٦٥,٧٪ على ذلك، وتعاني ايضا من ارتفاع تكاليف صيانة أدوات الصيد الذي أشار اليه حوالي ٥٦,٧٪. ومن أبرز التوصيات التي أكد عليها مجتمع الدراسة: ضرورة تكثيف الدراسات والبحوث، ووضع لوحات توضيحية على السواحل لكيفية التعامل مع المد الأحمر، حيث وافق على هذين المقترحين حوالي ٩١٪ من عينة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: المد الأحمر، الطحالب، مجتمع الصيادين، التلوث البحري، الروائح الكريهة، الآثار البيئية.

Environmental and Socio-economic Impacts of Red Tide phenomenon on Fishermen Communities in Seeb Sultanate of Oman

Ali Balushi, Tharaya ALalawi, Waad Alsiyabi and Asmahan aljahwari

Abstract

Several coasts of the world have been affected in recent decades by a number of deaths including fish and other marine species due to the tidal phenomenon caused by the spread of harmful algae. The coast of the Sultanate of Oman, which extends around 3,165 km, has shown frequent occurrence of this phenomenon.This study aims to highlight the environmental, economic and social impacts of the red tide phenomenon on the fisheries communities in the Wilayat of Seeb in the Sultanate of Oman.The methodology of the study was based on field work by distributing a questionnaire to the fishermen community by random sample methods. The sample included 67 fishermen, representing 5% of the 1,432 fishermen in the Wilayat of Seeb. The study concluded that there is a clear effect of the red tide on the fishing community. Where statistical analyzes showed that about 85% and 74.7% of respondents are affected environmentally through the spread of unpleasant odors and degrade the water quality, respectively. Socially, the analysis showed that 76.1% of the study population do not feel comfortable with this phenomenon. Economically, 65.7% of respondents indicated a decrease in the number of tourists, while 56.7% illustrated an increase in the costs of maintaining fishing gear and equipment.Finally, the study recommends the necessity of intensifying studies and research, and placing illustrative panels on the coasts of how to deal with the red tide.

Keywords: Red tide; Algae; Fisheries Communities; Marine Pollution; Bad Odor; Environmental Impact.

المقدمة

تتأثر المجتمعات البحرية الساحلية بشكل مباشر وغير مباشر بالاضطرابات التي تصيب البيئتين البحرية والقارية. تسببت تلك الظواهر والاضطرابات إلى نشاط مجموعة من الكائنات الدخيلة كالطحالب والعوالق الضارة (Harmful Algal Blooms) مما أدى إلى بروز ظواهر لم تكن موجودة سابقا مثل ظاهرة المد الأحمر. وقد شهدت العديد من دول العالم في العقود الماضية حوادثا متزايدة للمد الأحمر اجتاحت سواحل الإمارات وسلطنة عمان والمملكة المتحدة وإيران والساحل الغربي للولايات المتحدة (Horner R. et al., 1997, pp. 1076.) وفي سواحل صباح بماليزيا (Ahmad A. et al., 2009: 79). كما سجلت مشاهدات بين عامي ٢٠١٠ و٢٠١١ لانتشار العديد من العوالق خلال شهري نوفمبر وديسمبر باستخدام الاستشعار عن بعد في سواحل بحر عمان وبحر العرب والخليج العربي (ROPME, 2013: 125). وقد تم تسجيل أول حالة لظاهرة المد الأحمر في سلطنة عمان عام ١٩٧٦ في ظفار (مركز الأمن البحري، ٢٠٢٠).

تبرز أهمية الدراسة كون سلطنة عمان تشرف على مدخل الخليج العربي وبحر عمان وبحر العرب. ويتركز أكثر من ٦٠٪ من السكان على تلك السواحل. ومثلت بعدا استراتيجيا هاما على طول فترات التاريخ. وحاليا تعتبر بوابة الدخول إلى أغنى مناطق العالم بالنفط (جلاندلاند، ١٩٦٦: ٣). كما يتميز موقع سلطنة عمان البحري بأنه موقع سياحي واعد حسب استراتيجية سلطنة عمان ٢٠٤٠، كما أنه يزخر بثروة سمكية غنية تتجاوز ١٢٠٠ نوعا من الأسماك، إضافة إلى القشريات والمحاريات والشعاب المرجانية والسلاحف والحيتان والدلافين والأعشاب البحرية.

إلا أن التسارع في التنمية أدى إلى تكرار حالات ظهور المد الأحمر على سواحلها مستفيدة من الإثراء الغذائي الناتج عن الحوادث الطبيعية المتطرفة كالفيضانات والتجاوزات البشرية على البيئة البحرية مثل: مشكلة التفريغ غير المشروع للزيوت، ومياه التوازن من السفن، والناقلات العابرة للمياه الإقليمية. إضافة إلى صرف المياه العادمة عبر محطات تحلية مياه البحر والتي بلغت حوالي ١١٨ محطة بطاقة إجمالية ١٩٧ م م٣/ سنة. فصرفت محطة المعالجة في ميناء الفحل إلى البحر حوالي ٢٠٣٨٢٢ م٣ للفترة من يناير إلى ديسمبر عام ٢٠٠٢ (PDO, 2002: 13)، وصرفت شركة عمان للغاز الطبيعي المسال إلى البحر نحو ٦٤٠٠٠ م٣/ ساعة خلال عام ٢٠٠٢ (OLNG, 2003: 5). كما كشفت دراسة (البلوشي؛ الصالحي؛ الرواحي؛ الساعدي؛ ٢٠١٩: ١) أن حجم النفايات المرمية على شاطئ السيب بلغ نحو ٣٩٠٧٢,٨ كجم في السنة، كانت المواد البلاستيكية أكثر النفايات المرمية على الشاطئ بنسبة ٤٢,٣٪ تليها المواد الغذائية بنسبة ٣٧,٥٪.

تهدف الدراسة بشكل رئيس إلى إبراز الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية لظاهرة المد الأحمر على مجتمعات الصيادين في ولاية السيب في سلطنة عمان، إضافة إلى مجموعة من الأهداف الثانوية أهمها: ابراز خطورة المد الأحمر كأحد مهددات البيئة البحرية، ووضع الحلول المناسبة لمجتمعات الصيادين للتخفيف من الآثار السلبية لظاهرة المد الأحمر. ولتحقيق تلك الأهداف اعتمدت الدراسة بشكل رئيس على مراجعة الدراسات السابقة والزيارات الاستطلاعية شكل رقم (١) والمقابلات الشخصية مع الصيادين في منطقة الدراسة، إضافة إلى توزيع استبانة على مجتمع الصيادين بطرق العينة العشوائية لعدد ٧٢ صيادا بمقدار٥٪ من عدد الصيادين في ولاية السيب البالغ عددهم ١٤٣٢ صيادا (المركز الوطني للاحصاء والمعلومات، ٢٠١٨، ص. ١٦٢). وقد تم استبعاد ٥ استمارات من العينة لعدم صحتها واكتمال عناصرها.

جغرافية منطقة الدراسة:

تقع ولاية السيب في محافظة مسقط، وهي ولاية ساحلية تطل على بحر عمان شكل رقم (٢)، يحدها من الشمال بحر عمان ومن الغرب ولاية بركاء ومن الجنوب ولاية بدبد ومن الشرق والجنوب الشرقي ولاية بوشر. تمثل ولاية السيب المروحة الفيضية لوادي الخوض سمائل، التي تنحدر من جبال الحجر الغربي باتجاه بحر عمان، حيث يفصلها عن البحر سواحل رملية يصل طولها إلى ٢٩,٧ كم. ويسود ولاية السيب مناخ حار جاف اذ يبلغ المعدل السنوي لكمية الأمطار حوالي ٨٧,٦ ملم، ويبلغ متوسط درجة الحرارة ٢٨,٤ درجة سيلوزية (المنتدى الأدبي وزارة التراث والثقافة، ٢٠٠٨، ص.٢٤).

يبلغ عدد سكان ولاية السيب حوالي ٤٠٤٢٧٩ نسمة. وقد انحصرت منطقة الدراسة في المنطقة الساحلية الممتدة من ساحل الموج إلى

شكل (١) الزيارات الميدانية الاستطلاعية لشاطئ السيب، أبريل ٢٠١٩.

المصدر: الباحثون، أبريل ٢٠١٩

ساحل قرية سور آل حديد. يشهد السهل الساحلي مجموعة من المشاريع الاستثمارية والتنموية التي تجذب السكان، وهو يمثل أحد اهم المناطق الرئيسية للتجمعات السكانية في سلطنة عمان. اما بالنسبة لأعداد الصيادين في الولاية قد بلغ حوالي ١٣٤٢ ألف صياد يمارسون مهنة الصيد التقليدي بواسطة ٥٦٤ قارب صيد حسب إحصائيات ٢٠١٧ (المركز الوطني للمعلومات والاحصاء، ٢٠١٨: ١٦٢).

المد الأحمر في سلطنة عمان:

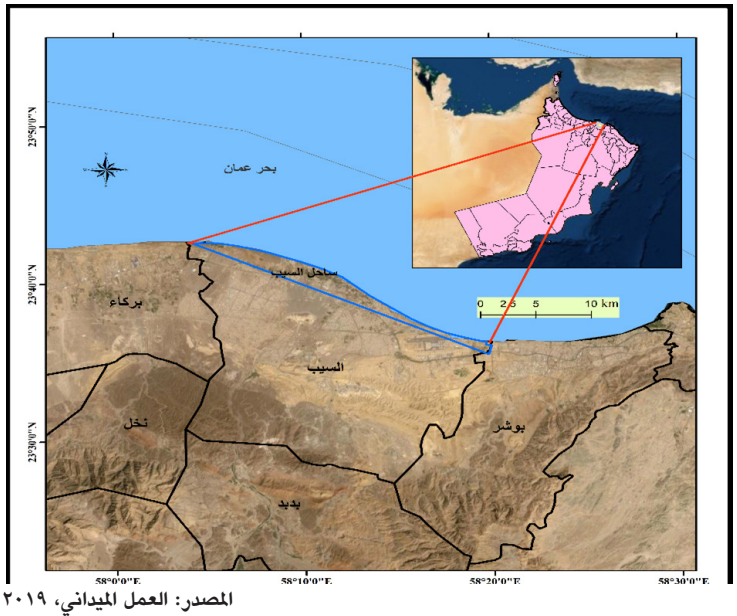
تعد العوالق ذات أهمية كبيرة في السلسلة الغذائية حيث تشكل الأساس فيها ويطلق عليها (المجموعة المنتجة للغذاء). ولقد قدر انتاجها من الغذاء حوالي (٧٥٪-٨٥٪) وحوالي ٨٠٪من الأكسجين الذي يوجد على سطح الأرض. وهي تتكون من نباتات صغيرة جدا معظمها ذات خلية واحدة كالدياتومات وثنائية الأهداب. وتعد العوالق الطحلبية من نوع (ichthyotoxic dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides Margalef) واحدة من العديد من الأصناف المسؤولة عن إزهار الطحالب الضارة، والتي يشار إليها عادة باسم المد الأحمر (Richlen M. et al., 2010: 163). وتمثل ظاهرة المد الأحمر كائنات عضوية نباتية طافية على سطح البحر (AL Bakkari S. et al., 2016: 322) ويؤدي ازدهارها إلى تدهور البيئة المائية. ويصل عدد العوالق البحرية حوالي ٥٠٠٠ نوعا منها حوالي ٣٠٠ نوعا يمكنه ان تتسبب بالمد الأحمر (مركز الأمن البحري، ٢٠٢٠). وعليه تعد ظاهرة المد الأحمر احدى القضايا المتعلقة بالتلوث المائي حسب تعريف التلوث في اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (Islam S.; Tanaka M., 2004: 624).

تؤدي ظاهرة المد الأحمر إلى تغير لون مياه البحر إلى اللون الأحمر والأخضر والبني، ولكن اللون الأحمر الأكثر انتشارا حتى أصبحت الظاهرة تعرف به علميا. وتحدث هذه الظاهرة في معظم الكتل المائية حول العالم بما في ذلك شواطئ الوطن العربي وخاصة إقليم دول الخليج العربية. يرافق ظاهرة المد الأحمر مجموعة من الخصائص تحيط بالوسط المائي وتحفز الازهار المتسارع للطحالب. حيث تتراوح درجة حرارة المياه بين ٣٣ – ٣٤ درجة مئوية، وتكون المياه على امتداد الساحل ذات تركيز معتدل من الأكسجين بين ٤,٥ – ٥ مليجرام لكل لتر، وتكون قراءة درجة الحموضة (pH) ما بين ٨,١ – ٨,٣، وتتراوح نسبة الملوحة بين ٣٩ – ٤٠ جزء في الألف. كما يرافق الظاهرة زيادة تركيز الفوسفات (PO4) والنترات (NO3) والتي تعتبر أهم المغذيات المحفزة لنمو الهائمات المسببة لهذه الظاهرة (وزارة التغير المناخي والبيئة، ٢٠١٣).

للعوامل الطبيعية الدور الأكبر في الانفجارات الفجائية للطحالب المسببة للمد الأحمر، حيث يساعد هدوء التيارات البحرية وسكونها، وتوفر الإضاءة المناسبة للقيام بعملية التمثيل الضوئي، ونسبة الأكسجين المذاب ودرجة الحرارة المناسبة في حدوث الظاهرة. بالإضافة إلى ظاهرة الانقلاب المائي (upwelling) وتتمثل في صعود المياه البحرية العميقة الباردة، والتي تحمل المواد الغنية بالمغذيات كالنترات والفوسفات والأمونيا والسيليكات والجسيمات الدقيقة من القاع إلى الطبقات السطحية. كما للرياح الموسمية دور كبير في نشاط هذه الطحالب وذلك لأنها تساعد في نقل المغذيات واتساع مساحة إزهارها. وعلى الرغم من عدم وجود دراسات مؤكدة الا ان ظواهر طبيعية كالنينو والتغير المناخي قد تكون سببا محفزا لازدهارها وتكاثرها (Branch G. et al. ,2013: 61)، اضافة إلى التغيرات في مناخ المحيطات (Rabalais et al., 2009: 1531) حتى أصبحت ظاهرة عالمية الانتشار.

أما العوامل البشرية يتمثل دورها في زيادة حدة وانتشار الظاهرة عبر توفير الاثراء الغذائي للظاهرة الناتج عن صرف مياه الصرف الصحي والزراعي والصناعي، والقاء النفايات، والأخطاء الفنية عند إضافة المغذيات للمزارع السمكية، وإقامة المنشآت الترفيهية

شكل (٢) موقع منطقة الدراسة



المصدر: العمل الميداني، ٢٠١٩

والصناعية، ومحطات تحلية المياه (Heisler et al., 2008: 4)، وتوليد الكهرباء، ومصانع الأسمدة. وقد تم تصنيف نوعين من الاستجابة لعناصر الاثراء الغذائي الداخل للبيئة البحرية كالاستجابات المباشرة مثل التغيرات في مستويات الكلورفيل والإنتاج الأولي وكتلة الطحالب المؤذية. والاستجابات غير المباشرة مثل الكتلة الحيوية البينية وتركيبتها البينية والكائنات الدقيقة البينية وشفافية المياه والأحياء المائية النافقة، وتركيب السلسلة الغذائية (Cloren J., 2001: 237).

يترتب على حدوث ظاهرة المد الأحمر سواء أثناء تكاثر الطحالب وانفجارها او حتى أثناء موتها وتحللها عدة آثار بيئية، وذلك عبر استنزاف الأكسجين المذاب في الماء مما يؤدي إلى موت الكائنات البحرية القاعية، وكذلك الأسماك بأنواعها المختلفة وعلى جميع المستويات المائية (Islam S. and Tanaka M., 2004: 63). إذ يؤدي تكاثف طبقات الطحالب على السطح إلى زيادة عامل اللزوجة في المياه، وانخفاض قدرة الكائنات البحرية على استخلاص الاكسجين المذاب في الماء؛ مؤثرا بذلك سلبا على الجهاز التنفسي وبالتالي اختناقها وموتها. اضافة إلى انسداد خياشيم الأسماك (Granéli and Turner, 2008: 359)، وارتفاع سمية الوسط المائي (Cembella et al., 2002: 313. ; Kim et al., 2002: 415). تقتصر قدرة الطحالب على انتاج السموم على أربع انواع فقط من مجموعة الطحالب أبرزها (phytotoxins). أما طحالب (dinoflagellate Karenia brevis) تؤثر على الشعاب المرجانية (Landsberg, 2002: 294) والمحاريات، لذلك ينصح بعدم تناول المحاريات عند حدوث الظاهرة.

يؤثر المد الأحمر سلبا على سكان المناطق الساحلية والكتل الأحيائية البحرية وعلى تلوث البيئة الساحلية، وتعتمد آثارها على الأنواع المعنية والظروف البيئية السائدة (Landsberg, 2002, p.117, Sunda et al., 2006, p.963). تشمل التأثيرات انتشار الروائح الكريهة بالمنطقة نتيجة نفوق عدد كبير من الأسماك، وتحلل الطحالب ذاتها

(Anderson, D. et al., 2000: 5). كما يساعد المد الأحمر على زيادة تركيزات كلوريد الصوديوم NaCl والبريتفيتوكسين brevetoxin في الهواء مما يؤثر على جودة الهواء

(Cheng Y. et al., 2009: 927). كذلك تعد مصدر للإزعاج واضطراب الملاحة عند التفاف خيوطها حول مراوح المحركات والمراكب، بالإضافة إلى تأثيرها على المشاريع التنموية والأنشطة التي يمارسها الانسان في البيئات الساحلية. كذلك قد تتسبب الظاهرة في حدوث مشاكل صحية متعلقة بحساسية العين والجلد وحالات التسمم المعوي للإنسان وزيادة الأخطار المحتملة على السباحين. وقد تم رصد حوالي ٦٠٠٠٠ حالة من الأمراض المرتبطة بالمد الأحمر المبلغ عنها في جميع أنحاء العالم، مع معدل وفيات قدره ٠,١٥٪. (Bibak M. and Hosseini S., 2013: 96).

يؤثر المد الأحمر على الدخل الاقتصادي للصيادين حيث يقلل عدد الأسماك التي تصطاد يوميا، ويقلل من إقبال الناس على شراء الأسماك خوفا من تسممها، ويؤدي إلى تقييد أنشطة الصيد التقليدية (وزارة التغير المناخي والبيئة، ٢٠١٧). بالإضافة إلى تأثيره على الأنشطة السياحية مثل رياضات التجديف ومسابقات القوارب، ورياضات صيد السمك، وتؤثر بشكل كبير على أنشطة الاستجمام والاسترخاء على السواحل (Anderson D. et al., 2000: 6). كما أوضح (Kimberly L. Morgan and Sherry L., 2006: 7) أن هناك تناقصا في عوائد مبيعات المطاعم على شواطئ فلوريدا بمقدار ٦١٥,٧ دولار في اليوم. من ناحية أخرى تعمل حوادث المد الأحمر على احداث توقف في محطات تحلية المياه (Richlen M. et al., 2010: 163). ولقد أجبر الإزهار على إغلاق ما لا يقل عن خمس محطات لتحلية مياه البحر في الإمارات بسبب انسداد فلاتر المحطات، وتآكل أغشية التناضح العكسي والتأثير على العمليات التشغيلية (وزارة التغير المناخي والبيئة، ٢٠١٣).

وتدل الدراسات التي أجريت على بحار سلطنة عمان أن أقصى نسبة للكلورفيل تحت سطح البحر وجدت عند عمق ٢٠-٤٠ م خلال موسمين في السنة من مايو إلى سبتمبر ومن نوفمبر إلى ديسمبر. وتم تسجيل أعلى نسبة للكلورفيل في مياه الجرف القاري بمقدار ١,١٧٠ ملليجرام/م٣، كما تم رصد بقع كثيفة من العوالق النباتية المزهرة ورؤيتها كبقع خضراء بين مدخل بحر عمان (رأس الحد) وخليج رأس شربتات وقرب خليج مصيرة وخليج رأس مدركة، وذلك بسبب حركة الدورة المائية ذات الدوامة الكبيرة التي تحدث عند رأس الحد. وكانت معظم العوالق في المياه العمانية هي من نوع Dinotlagellates وتمثل ٧٨٪ من العينات التي تم تحليلها (قسم البيئة البحرية وعلوم المحيطات، ٢٠٠٩: ٢). وأشارت دراسة (Steve L. et al., 2002: 398) إلى وجود نفس العوالق مصحوبة بطحالب سامة من نوع P. arabianum sp. nov. في بحر عمان. كما أن السنوات الأخيرة وخاصة منذ عام ٢٠٠٨ ظهر ولأول مرة نوع من عوالق Cochlodinitum polykrikoides وهو من الأنواع السامة (Bauman A., et al., 2010: 2119). وقد ظهرت هذه العوالق لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٧٧، كما سجلت له عدة حوادث في اليابان وكوريا الجنوبية (وزارة الزراعة والثروة السمكية، ٢٠٠٨).

يشير الشكل رقم (٣) إلى تكرار حدوث ظاهرة المد الأحمر سنويا في سلطنة عمان خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٦). إذ يعد عام ١٩٩٠ أكثر السنوات تكرارا لظاهرة المد الأحمر حيث وصل العدد إلى ١٠ مرات على امتداد السواحل من مسندم إلى رأس ضربة علي. وأن العواصف والتيارات البحرية من العوامل الطبيعية التي ساعدت على ازدياد الظاهرة في السنوات الأخيرة، اما العوامل غير الطبيعية فتمثلت في الانشطة السياحية والاقتصادية على طول الساحل.

(ROPME. 2013: 125).

وبينت الدراسات ان أكثر أنواع الطحالب المنتشرة في سلطنة عمان غير سامة، وتعد طحالب Noctiluca scintillans هي المسببة لحوالي ٥٠٪ من حوادث المد الاحمر في سلطنة عمان (قسم البيئة البحرية وعلوم المحيطات، ٢٠٠٩: ٢). بينما أشار

(Bauman A., et al., 2010: 2119) إلى انتشار الطحالب في المياه السطحية حتى عمق ٦ أمتار، وأن انواع Cochlodinium

polykrikoides هي النوع الرئيسي للطحالب بنسبة تزيد على ٩٠ ٪ من الكتلة الحيوية داخل المواقع البعيدة عن الشاطئ في بحر عمان حول شبه جزيرة مسندم. وهو ذات النوع الذي أشار إليه (Berktay A., 2011: 187) باعتبارها أحد أكثر الأنواع المسئولة عن المد الأحمر المؤدية إلى حدوث الكثير من الأضرار البيولوجية والاقتصادية في الخليج العربي وبحر عمان. وقد تم تسجيل نوع جديد لم يسجل من قبل في المياه العمانية ويعرف باسم Myrionecta rubra، ويعتبر هذا التسجيل الأول له في المياه العمانية، وتم رصده في سواحل مسقط وبالتحديد في منطقة البستان (الهاشمي سعيد، ٢٠١٧).

وعلى الرغم من حالات النفوق الجماعي التي رافقت المد الأحمر في سواحل سلطنة عمان، الا أن من أبرز حوادث المد الأحمر في سلطنة عمان تلك التي حدثت عام ١٩٨٨ في محافظة مسقط بين السيب والقرم. وقد بدأ ازهار الطحالب باللون الأخضر ثم تحول إلى اللون البني ثم تغير إلى اللون الأحمر. واتسم الازهار بسيادة نوع الدياتومات Diatoms . وقد تم تسجيل انخفاض مستويات الأكسجين المذاب في الماء بمقدار ٢,٦٤ ملليمتر/ لتر في المياه التي يتراوح عمقها بين ٢ و ٣ أمتار، و ١,٨٧ ملليمتر/لتر في المياه التي يتراوح عمقها بين ٨ و١٠ أمتار على ساحل الغبرة. وفي شبه جزيرة مسندم كشفت التحليلات اقتران ظاهرة المد الأحمر بانخفاضات واضحة لتركيزات الأوكسجين المذاب في الماء (Bauman A., et al., 2010: 2120).

كما أدت ظاهرة المد الأحمر إلى أضرار واضحة بالشعاب المرجانية والغطاء المرجاني الصلب في سواحل ولاية دبا في محافظة مسندم (Bauman A., et al., 2010: 2121). وتاثيرا واضحا على الأسماك فقد قُدرت كمية الأسماك النافقة في حادثة ٢٠٠٨ على شاطئ (الغبرة) بنحو ٣ إلى ٥ أطنان تعود إلى ٤٢ عائلة و٥٢ نوعا. وفي سبتمبر عام ٢٠٠٠، تعرضت سواحل بركاء إلى أكبر حالة نفوق جماعي للكائنات البحرية بسبب المد الأحمر. وقدر عدد الأسماك النافقة بين ١٥ إلى ٣٠ طنا منها ٩٥ ٪ من الأسماك القاعية.

اما فيما يتعلق بحالات المد الأحمر الناجمة عن الأنواع السامة Gonyaulax diegensis، فتشير البيانات إلى وجود مجموعة من الحالات: أولهما عند ميناء السلطان قابوس ومطرح في سبتمبر ١٩٩٣، وتسبب في تغير لون مياه البحر إلى الأحمر الباهت ونفوق حوالي ٣ أطنان من الأسماك أغلبها من أسماك السردين حيث كانت تشكل نحو ٩٩٪. في حين كانت الحالة الثانية في أغسطس ١٩٩٤ وكانت أكثر الأسماك نفوقا هي سمكة الضلعة وسمكة الشيمي (المنظمة الاقليمية لحماية البيئة البحرية، ٢٠٠٣: ٣٢٤). وتعد حالة نفوق الاسماك عام ٢٠٠٨ هو العام الأكثر شمولية وتأثيرا على الأسماك، حيث انتشار الهائمات السامة المسببة للمد الأحمر عن طريق مياه الموازنة لناقلات النفط في بحر العرب وبحر عمان والخليج العربي، لتشمل محافظات مسندم والباطنة ومسقط والوسطى وظفار، وقد أدت إلى نفوق عدد كبير من الأسماك وسبب خسائر كبيرة لمحطات تحلية المياه ومزارع الاستزراع السمكي والصيادين.

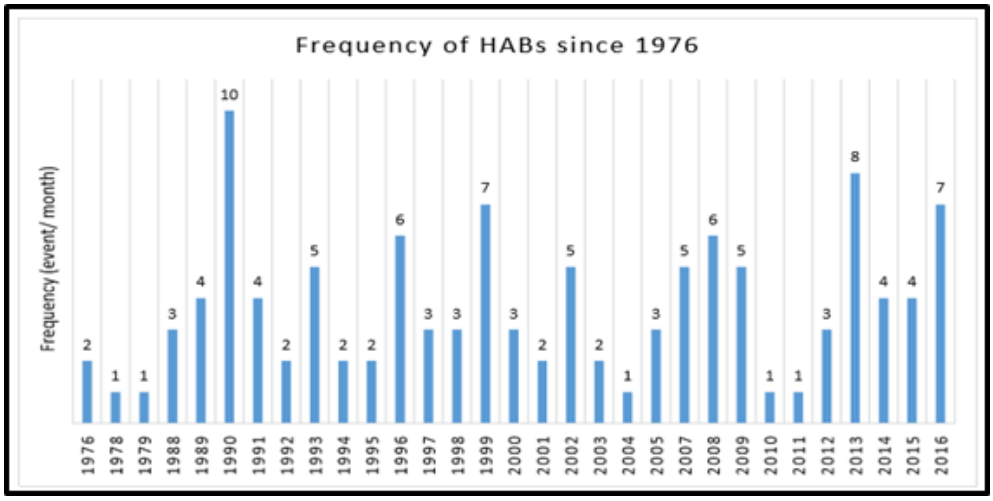
١. المناقشة والنتائج لاستبانة الدراسة:

٤-١ خصائص عينة الدراسة:

بينت التحليلات الإحصائية أن معظم أفراد العينة من الذكور بنسبة ٩٥,٥٪ تتراوح اعمارهم ما بين ٢٠-٤٠ سنة وذلك بنسبة ٥٢,٢٤٪ كما ان حوالي ٣٤,٣٣٪ من المبحوثين كانوا من الحاصلين على شهادة دبلوم التعليم العام أي الثانوية العامة. كما بينت التحليلات أيضا أن ٣٢,٨٪ من المبحوثين لا يمتهنون مهنة أخرى غير الصيد، وأن اللذين يرتبطون بمهنة أخرى غير الصيد تصل نسبتهم إلى ٥٩,٧٪ بينما لم يفصح ٧,٥٪ عن نوعية ارتباطهم بمهنة الصيد الشكل رقم (٤). وتوضح تلك الخصائص أن مجتمع الصيادين في ولاية السيب مجتمع ذكوري شاب نظرا للأعمال الشاقة التي تطلبها مهنة الصيد. كما أن عدم اعتبار مهنة الصيد المهنة الرئيسية لغالبية الصيادين يبين انخفاض مهاراتهم في عملية الصيد، وسوء الإدارة وضعف القدرة على التعامل مع المشاكل التي تتعرض لها الكتلة الحيوية البحرية.

أما ما يتعلق بالخصائص البيولوجية للمد الأحمر حسب رأي مجتمع الصيادين في ولاية السيب فيشير الشكل رقم (٦) إلى ما

الشكل (٣): تكرار حدوث ظاهرة المد الأحمر في سواحل سلطنة عمان منذ عام ١٩٧٦ إلى ٢٠١٦



المصدر: وزارة الثروة السمكية، ٢٠١٧.

يلي:

١. أن اللون الأخضر هو اللون السائد لمياه البحر بنسبة ٦١,٢٪، وجاء اللون الأحمر في المرتبة الثانية بنسبة ٥٣,٧٪. ويعد فصل الشتاء أكثر الفصول التي ينتشر فيها المد الأحمر بنسبة ٦٥٪.
٢. أشار ٧٤,٦٪ من مجتمع الدراسة أن بإمكانهم التعرف على ظاهرة المد الأحمر من خلال تغير لون مياه البحر، و٦١,٢٪ منهم يتعرف على وجود الظاهرة من خلال الرائحة القوية الصادرة من البحر.
٣. تستمر ظاهرة المد الأحمر حسب وجهة نظر أغلب الصيادين حوالي شهر بنسبة ٣٢,٨٪، في حين يرى ٢٨,٤٪ تستمر لمدة شهرين متتالين.
٤. أن ٤٣,٣٪ من الصيادين يرون أن الظاهرة تتكرر مرتين في السنة، و٣٤,٣٪ مرة واحد فقط في السنة.

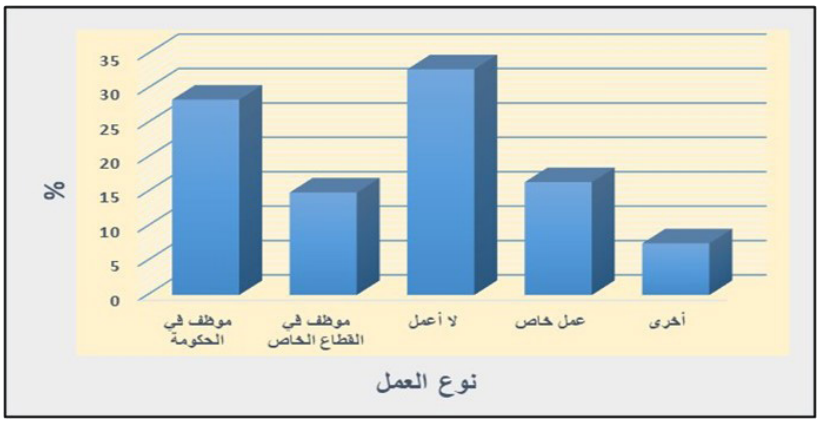
٤-٢ المعرفة بظاهره المد الأحمر:

يوضح الشكل (٥) أن ٩١٪ من مجتمع الصيادين على معرفة بظاهرة المد الأحمر، وتنخفض تلك النسبة إلى ٨٥,١٪ عند السؤال عن مدى تكرار الظاهرة، ويواصل الانخفاض إلى ٧٦,١٪ في كون الظاهرة طبيعية الحدوث كالتغير المناخي وجريان الأودية، ثم ٤٩,٣٪ عند السؤال عن مدى خطورة الظاهرة، ويتوالى الانخفاض تدريجيا عند السؤال عن دور البشر في حدوث الظاهرة والإجراءات التي تتخذها الحكومة في مكافحة الظاهرة ومدى رضاهم عن الجهود الحكومية المبذولة لمكافحة الظاهرة.

كما أن تلك المعرفة متذبذبة وغير ثابتة ففي الوقت الذي يرون ان الظاهرة طبيعية يرى حوالي ٥٦,٧٪ من الصيادين بأن للبشر دورا بارزا في حدوثها من خلال رمي النفايات بالبحر وعبور السفن الكبيرة وناقلات النفط. وفي الوقت الذي يعتبرون بأن الحكومة ليس لها دور فعال في التخفيف من الظاهرة، نجد ان هناك تذبذب حول رضاهم عن الجهود الحكومية المبذولة لمكافحة الظاهرة، حيث أفاد ٣٤,٣٪ بأنهم راضون بشكل عام عن دور الحكومة من حيث قيامها بعمل تحذيرات قبل حدوث الظاهرة بفترة، مما يمكّن الصيادين من أخذ احتياطاتهم. أما حوالي ٣٧,٣٪ من الصيادين غير راضين عن المجهودات التي تقدمها الحكومة. ويدل ذلك على ان معرفة الصيادين بظاهرة المد الأحمر هي معرفة سطحية، وتقتصر على مشاهدة الظاهرة فقط مع انخفاض معرفتهم بخصائصها وأسبابها وآثارها البيئية والصحية. ولذلك تحتاج مجتمعات الصيادين إلى حملات توعوية مكثفة ومركزة بكل ما يتعلق بظاهرة المد الأحمر.

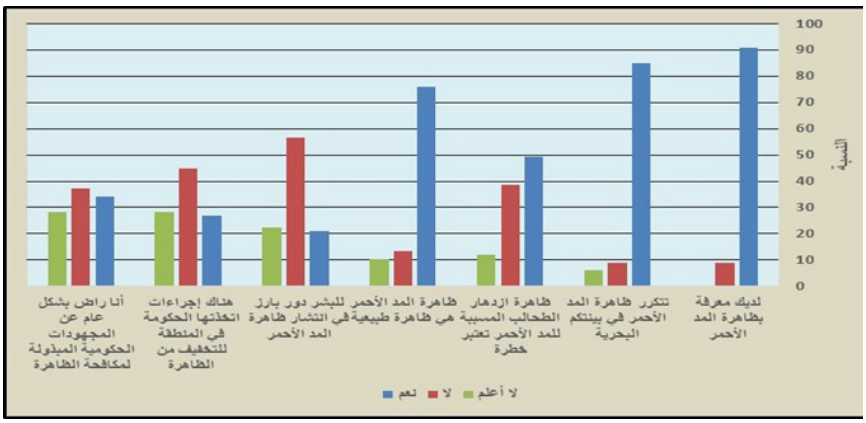
٥. بالنسبة للأسباب المؤدية لظاهرة المد الأحمر فيرى٧٣,١٪ من مجتمع منطقة الدراسة أن التغير المناخي يأتي في المرتبة الأولى، ثم فضلات المصانع بنسبة ١٧,٩٪. وفي المرتبة الثالثة احتل رمي النفايات في البحر بنسبة ١٤,٩٪.

شكل (٤) طبيعة العمل في مهنة الصيد لدى مجتمع الصيادين في ولاية السيب.



المصدر: الباحثون، ٢٠٢٠.

شكل (٥) معرفة مجتمع الصيادين بظاهرة المد الأحمر



المصدر: الباحثون، ٢٠٢٠.

٤-٣ الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لظاهرة المد الأحمر

٤-٣-١ الأثار البيئية

يشير الشكل رقم (٧) أن ٧٩,١٪ من مجتمع الصيادين يروون أن المد الأحمر يؤدي إلى نفوق الكتلة الحيوية البحرية. ويعود ذلك حسب ما اشارت أدبيات الدراسة إلى نفاذ كمية الأكسجين المذاب في الماء بسبب استنفاذ الهائمات البحرية للأكسجين، بالإضافة إلى تراكم طبقات الهوائم النباتية بأعداد كبيرة على المياه السطحية مما يزيد لزوجة المياه وبالتالي اختناق الأسماك. كما تؤدي ظاهرة المد الأحمر إلى انتشار الروائح الكريهة وتلوث الهواء بنسبة ٨٥٪، وتردي نوعية مياه البحر حيث أشار حوالي ٧٤,٧٪، وتوقف في المياه القادمة من محطات التحلية أثناء حدوث الظاهرة بنسبة ٥٩,٧٪، والتأثير على الشعاب المرجانية بنسبة ٣١,٣٪ بذلك.

٤-٣-٢ الآثار الاجتماعية:

اوضح مجتمع الدراسة بنسبة ٧٦,١٪ بأنهم لا يشعرون بالراحة جراء المد الأحمر الشكل رقم (٨). وأنها تؤثر بشكل مباشر على ممارسة أنشطتهم الرياضية بنسبة ٤٦,٣٪ بينما اجمع ٤١,٨٪ أن الظاهرة لا تمنعهم من مزاولة انشطتهم. من ناحية أخرى فقد أوضحت نتائج الاستبيان أن ظاهرة المد الأحمر ظاهرة غير خطيرة ولا تؤثر على صحتهم، وأنها ليست مصدراً لانتقال الأمراض بنسبة ٥٩,٧٪. وعلى الرغم من التأثيرات السلبية لظاهرة المد الأحمر على السكان إلا أن حوالي ٧٤,٤٪ من مجتمع الدراسة يرون بعدم تأثير ظاهرة المد الأحمر على رغبتهم بمهنة الصيد، مما يدل على مدى تمسّك سكان الولاية بمهنة الصيد واشتغالهم فيها. لذلك يرى مجتمع الدراسة بضرورة ايجاد حل لهذة الظاهرة بنسبة ٦٢,٧٪، والتقليل منها عن طريق عمل حملات توعوية لإيضاح مخاطر المد الاحمر، وابلاغ المواطنين في حالة تكراره، بالإضافة إلى تكثيف الدراسات والبحوث.

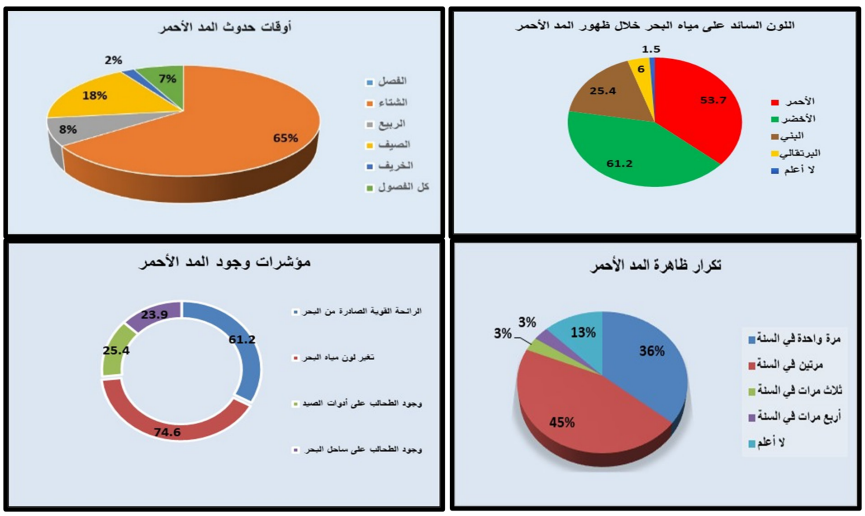
٤-٣-٣ الآثار الاقتصادية

يشير الشكل رقم (٩) إلى عدد من الآثار الاقتصادية للمد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية السيب جاءت على النحو التالي:

١. انخفاض عدد السياح في المنطقة، حيث أكد حوالي ٦٥,٧٪ من الصيادين على ذلك، إذ لاحظوا تجنب السياح الذهاب للبحر وانخفاض أعدادهم وقت حدوث الظاهرة، وذلك بسبب انتشار الروائح الكريهة ونفوق عدد كبير من الأسماك على الشاطئ.
٢. التأثير على كمية الاسماك التي يصطادها الصيادون، حيث وافق حوالي ٦١,٢٪على انخفاض كمية الأسماك التي يصطادونها خلال فترة حدوث الظاهرة بسبب نفوق الأسماك وحظر الصيد من قبل وزارة الثروة السمكية.
٣. ارتفاع تكاليف صيانة أدوات الصيد، فقد أجمع حوالي ٥٦,٧٪ أن الطحالب تتكدس على أدوات الصيد، وتسد فتحات شباك وأفخاخ الصيد. وتتضاعف تلك المشكلة عندما تجف تلك الطحالب اذ يصبح تنظيفها صعبا وتتطلب المزيد من الوقت.
٤. انخفاض الاقبال على شراء الأسماك والقشريات، إذ يرى حوالي ٥٠,٨٪ من الصيادين بأن ظاهرة المد الأحمر تؤدي إلى تردد المتسوقين من شراء الأنواع المصطادة أثناء حدوث الظاهرة بسبب خوفهم من الأمراض التي قد تسببها هذه الهوائم كالتسمم والحساسية، مما يؤدي بدوره إلى انخفاض سعر الأسماك في السوق المحلي، ومن ثم انخفاض الدخل وخاصة على الصيادين اللذين تعتبر مهنة الصيد المهنة الأساسية لهم.
٥. ارتفاع تكاليف صيانة قوارب الصيد، حيث أشار حوالي ٤٦,٣٪ أن الهائمات والطحالب المصاحبة للمد الأحمر تؤدي إلى ابطاء حركة محركات القوارب وزيادة استهلاك البنزين، وعدم قدرتها على الدوران خاصة في الانتشار الكثيف، اضافة إلى التأثير على أصباغ القوارب.
٦. انخفاض مستوى الدخل أثناء حدوث الظاهرة، حيث أكد حوالي ٤٤,٨٪ من مجتمع الدراسة على ذلك نتيجة مجموعة من الأسباب أبرزها:

١) انخفاض كمية الأسماك المصطادة وذلك بسبب كثرة الأسماك النافقة.
٢) انخفاض اقبال الناس على شراء الأسماك.

شكل (٦)معرفة مجتمع الصيادين بالخصائص البيولوجية المد الأحمر



المصدر: الباحثون، ٢٠٢٠.

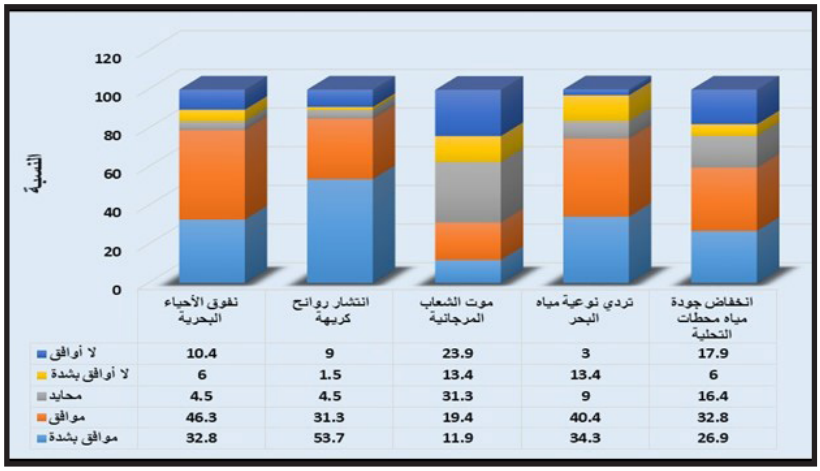
٣) ارتفاع تكاليف صيانة معدات وقوارب الصيد.
٤) الخوف من الاصابة بأمراض التسمم والحساسية.
٥) انخفاض عدد مرات الصيد أثناء حدوث الظاهرة.

٤-٤ أهم الحلول المقترحة للتخفيف من آثار ظاهرة المد الأحمر حسب آراء الصيادين:

أشار الشكل رقم (٨) أن حوالي ٦٢,٧٪ من مجتمع الدراسة يؤكدون على ضرورة ايجاد حل لهذه الظاهرة، وقد وضعت الدراسة مجموعة من التوصيات، تم تضمينها في الاستبانة لأخذ رأي مجتمع الصيادين حولها. وقد أوضح تحليل الاستبانة ما يلي:

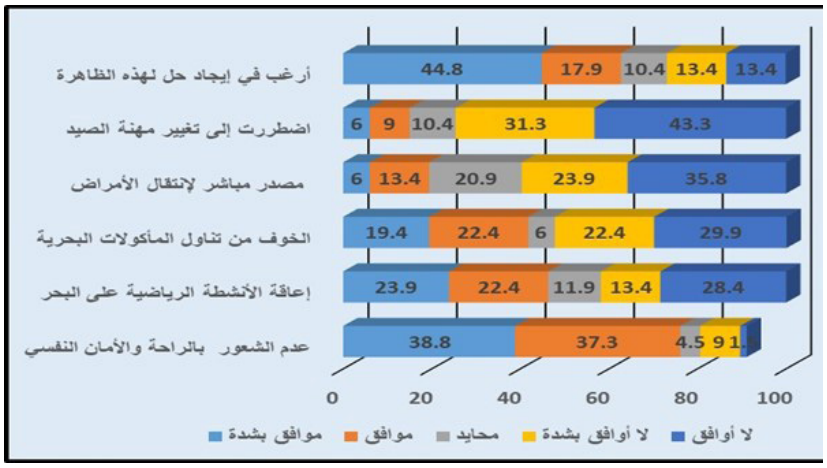
١. أكد مجتمع الدراسة على ضرورة تكثيف الدراسات والبحوث، ووضع لوحات توضيحية على السواحل لكيفية التعامل مع المد الأحمر حيث وافق على هذين المقترحين حوالي ٩١٪.

شكل (٧) الآثار البيئية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين بولاية السيب



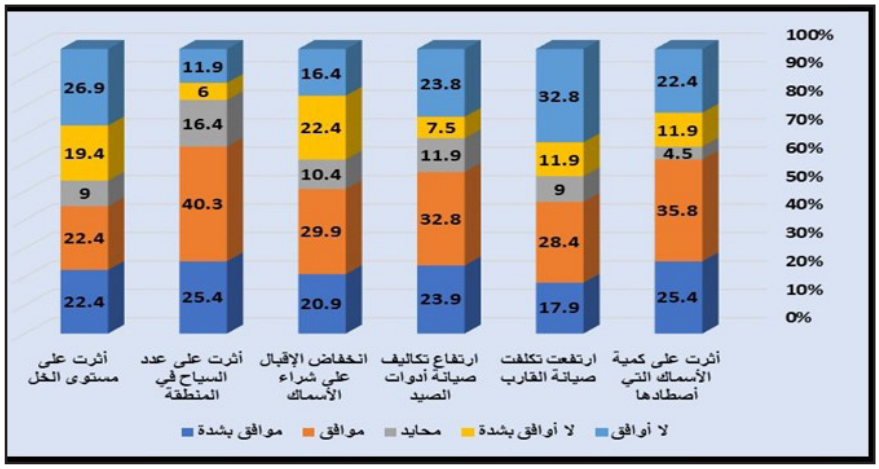
المصدر: الباحثون، ٢٠٢٠.

شكل (٨) الآثار الاجتماعية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين بولاية السيب



المصدر: الباحثون، ٢٠٢٠.

شكل (٩) الآثار الاقتصادية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين بولاية السيب



المصدر: الباحثون، ٢٠٢٠.

٢. عمل صندوق لدعم الصيادين وتعويض خسائرهم أثناء حدوث الظاهرة بنسبة ٧٦,١٪، حيث ينخفض دخل الصيادين خلال تلك الفترة وترتفع تكلفة صيانة أدوات الصيد.
٣. وضع رقابة صارمة على السفن العابرة للمياه الإقليمية، حيث وافق عليه حوالي ٧٠,١٪. وذلك لما لهذه السفن من أثر من خلال رمي المخلفات في البحر ومياه الموازنة.
٤. إثارة الموضوع على اللجان البلدية وأعضاء مجلس الشورى، حيث وافق حوالي ٦٧,٦٪ على هذا المقترح. إذ يرون أن ذلك سيعجل من الحلول، وسيسرع من وصول الموضوع للحكومة.
٥. استخدام الطرق الآمنة لمكافحة الظاهرة كرشها بالطين بنسبة ٤١,٨٪؛ وذلك من أجل التخفيف من أثر الظاهرة والسماح لهذه الطحالب للسقوط في قاع البحر وموتها ومنع تكاثرها.
٦. لحماية محطات التحلية من ظاهرة المد الأحمر يمكن تثبيت بعض الحواجز التي يمكنها تصفية المد الأحمر قبل أن يصل إلى محطة التحلية، واخذ المياه عن طريق آبار شاطئية بدلا من الاستهلاك المباشر. واستخدام تقنية KMWH لإزالة العوالق النباتية، واعاقة تكاثر الطحالب باستخدام طلاء Zink (AL Bakkari S. et al., 2016: 325).

الخاتمة

تتعرض العديد من دول العالم الساحلية بما فيها سلطنة عمان لظاهرة المد الأحمر، الأمر الذي أدى الى ظهور العديد من المشاكل البيئية المرتبطة مباشرة بها. واستنادا الى الأدبيات التي تعرضت للمد الأحمر، حاولت هذه الدراسة تناول التأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية لظاهرة المد الأحمر على مجتمع الصيادين في ولاية السيب التي تقع على ساحل بحر عمان في محافظة مسقط عاصمة سلطنة عمان. وتدور محاور هذه الدراسة حول التعريف بظاهرة المد الأحمر ومدى انتشاره في سلطنة عمان، وإبراز الآثار البيئية والاقتصادية والاجتماعية لها معتمدة على استقصاء آراء مجتمعات الصيادين عبر استبانة لقياس تلك التأثيرات.

عادة ما يطلق لفظ المد الأحمر كتعبير شامل للدلالة على انتشار الطحالب في مياه البحر، سواء الخضراء او الحمراء او البنية او البرتقالية. تلك الطحالب تنتشر وفقا لعوامل طبيعية - أغلبها يركز على نوعية مياه البحر وخصائص المناخ السائد - وعلى عوامل بشرية يرتكز أغلبها على السلوك البشري المباشر تجاه مياه البحر كرمي المخلفات العضوية أو التعدي على المسطحات المائية كصرف مياه الموازنة للسفن العابرة لبحر عمان والخليج العربي. وفي كل الظروف لا بد من إحكام القوانين والتشريعات على كافة المستويات للحد من تلك التجاوزات.

إن مشكلة المد الأحمر مشكلة معقدة التأثير. فهي تشمل الوسط المائي من سطحه لقاعه، كما ان الطحالب المتسببة يمتد تأثيرها حية وميتة. ولذا يجب ان يكون ظهورها قضية بيئية مثيرة للقلق، ويجب تكثيف الدراسات الميدانية، وتقارب فترات فحص عينات المياه لتحديد طرق المعالجة ومراحلها، إضافة الى ضرورة توثيق الحالات والتنبؤ بالتأثيرات طويلة المدى، والتركيز حتى على الآثار الصغيرة التي قد تشكل آثارا غير محسوبة، وعواقبا شديدة التأثير على مجتمعات الصيادين وخاصة تلك المتعلقة بالتأثيرات الاقتصادية والاجتماعية.

بيئيا؛ يتعرض الصيادون في منطقة الدراسة لمجموعة من الآثار لعل أبرزها: انتشار الروائح الكريهة، وتلوث الهواء، وتردي نوعية المياه البحرية بسبب تكاثر الطحالب وتراكمها، ومن ثم ارتفاع لزوجة المياه، وانخفاض كمية الأكسجين المذاب في المياه، والتحلل العضوي للأسماك النافقة والطحالب الميتة. واجتماعيا؛ يعد عدم الشعور بالراحة والأمان النفسي، والرغبة في إيجاد حل لظاهرة المد الأحمر أبرز التأثيرات، الى جانب الرغبة في تغيير المهن المتعلقة بالصيد، والخوف من تناول المأكولات البحرية، واعاقة الأنشطة الرياضية. أما اقتصاديا؛ فالتأثيرات تدور حول انخفاض عدد السياح، وانخفاض كميات الأسماك، وارتفاع تكاليف صيانة أدوات الصيد والقوارب والمعدات البحرية، وانخفاض الاقبال على شراء الأسماك والقشريات، والتأثير بشكل عام على مستوى الدخل للصيادين.

ان للتكنولوجيا الحديثة دورا كبيرا في تعقب ظاهرة المد الأحمر ومحاصرته وتحييد آثاره. وينبغي من المؤسسات ذات العلاقة بقضية البحث تكثيف المراقبة المستمرة بواسطة التقنيات الحديثة لا سيما؛ تقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، ونظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System). كما يعد التخطيط الموجه والمراقبة الصارمة جانب حاسم للإدارة الناجحة لتجنب الآثار المحتملة للمد الأحمر. إذ غالبًا ما تُنسب الصعوبات التي تواجهها المجتمعات الساحلية المتأثرة إلى التخطيط غير الكافي أو قلة دراسات الأثر البيئي. وعليه؛ لا بد من إجراء دراسة بيئية متكاملة مع تقييمات الأثر البيئي لكل عناصر البيئة الساحلية بما في ذلك مجتمعات الصيادين من قبل المؤسسات الحكومية ذات العلاقة.

المراجع

البلوشي، علي؛ الصالحي، بدور؛ الرواحي، عهود؛ الساعدي، يمنا (٢٠١٩). التلوث بالنفايات في شاطيء سور آل حديد بولاية السيب في سلطنة عمان، مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية، جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية، السعودية، مقبول للنشر بتاريخ ٢٠/٠٢/ ٢٠١٩م.

جلاندلاند، روبرت (١٩٦٦). عمان منذ ١٨٥٦ مسيرا ومصيرا، ترجمة محمد امين، سلطنة عمان، وزارة التراث القومي والثقافة، ٣.

قسم البيئة البحرية وعلوم المحيطات (٢٠٠٩). ظاهرة ازدهار الطحالب الضارة (المد الأحمر، وزارة الزراعة والثروة السمكية، مسقط.

الهاشمي سعيد (٢٠١٧). المد الأحمر يتمدد في سواحل السلطنة، نقلا عن: https://www.shabiba.com/article/168634.

مركز الأمن البحري، ٢٠٢٠، المد الأحمر، نقلا عن: http://www. mod.gov.om/ar-OM/MSC/Pages/8-6-16.aspx.

المركز الوطني للاحصاء والمعلومات، ٢٠١٨، الكتاب الاحصائي السنوي ٢٠١٨، مسقط، ١٦٢.

المنتدى الأدبي وزارة التراث والثقافة، ٢٠٠٨، سمائل عبر التاريخ، "جغرافية ولاية سمائل"، مسقط، الطبعة الأولى، ص ٩ - ٥١.

المنظمة الاقليمية لحماية البيئة البحرية، ٢٠٠٣، تقرير عن حالة البيئة البحرية، الكويت، ص ٣٢٤.

وزارة التغير المناخي والبيئة، الامارات العربية المتحدة، ٢٠١٣، نقلا عن: http://www.moew.gov.ae/Portal/ar/knowledge-and-statistics/red-tide.aspx تاريخ الاسترداد: ٢٠١٣/٠٣/١٥

وزارة الثروة السمكية، مركز العلوم البحرية والسمكية، ٢٠٠٨، ظاهرة ازدهار العوالق النباتية من نوع Cochlodinium polykrikoide في بحر عمان وأثاره، مسقط.

وزارة الثروة السمكية، قسم البيئة البحرية وعلوم المحيطات، مركز العلوم البحرية والسمكية، ٢٠١٧، مسقط.

المراجع الاجنبية

AL Bakkari S., Kamalakar D. and Nageswara R. (2016). Study on Impact of Red Tide to the Desalination Plant, International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences (IJPCBS), 6, (3), 322-325.

Ahmad A., Hashim n. and Nordin A. (2009). Red tide detection using remotely sensed data: A case study of Sabah, Malaysia, Malaysian Journal of Society and Space, 59, (3), 79-85.

Anderson, D., Kaoru Y., and White A. (2000). Estimated Annual Economic Impacts from Harmful Algal Blooms (HABs) in the United States, Technical Report WHOI-2000-11, 1-96.

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.

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.

Bibak M. and Hosseini S. (2013). Investigation Red Tide Effects on Human Health, World Journal of Fish and Marine Sciences, 5(1), 96-99.

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.

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.

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.

Cloren J.E. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem, Marine Ecology Progress Series 210, 223-253.

Graneli E. and Turner J. (2008). Ecology of harmful algae, Ecological Studies, Springer-Verlag-Berlin, 189, 1-403.

Heisler J., Glibert P., Burkholder J., Anderso, D., Cochlan W., Dennison W., Dortch Q., Gobler C., Heil C., Humphries E., Lewitus A., Magnien R., Marshall H., Sellner K., Stockwell D., Stoecker D. and Suddleson, M. (2008). Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. Harmful Algae 8, 3–13.

Horner R., Garrison D. and Plumley G. (1997). Harmful algal blooms and red tide problems on the U.S. west coast. Limnology and Oceanography, 42, (5), part 2, 1076-1088.

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.

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.

Landsberg, J. (2002). The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms, Reviews of Fisheries Science 10, 114–295.

Morgan K., and Larkin S. (2006). Economic Impacts of Red Tide Events on Restaurant Sales, the Southern Agricultural Economics Association Annual Meetings, Orlando, Florida, February 5-8, 2006, 1-11.

LNG. (2003). Oman Liquid Natural Reports, Oman LNG, Sur, 5.

PDO-Oman, Petroleum Development of Oman.

(2002). Oil spill and characteristics of produced Water, Petroleum Development of Oman, Muscat, 13.

Rabalais N., Turner, R., Dıaz, R.J. and Justic D. (2009). Global change and eutrophication of coastal waters. –ICES. Journal of Marine Science, 66, 1528–1537.

Richlen M., Morton S., Jamali E., Rajan A. and Anderson 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 Algae, 9, 163–172.

ROPME. (2013). State of the Marine Environment Report, Kuwait, 125.

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.

Sunda W., Graneli E., and Gobler C. (2006). Positive feedback and the development and the persistence of ecosystem disruptive algal blooms, Journal of Phycology, 42, 963–974.