ظاهرة التغير المناخي العالمي و الاحتباس الحراري

(الأهمية – أساسيات الاختلاف – نماذج المحاكاة و تقييمها الفني)

محرم الحداد*

عبد المنعم عبد الرحمن**

بسمة الحداد***

مقدمة :

تزايد اهتمام المجتمع الدولي فى العقدين الأخيرين بقضايا البيئة على كافة المستويات المحلية والإقليمية والدولية، خاصة بعد ما وصلت الأوضاع البيئية إلى مرحلة حرجة لتزايد أوجه التدهور البيئي والخطر الذي يهدد حاضر ومستقبل المعمورة. فبالإضافة إلى المشاكل البيئية المعروفة منذ بداية ستينات القرن العشرين والمتمثلة فى الثلاث ظواهر الخطيرة ، والتي تستوجب دق كل نواقيس الخطر، وهى ظاهرة استنزاف الموارد الطبيعية بمعدلات غير مسبوقة وظاهرة تراكم الملوثات فى البر والبحر والجو وظاهرة انقراض آلاف الأنواع من السلالات النباتية والحيوانية بتراكيبها الوراثية مما يهدد الاتزان البيولوجي ، فقد برزت ظواهر ومشاكل بيئية جديدة على مستوى كوكب الأرض أهمها: مشكلة التغيرات المناخية أو ظاهرة التغير المناخي[1] التي تشهدها الأرض مؤخراً والاحتباس الحراري العالمي، والتي تؤدى- فيما تؤدى- إلى الارتفاع المطرد فى درجة حرارة الأرض وزيادة الكوارث الطبيعية كما ونوعا وقوة، الأمر الذى يؤثر على الموارد المجتمعية ويهدد البشر وأنشطتهم التنموية ويؤدى إلى تغيير أنماط العلاقات فيما بينهم (سواء الدولية أو الاجتماعية.. الخ).

* أ.د. محرم الحداد: مستشار بمركز التنبؤ الاقتصادى ونماذج التخطيط- معهد التخطيط القومى

** أ.د. عبد المنعم عبد الرحمن: رئيس هيئة الارصاد الجوية السابق

*** د. بسمة الحداد: خبير بمركز دراسات التنمية البشرية – معهد التخطيط القومى.

(1) يعرف التغير المناخي لمنطقة ما على سطح الأرض بشكل عام-كما جاء بتقرير حالة البيئة فى مصر ٢٠٠٨- بأنه اختلال التوازن السائد فى الظروف المناخية كالحرارة وأنماط الرياح وتوزيعات الأمطار المميزة للمنطقة، مما ينعكس فى المدى الطويل على الأنظمة الحيوية القائمة .

ظاهرة تراكم النفايات المهددة للبيئة وخاصة النفايات النووية بكمية تفوق القدرة على التخلص منها سواء بالردم أو بالحرق بالطرق العادية حيث يصعب حتى الآن إعادة استخدامها.

إن بروز هذه الظواهر والمشاكل يؤدى عامة إلى العديد من الآثار الاقتصادية والبيئية والاجتماعية السلبية التي تهدد حياة البشر وأنشطتهم التنموية داخل كوكب الأرض لما تسببه من أثار مدمرة على صحة الإنسان وكافة الكائنات الحية والموارد المجتمعية المتاحة واستدامة التنمية فى معظم دول العالم. وبسبب هذه المشاكل وتأثيراتها المتوقعة فقد حذرت العديد من الدراسات البشرية من دمار شامل ينتظرها وتنبؤات بزوال مدن بأكملها وهلاك الملايين من البشر وانقراض أنواع من الكائنات الحية، الأمر الذي قد يهدد بعض دول العالم بمجاعات وينذر باحتمال حدوث حروب جديدة متوقعة. فسيضطر سكان الأراضي التي ستجف إلى مواجهة مشكلة القحط، وسيؤدى ارتفاع مستوى سطح البحر إلى غرق بعض المناطق فى العالم.

ويؤكد الكثيرون أن التغيرات المناخية التى يشهدها العالم مؤخراً قد حدثت بالدرجة الأولى بسبب الثورة الصناعية والتكنولوجية والتي أدت إلى زيادة معدل إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري Greenhouse Gases[2] (غازات الصوبة) وزيادة تركيزاتها بالغلاف الجوى وعدم امتصاصها نتيجة التصرفات البشرية من تدمير الأخضر واليابس والتجريف وحرق الغابات وزيادة المخلفات والملوثات التي أصابت المياه والتربة بالإضافة إلى انبعاثات غازات المصانع ، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوى عن معدلاتها الطبيعية . هذا بالإضافة إلى تآكل طبقة الأوزون واتساع ثقبه وزيادة الإشعاعات والانبعاثات الضارة التي تمر من خلاله لتصيب البشر بالعديد من الأمراض (سرطان الجلد – أمراض العيون – ضعف الجهاز المناعي للإنسان) وانخفاض درجة

[2] وتتضمن غازات الاحتباس الحراري غازات كل من ثاني أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النيتروز، مركبات البيروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلورو كربون، سادس فلوريد الكبريت.كما تؤكد الدراسات أن الاتحاد الأوروبي ينتج حوالي ١٤% من مجمل الانبعاثات العالمية من هذه الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحرارى، بينما تنتج أمريكا وحدها ٢٥%، فهي المنتج الرئيسي لهذه الغازات، أما مصر فتنتج حوالى ٠.٥٧ %فقط.

حرارة الغلاف الجوى نتيجة لثقب الأوزون وتصاعد الإشعاع الأرضى طويل الموجه (الأشعة تحت الحمراء) إلى الفضاء الخارجى .

وتعتبر ظاهرة التغيرات المناخية والتى تهتم بها هذه الدراسة ظاهرة كونية لا تقف عند حدود دولة بعينها، بل هي ظاهرة عالمية تواجه دول العالم عامة (المتقدمة منها والنامية) ، وإن كانت تأثيراتها متباينة على دول العالم وفقرائه، فهى تعيق أي جهود مبذولة لتحقيق الأهداف الإنمائية للألفية وذلك فى الوقت الذي لن يكون بمقدور الفرد (غنياً كان أم فقيراً) أن يدفع عن نفسه الأخطار التي سيجلبها تغير المناخ. وتكمن أهمية هذه الظاهرة فى تأثيراتها المختلفة المباشرة وغير المباشرة على حياة الإنسان وذلك من خلال :-

١. تغير درجة حرارة الغلاف الجوى . فمن المعروف أن درجات حرارة الغلاف الجوى قد سجلت خلال المائة عام الماضية زيادة تتراوح بين ٥ر -٧ر درجة مئوية. وأنه من المتوقع إن ترتفع درجة الحرارة فى العالم بنحو من ١ر٨-٤ درجات مئوية بنهاية القرن الحالى إذا ما تضاعفت معدلات انبعاثات غازات الدفيئة فى الغلاف الجوى وخاصة CO_2 وذلك كما جاء بتقرير IPCC [1]. كما سيصاحب ذلك ارتفاع فى مستوى سطح البحر..

٢. تغير منسوب مياه البحار والمحيطات (حيث يرتفع سطح المياه الآن بمعدل ٣ مم سنويا بينما كان يرتفع بمعدل ١ مم قبل الثورة الصناعية).

٣. تغير كمية تبخر المياه العذبة من الأنهار والبحيرات.

وعلى الرغم من أن ظاهرة التغيرات المناخية تعتبر ظاهرة عالمية إلا أن تأثيراتها على كوكب الأرض تختلف من مكان إلى آخر. وتعتبر مصر بصفة خاصة من أكثر خمس دول على مستوى العالم تعرضاً لمخاطر التغيرات المناخية ومن أكثرها تضررا من آثارها وذلك بسبب :

---

[1] اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغيرات المناخ والتابعة للأمم المتحدة . Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC

١. موقعها الجغرافي حيث يحدها البحر الأبيض المتوسط شمالا والبحر الأحمر شرقا، الأمر الذي قد يعرض حوالي ٤٠٪من المصريين (وهم الذين يعيشون فى المناطق الساحلية) إلى الهجرة الداخلية (وخاصة فى حالة ارتفاع منسوب أو مستوى مياه سطح البحر والمصاحب لارتفاع درجة الحرارة فى الغلاف الجوى).

٢. اعتماد مصر المباشر على مياه النيل، وذلك لمايلى:-

أ- لتوفير إحتياجات المصريين من المياه للشرب ، وكذلك للري والذي يؤثر كثيرا على الزراعة المصرية والأمن الغذائي المصري، وأيضا للأنشطة الصناعية.

ب- ولتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة من المياه، حيث يؤدى عدم توفر الكمية اللازمة منها إلى إقامة مشروعات بالارتكاز على مصادر أخرى أكثر تكلفة للطاقة (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والتى ترتبط بالتنمية النظيفة، بالإضافة للاعتماد على الوقود الحيوى).

وللتوضيح فإنه يمكننا أن نؤكد أنه قد يكون للتغيرات المناخية بمصر أثر على :-

١. تغير منسوب مياه نهر النيل والذى قد يؤثر على كل من إستمرار الملاحة فى النهر والاستخدامات الآدمية فى الشرب وخلافه ، بالإضافة إلى التأثير على حجم المعروض من مياه النيل سواء للرى والذى يؤثر على الأنشطة الزراعية وتوفير الغذاء وتحقيق الأمن الغذائي أو لتوليد الطاقة الكهربائية من المياه أو كعامل إنتاجي فى معظم الأنشطة الصناعية

٢. ارتفاع منسوب أو مستوى مياه البحار والذى قد يؤدى إلى غرق بعض أجزاء اليابسة فى الدلتا والإسكندرية ، الأمر الذى يؤثر على إمكانية زراعة هذه الأراضي بالإضافة إلى هجرة سكان هذه المناطق والبحث عن فرص عمل بديلة.

٣. تغير درجات الحرارة والتي تؤثر بدورها على معدلات تبخر المياه وعلى مدى وإمكانية زراعة بعض المحاصيل وإنتاجيتها وعلى الدورة الزراعية المصرية، بالإضافة إلى آثارها الخاصة بإنتشار بعض الأمراض الخطيرة كالملاريا مثلاً.

٤. حدوث الكوارث المترتبة على الظواهر الجوية الحادة ومخاطر الطقس مثل السيول والأعاصير (إعصار القاهرة فى ١٩٩٧/٥/٢ فى الثالثة ظهراً) ومثل الجفاف والقحط الزراعى والمائى

ومثل البرد والصقيع وكذلك مثل حدوث النكباء [1] (فى الصحراء الغربية بمصر، سيوة- الخارجة- السلوم- مطروح ، وصعيد مصر بمحافظة أسوان وقنا) .

٥. البيئة البيولوجية من حيث التأثير على كافة الكائنات الحية وإنقراض بعضها .

إذن فالتغيرات المناخية بمصر قد يترتب عليها مجموعة المخاطر التالية :-

١. الأخطار التى تواجه الموارد المائية، والأمن المائى والتعرض للكوارث المناخية. كما جاء فى تقرير حالة البيئة فى مصر ٢٠٠٨والصادر عن دراسة وزارة الدولة لشئون البيئة والذى يشمل:

أ- نقص تدفق مياه نهر النيل.

ب- تغير كميات سقوط الأمطار وأماكنها وأثر ذلك على الفيضان والجفاف.

ت- زيادة معدلات نحر الشواطئ وتغلغل المياه المالحة فى التربة.

٢. الأخطار التى تواجه الزراعة والثروة الحيوانية والإنتاج السمكى والأمن الغذائى (الإنتاجية والإنتاج – والتوزيع الجغرافى للمحاصيل- تغير فترات التزهير ...الخ).

٣. الأخطار التى تواجه المناطق الساحلية وتغير الشواطئ الصالحة للسياحة ...الخ .

٤. الأخطار التى تواجه الأنظمة الايكولوجية والسياحة (سرعة تدهور الآثار ..الخ)

٥. الأخطار التى تواجه الصحة (الملاريا- سوء التغذية- الإسهال...الخ)

٦. أخطار إقتصادية وإجتماعية أخرى .

ونظراً لعظم وخطورة هذه الآثار السلبية للتغيرات المناخية على كل نواحى الحياة فى مصر، فإن هذا الأمر يتطلب بالضرورة تقدير تكاليف هذه الآثار السلبية للتغيرات المناخية حيث لاتوجد فى مصر حتى الآن أى برامج تأمين حكومية تغطى أخطار تغير المناخ بالاعتماد على كل الطرق والأساليب

---

[1] النكباء أو الإعصار Tornado هو منخفض جوى شبه مدارى (عمود دوار من الهواء)، متحرك بسرعة كبيرة ، يشكل رياح عاصفة فى صورة إندواج ، إحدى قوتيه فى عين النكباء تصعد إلى أعلى بصورة عنيفة ، والقوة الأخرى عند حافته تهبط لأسفل ، وتسبب هذه الرياح تدمير ما يعترضها من مبانى وأشجار وخلافه. وإذا مر فوق أحد البحار فانه يسمى شاهقة مائية (أى نافورة مندفعة من البحر لأعلى قد تسحب معها أسماك وضفادع) وتبدو كما لو كانت السحب تمطر سمكاً وضفادع .

التى يمكن استخدامها لتقييم الآثار والأخطار، كما يتطلب أيضاً أن يكون لمصر دور بارز فى المتابعة المستمرة للظاهرة، وكذلك المشاركة فى المحافل والمؤتمرات الدولية المرتبطة بقضايا تغير المناخ، وخاصة تلك التى تناقش دعوة المجتمع الدولى للوفاء بالتزاماته تجاه الدول النامية ومنها مصر بتوفير الدعم المالى والفنى اللازم، هذا بالإضافة إلى البعد المحلى والخاص بمسئولية الحكومة ومنظمات المجتمع المدنى وغيرها فى التصدى للظاهرة وتحديد الرؤية المستقبلية لمصر.

وعليه إذن فقد حظيت ظاهرة التغيرات المناخية عالمياً ومحلياً فى العقود الأخيرة وحتى الآن باهتمام خاص من قبل المجتمع الدولى والأوساط العلمية والسياسية نظرا لأنها ستعرض مناطق عديدة من العالم (وخاصة من الدول النامية الأكثر تضررا) للجفاف الشديد وتؤدى إلى فوضى فى الإنتاج الزراعي والحيوانى. وذلك بالإضافة إلى أنها أضحت سببا جديداً لصراعات عالمية محتملة.

ولقد تمخض هذا الاهتمام العالمى بإنشاء لجنة دولية من علماء العالم تعرف باسم اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغيرات المناخ التابعة للأمم المتحدة IPCC لدراسة الظاهرة ووضع السيناريوهات المحتملة لتأثيرها على مستقبل كوكب الأرض من حيث ارتفاع درجة حرارة الأرض وما سينتج عنه من ذوبان للجليد وارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات وغرق جزء كبير من الأراضي المنخفضة.

كما تبلور الاهتمام السياسي بالموضوع الذى أصبح بالفعل على الأجندة العالمية فيما يلى:-

١. قيام مجموعة من رؤساء دول العالم خلال مؤتمر قمة الأرض والذى عقد فى مدينة ريودى جانيرو بالبرازيل عام ١٩٩٢ بالتوقيع على اتفاقية دولية تعرف باسم الاتفاقية الإطارية لتغير المناخ * FCCC ،

٢. ثم توقيع بروتوكول كيوتو باليابان فى ديسمبر ١٩٩٧ والذى يعد بمثابة اتفاقية دولية لتخفيض معدلات التلوث الجوى حيث يلزم الدول الصناعية والمشار إليها فى الاتفاقية بتخفيض انبعاثاتها من غازات الدفيئة الستة بمعدل ٥,٢٪ عن مستوياتها عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠١٢ (مع

* Framework Convention on Climate Change FCCC الاتفاقية الاطارية بشأن تغير المناخ (1)

وجود تفاوت بالطبع فى المستوى من دولة لأخرى) وذلك لتقليل ظاهرة الاحتباس الحراري. أي أن البروتكول قد تضمن التزامات قانونية صريحة بتبني أهداف تخفيض معدلات التلوث الجوى الناتجة عن الأنواع الرئيسية لغازات الاحتباس الحراري GHG (غازات الصوبه)، وذلك بالرغم من وجود شكوك حول دخول البروتوكول حيز التنفيذ بالنسبة لبعض الدول. وذلك فى الوقت الذى يرى فيه بعض العلماء، أن الأمر يحتاج بالدرجة الأولى إلى خفض نسبة الكربون بنسبة ٦٠٪ فأكثر لمنع عدم الاستقرار الخطير للمناخ.

٣. ثم جاء مؤتمر باريس ليدق ناقوس الخطر من عدم التزام دول العالم الصناعية بتخفيض معدلات انبعاث غازات الاحتباس الحراري بالمعدلات المحددة فى بروتوكول كيوتو.

٤. مؤتمر قمة كوبنهاجن بالدنمارك للتغير المناخي فى ديسمبر ٢٠٠٩ (والتى حضرها أكثر من ١٩٠ دولة) للاتفاق على خفض إنبعاثات الغازات المسببة لكارثة الاحتباس الحرارى.

وقد إنتهى المؤتمر دون تقديم أى مقترحات جديدة مع إستمرار وجود الخلافات بين الدول المشاركة ودون التوصل إلى أى اتفاق نهائى واضح (سواء كان كاملاً أو منقوصاً) . وذلك بالرغم من موافقة وتأكيد الولايات المتحدة الأمريكية على أهمية إصدار إتفاق ملزم للدول بتخفيض الانبعاثات الضارة بالمناخ بنسبة ١٧٪ حتى عام ٢٠٢٠ مقارنة بسنة الأساس ٢٠٠٥، وإستعدادها لتقديم ١٠ مليار دولار سنويا حتى عام ٢٠٢٠ لدعم الدول النامية بشرط توافر الشفافية وتوافر آليات للرقابة على التنمية داخل الدول المستفيدة من الدعم ، الأمر الذى ترفضه دولة الصين (وخاصة فيما يتعلق بقضية الخضوع لمراقبة دولية لمعدلات الانبعاثات).

وهنا يلزم التنويه إلى أنه بالارتكاز على استراتيجية آلية التنمية النظيفة والتى تعتبر إحدى آليات بروتوكول كيوتو للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى، فإنه يمكن مساعدة الدول المتقدمة فى الوفاء بالتزاماتها عن طريق تنفيذ مشروعات لخفض غازات الاحتباس الحرارى فى الدول النامية المصدقة علي بروتوكول كيوتو و منها مصر و التي صدقت علي البروتوكول في ٢٠٠٥، تحصل

الدول المتقدمة فى مقابلها على شهادة خفض الانبعاث وتستفيد الدول النامية بالاستثمارات ونقل التكنولوجيا والعائد المادى من بيع الشهادات.

كما تم فى هذا المؤتمر :

- تأجيل إصدار أداة قانونية خلال الفترة القادمة لحين عقد المؤتمر القادم بالمكسيك فى٢٠١٠.
- إبراز أهمية توفير ١٠٠ مليار دولار سنوياً للدول الفقيرة كمساعدات مشروطة لإعانتها على التصدى للتغيرات المناخية .

والخلاصة : أن المؤتمر لم يحسم النسبة المقررة لتخفيض الانبعاثات داخل الدول الصناعية والمدد الزمنية للالتزام فى أى اتفاق أو بيان مشترك .

والحقيقة أن هناك أراء كثيرة للعلماء (مختلفة ومتضاربة، متفائلة ومتشائمة) فى تفسير أسباب ونتائج وتأثيرات مخاطر التغيرات المناخية وما يترتب عنها من زيادة درجة حرارة الأرض وزيادة الكوارث الطبيعية (الجفاف والعواصف والسيول...الخ).أي في مدي اسهامات البشر في حدوث الظاهرة، وما يترتب عليها من آثار سلبية اقتصادية وبيئية واجتماعية.

ولحسم هذا الاختلاف في الأراء حول الأسباب الأساسية للتغيرات المناخية فلابد من تناول ما يلي :-

١. عرض و تحليل التغيرات المناخية بأساسياتها المختلفة للتعرف علي النظام المناخي العالمي وديناميكيته.

٢. التعرف علي نماذج محاكاة النظام المناخي العالمي المستخدمة حالياً و أسس بنائها لتحليلها وتقييمها فنياً بهدف معرفة أوجه القوة و الضعف بها و مدي محاكاتها للواقع و قدرتها التنبؤيه.

٣. تحديد اتجاهات تطوير هذه النماذج لخدمة مصر و استدامة التنمية بها، حيث أن نطاق البحث هنا لا يتسع لتطوير و بناء نموذج خاص بمصر نتيجة لقصور الموارد و الإمكانيات.

وعليه فإن أهداف هذه الدراسة و منهجها يمكن صياغتهما كما يلي :

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة بالدرجة الاولي الي ما يلي :

١. دراسة وتحليل التغيرات المناخية بمكوناتها المختلفة و التفاعلات فيما بينها (الديناميكية والفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية) و القوة الدافعة لها، و ذلك لمعرفة النظام المناخي العالمي و ديناميكيته و أسس التغيرات المناخية و أسبابها الأساسية و مدي مساهمة البشر فيها.

٢. تحليل نماذجها الرياضية بهدف إجراء تقييم فني عام لها ، من حيث عناصرها أو مكوناتها و التفاعلات فيما بينها و خصائصها الهامه و طرق أو أساليب بنائها و أوجه القوة و الضعف بها وأسس تطويرها و معرفة قدرتها التنبؤيه بهدف معرفة مدي الاعتماد عليها لتحديد سيناريوهات المستقبل.

٣. التعرف علي أسس تطوير نماذج محاكاة التغيرات المناخية لمنطقة حوض نهر النيل و/أو للمنطقة العربية.

المنهج المستخدم :

نظراً لان ظاهرة التغير المناخي العالمي هي ظاهرة علي درجة عالية من الصعوبه و التعقيد ، فإن الدراسة سوف تستخدم أكثر من منهج ، منها المنهج الوصفي التحليلي و المنهج الإستقرائي.

كما ستعتمد الدراسة بالدرجة الأولي علي المراجع العلمية المتمثلة في الدوريات و المجلات العلمية و التقارير الصادرة عن المؤتمرات ذات العلاقة، فضلاً عن الكتب و الرسائل العلمية المرتبطة بموضوع الدراسة. كما ستركز الدراسة علي البيانات و المعلومات المنشوره محلياً و دولياً عن المؤسسات الدولية المعنية.

و عليه فلتحقيق أهداف الدراسة فإننا يجب أن نتناول بالدراسة التفصيليهة و التحليل ما يلي:-

١. أساسيات التغير المناخي العالمي و الطقس بمصر و مخاطره
٢. نماذج التغيرات المناخيه و تقيميها
٣. أهم النتائج و التوصيات

١. أسياسيات التغير المناخى العالمى والطقس بمصر ومخاطره

مقدمة :

مما لاشك فيه أن مشكلة التغيرات المناخية العالمية بظواهرها المختلفة كظاهرة الاحتباس الحرارى أو ظاهرة تآكل طبقة الأوزون أو ظاهرة الدفء الكوكبى وغيرها والتى تشهدها الأرض مؤخرا

قد حظيت باهتمام المجتمع الدولى فى العقدين الماضيين وستحظى باهتمام بالغ فى العقود القادمة على العديد من المستويات العالمية، البيئية ، الاقتصادية، الاجتماعية والسياسية ....الخ لما لها من أثار اقتصادية واجتماعية من شأنها تهديد حياة البشر وأنشطتهم التنموية داخل كوكب الأرض. فمناخ الأرض يعتبر من أهم الموارد الطبيعية .

وقد أشارت دراسات عديدة إلى أن التغيرات المناخية والارتفاع المطرد فى درجة حرارة الأرض سيؤدى إلى زيادة الكوارث الطبيعية كماً ونوعا وقوة مما سيكون له أثار مدمرة بداية من ذوبان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر وفيضانات لا تنقطع، ومدن تغرق، وعواصف وأعاصير تعصف وتطيح بأرجاء المعمورة وأمراض وأوبئة تحصد الأرواح وكائنات تنقرض وأراضى تجف وزراعات تختفي وحالات من الجفاف وتنبؤات بزوال مدن بأكملها وهلاك ملايين من البشر وتهديدات بمجاعات ، واحتمال حدوث حروب جديدة. وهذا يهدد البشر لأثارها المدمرة على صحة الإنسان وكافة الكائنات الحية والموارد المجتمعية المتاحة ويهدد استدامة التنمية فى معظم دول العالم.

ويتزايد الاهتمام بمشاكل التغيرات المناخية وظواهرها ليس فقط لما سبق ذكره من أثار ولكن لتزامنها مع المشاكل البيئية المتوطنة فى بداية ستينات القرن العشرين "وهى التلوث العام والتدهور البيئي " والمتمثلة فى :-

- استنزاف الموارد الطبيعية بمعدلات غير مسبوقة.
- ظاهرة التلوث غير المسبوقة والتى أصابت كل عناصر البيئية من ماء وهواء وتربة.
- انقراض ألاف الأنواع من السلالات النباتية والحيوانية بتراكيبها الوراثية مما يهدد الاتزان البيولوجى.

ولقد أثارت مشكلات تغيرات المناخ وقضاياها الاهتمام العالمى والدولى والذى تمثل فى :

- إنشاء لجان دولية لدراسة هذه الظواهر ووضع السيناريوهات المحتملة لتأثير هذه الظواهر على مستقبل الأرض.
- اهتمام الدول المختلفة فى أنحاء العالم بعقد العديد من المؤتمرات لمناقشة كيفية مواجه هذا الخطر والتعامل معه وتوقيع الاتفاقيات المختلفة للحد من أسباب وأثار هذه المشكلات والتكيف معها.

وفى الواقع فلم تثير مشكلات تغير المناخ وآثارها البيئية الاهتمام الدولى العالمى فقط ولكنها أثارت جدلاً وحواراً مستمراً حول التغيرات المناخية و أسبابها وأثارها وطرق مجابهتها والتكيف معها ومع أثارها حيث أن الآراء اختلفت فيما يتعلق بقضايا التغير المناخى وظواهره ، الأمر الذى يتطلب ضرورة إجراء استعراض تحليلى لأساسيات التغير المناخى العالمى والطقس فى مصر ومخاطره والمفاهيم والتعريفات الأساسية للتغيرات المناخية والنظام المناخى.

١-١ مفاهيم الطقس والمناخ والتغيرات المناخية

قبل تعريف التغيرات المناخية علينا التفرقة مابين الطقس والمناخ

١-١-١ الطقس

هو عبارة عن وصف للأحوال الجوية السائدة فى منطقة ما فى زمن معين ويعبر عنه بقيم عناصر الأرصاد الجوية مثل درجة الحرارة ، الضغط ، الرطوبة ، الرياح والظواهر الجوية المختلفة. فحينما نقول أن الجو اليوم حار أو بارد أو أن اليوم ممطر أو أن الليلة شديدة الرطوبة فإننا نتحدث عن إحدى عوامل الحالة الجوية فى ذلك اليوم أو تلك الليلة اى ما يعرف بحالة الطقس.

١-١-٢ المناخ

هو متوسط الأحوال الجوية التى تسود منطقة معينة خلال فترة زمنية طويلة ويعبر عنه بمعدلات هذه العناصر (أو متوسط هذه العناصر لفترة زمنية طويلة بالإضافة إلى الحيود عن هذه المعدلات مثل الانحراف المعيارى). ويعرف المناخ بمعناه الضيق بأنه " متوسط حالة الطقس" أو بمزيد من الدقة، الوصف الاحصائى للطقس من حيث متوسط تقلبية المقادير ذات الصلة على مدى فترة تتراوح بين شهور وآلاف أو ملايين السنين والفترة المعتادة الكلاسيكية هى ٣٠ عاماً حسب تعريف المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) .

أما المناخ بمعناه الأوسع فهو حالة النظام المناخى بما فى ذلك وصفه وصفاً إحصائيا. وبالتالى لمعرفة مناخ منطقة معينة فانه يتعين مراقبة ودراسة طقسها لفترة طويلة قد تصل إلى عدة سنوات وقياس العوامل الجوية المعروفة كدرجات الحرارة والضغط الجوى ومعدلات هطول الأمطار

والرطوبة وغيرها من العوامل. وعليه فإنه يمكن تصنيف مناخ المنطقة فنقول مثلاً أنه مدارى أو استوائي أو صحراوي أو غيره.

١-١-٣ التغير المناخى

التغير المناخى لمنطقة ما على سطح الأرض بشكل عام-كما جاء بتقرير حالة البيئة فى مصر ٢٠٠٨ هو اختلال التوازن السائد فى الظروف المناخية كدرجة الحرارة وأنماط الرياح وتوزيعات الأمطار المميزة للمنطقة مقارنة بالمعادلات المرجعية والسائدة التى ميزت هذا المناخ خلال فترة زمنية طويلة ومنذ مئات السنين مما ينعكس فى المدى الطويل على الأنظمة الحيوية القائمة. وطبقاً للتقرير التجميعى للهيئة الدولية المعنية بالتغيرات المناخية ، فإن تغير المناخ يشير إلى تغير مهم إحصائيا سواء فى متوسط حالة المناخ أو فى تقلبيته وهو يمتد لفترة طويلة (تبلغ عقوداً أو أكثر فى العادة). وقد يعزى تغير المناخ إلى عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية أو إلى تغيرات مستمرة بشرية المنشأة فى تكوين الغلاف الجوى أو استخدام الاراضى. ولقد عرفت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ، مفهوم " تغير المناخ " فى المادة (١) بأنه تغير فى المناخ يعزى بصوره مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشرى الذى يؤدى إلى تغير فى تكوين الغلاف الجوى العالمى والذى يلاحظ بالإضافة إلى التقلب الطبيعى للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة. وهكذا تفرق الاتفاقية بين " تغير المناخ" الذى يعزى إلى أنشطة بشرية تؤدى إلى تغيير تكوين الغلاف الجوى و " تقلبيه المناخ " التى تعزى إلى أسباب طبيعية .

١-١-٤ تقلبية المناخ

تشير تقلبية المناخ إلى التباينات فى متوسط حالة المناخ وغيره من الإحصاءات المناخيه (مثل الانحرافات القياسية والمعيارية وحدوث الظواهر المتطرفة، الخ) على كافة النطاقات الزمنية والمكانية التى تتجاوز نطاق الظواهر الجوية الافرادية. وقد تعزى التقلبية إلى عمليات داخلية طبيعية فى النظام المناخى (التقلبية الداخلية) أو إلى تباينات فى المؤثر الاشعاعى الخارجى الطبيعى أو البشري المنشأ (التقلبية الخارجية).

وقبل عرض النظام المناخى بعناصره المختلفة يجب التعرف على وفهم الغلاف الجوى ومكوناته ومصادر الطاقة.

١-٢ الغلاف الجوى ومصادر الطاقة الرئيسية

١-٢-١ الغلاف الجوى

هو غلاف الهواء المحيط بالكرة الأرضية ويمتد من سطح الأرض حتى ارتفاع ١٠٠٠ كيلو متر وتقل كثافته بالارتفاع. يتكون الغلاف الجوى من مجموعة غازات وهى النتيروجين (N) ويمثل ٨٠٪ من مكونات الغلاف الجوى، الأكسجين (O_2) ويمثل ١٩٪ والغازات الخاملة كالارجون، نيون، هيليوم ونسبتها ضئيلة جداً ٠,٩٪ بالإضافة إلى مجموعة غازات تشمل ثانى أكسيد الكربون ٠,٠٣٪ والميثان والأوزون وأكاسيد الكبريت والهيدروجين وأكاسيد النتروجين وتركزاتها قليلة جداً فى الغلاف الجوى بالإضافة إلى بخار الماء و نسبة تركيز بخار الماء فى الغلاف الجوى متغيرة حيث تزداد فى الأماكن القريبة من المسطحات المائية وتقل فى الأماكن البعيدة وعموما فإن نسبة تركيز اى غاز فى الغلاف الجوى تعتمد على مصادر إنتاجه ومصادر استنفاده.

ويتكون الغلاف الجوى من عدة طبقات حسب التغير فى درجة الحرارة . وهى طبقة التربوسفير والتى تمتد من سطح الأرض حتى ارتفاع يتراوح بين حوالي ٨ كم فوق المناطق القطبية و ١٦ كيلو متر فوق المناطق الاستوائية، تنخفض فيها درجة الحرارة بالارتفاع بمعدل ٦,٥ م فى المتوسط لكل كيلو متر ويحدها من أعلى التربوبوز، ويعلوها طبقة الاستراتوسفير وتمتد حتى ارتفاع ٥٠كم تقريباً وترتفع فيها درجة الحرارة بالارتفاع وذلك لانتشار غاز الأوزون فى هذه الطبقة. ثم طبقة الميزوسفير وتمتد حتى ارتفاع ٧٠كم تقريباً وتنخفض فيها درجة الحرارة بالارتفاع. يلى ذلك طبقة الثرموسفير وترتفع فيها درجة الحرارة بالارتفاع حيث الغازات فى هذه المنطقة متأينة تقريباً نتيجة لتأثير الأشعة قصيرة الموجة القادمة من الشمس. وتعتبر طبقة التربوسفير هى الطبقة التى ينتشر فيها بخار الماء لذلك تحدث فيها الظواهر الجوية المختلفة من سحب وأمطار وعواصف كما أنها تتميز بالتقلبات السريعة فى الحالة الجوية.

١-٢-٢ الإشعاع الشمسى

الإشعاع الشمسى هو المصدر المهم والأساسى للطاقة الموجودة بنظام الأرض–الغلاف الجوى ومن ثم فهو القوى المحركة للنظام المناخى. تصل الطاقة المنبعثة من الشمس إلى الغلاف الجوى فى

صوره موجات كهرومغناطيسية قصيرة.حيث تمتص الموجات القصيرة جداً فى الجزء العلوى من الغلاف الجوى وهى السبب فى تأين الغازات فى طبقة الثرموسفير. كما يمتص غاز الأوزون المنتشر فى طبقة الاستراتوسفير جزء من هذه الأشعة فى نطاق الأشعة فوق البنفسجية. ويعتبر الغلاف الجوى شفاف بالنسبة لباقى الأشعة القادمة من الشمس والتى تشمل الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء حيث تصل إلى سطح الأرض. ويعكس سطح الأرض جزء من هذه الأشعة بنفس أطوالها الموجية (تسمى هذه الظاهرة الألبيدو) مرة ثانية إلى الفضاء الخارجى . وتختلف الكمية المنعكسة من مكان لآخر حسب طبيعة سطح الأرض ، حيث يكون مقدار الألبيدو فى المناطق المغطاة بالثلوج أعلى منها على المسطحات المائية، كما أنها تختلف أيضاً من المناطق المزروعة إلى المناطق الصحراوية وتصل قيمة الالبيدو إلى حوالي ٦٪ من الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض. تمتص الأرض باقى هذه الأشعة حيث ترتفع درجة حرارتها وتقوم بإشعاع ما يسمى بالإشعاع الارضى ،والتى تعتمد أطواله على درجة حرارة سطح الأرض. تقوم بعض الغازات من مكونات الغلاف الجوى والتى لها نطاق امتصاص فى مدى الأطوال الموجية للإشعاع الارضى بامتصاص هذه الأشعة حيث ترتفع درجة حرارة الهواء ويبدأ فى الإشعاع إلى أعلى وأسفل كما تبدأ تيارات الحمل والتى تساعد على انتقال هذه الطاقة إلى طبقات الجو العليا ومنها إلى الفضاء الخارجى. باختصار فإن الطاقة الحرارية التى تصل الأرض من الشمس تؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة وكذلك تعمل على تبخير المياه وحركة الهواء أفقياً وعمودياً، وفى الوقت نفسه تفقد الأرض طاقتها الحرارية نتيجة الإشعاع الارضى الذى ينبعث على شكل إشعاعات طويلة " تحت الحمراء"، بحيث يكون معدل ما تكسب الأرض من طاقة شمسية مساوياً لما تفقده بالإشعاع الارضى إلى الفضاء. وهذا الاتزان الحرارى يؤدى إلى ثبات معدل درجة حرارة سطح الأرض عند مقدار معين١٥ °س. ومن ثم يتضح أهمية هذه الغازات التى تمتص جزء من الإشعاعات والطاقة المنعكسة من الأرض والاحتفاظ بها فى الغلاف الجوى والتى تمثل نسبة ضئيلة من مكونات الغلاف الجوى فى عملية الاتزان الاشعاعى لنظام الغلاف الجوى–الأرض. فى حالة عدم وجود هذه الغازات فإن الإشعاع المنبعث من سطح الأرض سوف يخرج إلى الفضاء الخارجى مباشرة وذلك سوف يؤدى إلى انخفاض كبير فى درجة حرارة سطح الأرض عن معدلاتها الحالية.

١-٣ النظام المناخى وعناصره

النظام المناخى : هو نظام مركب بالغ التعقيد مؤلف فى خمسة مكونات رئيسية هى الغلاف الجوى والغلاف المائى والغلاف الجليدى وسطح اليابسة والغلاف الحيوى والتفاعلات التى تحدث بينها,الأمر الذي يعني عدم إعتماد النظام المناخى على ما يحدث فى الغلاف الجوى فقط ولكن علي كل ما يحدث فى كل مكوناته وتفاعلاتها فيما بينها. وسنتناولها بالشرح التفصيلى فيما بعد.

ويتطور النظام المناخى بمرور الوقت تحت تأثير ديناميكيته الداخلية الخاصة ونتيجة للتاثيرات الخارجية مثل الفورانات البركانية والتباينات الشمسية والتأثيرات البشرية المنشأة مثل تغير تكوين الغلاف الجوى والتغير فى استخدام الاراضى. وفيما يلى شرح مفصل لعناصر النظام المناخى المختلفة

١-٣-١ الغلاف الجوى

يعتبر من أهم عناصر النظام المناخى حيث يتميز بالتغيرات السريعة كذلك يعتبر المصدر الرئيسى للطاقة الحرارية للنظام المناخى .

١-٣-٢ المحيطات (الغلاف المائى)

حيث تتفاعل مع الغلاف الجوى فوقها. وتتميز المحيطات بالاستجابة البطيئة للتغيرات المختلفة والتى قد تمتد لعقود أو قرون ومن ثم فإن تأثيرها على النظام المناخى يتسم بالبطئ.

١-٣-٣ الكرايوسفير (الغلاف الجليدى)

ويشمل الغطاء الثلجى فى القارات والغطاء الثلجى فى القطبين والبحار وعلى الجبال.

١-٣-٤ سطح الأرض

أسطح القارات والتضاريس المختلفة (البحيرات-الصحارى-الأنهار-....)

١-٣-٥ الغلاف الحيوى

يشمل كافة أشكال الحياة على سطح الأرض. ويتفاعل الغلاف الحيوي مع عناصر المناخ الأخرى وله تأثير مباشر على دورة ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى التى تلعب دورا هاما فى اتزان الطاقة والنظام المناخى.

١-٤ التغيرات المناخية وأسبابها :

يعتمد مناخ نظام الغلاف الجوى-الأرض على كمية الطاقة المحركة لهذا النظام أو على وجه التحديد الاتزان بين كمية الطاقة التى تصل الأرض من الشمس وكمية الطاقة المنبعثة من نظام الغلاف الجوى – الأرض إلى الفضاء الخارجى. والغلاف الجوى المحيط بالكره الأرضية هو غلاف يتميز بالحركة وما يتبع ذلك من تقلبات جوية. وحيث أن نظام الغلاف الجوى – الأرض هو نظام متزن فإن التقلبات الجوية تأخذ دائما شكل الذبذبات وهى تقلبات طبيعية. أما الحديث عن تغيرات مناخية ناتجة من الأنشطة البشرية فهو حديث عن تغيرات ليس لها شكل الذبذبات ولكنها تغيرات فى اتجاه واحد إما بالزيادة أو النقصان وهو ماسوف يؤثر مستقبلا على اتزان نظام الغلاف الجوى – الأرض وما يترتب عليه من تأثير على النواحى الاقتصادية والاجتماعية والصحية والبيئية للمجتمع والنظم الحياتية بصفة عامة فى نظام الغلاف الجوى-الأرض.

و التغيرات المناخية نوعان و هما:

- **تغيرات منتظمة**

وهى تغيرات تتميز بمعرفة اطوالها الموجيه وأطوارها (Phases) وزمن حدوث نهايتها العظمى والصغرى، ومن ثم يمكن تحديد مقدارها . من أمثلة ذلك التغيرات اليومية ونصف اليومية وثلث اليومية ونصف السنوية والسنوية والفصلية فى درجات الحرارة والتغيرات نصف اليومية واليومية والفصلية والسنوية فى الضغط الجوى.

- **تغيرات غير منتظمة**

بعض هذه الذبذبات أطوالها الموجية معروفة ، لكن أطوارها وزمن حدوث نهايتها العظمى أو الصغرى غير معروفة ، وبناء عليه يصعب تحديد مقدارها. والبعض الآخر غير معروف أطوالها الموجية أو أطوارها حيث أن أطوالها الموجية قد تصل إلى عدة قرون مما يصعب معه تحديد مقدارها باستخدام الطرق الإحصائية المعروفة .

يتضح مما سبق صعوبة فصل التغيرات الطبيعية التى تحدث فى الغلاف الجوى من البيانات المناخية باستخدام الطرق الإحصائية . وبناء عليه يصعب تحديد أى تغيرات فى البيانات المسجلة خاصة ما يتعلق بالأنشطة البشرية فى عهد ما بعد التطور الصناعى .

والتغيرات غير المنتظمة نوعان وهما :

– التغيرات الطبيعية فى الغلاف الجوى

على وجه التحديد هى فى عناصر الطقس مثل درجة الحراره ، الضغط ، الرطوبة ، الرياح ....الخ وتأخذ شكل الذبذبات ، كما أشرنا سابقا.

– التغيرات المناخية غير الطبيعية

أوضحت التجارب التى أجريت بواسطة النماذج العالمية للمناخ أن زيادة نسبة تركيز غاز ثان أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى سوف تؤدى إلى ارتفاع فى درجة الحرارة. بدأ الاهتمام بدراسة هذه الظاهرة مع الزيادة المطردة فى نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى نتيجة للأنشطة البشرية وذلك فى محاولة لتقييمها والحد منها ومعالجة الآثار المترتبة عليها والتكيف معها. و لقد تم تحديد الغازات التى لها نفس تأثير غازات الاحتباس الحراري والتى تلعب دورا هاما فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض – الغلاف الجوى . كما بدأت بعض المراكز العالمية المتخصصة فى تطوير نماذج عددية عالمية للتنبؤ بالتغيرات المناخية المحتملة مستقبلا. كما تبلوراهتمام المجتمع الدولى أيضا في إنشائه للجنة الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية (IPCC) بالتعاون بين بعض وكالات الأمم المتحدة المتخصصة بحيث تكون مهمتها تقييم الدراسات والأبحاث والنتائج المتعلقة بتأثير الأنشطة البشرية على النظام المناخى والآثار المترتبة على ذلك وتقديم التوصيات لصناع السياسة ومتخذى القرار فيما يتعلق بالإجراءات المطلوب اتخاذها للحد من هذه الظاهرة وتخفيف آثارها والتكيف معها.

وتشمل أسباب التغير المناخى عموماً أى عملية أو قوى يمكن أن تغير فى هذا الاتزان فى الطاقة. ويمكن تقسيم الأسباب أو العمليات أو القوى التى يمكن أن تؤدى إلى تغيرات مناخية إلى نوعين وهما:

١-٤-١ عمليات (أو قوى) خارجية :

وهى عمليات تحدث خارج كوكب الأرض لكن لها تأثير على الاتزان العالمى للطاقة وتشمل :-

١-٤-١-١ التغير فى ميل محور دوران الأرض على الاتجاه العمودى على مستوى مدار الأرض حول الشمس:

فمن المعروف أن محور دوران الأرض يميل على الاتجاه العمودى على مستوى مدار الأرض حول الشمس بزاوية مقدارها ٢٢° وهذا الميل هو السبب فى حدوث الفصول الأربعة ولولاه ما وجدت

الفصول. هذا الميل يتأرجح بين ٢٢ –٢٥ ° ° فى دوره تقدر بحوالى ٤١٠٠٠ سنة، وكلما زاد الميل تزيد حده الأحوال الجوية خلال الفصول. يكون الصيف عادة فى نصف الكرة الأرضية الذى يتجه فيه محور الأرض إلى الشمس والشتاء فى النصف الآخر.

١-٤-١-٢ مدار الأرض حول الشمس

تدور الأرض حول الشمس فى مدار بيضاوى تقريباً وتقع الشمس فى احد بؤرتى المدار. وعندما تكون الأرض فى أقرب نقطة إلى الشمس فإنها تقع فيما يسمى بالحضيض الشمسى وأبعد نقطة تسمى الأوج. تقع الأرض حاليا فى الحضيض الشمسى خلال شهر يناير اى فى شتاء نصف الكرة الشمالى والعكس خلال الصيف. هذا الوضع له دوره تقدر بحوالى ٢٢٠٠٠ سنة، أى أنه منذ ١١٠٠٠سنة كانت الأرض فى الحضيض الشمسى خلال شهر يوليو. يوجد كذلك دوره لشكل المدار تقدر بحوالى ١٠٠٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠٠سنة. هذه التغيرات الفلكية لها تأثير فى زيادة حده الأحوال الجوية خلال الفصول.

١-٤-١-٣ النشاط الشمسى

من المعروف أن الشمس لها دورات نشاط تؤثر فى كمية الطاقة الواصلة إلى الأرض وغلافها الجوى. هذه القوى الطبيعية الخارجية لها دور فعال فى التغيرات المناخية السابقة والمحتملة مستقبلاً حيث أنها تؤثر على الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض–الغلاف الجوى.

١-٤-٢ عمليات (أو قوى) داخلية

يمكن تقسيم العمليات أو القوى الداخلية إلى قسمين :

١-٤-٢-١ قوى طبيعية داخل كوكب الأرض :

وتشمل معدل حركة الصفائح التكتونية، ثورات البراكين، تيارات المحيطات، اصطدام المذنبات والشهب والنيازك بالأرض. على سبيل المثال، ثورة البراكين، مثل ثورة جبل بيناتوبو فى الفلبين ابريل ١٩٩١ و التي تدفع كميات ضخمة من ثانى أكسيد الكبريت، بخار الماء، الرماد إلى الغلاف الجوى والتى تصل إلى طبقة الاستراتوسفير والتى يمكن أن تؤثر فى أنماط المناخ لسنوات عديدة. تحجب ذرات الرماد جزء من الطاقة القادمة من الشمس إلى الأرض كما أن ثان أكسيد الكبريت يتحد مع الماء مكونا ذرات دقيقة من حامض الكبريتيك والتى يمكن أن تظل فى الغلاف الجوى لعدة سنوات وتعمل على انعكاس جزء من الطاقة القادمة من الشمس إلى الفضاء الخارجى مرةً أخرى.

تكتسب المحيطات كمية كبيرة من الطاقة الشمسية وتقوم التيارات البحرية بنقل هذه الطاقة والتى تؤدى إلى بعض الظواهر المناخية مثل ظاهرة النينو والمناطق الدافئة فى شمال الاطلنطى خلال فصل الشتاء.

١-٤-٢-٢ قوى ناتجة عن الأنشطة البشرية

تتمثل فى تغير نسبة تركيز بعض الغازات من مكونات الغلاف الجوى (غازات الاحتباس الحرارى)، نتيجة للأنشطة البشرية، والتى سوف تؤثر على الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض-الغلاف الجوى.

١-٥ ظاهرة الاحتباس الحرارى وغازات الاحتباس الحرارى

١-٥-١ ظاهرة الاحتباس الحرارى

هى الارتفاع التدريجى فى درجة حرارة الطبقة السفلى القريبة من سطح الأرض فى الغلاف الجوى المحيط بالأرض. وسبب هذا الارتفاع هو زيادة انبعاث الغازات الدفيئة أو غازات الصوبة الزجاجية "Green house gases" وتعمل هذه الغازات مثل الزجاج فى بيت الدفيئة فتمنع جزءاً هاماً من الحرارة المنعكسة من التسرب خارج الغلاف الجوى.

وفى الواقع تعد ظاهرة الاحتباس الحرارى طبيعية ولولاها لكان معدل حرارة الأرض ١٨ درجة مئوية تحت الصفر وانعدمت الحياة.

١-٥-٢ غازات الاحتباس الحرارى

تلعب بعض الغازات من مكونات الغلاف الجوى، والتى تتميز بنسبة تركيز ضئيلة فى الغلاف الجوى، دوراً رئيسياً فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض-الغلاف الجوى ومن ثم مناخ الكرة الأرضية. وتضم هذه الغازات ثاني أكسيد الكربون والميثان والأوزون وأكسيد النيتروز بالإضافة إلى بخار الماء وهى تتواجد من مصادر طبيعية فى الغلاف الجوى ومركبات الكلورو فلوروكاربن والهيدروكلورو فلوروكاربن وهى ليست لها مصادر طبيعية فى الغلاف الجوى لكنها نتيجة للأنشطة الصناعية. نسبة تركيز هذه الغازات فى الغلاف الجوى تعتمد على الاتزان بين معدل إنبعاثها ومعدل استنفادها فى الغلاف الجوى، وأى تغيير فى نسبة تركيز هذه الغازات فى الغلاف الجوى سوف تؤدى إلى خلل أو تغيير فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض-الغلاف الجوى ومن ثم احتمال حدوث تغييرات مناخية.

- **بخار الماء**

يتواجد أساسا فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى، التربوسفير، نسبة تركيزه فى الغلاف الجوى متغيره ولا تعتمد على الأنشطة البشرية ويمكن تحديدها من الاتزان الطبيعى بين البخر من الأسطح المائية والمطر.

- **ثانى أكسيد الكربون**

له دوره مركبة نوعا ما فى الغلاف الجوى، ومصادر انبعاثه احتراق الوقود الأحفورى وحرائق الغابات ومصادر استنفاده المحيطات والتمثيل الضوئى للنبات على اليابسة والبلانكتون (طحالب) فى المياه. معظم الجزء المستنفد بواسطة التمثيل الضوئى يتم انبعاثه مره أخرى عند تحلل هذه النباتات. زيادة نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف عن معدلاتها الطبيعية نتيجة للأنشطة البشرية فى مجال الصناعة وقطع الغابات سوف تؤدى إلى تغيرات فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض–الغلاف الجوى ومن ثم احتمال تغيرات مناخية.

- **الميثان**

مصادر الميثان الطبيعية فى الغلاف الجوى غير معروفة بالكامل لكن الأنشطة البشرية المؤثرة فى نسبة تركيزه تتمثل فى تحويل الغابات إلى أراض زراعية خاصة زراعة الأرز واستخراج واستخدامات الفحم والغاز الطبيعى.

- **الأوزون**

ينتشر غاز الأوزون بصفة أساسية فى طبقة الاستراتوسفير وبكميات ضئيلة فى طبقة التربوسفير. مصادر تكونه فى طبقة الاستراتوسفير هو تفاعلات كيميائية ضوئية فوق المناطق الاستوائية ثم ينتقل بعد ذلك بفعل حركة الهواء إلى خطوط العرض الوسطى والعالية وتصل نسبة تركيزه أعلى ما يمكن فى هذه المناطق على ارتفاع حوالى ٢٥كم فوق سطح الأرض. يتعرض غاز الأوزون فى طبقة الاستراتوسفير إلى التآكل نتيجة لانبعاثات بعض مركبات الكلور والبروم الناتجة من الأنشطة البشرية. تآكل طبقة الأوزون سوف يؤدى إلى هروب جزء من الإشعاع الارضى إلى الفضاء الخارجى ومن ثم إنخفاض درجة حرارة الغلاف الجوى.

أما مصادر تكونه فى طبقة التربوسفير فترجع غالبا وبطريقة غير مباشرة إلى الأنشطة البشرية حيث أن الغازات المسئولة عن تكونه هى أول أكسيد الكربون واكاسيد النيتروجين والميثان والهيدروكاينز. تزداد

نسبة تركيز الأوزون نسبيا فى هذه الطبقة نتيجة للأنشطة البشرية ويعمل كأحد غازات الاحتباس الحرارى فى امتصاص جزء من الإشعاع الأرض والتى تؤدى إلى زيادة درجة حرارة الغلاف الجوى.

- **أكسيد النيتروز**

تزداد نسبة تركيزه فى الغلاف الجوى نتيجة للأنشطة الزراعية.

- **الكلوروفلورو كاربنز**

مصادر هذه الغازات فى الغلاف الجوى هو الأنشطة البشرية وتعمل هذه الغازات كأحد غازات الاحتباس الحرارى فى طبقة التربوسفير، أما فى طبقة الاستراتوسفير فهى المسئولة عن تآكل طبقة الأوزون. على الرغم من أن برتوكول مونتريال قد حد من إستخدام هذه الغازات وبالتالى إنبعاثها فى الغلاف الجوى إلا أن تأثيرها فى الغلاف الجوى سوف يظل لعشرات السنوات القادمة نظرا لقدرتها على البقاء على حالتها فى الغلاف الجوى لعشرات السنين.

- **الهيدروكلورو فلوروكاربنز**

أحد غازات الاحتباس الحرارى ونسبة تركيزها فى الغلاف الجوى حالياً ضئيلة، لكن من المتوقع زيادة نسبة تركيزها مستقبلاً نظراً لأنها الغازات الموصى باستخدامها كبديل لغازات الكلوروفلورو كاربنز حسب بتروكول مونتريال حيث أن فترة بقائها فى الغلاف الجوى على حالتها صغيرة (حوالى عشر سنوات).

١-٦ الأنشطة الدولية فى مجال دراسة المناخ والتغيرات المناخية ومحاولة الحد من الآثار السلبية

أنشأت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، (إحدى الوكالات المتخصصة التابعة للأمم المتحدة) بالاشتراك مع المجلس الدولى للاتحادات العلمية، فى عام ١٩٦٧ البرنامج العالمى لأبحاث الغلاف الجوى، كأول برنامج علمى لدراسة الطقس والمناخ وكانت المهام الرئيسية لهذا البرنامج هو تحسين سبل التنبؤ بالطقس والتعرف على ودراسة القواعد الأساسية للنظام المناخى. وخلال المؤتمر العلمى الأول الذى نظمه البرنامج فى السويد عام ١٩٧٤ تم استعراض النتائج التى تم الحصول عليها من تجربة تشغيل نموذج عددى للدورة العامة للرياح لدراسة التغيرات المناخية المحتملة إذا زادت نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى إلى الضعف. منذ ذلك الحين بدأ الاهتمام بدراسة

المناخ والتغيرات المناخية واحتمالات حدوثها على ضوء الزيادة المطرده فى نسبة تركيز بعض الغازات فى الغلاف الجوى، والتى تلعب دوراً هاما فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض–الغلاف الجوى، نتيجة للأنشطة البشرية.

وفى المؤتمر العالمى الأول للمناخ والذى عقد فى مدينة جنيف عام ١٩٧٩ تم الإشارة لأول مره إلى التغيرات المناخية واحتمال أن تؤدى الأنشطة البشرية المتزايدة إلى تغيرات ملموسة فى النظام المناخى على المستوى الاقليمى والعالمى. ونتيجة لذلك أنشأت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والمجلس الدولى للاتحادات العلمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ،البرنامج العالمى للمناخ للقيام بالمهام الآتية

- أبحاث المناخ من خلال البرنامج العالمى لأبحاث المناخ (WCRP)
- إعداد قاعدة بيانات مدققة للبيانات المناخية.
- التطبيقات والتأثيرات.

وقد انضم لهذا البرنامج فى عام ١٩٩٣ الوكالة الحكومية لعلوم المحيطات

ومنظمة اليونسكو من منطلق أهمية المحيطات فى دراسة النظام المناخى. كما أنشأ المجلس الدولى للاتحادات العلمية فى عام ١٩٨٦ البرنامج الدولى لعلوم الأرض والغلاف الحيوى،

لأهمية الأرض والغلاف الحيوى فى دراسة النظام المناخى وقد أدى التعاون بين(WCRP) و (IGBP) إلى مشاركة علماء الكيمياء والأحياء والجيولوجيا فى دراسة التغيرات المناخية.

ومن أهم الحقائق العلمية التى توصل إليها البرنامج العالمى لأبحاث المناخ هو تعريف غازات الاحتباس الحرارى أو غازات الدفيئة.وهى الغازات من مكونات الغلاف الجوى (الطبيعية أو الناتجة من أنشطة بشرية) التى تلعب دورا فعالا فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض–الغلاف الجوى. كذلك الحقيقة العلمية من أن زيادة نسبة تركيز هذه الغازات، أو بعض منها، فى الغلاف الجوى تؤثر على مناخ الكرة الأرضية. نتيجة لذلك قامت كل من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة فى عام ١٩٨٦ بإنشاء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية .

على أن يكون برنامج عمل هذه الهيئة هو تقييم الأبحاث الجارية فى مجال علوم المناخ والبيئة وتأثير التغيرات المناخية المحتملة، نتيجة للأنشطة البشرية، على التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وتكون مسئولة أيضا عن تقييم الاستراتيجيات المطروحة للحد من هذه التغيرات المحتملة وتأثيرها على المجالات الاقتصادية والاجتماعية بما لا يتعارض مع التنمية المستدامة خاصة فى الدول النامية. وقد

أصدرت اللجنة منذ انشائها عام ١٩٨٦مجموعة من التقارير وذلك لتقييم الدراسات الجارية. ولقد حث التقرير الأول الصادر فى ١٩٩٠ المجتمع الدولى على ضرورة التحرك واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من ظاهرة الاحتباس الحرارى لما لها من تأثيرات ضارة مستقبلا على التنمية الاقتصادية والاجتماعية خاصة فى الدول النامية وقد أشار التقرير إلى مايسمى بحساسية المناخ وقدرها بزيادة تبلغ من ١,٥– ٤,٥ درجة مئوية ،حيث تعرف حساسية المناخ بأنها التغير فى متوسط درجة حرارة الغلاف الجوى على المستوى العالمى فى حالة زيادة نسبة تركيز غازات الاحتباس الحراري إلى الضعف. وقد أدى ذلك إلى إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية الخاصة بالتغيرات المناخية .

أما أهم النتائج التى استعرضها التقرير الثانى الصادر قى ١٩٩٥ فهو أن الشواهد تشير إلى وجود تأثير محسوس للأنشطة البشرية على مناخ الكره الأرضية. كذلك صعوبة تقدير قيمة هذا التأثير نظرا لصعوبة فصل التغيرات المناخية الطبيعية عن تلك الناشئة عن الأنشطة البشرية. كما أن العوامل المستخدمة فى تشغيل النماذج العددية الخاصة بالتغيرات المناخية لازالت قاصرة من حيث تمثيل مقدار التغيرات الطبيعية كذلك تطور القوى المحركة للنظام المناخى الناتجة عن الأنشطة البشرية والوقت اللازم لاستجابة النظام المناخى للتغيرات فى نسب تركيز غازات الاحتباس الحراري والعوالق فى الغلاف الجوى واستخدام الاراضى. ثم تطورت اللقاءات الدولية لوضع برامج للحد من إنبعاث غازات الاحتباس الحراري والرجوع بتركيزاتها على مستويات عام ١٩٩٥ والتى أدت إلى توقيع اتفاقية كيوتو ودخولها إلى حيز التنفيذ بعد التصديق عليها من معظم الدول.

ثم صدر التقرير الثالث فى عام ٢٠٠١ وقد أشار أيضا إلى وجود شواهد قوية على تأثير الأنشطة البشرية على الاحترار العالمى. أما تقرير التقييم الرابع الصادر فى عام ٢٠٠٧ فقد أشار إلى أنه الأكثر إحتمالا ، أن معظم الزيادة المرصودة فى المتوسط العالمى لدرجات الحرارة منذ أواسط القرن العشرين غالبا ما ترجع إلى الزيادة المرصودة فى نسبة تركيز غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة البشرية.

يعتبر النظام المناخى أكثر تعقيداً حيث أنه يضم عمليات تغذية طردية وعكسية تؤدى بدورها لتعظيم أو تثبيط التغيرات المناخية. على سبيل المثال التغذية الطردية لبخار الماء حيث يعمل التسخين الناتج على زيادة نسبة تركيز غازات الاحتباس الحراري فى الغلاف الجوى على زيادة قابلية الغلاف

الجوى على حمل بخار الماء. وحيث أن بخار الماء يعتبر من غازات الاحتباس الحرارى فإن ذلك سوف يؤدى إلى زيادة تسخين الغلاف الجوى. كذلك تؤدى زيادة الغطاء الثلجى إلى زيادة نسبة الألبيدو أو كمية الاشعاع الشمسى المنعكسة إلى الفضاء الخارجى ومن ثم زيادة تبريد سطح الأرض.

ومن أمثلة التغذية العكسية زيادة نسبة بخار الماء سوف تؤدى بالتالى إلى زيادة الغطاء السحابى ومن ثم زيادة كمية الإشعاع الشمسى المنعكسه إلى الفضاء الخارجى والى تبريد سطح الأرض.

كما قام البرنامج العالمى لأبحاث المناخ (WCRP)بتصميم وتنفيذ مجموعة من المشاريع ذات النطاق الكبير للرصد ودراسة بعض العناصر الرئيسية المؤثرة فى النظام المناخى والتغيرات التى تحدث فيها .

ومن هذه المشاريع :-

١. المشروع العالمى للغلاف الجوى والمحيطات المدارية ، تم إنشاؤه عام ١٩٨٤ واستمر لمدة عشر سنوات تم خلالها عمليات رصد منتظمة ونمذجه للتفاعل بين درجة حرارة سطح الماء فى المناطق المدارية من المحيط الهادى والغلاف الجوى أعلاه فيما يسمى بظاهرة الانسو ENSO (وهى علاقة بين ما يسمى بالذبذبة الجنوبية SO وظاهرة النينو NINO). وقد إستخدمت هذه النتائج فى التنبؤ بالفيضانات والجفاف وبعض الظواهر المناخية الحادة فى بعض المناطق المدارية.

٢. تجربة الطاقة العالمية ودوره المياه، ولقد أنشئت فى عام ١٩٨٨ للتعرف على دور الدورة الهيدرولوجية فى النظام المناخى وتحسين عملية إدخال هذا التأثير فى النماذج الخاصة بدراسة المناخ والتغيرات المناخية

٣. العمليات التى تحدث فى طبقات الجو العليا (طبقة الاستراتوسفير) ودورها فى النظام المناخى،أنشئى هذا البرنامج عام ١٩٩٢ وذلك لدراسة العمليات الديناميكية والكيميائية التى تحدث فى طبقة الاستراتوسفير وعلاقتها بالنظام المناخى.

٤. النظام المناخى للقطب الشمالى (ACSYS) ، أنشئ هذا البرنامج عام ١٩٩٣ لدراسة تأثير هذه المنطقة على النظام المناخى مع التركيز على عمليات رصد ونمذجه الأسطح الثلجية للقطب الشمالى.

٥. تجربة الاستجابة فى النظام المزدوج المحيط-الغلاف الجوى ١٩٩٣ (COARE) وذلك لاختيار وتحسين عملية المعلمية Parameterization للسحب وتيارات الحمل.

٦. تجربة الأحوال الجوية الموسمية MONEX

ومن أهم المشاكل التى تواجه الباحثين فى مجال بناء النماذج الخاصة بالمناخ هى الصعوبات التى تكتنف عمليات فهم وتمثيل عناصر النظام المناخى فى هذه النماذج. وقد ساعدت هذه البرامج فى التغلب على بعض هذه الصعوبات.

١-٧ التغيرات المناخية وعلاقتها بالأنشطة البشرية

كما أشرنا سابقاً، هناك بعض العوامل التى لها تأثير على النظام المناخى ومن بينها الأنشطة البشرية التى يمكن أن تؤدى إلى زيادة نسبة تركيز بعض الغازات من مكونات الغلاف الجوى والتى تلعب دوراً هاما فى الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض-الغلاف الجوى. كذلك هناك إهتمام عالمى متزايد بدراسة هذه المشكلة وطرق التعامل معها. لكن فى واقع الأمر هناك إختلاف بين العلماء حول علاقة الأنشطة البشرية بأية تغيرات مناخية محتملة مستقبلا.

١-٧-١ الآراء المختلفة للتغيرات المناخية واتجاهاتها

-هناك إتجاه يرى أن زيادة نسبة تركيز غازات الاحتباس الحرارى فى الغلاف الجوى نتيجة للأنشطة البشرية سوف تؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوى وما يتبع ذلك من تغيرات فى عناصر النظام المناخى.

و هذا يعني أن بعض العلماء يرون أن النشاط الانسانى هو الذى يؤثر بالدرجة الأولى سلبياً على ظاهرة الدفء الكوكبى والخاصة باستمرار ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية نتيجة لزيادة نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون والغازات الأخرى التى تسبب الاحتباس الحرارى (بعض مركبات الكلور فى الغلاف الجوى وغاز الميثان ...الخ) نتيجة لأنشطتهم وخاصة الصناعية خلال القرن الماضى وحتى الآن، الأمر الذى سيؤدى إلى غرق مناطق كثيرة بالعالم من بينها سواحل مصر والدلتا.

و يعزز هذا الرأي عموماً تأكيد IPCC و بعض الخبراء الدوليين – بالارتكاز علي العديد من الدراسات — من ان هناك تغيرات اقليميه في درجات الحراره بدرجة من التيقن، ظهر تأثيرها علي العديد من النظم الأحيائية و الفيزيائية و ذلك بسبب الاحتباس الحراري، الامر الذي ترتب عليه حالات من الفيضانات و نوبات من الجفاف و ارتفاع مستوي سطح البحر.

كما يعزز هذا الرأي بالنسبة لمصر مايلى:-

- صرخة التحذير التي أطلقها البنك الدولي و التي تقول : حذار أيها المصريون- بلدكم سيكون الأكثر تضرراً بسبب إرتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية والتى ستؤدى إلى ارتفاع مستوى المياه فى المحيطات والبحار بما يهدد بإغراق مساحات شاسعة من المناطق الساحلية كالإسكندرية (ومن ثم هجرة ملايين المصريين من أراضيهم) وتأثر إنتاج المحاصيل الزراعية .
- تقرير لصحيفة USToday ذكر أن مصر تواجه سيناريوهات خطيرة كارثية فيما يتعلق بالاحتباس الحراري تتطلب إهتماماً عاجلاً حيث مياه البحر الأبيض المتوسط إرتفعت بمعدل ٠,٨ بوصة سنويا خلال العقد الماضي.
- بعض الخبراء المصريين وبعض المراكز البحثية وبعض المؤسسات مثل وزارة الدولة لشئون البيئة ووزارة الرى ومركز بحوث الصحراء والمعهد القومى لعلوم البحار ...الخ.

وأن كثيرا من الخبراء المصريين والأجانب يشيرون إلى أن ارتفاع منسوب البحر المتوسط بحوالى من ٣٠ إلى ٤٠ سم سيؤدى إلى غرق ربع الدلتا والمتمثل فى مدن الاسكندرية ، رشيد، دمياط، بور سعيد ... وغيرها، وأن الارتفاع المتوقع لمنسوب مياه البحار خلال القرن الحالى هو ٥٩ سم كما جاء بتقرير- IPCC 2007 ، وأن من بين المدن الأكثر عرضه للخطر هى مدينة الاسكندرية .

ويعتمد هذا الاتجاه على الدراسات والأبحاث الجارية باستخدام نماذج عالمية للمناخ لاسقاطات التغيرات المناخية المحتملة مستقبلا باستخدام بعض السيناريوهات المقترحة للأنشطة البشرية المستقبلية كقوة دافعة للنظام المناخى. يحظى هذا الاتجاه باهتمام عالمى حالياً، حيث تقوم اللجنة الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية (IPCC) بتقييم هذه الأبحاث والدراسات والإعتماد علي نتائجها ، وقد أصدرت فى هذا المجال حتي الان أربعة تقارير(SAR1995, FAR 1990) TAR 2001, , AR4 2001. وقد تم استعراض أهم نتائجها في نقاط سابقه.

والخلاصة أن هذا الاتجاه يزعج غير المتخصصين في علم المناخ ، كما يزعج متخذي القرارات المتعلقة بتبني استدامة التنمية ، وهنا ينصح العلماء بضرورة العمل على الحد من ارتفاع درجات الحرارة قبل فوات الأوان من خلال معالجة الأسباب المؤدية للارتفاع واتخاذ الإجراءات

الرسمية فى شأنها على مستوى العالم بأكمله وذلك بالتركيز علي تقليل نسبة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري و أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون.

– كما أن هناك إتجاه آخر يرى أن التغيرات المناخية هي تغيرات طبيعية بالدرجة الأولي وأن تأثير الأنشطة البشرية صغيرا جداً إذا ما قورن بالتغيرات الطبيعية. ويؤيد هذا الرأى عدد من علماء أمريكا وأوربا.

وبصورة أكثر إيضاحاً، هناك مجموعة أخرى من علماء المناخ والباحثين فى علم الأرصاد وآخرون يحذرون من أن تأثير البشر على التغير المناخى يعتبر أقل من هامشى وأن القوى الطبيعية والنظام المناخى للكرة الأرضية بمكوناته وخصائصه لها الباع الطويل فى المسألة . وهم يرون أن هناك دورات لارتفاع وانخفاض درجة حرارة سطح الأرض كما يرون أن هناك إتجاه لحدوث انخفاض ملحوظ فى درجة حرارة كوكب الأرض خلال هذا القرن اعتبارا من ٢٠١٣ نظراً لحدوث انخفاض لكمية الطاقة الحرارية التى تصل إلى الأرض من الشمس بسبب التزايد المتنامى لكمية العكارة الجوية من الرماد والغبار (الصادر من البراكين والجسيمات الصلبة المنتشرة فى الغلاف الجوى أو من المخلفات الصناعية والشوائب العالقة بغازاتها ومحطات القوى التى تعمل بالفحم أو عوادم السيارات)، حيث تعمل هذه العكارة الجوية على تشتيت أشعة الشمس فى الغلاف الجوى مما يؤدى إلى خفض كمية الطاقة الحرارية الواصلة للأرض من الشمس ، الأمر الذى سيحدث انخفاضا متواصلا فى درجة حرارة كوكب الأرض مستقبلا .

ولقد تم إنشاء ما يسمى بالمجموعة "ب" وذلك فى اجتماع ميلانو بايطاليا ٢٠٠٣ لتقييم الأدلة العلمية المتاحة فى هذا المجال بصفة مستقلة. تم تحويل اسم المجموعة بعد ذلك الى اللجنة غير الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية (NIPCC) فى عام ٢٠٠٧. ونظمت هذه اللجنة إجتماعا دوليا للمناخ عام ٢٠٠٧ فى فينا وأصدرت تقريرا للتعقيب على تقرير IPCC الرابع موضحا اتجاها مضادا.

– كما أن هناك إتجاه ثالث يرجع الاحترار العالمى المرصود حاليا الى زيادة النشاط الشمسى والنشاط التكتونى (حركة الصفائح التكتونية أو القارات) ويعتبر أيضا أن تأثير الأنشطة البشرية يمكن إهماله نسبياً كما أكد أن زيادة نسبة تركيز ثانى اكسيد الكربون سوف تؤدى الى تبريد الغلاف الجوي وذلك باستخدام بعض الصيغ التجريبية.

وبصورة أكثر إيضاحاً ترى المجموعة الثالثة أن السبب الرئيسي وراء زيادة درجة حرارة الغلاف الجوى هو الرياح الشمسية [1] والتي تؤدى بمساعدة المجال المغناطيسى للشمس إلى الحد من كمية الأشعة الكونية التى تخترق الغلاف الجوى للأرض ، والتي تحتوى على جزئيات عالية الطاقة تقوم بالاصطدام بجزيئات الهواء لتنتج نوايات تكثف واللازمة لتكوين السحب التى تساعد على تبريد سطح الأرض . وبالتالي فإن وجود هذا النشاط الشمسي يعنى نقص كمية الأشعة الكونية ، أى نقص السحب التى تساعد على تبريد سطح الأرض وبالتالي ترتفع درجة حرارتها، وأنه عند انخفاض هذا النشاط الشمسى المؤقت فستعود درجة حرارة الأرض إلى طبيعتها [2]. وهم يرون بالتالي عدم جدوى تخفيض نسبة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث لن يغير ذلك من الأمر شيئاً ملحوظاً مادام النشاط الشمسى مستمرا . ولذلك فمن الأفضل استخدام الأموال فى تنقية هواء المدن المزدحمة من الغازات السامة وتنقية مياه الشرب لشعوب الدول النامية.

وأبرز هذه الآراء الخافته المعارضه و التى تؤكد هذيين الاتجاهين السابقين من أن مناخ الأرض يتجه نحو البروده وليس الحرارة و عدم جدوي تخفيض نسبة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون مايلى:

- رأى د. ميشيل كرشتون أستاذ الأرصاد الجوية فى معهد ماساشوستس للتكنولوجيا M I T وهو أكبر معهد تكنولوجيا فى العالم ، والذى أكده فى حلقة نقاش نظمتها مؤسسة المربع الذكى بالولايات المتحدة فى مارس ٢٠٠٧.
- رأى جورج شيلينجار أستاذ الهندسة المدنية والبيئية–جامعة ساوث كارولينا– أمريكا.
- رأى ليونيد.ف.خيليوك أستاذ النمذجه الرياضية للتغيرات البيئية ورئيس شعبة علوم الكمبيوتر والرياضيات التطبيقية– جامعة كييف للتكنولوجيا– أوكرانيا.
- رأى د. فليب ستوت أستاذ الجغرافيا الحيوية بجامعة لندن والذى أكد أن التحذيرات القائمة حالياً تقوم على تجاهل ماهو عادى للطقس والمناخ، فالحقيقة أن النظام المناخي هو نظام غاية فى

---

[1] الرياح الشمسية هى دقائق من البروتونات والالكترونيات (غير متعادلة كهربياً) منطلقة من الشمس وبسرعة هائلة غير منتظمة وكثافة غير منتظمة إلى الفضاء الخارجى المحيط بالشمس .

[2] لمزيد من التفصيل يمكن الرجوع إلى : د. محمد محمود عيسى فى كتابه " التغيرات المناخية والخدعة الكبرى " ، إيداع رقم ٢٠٠٩/١٣١٨٤بدار الكتب المصرية .

الصعوبة والتعقيد ويتأثر بالدرجة الأولى بدورات الإشعاع الشمسي والغلاف الجوى والغيوم والإشعاعات والتضاريس والبحار والمحيطات والغطاء الثلجي والتيارات البحرية والبراكين والأنشطة البشرية، ويصعب تمثيله بواسطة النماذج المناخية الحالية، الأمر الذى يجعل نتائجها غير مؤكدة.

رأى الجهات غير الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية NIPCC فى اجتماعها الدولى فى ٢٠٠٧ فى فيينا بمعارضة تقرير لجنة IPCC الرابع بهذا الخصوص.

١-٧-٢ تحليل الآراء المختلفة وتقييمها

سوف تتناول فى هذا الجزء بالتحليل والنقد الآراء المختلفة حول التغيرات المناخية المحتملة مستقبلا ومدى تأثير الأنشطة البشرية

١. اعتمد الاتجاه الأول فى وجهة نظره على نواتج الدراسات التى تمت باستخدام نماذج المناخ العالمية كأداة للتنبؤ بالحالة المناخية مستقبلا باستخدام سيناريوهات خاصة بمعدلات التنمية الاقتصادية والاجتماعية العالمية المتوقعة. ولقد توصل IPCC من خلال إستعراضه للدراسات والأبحاث التى تمت فى هذا المجال إلى استنتاج أنه من المحتمل أن تعود معظم الزيادة المرصودة فى المتوسط العالمى لدرجة الحرارة منذ منتصف القرن العشرين إلى الزيادة المقاسة فى نسبة تركيز غازات الاحتباس الحرارى الناتجة من الأنشطة البشرية. والحقيقة أن الثقة فى النماذج كأداة يتطلب ضرورة أن تحاكى هذه النماذج الحالة المناخية الجارية بدرجة دقة مقبولة كما أن ضعف محاكاة النماذج للحالة المناخية الحاضرة إنما يرجع لقصورها فى تمثيل بعض العمليات الفيزيائية والديناميكية و الكيميائية و الاحيائية التى تحدث فى الغلاف الجوى. استعرض التقرير الرابع محاكاة بعض العناصر التى لها تأثير مهم على النظم الاجتماعية والبيئية والأكثر إحتمالا للاستجابة للتغير فى القوى الدافعة. سوف نستعرض أهم ما جاء بها مع التعليق عليه.

أ- درجة الحرارة :

بالرغم من الاختلاف بين نواتج النماذج والقياسات (أقل من ٢ °م فى المناطق خارج الدائرة القطبية والمناطق التى بها كثافة البيانات المقاسة ضعيفة) فإن النماذج قد مثلت جزء كبير من درجة الحرارة على النطاق العالمى حيث يصل معامل الارتباط بين النواتج والقياسات إلى حوالى ٠,٩٨. ويشير هذا إلى أن معظم العمليات التى تتحكم فى عنصر درجة الحرارة السطحية فى النظام المناخى قد مثلت فى

النماذج بدرجة معقولة من الصحة. أظهرت المقارنة أيضا أن الاختلاف فى محاكاه بعض الذبذبات فى درجه الحراره السطحية (الذبذبة السنوية أو نصف السنوية) فى حدود ٢ °م فى معظم الأماكن أما بالنسبة للذبذبات اليومية فإنها تبخس مقدارها ، على وجه العموم ، وأن اكبر اختلاف يوجد فوق المحيطات. من ذلك يتضح قدرة النماذج على محاكاة الخواص المناخية ذات النطاق الكبير بدرجة كبيرة . يعتبر ذلك من وجهة نظرنا ضعف وقصور فى النماذج حيث أن العمليات الديناميكية فى الغلاف الجوى تشمل تفاعلات بين الأنظمة ذات النطاق الكبير والصغير، يتم خلالها تبادل للطاقة وكمية الحركة، مما قد يحدث تغيرات فى هذه الأنظمة.

ب- الاتزان الاشعاعى عند قمة الغلاف الجوى

تتمثل القوى الطبيعية الدافعة للنظام المناخى فى الإختلال فى الاتزان بين الأشعة القادمة من الشمس والمنعكسة من سطح الأرض (SW) والأشعة المنبعثة من الأرض والغلاف الجوى (LW) . جزء كبير من (LW) المنبعثة من الغلاف الجوى ناتج من الغطاء السحابى. وحيث أن السحاب من وجهة نظرنا هو أحد المشاكل الموجوده فى النماذج المناخية فإن الإختلاف بين نواتج النماذج والقياسات بواسطة الأقمار الصناعية يمكن إرجاعه لقصور فى معالجة السحب فى النماذج.

ت- الهطول والرطوبة

تعتمد أنماط الهطول المختلفة على رطوبة الغلاف الجوى، البخر، التكثف والحركة الرأسية (تيارات الحمل) . ويعتبر قياس البخر على المستوى العالمى غير متاح كما أن عمليات التكثف والانتقال الرأسى لبخار الماء بواسطة تيارات الحمل غالبا ماتكون صغيره النطاق ويصعب تمثيلها. لذلك هناك حيود فى نواتج النماذج المناخية بالنسبة للهطول عن القيم المقاسة خاصة فى المناطق المدارية التى يضاهى فيها مقدار الحيود القيم المقاسة. كما يعزى جزء من هذا الحيود إلى البيانات غير الدقيقة لدرجة حراره سطح البحار مما يمثل قصور من وجهة نظرنا فى بناء النماذج.

ث- الظواهر الجوية الحاده

هناك تقدم فى محاكاه النماذج للعواصف المدارية من حيث عدد مرات حدوثها ومساراتها، لكن لازال هناك قصور فى التنبؤ بشدتها. كذلك نوبات الحراره والبروده الحاده.

ج- المحيطات

هناك تحسن فى محاكاه النماذج للمتوسطات الزمنية لحالة المحيط . ويدل ذلك على أن هناك تحسن فى معلمة العمليات الفيزيائية وزيادة كثافة نقاط الشبكة وتحسن فى تمثيل التدفق السطحى. ويتمثل القصور من وجهة نظرنا فى أن الأخطاء فى درجة الحراره والملوحة مازالت كبيره حيث لازال الكثير من النماذج يعانى من الانحراف نحو التبريد فى أعالى المحيط فى نصف الكره الشمالى والذى يمكن أن يؤثر على العمليات العكسية الناتجة عن الانعكاس على الأسطح الثلجية. توجد كذلك بعض المشاكل فى نصف الكره الجنوبى ناتجة من حركة الرياح وحيث أن المحيط الجنوبى له دور هام فى إمتصاص الحراره فإن ذلك سوف يؤثر فى إستجابة النظام المناخى للتغير فى القوه الدافعة للنظام.

ح- التغذية العكسية

لازال هناك بعض الصعوبات فى معالجة عمليات التغذية العكسية (موجبة أو سالبة) الخاصة ببخار الماء والسحب والغطاء الثلجى والتدفق السطحى فى النماذج المزدوجة (الغلاف الجوى/المحيط). تشير الدراسات أنه من الممكن مستقبلا استخدام البيانات المقاسة، فى حالة توافرها بكثافة مناسبة، فى تضيق الفوارق بين نواتج النماذج المختلفة. وتعتبر عمليات التغذية العكسية فى الغلاف الجوى، من وجهة نظرنا، من العمليات الهامة والمؤثرة فى النظام المناخى لذلك فإن صعوبة معالجتها تمثل قصور فى كفاءة النماذج.

٢. بالنسبة للاتجاه الآخر الذى يرى أن التغيرات المناخية هى تغيرات طبيعية بالدرجة الأولى وأن تأثير الأنشطة البشرية يعتبر صغير جداً إذا ما قورن بالتغيرات الطبيعية، فإنه يعتمد على مقارنة القياسات المسجلة لبعض العناصر مع نواتج النماذج المناخية. ونستعرض فيما يلى أهم ماجاء به (خاصة ما جاء فى تقرير الهيئة غير الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية) مع إجراء بعض المقارانات.

و قد فشلت نماذج التعبير عن الإتجاه الأول التى تم بناؤها حتى الآن فى محاكاه فيزياء إتزان الطاقة الإشعاعية لنظام الأرض-الغلاف الجوى بدقة، الأمر الذى يعكس وجود درجة من اللايقين ووجود اختلافات بين قيمة الطاقة للاتزان الاشعاعى الناتجة من النموذج وقيمتها الواقعية المقاسة. وقد يساوى أو يزيد هذا الاختلاف عن قيمة القوى الدافعة الناتجة من زيادة ثانى أكسيد

الكربون ونرى أن ذلك يعود إلى قصور النماذج فى تمثيل العمليات الفيزيائية والديناميكية الخاصة بالسحب والعوالق خاصة عمليات التغذية العكسية. أمثلة ذلك

- هناك قائمة طويلة من الصعاب تحول دون تمثيل عمليات تكون السحب والتبادل الاشعاعى مع السحب بطريقة مناسبة فى النماذج. وذلك هو أحد أسباب الاختلاف بين معطيات النماذج والقياسات.
- السحب فى المناطق المدارية لها دور فى التحكم فى درجة الحرارة حيث تعمل على التخلص من الحرارة وتصريفها إلى الفضاء ويعادل ذلك الزيادة المتوقعة فى درجة الحرارة.
- أظهرت الدراسات أن التبريد الناتج من العوالق يمكن أن يقارن أو يزيد عن الزيادة فى درجة الحرارة الناتجة من زيادة تركيز غازات الاحتباس الحرارى المسجلة منذ عهد ما قبل الثورة الصناعية. ونرى أن ذلك أحد العوامل الهامة المؤثره التى تمثل قصور فى نتائج النماذج حيث أنه من المعروف عدم وجود قياسات واقعية لهذا العنصر. كذلك فإن ثورات البراكين تؤدى إلى الدفع بأطنان من العوالق الى طبقات الجو العليا والتى يمكن أن تستمر لعدة سنوات عالقة فى الغلاف الجوى.
- تؤدى درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة إنبعاث الداى ميثايل سلفايد من المحيطات والذى يؤدى بدوره إلى زيادة السحب الطبقية فوق البحار ومن ثم زيادة الالبيدو وما يترتب على ذلك من تبريد الغلاف الجوى.
- زيادة محتويات الهواء من ثانى اكسيد الكربون مع إحتمال زيادة درجة الحراره سوف يؤدى الى إنبعاث كميات كبيره من غاز كربونايل سلفايد بواسطة النبات والذى يتحول فى طبقة الاستراتوسفير إلى عوالق تعكس الإشعاع الشمس وتساعد على التبريد.
- يلعب الهطول دورا أساسيا فى الغيرات المناخية. ولا يوجد دليل على صحة النتائج المؤخوذه من إسقاطات النماذج المناخية بأن الهطول سوف يصبح أكثر شدة وأكثر تقلبا فى زمن الاحترار بل إن القياسات أثبتت العكس وأنه يرتبط أكثر بالتقلبات الدورية فى النشاط الشمسى. كما أن النماذج فشلت فى محاكاه الحيود فى قياسات الهطول خاصة فى الأمطار الموسميه.

- درجة الحرارة، أشار تقرير IPCC إلى أن هناك زيادة فى درجة الحراره مقدارها ٠,٧٤ م° ± ٠,١٨ م° خلال الفترة من ١٩٠٥ حتى ٢٠٠٥ معتمدا على القياسات المؤخوذه من المحطات الأرضية. هذه القياسات لم تصحح بالنسبة للتسخين الناتج من الجزر الحرارية التى تصاحب عادة المناطق الحضرية والذى ليس له علاقة بالتسخين الناتج من غازات الاحتباس الحرارى. ومن المعروف أنه من الصعب عمل تصحيح لهذا التأثير الذى يمكن أن يغطى على أى تأثير لغازات الاحتباس الحرارى حتى فى المدن الصغيرة.
- أظهرت القياسات الدقيقية المؤخوذه بواسطة الأقمار الصناعية والمصححة بالنسبة للمدار وأى عوامل أخرى ميل متواضع للتسخين خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين ونقصان فى الميل للتسخين خلال العقد الأول من القرن الواحد والعشرين.
- أظهرت السجلات المصححة لدرجة الحرارة أن درجة الحرارة حول العالم خلال فترة العصور الوسطى الدافئة، منذ حوالى ١٠٠٠عام ، كانت أعلى من قيمها الحالية. كما أنها أزيد بحوالى ٢–٣ فهرنهيت° فى المتوسط خلال العشرة آلاف سنة الماضية عن قيمها الحالية.
- أشار تقرير IPCC إلى أن التسخين خلال القرن العشرين كان سريعا ولم يسبق له مثيل خلال ١٣٠٠ سنة الماضية وأعتمد فى ذلك على سجل لدرجة الحراره غير موثوق فيه ولا يعترف به عديد من الباحثين.
- أظهرت النماذج المناخية، فى محاكاتها للمناخ الحاضر، اتجاه لزيادة درجة الحراره بالارتفاع فى المناطق المدارية تصل ذروتها حول إرتفاع ١٠كم لكن درجات الحراره المقاسه بواسطة بالونات الأرصاد الجوية أعطت نتائج عكسية حيث سجلت تبريد بسيط بالارتفاع.
- يبين سجل الحرارة لجرين لاند وبعض مناطق القطب الشمالى أنها وصلت نهاية عظمى عام ١٩٣٠ وقلت فى العقود الأخيرة.

- لم يبين السجل التاريخى لمتوسط درجة الحرارة للقارة القطبية الجنوبية أى تسخين خلال القرن العشرين. فبينما أظهرت سهول القاره القطبية الجنوبية بعض الدفء فإن مجموعة من الباحثين سجلت إتجاه للتبريد فى الداخل منذ عام ١٩٧٠.
- التغير فى متوسط درجة الحرارة العالمى الناتج عن زيادة نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ضعف قيمته فى عهد ما قبل الصناعة (أو مايسمى بحساسية المناخ) يقل بشكل ملحوظ عند إدخال عمليات التغذية العكسية بطريقة أكثر دقة.
- متوسط المعدل العالمى للزيادة فى مستوى سطح البحر لم يتسارع خلال الفترة الماضية. ونرى أن العوامل المؤثرة فى مستوى سطح البحر غير مفهومة بدقة نتيجة لأن بعض العوامل الرئيسية التى لها علاقة بذلك مثل الاتزان المائى للمحيطات وتأثير ذوبان الثلوج فى القطب الشمالى والقارة القطبية الجنوبية تحتاج لمزيد من الدراسة قبل التكهن بزيادة إرتفاع مستوى سطح البحر.
- الغطاء الثلجى، المسطحات الجليدية حول العالم تتعرض لعمليات تقدم وتراجع باستمرار مع إتجاه بصفة عامة للتراجع منذ نهاية العصر الجليدى الأخير. كما لا يوجد دليل على زيادة معدل الإنصهار منذ زيادة مستويات ثانى اكسيد الكربون عن مستوياتها السابقة مما يوضح أنه غير مسئول عن إنصهار المسطحات الثلجية.
- مساحة ثلج البحار وامتداده إستمر فى الزيادة حول القارة القطبية الجنوبية خلال العقود الأخيرة. تشير معظم الدلائل على أن نقصان كثافة الثلج فى القطب الشمالى خلال تسعينيات القرن الماضى كان تغير طبيعى نتيجة للتغير فى ديناميكا الثلج والذى تكرر كثيرا فى الماضى ويمكن أن يتكرر مستقبلا.
- نتائج العديد من الدراسات والأبحاث قد عارضت بشدة الادعاء بأن التسخين الناتج من ثانى أكسيد الكربون له دور مدمر على جرين لاند والقارة القطبية الجنوبية بل أكدت أنه له عكس هذا التأثير فى القارة القطبية الجنوبية.
- خلال الفترة من ١٩٥٠–٢٠٠٥ زادت نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون بمقدار ٢٠٪، ولم نلاحظ أى تغير فى بداية أو مده بقاء الغطاء الثلجى فى أمريكا الشمالية وهناك ميل للإنحدار فى حدوث العواصف الثلجية.

• أشارت التقارير أن الاحترار العالمى سوف يؤدى إلى زيادة الظواهر الجوية الحادة أى سوف تزداد موجات الجفاف والفيضانات والعواصف المدارية والعواصف الثلجية. لكن الملاحظ عدم وجود دليل على زيادة عدد مرات وشدة الجفاف أو الفيضانات.كذلك لايوجد زيادة فى عدد مرات وشدة العواصف المدارية خلال القرن العشرين والذى يوصف بأنه الأكثر دفئا.

٣. وبالنسبة للاتجاه الثالث الذى يرى أن النشاط الشمس والنشاط التكتونى هو المسئول عن الاحترار العالمى المرصود حاليا مع أستبعاد تأثير الأنشطة البشرية على المناخ، فقد تم ذلك من خلال الاستنتاجات التالية.

أ- الإشعاع الشمس هو المزود الرئيسى بالطاقة لنظام الأرض-الغلاف الجوى. كما أن الغازات المنبعثة من الأرض هى المزود الرئيسى للغلاف الجوى بالغاز.

ب- يرجع الاحترار العالمى المرصود حاليا إلى زيادة النشاط الشمس والنشاط التكتونى (حركة القارات) وأن تأثير الأنشطة البشرية (زيادة نسبة تركيز غازات الاحتباس الحرارى) يمكن إهماله إذا ماقورن بتلك القوى الطبيعية.

ت- هناك إرتباط قوى بين التغيرات الشمسية والهطول والجفاف والفيضانات والرياح الموسمية تم التوصل إليها فى عديد من المناطق وهذا الارتباط أقوى بكثير من العلاقة بين هذه الظواهر وثانى أكسيد الكربون.

ث- تشبع الغلاف الجوى بغاز ثانى أكسيد الكربون سوف يؤدى إلى تبريده وليس تسخينه.

ج- ذروة النشاط الشمس يسبقها دائما ذروة فى تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى.

ح- يؤدى التغير فى درجة الحرارة إلى تغير مماثل فى تركيز ثانى أكسيد الكربون.

١-٨ مناخ و طقس مصر و أهم المخاطر المحتمله

١-٨ -١ الملامح الرئيسية لمناخ مصر

تقع مصر مناخيا بين المنطقة المدارية ومنطقة العروض الوسطى. خلال فصل الشتاء يتحرك خط الاستواء الحرارى (Thermal Equator) جنوبا حيث يستقر فى نصف الكرة الجنوبى ومن ثم تتأثر جمهورية مصر بالنظم المناخية التى تسود العروض الوسطى حيث تتأثر بالمنخفضات الجوية التى تتكون غرب البحر المتوسط وتتحرك شرقا فوق البحر حيث تستقر فى معظم الأحيان لبعض الأيام فوق قبرص ثم تتحرك شرقا على اليابسة وتضمحل نظرا لبرودة سطح الأرض. تكون هذه المنخفضات

مصحوبة بهواء بارد فى طبقات الجو العليا، لذلك يصاحبها حالة من عدم الاستقرار مصحوبة بسقوط للأمطار على شمال الجمهورية ونشاط للرياح. تمتد حالة عدم الاستقرار وما يصاحبها من سقوط للأمطار ونشاط للرياح جنوبا فى بعض الأحيان عندما يتحرك تيار الهواء النفاث (Jet Stream) الموجود فى طبقات الجو العليا جنوبا مما يسمح للهواء البارد فى طبقات الجو العليا بالتحرك جنوبا فوق المنطقة . ويصل معدل مرور هذه المنخفضات من أربعة إلى خمس منخفضات شهرياً. وخلال الفترة بين المنخفضات تقع الجمهورية تحت تأثير مرتفع جوى بجلب هواء شمالى إلى شمالى شرقى شديد البرودة قادم من شمال أوروبا أو من المرتفع الجوى المتمركز فوق سيبيريا.

وخلال فصل الصيف يتحرك خط الاستواء الحرارى شمالا وتميل المرتفعات الجوية للتمركز فوق الأسطح المائية (نظرا لبرودتها بالنسبة لليابسة) والمنخفضات الجوية فوق اليابسة تتأثر مصر إما بمنخفض الهند الموسمى الذى يمتد غربا حيث يغطى الجمهورية ويجلب معه هواء شرقى شديد الحراره رطب فى بعض الأحيان. وعندما ينحصر منخفض الهند الموسمى شرقا تقع مصر تحت تأثير امتداد المرتفع الجوى الموجود فوق الاطلنطى والذى يجلب هواء شمالى إلى شمالى غربى معتدل يلطف من درجة الحراره.

أما فصلى الربيع والخريف فهى فصول انتقالية بين أنظمة الطقس التى تسود فى فصل الشتاء وتلك التى تسود فى فصل الصيف.

خلال فصل الربيع، تتعرض الجمهورية فى فصل الربيع إلى منخفضات صحراوية تتحرك فوق اليابسة من الغرب إلى الشرق تعرف باسم الخماسين والتى تتسبب فى موجات حاره وعواصف ترابية ويصاحبها ، مع دخول هواء بارد فى طبقات الجو العليا ، حالة من عدم الاستقرار وسقوط الأمطار. كما يمتد أحيانا منخفض السودان الموسمى شمالا. وإذا صاحبه دخول هواء بارد فى طبقات الجو العليا فإن ذلك يؤدى خلال فصل الربيع إلى حالة من عدم الاستقرار الشديدة بصاحبها سقوط الأمطار على سلاسل جبال البحر الأحمر وجنوب سيناء والتى تؤدى إلى حدوث سيول فى هذه المناطق.

فصل الخريف هو فصل إنتقالى بين فصلى الصيف والشتاء حيث تقع البلاد إحيانا تحت تأثير امتداد منخفض السودان الموسمى والذى يصاحبه مع دخول هواء بارد فى طبقات الجو العليا حالة من عدم الاستقرار الشديدة على جنوب البلاد خاصة على سلاسل جبال البحر الأحمر وجنوب سيناء والتى يصاحبها حدوث سيول خلال هذا الفصل، مع اقتراب فصل الشتاء يبدأ ظهور المنخفضات التى تمر

فوق البحر المتوسط (نظام فصل الشتاء) والتى يصاحبها حالة من عدم الاستقرار وسقوط الأمطار على السواحل. يصاحب حالات عدم الاستقرار خلال فصلى الربيع والخريف ، أحيانا ، بعض الظواهر الجوية الحادة . مثل السيول كما أشرنا سابقا . كذلك تتولد بعض المنخفضات ، خاصة فوق المناطق الصحراوية ، صغيرة الحجم تتميز بشدة الرياح والتى تصل أحيانا إلى حد العاصفة تتحرك فى اتجاه الشرق والشمال الشرقى وعادة تضمحل سريعا، مثل ما حدث فى ربيع ١٩٩٧.

١-٨-٢ كوارث الظواهر الجوية ومخاطر الطقس بمصر:

تؤدى التغيرات الحادة في المناخ والطقس (مثل التطرف فى درجات الحرارة والسيول والجفاف والقحط المائي والرياح الشديدة والعواصف والأعاصير) عموماً إلى حدوث الكوارث والأزمات المناظرة، والتي ينجم عنها عادة خسائر جسيمة بشرية ومادية فى البنية الأساسية للمجتمع والتى من شأنها أن تؤثر على الوضع الاقتصادى والاجتماعى السائد بالمجتمع تأثيراً سلبياً . وأهم الكوارث والمخاطر مايلى :

١. وتتعرض مصر عادة للعواصف والأعاصير والنكباء خاصة فى الصحراء الغربية والسلوم ومطروح وصعيد مصر بمحافظات أسوان وقنا ، والتى غالباً ماينجم عنها كوارث ومخاطر[1] مثل إنقلاب البواخر السياحية فى النيل وتدمير أبراج الكهرباء العملاقة .. الخ . بالإضافة إلى تدمير مايعترضها من مبانى وأشجار .

ولقد أصبح من السهل حالياً التنبؤ بالأعصار منذ بداية تكوينه من قبل خبراء الأرصاد الجوية وذلك باستخدام كل من خرائط الطقس وصور الأقمار الصناعية وباستخدام الحاسبات الالكترونية والنماذج العددية مجتمعة، بحيث يتم الإعلان عن قرب وقوع الكارثة وإصدار إشارة تحذير مبكر قبل وقوعها .

٢. السيول بمصر[2] ، حيث تهطل الأمطار الغزيرة على مصر نتيجة نوعين أساسيين من عدم الاستقرار الجوى . النوع الأول : ويستمر كل منها لعدة أيام ، واعتبارا من منتصف شهر نوفمبر

---

(1) أنظر مجلة الأرصاد الجوية ، العدد السابع ، يوليو ١٩٩٧ صفحة ١٤ ومابعدها إلى صفحة ١٧ .

(2) وتتكون السيول من سقوط الأمطار بغزارة على قمم المناطق الجبلية الصغرية ، حيث تتجمع وتأخذ مجرى لها إلى الوديان فتنحدر بسرعة شديدة مدمره كل مايعترضها من طرق وجسور ومنشآت وزراعات.

حتى نهاية شهر مارس . وهى تبدأ بنوة المكنسة حتى نوة العوة وبعدد ١٨ نوة ، تختلف شدة كل منها من عام لآخر .

ومخاطر هذه النوات تكون غالباً على وديان جبال سيناء ووديان هضبة الساحل الشمالى الغربى ، كما قد يمتد تأثيرها لوديان جبال البحر الأحمر ، كما قد تسبب هذه النوات فيضانات على الأراضى الزراعية بالدلتا وكذلك حوادث الطرق والتأثير على الإنتاج والأمن الغذائى بمصر .

أما النوع الثانى : من السيول فتكون غالباً فى فصلى الربيع والخريف مصاحبة لعدة نوات ، بداية من نوة الصليب من بداية شهر أكتوبر حتى نوة باقى غسيل البلح والتى تنتهى فى ١٥ نوفمبر فى الخريف ، ويبدأ تأثيرها فى الربيع بداية من نوة الربيعية الأولى فى أوائل أبريل وتنتهى بنوة الربيعية الثالثة فى مايو .

وتحدث هذه السيول على وديان جبال البحر الأحمر وسيناء بشكل دائم والساحل الشمالى الغربى أحياناً.

٢- نماذج التغيرات المناخية وتقييمها

مقدمة

يعُرف النموذج بوجه عام بأنه تصوير أو تمثيل النظام المراد دراسته في شكل أبسط، آخذا في الاعتبار العوامل أو العناصر (المتغيرات) الأساسية ومهملا ما هو غير أساسى منها، ومركزا على العلاقات والتفاعلات الجوهرية بين هذه المتغيرات بعضها وبعض ومهملا العلاقات غير الجوهرية، ومراعيا للخصائص الهامة لكل من هذه المتغيرات.

ويبنى النموذج عادة إما لمعرفة العلاقات بين المتغيرات بعضها وبعض وإما لإستنباط أو التنبؤ بأحد قيم هذه المتغيرات أو لإيجاد الوضع الأمثل للنظام بمتغيراته وعلاقاته وخصائصه المختلفة.

والنموذج الرياضى الخاص بالتنبؤ بالطقس أو المناخ هو عبارة عن مجموعة من المعادلات الرياضية التفاضلية والتى تكون نظام مغلق لتمثيل الغلاف الجوى، يتم فيه تمثيل معظم وأهم العمليات الديناميكية والفزيائية (على سبيل المثال المعادلات الخاصه بحركة الموائع، الكتلة لا تفنى ولا تستحدث، الطاقة، .....) التى تحدث في الغلاف الجوى.

٢-١ النماذج العددية للتنبؤ بالتغيرات المناخية وأهمية تطويرها

تعتمد دقة النماذج العددية المستخدمة في التنبؤ بالطقس على دقة عناصر الطقس المقاسه (الضغط - درجة الحرارة- الرياح- الرطوبة....) وعلى التغطية الجيده للمناطق المختلفة بهذه البيانات. أما النماذج المستخدمة لدراسة المناخ فإنها تعتمد على الدقة في تمثيل القوى الخارجية والتى تمثل القوى الدافعة للنظام المناخى. وكذلك التغذية المطرده والعكسية في هذا النظام. لذلك فإن التنبؤ بالمناخ والمتغيرات المناخية يتطلب معرفة جيده بعناصر النظام المناخى (الغلاف الجوى- المحيطات- الغلاف الثلجى- الأرض - الغلاف الحيوى- العمليات الديناميكية والفيزيائية التى تحدث فيها والتفاعلات بين هذه العناصر. وقد قام البرنامج العالمى لأبحاث المناخ، بتبنى عمليات تطوير النماذج الرياضية المستخدمة في التنبؤات بالتغيرات المناخية والتى تأخذ في الاعتبار تأثير الأنشطة البشرية على النظام المناخى. كما قام بتطوير نماذج تجمع بين عنصرى النظام المناخى (الغلاف الجوى- المحيطات).

وتعتمد دقة النماذج المستخدمة في التنبؤ بالمناخ والتغيرات المناخية، كما أشرنا سابقا، على الدقة في تمثيل القوى الدافعة للنظام المناخى. ولما كان الاهتمام العالمى الحالى هو التعرف على التغيرات المناخية التى يمكن أن تحدث مستقبلاً نتيجة للأنشطة البشرية المتزايدة في مجال التنمية الاقتصادية والاجتماعية بهدف محاولة الحد من التغيرات السلبية وإيجاد الحلول لذلك بما لا يتعارض مع إستدامة التنمية IPCC خاصه في الدول النامية، فقد قامت اللجنة الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية IPCC بتطوير مجموعة من السيناريوهات باستخدام عناصر إقتصادية واجتماعية مختلفة أهمها على سبيل المثال:

- النمو السكانى العالمى.
- معدل نمو الناتج والنمو الاقتصادى.
- أنماط الأنتاج والاستهلاك.
- إستخدامات الأراضى.
- التطور في إستخدام بدائل الطاقة والطاقة المتجدده.
- التقدم التكنولوجى.

وذلك لتمثيل الأنشطة البشرية، كقوه دافعه في النظام المناخى، ولمراعاتها في النماذج العدديه التى تشمل الغلاف الجوى والمحيطات والخاصه بالتنبؤ بالمناخ والتغيرات المناخية المتوقعة مستقبلاً.

وقد ساعدت الدراسات التى تم انجازها في التعرف على المشكلة وتأثير الأنشطة البشرية على النظام المناخى، كما أوضحت أيضا أن التغيرات المناخية المحتمله مستقبلا غير متماثلة في التوزيع فوق سطح الكره الأرضية، بمعنى أن بعض المناطق يمكن أن تتعرض لزيادة كبيرة في درجة الحراره وبعضها قد يعانى من انخفاض في درجة الحرارة. كذلك بعض المناطق قد تصبح أكثر رطوبة وبعضها قد يتعرض لموجات من الجفاف. كما أوضحت مدى تأثير الظواهر الجوية الحاده على بعض المناطق بالعالم.

من هنا تظهر الحاجة لضرورة القيام بالدراسات والأبحاث في مجال محاكاة التغيرات المناخية المحتمله على مستوى اقليمى وذلك ببناء وتطوير نماذج إقليمية لإسقاطات المناخ المستقبليه.

وتعتمد النماذج العالمية للتنبؤ بالمناخ والتغيرات المناخية في تشغيلها على شبكة من النقاط، للمدخلات والمخرجات من بيانات ومعلومات، موزعة على سطح الكره الأرضية والغلاف الجوى، المسافة بين نقاطها كبيرة تتناسب مع الغرض من إستخدامها. والمشاكل (والقيود أو الصعاب المثارة هنا هى الوقت اللازم لاجراء العمليات الحسابية حيث تتوافر الحاسبات العملاقة حالياً (Computational time.

كما أن هذه الشبكة لا تستطيع معالجة أو الأخذ في الاعتبار القوى الدافعة للنظام المناخى صغيرة النطاق والتى تعتبر ذات تأثير هام في التنبؤ بالتغيرات المناخية على المستوى الاقليمى أو المحلى. كذلك فإن بعض العمليات الديناميكية أو الفيزيائية ذات النطاق الصغير يتم إدخالها في النماذج العالمية عن طريق استخدام المعلمات، وهذا سوف يحد بطبيعة الحال من إمكانية استخدام النماذج العالمية للمناخ في محاكاه التغيرات المناخية الإقليمية أو المحلية. لذلك فإنه من الضرورى تطوير طرق أو نماذج للتنبؤ بالتغيرات الإقليمية.

٢-٢ طرق التنبؤ بالتغيرات المناخية الإقليمية

هناك تقنيتان تم إستخدامهما مؤخرا لدراسة هذه التغيرات المناخية الإقليمية وهما :

٢-٢-١ التقنية الاحصائية

هذه التقنيه شبه تجريبية تعتمد على إيجاد علاقات احصائية بين عناصر المناخ على المستوى العالمى والعناصر على المستوى الاقليمى. وتستخدم هذه العلاقات بعد ذلك في التنبؤ بالتغيرات الإقليمية للعناصر المناخية باستخدام نواتج النماذج العالمية للمناخ. هذه الطريقة لا تعطى تقييم دقيق للتغيرات المناخية الإقليمية حيث أنها تحتاج، على سبيل المثال، إلى سجل زمنى طويل من البيانات المناخية الكثيفة وذلك غير متوفر حاليا في معظم المناطق. كذلك فإن القوى الدافعة للنظام المناخى على المستوى الاقليمى وتفاعلها مع مثيلاتها على المستوى العالمى لا تدخل مباشرة في هذه الطريقة. كما أن المخرجات من النماذج العالمية للمناخ لازالت محل تدقيق.

٢-٢-٢ النماذج العددية

تعتمد هذه الطريقة على حقيقة أن المسافة بين النقاط في الشبكة المستخدمة لإدخال البيانات اللازمة لتشغيل النماذج العالمية للمناخ، تعتبر كبيره بحيث لا تسمح بادخال تأثير القوى الدافعة صغيرة النطاق أو تمثيل بعض العمليات الديناميكية أو الفيزيائية بطريقة مباشرة. بناء على ذلك فإن هذه التقنية تعتمد على زيادة عدد النقاط أو كثافة شبكة إدخال البيانات في المنطقة التى تخضع للدراسة بما يسمح بإدخال القوى الدافعة صغيرة النطاق والمؤثرة في النطاق الاقليمى أو العمليات الفيزيائية والديناميكية صغيرة النطاق.

وهناك عدة طرق مستخدمة في هذا المجال أكثرها ملائمة تقنيتان هما:

٢-٢-٢-١ زيادة كثافة الشبكة أو جزء منها "لشريحة زمنية" فى النماذج العالمية

تشمل هذه الطريقة إختيار أحد النماذج العالمية للتنبؤ بالمناخ وتطويره من حيث تحديد الفترة الزمنية المراد دراستها وزيادة كثافة النقاط الشبكية خلال تلك الشريحة الزمنية أو إستخدام شبكة متغيرة الكثافة يتم زيادة كثافة النقاط الشبكية في المنطقة المراد دراستها.

٢-٢-٢-٢ بناء نموذج إقليمى لمنطقة محددة المساحة

تطوير نموذج عددى لمحاكاة التغيرات المناخية يناسب المنطقة محددة المساحة موضع الدراسة بحيث تكون كثافة النقاط الشبكية فيه كبيرة لكى تسمح بإدخال تأثير القوى الدافعة ذات النطاق الصغير، ولكى تسمح كذلك بالتعامل مع العمليات الفيزيائية والديناميكية ذات النطاق الصغير بطريقة مباشرة. وبحيث يسمح إدخال تأثير القوى الدافعة ذات النطاق الكبير وذلك بإدخال متزامن لنواتج النماذج العالمية للتنبؤ بالمناخ علي حواف النوذج الأقليمي On the boundaries.

٢-٣ استخدام النمانج العالمية للمناخ كأداه للتنبؤ بالتغيرات المناخية المتوقعة وتقييمها:

اعتمدت الـ IPCC في التقارير التى أصدرتها على الدراسات والأبحات والنتائج التى تم التوصل إليها باستخدام نماذج عالمية للنظام المناخى لعمل إسقاطات للتغيرات المناخية المحتملة مستقبلاً نتيجة للتغيرات في القوى الدافعة للنظام المناخى والتى ترجع للأنشطة البشرية. و يتم عادة الحكم على مصداقية هذه النماذج من خلال إمكانية محاكاتها للسوابق التاريخية أو المناخ خلال فترة سابقة.

٢-٣-١ تقييم النماذج المناخية

استعرض التقرير الرابع الطرق المستخدمة في تقييم النماذج. وحيث أن النماذج المناخية أنظمة معقدة للغاية تحتوى على عدة عناصر. فمن الطبيعى أن يتم إختبار هذه النماذج على مستوى النظام ككل عن طريق تشغيل النموذج بالكامل ومقارنة المخرجات بالقياسات المختلفة. هذه الطريقة يكتنفها العديد من المشاكل والتى يصعب التعرف عليها نظراً لطبيعة النماذج المعقدة. لذلك يتم اختبار النماذج على مستوى العناصر المكونة له وذلك عن طريق فصل هذه العناصر واختبارها بعيداً عن النموذج ككل. فعلى سبيل المثال فقد تم اختبار الطرق العددية المستخدمة في إنشاء النماذج من خلال مجموعات العمل الخاصة بدراسة المعادلات التفاضيلية الجزئية فوق كرة. أما المدخلات التى يصعب قياسها ويتم إدخالها كمعلومات أو قيم عن تشغيل النموذج فإنه يتم إختبارها عن طريق بعض البرامج الخاصه مثل برنامج القياسات الخاصه بالإشعاع في الغلاف الجوى (ARM) وتجربة الطاقة ودوره المياة (GEWEX) ودراسة نظم السحاب العالية (GCSS).

ويعتبر تقييم النماذج بهذه الطريقة عن طريق تقييم عناصرها تقييم غير دقيق حيث أن هذه العناصر تتفاعل مع بعضا البعض و يهمل التأثير المتبادل بينها. لذلك فمن الأفضل إختبار النموذج ككل من خلال محاكاه المناخ في فترة سابقة أو حاليه أو حتى من خلال استخدامه في التنبؤ بالطقس.

٢-٣-٢ المقارنة البينية بين النماذج (AMIP)

في مجال تقييم النماذج، قامت الـ IPCC بتكوين منظومة من ٢٣ نموذج من النماذج العالمية المستخدمة في بعض المراكز العالمية في الولايات المتحدة وأوروبا وروسيا والصين واليابان وتشغيل هذه النماذج تحت ظروف قياسية متشابهة ومقارنة المخرجات. كما قامت بإعداد منظومة من المخرجات (Multi Model Data MMD) وإتاحة هذه المعلومات للدراسين والباحثين في أرشيف خاص للدراسة.

٢-٣-٣ أهم أوجه التقدم والقصور في عملية النمذجة

أشار التقرير الرابع إلى حدوث العديد من أوجه التقدم في عملية النمذجة منذ التقرير الثالث. هذا التقدم يمكن حصره فى المحاور الثلاث الآتية :-

- التقدم في محور الديناميكا ويشمل تصميم النقاط الشبكية الأفقى والرأسى.
- إدخال العديد من العمليات الفزيائية في النماذج على مثال نمذجة عمليات العوالق وسطح البحر وثلج البحار.
- صياغة بعض العمليات الفيزيائية في صورة معلمات (Parameterization) .

وعلى الرغم من ذلك فمازال هناك بعض المصاعب. على سبيل المثال، هناك العديد من العمليات الهامة التى تحدد مدى إستجابة النموذج للتغير في القوى الاشعاعية الدافعة والتى لم تحلل بسبب ضعف كثافة شبكة النقاط المستخدمة في إدخال البيانات والمعلومات للنماذج. كذلك تكون السحب وعمليات المزج الناتجة عن التيارات البحرية.

وفيما يلى أهم أوجه التقدم وبعض أوجه القصور في محاكاه العمليات المختلفة في عناصر المناخ:

٢-٣-٣-١ الغلاف الجوى

- تطوير طرق حل المعادلات التفاضلية.

- زيادة الكثافة الأفقية والرأسية لشبكة النقاط والتى تسمح بتمثيل العمليات صغيرة النطاق. هذه العملية ليست مطلقة إنما يحكمها زمن تشغيل الحاسب ومن ثم تكاليف التشغيل.
- المعلمة، يشمل هذا العنصر المناخى (الغلاف الجوى) عمليات فيزيائية متنوعه، مثل عمليات تكون السحب، العمليات الاشعاعية وعمليات الطبقة الحديه (boundary layer)، والتى تتفاعل أيضا مع بعضها البعض في نطاقات زمنية ومساحية مختلفة. ونظراً لمحدودية نقاط الشبكة الخاصه بالنموذج فإن كثيراً من هذه العمليات لم يتم تحليلها أو التعامل معها في النماذج بطريقة مقبولة ومرضية، لذلك يتم الاعتماد على إستخدام المعلمات في التعامل معها وإدماجها فى النموذج. الأختلاف في طرق حساب المعلمات هو أحد أسباب الأختلاف بين مخرجات النماذج. الشوائب أيضا والتى لها دور هام في النظام المناخى تم التعامل معها عن استخدام المعلمات.

من المعروف أن زيادة درجة الحرارة سوف تؤدى إلى زيادة البخر وزيادة كميات السحب ومن ثم تأثر القوى الدافعة الإشعاعية وهو ما يسمى بالتغذية العكسية. ومازالت عمليات التغذية العكسية تمثل وجه من أوجه القصور في محاكاه النماذج للغلاف الجوى خاصة السحب في الطبقة السفلى من التربوسفير وسحب تيارات الحمل.

٢-٣-٣-٢ المحيطات

- تطوير النماذج شمل أيضا إستخدام محاور غير المحاور الكرتيزية خاصه في المحور الرأسى والتى ساعدت في التغلب على بعض الصعاب لكن هناك بعض المسائل التى تحتاج لمزيد من الدراسة مثل العلاقة غير الخطية بين درجة الحرارة والملوحة والضغط والكثافة.
- زيادة كثافة النقاط الشبكية.
- أشار التقرير إلى التقدم في تمثيل بعض العمليات في المحيطات خاصه التدفق الأفقى والرأسى للحرارة والمياه العذبة بالارتكاز على استخدام المعلمات. كذلك إستبعدت بعض النماذج فرضية أن سطح المحيط هو سطح أصم (أى استبعدت طرق ضبط إفتراضية لتدفق الحرارة والرطوبة لأعلى) واستعاضة عنها بطرق متقدمة لمعلمة هذه العمليات باستخدام المعلمات.

٢-٣-٣-٣ العمليات الأرضية

- سطح الأرض

أهم التقدم المتعلق بالغلاف الحيوى هو إدخال دورة الكربون والتى تشمل النبات ودورة الكربون في التربة، الأمر الذى أدى إلى دخول عمليات تغذية عكسية في النظام المناخى مثل تأثير زيادة ثانى أكسيد الكربون على الغلاف الحيوى. مع ذلك هناك العديد من المسائل التى لم تحل مثل مقدار استفاد ثانى أكسيد الكربون والذى مازال غير يقيني. كذلك تأثير زيادة ثانى أكسيد الكربون على النبات وكربون التربة. ويعتبر معدل تغذية التربة بثانى أكسيد الكربون حتى التشبع أحد نقاط القصور وعدم اليقين في دور عمليات التغذية العكسية للغلاف الجوى. كما أن هناك تقدم في معالجة العمليات الخاصة بمصبات الأنهار ومساراتها والجليد والبخر وإدخال المياه الجوفية في أنظمة سطح الأرض. لذلك إتجهت العديد من الدرسات لبحث إمكانية النماذج في الاستجابة للغلاف الحيوى الأرضى ككل بدلا من بحث إستجابة النماذج لواحد أو إثنين من هذه العناصر.

- عملية التغذية العكسية لرطوبة التربة في نماذج المناخ

دور سطح الأرض هو تخزين الرطوبة والتحكم في عملية البخر. ولقد تم دراسة علاقة رطوبة التربة بالهطول (المطر) وعملية التغذية العكسية التى تشملها بكثافة منذ التقرير الثالث، ولكن من غير الواضح حتى الآن كيفية مقارنة نواتج النماذج الخاصة بمحاكاة رطوبة التربة بالقيم المقاسه في نقط محدودة أو عن بعد. لذلك فإن عملية تقييم محاكاه النماذج لرطوبة التربة أو التغير فيها لازالت غير مرضية. على وجه العموم، فإن عدم اليقين في عملية ازدواج الغلاف الجوى وسطح الأرض له علاقة بمدى صحة محاكاة عملية التغذية العكسية بين الغلاف الجوى وسطح الأرض.

٢-٣-٣-٤ الغلاف الجليدى

- الجليد الأرضى

النماذج الخاصة بطبقة الجليد الأرضية لم يتم إدخالها في معظم النماذج العالمية ولكن يجرى تشغيلها باستخدام نواتج النماذج العالمية (كقوى دافعة). هناك بعض النماذج التى قامت بالازدواج

بين هذه النماذج. هناك إختلاف في الفترة الزمنية لزوبان الغطاء الثلجى لجرين لاند بين نماذج الغطاء الثلجى والنماذج العالمية المزدوجة حيث لم تشمل نماذج الغطاء الثلجى بعض العمليات التى تؤدى إلى تغيرات ديناميكية سريعة في الغطاء الثلجى. كما أن الأنهار الجليدية (glacier) والقمم الثلجية لم تأخذ في الاعتبار في النماذج العالمية نظرا لنطاقها الصغير وتأثيرها المحدود في عملية التغذية العكسية على النطاق الكبير.

- **ثلج البحار**

عادة ما تتكهن مركبات ثلج البحار في النماذج العالمية للمناخ المزدوجه (الغلاف الجوى- المحيط) بسمك الثلج والغطاء الجزئى والعمق الجليدى ودرجات الحرارة السطحية والداخلية والسرعة الأفقية. كما أن بعض النماذج أدخلت التنبؤ بملوحة ثلج البحار. كما أن تحديد الالبيدو الخاص بثلج البحار قد اعتمد بطريقة غير مرضية على سمك ومساحة الغطاء الثلجى. هناك تقدم منذ التقرير الثالث في معالجة ديناميكا ثلج البحار. أما بخصوص الديناميكا الحرارية لثلج البحار فإن التقدم مازال بطئ حيث أنه لازال هناك قصور فيما يتعلق بافتراض ثبات التوصيليه Conductivity والسعه الحرارية للثلج والجليد ومعالجة الجيوب الملحية في الثلج كمصدر للطاقة وسمك طبقة الثلج حيث أن توزيعات سمك الثلج تمكن من محاكاة أكثر دقة للتغيرات الديناميكية الحرارية لمعدل نمو وإنصهار الثلج والتى لها تأثير هام على الالبيدو الخاص بثلج المحيطات خلال عمليات التغذية العكسية.

٢-٣-٣-٥ نمذجة العوالق وكيمياء الغلاف الجوى

حدث تقدم في معالجة تأثير العوالق في النماذج العالمية للمناخ وقد ساهم مشروع المقارنة البينية لنماذج العوالق في تحسين فهم عدم اليقين في تقديرات النماذج وتخفيضها. كذلك فإن إضافة أرصاد السحب قد أدت إلى زيادة الثقة في تقدير التأثير المباشر وغير المباشر للعوالق كقوى دافعه للنظام المناخى، مع ذلك فهذه العمليات تحتاج لمزيد من البحوث.

ومن المعروف والملاحظ أن كيمياء الغلاف الجوى لم يتم إدخالها بصفة عامة في النماذج مع أهميتها في تعديل تركيزات غازات الاحتباس الحرارى مثل تحويل ثانى أكسيد الكبريت والدايوميثايل سلفايد إلى عوالق كبريتيه.

٢–٣–٣–٦ التقدم في عملية محاكاة الواقع

بعض المجموعات العاملة في المجال طورت برامج تسمح بالربط بين بعض عناصر المناخ المختلفة، مثل إزدواج الغلاف الجوى والمحيطات وجليد البحار والتربة التى تم تطويرها في المركز الأوروبى والتى إستخدمت في كثير من المراكز البحثية، إلا أن الأمر يحتاج بالضرورة إلى أهمية الربط بين معظم عناصر المناخ الهامة فى النماذج لمحاكاة الواقع عن طريق تطوير البرامج التى تسمح بذلك.

٢–٣–٣–٧ تنظيم أو ضبط عمليات التدفق (الفيض)

إعتمدت النماذج فى السابق على إستخدام قيم إفتراضية لتنظيم وضبط عمليات تدفق الحرارة والمياة وكمية الحركة وخاصة بين الغلاف الجوى والمحيطات. و قد أمكن التغلب جزئيا على هذه المشكلة عن طريق إستخدام البيانات المقاسة لبعض عناصر الطقس كبيانات أولية لحساب التدفق بطريقة غير مباشرة.

٢–٤ النماذج المناخية والاحتياجات الإقليمية والمحلية

كما أشرنا سابقا، يعتبر المناخ أحد الموارد الطبيعية والعناصر البيئية الهامة خاصه بالنسبة للدول النامية. يهدف الاهتمام العالمى الحالى بالمناخ إلى حماية النظام المناخى لفائدة الجيل الحالى والأجيال القادمة مع مراعاة البعد الاقتصادى والاجتماعى فى الدول المختلفة أو ما يسمى بالتنمية المستدامة.

وتتوقع معظم الدراسات التى تمت في هذا المجال باستخدام النماذج الرياضية زيادة في متوسط درجة حرارة الكرة الأرضية خلال القرن، أدى ذلك إلى ضرورة التعاون الدولى للتصدى لهذه الزيادة والحد من التأثيرات المترتبة عليها. كما أظهرت الدراسات إختلاف هذه التغيرات من مكان لآخر وضرورة إجراء دراسات التغيرات المناخية على المستويين الإقليمى والمحلى حيث سوف تمكن هذه الدراسات متخذى القرار من وضع الخطط المناسبة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية والتى تراعى استدامة التنمية.

٢-٤-١ الدراسات الإقليمية

يمكن تقسيم الدراسات الإقليمية المطلوبة إلى قسمين، الأول على مستوى المنطقة العربية والثانى لدول حوض النيل.

٢-٤-١-١ المنطقة العربية

إذا أخذنا في الاعتبار المنطقة العربية الممتده من المحيط الأطلنطى غربا حتى الخليج العربى شرقا. سوف نلاحظ الآتى:

- تتميز هذه المنطقة بمناخ فريد حيث أنها تقع بين المنطقة المدارية ومنطقة العروض الوسطى.
- معظم المنطقة صحارى قاحلة وكثافة شبكات رصد عناصر الطقس فيها ضعيفة نظرا لصعوبة المعيشة هناك وبالتالى فإن بيانات الأرصاد الجوية قليلة.
- تفتقر المنطقة حالياً للدراسات الخاصة بالمناخ والتغيرات المناخية المتوقعة مستقبلاً.
- هناك العديد من المشاريع العملاقة للتنمية في بعض المناطق، على سبيل المثال تنمية جنوب الوادى وسيناء في مصر والمشاريع الزراعية وإستصلاح الأراضى في بعض الدول العربية والتى سوف تؤدى إلى تغيرات في إستخدام الأراضى ولما لها من تأثير في المناخ وبالتالى على التنمية الاقتصادية والإجتماعية.

الإجراءات الإقليمية المطلوبة

يمكن تلخيص الإجراءات المقترحة إقليميا فيما يلى:-

- حث مرافق الأرصاد الجوية ومرافق البيئة في هذه الدول على التعاون ووضع البرامج الخاصة بدراسة هذه المشكلة بالتعاون مع القطاعات التى لها علاقة بالمشكلة مثل الزراعة، الرى، الصناعة، الطاقة، المجتمعات العمرانية...الخ. خاصة في مجال وضع السيناريوهات الخاصة بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية المتوقعة مستقبلاً.
- الاهتمام بتطوير وصيانة شبكات الأرصاد الجوية والعناصر البيئية وزيادة كفاءتها وذلك لتوفير قواعد البيانات اللازمة للتحليل وتشغيل النماذج المناخية.
- زيادة الاهتمام بكثافة شبكات الرصد ومحاولة تغطية الصحارى بالبيانات باستخدام التقنيات الحديثة، مثل الاستشعار عن بعد، كذلك الاهتمام بمحطات الارصاد الجوية التى لها سجل طويل من البيانات وضرورة إستمرارها نظرا لأهميتها في الدراسات المناخية.

- إنشاء مشروع لتطوير نموذج إقليمى خاص بالتنبؤ بالتغيرات المناخية بالتعاون بين الدول العربية.
- بناء القدرات للكوادر العاملة في المشروع من خلال برامج التدريب المحلية والدولية والمشاركة في المؤتمرات العلمية.
- التعاون مع المراكز العالمية المتخصصة في مجال بناء وتشغيل النماذج المناخية وتحليل المعطيات.
- إنشاء بنك للبيانات والمعلومات.

٢-٤-٢ دول حوض النيل

يعتبر نهر النيل هو المصدر الرئيسى للمياه العذبة بالنسبة لمصر. تشير الدراسات إلى أن آية تغيرات مناخية مستقبلاً سوف يكون لها تأثير بطبيعة الحال على الأمطار في منابع النيل ومن ثم إيراد النهر من المياه. لذلك من الأهمية بمكان دراسة هذه التغيرات حيث أن ذلك يمس الأمن المائى بالنسبة لمصر.

تقع منابع النيل في المنطقة الاستوائية تقريبا ويمتد المجرى خلال المنطقة المدارية والمنطقة تحت المدارية حتى يصل إلى المصب في البحر الأبيض المتوسط. تأثير أى تغيرات مناخية محتمله مستقبلا على إيراد النيل من المياه سوف يشمل عاملين رئيسيين هما:

- التغيرات المحتمله في كمية الأمطار الساقطة على المنابع سواء بالزيادة أو بالنقص.
- زيادة الفاقد نتيجة لإرتفاع درجة الحرارة ومن ثم البخر.

الأجراءات المطلوب إتخاذها تشمل أساسا التعاون بين دول حوض النيل في مجال المناخ والتغيرات المناخية المؤثرة على نهر النيل. حيث أن دول حوض النيل في سبيل توقيع إتفاقية مشتركة فإننا نقترح أن تتضمن بندا خاصا بدراسات مشتركة للتغيرات المناخية المحتملة وطرق الحد منها أو تقليل الآثار المترتبة عليها والتكييف معها على أن تشمل:

- تطوير شبكات الرصد الخاصة بعناصر الطقس والبيئة.
- محاولة تطوير نموذج عددى للتوقعات المناخية المستقبلة بالاستعانة بالمراكز العالمية المتخصصة.
- بناء القدرات في هذا المجال من خلال تبادل الخبرات وبرامج التدريب والمشاركة في المؤتمرات العلمية.
- إنشاء بنك للمعلومات لإمداد الباحثين في هذا المجال بالبيانات والمعلومات.

٢-٤-٣ الدراسات المحلية

كما أشرنا سابقا هناك إهتمام عالمى بالتغيرات المناخية المحتملة مستقبلاً نتيجة للأنشطة البشرية. وقد أشارت الدراسات إلى أن هذه التغيرات سوف تختلف من مكان لآخر. ومن ثم كان هناك إهتمام بالدراسات الإقليمية والمحلية لتقييم هذه التغيرات على المستوى الإقليمى والمحلى ووضع الاستراتيجيات اللازمة لتخفيف الآثار المترتبة على ذلك والتكييف معها.

اهتمت الدولة في السنوات الأخيرة بعدد من مشروعات التنمية العملاقة وعلى رأسها مشروع توشكا في جنوب البلاد لاستزراع ما يقرب من مليون فدان والذى يشمل أيضا إقامة المجتمعات السكانية في هذه المنطقة. كذلك مشروعات التنمية الاقتصادية والاجتماعية في شبه جزيرة سيناء والتى تضم ضمن مشروعات إخرى استزراع حوالى أربعمائة ألف فدان شرق قناة السويس وحوالى مائتى ألف فدان غربها. بالإضافة إلى المشروعات الصناعية ومناطق التجارة الحره شرق بورسعيد وغرب خليج السويس. وتحتاج هذه المشروعات العملاقة إلى جانب التخطيط الجيد وتوفير التمويل اللازم إلى معرفة جيده بالأحوال المناخية السائدة والتغيرات المناخية المحتملة مستقبلاً إقليميا ومحليا وكذلك معرفة تأثير مشروعات الاستزراع خاصة في جنوب الوادى والتى تشمل تحويل مساحات شاسعة من الأراضى الصحراوية إلى أراض زراعية على مناخ هذه المناطق الأمر الذى يتطلب ما يلى:-

- توافر شبكات الرصد الخاصة بعناصر الأرصاد الجوية والبيئية، حيث تفتقر شبكات الرصد الحالية إلى التمثيل والتغطية الجيدة خاصة المناطق الصحراوية. لذلك، يجب إعطاء أولوية لتطوير وتعظيم شبكات الرصد الحالية وتزويدها بالتقنيات الحديثة لمعالجة هذا القصور.
- تطوير النماذج العددية للتنبؤات المناخية واستخدامها:

الاهتمام بالدراسات الخاصة باستخدام النماذج العددية في الدراسات المناخية والتنبؤ بالمناخ والتغيرات المناخية ذات النطاق الصغير خاصة Micro Climate وتطوير النماذج العددية الخاصة بذلك، بالإضافة إلى الدراسات الإقليمية.

– التنسيق بين قطاعات الدولة المختلفة (الزراعة، والرى،الصناعة، الطاقة، المجتمعات العمرانية، هيئة الأرصاد الجوية، وزارة البيئة،...الخ) في وضع السيناريوهات الخاصة بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية لتوفير البيانات والمعلومات اللازمة لتشغيل النماذج العددية.

– بناء القدرات في هذا المجال عن طريق التدريب في المراكز العالمية المتخصصة والمشاركة في المؤتمرات العلمية والتعاون مع المراكز العالمية في الدول المتقدمة . من الجدير بالذكر، أن الهيئة العامة للأرصاد الجوية لديها الخبرة في مجال تطوير وتشغيل النماذج العددية وتقوم حالياً بتشغيل نموذج عددى محدود المساحة للتنبؤ بالطقس بصفة روتينية.

– إنشاء بنك للبيانات والمعلومات الخاصة بهذا المجال

٣ أهم النتائج و التوصيات

٣ – ١ أهم النتائج

٣-١-١ نتائج عامة:

(١) قضية التغيرات المناخية العالمية ماهى إلا تغيرات ناتجة من تغيرات طبيعية للنظام الشمسى ودورات ثانى أكسيد الكربون والمحيطات والغطاء الجليدى ، وتأثير النشاط البشرى فيها محدود جداً .

(٢) قضية ارتفاع منسوب سطح البحر وغرق الدلتا نتيجة للتسخين العالمى هى قضية وهمية وغير مؤكدة وترتكز على آراء غير المتخصصين بعلم التغيرات المناخية بالإضافة إلى تقارير دولية غير مؤكدة حتى الآن .

(٣) النظام المناخى هو نظام غاية فى الصعوبة والتعقيد ولم يصل أى مركز عالمى حتى الآن إلى معرفة محصلة كل المؤثرات على التغير المناخى .

(٤) النماذج المناخية مازالت حتى الآن فى طور التطوير ، ونتائجها مازالت غير دقيقة بدرجة عالية من التيقن .

٣-١-٢ نتائج تفصيلية

(١) المناخ هو وصف لحالة الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية والذى نعيش فيه. يعتبر المناخ من أهم الموارد الطبيعية و الذي يؤثر فى ويتأثر بالأنظمة الحياتية على سطح الكرة الأرضية.

(٢) النظام المناخى هو نظام ديناميكي مركب ومعقد يتكون من عدد من العناصر و يتأثر بالتغيرات التى تحدث فيها والتفاعلات فيما بينها. كما أن القوى الدافعة الرئيسية له هى الطاقة الشمسية. ويتميزكذلك بوجود تقلبات طبيعية ذات نطاقات زمنية ومساحية مختلفة.

(٣) أوضحت بعض التجارب التى إجريت باستخدام النماذج العددية بأن مضاعفة نسبة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى سوف تؤدى إلى زيادة ما في درجة حرارة الغلاف الجوى و الي تغيرات مؤثرة فى النظام المناخى ومن ثم فى نظام الأرض–الغلاف الجوى.

(٤) بدأ الاهتمام العالمى بهذه الظاهرة حيث تم تعريف ظاهرة الاحتباس الحرارى وغازات الاحتباس الحرارى والتغير فى نسب تركيزاتها فى الغلاف الجوى الناتج عن الأنشطة البشرية وتأثير ذلك على الاتزان الاشعاعى لنظام الأرض–الغلاف الجوى ومن ثم المناخ .

(٥) وحيث أن المناخ لايعرف الحدود بين الدول فقد بدأ إنشاء البرامج لدراسة وبحث هذه الظاهرة والآثار المترتبة عليها كما تم إنشاء اللجنة الحكومية المعنية بالتغيرات المناخية بالتعاون بين وكالات الأمم المتحدة المتخصصة لتقييم هذه الدراسات والبحوث والتوصية بالإجراءات المطلوب تنفيذها للحد من هذه التغيرات السلبية ومحاولة تخفيف الآثار المترتبة عليها والتكييف معها وذلك لمساعدة لمتخذى القرار وصناع السياسة.

(٦) اعتمدت الدراسات والأبحاث فى هذا المجال على بناء نماذج عددية للتنبؤ بالمناخ (على غرار النماذج العددية المستخدمة للتنبؤ بالطقس) تمثل العمليات الديناميكية والفيزيائية التى تحدث فى عناصر النظام المناخى. كذلك إضافة القوى الدافعة الناتجة عن الأنشطة البشرية للنظام المناخى.

(٧) أثبتت الدراسات المتعلقة بتقييم النماذج قصورها فى تمثيل بعض العمليات الديناميكية والفيزيائية الهامة وكذلك عمليات التغذية العكسية المؤثرة والعمليات ذات النطاق الصغير زمنيا ومساحيا، التى يحكمها التقنيات الخاصة بالنماذج من حيث كثافة شبكات التشغيل الخاصه

بالمداخلات والمخرجات ومن ثم فهناك درجة من عدم اليقين فى مخرجات هذه النماذج. أما السحب والعوالق وكيمياء الغلاف الجوى فمازالت تحتاج لمزيد من الدراسة حيث أنها تمثل قصور شديد فى كفاءة النماذج.

(٨) هناك حاليا اختلاف فى الراى حول مدى أهمية وتأثير الأنشطة البشرية على النظام المناخى حيث يرى بعض العلماء أن تأثير الأنشطة البشرية صغير جداً ويمكن إهماله إذا ما قورن بالتغيرات الناتجة من قوى دافعة طبيعية مثل النشاط الشمسى والرياح الشمسية وحركة الصفائح التكتونية.

(٩) كما يرى بعض الباحثين أيضا أن زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى سوف تؤدى إلى تبريد الغلاف الجوى كما أن هذه الزيادة سوف يكون لها تأثير ايجابي على إنتاج المحاصيل الزراعية.

(١٠) النماذج العالمية للمناخ لا تحاكى بدقة العمليات الفيزيائية والديناميكية الخاصة بالنظام المناخى خاصة العمليات ذات النطاق الصغير مثل النظام الخاص بالسحب والهطول وديناميكيتها، العوالق وعلاقتها بالاتزان الاشعاعى، عمليات التغذية العكسية المرتبطة بسائر العناصر المناخية. كما أنها (النماذج العالمية) تعبر عن المتوسط العالمى للعناصر المناخية (مثل التغير في المتوسط العالمى لدرجة الحرارة).

(١١) قصور شبكات الرصد الخاصة بقياس العناصر المناخية على المستوى الأقليمى والمحلى (بمصر) لتغطية كافة المناطق المدروسة بدرجة كثافة مقبولة.

(١٢) وجود قصور في القدرات والإمكانيات المتاحة لبناء النماذج المناخية المحلية والإقليمية، مع العلم بأن هناك بعض القدرات المتاحة بالهيئة العامة للأرصاد الجوية فيما يتعلق ببناء واستخدام النماذج الخاصة بالطقس، هذا القصور يتبلور فيما يلى:-

أ. عدم التغطية المثلى لشبكات الرصد المتاحة للمنطقة موضع البحث.

ب. قصور قواعد البيانات والمعلومات.

ت. عدم وجود إتصالات فعاله بين قطاعات الدولة المختلفة المعنية بالتغيرات المناخية (مثال عدم تمثيل كل الأجهزة المعنية في الاجتماعات الدولية، بالإضافة إلى ضعف التنسيق بين الأجهزة بعضها وبعض).

(١٣) قصور فى إجراء الدراسات الإقليمية والمحلية للمناخ والتغيرات المناخية والتى تشمل :-

ث. المنطقة العربية الممتده من المحيط الأطنطلى غربا حتى الخليج العربى شرقاً (خاصة شمال أفريقيا) والتى تتميز بأنماط مناخية متقاربة.

ج. منطقة حوض وادى النيل مع مراعاة أنها تتضمن أنماط مناخية متباينة، الأمر الذى يستلزم بالضرورة تقسيمها الي مناطق جزئية متشابه الأنماط المناخية.

٣-١-٣ أهم التوصيات

يتبين من التحليل السابق عرضه اننا يجب أن نركز علي الرأي الثاني و الثالث للعلماء و الذي يتبني فكرة أن التغيرات المناخية تتأثر بالدرجة الأولي بدورات الإشعاع الشمسي و الغلاف الجوي و الإشعاعات و التضاريس و البحار و المحيطات و الغطاء الثلجي و التيارات البحريه و البراكين و العكاره الجويه و الرياح الشمسيه أكثر من تأثرها بالأنشطه البشريه و التي تؤثر تأثيراً هامشياً. وهذا يعني ضرورة إعطاء وزن و أهميه لهذه العناصر أكبر بكثير من وزن و أهمية الأنشطة البشرية المؤدية الي تغير إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة الأنشطة البشرية الي الفضاء الجوي، الأمر الذي يعني :

أولاً: اننا يجب ان نركز في سياساتنا و استراتيجياتنا علي إجراءات التكيف مع التغيرات المناخية المحتملة بالدرجة الأولي مع عدم إهمال سياسات و إجراءات الحد من الإنبعاثات لغاز ثاني أكسيد الكربون.

ثانياً: اننا يجب أن نركز علي البعد الأقليمي و المحلي الخاص بمصر من حيث:-

(١) ضرورة التعاون و التنسيق و تضافر الجهود بين الدول المعنية بالتغيرات المناخية اقليمياً و (محلياً) وفي هذا المجال فإننا نوصى بما يلى:

أ. ضرورة قيام جامعة الدول العربية بلجانها المتخصصة (اللجان الخاصة بالبيئة والأرصاد الجوية...الخ) بالتنسيق بين هذه الدول المعنية فيما يتعلق بإجراء الدراسات و تطوير شبكات الرصد وتطوير نموذج إقليمى ووضع السيناريوهات الخاصة بالتنمية وإعداد الكوادر وبناء القدرات في هذا المجال.

ب. ضرورة إنشاء قاعدة بيانات على المستوى الإقليمى والمحلى لخدمة الباحثين في إجراء الدراسات و تطوير النماذج.

(٢) و فيما يتعلق بالدراسات و بناء و تطوير النماذج فإننا نوصي بما يلي:-

أ. أن يتضمن بروتوكول التعاون بين دول حوض النيل بندا خاصاً بالدراسات المشتركة في مجال المناخ والتغيرات المناخية المحتملة والتى يمكن أن تؤثر على إيراد النهر من المياه.

ب. ضرورة الاهتمام بتطوير نموذج إقليمى للمناخ على المستوى الاقليمي ، كذلك الاهتمام بالدراسات الخاصة بأنماط المناخ ذات النطاق الصغير (Micro Climate) وتطوير شبكات الرصد.

ت. ضرورة إعداد السيناريوهات الخاصة بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية المرتبطة بالقطاعات المختلفة (الرى والزراعة والصناعة والمجتمعات العمرانية ...الخ) المطلوبة لتشغيل النماذج العددية للتغيرات المناخية الإقليمية وكذلك المحلية.

(٣) وفيما يتعلق ببناء و تدريب الكوادر فإننا نوصي بما يلي:-

أ. أهمية إعداد الكوادر وبناء القدرات في هذا المجال من خلال التدريب والمشاركة في المؤتمرات الدولية.

ب. ضرورة التنسيق مع المراكز العالمية المتخصصة في هذا المجال في تبادل الخبرات والخبراء.

(٤) وعلىٰ المستوي المحلي فإننا نعلم أن التغيرات المناخية، الناتجة عن الأنشطة البشرية، ليست قضية دولة أو قضية قطاع معين من قطاعات الدولة، لذلك فإننا نوصي بضرورة تضافر جهود كافة قطاعات الدولة فى دراسة هذه الظاهرة والأثار المترتبة عليها محليا وإقليميا لمحاولة الحد منها أو تخفيفها و التكيف معها، مع الاهتمام بالدراسات المناخية خاصة على المستويين الاقليمى والمحلى،

والاهتمام بتقنيات بناء النماذج المناخية وإعداد السيناريوهات الخاصة بالتنمية عن طريق التعاون وتبادل الخبرات والخبراء مع المراكز العالمية المتخصصة.

المراجع

- WMO 1991, Climate Change, Proceedings of the 2nd World Climate Conference Geneva 1990, Cambridge University Press, UK PP 578
- IPCC 1995, IPCC Second Assessment Report Cambridge University Press, UK
- WCRP 1995, Report of the sixteenth session JSC 1995 WMO/TD- No 707
- Tinbal. B. etal 1997, Comparison Between Doubles CO2 Time- Slice and Coupled Experiments J. climate, 10, 1463-1469 WCRP 1998, Proceedings of the conference of the WCRP
- WMO/ TD – No.904
- IPCC 2001,Third Assessment Report Cambridge University Press, UK
- IPCC 2007, Fourth Assessment Report Cambridge University Press, UK
- البشر غير مسئولين عن الاضرار ,ليونيد – ف – خيليوك جورج – ف- سيلينفار-2008 المناخى.
- NIPCC 2009, Climate Change Reconsideration Report of the Nongovernmental International Panel on Climate Change