البيئة البحرية

THE MARINE ENVIRONMENT

تصدر عن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية – العدد ١٣١ /يناير – مارس ٢٠٢٢

دور موائل الكربون الأزرق في الحد من آثار التغير المناخي

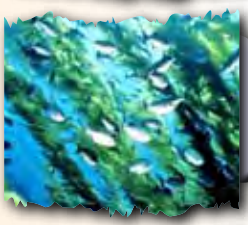
نشرة البيئة البحرية - العدد الحدي و الثلاثون بعد المائة / يناير - مارس ٢٠٢٢

اقرأ في هذا العدد

٤ اجتماع اللجنة الإدارية والمالية المشكلة من قبل مجلس المنظمة الطارئ

٦ زيارة وفد المنظمة لحمية الجهراء الطبيعية

٨ مُهُد الأعشاب البحرية



١٨ موائل الطحالب البحرية

٢٧ سؤال في البيئة البحرية: ما هي الحصائر الميكروبية؟

٢٨ دور موائل الكربون الأزرق في مكافحة التغير المناخي

٣٣ غرق سفينة شحن في مياه المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة

نشرة
البيئة البحرية

نشرة دورية تصدر عن سكرتارية المنظمة وهي لا تعبر بالضرورة عن رأي المنظمة أو الدول الأعضاء

****

هيئة استشارية
د. حسن محمدي
كابتن. عبدالمنعم الجناحي
د. علي عبدالله
د. وحيد مفضل

****

التحرير والمادة العلمية
د. محمد عبدالقادر الفقي

****

الإشراف الفني
عبدالقادر بشير احمد

****

خدمات إدارية وفنية
هناء العارف
زبيدة آغا
عنان راج

****

منطقة غرناطة - قطعة: ٣ قسيمة ٩٠٠٠٢٠
شارع جمال عبدالناصر
ص.ب: ٢٦٣٨٨ الصفاة ١٣١٢٤
دولة الكويت
تليفون: ٢٤٨٦١٤٤٢ / ٢٢٠٩٣٩٣٩ (٩٦٥)
فاكس: ٢٤٨٦١٦٦٨ - ٢٤٨٦٤٢١٢ (٩٦٥)
www.ropme.org
E-mail: ropme@ropme.org
facebook.com/ropme.org
twitter.com/ropme
www.memac-rsa.org
E-Mail: memac@batelco.com.bh

الافتتاحية

تُعَدُّ النظم الإيكولوجية الساحلية الصحية لموائل الكربون الأزرق نظمًا ضرورية للتخفيف من آثار تغير المناخ.

وقد اتضح علميًّا وعالميًّا أن المناطق الساحلية هي أكثر المناطق فعالية على كوكبنا الأرضي في اقتناص الكربون من الغلاف الجوي وعزله وتخزينه من خلال ما فيها من شجيرات مانجروف وأعشاب بحرية وطحالب ومستنقعات مالحة وغيرها. وإذا تم التعامل مع هذه النظم البيئية بالشكل الصحيح الذي يجب أن نتعامل به معها، فإنها ستكون أحجار زاوية مهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ. وعلى النقيض من ذلك، فإن تلك النظم إذا تدهورت أحوالها، وتفاقمت مشكلاتها، فإنها ستكون مصدر وبال على المناخ، حيث ستطلق كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري (الدفيئة) في الغلاف الجوي، وهو الأمر الذي سيجعل كوكبنا أكثر احترارا، وستصبح كل الأحياء التي تدب على الأرض أو تسبح في الماء أو تنزلق على الجليد فوق صفيح ساخن!

إن موائل الكربون الأزرق الموجودة في المناطق الساحلية المحمية، حيث يلتقي البر والبحر، هي نقاط ساخنة للتنوع الأحيائي (البيولوجي) والإنتاجية. وفي المناطق الساحلية المغمورة بالمياه، توفر الفسيفساء الملونة من نباتات قاع البحر موطنًا للعديد من أنواع الأسماك والأحياء البحرية، ولكن هذه الموائل البيئية الزرقاء تقوم أيضًا بدور مهمّ جدًّا في دورة الكربون المحيطية، إذ إنها في الواقع، تحبس النظم الإيكولوجية الساحلية للكربون - الذي يشار إليه بالكربون الأزرق - من الغلاف الجوي والمحيطات بمعدلات أعلى بكثير، لكل وحدة مساحة، من الغابات الخضراء التي تعج بها الموائل البيئية الأرضية. وحتى الآن، تشير التقديرات إلى أن أنظمة الكربون الأزرق الساحلية تحبس ما يتراوح من ٤ إلى ١٠ أطنان من غاز ثاني أكسيد الكربون لكل هكتار كل عام، وهي كمية تمثل ما يقرب من نصف إجمالي الكربون المحتجز في رواسب المحيطات، على الرغم من أن هذه الأنظمة تغطي أقل من ٢ ٪ من قاع المحيط.

ومع هذه الخصائص والسمات البارزة والمتميزة، فإن النظم البيئية الساحلية الصحية والمتنوعة والمغطاة بالنباتات البحرية تقوم بدور حاسم في التقاط الكربون (المتمثل في ثاني أكسيد الكربون والميثان) الذي كان سيبقى - لولا ذلك - في الغلاف الجوي، ليؤدي إلى تفاقم مشكلة تغير المناخ.

وعلى الرغم من تجاهل البشر في كثير من الأحيان لأهمية موائل الكربون الأزرق، فقد حان الوقت الآن للاعتراف بخدمات النظام البيئي المهمة التي توفرها هذه الموائل، واعتبارها حجة رئيسية للحفاظ على سواحل المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، واستعادة ما فقدناه وافتقدناه فيها من أيكات قرمها، وأعشاب قيعانها، وطحالب مياهها، وسبخات سواحلها.

ومما تجدر بنا الإشارة إليه، أنه عندما تتدهور النظم البيئية لتلك الموائل أو تختفي أو تتحول إلى استخدامات أخرى، فإنها تفقد قدرتها على امتصاص الكربون. لكن تدهور موائل الكربون الأزرق الساحلية لا يؤدي فقط إلى إبطاء امتصاص الكربون من الغلاف الجوي، بل إنها عندئذ تفعل النقيض، إذ إنها عند تدهورها أو تدميرها، تبدأ في إطلاق الكربون الذي اختزنته لقرون في الغلاف الجوي وفي مياه المحيطات. ومن ثم فإنها تصبح مصادر لغازات الاحتباس الحراري (الدفيئة) ذات الصلة بالمناخ، سواء في شكل ثاني أكسيد الكربون أو الميثان أو هما معًا، وهذا الأخير هو أحد غازات الاحتباس الحراري القوية ذات التدفق المستمر للاحترار العالمي التي تفوق تأثير ثاني أكسيد الكربون بأضعاف عديدة .

وما نريد أن نؤكد عليه هنا هو امتصاص الكربون في موائل الكربون الأزرق الساحلية وفي المحيطات يمكن أن يؤدي إلى تخزين قصير الأجل في النباتات والطحالب (أي في كتلتها الحيوية)، ولكن الأهم من ذلك أنه يؤدي إلى عزل طويل الأجل داخل قاع البحر. فمن خلال الترسيب المستمر، يمكن التخلص من المواد العضوية لآلاف السنين. ومن ثم فإن حفظ واستعادة النظم البيئية الساحلية، وخاصة المستنقعات المالحة ومروج الأعشاب البحرية وغابات المانجروف وموائل الطحالب الكبيرة، هي أمثلة ممتازة للحلول القائمة على الطبيعة للتخفيف من حدة المناخ. ولعل ذلك يلفت انتباه القارئ الكريم إلى تفهم ما يعنيه شعار يوم البيئة الإقليمي لعام ٢٠٢٢ (دور موائل الكربون الأزرق في التخفيف من آثار التغير المناخي)، والتعاون مع المنظمة والدول الأعضاء فيها لإنجاح برامجها الخاصة بالمحافظة على هذه الموائل، وتفعيل دورها في التصدي لمشكلة التغير المناخي.

هذا، وبالله التوفيق.

أسرة التحرير

اجتماع اللجنة الإدارية والمالية المشكلة من قبل مجلس المنظمة الطارئ

صرح الأمين التنفيذي للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية الدكتور جاسم بشارة، بأن المنظمة عقدت اجتماعا للجنة الإدارية والمالية المشكلة بناء على قرار مجلس المنظمة الطارئ، وذلك خلال يومي ٢٢ - ٢٣ فبراير ٢٠٢٢ بوساطة منصة الزوم، حيث شارك في الاجتماع ست دول من الدول الأعضاء في المنظمة.

افتتح سعادة الدكتور جاسم بشارة الأمين التنفيذي للمنظمة الاجتماع الساعة العاشرة صباحا يوم الثلاثاء الموافق ٢٢ فبراير ٢٠٢٢ بحضور ممثلين عن كل من مملكة البحرين والجمهورية الإسلامية الإيرانية وجمهورية العراق ودولة الكويت وسلطنة عمان ودولة الإمارات العربية المتحدة.

وبعد عرض جدول الأعمال واعتماده، شكر الأمين التنفيذي الدكتور جاسم بشارة جميع الحاضرين على مشاركتهم، وتمنى لهم التوفيق وإنجاح الاجتماع. وبعد ذلك تسلّم ممثل مملكة البحرين رئاسة الاجتماع كما هو معمول به، وتمنى التوفيق والنجاح للحاضرين في إنجاز ما انعقد الاجتماع لأجله.

وقد خُصّص اليوم الأول لمناقشة الشؤون المالية في المنظمة. وخلال المناقشات التي جرت، بيّن الأمين التنفيذي المركز المالي للمنظمة بشفافية، حيث أوضح أن المنظمة تعتمد في تنفيذ أنشطتها وبرامجها على مساهمات الدول الأعضاء، وأن عدم سداد هذه المساهمات بصورة مستمرة ومتواصلة يؤثر بشكل كبير على أنشطة المنظمة وبرامجها.

كما أوضح الأمين التنفيذي أن المنظمة تقوم الآن بمراجعة جميع الأنظمة واللوائح المالية والإجراءات المعمول بها فيها لتنفيذ البرامج والأنشطة، من أجل الوصول إلى أفضل الصيغ التشغيلية، مع الحرص على تطبيق مبادئ وأساسيات أنظمة حوكمة المؤسسات. وذكر الأمين التنفيذي أنه سيتم اختيار المدقق الخارجي للمنظمة وفقا لمصلحة المنظمة والدول الأعضاء، ووفقا للممارسات الدولية بهذا الشأن.

وفي صباح اليوم التالي الموافق ٢٣ فبراير٢٠٢٢ قامت اللجنة بمناقشة الأمور الإدارية في المنظمة بعد الانتهاء من مناقشة الشؤون المالية في اليوم السابق ٢٢ فبراير ٢٠٢٢. وقد افتتح الأمين التنفيذي للمنظمة الدكتور جاسم بشارة اجتماع اليوم الثاني في الساعة العاشرة من صباح الأربعاء ٢٣ فبراير ٢٠٢٢. وقدّم عرضا تفصيليا تناول فيه السياسات الإدارية القائمة حاليا في المنظمة. كما تناول كذلك الإطار العام للخطة الإستراتيجية للمنظمة المزمع وضعها. ثم قام الأمين التنفيذي بوصف الوضع الحالي للسياسات والإجراءات الإدارية المتبعة في كل من المقر الرئيسي للمنظمة في الكويت ومركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (ميماك) التابع للمنظمة ومقره في البحرين. كما تمت الاشارة إلى أن المنظمة تقوم حاليا بمراجعة وتقييم الهيكل التنظيمي الحالي للنظر في إمكانية تعديله، ورفعه إلى المجلس الوزاري للمنظمة فيما بعد.

وقد ناقش المجتمعون عدة مواضيع أخرى، منها:

- تعزيز ثقافة المنظمة للعمل الجماعي كفريق بهدف بناء قدرات الأفراد على المدى الطويل.
- تطوير وتعزيز القدرات الحالية للموظفين في المنظمة فنيا وإداريا.
- تطوير الوصف الوظيفي وخطة الأداء لجميع الموظفين.
- إنشاء لجنة الإدارة وشؤون العاملين برئاسة الأمين التنفيذي تجتمع شهريا.
- تعزيز الاتصالات الداخلية.
- تطوير العمل اليومي.
- وضع خطة إستراتيجية وتشغيلية لمدة خمس سنوات، ومعرفة البرامج والأنشطة التي تنفذ خلال هذه السنوات.

وفي هذا الصدد ذكر الأمين التنفيذي أن نظام العاملين في المنظمة بحاجة إلى مراجعة من داخل المنظمة وخارجها، وأشار إلى أنه يمكن تشكيل فريق عمل مصغر لمراجعة السياسات والإجراءات المالية مع نظام العاملين في المنظمة. ويمكن الاستعانة بالمدقق الخارجي كطرف ثان في مراجعة الإجراءات المالية والإدارية.

وقد وافق الحضور على أن مراجعة اللوائح الإدارية في المنظمة أمر ضروري لا بد منه لمواكبة التطور، وتلبية أنشطة المنظمة وبرامجها.

وتحدث الأمين التنفيذي عن الدور المهم لمركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (ميماك)، باعتبار أنه هو الجهة المختصة لمواجهة جميع الحوادث الطارئة التي تقع في المنطقة البحرية للمنظمة .

ومن جهة أخرى، تمت مناقشة ضرورة تحسين وتطوير الاتصالات بين المنظمة والدول الأعضاء، وأهمية إيجاد آلية لترتيب وتطوير التعامل ما بين المنظمة وهذه الدول.

وذكر الأمين التنفيذي أن المنظمة الآن بصدد التحضير لوضع خطة إستراتيجية للمنظمة لمدة خمس سنوات، وعرضها على اللجنة التنفيذية ومجلس المنظمة بعد ذلك. وتتطلب هذه الخطة تنقيح اللوائح والأنظمة المعمول بها في الوقت الحاضر، حيث تهدف تلك الخطة إلى رسم خارطة طريق لمستقبل المنظمة، ووضع رؤية ورسالة وأهداف للمنظمة، فضلا عن وضع خطة عمل تشغيلية مستقبلية للأنشطة والبرامج.

وبيّن الأمين التنفيذي أن الإستراتيجية تتكون من الإطار الرئيسي الذي يتضمن: تقييم الوضع الحالي - الرؤية - المهمة - الأهداف على المديين الطويل والقصير. كما تشتمل الإستراتيجية على خطة عمل تشغيلية تتضمن: المشاريع - المبادرات – البرامج - التكاليف - المدة الزمنية - الترتيبات الإدارية والمالية، ومؤشرات قياس الأداء.... إلخ.

زيارة وفد المنظمة لحمية الجهراء الطبيعية

موظفو المنظمة يستمعون لشرح ممثل الهيئة العامة للبيئة

قام وفد من المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية برئاسة الأمين العام التنفيذي للمنظمة ومشاركة موظفي المنظمة بزيارة محمية الجهراء الطبيعية بدولة الكويت للتعرف عن قرب على أهم سماتها وملامحها البيئية، ومكوناتها من الطيور والنباتات والكائنات البرمائية.

وقد تمت هذه الزيارة يوم الخميس الموافق ٣١ مارس ٢٠٢٢ بالتنسيق مع الجهات المختصة بالهيئة العامة للبيئة، حيث كان في استقبال الوفد بعض مسؤولي قطاع التنوع الأحيائي والعلاقات العامة بالهيئة.

وتجدر الاشارة إلى أن محمية الجهراء تقع على الساحل الغربي لجون الكويت، وتبلغ مساحتها ١٨ كم٢. وقد أنشئت في عام ١٩٨٧، وتم توسعتها بتاريخ ٢٤ يونيو ٢٠١٣. وتمتاز محمية الجهراء بمظاهر طوبوغرافية مختلفة أفرزت خمس بيئات متنوعة، وهي:

- بيئة الشريط الساحلي
- بيئة الكثبان الرملية الساحلية
- بيئة السباخ
- بيئة المياه العذبة
- بيئة الرمال

وتشكل المياه العذبة مركزا للتنوع الأحيائي (البيولوجي). ويوفر نبات البوص بيئة مناسبة للطيور المقيمة والمهاجرة. وتصنف المحمية ضمن الصنف الرابع للمناطق المحمية تبعا لتصنيف الاتحاد العالمي للمحافظة على الطبيعة IUCN.

شتلات نبات المانجروف المزروعة حديثا

مستنقعات مياه عذبة

مستنقعات ملحية

وقد تضمن برنامج الزيارة أكثر من فعالية، إذ تم في البداية عرض فيلم علمي وثائقي عن المحمية وما تحتويه من أنظمة بيئية وحاضنات طبيعية، كالمستنقعات المائية والسبخات وأنواع الطيور المهاجرة والمستوطنة التي تتخذ من المحمية مأوى لها.

وبعد ذلك قام الوفد بعمل جولة داخل المحمية للتعرف على ملامح التنوع الأحيائي بها، وأهم الكائنات التي تستضيفها، ومشاهدة السبخات والمستنقعات المائية المنتشرة بالمحمية، وكذلك مشاهدة شتلات نباتات القرم (المانجروف) التي نجحت الهيئة العامة للبيئة في استزراعها حديثا في أرجاء المحمية. وفي هذا السياق، فقد قام مشرفو الهيئة باستعراض أبرز الجهود التي تقوم بها الهيئة العامة للبيئة لتوعية الجمهور، والحفاظ على التنوع الأحيائي والبيئة الساحلية بوجه عام.

وقد أثنى وفد المنظمة على الجهود الدؤوبة التي تقوم بها الهيئة في حماية مكونات البيئة الساحلية والبحرية على وجه الخصوص، والتي من أبرزها التوسع في إنشاء المحميات الساحلية، وتطوير محمية الجهراء وجعلها مزارا وطنيا ومعلما بيئيا بارزا ومميزا. وفي ختام الزيارة تم التقاط بعض الصور التذكارية الجماعية بين أعضاء الوفد الزائر ومسؤولي الهيئة.

موائل الكربون الأزرق

مُهُد الأعشاب البحرية

هذه مجموعة من النباتات تضم أكثر من ستين نوعًا من الأعشاب التي تكيفت على مدى ملايين السنين مع الحياة تحت سطح الماء في البحار. وهي توجد في نطاق جغرافي كبير يمتد من المناطق البحرية الاستوائية إلى القطب الشمالي، إذ يمكنها أن تنمو بسهولة على شواطئ البحار الضحلة وعلى الجرف القاري لجميع القارات باستثناء القارة القطبية الجنوبية (والجرف القاري هو منطقة توجد تحت سطح الماء من الأراضي المحيطة بكل قارة، مما يخلق مساحة من المياه الضحلة نسبيًا تعرف باسم جرف البحر). كما أن هذه الأعشاب توجد في جميع أنحاء العالم، وفي كل من المناطق الحارة والباردة على حد سواء. ولا تتوافر بيانات مؤكدة حول المساحة التي تغطيها الأعشاب البحرية على مستوى العالم. والأرقام المتوافرة تقديرية، وهي تتراوح ما بين ١٢٥,٠٠٠ كيلومتر مربع و٦٠٠,٠٠٠ كيلومتر مربع من المناطق الضحلة في المحيطات.

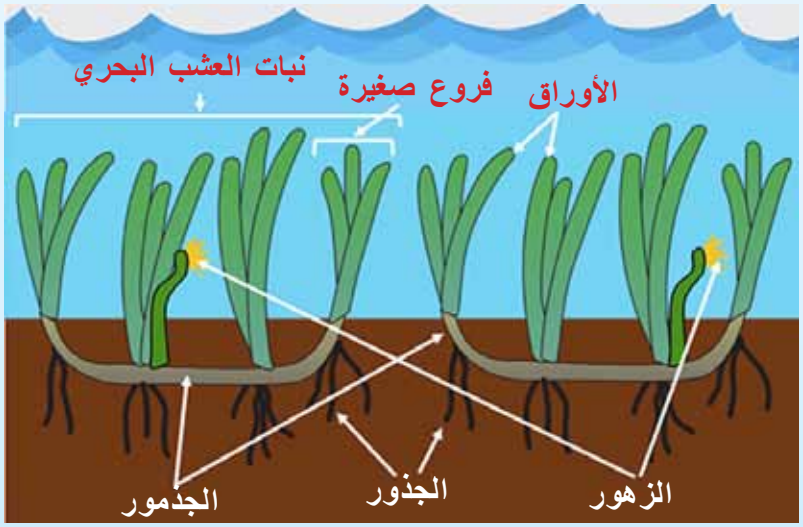
والأعشاب البحرية هي جزء من مجموعة من النباتات المسماة بوحيدة الفلقة، وهي نباتات مزهرة من فئة كاسيات البذور angiosperm، تعيش في بيئة بحرية أو معتدلة الملوحة. ولا تزهر هذه الأعشاب إلا لفترة قصيرة كل عام. ومثل العديد من النباتات التي تنمو على اليابسة، فإن عملية الإزهار تكون مرتبطة بفصول السنة.

وعلى عكس النباتات التي تنمو على اليابسة التي يتوفر لها الأكسيجين من التربة المحيطة بجذورها، لا يتوافر لتلك الأعشاب سوى قدر ضئيل من الأكسيجين في الرواسب المشبعة بالماء (الرمال أو الطين الموجود تحت الماء الذي تنمو فيه الأعشاب البحرية) الموجودة في قاع البحر، لذا تقوم الأعشاب البحرية بتبادل الأكسيجين وثاني أكسيد الكربون من خلال أوراقها الرقيقة بدلًا من ذلك، كما تعمل جذور الأعشاب البحرية كمرساة لتثبيت تلك الأعشاب في الرواسب.

وتمتلك الأعشاب البحرية جذورًا وجذمورًا (السيقان الأكثر سمكًا) وعروقًا وأوراقًا. وكما هو الحال مع النباتات المزهرة على اليابسة، فإن الأعشاب البحرية لها زهور وثمار وبذور. وتساعد الحيوانات البحرية وحركة التيارات المائية على تلقيح زهور هذه الأعشاب وحركة بذورها. وقد تم وصف الحيوانات الصغيرة التي تسمى القشريات (المعروفة باسم ثنائيات الأرجل، التي تشبه صغار الروبيان) بأنها "نحل البحر" لأنها تلقح أزهار الأعشاب البحرية بالطريقة نفسها التي يفعلها النحل في النباتات التي تنمو على اليابسة. وتمتص جذور الأعشاب البحرية وجذمورها العناصر الغذائية وتخزنها، وتساعد على تثبيت هذه الأعشاب (والرواسب) في مكانها. كما أن بهذه النباتات- على غرار النباتات الأخرى- عضيات إنتاج الغذاء داخل خلاياها، التي يطلق عليها اسم البلاستيدات الخضراء. وتستخدم البلاستيدات الخضراء الطاقة القادمة من الشمس لتحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى السكريات والأكسيجين اللازمين للنمو، من خلال العملية التي تسمى البناء الضوئي. وتعمل العروق الموجودة داخل أنسجة الأعشاب البحرية على نقل السكريات والأكسيجين داخل النبات، وتحتوي هذه العروق أيضًا على جيوب هوائية، تساعد على إبقاء أوراق الأعشاب البحرية طافية فوق الماء.

وتنمو الأعشاب البحرية على عمق قد يصل حتى ٦٠ مترًا (١٨٥ قدمًا)، حسب توافر الضوء ونوعية المياه. ويتحكم المد والجزر وصفاء المياه ودرجة الملوحة المنخفضة (كميات قليلة من الأملاح في الماء) في المكان الذي يمكن أن تعيش فيه هذه الأعشاب البحرية عند الحافة الضحلة بالقرب من الشاطئ، حيث تكون جميع هذه الأمور مواتية تمامًا من أجل بقاء الأعشاب البحرية ونموها.

ولأن الظروف البيئية (مثل درجة الحرارة ومقدار أشعة الشمس) قد تتغير في الموئل مع تغير الفصول، واختلاف موقع الموئل، فثمة العديد من الأنواع المختلفة من الأعشاب البحرية التي تتكيف مع الحياة في موائل بيئية مختلفة. فالأنواع المختلفة من الأعشاب البحرية لها أشكال وأحجام متباينة، حيث تبدو بعض الأنواع مثل المجاديف أو أوراق الشجر (كما في نوع Halophila)، ويبدو بعضها الآخر أشبه بالعشب التقليدي (نوع Zostera)، بل إن بعضها يبدو مثل معكرونة الإسباجيتي (نوع Syringodium). وقد تكيفت جميع أنواع الأعشاب البحرية



عشب بحري من نوع Halophila

عشب بحري من نوع Zostera

للعيش في مجموعة متنوعة من الظروف المختلفة. وعلى مستوى العالم، يوجد ٧٢ نوعًا من الأعشاب البحرية مُقسمة إلى أربع عائلات، هي: الشتناريات Posidoniaceae، والحزاميات Zosteraceae، والكلويات المائية Hydrocharitaceae، وسايمودوشيسيا Cymodoceaceae. وترتبط الأنواع داخل كل عائلة ارتباطا وثيقا ببعضها البعض أكثر من ارتباطها بأنواع الأعشاب البحرية من عائلة مختلفة .

وتتصل الأعشاب البحرية بقاع المحيط عن طريق جذورها السميكة وجذمورها rhizomes، وسيقانها الأفقية ذات البراعم المتجهة إلى أعلى، في حين تتجه جذورها إلى أسفل. وتساعد جذورها على استقرار قاع المحيط.

وفي العديد من الأماكن البحرية تغطي هذه الأعشاب مساحات كبيرة من قاع البحر، ويُطلق على هذه الأماكن اسم مروج الأعشاب البحرية أو مُهُد النجيل البحري.

وعادة ما توجد مروج الأعشاب البحرية في المناطق ذات الرواسب الناعمة التي يتم كشفها يوميًّا عند انسحاب مياه البحر في حالة الجزر، أو التي تكون تحت سطح الماء دائمًا (أي في منطقة ما بعد خط الجزر الأدنى بعيدًا عن الشاطئ) في المناطق المعتدلة والاستوائية.

وتفضل هذه الأعشاب الأماكن الساحلية الضحلة والمحمية (مثل الخلجان والبحيرات الشاطئية lagoons ومصبات الأنهار)، حيث تكون الأمواج محدودة، ومستويات الضوء والعناصر الغذائية عالية. وتبدو هذه المروج أشبه بالأراضي العشبية والمروج التي نراها على اليابسة.

وتتراوح مساحة مرج الأعشاب البحرية من متر مربع واحد في

عشب بحري من نوع الإسباجيتي

حالة المروج الصغيرة إلى عشرات الآلاف من الهكتارات (تبلغ مساحة الهكتار الواحد ١٠,٠٠٠ متر مربع) في حالة المروج الكبيرة. ويغطي أكبر مرج للأعشاب البحرية تم رصده مساحة تبلغ ٤,٥٠٠ كيلومتر مربع.

أهمية الأعشاب البحرية

تُعرف الأعشاب البحرية بأنها الكائنات المُنتجة الأساسية، لأنها تصنع طعامها الخاص من خلال عملية البناء الضوئي، ويمكن أن تأكلها الحيوانات، ومن ثم يكون لها دور مهم في الشبكة الغذائية. وتحتفظ الأعشاب البحرية بالتربة تحت الماء (المعروفة باسم الرواسب) في حالة متماسكة، مما يساعد على حماية السواحل من آثار العواصف والأمواج العاتية عن طريق منع التآكل الساحلي.

وتُعرف الأعشاب البحرية بأنها "مهندسة البيئة"، مما يعني أنها قادرة على تغيير الظروف المحيطة بها بما يتناسب مع احتياجاتها الخاصة، وهي تفعل ذلك باستخدام جذورها القوية وأوراقها الطويلة لتهدئة المياه، وتقليل مستويات العناصر الغذائية لمنع فرط نمو الطحالب الضارة، وإزالة الرواسب الطافية في المياه لتوفير مياه نقية تسمح بوصول أشعة الشمس إلى هذه الأعشاب، وكل هذه الأمور تعمل على تحسين الظروف المواتية لنمو تلك الأعشاب، فكلما كان مرج الأعشاب البحرية أكبر حجمًا وكثافة، زادت قدرته على إنشاء ما يُعرف باسم دائرة التغذية الموجبة المتزايدة، التي تؤدي إلى خلق ظروف تساعد الأعشاب البحرية على النمو.

روبيان يرعى في الأعشاب البحرية

وتتسم مروج الأعشاب البحرية بالتنوع الأحيائي (الحيوي) الغزير، مما يعني أن هناك مجموعة كبيرة من أنواع مختلفة من النباتات والحيوانات تعيش بها.

وبوجه عام، توفر مُهُد الأعشاب البحرية أحد أفضل الموائل للعديد من أنواع الأحياء البحرية ذات الأهمية التجارية، بما في ذلك الأسماك والقشريات (مثل الروبيان *Penaeus semisulcatus*).

وتُعَدُّ مروج الأعشاب البحرية، مثل السافانا الأفريقية، أماكن رائعة مناسبة للحيوانات البحرية من أجل البحث عن الطعام والاختباء، ولهذا السبب، فغالبا ما يشار إلى مروج الأعشاب البحرية باسم "براري البحر". وعند تعرض مروج الأعشاب البحرية للهواء في أثناء الجزر، يمكن العثور على كثير من الحيوانات اللافقارية (مثل المحار والسلطعون والقنافذ البحرية)، وهي ترعى أو تختبئ بين أوراق هذه الأعشاب أو في الرواسب الموجودة تحتها. ويمكن أن تكون هذه المروج أحادية النوع، وهو ما يعني أنها تحتوي على فصيلة واحدة فقط من الأعشاب البحرية، أو قد تحتوي على مجتمعات متعددة الفصائل.

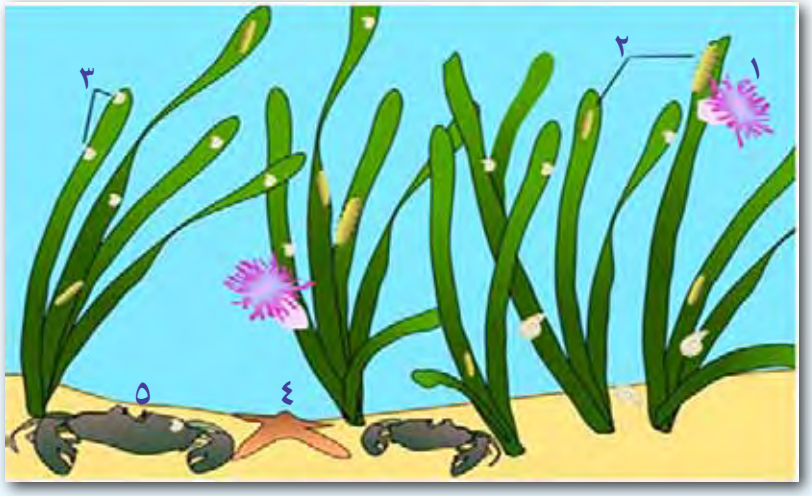
وتقوم مروج الأعشاب البحرية بدور مهم في الحفاظ على سلامة محيطاتنا، وتوفير مأوى لجميع أنواع الأحياء البحرية، فهي تُعَدُّ موطنًا مهمًّا لعدد كبير من الأحياء الحية البحرية، حيث إنها تدعم الآلاف من الحيوانات البحرية، كما أنها تدعم الشعاب المرجانية والموائل الأخرى للأسماك من خلال توفير الطعام

سلطعون يختفي في الأعشاب البحرية

قنفذ بحري يعيش في بيئة الأعشاب البحرية

أو مكان لعيش صغار الأسماك. فعلى سبيل المثال، توفر تلك المروج موطنًا أو منطقة تغذية لأكثر من ألف نوع من الأسماك، بما في ذلك الأسماك التي يأكلها البشر، مثل سمك موسى والقد والرنجة، بالإضافة إلى الأنواع الأكبر من الأحياء البحرية المهددة بالانقراض مثل السلاحف البحرية وفرس البحر والأطوميات وخراف البحر (أبقار البحر) manatees، حيث تتغذى هذه الحيوانات على الكائنات الحية التي تعيش في مُهُد الأعشاب البحرية. وتستخدم بعض الأنواع هذه المُهد كمناطق لحضانة صغارها، في حين تحتمي أنواع أخرى بين هذه الأعشاب طوال حياتها.

إحدى أبقار البحر في مهد الأعشاب البحرية



أمثلة على بعض الكائنات الحية اللافقارية التي تدعمها مروج الأعشاب البحرية:

(١) شقائق النعمان الراسية على الأعشاب البحرية من أجل الحصول على الغذاء،

(٢) متساويات الأرجل (من القشريات الصغيرة)،

(٣) بطنيات الأرجل (حلزون البحر) التي ترتع على طول أوراق الأعشاب البحرية،

(٤) نجم البحر الذي يتخذ أوراق الاعشاب البحرية كمأوى له،

(٥) السلطعون (من القشريات الكبيرة) الباحث عن الطعام بين أوراق الأعشاب البحرية.

وتوفر مروج الأعشاب البحرية للأسماك مأوى من الحيوانات المفترسة وإمدادات غذائية وفيرة. ونتيجة لذلك، فإن هذه المروج تعَدُّ أماكن مناسبة لممارسة هواية صيد الأسماك واللافقاريات الصالحة للأكل وجمع أنواع أخرى من المأكولات البحرية. فعلى سبيل المثال، عند انخفاض المد، توفر مروج الأعشاب البحرية المكشوفة في المنطقة الاستوائية منطقة صيد يسهل الوصول إليها وبها أسماك صغيرة ولافقاريات

وتستهلك الأطوميات (أبقار البحر) dugongs الأعشاب البحرية بشكل مباشر، في حين أن السلاحف الخضراء والقنافذ البحرية urchins sea ومعظم الأنواع السمكية تستهلك هذه الأعشاب بصورة غير مباشرة في صورة مخلفات، إذ تأكلها وهي مفتتة بعد أن تكون قد تحللت بفعل البكتيريا والحركة الميكانيكية للأمواج والتيارات المائية.

سلحفاة خضراء تأكل الأعشاب البحرية

صالحة للأكل. وفي أوقات أخرى، يمكن استخدام الفخاخ والشبكات لصيد الأسماك التي تهاجر داخل الأعشاب البحرية وخارجها. أما في المناطق الأكثر برودة، فيُعد العشب البحري أيضًا موئلًا مهمًّا للأسماك التي يتناولها البشر.

ويستخدم سمك القد الأطلسي *Gadus morhua* (وهو ثالث أكثر أنواع الأسماك التي يتم صيدها في العالم)، الأعشاب البحرية مكانا لحضانة صغار الأسماك. وينمو سمك القد الصغير بشكل أسرع، وتكون له فرص أكبر للوصول إلى مرحلة البلوغ عندما يعيش في مروج الأعشاب البحرية.

وتُعرف الأعشاب البحرية بالكائنات المُنتجة الأساسية، لأنها تصنع طعامها الخاص من خلال عملية البناء الضوئي، ويمكن أن تأكلها الحيوانات، ومن ثم يكون لها دور مهم في الشبكة الغذائية وفي تحقيق الأمن الغذائي، وتحتفظ الأعشاب البحرية بالتربة تحت الماء (المعروفة باسم الرواسب) في حالة متماسكة، مما يساعد على حماية السواحل من آثار العواصف والأمواج العاتية عن طريق منع التآكل الساحلي.

وتسمى جميع الطرق التي تساعد بها الأعشاب البحرية البشر خدمات النظام البيئي. وبفضل خدمات النظام البيئي هذه تعتبر الأعشاب البحرية واحدة من أهم النظم البيئية البحرية لرفاهية الإنسان. فهي تُعَدُّ نظمًا مثمرة جدًّا، ويمكنها إنتاج خدمات فعالة للنظم الإيكولوجية مثل التنوع الأحيائي (البيولوجي) والموائل، وتثبيت الرواسب، وعزل المواد المغذية والكربون.

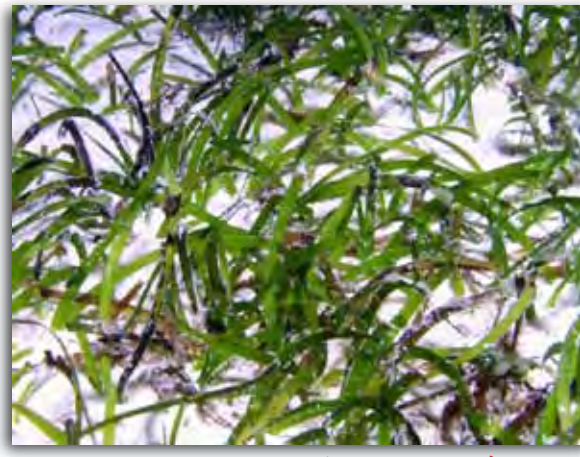
موائل الأعشاب البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

تم تسجيل وجود أكثر من ٦٠٠ نوع بحري تعيش في موائل الأعشاب البحرية في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويشكل هذا نحو ٩ ٪ من أنواع الحيوانات التي تعيش في هذه المنطقة، نصفها من الرخويات.

ويلاحظ أن المنطقة البحرية للمنظمة تتصف بغناها بالأعشاب البحرية ووفرتها بها بشكل يفوق ما عليه الأمر في البحر الأحمر وبخاصة في الأجزاء الشمالية منه على الأقل (إذ تقدر الكتلة الحيوية لها بـ ٠٥,٠ – ٢٤,٠ جرامًا بالوزن الجاف لكل متر مربع). وفي المنطقة البحرية للمنظمة فإن حيوانات القاع fauna benthic التي تعيش داخل الأعشاب البحرية وعلى مُهُد القيعان الرملية والطمية sand /silt beds تتغذى بصورة أساسية على المواد العالقة في الماء، إذ إنها تستفيد من الجسيمات العضوية Organic Particulates المتوافرة في المنطقة البحرية للمنظمة بشكل يفوق ما هو متوافر منها في المياه الصافية بشمال البحر الأحمر.

سمك القد الأطلسي يعيش في مهد الأعشاب البحرية

وتوجد أربعة أنواع شائعة في مُهُد الأعشاب البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، هي: *Halodule uninervis* و *Halophila ovalis* و *Syringodium isoetifolium* و *Thalassodendron ciliatum*، وأكثر هذه المُهُد انتشارًا هو نوع *Halodule uninervis* ونوع *Halophila ovalis*. وغالبًا ما



عشب بحري من نوع *Halodule uninervis*

يتم تعزيز إنتاجية مُهُد الأعشاب البحرية عن طريق حصائر الطحالب الزرقاء Cyanophyta السائدة في بيئتها.

وتوجد مُهُد الأعشاب البحرية على طول السواحل البحرية للعراق، مرورًا بسواحل كل من الجمهورية الإسلامية الإيرانية والكويت والمملكة العربية السعودية ومملكة البحرين، وتمتد إلى ما وراء دولة الإمارات العربية المتحدة لتصل إلى سلطنة عمان.

ومن الجدير بالذكر أن هذه المُهُد تكون في شكل بقع صغيرة، وهي أقل انتشارًا في المناطق البحرية على طول الساحل السعودي.

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية توجد مُهُد الأعشاب البحرية قرب مصبات الأنهار وفي منطقة (شابهار) Chabahar، وهي تنتشر هناك مغطية مساحات كبيرة.

وفي الوقت الحالي، يعتبر توزيع مُهُد الأعشاب البحرية محدودًا نوعًا ما في دولة الكويت.

وفي المملكة العربية السعودية فإن توزيع تلك المُهُد غير منتظم، وهي أقل انتشارًا في المناطق البحرية. ومع ذلك، يمكن العثور على هذه الأعشاب بكثافة عالية في المنطقة الواقعة بين السفانية ومنيفة، وفي المسلمية وفي جنوب منطقة أبو علي، وفي خليج البحرين.

وفي مملكة البحرين تزدهر الأعشاب البحرية بشكل أكثر كثافة، على الرغم من أنها لا تمتد عمومًا إلى أكثر من ثمانية أمتار عمقًا. وتوجد مساحة كبيرة من هذه الأعشاب على الجانب الغربي من البحرين حول جزيرة أم النعسان. وهناك أيضًا أحواض مجزأة إلى الجنوب الشرقي بين جزيرة البحرين وجزر حوار.

وفي جمهورية العراق يبدو أن هناك أنواعًا كثيرة من تلك الأعشاب في منطقة مدخل شط العرب.

أما في سلطنة عمان فإن الرواسب الموجودة بالمياه الضحلة على طول السواحل هناك تساعد على انتشار مُهُد الأعشاب البحرية في شكل بقع متفرقة sporadic. وتوجد في السلطنة أربعة أنواع من الأعشاب البحرية في المنطقتين البحريتين الوسطى والخارجية. وأكثرها شيوعا هي الأنواع الصغيرة: *Halodule uninervis* و *Halophila ovali*.

وقد عُثِر على نوعين من الأعشاب البحرية الكبيرة: *Syringodium isoetifolium* و *Thalassodendron ciliatum* في خور مصيرة Masirah Channel، حيث توجد أعلى نسبة من الكتلة الحيوية لحشائش نوع *Halodule* في المناطق البين مدية، مع زيادة الكتلة الحيوية لحشائش نوع *Halophila* في المناطق البحرية العميقة. وقد وجد أن بيانات الكتلة الحيوية المأخوذة من الساحل الغربي لجزيرة مصيرة أقل من البيانات المماثلة التي أخذت من مواقع أخرى في سلطنة عمان (رأس السوادي)، والمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، والبحر الأحمر، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجة حرارة مياه البحر وزيادة العكارة خلال فترة الرياح الموسمية الجنوبية الغربية. وتشكل الأعشاب البحرية بالمنطقة جزءًا أساسيًّا من

عشب بحري من نوع *Thalassodendron ciliatum*

عشب بحري من نوع *Syringodium isoetifolium*

روبيانة من النوع *Penaeus semisulcatus*

طعام السلاحف الخضراء *Chelonia mydas*. كما أنها توفر موائل مهمة للأسماك والقشريات مثل النوع *Penaeus semisulcatus* ذي القيمة التجارية المميزة في خليج غبة حشيش Ghubbat Hashish.

وفيما يتعلق بدرجة توزيع الأعشاب البحرية مع العمق، فقد وجد أن *Halodule uninervis* و *Halophila ovalis* – اللذين يعَدَّان أكثر الأعشاب البحرية وفرة في الجانب الغربي من جزيرة مصيرة على ساحل بحر العرب في سلطنة عمان – يتداخلان وإن كانا يترابطان معًا ترابطًا عكسيًا، إذ تسود حشائش *Halodule* في المنطقة البين مدية، في حين أن حشائش *Halophila* تكون أكثر انتشارًا في المنطقة العميقة الواقعة تحت مستوى المد والجزر Deep subtidal zone على الرغم من أن إجمالي الكتلة الحيوية لكلا النوعين من الأعشاب البحرية كان متماثلا في هذه المنطقة العميقة. وعند جميع الأعماق كانت الكتلة الحيوية لحشائش *Halophila* موزعة بالتساوي تقريبًا بين الأوراق والجذور والسوق الأرضية (الجذمورات) rhizomes.

وكانت الكتلة الحيوية لأوراق حشائش *Halodule* تتراوح بين ٧ - ٢٠ ٪ فقط من إجمالي الكتلة الحيوية، أما أعلى كتلة حيوية تحت أرضية فقد كانت بالمنطقة البين مدية.

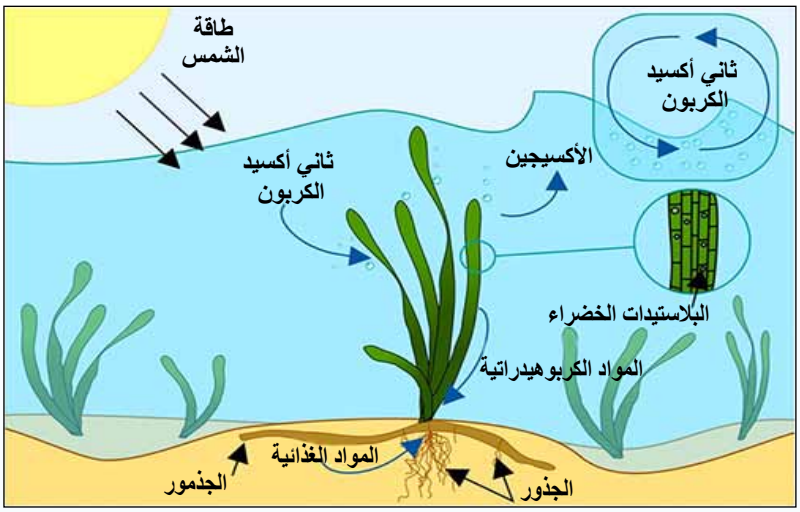
وقد أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها (جب) Jupp وزملاؤه أن نقص النمو الذي تعاني منه الأعشاب البحرية في جزيرة مصيرة يبدو أنه من تأثير الضغوط الناجمة عن الرياح الموسمية التي تهب في فصل الصيف، ومن الضغوط الناجمة عن رعي هذه الأعشاب (من قبل الأحياء البحرية). وترتبط المحافظة على بقاء مجموعات هذه الأعشاب بمعدلات نموها وازهرارها.

وللحصول على تقدير كمي تقريبي للإنتاجية في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة قدر (برايس) Price و(كولز) Coles (١٩٩٢) أن منطقة مُهُد الأعشاب البحرية–مثل تلك التي توجد في خليج تاروت بالمملكة العربية السعودية– يمكنها أن تدعم إنتاجية مليوني كيلوجرام من الأسماك سنويًا. ولعل هذا التقدير يوضح إمكانية تحقيق التنمية المستدامة للأنواع التجارية من الأسماك والروبيان بالمنطقة.

دور الأعشاب البحرية في مكافحة التغير المناخي

تُعَدُّ الأعشاب البحرية مثمرة للغاية، ويمكنها إنتاج خدمات فعالة للنظم الإيكولوجية مثل التنوع الأحيائي (البيولوجي) والموائل، وتثبيت الرواسب، وعزل المواد المغذية والكربون. وعلى الرغم من أن هذه الأعشاب تشغل فقط ٠,١ ٪ من قاع المحيط، فإنها تقوم باحتجاز الكربون الأزرق بما يصل إلى ١٨ ٪ من إجمالي الكربون في العالم. وهو ما يعادل حاليًا تخزين أكثر من ١٩,٩ مليار طن من الكربون.

كما تلعب مروج الأعشاب البحرية أيضا دورًا مهمًا في مكافحة التغير المناخي، لأن الأعشاب البحرية تستهلك ثاني أكسيد الكربون المذاب في مياه البحر، مثل النباتات الأخرى التي تستهلكه من الهواء، وهي تمتص كميات كبيرة منه (أي من ثاني أكسيد الكربون) من مياه البحر المحيطة بها، ومن ثم فإنها تساعد على الحد من سرعة تغير المناخ. ويُستخدم ثاني أكسيد الكربون لبناء أنسجة النبات أو يُخزن في الرواسب، وتشير التقديرات إلى أن مروج الأعشاب البحرية يمكن أن تدفن الكربون في الرواسب تحت الماء بمعدل



امتصاص الكربون وحدوث عملية البناء الضوئي في أحد مروج الأعشاب البحرية

أسرع بمقدار ٤٠ مرة مما تدفنه الغابات الاستوائية في التربة. وبذلك، تُعَدُّ الأعشاب البحرية واحدة من أكبر المساهمين في إجمالي الكربون المدفون في رواسب المحيطات. وتساعد إزالة ثاني أكسيد الكربون من مياه البحر على الحفاظ على الرقم الهيدروجيني (pH) لهذه المياه ثابتًا، حيث قد يحمي الرقم الهيدروجيني الثابت الحيوانات ذات الأصداف أو الهياكل العظمية الخارجية، مثل الشعاب المرجانية والرخويات (المحار الملزمي وما شابه)، من آثار انخفاض الرقم الهيدروجيني في مياه البحر، الذي يُعرف باسم التحمض (ارتفاع حموضة مياه المحيطات).

وعلى الرغم من أهمية مروج الأعشاب البحرية، فإننا نفقدها حول العالم بمعدل يبلغ نحو ٧ ٪ سنويًا. وغالبًا ما يرتبط فقدان الأعشاب البحرية بالتنمية الساحلية (حيث يتم تشييد المباني الجديدة على طول الساحل) وتلوث الأنهار والمسطحات المائية الأخرى التي تتدفق إلى البحر والصيد الجائر.

وتُعَدُّ نوعية المياه الرديئة (خاصة المستويات العالية من العناصر الغذائية) الناتجة عن التلوث هي أكبر تهديد للأعشاب البحرية حول العالم. كما من شأن القوارب وسوء الاستخدام وبناء الموانئ وأنشطة التجريف وأي نشاط يضرّ بالأعشاب البحرية ماديًا أو يغير الظروف المحيطة بمروجها أن يشكّل ضغطًا على مُهد الأعشاب البحرية. ويمكن للتهديدات صغيرة النطاق التي تتعرض لها الأعشاب البحرية، مثل الأضرار التي تسببها مراسي القوارب، أن تجعل من الصعب على مروج الأعشاب البحرية التأقلم مع تغير المناخ وتحمض المحيطات وارتفاع مستوى سطح

البحر. وبما أن الأدلة العلمية التي تشير إلى قيمة مروج الأعشاب البحرية في ازدياد، فمن الواضح أننا بحاجة إلى تحسين حماية الأعشاب البحرية حول العالم، ولكننا لا نعرف الكثير عن الأعشاب البحرية بقدر معرفتنا عن الموائل البحرية والبرية الأخرى، لذلك نحتاج إلى مواصلة التعرف على كيفية استجابة الأعشاب البحرية للتغيير، وكيف يمكننا حمايتها واستعادتها (إعادتها إلى المناطق التي فُقِدت منها) على أفضل وجه، كما نحتاج أيضًا إلى تثقيف المزيد من الجمهور حول أهمية الأعشاب البحرية لحشد مزيد من الدعم لحمايتها.

أهم المراجع

١- لين كلير كولن – أنسوورث وآخرون، حدائق سرية تحت سطح البحر: ما هي مروج الأعشاب البحرية وما سبب أهميتها؟، جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، https://kids.frontiersin.org/ar.

٢- المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، تقرير عن حالة البيئة البحرية ٢٠٠٣، ترجمة: محمد عبد القادر الفقي، الكويت، أكتوبر ٢٠٠٦.

3. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME), State of the Marine Environment Report- 2013, Kuwait, 2013.

4. Daniel M. Alongi, Blue Carbon: Coastal Sequestration for Climate Change Mitigation, ResearchGate, Annandale, Queensland, Australia, August 2020.https://www.researchgate.net/publication/ 343486022

السبخات الساحلية

يطلق مصطلح السبخة على أي منطقة مسطحة ساحلية أو بعيدة عن البحر، حيث يترسب الملح ومعادن التبخر الأخرى بالقرب من سطح الأرض أو فوقه نتيجة التبخر. وغالبا ما تتغطى السبخات بقشور ملحية مؤقتة تذوب في فصل الشتاء. وعادة ما يبدأ تكوين السبخات حين يؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر إلى غمر المناطق الساحلية وإيجاد تكوينات مائية ضحلة. فإذا ارتفعت الأرض، أو انخفض مستوى سطح البحر، تبخّر الماء المحاصر تاركًا وراءه طبقة الملح المسطح. وإذا كانت المنطقة الساحلية بها تضاريس غير منتظمة، فإنه تنجم عن الفيضان جداول مستقلة كبيرة. وقد تنغمر السبخة بالمياه خلال فترة المد، أو بعد العواصف المطيرة.

والسبخات نوعان:

١- السبخات الساحلية: وهي توجد على الشواطئ، وتكون محدودة عادة بخليج أو بحر. وتعرّف بأنها عبارة عن المناطق الساحلية المسطحة أو المنخفضة نسبيًّا التي تمتد فوق مستوى خط المد الأعلى، والتي تغمر بعض أجزائها مياه المد. وتتسم بأنها تحتوي على رواسب فتاتية غنية بالمتبخرات مثل الجبس (كبريتات الكالسيوم).

٢- السبخات الداخلية، وهي التي تتكون بين الكثبان الرملية في المناطق القارية الداخلية البعيدة عن البحر.

وتنمو في السبخات بنوعيها العديد من النباتات المحبة للملوحة، وهي بيئة مناسبة للطحالب الخضراء المزرقة.

وتنتشر السبخات الساحلية في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وتتركز غالبيتها في حزام ضيق على امتداد ساحل المنطقة الداخلية لبحر المنظمة، ومعظمها يوجد خلال مسافة ٦٠ كيلومترًا من خط الساحل. فعلى سبيل المثال، نجدها في الكويت في منطقة الخيران وفي السواحل الشمالية لجون الكويت. كما نجدها في أبو ظبي وعجمان ورأس الخيمة ودبي والشارقة بدولة الإمارات العربية المتحدة.

وتمثل السبخات الساحلية نظامًا بيئيًّا تقليديًّا للكربون الأزرق، وقد يكون بعضها أيضًا منشأ لمخزون التربة التاريخي من الكربون. وهي تقوم بدور مهم في الحد من التغير المناخي، حيث تُعَدُّ من بين أعلى الموائل التي تتسم بمعدلاتها الكبيرة في التقاط الكربون. وتشكل الظواهر الناجمة عن التغير المناخي تهديداً لسلامة السبخة كنظام بيئي وللكائنات الحية التي تعيش فيها. كما أن تدمير مجتمع هذه الكائنات الحية من خلال قيادة السيارات والأنشطة الترفيهية الأخرى تشكل أيضًا تهديدًا رئيسيًّا لها. وقد تبين أنه عندما يتم تدمير هذه النظم البيئية، فإن الكربون المدفون فيها ينطلق إلى الغلاف الجوي، مما يسهم لاحقًا في ظاهرة الاحتباس الحراري.

والسبخات الساحلية هي من أكثر النظم الإيكولوجية للكربون الأزرق التي تم تقييمها في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وهي حاليا ليست مدرجة بالقوائم المعترف بها دوليًّا والمتعلقة بالنظم الإيكولوجية للكربون الأزرق، لكن ثبت أنها تخزن قرابة ٥٠٪ من الكربون العضوي في وحدة مساحة أكثر مما تخزن الأعشاب البحرية. ولا تتوافر حاليا تقديرات عن معدل تراكم الكربون في هذا النظام الإيكولوجي.

أهم المراجع

١- د. عبد الله بن إبراهيم المهيدب، ١٤٢٣ هـ/ ٢٠٠٢ م: التربة السبخة في المملكة العربية السعودية: خواصها وطرق معالجتها، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: العلوم الهندسية، مجلد ١٤، العدد ٢.

2- Al-Farraj, A., 2005: An Evolutionary Model for Sabkha Development on the North Coast of the UAE, Journal of Arid Environments, Volume 63 (4).

3- Matthew McMackin1 and William H. Godwin. 2018: Sabkha, In: P. T. Bobrowsky, B. Marker (eds.), Encyclopedia of Engineering Geology, 2018: Springer International Publishing AG, Springer.

4- https://www.startimes.com/f.aspx?t=35711832

موائل الطحالب البحرية

تتكون موائل الطحالب البحرية kelp، بشكل أساسي، من الطحالب البنية (طحالب صفائحية Laminariales)، وهي توجد بصورة كبيرة على السواحل الصخرية الضحلة لمناطق المياه البحرية الباردة في العالم.

وتُعَدُّ مُهُد الطحالب البحرية kelp beds أنظمة إيكولوجية متنوعة من الناحية النباتية، ومعقدة من الناحية الهيكلية، وذات إنتاجية عالية. وتضم هذه الأنظمة مجموعة كبيرة ومتنوعة من الثدييات البحرية وقنافذ البحر sea urchins والأسماك وسرطان البحر والرخويات molluscs والطحالب الأخرى والإبيبيوتا epibiota (الأحياء الحيوانية أو النباتية التي تعيش على الأسطح الخارجية لحيوان أو نبات مضيف لها). ويرتبط توزيعها عالميًا من الناحية الفسيولوجية بالضوء عند خطوط العرض العالية، والمغذيات ودرجات الحرارة الدافئة والطحالب ذات الأوراق الكبيرة macrophytes الأخرى عند خطوط العرض المنخفضة. ويمكن أن تنمو غابات الطحالب البحرية kelp forests حتى يصل ارتفاعها إلى ٥ - ١٠ أمتار.

وتقوم غابات الطحالب البحرية بتغيير الظروف البيئية المحلية بشكل عميق عن طريق كبح شدة الأمواج التي تؤثر على حركة مياه البحر وعلى العمليات المصاحبة لها مثل نحر السواحل، والترسيب، والإنتاجية القاعية، كما أنها تقلل الضوء، مما يؤدي إلى انخفاض أعداد العديد من الأنواع التي تفضل ظروف الإضاءة المنخفضة. وتوفر موائل الطحالب البحرية موطنًا وأرضًا لحضانة وتغذية مجموعة متنوعة من الكائنات

قنافذ بحرية ترعى الطحالب البحرية

فقمة تسبح داخل إحدى غابات الطحالب البحرية

الحية، التي تعيش على سطح البحر أو القاع.

وتتصف الطحالب البنية والحمراء والخضراء التي تنمو في المياه الساحلية للدول الواقعة في المناطق الاستوائية – بما في ذلك المنطقة البحرية للمنظمة – بأنها ذات أهمية اقتصادية للمجموعات البشرية التي تستوطن المنطقة المجاورة لأماكن انتشار هذه الطحالب. ويتم تجميع تلك الطحالب بصورة أولية للحصول على ما تحتويه من الألجينات alginates أو الأغرة agar (مادة هلامية تستخلص من الطحالب البحرية) أو الكاراجينان carrageenan. كما أنها غالبًا ما تستخدم بصورة مباشرة كغذاء، وتستخدم أيضًا كسماد عضوي organic manure. وقد لوحظ أن مستخلصات الطحالب البحرية غنية بالبروتينات، وفيتامينات (أ) و (ب) و (ج) و (ح) H، والمعادن، وحمض الفوليك، ومركبات الفينول، والإستيرولات sterols والتربنويدات terpenoids، وبعض المركبات التي تستخدم كأدوية ذات خواص مضادة للحمى anti-pyretic properties والمركبات المضادة لكوليسترول الدم anti cholesteric compounds.

والطحالب التي تؤخذ من الحياة الفطرية ثم تزرع على حوامل ورفوف racks تعدّ إحدى الموارد البيئية الساحلية ذات الأهمية المتزايدة. وقد قدرت منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) FAO أن نحو ٧,٨ مليون طن من الطحالب البحرية قد تم حصادها في مختلف أنحاء العالم في عام ١٩٩٥. ويتضمن هذا الرقم ٥,٣ ملايين طن من الطحالب البحرية البنية اللون Phaeophyta و ١,٨ ملايين طن من الطحالب البحرية الحمراء Rhodophyta و ٠,٣ ملايين طن من الطحالب البحرية الخضراء Chlorophyta.

طحالب بحرية بنية

طحالب بحرية حمراء

طحالب بحرية خضراء

وتُعَدُّ الطحالب البحرية الكبيرة macroalgal منتِجة جدًّا، ومخلفاتها مصدر مهم لتغذية الأحياء البحرية، ونادرًا ما تستهلك العواشب herbivores أكثر من ١٠ ٪ من الكتلة الحيوية لهذه الطحالب. وتتناثر بقايا الطحالب البحرية على قاع البحر، لتصبح غذاءً للمترممات detritivores والميكروبات، ومن ثم فإنها تقوم بتركيز وتضخيم الإنتاج الثانوي، وتدعم شبكات الغذاء المعقدة في المنطقة الساحلية.

ويعتمد نمو الطحالب البحرية على توافر المغذيات nutrient ودرجة الحرارة والضوء. وتهيمن هذه الطحالب على أنظمة المياه الباردة، ولكن تلك الطحالب قد تتعرض للإجهاد الفسيولوجي عند درجات الحرارة المرتفعة، خاصة خلال فترات انخفاض كمية المغذيات. ونسبة التمثيل الضوئي للطحالب البحرية إلى كتلتها الحيوية photosynthetic to biomass ratio منخفضة نسبيًّا مما يجعل وجود تلك الطحالب مقتصرا على المناطق الضحلة نسبيًا والمضاءة جيدًا. والجدير بالذكر أن الطحالب البحرية التي لا ترعاها العواشب ولا تتعرض لأية اضطرابات في دورة حياتها يتناقص حجمها وكثافة أوراقها بسرعة.

وغالبًا ما تتعرض الطحالب البحرية البنية للتهديد من قِبَل الحيوانات العاشبة، لاسيما القنافذ البحرية. ويكون معدل تدمير الطحالب البحرية كبيرا وعلى نطاق واسع عندما يؤدي الصيد الجائر وفقدان المفترسات الكبيرة إلى زيادة أعداد الحيوانات العاشبة.

وخلال العقود القليلة الماضية تزايد معدل إزالة غابات الطحالب البحرية بسبب اغتذاء القنافذ البحرية عليها. ومع ذلك، أدى استمرار صيد الأسماك والأحياء البحرية التي تقع في أسفل الشبكة الغذائية إلى الحد من قتل الأحياء المفترسة التي تحتل قمة الشبكة الغذائية apex predators وزيادة عدد المصيد من فرائسها اللافقارية invertebrate prey بما في ذلك العواشب التي ترعى الطحالب البحرية. وهكذا، شهدت بعض المناطق عودة غابات الطحالب البحرية.

القنافذ البحرية هي أكثر المفترسات التي تهدد الطحالب البحرية

مُهُد الطحالب البحرية الموجودة في موائل الكربون الأزرق في المنطقة البحرية للمنظمة

تنتمي الطحالب البحرية seaweeds الموجودة في موائل الكربون الأزرق في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية إلى مجتمعات الطحالب البنية والحمراء والخضراء. ويلاحظ أن الطحالب البنية brown algae الموجودة في معظم الأعماق هي من الأنواع الصغيرة، في حين توجد الأنواع الكبيرة من الطحالب على قمم الشعاب المرجانية وعلى المنبسطات الصخرية rocky platforms في مناطق صعود تيارات المياه القاعية إلى أعلى upwelling. وبالنسبة للطحالب الخضراء والحمراء فإنها واسعة الانتشار، وتوجد في كل مكان وفي جميع الأوقات.

والعديد من المناطق البحرية ذات الطبقات القاعية الصلبة (الحجرية) hard substrate في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تسود فيها الطحالب بدلًا من المرجانيات. وينطبق ذلك بشكل صحيح على الساحل العماني بصورة خاصة. وقد يحدث ذلك في مناطق الشعاب المرجانية الضحلة، حيث تميل الطحالب إلى أن تكون خضراء خيطية filamentous greens وذات بنية صغيرة، فتنمو على شكل مروج طحلبية algal lawns. وتتسم التجمعات الطحلبية في معظم مناطق بحر المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بكونها موسمية، وترتبط موسميتها بدرجات حرارة مياه البحر، إذ يكون الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة هو الجزء الأكثر برودة في الشتاء، ويكون بحر العرب هو الجزء الأكثر برودة في أثناء فترة صعود المياه من القاع إلى أعلى خلال فصل الصيف summer upwelling. والطحالب البنية الموجودة في معظم الأعماق هي من الأنواع الصغيرة.

ويزدهر نمو مُهُد الطحالب البحرية الكثيفة في المناطق الواقعة أسفل مستوى المد على طول ساحل بحر العرب خلال فترة هبوب الرياح الموسمية monsoon الجنوبية الغربية، ويستمر نمو هذه الطحالب في الفترة التي تعقب موسم هبوب تلك الرياح، وذلك حتى شهر يناير. ويعود النمو الكبير لها في منطقة المد والجزر بشكل رئيسي إلى النمو الموسمي لها على طول سواحل بحر العرب خلال فترة الصيف ولبعض الوقت بعد هبوب الرياح الموسمية، عندما يؤدي الرذاذ والأمواج التي تحركها الرياح إلى ظهور مجموعات نباتية كثيفة في المنطقة البين مدّية. ويؤدي ارتفاع درجات حرارة الهواء والجفاف desiccation إلى تقليل نمو الطحالب في غير هاتين الفترتين. وتشكل مُهُد الطحالب البحرية الكثيفة، خاصة في ظفار (بسلطنة عمان)، أساس السلسلة الغذائية في المياه الساحلية الضحلة هناك.

وفي سلطنة عمان يُعَدُّ طحلب (سارجاسم) Sargassum النوع الساحلي الوحيد ذا القيمة التجارية الذي يطفو على سطح البحر في شكل متصل، أو كمجموعات يجرفها التيار. وتوجد أغلبية الموارد الطبيعية للطحالب البحرية في سلطنة عمان في أقصى الأجزاء الجنوبية بالسلطنة (ظفار)، ويلاحظ أن وجود هذه الأعشاب هناك موسمي.

طحلب سارجاسم

طحلب خس البحر

وتؤثر الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية (في فصل الخريف) بصورة مباشرة في بحر العرب (المنطقة البحرية الخارجية) الذي تطل عليه سلطنة عمان، كما تؤثر الرياح نفسها بصورة غير مباشرة على بحر عمان (المنطقة البحرية الوسطى). وتبدأ الطحالب البحرية في النمو خلال شهور الصيف (يوليو وأغسطس) مع بداية فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية. ويحدث ذلك بسبب التيارات الصاعدة الموسمية upwelling seasonal التي تسببها الرياح الموسمية الجنوبية – الشرقية التي تجلب معها المياه الغنية بالمغذيات. وحينما تكف الرياح الموسمية عن هبوبها في سبتمبر، وتتناقص التيارات الصاعدة، يبدأ موت الطحالب البحرية، وتنفصل عن بعضها وتتحلل detached، وفي النهاية تطرحها الأمواج على الشواطئ. وقد وُجدت كميات كبيرة من الطحالب على معظم شواطئ ظفار خلال فترة ما بعد الرياح الموسمية، أي بين سبتمبر ويناير. وفي هذه الطحالب التي تجرفها الأمواج إلى الشواطئ تسود الطحالب البنية مثل النوعين Nizamuddin و Sargassum، والطحلب الأخضر من نوع خس البحر *Ulva sp.*.

وقد كشفت دراسة نشرها (جب) Jupp و (جودارد) Goddard عام ٢٠٠١ عن وجود ٢٣٢ صنفًا من الطحالب البحرية في المياه العمانية.

وتعتمد العديد من الحيوانات العاشبة بشكل مباشر على مُهد الطحالب البحرية في المياه العمانية، مثل أذن البحر (الصفيلح) *Haliotis mariae* ذي الأهمية التجارية، وسمكة الأرنب *Rabbitfish, Siganus spp.*، *Scarus spp.* وسمكة الببغاء *Chelonia* والسلحفاة الخضراء في حين تم تسجيل، *mydas* ثمانية أنواع من البكتيريا الزرقاء *Cyanophyta* على طول الساحل السعودي، وكذلك نوع واحد من الطحالب اسمه Chlorophyte الخضراء العلمي *Gomontia polyrhiza*.

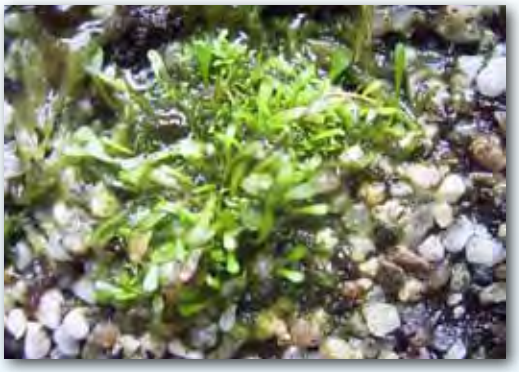
وفي المياه الساحلية للجمهورية الإسلامية الإيرانية توجد مجموعات الطحالب البحرية على طول ساحل جابهار Chabahar – الذي يوجد في الجزء الجنوبي – الشرقي لهذه الجمهورية – (٢٠٠ كيلومتر من تانج Tang إلى خليج جوَتر (Guatr Bay وشواطئ لنجه Lengeh وبستانه Bostaneh وبوشهر. وعلى طول ساحل

أذن البحر (الصفيلح)

سمكة الأرنب

(جابهار) تبين أن الخط الساحلي الجنوبي يدعم أربعة أنواع من الطحالب البحرية هي: *G. corticata*، و *G. millarditti*، و *G. pygmaea*. و *Gracilaria sp.*

طحلب *G. corticate*



طحلب *G. pygmaea*

وقد قام (خوجة) Khoja في عام ١٩٩٨ بدراسة أنواع الطحالب البحرية التي وجدها في أخوار المانجروف بعنك والعوامية على الساحل السعودي. وقام بتسجيل ثمانية أنواع من الطحالب الزرقاء Cyanophyta هي: *Chroococcus turgidus var. maximus*، و *Merismopedia glauca*، و *Pleurocapsa fuliginosa*، و *Spirulina subtilissima*، و *Hydrocoleum cantharidosmum*، و *Nodularia spumigena var. major*، و *Nostoc punctiforme*، و *Homoeothrix varians*، ونوع واحد من الطحالب الخضراء Chlorophyte هو *Gomontia polyrhiza* تم التعرف عليه لأول مرة في المنطقة البحرية للمنظمة. وثمة أنواع من الطحالب مثل: *Gomphosphaeria aponina*، و *Lyngbya majuscule*، و *Enteromorpha intestinalis*، و *Ulva lactuca*، و *U. reticulate* لم يتم العثور عليها حتى الآن في المياه الساحلية للمملكة العربية السعودية.

طحلب
Merismopedia glauca

طحلب
Nostoc punctiforme

الطحالب الدقيقة

توجد الطحالب الدقيقة في موائل الكربون الأزرق بأحجام تتراوح بين ٠,٠٠١ و ٠,٢ مليمتر.

والمعلومات المتعلقة بالتصنيف العلمي لهذه الطحالب، وأنواعها، وتوزيعها في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، محدودة جدًا ونادرة. وفي كل يوم تنتقل آلاف الأنواع من هذه الطحالب الدقيقة إلى المنطقة البحرية للمنظمة من مناطق أخرى من خلال مياه التوازن ورواسب السفن.

هل تقوم غابات الطحالب البحرية بعزل الكربون الأزرق وتخزينه؟

تتسم غابات الطحالب البحرية بكونها أنظمة بيئية عالية الإنتاجية، إذ إنها تنتج كميات كبيرة من الكربون الثابت fixed carbon. وينتج عن هذه الطحالب أيضا كميات كبيرة من المخلفات بسبب ما تتعرض له من حتّ erosion، وتكسير، وتفتيت، وغيرها.

وتتراوح معدلات الإنتاجية الأولية للطحالب البحرية من ٩ إلى ٥٦٢٢ جرام كربون في المتر المربع في العام بمتوسط يبلغ ١٠٥٧ ووسيط median قيمته ٦٦٤ جرام كربون في المتر المربع في العام. وفي عام ٢٠٠٩ م، قدّر (ريد) Reed و(برزيزينسكي) Brzezinski الإنتاج العالمي من الطحالب البحرية بمقدار ١٥ تيرا جرام كربون في العام (تيرا جرام = 10^{12} جرام). وإذا تم تضمين المناطق الاستوائية العميقة في هذا التقدير، فإن الإنتاج العالمي للطحالب البحرية سوف يقترب من ٣٩ تيرا جرام في العام. كما أنهما (أي ريد وبرزيزينسكي)

قدّرا كذلك أن المحصول العالمي من الطحالب البحرية يتراوح بين ٧,٥ و ٢٠ تيرا جرام.

ويقدر متوسط المعدل العالمي لإنتاج المخلفات detrital production الناجمة عن الطحالب البحرية بـ ٧٠٦ جرام كربون لكل كيلو متر مربع في العام، وهو ما يمثل ٨٢ ٪ من الإنتاجية السنويّة للطحالب البحرية. ويأتي هذا الإنتاج في المرتبة الثانية بعد إنتاج المخلفات في المستنقعات المالحة، كما أنه يعادل تقريبًا إنتاج أحواض الأعشاب البحرية. وعلاوة على ذلك، واستنادًا إلى محتوى النيتروجين ونسبة الكربون إلى النيتروجين C/N، فإن مخلفات الطحالب البحرية أكثر تغذية more nutritious من مخلفات المستنقعات المالحة ومخلفات المانجروف، كما يتم استهلاك مخلفات الطحالب البحرية وهضمها assimilated بسهولة بواسطة المترممات detritivores التي تعيش على البقايا النباتية.

ويتم تنظيم إنتاج مخلفات الطحالب البحرية عن طريق الديناميكا المائية للتيارات المائية والأمواج، ويكون هذا الإنتاج أعلى مستوى خلال العواصف الشديدة ونتيجة لضعف أوراق

الطحالب من جراء الضرر الذي تسببه الحيوانات التي ترعاها. وتستقر تلك المخلفات داخل مُهُد الطحالب البحرية، وقد تنتقل أيضًا إلى الموائل المجاورة مثل الشواطئ الرملية وأعماق البحار. وتوفر مخلفات هذه الطحالب دعمًا غذائيًا كبيرًا، وتعزز الإنتاج الثانوي في مُهُد الطحالب البحرية وفي مجتمعات الأحياء البعيدة التي قد تكون على بعد عدة كيلومترات من هذه المُهُد. وتحتوي مخلفات النباتات البحرية، مثل الطحالب الكبيرة macroalgae، على كميات كبيرة من الكربون المقاوم للتحلل الميكروبي microbial

decay (الكربون المقاوم للحرارة refractory carbon)، لذلك على الرغم من أنها قد لا تتراكم هي نفسها في شكل كربون عضوي organic carbon أو في صورة كربونات، فإن مخلفاتها ستكون ذات قيمة للموائل الأخرى المجاورة، حيث ستختزن الكربون لأمد طويل.

وقد تم تقدير مُهُد الطحالب البحرية بأقل من قيمتها الحقيقية كمواقع رئيسية لتخزين الكربون في الكتلة الحيوية الحية living biomass. فعلى سبيل المثال، تبين في عام ٢٠١٦ أن المخزونات الدائمة من الكربون الموجود في الطحالب البحرية قبالة ساحل المملكة المتحدة تتراوح من ٢٥١ إلى ١٨٢٠ جرام كربون في المتر المربع بمتوسط تخزين كربون يبلغ ٧٢١ ± ١٤٠ جرام كربون في المتر المربع، وهو أكبر من التقديرات التاريخية السابقة. ولا تقوم غابات الطحالب البحرية عمومًا بتنمية رواسبها الناعمة الغنية بالمواد العضوية soft organic-rich sediments، لذا فهي تتمتع بقدرة محدودة على العمل كأحواض كربون طويلة الأجل بالمعنى التقليدي. ومع ذلك، فإن هذه الغابات تعمل – بدلًا من ذلك – كمانحة للكربون للنظم البيئية القاعية المجاورة حيث تتراكم مخلفات الطحالب البحرية. وقد قدّر (هِل) Hill وزملاؤه أن ١٠٩,٩ إلى ٢٧٤,٧ تيرا جرام من الكربون مختزنة في الطحالب الكبيرة الأسترالية Australian macroalgae (معظمها من الطحالب البحرية البنية) مع تقدير إضافي قدره ٢٣,٢ تيرا جرام من الكربون مستمدة من المناطق المدارية وشبه الاستوائية على مستوى العالم. ويشير (هِل) وزملاؤه إلى أن الجزء الأكبر من الكربون الذي يختزن في غابات الطحالب البحرية يكون في الكتلة الحيوية الحية فوق الأرض، ولكن تكون هناك فرصة لتكلس calcifying الطحالب الكبيرة، مثل طحلب هاليمدا Halimeda الأخضر، حيث يتم تخزين كميات كبيرة من كربون الكربونات carbonate carbon في مُهُد الطحالب الكبيرة في المناطق المدارية وشبه المدارية. وقد تم

طحلب هاليمدا

تقدير إسهام المواد البيولوجية bioherms في طحلب هاليمدا بـ ٤٠٠ تيرا جرام من الكربون في العام، ويمكن أن تنتج الأنواع المكونة للرودوليث rhodolith-forming species من ٦٠ إلى ١٠٠٠ جرام من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) لكل متر مربع في العام. (والرودوليث هي عقيدات كلسية calcareous nodules ملونة غير متصلة، تتألف من الطحالب البحرية الحمراء القاعية التي تشبه المرجان).

ومع ذلك، يصعب تحديد كميات كربون الكربونات على مستوى العالم بسبب نقص البيانات.

وبشكل عام، لم يتم أخذ كربون الكربونات في الاعتبار في تقديرات الكربون الأزرق، لأن عملية التكلس تؤدي إلى إطلاق جزيء واحد من ثاني أكسيد الكربون CO_2 لكل جزيء يتكون من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$:

$$2HCO_3^- + Ca_2^+ \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

ومع ذلك، يمكن استخدام ثاني أكسيد الكربون الناتج خلال هذه العملية بسرعة في عملية التمثيل الضوئي، وحتى لو لم يتم ذلك، لا تزال هناك فرصة التحويل الصافي لجزيء واحد من البيكربونات HCO_3^- إلى جزيء واحد من كربونات الكالسيوم، أي أن التكلس لا يزال يؤدي إلى انخفاض الكربون في معادن الأراجونيت aragonite أو الكالسيت calcite. وقد دعا (هِل) وزملاؤه (في بحث لهما نشر في عام ٢٠١٥) بأنه يجب مراعاة التكلس calcification في أي حسابات للكربون الأزرق في المستقبل، حيث إن هذه العملية، إذا تم تضمينها، ستشكل حوضًا إضافيًا قدره ٠,٣٤ بيتا جرام من الكربون في العام على مستوى العالم (بيتا جرام واحد = 10^{15} جرام).

العلاقة بين كربون الطحالب البحرية وتغير المناخ

إن الطحالب الكبيرة macroalgae (مثل الطحالب البحرية البنية kelp) قد تستجيب بشكل إيجابي لحالات التغير المناخي العالمي، بما في ذلك مشكلة تحمض المحيطات التي قد تفيد الطحالب الكبيرة القادرة على الاستفادة من زيادة توافر الكربون غير العضوي inorganic carbon لعملية التمثيل الضوئي، على الرغم من أن كل أنواع species الطحالب البحرية قد لا تظهر مثل هذه الاستجابة. ففي التجارب المعملية، لم يُظهر عشب البحر العملاق *Macrocystis pyrifera* أي تغيير في معدلات التمثيل الضوئي أو النمو في الظروف التي يرتفع فيها إمداد ثاني أكسيد الكربون وينخفض الرقم الهيدروجيني (درجة الحموضة pH). وقد تم تفسير هذه النتيجة من خلال زيادة استخدام البيكربونات HCO_3^-

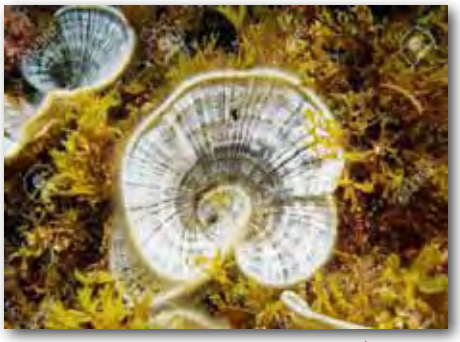
عشب البحر العملاق

مقارنة بثاني أكسيد الكربون في دعم عملية التمثيل الضوئي.

وتبين أيضًا أن ظروفًا بيئية أخرى مثل مستويات الضوء والمغذيات تقوم بدور رئيسي في استجابة بعض أنواع الطحالب الكبيرة غير المتكلسة (مثل: *Cystoseira compressa* و *Padina Pavonica*) لتحمض المحيطات. وباستخدام مجموعة من الاختبارات الكيميائية الحيوية، اتضح أن كلا الطحلبين استفاد من ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون، على الرغم من اختلاف استجابة كل منهما بالنسبة لتوافر الضوء والمغذيات. وفي طحلب *Cystoseira compressa*، أدى ارتفاع ثاني أكسيد الكربون

طحلب

Cystoseira compressa



طحلب *Padina Pavonica*

إلى ارتفاع المحتوى الكربوني للطحلب، وإلى حدوث نشاط مضاد للأكسدة في الظروف التي يسود فيها الظل مع وجود مغذيات أو انعدام وجودها. ومن ناحية أخرى، أظهر طحلب *Padina Pavonica* أيضًا محتوى عاليًا من الكربون carbon content، وكفاءة أعلى في التمثيل الضوئي، ومردودًا كميًّا أعلى في معالجات ثاني أكسيد الكربون المرتفعة، ولكن كان بالطحلب تراكيز أعلى من مركبات الفينول phenolic compounds في الظروف التي يكون فيها غنيًّا بالمغذيات، ومضاءً بالكامل، أو في حالات وجود المزيد من مضادات الأكسدة antioxidants إذا كان الطحلب في ظروف مظللة غنية بالمغذيات.

وهكذا، يبدو أن استجابات الطحالب البحرية والطحالب الكبيرة الأخرى لتحمض المحيطات مسألة متعلقة بأنواع هذه الطحالب. وفي عالم بحري يعاني من حموضة مياه المحيطات، قد يكون من الممكن الاستفادة من استجابات بعض أنواع الطحالب الكبيرة. وقد توقع (تشونج) Chung وزملاؤه في عام ٢٠١١ أن اكتساب الطحالب البحرية الكبيرة لثاني أكسيد الكربون يمكن أن يمثل بالوعة كبيرة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ، وأن الحصاد والاستخدام المناسب للإنتاج الأولي للطحالب الكبيرة يمكن أن يقوم بدور أكبر في عزل الكربون عما كان يُعتقد سابقًا. ويتم حصاد نحو ٧,٥ إلى ٨ ملايين طن من الوزن الرطب من الطحالب البحرية سنويًا من المصادر البرية والمزروعة. وبالطبع، يجب استخدام هذه الكتلة الحيوية المحصودة كوسيلة لتخزين ثاني أكسيد الكربون بدلًا من إعادة استخدامها والسماح برجوعها إلى الغلاف الجوي. ويمكن أيضًا استخدام هذه الطحالب البحرية للتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري والتكيف معها.

دور الطحالب البحرية في مكافحة التغير المناخي

لأن كلا من الطحالب الكبيرة والطحالب الدقيقة لا تحتوي على مادة اللجنين المعقدة، فإن الكربون الذي تختزنه يميل إلى التحرر بسرعة والانبعاث في الغلاف الجوي، مقارنة بالكربون الذي يحتجز في المناطق البرية. ومن ناحية أخرى، فإن الطحالب البحرية تقوم بتخزين قصير الأجل للكربون، وهي تستخدم كمواد وسيطة لإنتاج الوقود الحيوي. وتُعَدُّ الطحالب المجهرية مخزون التغذية المحتمل للديزل الحيوي. وقد أظهرت دراسة علمية حديثة أن الطحالب البحرية الصغيرة يمكنها أن تتطور بسرعة تمكّنها من مواكبة تغير المناخ، في مؤشر يدل على أن بعض الكائنات البحرية قد تكون أكثر قدرة على التأقلم مع ارتفاع درجات حرارة مياه البحر وزيادة تحمض هذه المياه.

وأثبتت دراسة نشرت في دورية Nature Climate Change في عدد سبتمبر ٢٠١٤ أن هناك نوعا من الطحالب المتناهية الصغر، التي تنتج نحو ٥٠٠ جيل في العام (أي أكثر من جيل في اليوم الواحد)، يمكنها الاستمرار في الحياة حتى عند تعرضها لدرجات الحرارة العالية ومستويات الحموضة في المحيطات المتوقعة في منتصف خمسينيات القرن الحالي. وهذا النوع من الطحالب، الذي يطلق عليه اسم (إميليانا هوكسلي) *Emiliania huxleyi*، هو مصدر رئيسي لطعام الأسماك والكائنات البحرية الأخرى، كما أنه يمتص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون.

أهم المراجع

١- المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، تقرير عن حالة البيئة البحرية ٢٠٠٣، ترجمة: محمد عبد القادر الفقي، الكويت، أكتوبر ٢٠٠٦.

٢- محمد المندعي، الكربون الأزرق وتغير المناخ، مجلة التقدم العلمي، العدد ٩٠، يوليو ٢٠١٥.

3- Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME), State of the Marine Environment Report- 2013, Kuwait, 201.

4- Daniel M. Alongi, August 2020: Blue Carbon: Coastal Sequestration for Climate Change Mitigation, ResearchGate, Annandale, Queensland, Australia.

5- Steneck RS, Graham MH, Bourque BJ, Corbett D, Erlandson JM, Estes JA and Tegner MJ, (2002):

6- Kelp Forest Ecosystems: Biodiversity, Stability, Resilience and Future. Environmental Conservation.

7- Krumhansl KA, Scheibling RE (2012) Production and Fate of Kelp Detritus. Marine Ecology Progress Series, Book Number 467, Pages 281:302.

8- Smale DA, Burrows MT, Evans AJ, King N, Sayer MDJ, Yunnie ALE, Moore PJ, 2016: Linking Environmental Variables with Regional-Scale Variability in Ecological Structure and Standing Stock of Carbon within UK Kelp Forests. Marine Ecology Progress Series, Book Number 542, Pages 79: 80.

9- Chung IK, Beardall J, Mehta S, Sahoo D, Stojkovic S, 2011: Using Marine Macroalgae for Carbon Sequestration: A Critical Appraisal, Journal of Applied Phycology, Volume 23, Pages 877: 886.

10- Jones, C., Spor, A., Brennan, F. *et al.*, September 2014: Recently Identified Microbial Guild Mediates Soil N_2O Sink Capacity. Nature Climate Change, Volume 4, Issue 9.

ما هي الحصائر الميكروبية؟

الحصائر الميكروبية عبارة عن بنى رسوبية مغلفة لكائنات حية دقيقة، تشكل نظمًا إيكولوجية معقدة ذات أحجام صغيرة، توجد عند الواجهة التي تحدث عندها ترسبات المياه في البيئات الضحلة مثل الخطوط الساحلية، ومصبات الأنهار، والبحيرات، أو الينابيع الساخنة أو البيئات شديدة الملوحة مثل المستنقعات المالحة.

وتستعمر الحصائر الميكروبية المسطحات الطينية والرملية ذات المستويات العالية من رواسب الطمي والطين الناعمة. وغالبا ما توجد هذه الموائل داخل مناطق محمية مثل السدود والمرافئ، وكذلك داخل المستنقعات المالحة وأشجار المانجروف. وغالبًا ما تكون هذه الموائل مغمورة بالمياه حيث تتسم الرواسب باحتوائها على كميات كبيرة من المواد العضوية، مما يعزز النشاط الميكروبي العالي.

وعلى مر العصور الجيولوجية، قامت الحصائر الميكروبية بدور مهم في تاريخ الأرض، لأنها شاركت وما تزال تشارك في تكوين وتعديل الغلاف الجوي عن طريق إنتاج الأكسيجين O_2 والهيدروجين H_2 والميثان CH_4.

ويختلف ارتفاع الحصائر الميكروبية من بضعة مليمترات إلى بضعة سنتيمترات. وتنتج هذه الحصائر الكربون العضوي، الذي يتحلل بعد ذلك في الطبقات السفلية المتتالية بواسطة بعض بدائيات النوى غيرية التغذية.

وتدعم مسطحات المد والجزر الموحلة الحصائر الميكروبية والطحالب الكثيفة، حيث تقوم أنواع كثيرة من الدياتومات والطحالب الخضراء المزرقة بأدوار مهمة في السلاسل الغذائية. وهذه المناطق هي مواقع توقف رئيسية للطيور المهاجرة، وتوفر منطقة تغذية للطيور الخواضة والطيور المهاجرة العابرة، التي تخصب هذه المسطحات في أثناء تناولها طعامها خلال فترة إقامتها القصيرة.

وتندر الدراسات الإقليمية المتعلقة بنطاق الحصائر الميكروبية، وهي ليست مدرجة حاليا ضمن القوائم المعترف بها دوليا والمعنية بالنظم

الإيكولوجية للكربون الأزرق. غير أن الأبحاث تشير إلى أن هذا النظام الإيكولوجي هو الأعلى كثافة كربونية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وحاليا، لا تتوافر تقديرات عن معدل تراكم الكربون لهذا النظام الإيكولوجي.

أهم المراجع

1- https://en.wikipedia.org/wiki/Microbial_mat

٢- هاوز إي. إل وآخرون، ٢٠٢٠: موجز السياسات: الكربون الأزرق في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ومركز البيئة ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية (سيفاس)، لوستوفت.

دور موائل الكربون الأزرق في مكافحة التغير المناخي

تشير الدراسات إلى أن الأراضي الرطبة الساحلية وأشجار المانجروف يمكنها أن تحجز الكربون بمعدل يزيد مرتين أو ٤ مرات على ما تحتجزه الغابات المدارية الموجودة في المناطق البرية. وهي تتفوق أيضا على الغابات الاستوائية في هذا المضمار، حيث يمكنها تخزين ما يصل إلى ٥ أضعاف الكربون الذي تختزنه تلك الغابات. كما أنها تختزن الكربون المحتبس تحت الأرض وليس فوق الأرض كما في الغابات الاستوائية.

وعلى الرغم من أن موائل الكربون الأزرق توفر خدمة جيدة للنظم الإيكولوجية البحرية من خلال اقتناصها للكربون من الغلاف الجوي، فإن تدمير هذه الموائل يشكل خطرًا كبيرًا. فعندما تتضرر هذه الموائل، فإنه لا يتم تدمير قدراتها على عزل الكربون وامتصاصه فقط، ولكن يتم إطلاق الكربون المختزن فيها بالفعل إلى الغلاف الجوي. وهذا يسهم في زيادة مستويات غازات الاحتباس الحراري في الجو. وهذا بدوره سيؤدي إلى تغيير النظام البيئي الساحلي من كونه أحواضًا لاحتجاز الكربون من الغلاف الجوي إلى جعله مصدرًا لانبعاثات الكربون في هذا الغلاف. ومن المؤسف أن هذا النظام البيئي يتم تدميره بمعدل مرتفع جدًّا.

العوامل التي تؤثر على ترسيب الكربون

هناك عوامل مختلفة تؤثر على موائل الكربون الأزرق بما في ذلك انخفاض الغطاء النباتي في الموائل الساحلية. ويرجع سبب هذا الانخفاض إلى عوامل عديدة مثل: التغيرات المناخية، والصيد الجائر، ومسببات الأمراض، والجفاف، ومختلف الممارسات الزراعية، وانخفاض جودة المياه. وتؤثر هذه العوامل على كثافة الغطاء النباتي، وهو الأمر الذي يؤثر في المقابل على ترسيب الكربون الأزرق في المحيط. ويجب أن تكون كثافة الغطاء النباتي كافية بدرجة مناسبة لتغيير تدفق الماء ومن ثم زيادة ترسيب الكربون.

دور موائل الكربون الأزرق في مكافحة التغير المناخي

إن ثاني أكسيد الكربون CO_2 هو أحد المساهمين الرئيسيين، وبطريقة سيئة، في تغير المناخ.

وتوفر المحيطات والسواحل طريقة مثالية لتقليل هذا الغاز من خلال عزل الكربون. وفي الواقع، وتاريخيًا، فإن الغابات البرية والنظم الإيكولوجية للمحيطات هي المصارف الرئيسية للكربون الطبيعي. ومن بين كل الكربون البيولوجي (الأخضر) الذي يتم التقاطه في العالم، يتم التقاط أكثر من النصف (٥٥ ٪) بواسطة الكائنات البحرية الحية. وعلى الرغم من أن الغطاء النباتي في المحيطات يغطي أقل من ٠,٥ ٪ من قاع البحر، فإن هذا النظام البيئي مسؤول عن تخزين أكثر من ٧٠ ٪ من كربون الغلاف الجوي، حيث يلتقط هذا النظام البيئي CO_2 عن طريق اقتناص الكربون وعزله في رواسب الكتلة الحيوية الميتة والكتلة الحيوية الموجودة على قاع البحر وتحت الأرض.

وعلى الرغم من أن الغطاء النباتي في المحيطات يغطي أقل من ٠,٥ ٪ من قاع البحر، فإن هذا النظام البيئي مسؤول عن تخزين أكثر من ٧٠ ٪ من الكربون في الغلاف الجوي، حيث يلتقط هذا النظام البيئي ثاني أكسيد الكربون عن طريق اقتناص الكربون وعزله في الرواسب الموجودة في الكتلة الحيوية الميتة والكتلة الحيوية الموجودة على قاع البحر وتحت الأرض.

ويمكن تخزين الكربون الأزرق لملايين السنين في الرواسب النباتية الموجودة تحت الماء. كما يمكن عزل الكربون العضوي من المحيط إذا وصل إلى قاع البحر وتغطيته بطبقة الرواسب.

إن مستويات الأكسيجين المنخفضة في البيئة المدفونة تعني أن البكتيريا التي تأكل المواد العضوية لا يمكنها بالفعل إنتاج ثاني أكسيد الكربون، لأنها لا تستطيع تحليل الكربون. وهذا يعني أن الكربون تتم إزالته من الغلاف الجوي تمامًا.

وفي الواقع، تُعدُّ موائل الكربون الأزرق أحد وسائل الحماية الرئيسية للنظم الإيكولوجية الساحلية. وعندما تتلف هذه الموائل والنظم، يتم إطلاق كمية كبيرة من الكربون في الغلاف الجوي، وهذا يسهم في تغير المناخ. لذلك، فإن حماية النظم البيئية الساحلية تُعَدُّ وسيلة جيدة لإبطاء تغير المناخ، مع إمكانية عكس الضرر. فعندما نمنع انبعاث الكربون المختزن في هذه الموائل بالفعل، فإننا نحمي البيئة الساحلية من الأخطار التي تهدد

استمراريتها، وهو الأمر الذي يعود بفوائد عديدة على سكان المناطق الساحلية. وتتضمّن هذه الفوائد: الحماية من العواصف، واستدامة الصيد، واستمرارية ممارسة العديد من الرياضات الترفيهية على الشواطئ.

وعلى عكس المستنقعات المالحة، يمكن لأشجار المانجروف تخزين كميات كبيرة من الكربون في الكتلة الحيوية الموجودة فوق الأرض وتحتها. ومع ذلك، يتم تخزين ٧٥ - ٩٥ ٪ من كربون المانجروف تحت الأرض في الجذور الميتة. وعلى المدى الطويل كما هو الحال في المستنقعات المالحة، يتم تخزين كربون المانجروف كخث peat. ولا يقتصر تكوين الخث على معدلات ومقادير المدخلات فحسب، بل يرجع أيضًا إلى معدلات التحلل decomposition rates البطيئة للمواد المقاومة للحرارة refractory matter، ونظام المد والجزر، وأنشطة الكائنات الحية الدقيقة والكبيرة، وأنواع الأشجار، وتكوين القمامة litter composition، والرطوبة، ودرجة الحرارة. ونتيجة لمزيج من هذه العوامل، يتكوّن الخث ويتراكم في بعض المستنقعات المالحة وغابات المانجروف ولكن ليس في البعض الآخر.

وتتماثل معدلات تراكم التربة soil accretion rates في غابات المانجروف مع تلك المقاسة بالمستنقعات المالحة، على الرغم من أن معظم القياسات تقع ضمن نطاق أضيق من ٠ - ٢ مليمتر في العام ١ بمتوسط median أقل يبلغ ٣ مليمترات في العام. وتبلغ قيمة متوسط معدلات عزل الكربون في غابات المانجروف ١٠٣ جرامات من الكربون العضوي لكل متر مربع في العام، وهو ما يعادل معدلا عالميًا يبلغ ١٤,٢ تيرا جرام من الكربون العضوي لكل متر مربع في العام.

وكما هي الحال في المستنقعات المالحة، فإن أكثر غابات المانجروف نضجًا تحبس الكربون بمعدل أكبر من الغابات غير الناضجة الأصغر سنًّا. وينجم عزل الكربون عن عوامل أخرى غير عمر الغابات، مثل تواتر عملية غمر مياه المد والجزر لموائل المانجروف، والمدخلات الآتية من البر والبحر.

ويكون مخزون الكربون في غابات المانجروف أكبر منه في المستنقعات المالحة أو في مُهُد الأعشاب البحرية، بمتوسط قيمته ٧٢٣,٤ ميجا جرام من الكربون العضوي لكل هكتار، ويكون مخزون الكربون العالمي لأشجار المانجروف ١٠ بيتا جرام من الكربون العضوي. ويتم تخزين ٩٢ ٪ من هذا الكربون تحت الأرض، ولكن كما هي الحال في المستنقعات المالحة ومُهُد الأعشاب البحرية، فمن المحتمل أن تكون هذه القيمة أقل من الواقع نظرًا لوجود قدر أكبر بكثير من الكربون في التربة التي يزيد عمقها على متر واحد. وتتراوح الخسائر المحتملة في انبعاثات الكربون سنويًّا من ٠,٢٧ إلى ٠,٥٩ بيتا جرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في العام على مستوى العالم، مما يضيف ٥ - ١١ ٪ إلى المعدل العالمي لإزالة الغابات.

ويتراوح إجمالي المخزونات الساحلية من الكربون العضوي لأشجار المانجروف من ١٣,٤ إلى ١٥,٦ بيتا جرام من الكربون العضوي على مستوى العالم. ويعادل هذا النطاق ١,٦ - ١,٨٪ فقط من مخزون الكربون في الغابات في العالم. ومع ذلك، فإن نطاق معدلات عزل الكربون (٧٤,٤ - ١٢٤,٢ تيرا جرام من الكربون العضوي في العام) يعادل نحو ٣ - ٥ ٪ من بالوعة الغابات العالمية global forest sink البالغة ٢,٤ بيتا جرام سنويًّا.

أما مروج الأعشاب البحرية، فهي مثل المستنقعات المالحة وغابات المانجروف، تُعَدُّ مواقع

للتراكم السلبي passive accumulation والنشط للرواسب والكربون المرتبط بها. ويبلغ متوسط معدل عزل الكربون فيها ١٦٧,٤ جرام من الكربون العضوي لكل متر مربع في العام، وهي قيمة مشابهة لمتوسط قيمة معدل عزل الكربون في المستنقعات المالحة. وتشير معظم الدراسات إلى أن تخزين الكربون في مروج الأعشاب البحرية أقل من ١٠٠ جرام من الكربون العضوي لكل هكتار، بمتوسط قيمته ٦٩,٣ جرام من الكربون العضوي لكل هكتار. ويتم تخزين كل هذا الكربون تقريبًا في التربة.

واعتمادًا على المساحة الإجمالية لمروج الأعشاب البحرية على المستوى العالمي، تتراوح انبعاثات الكربون السنوية المقدرة من خسائر موائل هذه المروج من ٠,٨٥ إلى ١,٧٥ بيتا جرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وتعادل هذه التقديرات ١٨ إلى ٣٨ ٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية الناتجة عن إزالة الغابات على مستوى العالم.

ونظرًا لأن مُهُد الأعشاب البحرية غير معروفة جيدًا على المستوى العالمي، فإن تخزين الكربون عالميًا فيها يتراوح بين ٢,١ إلى ٤,٢ بيتا جرام من الكربون العضوي وبين ٧٥,٥ - ١٥١ تيرا جرام في الكتلة الحيوية.

وبافتراض أن الدراسات التي تقيس كربون التربة إلى عمق متر واحد على الأقل تحتوي على المخزون الكامل لهذا الكربون، فإن تخزين الكربون يكون من ٥,٨ إلى ٩,٨ بيتا جرام من الكربون العضوي. ونظرًا لارتفاع معدل الخسارة فيها (٧ ٪ سنويًا)، فإنه يُفقد ٠,٥٤ إلى ١,٠٨ بيتا جرام من الكربون العضوي سنويًا في الغلاف الجوي والمحيط الساحلي coastal ocean. وهذا يعني أن فقدان الأعشاب البحرية يعادل ٩ – ٢٥٪ من المعدل السنوي لإزالة الغابات.

وتكمن مشكلة تقدير تأثير مروج الأعشاب البحرية في حسابات تقدير الكربون العضوي في ضعف معرفتنا بمدى انتشار هذه المروج على مستوى العالم.

ولا توجد بيانات كافية لتحديد ما إذا كانت مُهُد الطحالب البحرية عبارة عن مخزن للكربون الأزرق أم لا، ولكن هذه المُهُد لديها إمكانات عالية نظرًا لارتفاع معدلات إنتاجيتها الأولية الصافية وإنتاجها للمخلفات. ومع نمو الطحالب البحرية على الشواطئ الصخرية، فإنه من غير المحتمل أن تكون مُهُد الطحالب البحرية نفسها مواقع لتخزين الكربون، ولكن قد تكون مناطق قاع البحر المجاورة كذلك. وهي مسألة تستحق البحث في المستقبل.

وقد أوضحت الدراسات الميدانية أن المستنقعات المالحة تحبس المزيد من الكربون، في المتوسط، أكثر من غابات المانجروف والأعشاب البحرية. ومع ذلك، فإنه على المستوى العالمي، يتم عزل معظم الكربون العضوي بواسطة مُهُد الأعشاب البحرية.

وتقوم موائل المستنقعات المالحة وغابات المانجروف ومُهُد الأعشاب البحرية (وربما غابات الطحالب البحرية) بعزل وتخزين المزيد من الكربون بمعدل يفوق ما تقوم به جميع النظم البيئية الأخرى، ومن الواضح أنها مواقع رئيسية للاحتفاظ بالكربون لأن أي خسائر ناجمة عن عودة هذا الكربون إلى الغلاف الجوي أو المحيط الساحلي لا تتناسب مع المساحة الصغيرة لهذه الموائل مقارنة مع غابات العالم.

إدارة موائل الكربون الأزرق وتفعيل دورها في مكافحة تغير المناخ

تتضمن الأدبيات البيئية المتعلقة بقضية التغير المناخي عددا كبيرا من التوصيات الخاصة بإدارة موائل الكربون الأزرق وتفعيل دورها في مكافحة تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، احتوى تقرير تقييم الاستجابة السريعة للتعاون الخاص المشترك بين الوكالات التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الأغذية والزراعة واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة لليونسكو على عدد من التوصيات الخاصة بالوسائل والإجراءات الواجب اتباعها لحماية وإدارة واستعادة النظم البيئية الساحلية التي تعد أحد أهم بالوعات الكربون. ومن هذه التوصيات:

١ - إنشاء صندوق عالمي للكربون الأزرق لاستخدامه في تمويل

مشروعات حماية وإدارة النظم الإيكولوجية الساحلية والبحرية، وعزل الكربون في المحيطات.

٢. توفير حماية عاجلة لغابات المانجروف وموائل الكربون الأزرق الأخرى، من خلال الإدارة الفعالة لها.

٣. بدء ممارسات الإدارة البيئية لموائل الكربون الأزرق بحيث يتم تقليل التهديدات التي تتعرض لها وإزالتها، ودعم إمكانات الاسترداد القوية الكامنة في الأنظمة الإيكولوجية لبالوعات الكربون الأزرق.

٤ - الحفاظ على الأمن الغذائي وسبل العيش من المحيطات من خلال تنفيذ نُهُج شاملة ومتكاملة للنظم الإيكولوجية الساحلية والبحرية تهدف إلى زيادة قدرة النظم البشرية والطبيعية على التكيف مع التغير المناخي.

٥ - تنفيذ إستراتيجيات التخفيف في القطاعات القائمة على المحيطات، بما في ذلك تحسين كفاءة الطاقة في الاستخدامات البشرية (النقل، وصيد الأسماك، وما إلى ذلك)، وتشجيع إنتاج الطاقة المستدامة من المحيطات، والحد من الأنشطة غير المستدامة التي تؤثر على قدرة المحيطات على امتصاص الكربون، وضمان الاستثمار في مشروعات استعادة وصيانة مصارف الكربون في المحيطات، وتحفيز القدرة الطبيعية لأحواض الكربون الأزرق الساحلية على التجدد من خلال ممارسات الإدارة المستدامة.

أهم المراجع

1- Daniel M. Alongi, August 2020: Blue Carbon: Coastal Sequestration for Climate Change Mitigation, ResearchGate, Annandale, Queensland, Australia.

2- Donato DC, Kauffman JB, Murdiyarso D, Kurnianto S, Stidham M, Kanninen M, 2011: Mangroves Among the Most Carbon-rich Forests in the Tropics. Nature Geoscience, Volume 4, Pages 293: 297.

3- Lo locano C, Mateo MA, Gracia E, Guasch L, Carboneli R, Serrano O, Danobeitia J, 2008: Very High-Resolution Seismo-Acoustic Imaging of Seagrass Meadows (Mediterranean Sea): Implications for Carbon Sink Estimates, Geophysical Research Letters, Volume 35. Page 10.

4- Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., et al., 2012: Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. Op. Cit., Volume 5, Pages 505: 509.

5- Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Kommareddy A, Egorov A, Chini L, Justice CO, Townshend JRG, 2013: High Resolution Global Maps of 21st -Century Forest Cover Change, Science, Issue 342, Pages 850: 853.

6- https://ar.history-hub.com/ma-ho-alkrbon-alazrk

غرق سفينة شحن في مياه المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة

صرح الكابتن عبدالمنعم الجناحي، مدير مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (ميماك) بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، أن السفينة السالي (M/V AL SALMY 6) التي ترفع علم دولة الإمارات العربية المتحدة قد تعرضت لحادث انقلاب في مياه المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في تمام الساعة الثالثة والنصف من فجر يوم الخميس الموافق ١٧ مارس ٢٠٢٢، حيث كانت مبحرة من دبي في دولة الإمارات العربية المتحدة إلى ميناء أم قصر في جمهورية العراق، وقد واجهت السفينة عاصفة شديدة بقوة رياح وصلت سرعتها إلى ٥٤ عقدة (تقريبا ١٠٠ كيلومتر في الساعة). والسفينة متخصصة في نقل السيارات والبضائع العامة. وكان على متن السفينة طاقم عمل مكون من ٣٠ شخصا، تم إنقاذ ٢٨ بحارًا منهم من قبل فريق بحث وإنقاذ إيراني، وما زال أحد البحارة مفقودا حتى كتابة هذا الخبر، في حين تم انتشال بحار متوفى.

كما نوه الكابتن الجناحي بأنه - حتى إعداد التقرير - فإن حادثة غرق السفينة لم تؤد إلى أي نوع من التلوث، ويجري مراقبتها باستمرار تحسبا لأي تسريب محتمل للزيوت التي بها. ووقع الحادث في منطقة عمليات فيها خطوط نقل غاز ونفط متاخمة لحقول النفط والغاز الايرانية والقطرية. وتقبع السفينة على عمق ٦٠ مترا، وهي قريبة من خط أنبوب الغاز الممتد بين حقل (بارس) الجنوبي والبر الإيراني، مما يشكل خطورة كامنة حتى يتم انتشال السفينة. وقد دارت مفاوضات بين الأطراف بما فيها مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية لانتشالها بطريقة آمنة. علما بأن مركز ميماك كان على أهبة الاستعداد منذ تلقيه خبر حادث السفينة، وقام بالاتصال والتنسيق مع جميع الجهات المختصة، ومواصلة المراقبة والبحث عن البحّار المفقود. وأعرب مدير المركز عن استعداد المركز للمساعدة في القيام بعمليات المسح وفحص السفينة تحت سطح البحر حيث تتخذ الترتيبات لذلك، للبدء بعمليات الغوص للمسح عند سكون شدة الرياح.

وتجدر الإشارة إلى أن سفينة الشحن السالي ٦ تم بناؤها عام ١٩٨٣، وهي سفينة حمولتها الإجمالية ١٦٠٢١ طنًا، والطول الكلي لها نحو ٢٢ مترا، ومتوسط سرعتها ٦,٣ عقدة.

المستنقعات المالحة

المستنقعات المالحة (الأهوار) salt marshes هي نوع آخر من موائل الكربون الأزرق. وهي عبارة عن أراض رطبة تقع على شواطئ منخفضة الطاقة، وتتكون من نباتات عشبية مزهرة وشجيرات صغيرة.

وتوجد المستنقعات المالحة في الغالب في المناطق الساحلية المحمية، وتنمو على ركائز طينية وغرينية. وهي تشغل المناطق الواقعة بين النظم البيئية الأرضية والبحرية، وتتصف بعدد من السمات وبعض الميزات الفريدة. ويمكن العثور على مستنقعات المد والجزر المالحة على الخطوط الساحلية للمناطق المعتدلة (شبه الاستوائية) وصولًا إلى القطب الشمالي.

وعلى الصعيد العالمي، توجد المستنقعات المالحة في جميع القارات باستثناء القارة القطبية الجنوبية.

وهذه المستنقعات تُعَدُّ سمة عامة للسواحل الموجودة في المناطق المعتدلة، ولكن يمكن أن تحدث في خطوط العرض المنخفضة كحدود ضيقة باتجاه اليابسة من غابات المانجروف وكمدرجات أكثر اتساعًا في المسطحات شديدة الملوحة حيث يتم استبعاد غابات المانجروف. وغالبًا ما تكون هذه المستنقعات مختلفة عن بعضها البعض من حيث عدد الأنواع الأحيائية الموجودة فيها والكتلة الحيوية، ويمكن أن تتخللها حصائر من الميكروبات والطحالب الدقيقة. ويوضح التوزيع العالمي للأهوار أن هناك أوجه تشابه واسعة بين المستنقعات المعتدلة الموجودة في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي، وأن الأنواع الرئيسية من المستنقعات قد تكون مرتبطة بخطوط العرض. وعلى عكس ما هو معروف عن غنى المناطق المدارية بالأنواع الأحيائية، فإن ثراء المستنقعات المالحة بالأنواع من أعشاب المستنقعات لا يبلغ ذروته في المناطق المدارية، ولكن يكون ذلك في المناطق المعتدلة في خطوط العرض العالية.

ومن الجدير بالذكر أن المستنقعات المالحة تتمتع بإنتاجية عالية، ويمكن للكتلة الحيوية الموجودة بها إنشاء رواسب يزيد عمقها على ٢٦ قدمًا.

وتغطي المستنقعات المالحة أكثر من ٤٠٠٠٠٠ كيلومتر مربع حول العالم. ويمكنها عزل الكربون في الكتلة الحيوية تحت الأرض بسبب تحللها لاهوائيًا، وارتفاع الترسيب العضوي بها.

وتُعَدُّ هذه المستنقعات مسؤولة عن مجموعة متنوعة من خدمات النظم البيئية الساحلية، مثل الصيد التجاري والترفيهي والحماية من العواصف والتخفيف من أضرارها.

ويُقاس تراكم الرواسب في المستنقعات المالحة بشكل شائع، ويتراوح مدى معدلات هذا التراكم بين ٢ - ١٠ مليمترات في العام بمتوسط مقداره ٥ مليمترات في العام.

وقد وُجد أن المحرك الأكبر الوحيد في المستنقعات المالحة للرواسب، ومن ثم الكربون، هو تواتر

فيضان المد. وكلما زاد تواتر وجود مياه المد التي تحتوي على الطمي والطين وجزيئات الكربون المرتبطة بها فوق سطح المستنقع، زاد الوقت المتاح لاستقرار هذه المواد. ومن ثم، تميل معدلات التراكم إلى الانخفاض مع زيادة ارتفاع المد وتقليل وتيرة غمره لمنطقة فيضان المد.

وقد تتغير مناطق الأهوار المنخفضة والمتوسطة low- and mid-marsh zones بسرعة بسبب التغيرات في الترسيب، حيث تتأثر إما بالعمليات الطبيعية أو البشرية المنشأ، وغالبًا ما يحدث ذلك خلال عقود أو قرن أو قرنين، في حين أن مناطق الأهوار العليا upper marsh zones يمكن أن تظل مستقرة لأكثر من ألف عام. وينتج عن تراكم الرواسب أو التربة زيادة في ارتفاع السطح، وقد يحدث هذا التراكم نتيجة للتراكم البسيط للرواسب أو تراكم المواد العضوية من جذور النباتات أو دمجها من دفن الكتلة الحيوية فوق الأرض أو كليهما.

وتتشابه المستنقعات المالحة مع غابات المانجروف في القدرة على التقاط الرواسب وجزيئات الكربون المرتبطة بها من مياه المد. وتقوم هذه المستنقعات باحتجاز الكربون بمعدل وسطي قدره ١٨٤ جرام كربون لكل متر مربع سنويًا. ولا تتعلق تلك القدرة على احتجاز الكربون بخط العرض الذي توجد عليه هذه المستنقعات، ولكنها ترتبط بعدد من العوامل الأخرى، مثل: عمر الأهوار، وتواتر عملية غمر المستنقعات بمياه المد والجزر، وارتفاع المد، وجيومورفولوجيا المستنقعات، وتكوين الأنواع الحية، وحجم حبيبات التربة، وحجم المدخلات من البر والبحر، ودرجة التأثير البشري.

وعلى الصعيد العالمي، يبلغ معدل امتصاص الكربون في المستنقعات المالحة نحو ١٠ تيرا جرام كربون في العام (تيرا جرام واحد = 10^{12} جرام).

وقد تم احتساب قيمة وسيطة تبلغ ٢٨٢,٢ ميجا جرام كربون لكل هكتار (ميجا جرام واحد = 10^{6} جرام)، وذلك لمعدل تخزين الكربون في المستنقعات المالحة، مع رقم عالمي يبلغ ١,٢ بيتا جرام كربون (بيتا جرام واحد = 10^{15} جرام)، وكل هذه الكمية تختزن تقريبًا في التربة.

ويكون تخزين الكربون أكبر في المستنقعات الناضجة mature marshes، مما يؤكد حقيقة أن هناك حاجة إلى وقت كافٍ لتراكم الرواسب والكربون المرتبط بها.

ومنذ القرن التاسع عشر الميلادي، تم تدمير ما يقرب من ٢٥ ٪ من المستنقعات المالحة، وهو ما يمثل ١,١ بيتا جرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الذي أعيد إلى الغلاف الجوي و/ أو ساحل المحيط.

وتتعرض المستنقعات المالحة للتدمير حاليًا بمعدل يبلغ نحو ١ - ٢ ٪ من مساحتها الإجمالية سنويًا. ولهذا، فإن انبعاثات الكربون من خسائر المستنقعات المالحة تبلغ نحو ٢٠ - ٢٤٠ تيرا جرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في العام.

أهم المراجع

١- المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، تقرير عن حالة البيئة البحرية ٢٠٠٣، ترجمة: محمد عبد القادر الفقي، الكويت، أكتوبر ٢٠٠٦.

2- Daniel M. Alongi, August 2020: Blue Carbon: Coastal Sequestration for Climate Change Mitigation, ResearchGate, Annandale, Queensland, Australia.

3- Sarika Maria and Andreas Zikos, September 2020: Coastal Salt Marshes Structure and Function of Plant Communities, In book: Handbook of Halophytes From Molecules to Ecosystems towards Biosaline Agriculture, Springer Nature, New York, USA.

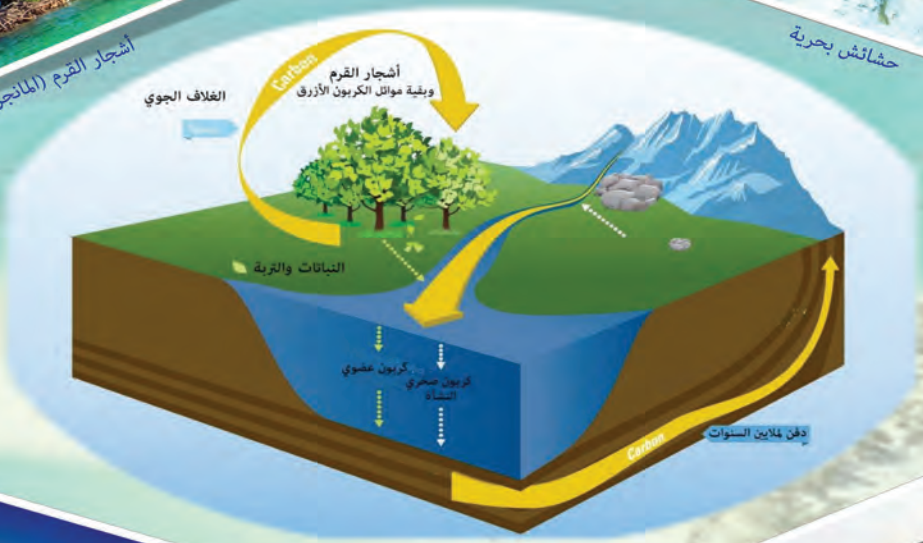
دور موائل الكربون الأزرق .. في التخفيف من آثار التغير المناخي

Role of Blue Carbon Habitats in Mitigation of Climate Change Impacts

نقش زیستگاه های کربن آبی در کاهش اثرات تغییرات آب وهوا

يوم البيـئة الإقلـيمي

24 أبريل 2022



المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME)

سازمان منطقه ای حمایت محیط زیست دریائی