سلسلة البيئة البحرية (٩)

المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

البيئة البحرية وتغير المناخ

يوم البيئة الإقليمي - ٢٤ أبريل

د. محمد عبد القادر الفقي

٢٠١٩

بسم الله الرحمن الرحيم

البيئة البحرية وتغير المناخ

إصدار خاص بمناسبة الاحتفال بيوم البيئة الإقليمي – ٢٤ أبريل ٢٠١٩

د. محمد عبد القادر الفقي

مقدمة

تعتمد الحياة في كوكبنا الأرضي على البيئة البحرية، التي تتضمن المحيطات والبحار والبحيرات المالحة والخلجان. فزهاء ٧١ ٪ من سطح هذا الكوكب مغطى بالمياه المالحة، حتى أنه ليحقّ لنا أن نسمّي الأرض بالكوكب المائي. وهذه البيئة البحرية هي أهم مصدر من مصادر الثروة البيولوجية والوفرة الأحيائية. فوفقًا لتقييم التنوع الأحيائي العالمي، الذي أجراه برنامج الأمم المتحدة للبيئة، هناك ١٧٨٠٠٠ نوع بحري ينتمون إلى ٣٤ شعبة. ويصل معدل عمق المياه في البيئة البحرية إلى ٣,٨ كيلو مترات، في حين يبلغ حجم المياه فيها ١٣٧٠ × 10^6 كيلو متر مكعب.

وتوفر هذه البيئة لنا الطعام والطاقة والمياه العذبة (من خلال تحلية مياه البحر)، فضلا عن كونها العامل الرئيسي في استقرار مناخ العالم. كما أنها توفر سبل العيش الكريم لمئات الملايين من الناس. وهي مصدر للعديد من الثروات المعدنية والنباتية والحيوانية المختلفة. كما أنها هي الطريق الرئيسي للتجارة الدولية، وسبيل للنقل الأرخص والمواصلات، ومجال للترفيه والسياحة. وبالإضافة إلى ما سبق، توفر البيئة البحرية الخدمات الإيكولوجية الأساسية، وتدعم التنمية الاقتصادية في العديد من البلدان في جميع أنحاء العالم. ويمكن القول بأن ما فيها من بحار ومحيطات يمثل ركنًا أساسيًا لديمومة الحياة وأغلب النظم البيئية على كوكبنا.

ما هي البيئة البحرية؟

لا يوجد تعريف محدد متفق عليه دوليا لمصطلح "البيئة البحرية"، إذ إن هذا المصطلح يُعَدُّ أحد المصطلحات الحديثة نسبيًّا في فقه القانون الدولي. فقد ظل المفهوم التقليدي للبحار سائدًا حتي أعمال الدورة السابعة لمؤتمر الأمم المتحدة الثالث لقانون البحار، التي عقدت في نيويورك وجنيف عام ١٩٧٨؛ حيث تم اعتماد مصطلح "البيئة البحرية"، للتعبير عن معنى الحياة البحرية وما تعنيه من كافة صور الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التي تعيش في البحار، بالإضافة إلى مياه البحار وقيعانها وباطن تربتها بما تحتويه من ثروات طبيعية.

وفي الواقع، هناك أكثر من تعريف للبيئة البحرية، منها أنها هي: "كل مساحات المياه المالحة التي تمثل كتلة متصلة بعضها ببعض، متلاحمة الأجزاء، سواء أكان هذا الاتصال طبيعيا أم صناعيا، وما تشتمل عليه هذه الكتلة من أوجه الحياة البحرية".

ويرى (مارجن رابوتا وأن كلكيوتب) Marijn Rabauta & An Cliquetb أن البيئة البحرية: "هي مجموعة النظم الإيكولوجية البحرية المختلفة التي تضم المكونات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للبحار والمحيطات".

وعمومًا، يشير مصطلح "البيئة البحرية" إلى المساحة التي تشغلها المحيطات والبحار ككل (أي: سطح البحر، وعمود الماء، وقاع البحر، والتربة التي تحته، وطبقة الهواء التي تعلو سطح البحر). كما أنه يعني: "المحيطات، والبحار، والخلجان، ومصبات الأنهار estuaries، وغيرها من المسطحات المائية المالحة الرئيسية، بما في ذلك سطح البحر والتفاعل السطحي مع الغلاف الجوي والأرض، وكل شيء تتضمنه هذه المسطحات، سواء المكوّنات الفيزيائية والكيميائية، أو الأنماط المختلفة لصور الحياة البحرية.

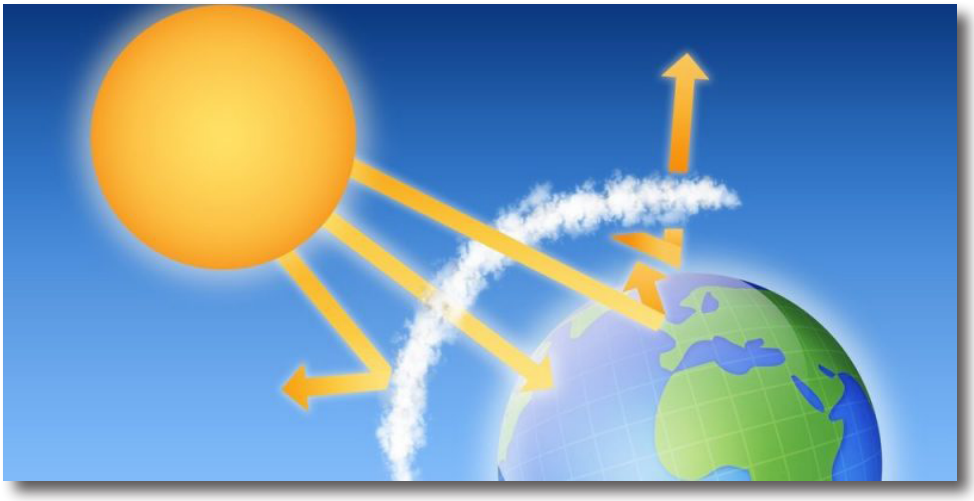
تعريف المناخ والفرق بينه وبين الطقس

لتعريف تغير المناخ climate change، يتعين علينا أولا أن نعرف المناخ، وأن نفرق بينه وبين الطقس.

يُعَرَّفُ المناخ climate بأنه: "مَجموعة الأَحوال الجوِّيَّة الَّتي تُعرَف بها حالة الجَوّ، أو ما يطرأ عليه من تبدُّل في مَكانٍ ما من الكُرَة الأرضيّة".

أما الطّقس weather فهو "الحالة الجوية لموقع معيّن خلال فترة زمنية قصيرة نسبيًّا". كما يُعَرَّفُ بأنه: "هو حالة الجَوّ من ضَغط وحَرارة وبُرودة ورُطوبة ورياح في يوم أَو في عِدَّة أَيَّام".

ويشترك كل من الطّقس والمناخ في العناصر الجويّة التي تؤثّر في كل منهما، وهي: الإشعاع الشّمسي، ودرجة الحرارة، والرّطوبة، والهطول، والضّغط الجوي، والرّياح.



تعريف الاحتباس الحراري

ثمة مصطلحان وثيقا الصلة بتغير المناخ هما: الاحتباس الحراري greenhouse effect، والاحترار العالمي global warming. ويمكن تعريف الاحتباس الحراري بأنّه: "ارتفاع درجة الحرارة تدريجيًّا في الطّبقة السُفلى من الغلاف الجويّ المُحيط بالأرض، بسبب ارتفاع نِسَب بعض الغازات القادرة على امتصاص الأشعّة تحت الحمراء، وزيادة نسبتها في الجو، فتعمل على رفع درجة حرارته".

كما يعرّف الاحتباس الحراري أيضا بأنه: "هو ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما، نتيجة تغيير في سيلان الطاقة الحرارية من البيئة وإليها".

وعادة ما يطلق مصطلح الاحتباس الحراري على ظاهرة ارتفاع درجات حرارة الأرض عن معدلها الطبيعي في طبقات الجو القريبة من سطح الكرة الأرضية، نتيجة لأسباب طبيعية، أو من تأثيرات الأنشطة البشرية، التي يمكن أن تسهم في إحداث تغييرات في الأنماط المناخية العالمية.

والغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض تعرف باسم غازات الاحتباس الحراري greenhouse gases. كما تعرف أيضا باسم: غازات الدفيئة؛ لأنها تسهم في تدفئة جو الأرض السطحي. وكذلك، قد يطلق عليها اسم غازات الصوبة الزجاجية. وتتضمن هذه الغازات: ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان (CH_4)، وأكسيد النّيتروز (N_2O)، والكلورفلوركربونات chlorofluorocarbons، ومركبات الكربون الهيدروفلوريّة (التي تعرف أيضا باسم: الهيدروفلوروكربونات) Hydrofluorocarbons،

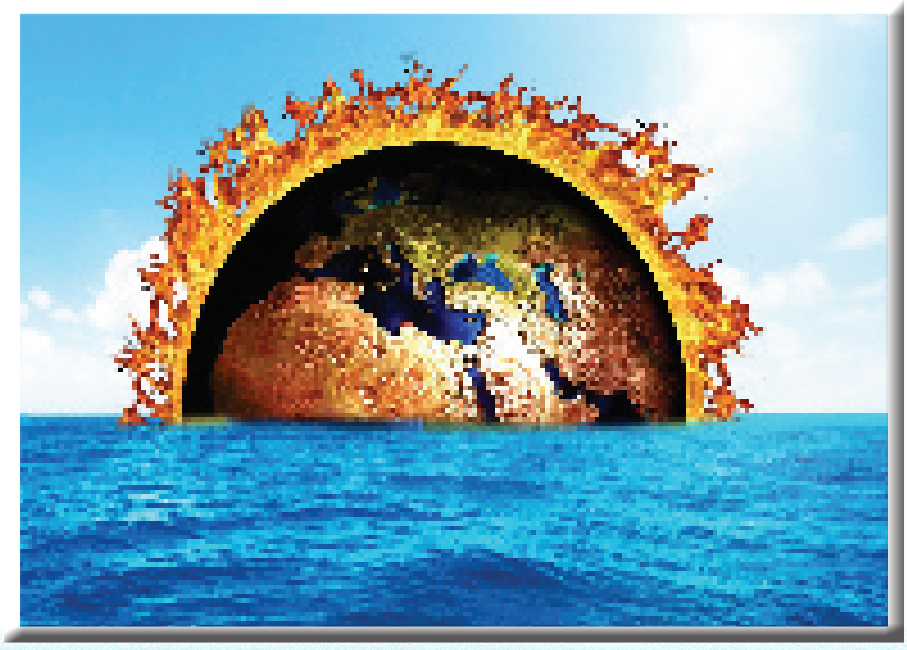
والمركبات الكربونيّة الفلوريّة المشبعة perfluorocarbons، وسادس فلوريد الكبريت sulfur hexafluoride، ورابع كلوريد الكربون (CCl_4)، والأوزون (O_3)، والهالونات halons، وثلاثي فلوريد النيتروجين nitrogen trifluoride، وبخار الماء، وغيرها.

تعريف الاحترار العالمي

يتشابه مصطلح (الاحتباس الحراري) مع مصطلح (الاحترار العالمي) global warming. ويستعمل بعض الكتاب والباحثين المصطلحين للدلالة على شيء واحد، والحقيقة أن بينهما فرقا، فالاحترار العالمي ما هو إلا نتيجة مترتبة عن حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري. ولهذا يعرّف الاحترار العالمي بأنه: "هو ازدياد درجة الحرارة السطحية المتوسطة في العالم مع زيادة كمية الغازات المسببة للاحتباس الحراري".

تعريف تغير المناخ

يشير مصطلح (تغير المناخ) إلى تغير كبير ودائم في الأنماط المناخية لدرجات الحرارة، ومستويات هطول الأمطار والرياح. وهو قد يحدث لأية منطقة على كوكبنا، بسبب أحداث طبيعية أو نتيجة لدور الأنشطة البشرية في رفع تراكيز غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي.



وثمة تعريفات متعددة لتغير المناخ، منها أنه: "هو أي تغير مؤثر وطويل المدى في معدل حالة الطقس، سواء أكان ذلك لدرجات الحرارة، أم لمعدل التساقط، أم لحالة الرياح".

كما عرّفته منظمة السلام الأخضر العالمية Green Peace بأنه "اختلال في الظروف المناخية المعتادة من: الحرارة وأنماط الرياح والأمطار والتساقطات التي تميز كل منطقة على الأرض"، أي أنه هو أي تغير مؤثر وطويل المدى في معدل حالة الطقس.

وعرّفه المركز الوطني للأبحاث National Research Council في الولايات المتحدة الأمريكية بأنه "هو تغير كبير ودائم في التوزيع الإحصائي لأنماط الطقس على مدى فترات تتراوح بين عدة عقود وملايين السنين، وذلك من جراء عوامل مثل: العمليات الحيوية، والاختلافات في الإشعاع الشمسي التي يتلقاها كوكب الأرض، وحركة الصفائح التكتونية، والانفجارات البركانية، أو بسبب بعض الأنشطة البشرية التي تزيد من تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات المسببة لكل من الاحتباس الحراري والاحترار العالمي".

أسباب حدوث الاحتباس الحراري

يشير الاحتباس الحراري إلى طبقة من الغازات الطبيعية التي تغلف الأرض، والتي تحبس الحرارة الناتجة عن أشعة الشمس، محافظة بذلك على درجة حرارة ثابتة و"معتدلة" نسبيًّا للأرض.

ويُمكن تشبيه ظاهرة الاحتباس الحراريّ بما يَحدث داخل الصوبة البلاستيكيّة، حيث تدخل أشعة الشّمس إلى داخل الصوبة البلاستيكيّة وترفع درجة حرارتها، إلا أنّ البلاستيك يمنع نفاذ تلك الأشعة مرّة أخرى أو رجوعها ومُعادلتها بالجوّ الخارجيّ. وكذلك الشّمس، فهي تُعدّ المصدر الرئيسي لانبعاث الطّاقة الحراريّة على سطح الأرض، إذ تبعث أشعّتها على شكل خطوط عمودية إلى سطح الأرض، وتنفذ من خلال طبقات الغلاف الجويّ على شكل أشعة مرئيّة قصيرة الموجات، وأشعة غير مرئية طويلة الموجات، وهي الأشعة تحت الحمراء وبعض الأشعة فوق البنفسجيّة. وبعض هذه الأشعة تمتصّها طبقات الغلاف الجويّ، لكن الأشعة طويلة الموجات يمتصّها سطح الأرض، وتُسبّب ارتفاع درجة حرارة الأرض، ثم تَبعث الأرض هذه الحرارة مرّة أُخرى إلى طبقات الغلاف الجويّ على شكل موجات طويلة، فتمتصّها غازات الاحتباس الحراري بالغلاف الجويّ ولا تسمح بنفاذها إلى الفضاء الخارجيّ، ممّا يُسبّب ارتفاع درجة حرارة البحار والمحيطات وسطح الكرة الأرضية بشكل عامّ، عن المُعدّل الطبيعيّ.

وعلى الرغم من أن وجود غازات الاحتباس الحراري، وبخاصة ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، ضروري للمحافظة على استمرار الحياة بشكلها الحالي، إذ من دون هذه الغازات ربما تصل درجة الحرارة على الأرض إلى ما دون الصفر المئوي، فإن الإسراف في استهلاك الوقود الأحفوري وحرقه، وإزالة الغابات والموائل الطبيعية، وتلويث البحار والمحيطات، كلّ ذلك حوّل هذه النعمة إلى نقمة، حيث أدى تراكم هذه الغازات وزيادة تراكيزها بشكل مطرد إلى تعاظم تأثير الاحتباس الحراري، ومن ثم حبس كميات إضافية من الحرارة داخل الغلاف الجوي، مسببة في النهاية ظاهرة الاحتباس الحراري.

لقد أدى التوجّه نحو تطوير الصناعة في المائة وخمسين عاما الماضية إلى استخراج مليارات الأطنان من الوقود الأحفوري (من الفحم والنفط) وحرقها لتوليد الطاقة. وقد تسبب ارتفاع معدل حرق هذا الوقود، والتغير الذي طرأ على استخدام الأراضي، إلى انبعاث كميات متزايدة من غازات الاحتباس الحراري السابق ذكرها. وتؤدي تلك الغازات إلى ارتفاع كمية الحرارة التي يتم احتجازها

في الغلاف الجوي للأرض، وهي حرارة أشعّة الشّمس التي يتم امتصاصها في الغلاف الجوي، وكذلك حرارة الأشعّة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض، التي عادة ما يعاد إشعاعها إلى الفضاء. وتؤدي زيادة نسبة هذه الغازات في الجو إلى رفع درجة الحرارة بسبب امتصاصها لها.

ومع استمرارية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فإن الزيادة في حرارة كوكبنا الأرضي تتسبب في تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تغير المناخ.

وهناك العديد من الأسباب التي تؤدي إلى حدوث ظاهرة الاحتباس الحراريّ، وأهمّها الأنشطة البشريّة المُختلفة، مثل:

١- استخراج وحرق الفحم الحجريّ خلال فترة الثورة الصناعية الأولى وما بعدها، مما أدّى إلى انبعاث غاز ثاني أُكسيد الكربون بشكل كبير. ثم تطوّر استخدام الوقود الأحفوريّ إلى إنتاج واستهلاك النّفط والغاز الطبيعي بشكل كبير جدًّا، مما أدّى إلى إطلاق المزيد من غازات ثاني أُكسيد الكربون، وخاصةً بعد اختراع السّيارات والطّائرات.

٢- قطع الأشجار وتقلّص الطّبقة الخضراء على سطح الأرض بفعل الأنشطة البشريّة. وتمدّد الزّحف العمرانيّ إلى المناطق الزراعيّة، وانخفاض رُقعة المساحة المزروعة، بالإضافة إلى بعض الأحداث الطبيعيّة التي تزيد من نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو، مثل: البراكين، والرّياح الشمسيّة، وحرائق الغابات.

وبعد أكثر من قرنين من الثورة الصناعية، ومع التوسع في إزالة الغابات، وتوسيع نطاق الزراعة، ارتفعت كميات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي إلى مستويات قياسية لم تشهدها منذ ثلاثة ملايين عام. وبينما تنمو الاقتصادات ومستويات المعيشة للسكان، فإن مستوى تراكم انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري (غازات الدفيئة) آخذة في الارتفاع أيضا. ويلاحظ أن هناك علاقة مباشرة بين تركيز غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض وبين متوسط درجات الحرارة العالمية على الأرض. كما أن تراكيز هذه الغازات آخذ في الازدياد المطرد، جنبا إلى جنب مع درجات الحرارة العالمية منذ عهد الثورة الصناعية.

إن غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري تتوافر الآن بكثرة في الغلاف الجوي، لاسيما ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، الذي يستأثر وحده بنحو ثلثي الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري.

أسباب حدوث التغير المناخي

من الناحية التاريخية، يعود سبب تغير المناخ إلى عدد من العوامل الطبيعية، مثل: الانفجارات البركانية الكبيرة، وحركة الصفائح التكتونية المكونة للقشرة الأرضية، والاختلافات في كميات الإشعاع الشمسي التي تصل إلى الأرض.

وحسب خبراء المناخ، فإن ١٣ في المائة فقط من هذا التغير مصدرها الطبيعة ذاتها، فيما يتحمل الإنسان مسؤولية ٨٧ في المائة من الأسباب التي أدت إلى حدوث تغير المناخ وتفاقمه. فالتغيرات التي تتم ملاحظتها اليوم ترتبط - كما سبق

ذكره - بالنشاط البشري. وينصّ تقرير التقييم الأخير للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، الذي وافقت عليه ما يقارب ٢٠٠ دولة في سبتمبر ٢٠١٣، على أنّه "من المرجح (مع تأكيد بنسبة ٩٥ ٪ -١٠٠ ٪) أن التأثير البشري هو السبب المهيمن للاحترار العالمي الملحوظ منذ منتصف القرن العشرين. ويدل "التأثير البشري" بشكل أساسي على الزيادة في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى، وتأثيرها على ظاهرة الاحتباس الحراري.

وتظهر نتائج نماذج المناخ العالمية الصادرة عن علماء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن الزيادة في درجة الحرارة على سطح الأرض ربما تبلغ ٤ درجات مئوية في المتوسط بنهاية القرن الحادي والعشرين الميلادي، إذا لم يتمكن العالم من الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وخفضها جذريًا عن المعدلات الحالية لانبعاثاتها.

الخصائص الرئيسية لتغير المناخ

تتمثل الخصائص الرئيسية لتغير المناخ فيما يلي:

١- الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية (الاحترار العالمي global warming).

٢- التغيرات في غطاء السحب cloud cover وهطول الأمطار بشكل خاص فوق اليابسة.

٣- ذوبان القمم الجليدية ice caps والأنهار الجليدية glaciers وانخفاض الغطاء الثلجي snow cover.

٤- الزيادة في درجة حرارة المحيطات.

٥- حموضة المحيطات؛ بسبب امتصاص مياه البحر للحرارة ولثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

الآثار الناجمة عن التغير المناخي

لقد باتت التغيرات المَناخية تؤثر بشكل دراماتيكي في كل مناحي الحياة من حولنا. ومن المتوقع ألا تقتصر أضرار هذه التغيرات على مختلف صور الحياة الطبيعية في كوكبنا الأرضي، بل سيمتد تأثيرها ليطول البشر الذين تطاولوا علي البيئة، وبالطبع ستنالهم يد البيئة للانتقام من أفعالهم المؤذية.

ولعل أهم الآثار الناجمة عن الاحتباس الحراري وتغير المناخ ما يلي:

١- ارتفاع متوسط درجة الحرارة على سطح الأرض:

طبقا لأبحاث الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوى (NOAA) ارتفع هذا المتوسط بمقدار ٠,٨ درجة مئوية. وقد قامت هذه الإدارة بالتعاون مع وكالة الفضاء والطيران الأمريكية (ناسا) بعمل إحصائية أفادت بياناتها أن عام ٢٠١٦ كان هو العام الأكثر حرارة في تاريخ البشرية، حيث سَجلت درجة الحرارة ارتفاعًا يُقارب ٠,٩٩ مئوية. وسوف تتزايد آثار الارتفاع الشديد في معدلات درجة الحرارة في أجزاء كثيرة من العالم. ومن المتوقع أن يصبح الطقس الحار أكثر شيوعًا في العقود القادمة.

٢- تقلبات الطقس والمناخ:

يتسبب ارتفاع درجات حرارة الغلاف الجوي في حدوث تقلبات في أحوال الطقس والمناخ في مختلف أرجاء المعمورة. ويتضمن ذلك ما يلي:

أ- زيادة احتمالية حدوث ظروف قاسية متعلقة بالطقس، مثل وقوع المزيد من موجات الحر المتطرفة.

ب- حدوث حالات تساقط الأمطار بشكل عنيف.

ج- زيادة احتمالية حدوث عدد كبير من الأعاصير والعواصف، بما في ذلك العواصف الرعدية.

ح- إحداث تغييرات كبيرة في الضغط الجوي، ومن ثم في مسارات الرياح السائدة. وسيكون هذا بدرجة يتوقع معها زيادة الجفاف والتصحر في مناطق محددة من العالم دون أخرى.

خ- زيادة معدلات البخر، ومن ثم زيادة كميات السحب عن معدلاتها، وهو الأمر الذي يسهم في تغير أنماط توزيع سقوط الأمطار في العالم ونسبها وتوقيتاتها.

د- ذوبان الثلج والجليد في وقت مبكر من فصل الشتاء كل عام، استجابة للارتفاع في معدلات درجات الحرارة بالعالم.

٣- الجفاف والفيضانات:

مع ازدياد درجة حرارة المناخ والطقس، سوف يزداد تبخر المياه الموجودة في كلٍ من البحار والمحيطات واليابسة، وهو الأمر الذي سوف يتسبب في حدوث الجفاف في عدة مناطق بالعالم، وبخاصةً تلك التي لا تعوِّض ذلك التبخر بمزيد

من الأمطار. ولا بد من الإشارة إلى أن هذا التبخر يتم تعويضه في مناطق أخرى على هيئة أمطار، مما يؤدي إلى حدوث فيضانات في تلك المناطق. ويمكن أن يسبب ذوبان الأنهار الجليدية حدوث الفيضانات وتآكل التربة.

٤- تناقص الجليد والثلوج:

تتعرض المناطق الجليدية والثلجية الموجودة حول العالم إلى تناقص ملحوظ في الوقت الحاضر. ويتمثل اتجاه ذوبان الثلج بشكل أسرع من المتوقع في المناطق التي تعتمد على المياه الذائبة من المناطق الجبلية مما يؤدي إلى حدوث نقص في مياه الشرب، ومن ثم انتشار حالات الجفاف.

٥- جلب الأوبئة والأمراض:

تزيد ظاهرة الاحتباس الحراري من خطر انتشار الأمراض والأوبئة المعدية في العالم، فضلاً عن دورها في حدوث تغيرات في توزيع نواقل الأمراض؛ وهو الأمر الذي سوف يؤدي إلى تعرّض المزيد من الناس للخطر بسبب زيادة انتشار بعض الأمراض الوبائية مثل الملاريا وحمى الضنك. فقد أدى ارتفاع معدل درجة الحرارة بالعالم إلى

ظهور الكثير من الحشرات الناقلة للأمراض مثل البعوض، ونجاح بعض الفيروسات في تطوير أنفسها (مثل فيروس الزيكا) الذي انتشر وتصدر الساحة عام ٢٠١٦. وفضلاً عن ذلك، تؤدي درجات الحرارة الشديدة إلى زيادة المخاطر الصحية على الشباب وكبار السن بشكل خاص. كما أن لهذه الظاهرة دورًا كبيرًا في انتشار الأمراض بين النباتات البحرية، والبرية، والحيوانات، مع زيادة خطر انتقالها منها إلى الإنسان، هذا بالإضافة إلى الأمراض المنقولة عن طريق المياه أو المياه الملوثة. وستعمل زيادة الحرارة أيضًا على انتشار الكائنات الدقيقة المُمرضة التي ستتسبب في موت الكثير من النباتات والحيوانات في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. وهكذا، سيكون للارتفاع في الظواهر المناخية المتطرفة الناجمة عن تغير المناخ آثار على الصحة والحياة، بالإضافة إلى الآثار البيئية والاقتصادية المرتبطة بها.

٦- حرائق الغابات:

من عواقب الاحترار العالمي وتغير المناخ التي بدأ العالم في ملاحظتها بالفعل: ازدياد عدد حرائق الغابات الكبيرة في عدة مناطق بالعالم، من بينها: بعض الدول الأوروبية ومنطقة غرب الولايات المتحدة الأمريكية. ويرجع ذلك إلى أن ارتفاع معدلات درجات الحرارة بالعالم يخلق ظروفًا أكثر جفافًا وسخونة لاشتعال حرائق الغابات وانتشارها. ومن اللافت للانتباه أن موسم هذه الحرائق قد ازدادت فترته الآن بأكثر من شهرين، مقارنة بما كان عليه الوضع قبل ٤٠ عامًا.

٧- حدوث كوارث زراعية والتأثير في نُظم الزراعة:

يتسبب ارتفاع معدلات درجات الحرارة بالعالم في حدوث بعض الكوارث الزراعية مثل فقدان بعض المحاصيل. ومن ناحية أخرى، فإن ارتفاع درجات الحرارة سيؤدي إلى حدوث تغيرات في مواسم زراعة المحاصيل، وهو الأمر الذي سوف يؤثر سلبا في الأمن الغذائي. ويجد البشر الآن صعوبة في التعامل مع موجات الجفاف، ومع زيادة أعداد الآفات الزراعية، وانخفاض مستوى سطح المياه الجوفية، ونقص مساحات الأراضي الخصبة، وهو الأمر الذي سيتسبب في إخفاق الكثير من الزراعات، ونقص أعداد الماشية على مستوى العالم.

٨- تزايد حدة مشكلة التصحر:

تُعَدُّ ظاهرة التصحر، واحدة من أكبر المشكلات البيئية التي تهدد جميع الدول العربية دون استثناء.

وتعرف اتفاقية الأمم المتحدة للتصحر هذه الظاهرة بأنها: "تدهور الأرض في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وفي المناطق الجافة وشبه الرطبة".

ويسهم تغير المناخ في تزايد موجات الجفاف، ومن ثم حدوث التصحر. وفي العقود الأخيرة أصبح التصحر إحدى المشكلات البيئية الخطيرة التي تواجه العديد من دول العالم. وهو يتطور بنسق متسارع حيث تبلغ نسبة الأراضي المعرضة للتصحر ٤٠ في المائة من مساحة اليابسة.

وبوجه عام، شهدت معظم الدول العربية ارتفاعا شديدا في درجات الحرارة على امتداد العقود الماضية، مما أسهم في انتشار ظاهرة الجفاف والتصحر بهذه الدول. ويتساوق ذلك مع ما أشارت إليه تقارير الأمم المتحدة المتعلقة بالبيئة من أن أغلب المناطق المعرضة للتصحر تقع في العالم العربي، إذ تذكر هذه التقارير أن نحو ٣٥٧,٥٠٠ كيلو متر مربع من الأراضي الزراعية أو الصالحة للزراعة في عدد من الدول العربية أصبحت واقعة تحت تأثير التصحر. أما في الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، فإن ظاهرة التصحر باتت تكتسح مساحات شاسعة من الأراضي الصالحة للزراعة فيها، وهو الأمر الذي يمثل تهديدا للأمن الغذائي والمائي والاقتصادي لهذه الدول. ومع ارتفاع نسب السكان الذين يعيشون في المناطق الحضرية، ازداد الطلب على الطاقة لتوفير التبريد صيفا والتدفئة شتاء. ويؤدي ارتفاع الطلب على الطاقة إلى ارتفاع انبعاث غازات الاحتباس الحراري في الجو، مما يؤدي إلى زيادة معدلات التصحر والجفاف.

٩- التأثير في التنوع الأحيائي:

إن سرعة تغيّر المَناخ تعمل على تغيّر النطاق الحراري بشكل ملحوظ وسريع، مما يؤثر على أشكال التنوع الأحيائي في كوكب الأرض؛ مما سيؤدي إلى اختفاء الكثير من أنواع الكائنات الحية، وزيادة معدلات الانقراض بشدة بالنسبة للعديد من الموائل والأنواع والغابات الشمالية والجبال.

١٠- التأثير في النُظم الحيوية:

أوضحت تقارير وأبحاث علمية أن العديد من أنواع النباتات والحيوانات والحشرات أصبحت تنتشر ناحية الشمال أو بالاتجاه لأعلى هربًا من منطقة خط الاستواء؛ وذلك نتيجة تذبذب درجات الحرارة. كما أن التغيرات في أنماط الطقس والمناخ والحرارة سيكون لها تأثير ملحوظ في هجرات الطيور والحشرات؛ فعلى سبيل المثال أصبحت الطيور تعد لبياتها الصيفي باكرًا عن المعتاد بأيامٍ أو أسابيع، وذلك أمرٌ مُختلفٌ عما كان يحدث من قبل بالقرن العشرين.

١١- التأثير في الأمن المائي:

من المرجح أن تؤدي التغيرات في أنماط هطول الأمطار إلى نقص حاد في المياه أو حدوث فيضانات، وهو الأمر الذي سيؤدي إلى تفاقم مشكلة الأمن المائي، لاسيما في المناطق ذات المناخ الجاف.

١٢- التأثير في الأمن الغذائي:

إن زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ستجعل النباتات ذات فوائد غذائية متدنية. ومن المتوقع حدوث خلل في الأمن الغذائي على مستوى العالم، وهذا ما سيؤثر في الإنسان من نواحٍ عدة منها التأثير في الصحة العامة، والإصابة بالكثير من

الأمراض الوبائية وغيرها نتيجة لنقص المناعة. ويحذر تقرير أعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ من تأثير تغير المناخ على جودة المواد الغذائية التي ستشهد تراجعا حادا قد يؤثر على صحة الإنسان.

١٣- تفاقم مشكلات النزوح البيئي واللاجئين البيئيين:

سوف يؤدي تغير المناخ والآثار المترتبة عليه إلى خلق مشكلات اجتماعية جديدة لم تعرفها البشرية من قبل، مثل الهجرة والنزوح البيئي من المناطق المتضررة من مشكلات الجفاف أو الفيضانات المستمرة إلى مناطق أو دول أخرى أكثر استقرارا من الناحية البيئية. وسوف تزداد - تبعا لذلك - معدلات وفود اللاجئين البيئيين إلى بعض الدول، وهو الأمر الذي ستترتب عليه مشكلات سياسية واجتماعية بين الدول المصدرة للاجئين البيئيين والدول المستقبلة لهم. وفي هذا الصدد، يشير تقرير أعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ من أن التغير المناخي العالمي قد يؤدي إلى نزاعات دامية وتهجير ملايين الأشخاص في المنطقة العربية، بالإضافة إلى إلحاق أضرار هائلة باقتصاديات هذه الدول. ويرسم التقرير صورة متشائمة لتداعيات التغير المناخي على سكان الدول العربية، لا سيما في ظل انعدام تساقط الأمطار وتراجع حجم المحاصيل الزراعية بنسبة اثنين في المائة كل عشر سنوات على المستوى العالمي.

مخاطر التغير المناخي على البيئة البحرية

إن التأثيرات والتهديدات الرئيسية الناجمة عن الاحترار العالمي منتشرة على نطاق واسع في قارات كرتنا الأرضية وبحارها. ويمثل تغير المناخ أحد التهديدات الرئيسية التي تواجهها البيئات البحرية والساحلية في العالم من جراء هذا الاحترار. وتُعَدُّ انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الأنشطة البشرية وعن الماشية محركًا رئيسيًّا لتغير المناخ، مما يؤدي إلى احتباس الحرارة في الغلاف الجوي للأرض وحدوث الاحترار العالمي.

ومع أن العواقب المحتملة لآثار التغير المناخي على البيئة البحرية لم يتم فهمها بشكل كامل حتى الآن، فإن هناك بعض العواقب التي أمكن ملاحظتها بالفعل. وتتضمن تلك العواقب:

١- إن أخطر التأثيرات المتوقعة للاحتباس الحراري تتمثل في إمكانية ذوبان أجزاء كبيرة من المناطق الجليدية في القارة القطبية، وزيادة حجم الكتل المائية في المحيطات والبحار الداخلية، وهو الأمر الذي يؤدي إلى حدوث زيادة في مستوى سطح البحر على مستوى العالم.

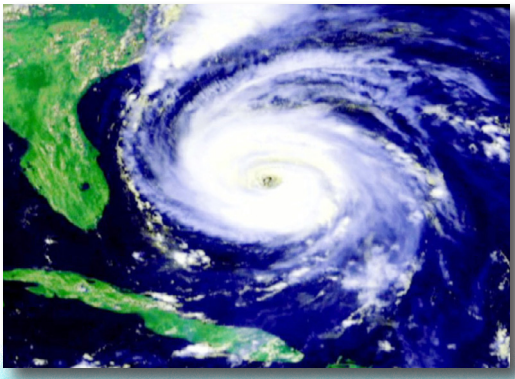
٢- ارتفاع مستوى سطح البحر:

يحدث ارتفاع في مستوى سطح البحر بسبب ذوبان الجليد والثلج من جراء تفاقم أثر الاحترار العالمي. وغالبًا ما يرجع جزء من هذا الارتفاع إلى التمدد الحراري لمياه البحر. ولا بد من الإشارة إلى أنّ التمدد الحراري يستغرق وقتًا طويلًا، وفي حال ارتفاع درجة الحرارة بمعدل درجتين مئويتين يحدث ارتفاع في مستوى سطح البحر بمعدل متر. وتعني زيادة ارتفاع منسوب سطح البحر واستمراريته: مخاطر أكبر لحدوث العواصف والفيضانات، وإلحاق أضرار بالمناطق الساحلية، لا سيما في الدول الجزرية الصغيرة والبلدان ذات الدلتات المنخفضة، إذ إن التمدد الحراري سوف يؤدي إلى طغيان مياه البحر على أجزاء واسعة من السواحل المتاخمة، لاسيما قبالة المناطق الساحلية المنخفضة والدلتات النهرية، وغيرها من التكوينات والمظاهر الأكثر عرضة لهذا الارتفاع، فضلا عن اختفاء المدن الساحلية، والعديد من الجزر، وذلك نتيجة غرقها.

وتشير دراسة أعدتها مؤسسة "ناشيونال جيوغرافيك" إلى أن ارتفاع منسوب المياه في البحر الأبيض المتوسط سيؤدي إلى غرق المناطق الساحلية لمعظم الدول العربية من المغرب غربا إلى البحرين شرقا، حيث ستغمرها المياه كليًا - بحسب هذه الدراسة - في حال تواصل ارتفاع درجات الحرارة.

٣- زيادة وتيرة وشدة العواصف والأعاصير الساحلية والفيضانات:

نتيجة للاحترار العالمي، من المتوقع أن يرتفع نوع الظواهر المناخية المتطرفة extreme events وتواترها وشدتها، مثل الأعاصير المدارية tropical cyclones (بما في ذلك الأعاصير الاستوائية hurricanes and typhoons) الساحلية، والفيضانات المدمرة، والجفاف، وكثافة الأمطار، حتى مع حدوث زيادة بسيطة نسبيا في متوسط درجات الحرارة. وقد لوحظت بالفعل تغييرات في بعض أنواع الظواهر المناخية المتطرفة، مثل: حدوث زيادات في وتيرة وشدة موجات الحرارة heat waves وأحداث هطول الأمطار الغزيرة.

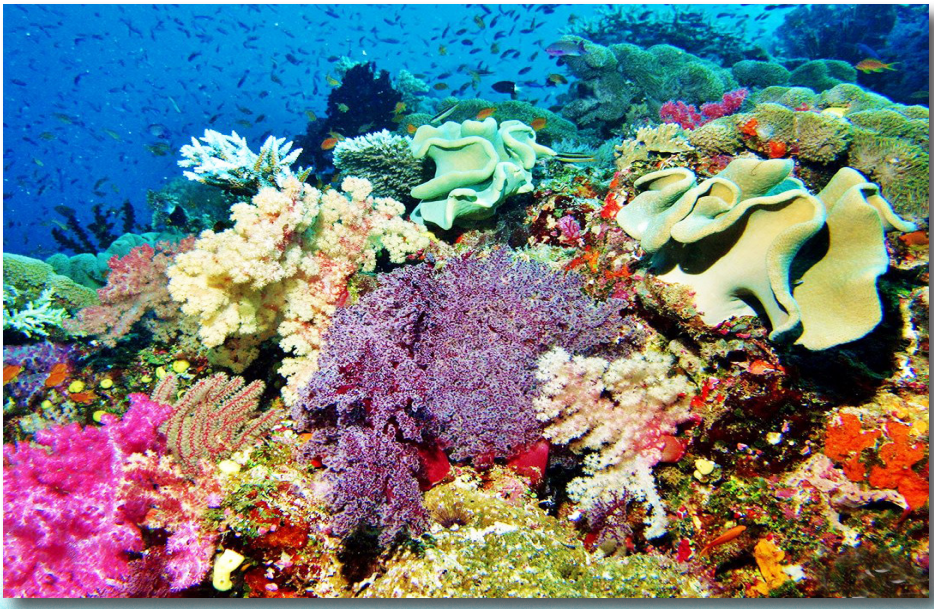


٤- الزيادة في حمضية مياه البحار والمحيطات:

يتسبب ارتفاع حرارة مياه البحر في زيادة معدلات ذوبان ثاني أكسيد الكربون CO_2 في هذه المياه، مما يؤدي إلى تكوين حمض الكربونيك، إذ إن الكميات الهائلة من هذا الغاز - التي تمتصها مياه المحيطات - تعمل على زيادة درجة حمضية المحيطات، مما يؤثر على صحة النظم الإيكولوجية في المحيطات، وصحة أولئك الذين تعتمد سبل عيشهم وتغذيتهم على مخرجاتها. ومنذ بدء الثورة الصناعية في أوائل القرن الـ ١٨ ارتفعت حمضية المحيطات نسبه ٢٥ ٪، وهو الأمر الذي انعكست آثاره السلبية الضارة على الأحياء المائية. فعلى سبيل المثال، تأثرت الكائنات البحرية وخصوصًا ذات الأصداف، من جراء نقص نسبة الكالسيوم بأصدافها لإذابة حمض الكربونيك لها. وتأثرت الشِعاب المرجانية بسبب ذلك. ففي أستراليا - على سبيل المثال - تعرضت معظم شِعابها المرجانية للتبيض من جراء دفء المياه وعدم الاتزان في رقم حموضة المياه والتلوث.

٥- الزيادة في معدلات تدمير الموائل، وانقراض الأنواع البحرية:

من المحتمل أن تؤدي الزيادات في درجات الحرارة إلى زيادة معدلات الانقراض بشدة بالنسبة للعديد من الموائل والأنواع البحرية (تصل إلى ٣٠ في المائة مع ارتفاع معدل درجة الحرارة العالمية بمقدار درجتين مئويتين). وسوف تتأثر بشكل خاص الموائل البحرية (مثل موائل كل من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، والبحر الأبيض المتوسط). كما سوف تتأثر بشكل خاص الشعاب المرجانية وما فيها من أحياء بحرية.



٦- ضعف حركة التيارات الساحلية الدافئة في المحيطات، وتغيُّر مداها ومساراتها، بما يمكن أن يجعل أوروبا الشمالية مثلا أكثر برودة مما هي عليه حاليا، وبما يمكن أن يتسبب في اختفاء مساحات شاسعة من غابات القُرْم (المانجروف) الساحلية والشعاب المرجانية في المناطق الاستوائية، وهما من أكثر الموائل البيولوجية ثراء وإنتاجية.

٧- حدوث تغييرات في قوة التيارات البحرية ocean currents وفي قدرتها على النقل.

٨- سرعة تشكيل الكتل المائية.

٩- تفاقم الآثار السلبية لكل ما سبق على النظم الايكولوجية البحرية (وبخاصة غابات القرم (المانجروف) الساحلية والشعاب المرجانية) وعلى مصايد الأسماك.

العلاقة بين ارتفاع مستوى سطح البحر والاحتباس الحراري وتغير المناخ

ثمة علاقة وثيقة تربط بين كل من الاحتباس الحراري وتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر.

فالاحتباس الحراري يتسبب في رفع معدل درجة الحرارة في العالم، بما في ذلك حرارة مياه البحار والمحيطات. وتؤدي زيادة درجات حرارة تلك المياه إلى التمدد (التوسّع) الحراري thermal expansion لها. وتتّحد المياه المشكلة لهذا التمدد في مياه البحار والمحيطات مع المياه الذائبة من انصهار الجليد الموجود على اليابسة، وهو الأمر الذي ينجم عنه ارتفاع مستوى سطح البحر.

وتظهر النتائج التي توصلت إليها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ حدوث زيادة في مستوى سطح البحر على مستوى العالم بمعدل بلغ في المتوسط

١,٧ مليمتر سنويًّا خلال القرن الماضي، وهو ما تؤكده القياسات الميدانية المأخوذة بواسطة قياسات المد والجزر الساحلية، التي تشير إلى ارتفاع مستوى سطح البحر عالميًّا بنحو مترين ما بين عامي ١٨٧٠ و ٢٠٠٠ م. غير أن القياسات المأخوذة بواسطة الأقمار الاصطناعية (السواتل) الفضائية المتخصصة وتقنية الاستشعار عن بعد تظهر أن مستوى سطح البحر قد ارتفع بنحو ٨٤ مليمترا على مستوى العالم ما بين عامي ١٩٩٣ و ٢٠١٧، أي بمعدل ٣,٢ مليمترات في العام تقريبا، وهو ما يعني تسارع وتيرة ارتفاع مستوى سطح البحر وبلوغه معدلات خطرة.

وبحسب تقديرات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ فإن هذا الارتفاع مرشح للاستمرار، بما يتوقع معه أن يرتفع هذا المستوى بمقدار ٥٠ إلى ١٠٠ سنتيمتر بحلول نهاية هذا القرن، إذا لم يتم خفض الانبعاثات الغازية الضارة، والحد من تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري.

الآثار المترتبة على ارتفاع مستوى سطح البحر

تعتمد الآثار والأضرار المترتبة على ارتفاع مستوى مياه سطح البحر - في جزء منها - على حجم وسرعة ارتفاع سطح البحر، وعلى فرص التكيف والتخفيف من حدة هذه الآثار.

ولا تقتصر الآثار الناجمة عن ذلك الارتفاع على ما يقع من خسائر نتيجة التكاليف الناجمة عن غمر مياه البحر لليابسة، أو الخسائر التي تحدث في الأرواح والأرض، وفي هياكل الأبنية، وفي رأس المال المادي نتيجة الغمر بالمياه والعواصف العارمة، بل تشمل الخسائر أيضًا: قطاع الزراعة، ومصائد الأسماك، وحدوث زيادة في تسرب المياه المالحة إلى مخزون المياه الجوفية للمياه العذبة. وفي الوقت ذاته، قد تكون هناك تكاليف أخرى تتمثل في تدابير التكيف التي يتم اتخاذها للحماية من ارتفاع منسوب سطح البحر.

ومن بين آثار ارتفاع مستوى مياه سطح البحر: فقدان الأرض من جراء الفيضانات، ونزوح السكان المباشر، وانخفاض قيمة الناتج الإجمالي، وتهديد المناطق الحضرية، ووضع المناطق الزراعية والأراضي الرطبة في موضع الخطر. وتُحسب الآثار على أساس الزيادة في منسوب البحر بواقع متر واحد إلى ٥ أمتار.

ومن أكثر الآثار المترتبة على ارتفاع مستوى سطح البحر - التي يمكن مشاهدتها بوضوح في الأماكن المتضررة من هذا الارتفاع: تآكل السواحل coastal erosion. وعلى سبيل المثال، فإن خمس خط الساحل الأوروبي على البحر الأبيض المتوسط قد تضرر بالفعل من جراء ذلك الارتفاع، وتخسر بعض السواحل ما بين ٠,٥ إلى مترين في السنة، وفي بعض الأماكن يتوغل البحر في البر إلى مسافات تصل إلى نحو ١٥ مترا، وهو الأمر الذي يثير قلق الدول التي يحدث فيها ذلك من جراء ارتفاع مستوى البحر بفعل التغير المناخي.

إن كلًّا من التأثيرات العالمية وتوزيعاتها وفقًا للبلدان هما معرض اهتمام على حدٍّ سواء. وعلى أساس عالمي، فإن حصول ارتفاع لمستوى سطح البحر بمقدار مترٍ واحدٍ سوف يؤدي إلى أن تغمر المياه ما نسبته ٠,٣ ٪ من الأراضي اليابسة على سواحل الدول، وتهجر داخليًّا ما نسبته ١,٣ ٪ من سكان تلك الدول، وتتسبب في خسارة مباشرة بالناتج الإجمالي بواقع ١,٣ ٪، وغمرِ ما نسبته ٠,٤ ٪ من الأراضي

الزاعية بالمياه، وغمر ما نسبته ١,٩ ٪ من الأراضي الرطبة بالمياه. أما في حالة ارتفاع قدره ٥ أمتار، فإن التأثيرات ستكون خسارة نسبتها ١,٢ ٪ من الأرض اليابسة، وهجرة داخلية للسكان بمقدار ٥,٦ ٪، وخسارة مباشرة في الدخل الإجمالي بواقع ٦ ٪، وخسارة في الأراضي الزراعية بمقدار ١,٢ ٪، وخسارة في الأراضي الرطبة بواقع ٧,٣ ٪. وستتركز التأثيرات بصورة كبرى على عدد صغير من البلدان النامية.

ولا يقتصر تأثير ارتفاع مستوى سطح البحر على تهديد المناطق الزراعية المنخفضة أو المنشآت السكنية أو الصناعية أو التجارية أو الترفيهية المتاخمة للسواحل البحرية، بل

يمتد ليشمل منشآت حيوية مهمة، مثل محطات تحلية المياه، ومحطات توليد الكهرباء المطلة على البحر. كما أن المنشآت العسكرية الموجودة على مقربة من الساحل أو في الجزر البحرية مهددة أيضا بمخاطر الغمر بمياه البحر عند ارتفاع مستوى سطح البحر من جراء الاحترار العالمي وتغير المناخ.

ويمكن أن نذكر أهم النتائج التي ستترتب على ارتفاع مستوى سطح البحر من جراء التغير المناخي كما يلي:

١- إن التكاليف الإجمالية للأضرار الناجمة عن هذا الارتفاع - التي من ضمنها تكاليف الحماية - ستكون أعلى بنحو خمسة أضعاف في حال حصول ارتفاع في منسوب مياه سطح البحر بمقدار متر واحد مقارنةً بارتفاعه بمقدار نصف متر. وستكون تكاليف هذه الأضرار عشرة أضعاف إذا ارتفع منسوب مياه سطح البحر بمقدار مترين إذا ما قورن بارتفاع منسوب البحر بمقدار نصف متر.

٢- بالنسبة لتكاليف الفئات الأربع المتمثلة في: تكاليف الحماية، وفقدان الأرض اليابسة، وفقدان الأرض الرطبة، ونزوح الأشخاص، فإن كلفة الحماية هي المهيمنة، وتأتي بعدها في المرتبة الثانية الأراضي الرطبة.

٣- من المتوقع حصول بطء في النمو الاقتصادي بالمناطق المتضررة، قد يؤدي بدوره إلى ارتفاع إجمالي تكاليف الأضرار الناجمة عن ارتفاع منسوب سطح البحر (باستثناء فقدان الأراضي الرطبة).

٤- إن مجمل كلفة الأضرار من دون حماية هي أعلى بنحو ٣,٥ مرة مما إذا كانت هناك حماية مثلى لارتفاع منسوب البحر بمقدار نصف متر، إلا أن هذه القيمة قد تنخفض نحو ١,٤ مرة إذا ما كان ارتفاع منسوب مياه البحر مترين.

التوقعات المستقبلية لتأثير مشكلة التغير المناخي على المنطقة البحرية للمنظمة

إن المنطقة التي يقع فيها بحر المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ليست بمنأى عن التأثيرات السلبية والخطيرة لمشكلة تغير المناخ، بل هي توجد في قلب هذه المشكلة. فهناك دراسات عديدة تشير إلى احتمال تعرض أجزاء كبيرة من السواحل العربية المطلة على المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة وخليج عمان -

التي تقدر طوليا بنحو ٧٠٠٠ كيلومتر - لخطر الغمر، هذا في حالة ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متر واحد. ومن بين كل دول المنطقة يتوقع أن تكون مملكة البحرين ودولة قطر هما الأكثر تأثرا بمثل هذا الارتفاع؛ نظرا لانخفاض مستوى معظم الأراضي في كل منهما عن مستوى البحر، إذ تظهر التوقعات أن مملكة البحرين ربما تفقد ما بين ١٠ إلى ٢٠ ٪ من إجمالي مساحتها بسبب غمر سواحلها بالمياه عند ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متر واحد. أما قطر فربما يتعرض ٣ ٪ من أراضيها للغمر في حالة ارتفاع مستوى سطح البحر بالمقدار نفسه، وتزيد إلى ٨ ٪ في حالة ارتفاعه بمقدار ٣ أمتار. وهناك مساحات كبيرة في دولة الإمارات العربية المتحدة منخفضة ومعرضة لخطر الغمر لاسيما قبالة السواحل المطلة على عجمان وأم القيوين وأبو ظبي.

وفي المنحى نفسه، توقعت دراسة حديثة صدرت في أواخر عام ٢٠١٧ عن جامعة الدول العربية وعدة منظمات تابعة للأمم المتحدة أن تزيد درجة الحرارة في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وبقية أجزاء العالم العربي بحلول منتصف القرن الحالي ما بين ١,٧ و٢,٦ درجة مئوية، مع احتمال بلوغ هذا الارتفاع مستويات قياسية بحلول عام ٢١٠٠ م، ليصل ما بين ٣,٢ و ٤,٨ درجة كاملة. ووفق هذه الدراسة، فإن المناطق الداخلية غير الساحلية ستكون الأكثر تأثرا بهذا التغير، وستشهد أعلى درجات حرارة متوقعة مقارنة ببقية أجزاء العالم العربي، وإن معدل سقوط الأمطار سيتراجع في بعض المناطق وبخاصة في أعالي وادي دجلة والفرات، في حين سيزيد في مناطق أخرى خاصة في جنوب الجزيرة العربية وشرقها. غير أن تداعيات ارتفاع مستوى سطح البحر - إذا ما صدقت التوقعات المذكورة - لن تقتصر على مجرد غمر المناطق الساحلية، ذلك أن معظم المناطق الساحلية تحظى في العادة بدرجة تنوع أحيائي مرتفعة وثراء لافت بالأراضي الرطبة والكائنات المنتجة والموائل الطبيعية، خاصة الشعاب المرجانية وغابات القرم، وهي فضلاً عن ذلك تكون مواقع جذب سياحي، ونقاط تمركز للأنشطة التنموية البشرية والتجمعات السكانية، وهو ما يعني أن الخسارة الناتجة عن غمر هذه المناطق ستكون بالغة الصعوبة وممتدة لأكثر من قطاع.

وإلى جانب المخاطر الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر، فإن الدول المطلة على بحر المنظمة سوف تعاني من تفاقم مشكلتي التصحر ونقص المياه، الناتجتين أيضا عن تأثير التغير المناخي.

وللخروج من هذا المأزق، فإنه يجب وقف تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري وتجنّب تأثيراتها السلبية، وهذا لن يتأتى - كما توصي الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ - إلا بخفض نسبة الانبعاثات الغازية العالمية بمقدار ٥٠ ٪ بحلول العام ٢٠٥٠، مقارنة بما كانت عليه قبل عام ١٩٩٠ م، والحفاظ على مستويات الكربون عند مستوى ٤٥٠ جزءا في المليون أو دون ذلك، وغير ذلك مما يحول دون ارتفاع متوسط درجة الحرارة لأكثر من درجتين مئويتين مقارنة بما كانت عليه قبل الثورة الصناعية.

الحاجة إلى التكيف

يمكن تعريف التكيف adaptation بأنه "هو عملية تقوم المجتمعات البشرية من خلالها بجعل أنفسها أكثر قدرة على التعامل مع أحداث مستقبل مجهول". كما يمكن تعريفه بأنه "اتباع سياسات وممارسات تستهدف الاستعداد لآثار تغير المناخ، حيث يتعذر اليوم تقبل تجنب هذه الآثار بالكامل".

إن الآثار العالمية لتغير المناخ واسعة النطاق، ولم يسبق لها مثيل في تاريخ البشرية من حيث الحجم، وهي - كما سبق أن أوضحنا - تتراوح بين تغير أنماط الطقس التي تهدد الإنتاج الغذائي، وبين ارتفاع منسوب مياه البحار الذي يزيد من خطر الفيضانات الكارثية.

ولهذا، فإنّ التصدي والاستعداد لآثار تغير المناخ والتكيف مع ظواهر ذلك التغير بات أمرًا ضروريا لمنع الأضرار الاقتصادية والتأثيرات الاجتماعية واسعة النطاق التي ستترتب على هذا التغير.

ومن هذا المنطلق، فإن التكيف مع تغير المناخ يتطلب منا اتخاذ التدابير الصحيحة للحد من الآثار السلبية لذلك التغير (أو استغلال الآثار الإيجابية)، عن طريق إجراء التعديلات والتغييرات المناسبة في أنظمة وبرامج حماية البيئة، واستخدام الطاقة المتجددة بدلا من الوقود الأحفوري. وهناك حاجة إلى الإبداع والتطوير لإيجاد وسائل تكنولوجية جديدة تسهم في التصدي لعواقب تغير المناخ، وتوفير هذه الوسائل للدول المهدَّدة بآثار هذا التغير. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التدابير التي سيتم اتخاذها من أجل التكيف مع التغيرات المناخية يجب أن تسعى إلى توفير الحماية لمئات الملايين من الأشخاص، الذين سيصبحون أكثر عرضة لخطر التغير المناخي، من خلال ارتفاع منسوب مياه البحار والظروف الجوية القاسية. فخلال العقدين الماضيين، ارتفع عدد الكوارث التي تم تسجيلها، من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ كارثة طبيعية في العام الواحد، وكان ٩٠ ٪ من تلك الكوارث متعلقا بالمناخ، وفقاً لمكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية (OCHA). وبحلول عام ٢٠١٥ وصل عدد الأشخاص الذين تضرروا سنويًا من جراء الكوارث المناخية إلى ٣٧٥ مليون شخص. وقد تصل كلفة بناء بنية تحتية مقاومة للمناخ – سواء أكانت جدرانا لحجب الفياضانات، أم شبكات لتصريف المياه، أم ملاجئ للحماية من العواصف - إلى أكثر من ١٠٠ بليون دولار أمريكي سنويًا، بحلول عام ٢٠٣٠.

وهناك العديد من الخيارات والفرص للتكيف مع تغير المناخ. وتتضمن هذه الخيارات:

١- الخيارات التكنولوجية، مثل: زيادة الدفاعات البحرية أو تشييد المنازل المقاومة للفيضانات flood-proof houses على ركائز متينة).

منزل مقاوم للفيضانات

٢- تغيير السلوك على المستوى الفردي، مثل: الحدّ من استخدام المياه في أوقات الجفاف، واستخدام الناموسيات mosquito nets المعالجة بمبيدات الحشرات insecticide-sprayed.

٣- تبنّي إستراتيجيات أخرى، مثل: استخدام أنظمة الإنذار المبكر التي تنبئ عن قرب وقوع الظواهر المناخية المتطرفة، وتحسين إدارة المياه، وتحسين أساليب إدارة المخاطر، والاستفادة من أفضل خيارات التأمين المتاحة، والمحافظة على التنوع الأحيائي.

وبسبب السرعة التي تحدث بها التغييرات الناجمة عن ارتفاع درجة الحرارة، فمن المهم أن نحدّ من ضعف قدرة البلدان النامية على التصدي لتغير المناخ، وزيادة قدراتها على التكيف، وتنفيذ خطط التكيف الوطنية.

الاستعداد لمواجهة التأثيرات الناجمة عن الاحترار العالمي وتغير المناخ

إن التأثيرات السلبية لظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ قد أصبحت الآن أمرا مؤكدًا لا مفر منه. ولهذا، يجب أن تستعد المجتمعات المعرضة لمخاطر تغير المناخ لمواجهة هذه المخاطر، وأن تتخذ خيارات ذكية تساعد على حماية الأرواح والممتلكات. ومن ناحية أخرى، يجب على المدن والمجتمعات الساحلية أن تبادر من اليوم باتخاذ الإجراءات والتدابير اللازمة للحد من الآثار الصحية للارتفاع الشديد في درجات حرارة المناخ وحرارة مياه سطح البحر.

ويأتي في مقدمة التدابير المطلوب اتخاذها لاحتواء آثار الاحتباس الحراري وتغير المناخ: تنفيذ ما جاء في اتفاق باريس لعام ٢٠١٥ من ضرورة حصر ارتفاع درجة حرارة الأرض وإبقائها دون درجتين مئويتين، قياسا بعصر ما قبل الثورة الصناعية، ومتابعة الجهود لوقف ارتفاع الحرارة عند ١,٥ درجة مئوية. وهذا يفرض تقليصا شديدا لانبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري باتخاذ إجراءات للحد من استهلاك الطاقة والاستثمار في الطاقات البديلة واعادة تشجير الغابات. وعلى البشرية اليوم أن تتخذ إجراءات فورية للحد من الانبعاثات المسببة للاحترار العالمي، ومنع عواقبها من أن تنمو وتتزايد وتصبح أكثر كلفة وأشد حدّة في المستقبل. وعلينا أيضا أن نستعد الآن للآثار والعواقب التي لا يمكن تجنبها والتي بدأت بالفعل.

التصدي للفيضانات

عانت مناطق عديدة في العالم من فيضانات الأنهار الناتجة عن ظاهرة تغير المناخ، واستدعى ذلك من المسؤولين عنها اتخاذ إجراءات للحد من تأثيرها مستقبلا. فعلى سبيل المثال، فإن هناك عاصفة شديدة ضربت مدينة (كين) الأمريكية في أكتوبر عام ٢٠٠٥، وأدت إلى عدد من الوفيات، وتدمير الطرقات والمنازل والجسور وإغلاق محطة معالجة المياه. وهذا أدى إلى وضع المسؤولين خططا احترازية وإجراءات هندسية، منها: الاستعاضة عن الأرصفة بالخرسانة المثقبة، وإكساء الطرق الجانبية بحافات معشبة بدلا من حواجز حجرية أو أسمنتية، وذلك بهدف توزيع مياه الأمطار وتسريبها ببطء إلى التربة المجاورة بدلا من تركها تجري على الطرقات، مسببة الفيضانات.

حلول حديثة

هنالك عدد من الحلول الهندسية التي اتبعتها مناطق عديدة لحماية مجتمعها ومنشآتها وكائناتها من أخطار ارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات، لا سيما المنشآت الواقعة قرب الشواطئ وضفاف الأنهار، وبعض هذه الحلول مناسب لمدة مؤقتة، ويتضمن آثارا جانبية تحمل معها بعض المثالب، وبعضها قد يستمر مدة طويلة نظرا لأخذ جميع العوامل البيئية والمناخية والجيولوجية بعين الاعتبار.

ومن أهم الحلول الهندسية التي شهدتها بعض الدول:

١ - الأسوار البحرية

تلجأ بعض المدن إلى بناء أسوار بحرية عالية لحمايتها من المياه التي يمكن أن تنتج عن ارتفاع مستوى مياه البحار أو المحيطات التي تطل عليها. ولعل من أمثلة هذه الأسوار: سور جالفستون البحري الذي أقامته تلك المدينة الأمريكية، بعد أن ضربها إعصار هائل عام ١٩٠٠، وأدى إلى مقتل نحو سبعة آلاف شخص. وكان ذلك السور يمتد نحو ١٦ كيلومترا بارتفاع نحو ٥١٥ سنتيمترا.

٢ - المتاريس

لجأت بعض المدن إلى المتاريس لحماية مجتمعها من المياه. ومع أن المتاريس معروفة منذ زمن طويل، فإن التطورات الهندسية الأخيرة جعلت من موادها وكيفية بنائها والمناطق التي تبنى منها حلا مناسبا للحد من آثار المياه المتدفقة إليها من الأنهار أو البحار أو المحيطات.

٣ - التقهقر

من الحلول أيضا ما يسمى: (التقهقر)، الذي يتمثل بهجر المنشآت الواقعة قريبا من الساحل، والبناء في مناطق داخلية بعيدة عن السواحل وعن التعرض أيضا لتدفق المياه إليها. وهذا الخيار مؤلم جدا، ويجب اتخاذه وفق الدراسات التي تُظهِر المدة التي يمكن لتلك المنشآت أن تكون خطرة على المقيمين فيها.

٤- مشروعات ومبادرات هندسية أخرى

من المشروعات الهندسية الرائدة في العالم في مجال الحد من أخطار ارتفاع مستويات سطح البحر: مشروعات الدلتا التي طبقتها هولندا، والتي عدّتها بعض الجمعيات الهندسية واحدة من عجائب الدنيا السبع في العالم الحديث. وهذه

المشروعات تتمثل في إنشاء مصفوفة ضخمة من السدود والأقفال والخنادق وحواجز العواصف لحماية البلاد من العواصف وارتفاع مستوى سطح البحر، لا سيما أن ثلث أراضي دولة هولندا يقع تحت مستوى سطح البحر. وعندما صُمِّمَت تلك المشروعات قبل نحو نصف قرن كان الهدف منها هو الحدّ من خطر الفيضانات التي ربما تحدث مرة واحدة كل أربعة آلاف عام.

وهناك مبادرات هندسية أخرى في هذا الشأن منها ما هو متخذ في خليج (سان فرانسيسكو) لاستيعاب أي ارتفاع في مستوى سطح البحر إلى نحو ٤,١ متر، والفتحات التي أقيمت على بعض الخلجان للتحكم في مرور المياه فيها. وسوف يستمر البحث في هذه الحلول الهندسية ما دامت أخطار ظاهرة تغير المناخ قائمة ومستمرة. وربما نجد تطبيقات حديثة لها في عدد من الدول العربية المهددة مدنها الساحلية بالغمر مستقبلا.

الاتفاقيات والبروتوكولات الدولية المتعلقة بالتصدي لمشكلة تغير المناخ

تقوم الاتفاقيات والبروتوكولات الدولية بدور كبير في دعم الجهود العالمية للتصدي لتغير المناخ، فضلا عن أهميتها في إلزام الأطراف المتعاقدة بالسياسات والبرامج الدولية ذات الصلة بالحدّ من الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري وتغير المناخ. ومن أبرز الاتفاقيات والبروتوكولات الدولية المتعلقة بالتصدي لمشكلتي الاحتباس الحراري وتغير المناخ ما يلي:

١- اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

تُعَدُّ هذه الاتفاقية في طليعة الجهود الرامية التي تهدف إلى إنقاذ كوكبنا. ففي عام ١٩٩٢، ومن خلال "قمة الأرض"، أُنتِجَت هذه الاتفاقية كخطوة أولى للتصدي لمشكلة تغير المناخ. واليوم تتمتع هذه الاتفاقية بعضوية شبه عالمية، فقد صَدّقت عليها ١٩٧ دولة. والهدف النهائي لها هو منع التدخل البشري "الخطير" في المناخ.

٢- بروتوكول كيوتو

بحلول عام ١٩٩٥، بدأت دول العالم في مفاوضات من أجل تعزيز الاستجابة العالمية لتغير المناخ، وبعد ذلك بعامين، اُعتمِد بروتوكول كيوتو. وقانونيًّا يلزم هذا البروتوكول الأطراف من البلدان المتقدمة بأهداف خفض الانبعاثات. وقد بدأت فترة الالتزام الأولى للبروتوكول في عام ٢٠٠٨، وبدأت فترة الالتزام الثانية في ١ يناير ٢٠١٣ وسوف تنتهي في عام ٢٠٢٠. ويوجد الآن ١٩٢ طرفا في بروتوكول كيوتو.

٣- اتفاق باريس

توصلت الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في المؤتمر الحادي والعشرين لها، المنعقد في باريس في عام ٢٠١٥ إلى اتفاقية تاريخية لمكافحة تغير المناخ، وتسريع وتكثيف الإجراءات والاستثمارات اللازمة لتحقيق مستقبل مستدام منخفض الكربون. وقد استند اتفاق باريس على الاتفاقية، ولأول مرة، دعا جميع الدول إلى القيام ببذل جهود طموحة لمكافحة تغير المناخ والتكيف مع آثاره، مع

تعزيز الدعم لمساعدة البلدان النامية على القيام بذلك. وعلى هذا النحو، فإنه رسم مسارا جديدا في جهود المناخ العالمي.

وقد كان الهدف الرئيسي لاتفاق باريس هو تعزيز الاستجابة العالمية لخطر تغير المناخ عن طريق الحفاظ على ارتفاع درجات الحرارة العالمية في القرن الحالي إلى أقل من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية، ومواصلة الجهود للحد من ارتفاع درجة الحرارة إلى أبعد من ذلك، أي إلى ١,٥ درجة مئوية. وبمناسبة يوم الأرض الذي احتفل به العالم في ٢٢ أبريل ٢٠١٦، وقّع ١٧٥ زعيما من قادة العالم اتفاقية باريس في مقر الأمم المتحدة في نيويورك، حيث كان هذا أكبر عدد من البلدان التي وقّعت على اتفاق دولي في يوم واحد. وهناك الآن ١٨٤ دولة قد انضمت إلى اتفاقية باريس.

٤- مؤتمر القمة المعني بالمناخ ٢٠١٩

في سبتمبر ٢٠١٩، سوف تعقد الأمم المتحدة قمة المناخ لتوحيد قادة العالم من الحكومات والقطاع الخاص والمجتمع المدني من أجل دعم العملية المتعددة الأطراف، وزيادة وتسريع العمل والطموح المناخي. وسوف تركز القمة على القطاع الرئيسي الذي من الممكن أن يحقق الفرق الأكبر - مثل: الصناعات الثقيلة، والحلول القائمة على الطبيعة، والمدن المستدامة، والطاقة المتجددة، والمرونة، وتمويل المناخ. وسوف يقدم قادة العالم تقارير عما يقومون به، وما الذي يعتزمون فعله، عندما يجتمعون في عام ٢٠٢٠ في مؤتمر الأمم المتحدة بشأن المناخ، حيث من الممكن تجديد الالتزامات وزيادتها.

دور المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في التصدي لتغير المناخ

كما سبق أن ذكرنا، فإن المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، شأنها في ذلك شأن سائر البحار والمحيطات، تتعرض للارتفاع في درجة حرارة مياهها بفعل الاحتباس الحراري وتغير المناخ.

وقد حرصت المنظمة منذ إنشائها على حماية البيئة الساحلية والبحرية لمنطقة عملها من التلوث بمختلف صوره، بما في ذلك التلوث الحراري للمياه، والتلوث الناجم من مصادر في البر، لاسيما غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي ينتج من حرق الوقود الأحفوري في المصانع وفي مركبات النقل، وهو الغاز الرئيسي المسبب للاحتباس الحراري وتغير المناخ. وقد استهدفت اتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئة البحرية من التلوث لعام ١٩٧٨ المحافظة على بيئة المنطقة من جميع أنواع الملوثات، التي تضر بنظمها الإيكولوجية وأحيائها البحرية وسلامة

مياهها. ويندرج تحت هذه الملوثات: الغازات المسببة للاحتباس الحراري وتغير المناخ. وانتهجت خطة عمل الكويت لحماية المنطقة البحرية، والبروتوكول الخاص بالتعاون الإقليمي في مكافحة التلوث بالزيت والمواد الضارة الأخرى في الحالات الطارئة، نهج الاتفاقية. وراعت خطة العمل والبروتوكول المذكور، وبروتوكول حماية البيئة البحرية من التلوث الناجم عن مصادر في البر، الصادر عام ١٩٩٠ م، أن تُتّخَذ كل التدابير اللازمة لمنع التلوث البحري أنّى كان نوعه أو مصدره، والمسارعة إلى مكافحة هذا التلوث؛ حتى لا تتفاقم آثاره الضارة على الأنواع الحية بالمنطقة.

وتسهم برامج الرصد البيئي – من خلال رحلات سفن الأبحاث العلمية - في التعرف على السمات الأوقيانوغرافية لمياه البحر – بما في ذلك درجة حرارة مياه البحر.

وتعمل المنظمة على توفير الحلول المناسبة للمشكلات الناجمة عن ارتفاع منسوب سطح البحر، بالتعاون مع نقاط الارتباط الوطنية في الدول الأعضاء فيها. كما أن برنامج التوعية البيئية في المنظمة يتضمن التعريف بأهمية التصدي للمشكلات البيئية العالمية التي تهدد المناطق الساحلية، مثل قضيتي الاحترار العالمي وتغير المناخ، والتعريف بمخاطر ذلك، وطرق التصدي والتكيف اللازمة لدرء مخاطر كل من هاتين القضيتين. ومن خلال هذا البرنامج يتم أيضا تسليط الضوء على المخاطر والتهديدات التي تواجهها الأنواع المختلفة من الكائنات البحرية النباتية

والحيوانية من جراء الاحترار العالمي لمياه البحر، وتغير المناخ. وقد تمت معالجة قضية تغير المناخ في مطبوعات المنظمة ونشرتها، وفي فعاليات يوم البيئة الإقليمي الذي يتم الاحتفال به سنويًا كل عام في ذكرى التوقيع على اتفاقية الكويت وإنشاء المنظمة في ٢٤ أبريل ١٩٧٨.

ومن الجدير بالذكر أن موضوع تغير المناخ كان شعار يوم البيئة الإقليمي لعامي ٢٠٠٩ و ٢٠١٠ على التوالي، ففي عام ٢٠٠٩ كان عنوان هذا الشعار هو: (تحديات التغير المناخي). أما في عام ٢٠١٠ فقد كان عنوان ذلك الشعار هو: (التغير المناخي والشواطئ البحرية). وبالإضافة إلى ذلك، فقد خصصت المنظمة شعار يوم البيئة الإقليمي لعام ٢٠١٩ لتركيز الأضواء على قضية تغير المناخ، حيث إن نصّه هو: (مخاطر التغير المناخي على البيئة البحرية... الاستعداد للمواجهة).

أبرز التوصيات

١- يجب التصدي لمشكلة تغير المناخ على نحو جدّي لخفض آثارها على البيئة البحرية والساحلية في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

٢- إن تنفيذ التدابير المبكرة في منطقة عمل المنظمة للتخفيف من تغير المناخ يُعَدُّ مسألة حيوية لصيانة الموارد والتنوع الأحيائي (البيولوجي)، وحماية المناطق الساحلية في هذه المنطقة.

٣- يجب أن تشمل إستراتيجيات التخفيف من تغير المناخ وسائل مثل: منهج إدارة النظام الإيكولوجي، وإدارة المخاطر، والتقييم البيئي الإستراتيجي، والإدارة المتكاملة للمناطق البحرية والساحلية.

٤- الالتزام بتطبيق قواعد الاتفاقيات والبروتوكولات الدولية والإقليمية بشأن الإدارة المتكاملة للمناطق البحرية والساحلية، لكون هذه الاتفاقيات والبروتوكولات أدوات قانونية ذات علاقة لوضع قواعد ملزمة ومطلوبة للإسهام في التنمية المستدامة للمناطق الساحلية بمنطقة عمل المنظمة، وللتصدي لآثار تغير المناخ على المناطق الحساسة فيها.

٥- هناك حاجة لمزيد من التطوير في مجالات توليد وإنتاج الطاقة المتجددة والأشكال المنخفضة أو عديمة الكربون واستخدامها، وتعزيز كفاءة الطاقة، واستعمال أنماط إنتاج واستهلاك أكثر استدامة.

٦- البدء في استجابة عملية فورية لآثار تغير المناخ على النظم الإيكولوجية الساحلية، وتطبيق أساليب الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية، واتخاذ تدابير ملائمة وفعالة تهدف إلى التوفيق بين صيانة السواحل والتنمية المستدامة في منطقة عمل المنظمة.

٧- تحديد الأنواع والموائل الساحلية والبحرية المعرضة للتأثر بالتغيرات التي تنتج عن السيناريوهات المختلفة التي وضعها الفريق الحكومي الدولي لتغير المناخ، وتشجيع تدابير لإنشاء شبكة شاملة ومتماسكة في منطقة عمل المنظمة لمناطق ساحلية وبحرية محمية.

٨- أهمية الاضطلاع بدراسات علمية لتقدير القيمة الاقتصادية للمنتجات الحالية المشتقة من الخدمات التي توفرها النظم البيئية البحرية والساحلية، وكيف أن هذه القيمة تتأثر بالاختلال الذي ينتج عن تغير المناخ.

٩- العمل على إعداد تقرير عن حالة التنوع الأحيائي (البيولوجي) في منطقة عمل المنظمة، يوضّح الأثر الملحوظ لتغير المناخ على هذا التنوع.

١٠- دعم التعاون، والحث على التآزر، مع المبادرات الوطنية والدولية التي تسعى لاحتواء الآثار المترتبة على تغير المناخ، بغرض المحافظة على سلامة البيئة البحرية بمنطقة عمل المنظمة، والمحافظة على ما فيها من نظم إيكولوجية بحرية وساحلية منتجة ومتنوعة بيولوجيًّا لفائدة الأجيال الحاضرة وأجيال المستقبل.

١١- تشجيع إدارة أفضل للطلب على الطاقة وزيادة كفاءة استخدامها؛ والاستفادة من قدرات المنطقة المهمة لتنمية الطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛ وتشجيع الاستخدام الصحيح للزراعة كبالوعات لثاني أكسيد الكربون؛ وتشجيع إدارة أفضل للطلب على المياه بما في ذلك الاقتصاد في المياه والنظر، كلما كان ذلك ملائمًا، في الاستخدام غير التقليدي للمياه مثل مياه النفايات المعالجة بالتزامن مع موارد الطاقة المتجددة.

١٢- إعداد إطار تقييم المخاطر، وتناول مسائل المسؤولية بشكل كاف لتخزين تدفقات ثاني أكسيد الكربون في التشكيلات الجيولوجية في التربة التحتية لقاع المنطقة البحرية للمنظمة، وكذلك أية تدابير تخفيف أخرى ذات تأثير محتمل على البيئة البحرية؛ لضمان عدم وجود مخاطر مهمة على البيئة البحرية.

١٣- تؤخذ المواثيق والمبادرات الدولية ذات الصلة بتغير المناخ بعين الاعتبار والاستفادة منها، خاصة فيما يتعلق بأعمال الاستعداد، وتدابير التكيف، والاستجابة المثلى.

أهم المراجع:

1 - محمد البزاز، حماية البيئة البحرية، منشأة المعارف، الإسكندرية، 2006.

2 - د. وحيد محمد مفضل، تغيرات مستوى سطح البحر وتأثيراتها، مجلة التقدم العلمي (الكويت)، العدد 101، أبريل 2018.

3 - مهندس/ أحمد العيسى، مبادرات هندسية للحد من أخطار ارتفاع مستوى البحار، مجلة التقدم العلمي (الكويت)، العدد 101، أبريل 2018.

4- Albert T. Riley, The Dynamics of the Marine Environment Versus the Rigid Interpretation of Nature Conservation Law, Advances in Environmental Research, Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011.

5- Alewmaw F., Berhanu and Nako M. Sebusang, “Climate Change and Adaptation-Induced Engineering Design and Innovations in Water Development Projects in Africa,” African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, Volume 9, Issue 5 - 6, September 28, 2017.

6- Brysse, Keynyn, Naomi Oreskes, Jessica O’Reilly, and Michael Oppenheimer, “Climate Change Prediction: Erring on the Side of Least Drama,” Global Environmental Change, Vol. 23, No. 1, February 2013.

7- Deers, Donn, Carbon Folly: CO_2 Emission Sources and Options, Reston, VA: TSAugust, 2nd edition, 2009.

8- Dudu, Hasan and Cakmak, Erol H., “An Integrated Analysis of Economywide Effects of Climate Change,” WIDER Working Paper, 2014106/.

9- Fang, JingYun, JiangLing Zhu, ShaoPeng Wang, Chao Yue and HaiHua Shen, “Global warming, Human-Induced Carbon Emissions, and their Uncertainties,” Science China Earth Sciences, Vol. 54, No. 10, October 2011, pp. 1458 - 1468.

10- Hall, John R., “Social futures of global climate change: A Structural Phenomenology,” American Journal of Cultural Sociology, Volume 4, Issue 1, October 2015.

المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

ص.ب: ٢٦٣٨٨ الكويت الصفاة ١٣١٢٤

تلفون: بدالة: ٢٢٠٩٣٩٣٩ ـ فاكس: ٢٢٠٩٠٠٣٤ (٩٦٥+)

البريد الالكتروني: ropme@ropme.org

منطقة غرناطة ـ قطعة ٣ ـ قسيمة ٩٠٠٠٢٠ ـ شارع جمال عبد الناصر