الفصل الثالث

التغير المناخى

من الملاحظ أن التغير المناخى وآثاره، قد أصبح الشغل الشاغل للعالم هذه الأيام؛ فالكوارث الطبيعية كالجفاف الشديد، والمجاعة فى الصومال والقرن الإفريقى، والإعصار الذى ضرب المكسيك أخيرًا وبلغت سرعته 256 كم / س، وموجة الحر الشديدة فى الولايات المتحدة الأمريكية، وغيرها من المظاهر - كلها مؤشرات على حدوث التغير المناخى. وقد عقد مجلس الأمن الدولى أول اجتماع له لمناقشة هذه الظاهرة، حيث صرح الأمين العام للأمم المتحدة بان كى مون، بأن التغير المناخى يتسارع بوتيرة خطرة؛ مما يهدد السلم والأمن الدوليين بشكل أساسى. وقد قدر الخبراء أن ما يحدث هذه الأيام هو أكبر تغير فى الغلاف الجوى منذ 65000 سنة؛ حيث يقدر أن كل ارتفاع بمقدار درجة واحدة سيخفض النمو الاقتصادى العالمى ما بين 2-3٪.

أسباب التغير المناخى:

التغير المناخى هو اختلال فى الظروف المناخية المعتادة؛ كالحرارة وأنماط الرياح والهطول التى تميز كل منطقة على الأرض، وكذلك ارتفاع حرارة الغلاف الجوى المحيط بالأرض؛ بسبب تراكم غاز ثانى أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز.

ويمكن تقسيم أسباب التغير المناخى إلى مجموعتين:

1- **طبيعية:**

أ- ثورات البراكين؛ حيث ينبعث منها غازات الدفيئة، مثل بركانى أيسلندا وشيلى.

ب- العواصف الترابية فى الأقاليم الجافة وشبه الجافة، التى تعانى من تدهور الغطاء النباتى وقلة الزراعة والأمطار، ومن أمثلتها رياح الخماسين وما تثيره من غبار عالق.

ج- ظاهرة البقع الشمسية: وهى ظاهرة تحدث كل 11 عامًا تقريبًا؛ نتيجة اضطراب المجال المغناطيسى للشمس؛ مما يزيد من الطاقة الحرارية للإشعاع الصادر منها.

د- الأشعة الكونية الناجمة عن انفجار بعض النجوم؛ حيث تضرب الغلاف الجوى العلوى للأرض، وتؤدى لتكون الكربون المشع.

2- **صناعية:**

وهى المسببات الناجمة عن نشاط الإنسان، وترتبط بالنمو السكانى المتزايد بالعالم، مثل:

أ- الغازات المنبعثة من الصناعات المختلفة؛ كتكرير النفط، وإنتاج الطاقة الكهربائية، ومعامل إنتاج الأسمنت، ومصانع البطاريات.

ب-عوادم السيارات والمولدات الكهربائية.

ج- نواتج الأنشطة الزراعية؛ كالأسمدة والأعلاف وعمليات إزالة الغابات والأشجار، التى تعتبر أكبر مصدر لامتصاص غازات الاحتباس الحرارى، خاصةً غاز CO2.

د- الغازات المنبعثة من مياه الصرف الصحى، خاصة الميثان، الذى يعتبر أكثر خطرًا بعشرة أضعاف من CO2.

أهم مكونات غازات الدفيئة:

1- ثانى أكسيد الكربون: حيث تفيد الإحصاءات ارتفاع كميته المنبعثة فى العالم .. كما أفادت الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ، بأن تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى قد ازداد، وينتج قطاع الصناعات التحويلية 50٪ من كمية CO2 المنبعثة، ويمكن السيطرة على 50٪ من كمياته المنبعثة، من خلال تركيب معدات خاصة فى المصانع؛ لامتصاص هذا الغاز وحجزه.

ويظهر الجدول التالى قائمة لبعض دول العالم، وكميات انبعاثات ثانى أكسيد الكربون الناتج منها:

الدولة	كمية CO2 المنبعثة سنويًا	النسبة المئوية من الانبعاث العالمي
مجموع الانبعاث العالمي	27.2 مليون طن	٪100
الولايات المتحدة	6.0 مليون طن	٪22
الصين	5.0 مليون طن	٪18
الاتحاد الأوربي	3.1 مليون طن	٪11
روسيا	1.5 مليون طن	٪6
الهند	1.3 مليون طن	٪5
اليابان	1.3 مليون طن	٪5

2- أكسيد النيتروجين: حيث ازدادت نسبة انبعاثه بمقدار 30٪ فى الفترة ما بين عامى 1998 إلى 2005؛ بسبب زيادة النشاط الصناعى، وتضاعف أعداد المركبات، ويساهم القطاع الصناعى بنسبة 35٪ من الكمية المنبعثة.

3- الميثان :(NH4) وهو ينبعث بكميات أقل من ثانى أكسيد الكربون، ولكن خطورته أكبر بكثير.

التأثيرات الناتجة من التغير المناخى:

1- تأثير ارتفاع مستوى البحر على دلتا النيل:

يتوقع الفريق الحكومى الدولى المعنى بتغير المناخ (IPCC)، أن يرتفع مستوى سطح البحر بنسبة تصل إلى 59 سم فى أسوأ السيناريوهات، والتى يُتوقع أن تحل عام 2100، ووفقًا للدراسات المنقولة عن هذا الفريق، فإن تغير المناخ يمكن أن يؤدى إلى فقدان نسبة لا بأس بها من الجزء الشمالى من دلتا النيل عن طريق مزيج من الفيضانات والتآكل. ومن شأن الارتفاع بمقدار 0.5 م فى مستوى سطح البحر، أن يؤدى إلى خسائر فى الأراضى والمنشآت والسياحة بأكثر من 32,5

$ مليار دولار أمريكى فى محافظة الإسكندرية وحدها، وقطع مدينة الإسكندرية من الدلتا. وبالفعل فقد زادت عملية النحر فى دلتا النيل منذ بناء السد العالى فى أسوان خلال عقد **السبعينيات من القرن العشرين**، بعد أن حصر الكثير من رواسب النيل. علاوة على ذلك، يُحتمل وقوع خسائر كبيرة فى الأراضى الزراعية؛ نتيجة تملح التربة.

يختلف مدى ضعف دلتا النيل، الذى من شأنه أن يزيد من ارتفاع مستوى سطح البحر؛ حيث تشير تقديرات إحدى الدراسات التى أجريت عام 2003، إلى أن 30٪ من الدلتا والساحل الإسكندرى معرضة للخطر، و55٪ وصف بأنه "غير معرض للخطر" و15٪ محمية بشكل مصطنع. المناطق شديدة الخطورة تقترب من الدلتا، وتشمل أجزاء من محافظات الإسكندرية، والبحيرة، ودمياط وبور سعيد. ووفقًا لعمران فريهى - وهو باحث متقاعد - فإن السلطات تنفق 300 مليون دولار أمريكى لبناء جدران من الخرسانة؛ لحماية شواطئ بحر الإسكندرية. ويجرى إلقاء الرمال فى بعض المناطق؛ لتجديد الشواطئ المتناقصة. ووفقًا لتقرير نشر فى صحيفة **الجارديان**، فإن مسئولى البيئة المصريين الرسميين لا يؤمنون بتغير المناخ وأنه حقيقى، أو مقتنعون بأنها مشكلة كبيرة؛ بحيث إن التدخل البشرى لا طائل منه.

2- تأثير تغير المناخ على الأمن الغذائى:

* من المتفق عليه - بوجه عام - أن تغير المناخ ناجم عن نشاط الإنسان، بما فى ذلك الإنتاج الصناعى وعوادم السيارات وقطع الأشجار. وهذه الأنواع من الأنشطة تزيد فى تركيز ثانى أكسيد الكربون والميثان والأكسيد النترى، وغيرها من غازات الدفيئة فى الجو، وقد أوصت (الهيئة الحكومية الدولية) المعنية بتغير المناخ، أنه إذا ما استمر الاتجاه الراهن فى انبعاثات الكربون، فإن درجات الحرارة سوف تزيد بنحو درجة مئوية واحدة بحلول عام 2030، وبدرجتين مئويتين فى نهاية القرن القادم. ومن جهة أخرى، فإن هذه الزيادة ربما ستكون لها تأثيرات متباينة باختلاف الأقاليم. فالتأثيرات على الزراعة مثلا سوف تكون أكثر ضررًا فى المناطق الاستوائية مما هى عليه فى المناطق المعتدلة، وسوف تستفيد البلدان المتقدمة بقدر أكبر؛ لأن من المقدر أن تزيد إنتاجية الحبوب فى كندا وشمال أوربا وبعض أنحاء روسيا. وعلى العكس من ذلك، فإن من المحتمل أن تتأثر بصورة سلبية البلدان النامية الأشد فقرًا فى الوقت الراهن خلال السنوات الخمسين إلى المائة القادمة، مع تقليص فى مساحة الأراضى الزراعية وإنتاجياتها المحتملة. وسوف تكون إفريقيا وجنوب الصحراء أشد المناطق تضررًا؛ وذلك بسبب عدم مقدرتها على التلاؤم بقدر كاف، من خلال توفير الموارد الضرورية، أو من خلال زيادة وارداتها من الأغذية.

* ويمكن فهم المشكلات التى تواجه المزارعين على نحو أفضل إذا ما درس المرء تأثير تغير المناخ على الطقس أو هطول الأمطار؛ ذلك لأن درجات الحرارة وأشعة الشمس هى العوامل الرئيسة الكامنة وراء الإنتاج الزراعى. فتغير المناخ يمكن أن يغير فى هذه العوامل؛ مما يسبب تهديدًا خطيرًا لتوافر المياه، وتقليصًا فى الإنتاجية الزراعية، وانتشار الأمراض التى تحملها القوارض إلى مناطق جديدة، وزيادة الفيضانات؛ بسبب ارتفاع منسوب البحار، وأيضًا بسبب هطول الأمطار الغزيرة. فتغير المناخ هو - فى واقع الأمر - السبب الرئيس لتقلبات الإنتاج من عام إلى آخر فى البلدان المتقدمة والنامية على السواء. وتشير دراسة أعدتها منظمة الأغذية والزراعة فى عام 1996 إلى أن أشد البلدان انخفاضًا فى إنتاج الحبوب سوف يحدث فى البلدان النامية؛ حيث يتوقع أن يبلغ متوسط هذا الانخفاض نحو 10 فى المائة. ويجب التنويه إلى أن انخفاضًا متوقعًا ما بين 2-3 فى المائة فى إنتاج إفريقيا من الحبوب فى عام 2020، سوف يكون كافيا لوحده لتعريض نحو 10 ملايين شخص للأخطار. وتستلزم هذه التأثيرات جهودا للتكيف، يصعب تحملها من قبل السكان الذين تقل لديهم إمكانات الحصول على الموارد أو المدخرات الضرورية. وفى واقع الأمر، فإن التأثيرات الحقيقية سوف تحدث فى المناطق التى يتميز فيها الإنتاج الغذائى حاليًا بأنه حدى غالبًا.

وفيما يلى بعض تأثيرات تغير المناخ على إنتاج الأغذية، والتى تبدو ملموسة فعلًا وتطّرد وتيرتها بسرعة أعلى مما كان متوقعًا من قبل:

- ترتفع درجات الحرارة الإقليمية فى خطوط العرض الشمالية العليا، وفى وسط بعض القارات.
- يسبب ارتفاع درجات الحرارة فى إجهاد المحاصيل والماشية، مثال ذلك: ارتفاع درجات الحرارة فى الليل يمكن أن يؤثر بصورة سلبية على تكوين الحبوب، وعلى الجوانب الأخرى لنمو المحاصيل.
- احتمال انخفاض منسوب الأمطار فى بعض مناطق انعدام الأمن الغذائى؛ كالجنوب الأفريقى والمنطقة الشمالية من أمريكا اللاتينية.
- زيادة معدلات التبخر؛ بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وهبوط مستويات رطوبة التربة.

- تمركز هطول الأمطار فى عدد ضئيل من الفترات المطيرة، والزيادة فى عدد أيام الأمطار الغزيرة؛ مما يؤدى إلى أخطار الانجرافات والسيول.
- التغيرات فى التوزيع الموسمى لهطول الأمطار، مع نقص الهطول فى فصل نمو المحاصيل الرئيسة.
- ارتفاع منسوب مياه البحار؛ الأمر الذى يؤدى إلى إغراق أجزاء من بعض البلدان الكثيفة السكان، والمعرضة للفيضانات؛ مما يسبب نزوح الملايين لاختلالات فى إنتاج الأغذية وإمداداتها؛ بسبب تزايد وتيرة وشدة الأحداث غير المألوفة.
- ونظرًا لأن انعدام الأمن الغذائى يتوقف على الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية أكثر مما يتوقف على الأوضاع الزراعية المناخية، فإن الأساليب التى يمكن فيها لتغير المناخ أن يؤثر على مقدرة السكان فى الحصول على ما يكفيهم من الأغذية، تعتبر بالغة التعقيد. وإذا كان الأمن الغذائى سوف يعتمد فى المستقبل - بصورة رئيسة - على العلاقات المتبادلة بين الاستقرار السياسى والاقتصادى والاجتماعى، وعلى التقدم التكنولوجى، والسياسات، والأسعار الزراعية، وزيادة معدل الدخل الفردى، والدخل الوطنى، وتقليص ظاهرة الفقر، وتعليم المرأة، والتجارة، وتغير المناخ من جهة أخرى - فإن تغير المناخ يمكن أن يؤثر فى التوافر المادى للإنتاج الغذائى، من خلال التغيرات فى درجات الحرارة، وفى هطول الأمطار، وفى مقدرة السكان على الحصول على الأغذية؛ نتيجة لانخفاض دخولهم من الصيد الساحلى؛ بسبب ارتفاع منسوب مياه البحار، أو فى تراجع حصيلة البلاد من العملة الأجنبية؛ بسبب تدمير محاصيلها التصديرية؛ نتيجة زيادة وتيرة الأعاصير الاستوائية.

دور الزراعة فى تخفيف تأثيرات تغير المناخ:

إن الزراعة ذاتها مسئولة عن نحو ثلث انبعاثات غاز الدفيئة؛ فالأنشطة مثل حرث الأرض والزراعة الانتقالية (احصد واحرق) لأغراض التوسع الزراعى، تسبب فى إطلاق غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء. وإن أكثر من 40 فى المائة من غاز الميثان الذى يسببه الإنسان، يتأتى من انحلال المواد العضوية فى حقول الأرز المغمورة بالمياه. كما أن نحو 25 فى المائة من انبعاثات الميثان فى العالم تتأتى من الماشية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الزراعة مسئولة عن 80 فى المائة من انبعاثات أكسيد النيتروز، التى يسببها الإنسان من خلال تحلل الأسمدة، ومن روث الماشية وبولها. ومن جهة أخرى، يمكن الحد كثيرًا من انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الزراعة،

كما يمكن عمل الكثير لتقليل تأثيرها على الإنتاج، وعلى سبل معيشة المزارعين، وخصوصًا فى البلدان النامية، وذلك باتباع كل أو بعض تلك الوسائل:

1- يمكن للمزارعين استخدام آليات التكيف التى تقاوم تغير المناخ، من خلال أنشطة بعينها؛ كاستخدام أنواع المحاصيل المقاومة للجفاف أو الملوحة، واستخدام موارد المياه على نحو أكفأ، والتحسين فى إدارة الآفات. ويمكن أن تشمل التغييرات فى الأنماط الزراعية، تقليص استخدام الأسمدة، وتطوير إدارة إنتاج الأرز، وتحسين الأعلاف، وإدارة فضلات الماشية على نحو أفضل. إضافة إلى ذلك، يتعين على الحكومات الوطنية أن تضطلع بدور مهم فى تطبيق سياسات استخدام الأراضى، التى تحد من التوسع فى أسلوب (احصد واحرق)، وبدلًا من ذلك تشجع تربية الماشية على نحو مكثف، فضلًا عن إتاحة مزيد من الفرص للعمالة فى الريف.

2- كذلك يمكن أن يكون امتصاص الكربون وسيلة يمكن للزراعة - من خلالها- أن تسهم بصورة إيجابية فى تخفيفه، فضلًا عن تزايد أهميته الاقتصادية والبيئية فى سياق بروتوكول كيوتو. وتشير التقديرات إلى أن مساهمة الأراضى المحصولية فى امتصاص الكربون خلال العشرين إلى الثلاثين سنة القادمة، تتراوح بين 450 - 610 ملايين طن من الكربون كل عام. وبتطبيق أساليب أفضل فى إدارة الأراضى (تحسين تسميد التربة، وإدارة المياه، ومكافحة التعرية، وتحويل الأراضى المحصولية فى البلدان الصناعية إلى غابات دائمة أو مراعى أو نظم إيكولوجية، ومحاصيل الكتلة الحية، وحرث التربة لصيانتها، وغير ذلك)، يمكن أن تعزز كثيرًا فى دور الزراعة كبالوعة رئيسة للكربون، وكآلية تعويضية بشأن إسهام الزراعة فى غازات الدفيئة.

3- كما يمكن أن تلعب الزراعة دورًا فى تقليص احتراق الوقود الأحفورى. ومن الممكن استبدال نحو 20 ٪ من استهلاك الوقود الأحفورى فى الأجل القصير، باستخدام وقود الكتلة الحية. ففى البرازيل تسير نحو 6 ملايين سيارة باستخدام جزئى للكحول المستخلص من قصب السكر. وفى الصين حاليًا نحو 10 ملايين جهاز محلل للروث، ينتج وقودًا نظيفًا للطهى، وسمادًا عضويًا .. فالأعشاب سريعة النمو والبذور الزيتية والمخلفات الزراعية، تتيح إمكانات كبيرة كبدائل لتوليد الطاقة. ومن المهم الإشارة إلى أن هذه المبادرات المتعلقة بالطاقة العضوية، لها أيضًا تأثير إيجابى على التنمية الاقتصادية والاجتماعية فى الريف.

4- والاستجابة للسياسات لا يمكن أن تقتصر على تعزيز الدور التخفيفى للزراعة، لكنها تستطيع - فى الوقت ذاته - أن تقلل من إمكانات تعرض الفقراء لانعدام الأمن الغذائى. ويمكن إتاحة فرص جديدة للعمل فى الريف، فى إطار الجهود لاستبدال الوقود الأحفورى بوقود عضوى.

إضافة إلى ذلك، فإن برامج امتصاص الكربون يمكن أن تساعد فى زيادة الإنتاج الزراعى، وفى تحسين استدامته عمومًا. وبغض النظر عن المنهج، فإن من الواجب إدخال التغيرات التكنولوجية والمؤسسية الآن، قبل أن يصبح تأثير تغير المناخ أمرًا لا يمكن تفاديه. والأكثر من ذلك أهمية، هو أن من الواجب التصدى للفقر، وتخفيف وطأته، إذا ما أريد الحد من آثار تغير المناخ مع نهاية القرن القادم.

التكيف عامل حاسم لإنجاح الزراعة فى ضوء ظاهرة تغير المناخ:

ولا شك فى أن الغازات الناجمة عن الاحتباس الحرارى والزراعة مترابطة بصورة معقدة؛ فالزراعة تسهم بنسبة 14 فى المائة من مجمل غازات الاحتباس الحرارى فى طبقات الجو العليا؛ بسبب الزراعة التى تعتمد على الطاقة المكثفة، وبالتالى انبعاث ثانى أكسيد الكربون، ومن خلال زراعة الأرز وتربية الماشية التى ينبعث منها غاز الميثان، والأسمدة التى تطلق أكسيد النيترات، وحتى الأتربة والنباتات ووسائل الزراعة المحسنّة، التى تحول الكربون إلى ثانى أكسيد الكربون؛ كى يبقى خارج طبقات الجو

التغير المناخى ستكون له تداعيات جذرية على قطاع الزراعة؛ فطبقًا **للمعهد الدولى لأبحاث السياسات والغذاء**، فإن المياه ستصبح أكثر تفاوتًا فى توفرها، فيما ستسهم الفيضانات وحالات الجفاف فى التأثير سلبًا على المحاصيل، كما ستغمر مياه البحر المالحة بعض المناطق الساحلية المنتجة للغذاء، فيما ستتراجع معدلات إنتاج الغذاء فى بعض المناطق الداخلية غير المطلة على البحر.

"لقد بدأت هذه التغييرات تخلف آثارًا موثقة على الإنتاج الزراعى، فى غلال المحاصيل ومراحل نموها، وممارسات إدارة المحاصيل، والأمراض الزراعية وآفات مثل الحشرات، واستيلاد الماشية ومعدل الإنتاج."

التطور التطبيقى:

ثانى أكسيد الكربون غاز ضرورى لعملية التخليق الضوئى، أى العملية التى تعتمد عليها النباتات الخضراء لتحويل الماء وأشعة الشمس إلى غذاء وأكسجين. وستعمل الزيادات فى تكتلات ثانى أكسيد الكربون فى طبقة الجو العليا على زيادة معدلات التخليق الضوئى؛ الأمر الذى سيؤدى إلى تسريع نمو وتطوير العديد من أصناف النباتات.

لكن، يواكب تصاعد ثانى أكسيد الكربون ارتفاع فى حرارة الأرض، كما ذكر سيزار إيزورالدى بجامعة ماريلاند، ويرجح أن يتسبب ارتفاع الحرارة - خلال السنوات الخمسين إلى المائة القادمة - فى خفض حبوب الذرة والذرة البيضاء والقمح والقطن والفستقان.

أما بول جيبتس، عالم الوراثة وأستاذ الزراعة بجامعة كاليفونيا – ديفيس، فقد رسم بالتفصيل إستراتيجيات لتكييف الزراعة مع المناخ المتغير. ومن هذه الإستراتيجيات:

1- تبديل المحاصيل.

2- اعتماد خليط من المحاصيل؛ كى تساير درجات الحرارة المتغيرة.

3- زيادة التنوّع الأحيائى للمحاصيل؛ بغرض تقوية المنظومات الزراعية، واستنباط نباتات تتحمل الجفاف والسخونة، وغيرها من المؤثرات.

4- زراعة المحاصيل كالمعتاد، والسماح للتغير المناخى بفرز تطورها. وعن ذلك قال جيبتس: (هذه ممارسة من التطوير التطبيقى؛ فإذا توفر التنوع الأحيائى، سيعمل المناخ تلقائيًّا على انتقاء المحاصيل وأصنافها، بحيث تكون أفضل تكيفًا وتأقلمًا مع الظروف المناخية المتغيرة).

يمكن تطبيق عدة تكيّفات بكلفة متدنية، لكن التقديرات الشاملة لتكاليف التكيّف وفوائده ليست متوفّرة حاليًا.

يزداد عدد تقديرات تكاليف التكيّف وتكاليف الفوائد على المستوى الإقليمى والمستوى المشروع لارتفاع مستوى البحر والزراعة والطلب على الطاقة والتبريد وإدارة الموارد المائية والبنى التحتية. تحدّد هذه الدراسات عددًا من التدابير التى يمكن تطبيقها بتكلفة منخفضة، أو بنسب تكاليف وفوائد عالية، إلا أن بعض التكيّفات المشتركة قد تحمل معها مظاهرَ اجتماعية وبيئية مختلفة؛ فقد تضمنت التكيّفات مع موجات الحر مثلًا طلبًا متزايدًا على المكيفات الهوائية التى تعتمد على الطاقة.

لا تعتبر القدرة على التكيّف متساوية عبر المجتمعات؛ فهناك أفراد ومجموعات لا يتمتعون بالقدرة الكافية للتكيّف مع التغيّر المناخى. على سبيل المثال، تحمل النساء فى مجتمعات زراعة الكفاف أعباءً غير متوازنة.

إن القدرة على التكيّف ديناميكية، وتتأثر بالموارد الاقتصادية والطبيعية والشبكات الاجتماعية والحقوق والمؤسسات .. على سبيل المثال، أظهرت الأبحاث فى الكاريبى حول الاستعداد لمواجهة الأعاصير، أن التشريعات الملائمة شرطٌ مسبقٌ ضرورى لتطبيق خطط التكيّف للتغيّر المناخى فى المستقبل.

التكيّف (الأقلمة) مع مسببات الإجهادات المتعددة فى الهند:

لا تعتبر القدرة على التكيّف موزعةً بشكل جيد فى البلدان؛ ففى الهند مثلًا، يمثل كل من تغيّر المناخ والتحرر التجارى إطارَ الإنتاج الزراعى. فيستطيع بعض الفلاحين أن يتكيّف مع تغيّر هذه الأوضاع بما فى ذلك الظواهر الخفيّة، كالجفاف والتغيّرات السريعة فى أسعار السلع، فيما البعض الآخر عاجز عن ذلك. وتقدّم عملية تحديد المناطق التى تشهد نتائج سلبية من جرّاء العمليتين خطوة أولى نحو تحديد الخيارات والعوائق، التى تقف فى وجه التكيّف مع الأحوال المتغيّرة.

أمثلة عن الخيارات الحالية والمحتملة للتكيّف تجاه التغيّر المناخى فى القطاعات المعرّضة .. من شأن إستراتيجيات التخطيط العامة أن تحسّن القدرة على التكيّف طبيعيًا.. من الأمثلة على هذه الإستراتيجيات: تحسين ممرات الحياة البرية، ومن بينها المنحدرات المرتفعة الواسعة فى المناطق المحمية.

عنصر تغير المناخ	الصناعة	الصحة	الموارد المائية	الزراعة
الجفاف	1- إدخال التغير المناخى فى برامج التنمية. 2- تحسين أنظمة توفير المياه.	1- تخزين الحبوب 2- توفير مياه شرب سليمة. 3- توفير الصرف الصحى. 4- التواصل مع الأسواق العالمية.	1-الحد من الإسراف فى المياه. 2- المحافظة على رطوبة التربة، من خلال الغطاء العضوى الواقى. 3- تحلية مياه البحر. 4- المحافظة على المياه الجوفية. 5- تعزيز ثقافة المحافظة على قطرة الماء.	1- تطوير المحاصيل التى تتحمل الجفاف. 2- الزراعة بدون تربة (الهيدروبونيك). 3- زراعة المحاصيل البينية. 4- المحافظة على بقايا المحاصيل. 5- إعادة النظر فى نظم الرعى. 6- زيادة الخدمات المقدمة. 7- تخفيف الدين.
الفيضانات	1-تحسين البنية التحتية؛ للحماية من الفيضانات. 2- تغيير استخدام الأرض فى مناطق الفيضانات. 3- فتح منافذ لسريان مياه الفيضانات. 4- وضع خرائط لمواقع الفيضانات والإنذار منها. 5- وضع برامج مساعدة للمجموعات	1-وضع أنظمة للإنذار. 2- التخطيط لمواجهة الكوارث والإغاثة. 3- أنظمه مراقبة دولية لحالات الطوارئ المرضية. 4- تعزيز المؤسسات العامة والأنظمة الصحية. 5- تدابير للحد من تأثيرات الحرارة المنخفضة.	1- تطبيق وتحسين طرق الحماية (التنبؤ -الإنذار المبكر). 2- تحديد المناطق المعرضة لهذه الكوارث، والعمل على تخطيطها؛ لمواجهتها.	1- العمل على صرف المياه. 2- تطوير المحاصيل البديلة. 3- تصحيح مواعيد الزراعة والحصاد وأنظمة الزراعة. 4- توسيع الخدمات.

عنصر تغير المناخ	الصناعة	الصحة	الموارد المائية	الزراعة
	المتضررة. 6- العمل على تحسين القدرة على التكيف أو الأقلمة.			
العواصف (سرعة الرياح)	1- بنية تحتية أكثر مرونة. 2- الاستعدادات للحالات الطارئة، ومنها الإنذار المبكر. 3- إدارة المخاطر المالية فى جميع المناطق.	1- أنظمة الإنذار المبكر. 2- التخطيط لمواجهة الكوارث. 3- الإغاثة الطارئة.	1- تصميم الدفاعات الساحلية، وتطبيقها لحماية مخزون المياه من التلوث.	1- تطوير المحاصيل المقاومة للرياح، مثل الفانيليا.
موجات الحرارة	1- وضع برامج مساعدة للمجموعات الضعيفة. 2- تحسين القدرة على التكيف والتغير التكنولوجى.	1- تعزيز المؤسسات العامة والأنظمة الصحية. 2- أنظمة الإنذار من الحرارة (محلية ودولية). 3- تدابير للحد من الحرارة المرتفعة، من خلال تأهيل مساحات خضراء. 4- تكييف الملبوسات ومستويات الأنشطة. 5- زيادة شرب السوائل.	1- تعزيز ثقافة استخدام المياه. 2- إدارة الطلب على المياه، من خلال العدادات والتسعير.	1- تطوير المحاصيل المقاومة للحرارة والجفاف. 2- تغيير توقيت الزراعة والحصاد. 3- إدارة الحرائق، من خلال تغيير نظم الزراعة.

من الأمثلة على هذه الإستراتيجيات:

أ- تحسين ممرات الحياة البرية، ومن بينها المنحدرات المرتفعة الواسعة فى المناطق المحمية.

ب. إذا كان التغيّر المناخى أسرع من المتوقع، لن تتمكن عدة بلدان نامية - ببساطة - من التعامل مع ظواهر مناخية متطرفة أكثر تكرارًا أو قوة.

ج. سيطرأ التغيّر المناخى فى دورة حياة عدد من مشاريع البنى التحتية (السدود الساحلية، الجسور، المرافئ ... إلخ)، وقد يتطلب تدعيم البنى التحتية هذه - وفقًا لمعايير تصميم جديدة - عقودًا بكاملها .. وفى عدة حالات، قد لا يكون ممكنًا تدعيمها.

د. لا يمكن تطبيق تدابير التكيّف فى عدة مناطق عند مصبّات الأنهار والدلتا؛ بسبب الحواجز الفيزيائية.

تحاول عمليات التخطيط الجديدة تخطى هذه الحواجز على المستوى المحلى والإقليمى والوطنى فى البلدان النامية والبلدان المتقدمة على حد سواء. على سبيل المثال، تطور البلدان الأقل نموًّا خطط عمل وطنية للتكيّف، ولقد وضعت بعض البلدان المتقدمة أطر سياسة التكيّف.

تأثير التغير المناخى على الإنتاج الزراعى:

يتوقع العلماء أن تكون لتغير المناخ تأثيرات دراماتيكية على الإنتاج الزراعى فى بعض مناطق العالم .. فمن أعراضه ازدياد حدوث موجات الجفاف واشتدادها، وارتفاع معدل درجات الحرارة، وازدياد الأمطار فى بعض المناطق. وبما أن الزراعة تعتمد على المناخ إلى حد بعيد، فإن لهذه التغيرات تأثيرات كبيرة على المحاصيل. وعلى رغم اختلاف تقديرات الخسائر الزراعية، فهناك إجماع - واسع النطاق - على أن المحاصيل سوف تتأثر إلى حدّ ما، انهيارًا أو تناقصًا. وستكون المناطق الحساسة فى العالم هى الأكثر تضررًا بانخفاضات الإنتاج الغذائى؛ وسبب ذلك جزئيًا أن مناطق مثل جنوب الصحراء الإفريقية وأجزاء كثيرة من آسيا، تواجه حاليًا مناخًا أدفأ مما فى الماضى، وتعانى - بشكل أكبر - من الجفاف والفيضانات. وهناك سبب مهم آخر لازدياد تأثر هذه المناطق بالمقارنة مع العالم المتقدم، هو الافتقار لقدرة التكيف مع تغير المناخ. وما لم يتم تطوير واعتماد إستراتيجيات تكيف فعالة، فسيؤدى هذا الانخفاض فى الإنتاج الزراعى إلى انعدام الأمن الغذائى لملايين الناس. وقد قدر برنامج الغذاء العالمى أن عدد الأشخاص المعرضين للجوع، سوف يزداد بنسبة تراوح بين 10 و20 ٪، بحلول سنة 2050؛ نتيجة تغير

المناخ. فى مواجهة هذه الأخطار، يتم حاليًا «هندسة» بذور تتحمل ضغوطًا مناخية محددة، كإستراتيجية للتكيف مع عواقب تغير المناخ على الزراعة وعلى الأمن الغذائى.

استغلال مناخى:

منذ آلاف السنين، تكيف المزارعون مع التغيرات المناخية من خلال عملية «اختيار البذور». على سبيل المثال، يتم حفظ بذور المحاصيل التى تحتاج إلى قليل من المياه، ويعاد زرعها لتنمو فى فترات الجفاف. لكن عملية الاختيار الطبيعى هذه بطيئة، وقد تستغرق البذور المناسبة سنوات وحتى عقودًا لكى تغلّ محاصيل كافية. لذلك استخدمت التكنولوجيا الحيوية الزراعية فى السنوات الأخيرة؛ لتطوير محاصيل تقاوم مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات. ويتم إدخال عنصر المقاومة باستعمال الهندسة الوراثية. وفى الوقت نفسه، عمدت الشركات ذاتها التى طورت محاصيل تتحمل مبيدات الأعشاب والآفات، إلى تطوير هذه المبيدات.

وإذ لاحت الأزمات المناخية والغذائية فى الأفق، حولت شركات التكنولوجيا الحيوية الزراعية تركيزها إلى ما يدعى بذورًا «جاهزة مناخيًّا» Climate-ready seeds .. وهذه بذورها معدلة وراثيًّا، يتم تطويرها لتكتسب قدرات مقاومة للجفاف وارتفاع درجات الحرارة وازدياد المتساقطات. وقد عمدت كبرى شركات البذور فى العالم - بما فيها مونسانتو وسينجنتا ودوبون بيونير وBASF وباير - إلى تركيز أبحاثها على تطوير بذور مقاومة للجفاف؛ نظرًا إلى أن المياه من العوامل الرئيسة المقيدة للزراعة. ويتم تسويق فكرة البذور الجاهزة مناخيًّا، مثل الذرة التى تتحمل الجفاف، كوسيلة للتكيف مع تغير المناخ. كما يتم الترويج لاستعمال التكنولوجيا الحيوية والبذور الجاهزة مناخيًّا كإستراتيجية للحكومات وصانعى السياسة والمجتمع المدنى؛ للتكيف مع تغير المناخ، وكسر مخاوف الأمن الغذائى. لكن هناك أيضًا قدر كبير من الانتقاد لهذا الترويج؛ لذلك فإن السؤال هو: هل سيثبت أن التكنولوجيا الحيوية الزراعية المنتجة لبذور جاهزة مناخيًّا هى إستراتيجية ناجحة للتكيف مع تغير المناخ، أم أن الأزمات المناخية والغذائية تُستخدم كذريعة للشركات القوية كى تزيد أرباحها؟

تأثير التغير المناخى على القطاع الزراعى والقطاعات الأخرى:

1- الأراضى الزراعية:

حسب دراسات جرت فى مصر، فإن ارتفاع مستوى سطح البحر سيؤدى إلى غرق 1٪ على الأقل من مساحة مصر؛ مما يعنى فقدان 15٪ من أراضيها الخصبة المأهولة بالسكان، كما سيكون للتغير المناخى تأثير سلبى على المناطق الزراعية الهامشية؛ مما سيزيد من معدلات التصحر، كما يتوقع ضياع 12٪ من أفضل أراضى دلتا النيل الزراعية، مع ارتفاع مستوى سطح البحر 1 متر، بينما ترتفع النسبة إلى 25٪ مع ارتفاع 3 أمتار فى مستوى البحر، و35٪ مع ارتفاع 5 أمتار. ويتوقع تغير خريطة التوزيع الجغرافى للمحاصيل الزراعية مع تقليل إمكانية زراعة المناطق الهامشية؛ بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وبالنتيجة ستتناقص مساحات الرقع الزراعية، وسيزيد الجفاف. وقدرت مساحة الدمار الحاصل فى الغابات الأوربية بحوالى 650 ألف هكتار عام 2003؛ بسبب التغير المناخى.

2- إنتاجية المزروعات والثروة الحيوانية:

من المتوقع أن تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الأرض الزراعية؛ فالزيادة المتوقعة فى درجة الحرارة، وتغير نمطها الموسمى، سيؤدى إلى نقص الإنتاجية الزراعية لبعض المحاصيل وحيوانات المزرعة .. ففى مصر يتوقع أن تؤدى التغيرات المناخية إلى نقص إنتاجية القمح بمعدل 18٪ إذا ارتفعت الحرارة 4 درجات مئوية، وبمعدل 9٪ إذا ارتفعت الحرارة درجتان. أما الذرة الشامية فيتوقع أن تنخفض الإنتاجية بمعدل 19٪ بحلول عام 2050 مع ارتفاع الحرارة بمعدل 3,5 درجة، أما القطن فهو عكس المحاصيل الأخرى، ستزداد إنتاجيته بمعدل 17٪ مع ارتفاع درجتين، وبمعدل 31٪ مع ارتفاع 4 درجات، أما الأرز فيتوقع انخفاض إنتاجيته بمعدل 11٪، وعباد الشمس ستنخفض إنتاجيته 30٪، والبندورة ستنخفض إنتاجيتها 14٪ مع ارتفاع 1,5 درجة و51٪ إذا ارتفعت 3,5 درجة. أما قصب السكر فيتوقع انخفاض إنتاجيته 24,5٪.

وتشير بعض الدراسات إلى أن الزراعة فى العالم العربى معرضة - بدرجة كبيرة - للتغير المناخى مع خطر انخفاض إنتاج الغذاء بمعدل 50٪ إذا استمرت الممارسات الحالية، بما لهذا من آثار كارثية على الأمن الغذائى. وقدر الانخفاض الحاصل فى إنتاج الذرة بإيطاليا بأكثر من 35٪، وفى فرنسا 30٪ للمحصول نفسه، و21٪ للمحاصيل الشتوية، و30٪ للمحاصيل العلفية لعام

2003. وكانت خسائر الاقتصاد فى القطاع الزراعى على مستوى الاتحاد الأوربى تقدر بحوالى 3 بليون يورو عام 2003.

3- الأمراض والآفات النباتية:

إن زيادة تركيز غاز CO2 سيؤثر على الوظائف الفسيولوجية للآفات الحشرية؛ مما قد يؤدى لقصر دورة حياتها، وتزايد أعدادها بسرعة كبيرة. وخير مثال على ذلك آفة **صانعة أنفاق البندورة** (توتا أبسلوتا)، التى ظهرت كآفة خلال العام الماضى والعام الحالى.

4- الصحة العامة للبشر:

تشير الدراسات أن التغير المناخى سيؤدى دورًا فى تفشى الأمراض المعدية التى تحملها الناقلات، وسيزيد من تركيز المواد المثيرة للحساسية فى الغلاف الجوى؛ مما سيزيد من الأمراض الرئوية، كما سيزيد من مرض الطفح الجلدى والجفاف، وإعتام العين، وتعرض كبار السن للإجهاد بسبب الحرارة، وزيادة نسبة الأمراض المنقولة بالمياه مثل الكوليرا.

5- الاستهلاك المائى للنباتات:

إن التغير المناخى سيؤدى - حتمًا - إلى زيادة التبخر، وبالتالى زيادة استهلاك المياه فى كل المجالات، خاصة الزراعية. ومن المتوقع زيادة استهلاك القمح للماء بنسبة 2,5٪ إذا ارتفعت الحرارة بمعدل درجتين، أما القطن فسيزداد استهلاكه بمعدل 10٪ مع ارتفاع درجتين، والأرز سيزداد استهلاكه 16٪، وعباد الشمس 6٪، والذرة الشامية 8٪، وقصب السكر 2,3٪. وفى الأردن - وبسبب شح مصادر المياه أصلًا - فيتوقع أن تكون المصادر المائية عاجزة عن مواكبة الحاجة المتزايدة للمياه، وسيؤدى لانخفاض نصيب الفرد السنوى من المياه، وإلى تزايد تفاقم هذه المشكلة مع الزيادة المستمرة فى الطلب؛ بسبب زيادة الاستهلاك المائي، وستتأثر الزراعات البعلية - خاصة القمح والشعير وقطاع المواشى - بسبب تراجع هطول الأمطار، وزيادة الاستهلاك المائى.

6- البحار والأنهار والمياه الجوفية والسطحية والكتل الجليدية:

أدى التغير المناخى فى الأردن إلى جفاف مياه واحة الأزرق، والى تناقص مستوى مياه البحر الميت؛ بسبب التبخر الشديد وجفاف الروافد التى تغذيه، كما أدى إلى جفاف الكثير من الينابيع والجداول، وتدهور نوعية مياه الآبار الجوفية؛ بسبب الضخ الجائر، ونقص تغذية خزانات المياه الجوفية، وإلى التناقص المستمر فى كميات مياه الرى السطحية العذبة المتاحة للزراعة،

وتدنى نوعيتها .. كما يتوقع جفاف أهواز العراق، وتناقص الأنهار الكبيرة؛ كالنيل ودجلة والفرات واليرموك.

أما عالميًّا، فقد أدى ارتفاع حرارة الأرض إلى ذوبان الكتل الجليدية فى الأقطاب، وارتفاع منسوب مياه البحر بمعدل 10 سم خلال القرن العشرين، ومن المتوقع ارتفاع منسوب مياه البحر إلى 59 سم بحلول عام 2100. وفى سوريا أدى التغير المناخى إلى جفاف نهر الخابور وينابيعه، وانخفاض مناسيب المياه الجوفية فى الآبار؛ مما أدى إلى انحسار المساحات الزراعية، وتراجع الثروة الحيوانية.

7- **التنوع الحيوى:**

أدى ارتفاع الحرارة إلى موت الشعاب المرجانية وتناقص أعدادها، وكذلك اختفاء وانقراض عشرات الأنواع من الكائنات البحرية فى خليج العقبة. وفى البرازيل اختفت أنواع كثيرة من النباتات والحيوانات فى غابات الأمازون، كما أن زيادة نسبة الكربون المذاب فى مياه المحيطات سيزيد من حموضة المياه، ويهدد النظم البيئية. ويتوقع الباحثون أن 20 - 30٪ من الأنواع فى العالم العربى سوف ينقرض إذا ارتفع معدل الحرارة 1 درجة فقط. وفى اليمن يوجد العدد الأكبر من الأنواع المهددة بالانقراض؛ حيث تبلغ 159 نوعًا، بينما لدى الصومال 17 نوعًا مهددًا، ولدى الأردن ومصر والسعودية وغيرها مجتمعة أكثر من 80 نوعًا حيوانيًّا مهددًا، ومن ضمنها غابات الأرز فى لبنان وسوريا.

المقترحات والتوصيات لمواجهة الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية فى مجال الزراعة:

1- عن طريق التكيف (الأقلمة)؛ لتخفيف الأثر السلبى، وزيادة وتحسين الأثر الإيجابى للظاهرة، ومن أمثلة ذلك:

القطن: حيث إن زراعته فى أنسب ميعاد لكل منطقة مناخية سيؤدى إلى زيادة إنتاجيته بمعدل 12 -27٪، كما أن زيادة المياه المضافة سيزيد الإنتاج 9٪.

القمح والذرة الشامية: حيث إن زراعة الأصناف عالية الإنتاجية قد يزيد الإنتاج لأكثر من 60٪، وزراعته فى أنسب ميعاد يمكن أن يزيد الإنتاج 2 - 4٪ فى حالة القمح، و7 - 11٪.

أما فى حالة الذرة وعباد الشمس والطماطم وقصب السكر: تبكير الزراعة غالبًا سيزيد الإنتاج 25 - 34٪ للطماطم، و13 - 18٪ لعباد الشمس، و12٪ لقصب السكر.

وأهم إستراتيجيات التكيف المقترحة فى هذا الشأن:

أ- استنباط أصناف جديدة تتحمل الحرارة العالية والملوحة والجفاف، وهى الظروف السائدة فى ظل التغيرات المناخية، وذلك عن طريق **الهندسة الوراثية**.

ب- استنباط أصناف جديدة موسم نموها قصير؛ لتقليل الاحتياجات المائية اللازمة لها.

ج- تغيير مواعيد الزراعة، بما يلائم الظروف الجوية الجديدة، وكذلك زراعة الأصناف المناسبة فى المناطق المناخية الملائمة لها؛ لزيادة العائد المحصولى من وحدة المياه لكل محصول.

د- تقليل مساحة المحاصيل المسرفة فى الاستهلاك المائى، أو على الأقل عدم زيادة مساحة زراعتها، مثل الأرز وقصب السكر والموز والحمضيات.

هـ- زراعة محاصيل بديلة، تعطى الغرض نفسه، ويكون استهلاكها المائى وموسم نموها أقل، مثل بنجر السكر بدل قصب السكر.

و- الرى فى المواعيد المناسبة، وبالكمية المناسبة فى كل رية؛ حفاظًا على كل قطرة ماء.

2- إنشاء برنامج وطنى لبحوث التغيرات المناخية، والحد من آثارها على الزراعة، ويكون من أهدافه:

أ- زيادة قدرة القطاع الزراعى على التكيف لمواجهة التغيرات المناخية، مع التركيز على المناطق الزراعية الأكثر هشاشة.

ب- تقدير التأثير الكمى للتغيرات المناخية المتوقعة على إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية والاحتياجات المائية الزراعية والآفات والأمراض النباتية والحيوانية.

ج- العمل على الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى، الناتجة عن زراعة المحاصيل المختلفة، وذلك عن طريق الممارسات والإدارة الزراعية السليمة لمختلف المحاصيل الباعثة للغازات.

د- توعية المزارعين، وتدريبهم على كيفية تكيف زراعة المحاصيل الزراعية المختلفة تحت ظروف المناخ الحالية والمتوقعة، عن طريق الإدارة المزرعية السليمة، من حيث مواعيد الزراعة المناسبة والأصناف والعمليات الزراعية؛ من صرف وري وتسميد ومكافحة.

تقرير وزارة البيئة المصرية عن تأثير التغير المناخى على مصر:

أقرت وزارة البيئة المصرية أن تداعيات أزمة التغير المناخى سيكون لها آثار سلبية عديدة على مصر، وأشارت نتائج الدراسة التى أجرتها الوزارة إلى تكبد مدن دلتا النيل والساحل الشمالى لخسائر، تتمثل فى تهجير أكثر من 2 مليون شخص يعملون بالزراعة والصيد البحرى، هذا بالإضافة إلى التجارة والصناعة، وضياع 214 ألف فرصة عمل، تقدر بأكثر من 35 مليار دولار من قيمة الأرض والممتلكات.

وكشفت الوزارة فى دراستها عن تأثر قطاع الزراعة بهذه الظاهرة؛ حيث من المتوقع حدوث نقص فى إنتاجية المحاصيل الزراعية، وتأثيرات سلبية على الزراعة؛ نتيجة تغير معدلات وأوقات موجات الحرارة .. هذا بالإضافة إلى زيادة الاحتياج إلى الماء، وتزايد معدلات تآكل التربة؛ نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع معدلات البخر، حيث تستهلك الزراعة حوالى 85٪ من إجمالى الموارد السنوية للمياه بمصر، علاوة على ذلك، فإن ممارسة سبل الزراعة غير المستدامة وإدارة الرى غير الملائمة، سوف تؤثر على مصادر المياه فى مصر، هذا بالإضافة إلى تغير خريطة التوزيع الجغرافى للمحاصيل الزراعية، وتأثر الزراعات الهامشية، وزيادة معدلات التصحر.

وقالت الوزارة إن هذه الظاهرة سوف تؤدى إلى ارتفاع منسوب مياه البحرين الأحمر والمتوسط، وسوف يكون لذلك تداعيات سلبية على المشروعات السياحية، والتى تزيد على 600 منتجع سياحى وفندق عالمى.

كما ستتأثر تلك المشروعات والاستثمارات فى ظل ارتفاع درجة حرارة المياه، خاصة بالبحر الأحمر؛ مما سيؤثر على الشعاب المرجانية، وهروب الكائنات البحرية؛ مما يصعب من عمليات الصيد، بالإضافة إلى أن نقص الشواطئ الصالحة للارتياد، سوف يؤثر سلبًا على الخدمات السياحية؛ مما يؤدى إلى سرعة تدهورها، وبالتالى انخفاض معدلات السياحة، وزيادة معدلات البطالة، ولفتت الدراسة إلى إمكانية غرق بعض المناطق المنخفضة فى شمال الدلتا، وبعض المناطق الساحلية الأخرى، إضافة إلى زيادة معدلات نحر الشواطئ، وتغلغل المياه المالحة فى التربة، وتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية، ونقص الإنتاجية الزراعية.

وقد أظهر مسح نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، تأثر ساحل دلتا النيل ومدن الساحل الشمالى لمصر على المدى البعيد؛ نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر .. هذا إلى جانب تأثر الإنتاج السمكى؛ نتيجة تغير الأنظمة الإيكولوجية فى المناطق الساحلية، وارتفاع حرارة مياه البحار.

* * *