التغيرات المناخية والتأثير المحتمل
في الأمن الغذائي المصري

دكتور
محمد السيد حافظ
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية
كلية الآداب، جامعة حلوان

الملخص العربي

تعد ظاهرة التغيرات المناخية ظاهرة عالمية إلا أن تأثيراتها محلية، ودائماً ما يرافق التغير المناخي تغيرات في الموارد البيئية، ومن هذا المنطلق يجب الأخذ في الحسبان التأثير المحتمل للتغير المناخي عند وضع السياسات الخاصة بالأمن الغذائي في مصر، ومن المؤكد بمكان أن هناك تغيرات مناخيه طرأت على المناخ في الماضي، ومن الطبيعي سوف تستمر هذه التغيرات في المستقبل، ولعل التغيرات المناخية الأكثر جدلاً خلال الأعوام الأخيرة هي التغيرات المحتملة على خلفية افتراضية التغير المناخي التي وضعتها الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC).

يهدف االبحث إلى دراسة التغيرات المناخية في مصر، والاتجاهات الزمنية لمعدلاتها ومقارنتها بنتائج أبحاث Hadley Centre for Climate بالمملكة المتحدة، وتقييم التأثير المحتمل حدوثه في الأمن الغذائي المصري، ومن ثم وضع تدابير الحفاظ عليه. وتعتمد الدراسة في التحليل والمعالجة لتحقيق أهداف البحث على عدد من الأساليب منها: أسلوب النماذج التوقعية Pre-dictive لإعطاء الاتجاه العام لعنصري درجة حرارة الهواء والمطر في مصر. وأسلوب الاستدلال الكمي للبيانات المناخية للفترة الموصي بها دولياً من عام ١٩٦١ إلى عام ١٩٩٠ كفترة أساس مرجعية، اعتماداً على متوسط قيمة mean value لكل مؤشر، ثم حساب مدى انحراف القيم عن معدلها العام، وكذلك عدد من المؤشرات التي توضح الجوانب المختلفة لأحوال المناخ المتغير، والقيام بعدد من عمليات الاستفهام Query والمطابقة Overlay والتصنيف Classification ومن ثم التحليل والتفسير.

ويتضمن البحث تحليلاً للخصائص المناخية الرئيسة والاتجاهات الزمنية وتغيرات عنصري درجة حرارة الهواء وكمية المطر في مصر، ومؤشرات تغير المناخ والاتجاهات المتوقعة لتغير المُناخ بناءً على النماذج المناخية العالمية، وكذلك الوضع الراهن والتأثير المحتمل لتغير المناخ في الموارد المائية والمحاصيل الزراعية، ومقترحات المواجهة للتخفيف من آثار احتمالية تغير المناخ. وبعد الدراسة والتحليل توصلت نتائج الدراسة إلى احتمالية تعرض مصر إلى تغيرات ملحوظة في عنصري درجة الحرارة ء وكمية المطر على المدي الفصلي والسنوي، ومن المتوقع أن تشهد مصر بصورة أساسية انخفاض في كمية المطر السنوي بنسبة ٢٠٪ في السواحل الشمالية، وأن مواردها المائية تتعرض للإجهاد المائي، وأن تدفق نهر النيل قد ينخفض بصورة كبيرة في مستقبلاً على الرغم أن دقة التقديرات لا تزال غير مؤكدة، كذلك يتوقع أن يتسبب تغير المناخ بوجه عام في حدوث عجز في إنتاجية القمح والأرز والذرة، ولا تقتصر المسألة على العلاقة بين الموارد المتاحة وتحقيق الأمن الغذائي في ظل احتمالية تغير المناخ؛ حيث تفتقر مصر إلى السياسات التى من شأنها أن تكفل الأمن الغذائى، ونستطيع من خلال صياغة استراتيجيات وسيناريوهات مواجهة التغيرات المناخية، ووضع خطط مستقبلية تحقيق الأمن الغذائى المصري.

Abstract

Research focuses on the climate change impact on food security with a focus on water resources and agricultural sector in Egypt. It is one of the most vulnerable regions in the world to climate change risks. The agricultural sector is one of the affected sectors; this sector is very critical for Egypt's food security since it shapes 14.7% of GDP, and 60% of food production. The research aims to study examines Climatic characteristics, time trends, changes in the two elements of air temperature and rainfall and food security and vulnerabilities to climate change in Egypt.

The study is based on a number of methods, including Predictive method and quantitative method of quantification of climatic data for the internationally recommended period from 1961s to 1990s as reference period. The results of the study indicate that Egypt is likely to experience significant changes in the temperature and rain on the seasonal and annual scales. Egypt is expected to witness a decrease in the annual rainfall by 20% in the northern coasts and its water resources are subject to water stress. The Nile River may decline significantly in the future Although the accuracy of the estimates is still uncertain. In addition, Climate change is generally expected to cause a deficit in the productivity of wheat, rice and maize. Moreover, Egypt lacks policies to ensure food security and, through the formulation of strategies and scenarios policies can manage to adapt to reduce climate change effects, and to develop future plans achieve Egypt's food security.

مقدمة

تعد قضية الأمن الغذائي من أهم القضايا التي برزت في الآونه الأخيرة؛ حيث تأتى مشكلة نقص الغذاء كأهم المشكلات المعاصرة التى تواجه الكثير من المجتمعات النامية نتيجة عوامل متعددة منها: الزيادة السكانية وما يترتب عليها من زيادة الطلب على الغذاء، ونقص مساحات الأراضى الزراعية،والتصحر ...وغيرها (مهدي محمد القصاص،٢٠٠٩،ص.٤)،وتنصب مشكلة الأمن الغذائي المصري على اتساع الفجوة الغذائية وانخفاض نسبة الاكتفاء الذاتي لمعظم السلع الغذائية. وتتوقع الدراسات العالمية بوجه عام أن مصر قد تواجه ضغوطاً متزايدة بالنسبة للأمن الغذائي كنتيجة لتغيرات المناخ، فمع زيادة الاهتمام القومي بالمناخ وتطبيقاته لخدمة التنمية الاقتصادية والأمن الغذائي، بالإضافة إلى انبعاث غازات الاحتباس الحراري من المصادر المختلفة كلها تؤدي إلى قدر لا يتحمله المناخ،والتي تسبب بمرور الوقت تبدل كلي في أنماط المناخ؛ حيث يتأثر المناخ بزيادة غازات الاحتباس الحراري إلى حد كبير عن طريق "الاحترار العالمي" لسطح الأرض وخاصة في طبقة التروبوسفير؛ حيث يُصاحب الارتفاع في درجة حرارة الهواء تغيرات في عناصر المناخ، وبعض هذه التغيرات قد تؤدي إلى زيادة تحسين الاحترار وهو ما يطلق عليها التغذية المرتدة الإيجابية، بينما قد تؤدي أخري إلى مقاومة الاحترار ويطلق عليها التغذية المرتدة السلبية، وهذه التفاعلات تُعقد الجهود المبذولة للوقوف على الكيفية التي سيتغير بها المناخ خلال العقود المقبلة،

وعلى الرغم من أنخفاض كمية الانبعاثات من غازات الاحتباس الحراري من ٠,٧١٪ عام ٢٠٠٩ إلي ٠,٦٣٪ عام ٢٠١١ إلي ٠,٥٧٪ حاليا من إجمالي انبعاثات العالم، وبما يمثل ١٥٠ مليون طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون، فأن مصر تعد من أكثر الدول تضررًا من آثار التغيرات المناخية[١].

ومن الأهمية بمكان التعامل مع ظاهرة التغيرات المناخية وانعكاساتها دون تهويل أو تهوين؛ حيث من المفيد توفير معلومات للمساعدة على فهم كيفية الحفاظ على الموارد البيئية في مصر والتخطيط المستقبلي على ضوء ذلك، وعليه فإن فهم التأثير المحتمل للتغير المناخي في الأمن الغذائي المصري بات يمثل ضرورة تنير الطريق أمام استراتيجيات وإجراءات التكيف مع تلك الآثار بما يجنب الوصول إلى مستويات خطرة من مستويات تغير المناخ والتي تنعكس بطبيعة الحال علي الأمن الغذائي؛ خاصة أن هناك دلائل علمية قوية تبرهن على أن المناخ قد تغير، وسوف يستمر في المستقبل استجابة للأنشطة البشرية. ويمكن أن نبرهن على ذلك من تتبع التغيرات التي طرأت على أحوال الطقس المحلية التي يشعر بها الناس كل يوم بشتى أنحاء سطح الأرض.

مشكلة الدراسة

إن موقع مصر الجغرافي في شمال شرقي إفريقيا في النطاقين الجاف وشبه الجاف ذات الأمطار القليلة والمتذبذبة من عام لأخر، واعتمدها علي مياه نهر النيل الآتية من خارج أرضيها يجعلها ضمن الدول المتأثرة بالتغيرات المناخية التي بدورها تؤثر على المحاصيل الزراعية والمساحة المزروعة، مما قد يسبب مشاكل وخسائر للإنتاج الزراعي والاقتصاد القومي. ومن خلال استقراء خطط التنمية الزراعية منذ عام ١٩٥٢ وحتى الآن، والعمل على تطوير وتنمية هذا القطاع من أجل تحقيق الأمن الغذائي بالاكتفاء الذاتي للمحاصيل الزراعية، والتي تحققت في بدئ الأمر؛ حيث ارتفع معدل النمو السنوي الزراعي من ٢,٦٪ في الثمانينيات إلى ٣,٤٪ في التسعينيات، ليصل إلى ٣,٩٧٪ مع بداية الألفية الثالثة، إلا أن هذه السياسة تغيرت في خطط التنمية المستقبلية نتيجة وجود فجوة ما بين الانتاج والاستهلاك والتغيرات المناخية المتوقعة من ارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض كمية الأمطار؛ حيث بدأت مصر فى تنفيذ خطة طويلة المدى لإضافة حوالى ٣,٤ ملايين فدان من الأراضى الجديدة المستصلحة حتى عام ٢٠١٧ (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، ٢٠١٧). ومن هنا جاءت فكرة الدراسة في محاولة للتعرف على مشكلة التغير المناخي وتأثيره المحتمل في الأمن الغذائي المصري، واستقراء حجم المشكلة وتوقعها في السنوات المقبلة.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في أظهار الآثار المحتملة لظاهرة التغيرات المناخية، وكشف التغيرات المحتملة على فرضية تغير المناخ في مصر، والتقييم العلمي لبعض الآثار والعواقب المحتملة في

(١) مقابلة مع رئيس الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، أبو بكر الجندي، ١٦ سبتمبر ٢٠١٤.

الأمن الغذائي المصري من أجل الإسهام في وضع السياسات التى من شأنها أن تكفل إنتاج الغذاء، وتواجه التحدى من خلال وضع الخطط الزراعية والسيناريوهات المستقبلية لتحقيق الأمن الغذائى، بما يجنبنا الوصول إلى درجة من درجات الخطورة من تدعيات تغير المناخ.

الاطار المكاني للدراسة:

يمثل الاطار المكاني للدراسة الأراضي المصرية التي يحدها من الشمال البحر المتوسط بجبهة بحرية طولها ٩٩٥ كم، ويحدها من الجنوب جمهورية شمال السودان بطول ١٢٨٠ كم، ومن الغرب الجمهورية الليبية بطول ١١١٥ كم، ومن الشرق البحر الأحمر بجبهة بحرية طولها ١٤٩١ كم، ومن الشمال الشرقي قطاع غزة بطول ٢٦٥ كم. وتمتد فلكياً بين دائرتي عرض ٢٢° ، ٣٢° شمالاً، وتمتد بين خطى طول ٢٥° ، ٣٥° شرقاً، وتبلغ مساحتها ما يزيد على مليون كم٢، ويمر مدار السرطان بالأطراف الجنوبية لمصر، وتقع معظم مساحتها في نطاق الإقليم الصحراوي الجاف ماعدا الأطراف الشمالية فتقع في نطاق شبه الجاف، وترتب على ذلك تنوع إنتاجها من محاصيل الغذاء الزراعية.

دراسات سابقة:

حظيت قضية الأمن الغذائي في ظل التغيرات المناخية بأهمية كبيرة كأحد الموضوعات المهمة التي تم تناولها على جميع المستويات مجموعة من التخصصات، منها: دراسة (Nigel, et. al, 2001) التي تناولت الارتفاع الحالي لدرجات حرارة الهواء على المستوى العالمي، بوصفها مؤشراً لحدوث التغيرات المناخية، كما رصدت تأثيرات التغيرات المناخية على النظم الطبيعية الساحلية ومصادر المياه، بالإضافة إلى تأثيراتها على صحة الإنسان والزراعة. ودراسة (Gregg, et al., 2003) التي تناولت العلاقة بين تغير المناخ وظاهرة الصوبات الخضراء، ودور الأنشطة البشرية في إحداث تغير في مكونات الغلاف الجوي وحدوث التغير المناخي. ودراسة (Nils. et al., 2007) التي ركزت على تأثيرات التغيرات المناخية وغازات الاحتباس الحراري على النظم البيئية والحيوية ومصادر المياه والأنشطة الاقتصادية، ووضع بعض السياسات المستقبلية للحد من تلك التأثيرات. ودراسة جهاز حماية شئون البيئة (٢٠٠٨) من خلال وحدة التغيرات المناخية لقضية تغير المناخ في مصر من حيث الأسباب والتأثير ولكنها ركزت بصفة خاصة على تركيزات الملوثات الهواء كخطر بيئي يهدد النظم البيئية في مصر. ودراسة (Doll, 2009) التي ركزت على آثار تغير المناخ المحلي على الزراعة البعليةrain-fed agriculture، والتي اظهرت علي الرغم من ذلك أن الأراضي الزراعية المروية تنتج بأساليب الري irrigated agricultural lands حوالي ٤٠-٤٥٪ من الغذاء العالمي. ودراسة (Falkenmark, et al., 2009) التي تناولت إسقاطات المياه المتوافرة للمحاصيل، وتوقعت بأن مصر ستصبح دولة مستوردة للغذاء في عام ٢٠٥٠، واعتمد التوقع على تحليل عالمي للأمن الغذائي وفق سيناريوهات تغير المناخ خلال فترة الخمسينيات من

القرن الحالي، والذي ينظر بعين الاعتبار إلى أهمية توفر المياه لضمان الأمن الغذائي العالمي، كما تقدم الدراسة تحليلاً للقيود المفروضة على المياه والفرص المتاحة للحصول عليها بالنسبة لإنتاج الغذاء العالمي على الأراضي الزراعية الحالية. ودراسة (Beyene, et al., 2010) وقيّم فيها الآثار المحتملة لتغير المناخ على الهيدرولوجيا وموارد المياه لحوض نهر النيل باستخدام نموذج هيدرولوجي واسع النطاق وفق اثنين من سيناريوهات الانبعاثات العالمية (A2- B1)، واتفقت النتائج بشأن اتجاه تغيرات درجات الحرارة في القرن الحادي والعشرين، وكان هناك تبايناً كبيراً في قوة واتجاه وموسمية التغيرات المتوقعة في الأمطار، وجرت محاكاة تدفق المجاري المائية لتكشف عن انخفاض في منتصف القرن (٢٠٤٠- ٢٠٦٩) وأواخره (٢٠٧٠- ٢٠٩٩) نتيجة لانخفاض كميات الأمطار وازدياد معدلات التبخر. ودراسة (Lobell, et al., 2011) لتقييم أثر تغير المناخ على القمح والذرة والأرز، ومدى تغير الاتجاه العام للغلال في هذه المحاصيل استجابة للتغيرات الحادثة في المناخ على مدار الفترة (١٩٨٠- ٢٠٠٨) على نطاق عالمي، وتضمنت حساب التقديرات لمصر، وتوصلت إلي حدوث انخفاضاً بنسبة ١٠٪ في زيادة غلة المحصول بسبب تغير المناخ مقارنةً بالزيادة التي يمكن تحقيقها بدون تغير المناخ في ظل استخدام التكنولوجيا وغيرها، وفيما يخص مصر رصدت التقديرات تأثيرات سلبية طفيفة على غلال الذرة وفول الصويا. ودراسة هيئة الأرصاد البريطانية بالتعاون مع مجموعة من الخبراء من جامعة نوتنجهام ومعهد ووكر بجامعة ريدنج، ومركز علوم البيئة والمياه بجامعة ليدز، ومركز تيندال بجامعة إيست أنجليا، ومركز تيندال بجامعة ساوث هامبتون (٢٠١١) والتي تناولت المناخ والمشاهدات والتوقعات المناخية والآثار في ظل فرضية تغير المناخ في مصر، ومازالت عملية تقييم هذه الآثار تشوبها التحديات من الناحية العلمية، وحتى وقتنا الحاضر؛ حيث لم يتوافر على الصعيد المحلي سوى قدر محدود من المعلومات حول تغير المناخ وأثاره المستقبلية علي الأمن الغذائي. كما أصدرت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC عدد من التقارير حول آثار تغير المناخ على الصعيدين العالمي والإقليمي.

أهداف الدراسة:

يكمن الهدف الرئيسي للدراسة تقدير الآثار المتوقعة للتغيرات المناخية على الأمن الغذائي المصري؛ وبخاصة التأثير المحتمل للتغيرات المناخية على المحاصيل الزراعية، ويندرج منه الأهداف التالية :

١- فهم طبيعة مناخ مصر والظاهرات الجوية المرتبطة بالذبذبات المناخية من حيث القوة والمدي.

٢- تحليل الاتجاهات الزمنية والتغيرات المناخية طويلة المدى في مصر.

٣- دراسة الاتجاهات المتوقعة لتغير عنصري درجة الحرارة والأمطار في مصر.

٤– تقييم الوضع الراهن للأمن الغذائي المصري والتأثير المحتمل لتغير المناخ في الموارد المائية والمحاصيل الزراعية.

٥– وضع المقترحات للتخفيف من آثار احتمالية تغير المناخ في الأمن الغذائي المصري، ومن ثم تحديد تدابير الحفاظ عليه.

منهجية الدراسة وأساليبها:

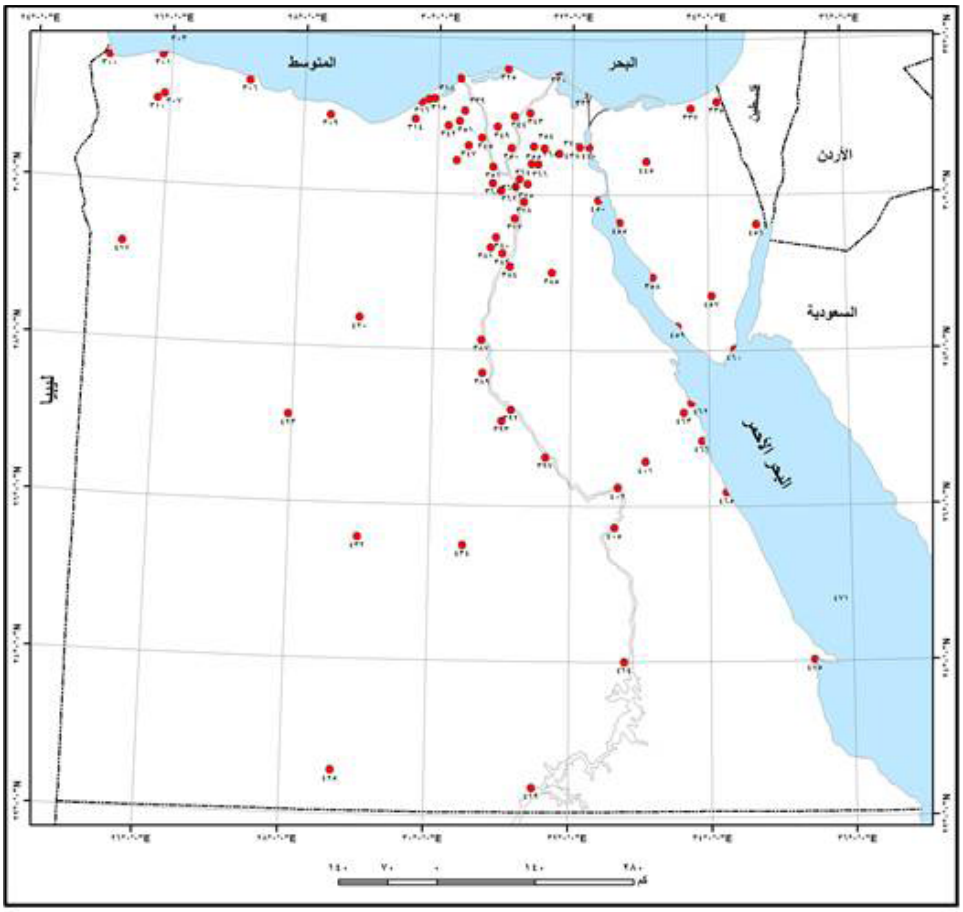
اعتمدت الدراسة في تحليل التغيرات المُناخية وتفسير تأثيرها على الإنتاج الزراعي الذي بدوره يؤثر على الأمن الغذائي المصري على المنهجين الموضوعي والتحليلي الكمي للبيانات المتاحة من عدة مصادر، وذلك بالاستعانة بعدد من الأساليب منها: أسلوب النماذج التوقعية Predictive لإعطاء الاتجاه العام لعنصري درجة حرارة الهواء والمطر في مصر مستخدماً طريقة متوسط الانحدارات المتزاوجة pair–wise slopes ومجموعة من السيناريوهات، وعدد من المؤشرات ETCCDI لوحدة بحوث تقلبات المناخ والتنبؤ به CLIVAR بالبرنامج العالمي لبحوث المناخ WCRP. والأسلوب الاستقرائي لمعرفة خصائص المناخ والوضع الرهن للأمن الغذائي في مصر ووصف العلاقات المتداخلة بين أسباب حدوث التغيرات المناخي وتأثيرها، في محاولة لاستقراء تأثيرها السلبي وطرق المواجهة، والقيام بعدد من عمليات الاستفهام Query والمطابقة Overlay والتصنيف Classification، ومن ثم التحليل والتفسير العلمي للمعلومات التي تشكل أساس وجهات النظر حول التغيرات في درجة حرارة الهواء وكمية المطر للتعرف على شتي جوانب المشكلة وعلاقتها وتأثيرها في الأمن الغذائي المصري باستخدام الأسلوب الكمي الاستدلالي لبيانات محطات الأرصاد الجوية (شكل ١) للفترة المناخية– الموصي بها دولياً– من عام ١٩٦١ إلى عام ١٩٩٠ كفترة أساس مرجعية، اعتماداً على متوسط قيمة mean value لكل مؤشر، ثم حساب مدى انحراف القيم عن معدلها العام.

محاور البحث:

يتضمن البحث تحليلاً للخصائص المناخية الرئيسة والاتجاهات الزمنية وتغيرات عنصري درجة حرارة الهواء وكمية المطر في مصر، ومؤشرات تغير المناخ والاتجاهات المتوقعة لتغير المُناخ بناءً على النماذج المناخية العالمية، وكذلك الوضع الراهن والتأثير المحتمل لتغير المناخ في الموارد المائية والمحاصيل الزراعية.

أولاً: الخصائص المناخية الرئيسة لمصر

يسهم فهم طبيعة المناخ والظاهرات المرتبطة بالذبذبات المناخية من حيث القوة والمدي، بشكل كبير في فهم التغيرات المستقبلية المحتملة سواء في حالة الظاهرات الخطرة أم في حالة



المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم المناخ، القاهرة.

شكل (١) امتداد الأراضي المصرية وشبكة المحطات المناخية المغطاة بها

الظاهرات الفصلية المتكررة التي يعتمد عليها قطاع البيئة الزراعية، ويصبح لها قيمة لوضع المقترحات وتحسين القدرة على مواجهة الطوارئ في ظل المناخ المتغير، ومن تحليل البيانات المناخية الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية تبين الآتي:

يعتمد مناخ مصر على منظومة مركبة من العوامل يأتي في مقدمتها الموقع الفلكي بين دائرتي عرض ٢٢°، ٣٢° شمالاً، إلى جانب موقعها الجغرافي في شمال شرقي إفريقيا، والذي جعلها تطل على البحر المتوسط في الشمال وعلى البحر الأحمر في الشرق، في حين تحف بها الصحارى من باقي الجهات. ويتصف بوجه عام بأنه حار قليل المطر. ويمكن التميز بين نمطين مناخيين هما النمط الجاف الحار، ويمتد بين مايو وأكتوبر، والنمط شبه الجاف ويمتد بين نوفمبر وأبريل. ويُعَدُّ يناير أبرد شهور السنة حيث يبلغ معدله لدرجة الحرارة اليومية في سانت كاترين ٨°م وفي بلطيم ١٢°م وفي القاهرة ١٤°م

وفي أسوان جنوبي مصر نحو ١٨°م، في حين يُعَدُّ أغسطس أحر شهور السنة؛ إذ يبلغ معدله لدرجة الحرارة اليومية ٢٤°م في سانت كاترين و٢٦°م في بلطيم و٢٧°م في القاهرة، و٣٤°م في أسوان مما يعني ارتفاع درجة الحرارة في مصر كلما اتجهنا صوب الجنوب بعيدًا عن البحر المتوسط.

تتأثر درجة الحرارة العظمي بموقع مصر الجغرافي شمال دائرة الاستواء فترتفع جنوباً وتنخفض كلما اتجهنا شمالاً، بينما تتأثر النهاية الصغرى لدرجة الحرارة بعامل القارية، حيث تتصف بانخفاض واضح أثناء الليل نتيجة للتبريد بالإشعاع، ويظهر ذلك خلال الشتاء؛ حيث يقل معدل الحرارة الصغرى عن ٥°م. ويزايد المدى الحراري اليومي والفصلي بشكل حاد في مصر الوسطي؛ حيث يصل متوسط درجة الحرارة فيها إلى أكثر من ٣٥°م خلال ساعات النهار، في حين ينخفض إلى أقل من ١٠°م خلال ساعات الليل، وذلك على عكس المناطق الساحلية التى تتأثر بمياه البحر المتوسط التي تسهم في تقليل المدى الحرارى اليومى والفصلي من خلال احتفاظها بالمخزون الحرارى أثناء النهار عامة وفي فصل الصيف خاصة.

تعتمد توزيعات الرطوبة في مصر على التضاريس والقرب والبعد عن البحر المتوسط والبحر الأحمر والبحيرات ونهر النيل؛ حيث تسجل أعلى نسبة للرطوبة في الصيف عند السواحل الشمالية والتي تصل إلى أكثر من ٧٠٪، وتقل بالاتجاه جنوباً حتى تصل إلى ٢٠٪ في أقصي الجنوب، كما تتأثر الرطوبة بالأحوال الجوية السائدة؛ حيث تنخفض نسبة الرطوبة بشكل حاد عندما تتعرض منطقة الدراسة لهبوب رياح الخماسين في مقدمة المنخفضات الجوية التي تهب على مصر في الفترة الممتدة بين مارس ويونيو.

نظراً لطبيعة موقع مصر الجغرافي جعلها عرضة لمرور الكتل الهوائية الباردة من الشمال والغرب؛ حيث تتعرض لحدوث الاضطرابات الإعصارية على المناطق الواقعة على طول الشريط الساحلي الشمالي والتي تتحرك شرقاً بمحاذاة البحر المتوسط مسببة سقوط قدر غير قليل من الأمطار خلال موسم المطر الممتد من سبتمبر إلى أبريل، والتي تكون أعلى كمية على منطقة شمال غربي دلتا النيل نظراً لاتجاه الساحل الذي يتعامد مع اتجاه الرياح الممطرة، وبصفة عامة يتصف الساحل الشمالي لمصر بسقوط أكبر كمية مطر وتقل بشدة بالاتجاه حتي مصر الوسطي وتنعدم في مصر العليا؛ حيث يبلغ مجموع كمية المطر السنوي في الإسكندرية ١٩٦ ملم وفي رشيد ١٨٠ ملم ويقل عن ١٢٠ ملم في دمياط،، وبينما تبلغ كمية المطر السنوي في بلطيم ١٥٠ ملم تنخفض إلى ٢٥ ملم في القاهرة وأقل من ٢ ملم عند أسوان. ويقل عدد الأيام الممطرة في الاتجاه ذاته أي بالاتجاه من الغرب إلى الشرق على امتداد ساحل البحر الأبيض المتوسط، وبالاتجاه من الشمال إلى الجنوب.

تتعرض مصر لبعض الأخطار المناخية التي تأثر بشكل أو بأخر في الأمن الغذائي المصري منها: موجات الحر والبرد والعواصف الشديدة مثل الغبار والرمال والعواصف الرعدية، ولكن الظاهرتين الأكثر إزعاجاً على وجه الخصوص هما: الأولي هبوب رياح الخماسين الترابية الجافة في الربيع وبداية الصيف؛ حيث تهب بمتوسط ٥٠ يوم /سنوياً حاملة معها تيارات هوائية حارة للغاية

إلى المناطق الشمالية المصرية، وذلك قبل حدوث موجة ضعيفة من الاضطرابات الإعصارية في البحر المتوسط، والأخرى: وقوع شرقي مصر وبخاصة مرتفعات شبه جزيرة سيناء وسلاسل جبال البحر الأحمر خلال الخريف والربيع تحت تأثير منخفض السودان الموسمي مع وجود تيارات هوائية باردة قادمة من أوروبا في طبقات الجو العليا، مما يسبب حالات عدم استقرار ينتج عنها عواصف رعدية تؤدي احيانا إلى حدوث السيول التي يمتد تأثيرها حتي مصر الوسطي.

ثانياً: الاتجاهات الزمنية والتغيرات المناخية طويلة المدى في مصر

١- الاتجاهات الزمنية لتوزيعات درجات الحرارة الفصلية:

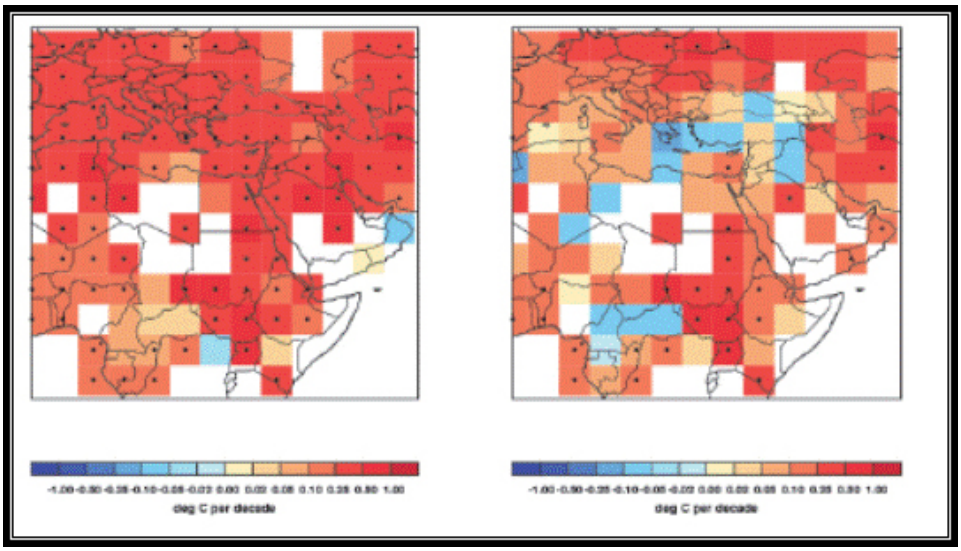
تشير الأبحاث الحديثة إلى أن التوزيعات الفصلية لدرجات حرارة الهواء، تتفاوت في غياب الانبعاث الناتج عن الأنشطة البشرية، وأن التأثيرات البشرية على المناخ قد تسببت في تغيير توزيعات درجات حرارة الهواء إلى درجات أعلى، ولمعرفة توزيعات درجات حرارة الهواء في مصر استُخدِمت بيانات وحدة التغير المناخي CRUTEM3 (Brohan, al., 2006) التي انشئت بواسطة (مركز هادلي التابع لهيئة الأرصاد البريطانية ووحدة البحوث المناخية بجامعة إيست أنجليا[1]). في تحليل متوسط درجات حرارة الهواء من عام ١٩٦٠ إلى عام ٢٠١٠ في مصر باستخدام طريقة متوسط الانحدارات المتزاوجة pair-wise slopes، ومن خلال حساب متوسط الانحرافات الفصلية لكل فصل ثم توفيق الاتجاهات باستخدام طريقة متوسط المنحنيات (Sen, 1968 & Lanzante, 1996).

جدول (١) الاتجاهات الفصلية والانحراف المعياري لدرجات حرارة في مصر (١٩٦٠-٢٠١٠)

البيان		فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف
متوسط درجة حرارة الهواء العظمي	اتجاه التغير (°م)	١,١-	١,٣٥-	٠,٥٥-	٠,٦٣-
	الانحراف المعياري (٪)	٩٨	٩١	٧٥	٧٤
متوسط درجة حرارة الهواء اليومية	اتجاه التغير(°م)	٠,٢٩-	٠,٥٦-	٠,٣٠	٠,٥
	الانحراف المعياري(٪)	٧٢	٦٦	٥٦	٦٧
متوسط درجة حرارة الهواء الصغري	اتجاه التغير(°م)	٠١١	٠,٧	٠,٩	٠,٥٣
	الانحراف المعياري(٪)	٧٢	٧٣	٦٥	٨١

المصدر: (Brohan, et al., 2006)

(١) تتألف مجموعة بيانات CRUTEM3 من حوالي ٤٠٠٠ تسجيلاً من محطات رصد متيرولوجي على مستوي العالم. وقد تم حساب متوسطات درجة حرارة الهواء فيها لإنشاء مجالات شبكية gridded fields مساحتها خمس درجات في اتجاهي دوائر العرض وخطوط الطول. وتم حساب المتوسطات الفصلية عن كل مربع شبكي للفترة من ١٩٦٠ إلى ٢٠١٠.



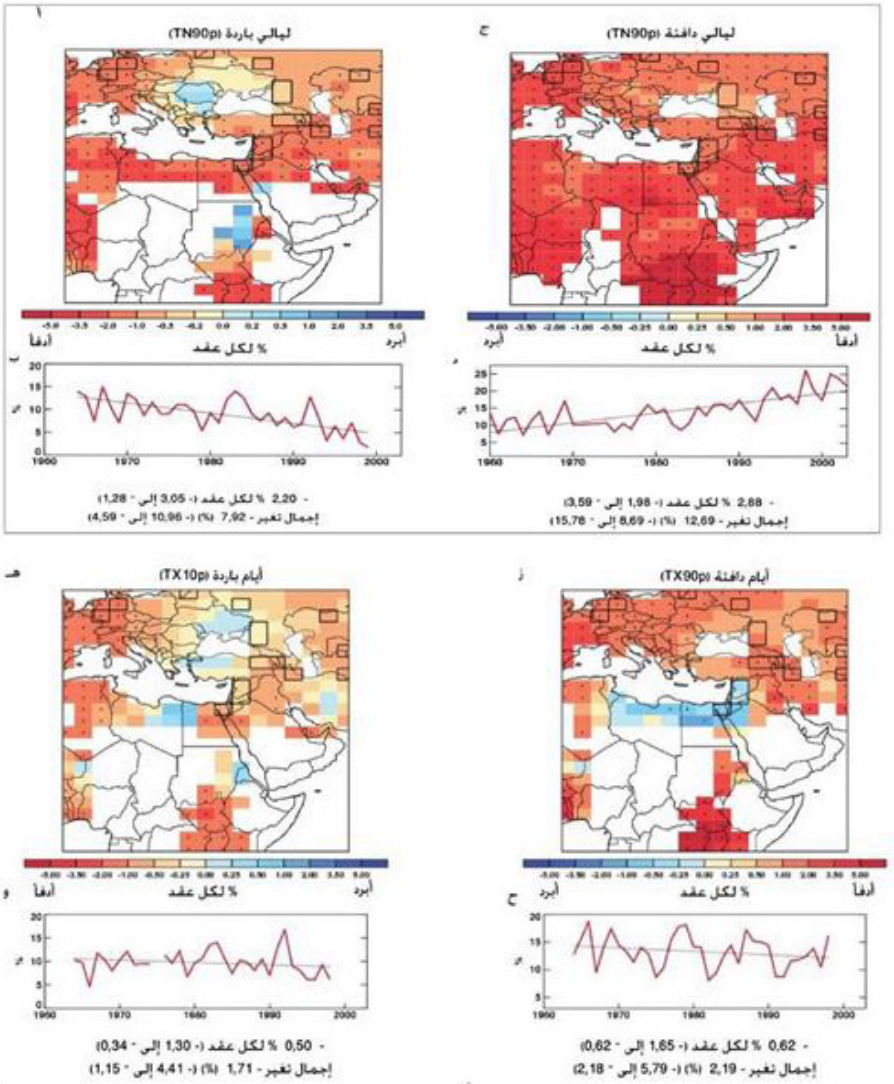
شكل (٢) الاتجاهات الفصلية لدرجة حرارة الهواء في مصر خلال فصلي الشتاء (يميناً) والصيف (يساراً)

ومن الجدول (١) والشكل (٢) تبين وجود إشارة مكانية على الاحترار بالنسبة لدرجات حرارة الهواء في مصر، ويتشابه النمط المكاني بالنسبة للصيف (يونيو ويوليو وأغسطس) والشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير). ومع هذا يظهر الصيف إشارات على الاحترار بصورة أكبر عن الشتاء. وتشير المتوسطات الإقليمية للاتجاهات إلى حدوث الاحترار في الصيف، وبوجه عام يكون الاحترار أعلى في الصيف منه في الشتاء؛ حيث يبلغ متوسط التغير الصيفي ٠,٣٠°م / عِقد (٠,١٤ : ٠,٤٥ °م / عِقد)، ويبلغ متوسط التغير الشتوي ٠,٢٢°م / عِقد (٠,١٥ إلى ٠,٢٨°م / عِقد).

٢- تغيرات درجة حرارة الهواء طويلة المدي:

استخدم الكسندر (Alexander, et al., 2006) مؤشرات HadEX للظاهرات الجوية الشديدة، لتحليل تغيرات درجة حرارة الهواء طويلة المدي في مصر والمناطق المحيطة منذ ١٩٦٠ حتى ٢٠٠٣ بالنسبة لفترة الأساس المرجعية ١٩٦١ - ١٩٩٠عن طريق قياس درجات الحرارة العظمى والصغرى يومياً، وتم التوصل من تحليل التغيرات في تواتر الأيام والليالي الباردة والدافئة بالتوافق مع المتوسط المتزايد لدرجة حرارة الهواء، أن الليالي الدافئة أكثر تواتراً بينما الليالي الباردة أقل تواتراً في مصر خاصة. أما بالنسبة للأيام الدافئة والباردة فإشارتها أكثر تداخلاً. وخلصت الدراسة إلى زيادة عدد الأيام الحارة والأيام شديدة الحرارة (هيئة شؤون البيئة، ٢٠١٠). وتشير درجات حرارة الهواء ليلاً (الصغرى اليومية) إلى تحول إيجابي واسع النطاق في التوزيع، يصحبه انخفاض في الليالي الباردة وزيادة في الليالي الدافئة. (الشكل ٣: أ، ب، ج، د). وتشير المتوسطات

الإقليمية لانخفاض الليالي الباردة وزيادة الليالي الدافئة. أما درجات حرارة الهواء نهاراً (العظمى اليومية) فتشير إلى دلائل مختلطة تفتقر إلى الثبات الإقليمي ويبينها الشكل (٣: هـ، و، ز، ح).



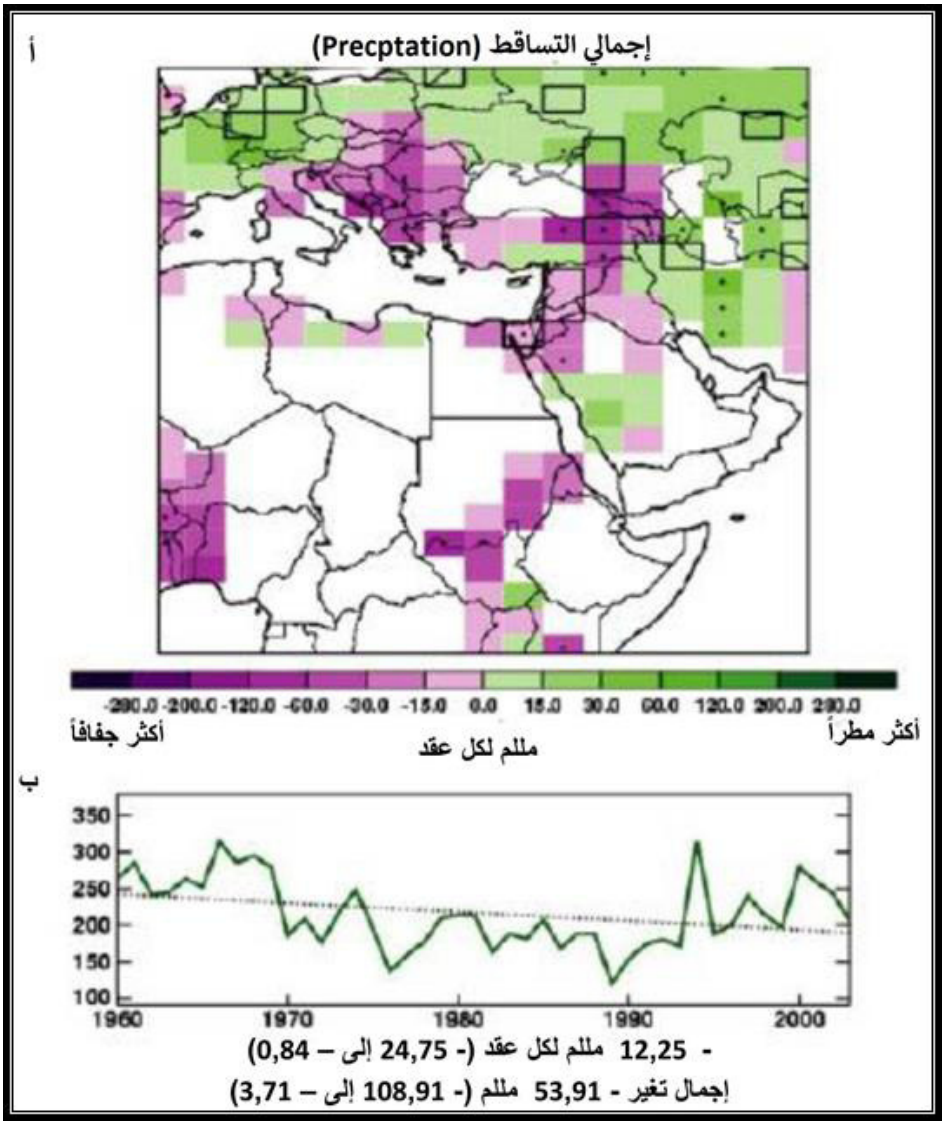
التغير في الليالي الباردة (أ، ب) والليالي الدافئة (ج، د) والأيام الباردة (هـ، و) والأيام الدافئة (ز، ح)

المصدر: (Alexander, et al., 2006)

شكل (٣) التغير في الليالي الباردة والدافئة، والأيام الباردة والدافئة في مصر

٣- التغيرات طويلة المدي لكمية المطر:

تنعكس الاتجاهات بحسب العقود الزمنية بحسب وصفها في (الشكل ٣،ب) الخاص بإجمالي تغير الليالي الباردة من متوسط التسلسل الزمني السنوي للمنطقة ٢٥° إلى ٣٥° شرقاً و٢٢° إلى ٣٢° شمالاً، بطبيعة الحال على كمية المطر، ويبين الشكل (٤) تغيرات كمية المطر طويلة المدي في مصر



المصدر: (Alexander, et al., 2006)

شكل (٤) تغير كمية المطر السنوي على مصر

منذ ١٩٦٠ حتى ٢٠٠٣ بالنسبة لفترة الأساس المرجعية ١٩٦١ – ١٩٩٠، ونستنتج منه وجود منطقة جفاف صغيرة في الشمال الغربي لمصر، ويتراوح انخفاض مقدار التغير في كمية المطر السنوي مابين –١٥ و –٢٠٪. وتشير الدراسات إلى دلائل تفيد أن شدة وتواتر السيول والأمطار الغزيرة على مصر قد زادت بالفعل في الأعوام الأخيرة؛ حيث ترتبط التغيرات بنظم الضغط الجوي، كما لوحظ زيادة في تسجيل شدة وتواتر العواصف الرملية والغبار(EEAA, 2010).

٤- مؤشرات تغير المناخ:

تم إنشاء عدد من المؤشرات التي توضح الجوانب المختلفة لأحوال المناخ المتغير، منها مجموعة المؤشرات الخاصة بفريق الخبراء المعني بكشف تغيرات المناخ ومؤشراته ETCCDI التابع لوحدة بحوث تقلبات المناخ والتنبؤ به CLIVAR بالبرنامج العالمي لبحوث المناخ WCRP. وهذه المؤشرات عددها سبعة وعشرين مؤشراً تستفيد من بيانات كميات الأمطار ودرجات حرارة الهواء العظمى والصغرى لإيجاد القيم السنوية الخاصة بالأيام «الدافئة» مثلاً والتي تتجاوز فيها درجات حرارة الهواء العظمى اليومية معدلاتها الطبيعية مقارنة بفترة الأساس base period من ١٩٦١ إلى ١٩٩٠. أُستخدم منها في البحث سبعة مؤشرات؛ تبين من نتائجها بالجدول (٢) والأشكال (من ٥ إلي ١١) أن مصر شهدت بوجه عام ارتفاعاً ملحوظاً في درجة حرارة الهواء خلال الصيف، والتي من المحتمل أن تكون نتيجة التأثير البشري على المناخ، مما تسبب في حدوث زيادة في درجات الحرارة الصيفية العظمي وانخفاض درجات الحرارة الصيفية الصغرى، كما سادت اتجاهات الاحترار الواسعة النطاق فيها منذ عام ١٩٦٠ مع ارتفاع درجات الحرارة في الصيف عنها في الشتاء.

ثالثاً: الاتجاهات المتوقعة لتغير المُناخ في مصر

هناك أوجه كثيرة لعدم اليقين في التوقع المستقبلي لتغيرات المناخ والآثار المترتبة عليها. والعديد من هذه الأوجه معروفة تماماً، غير أن البعض لم يزل غير معروف. وينشأ أحد أوجه عدم اليقين بسبب عدم المعرفة حتى الآن بالكيفية التي سوف يتغير بها المناخ في المستقبل. فعلى سبيل المثال، يتوقف عدم اليقين حول مستقبل انبعاثات غازات الدفيئة الذي يعتمد بدوره على عوامل عدة مثل: حجم السكان والنمو الاقتصادي والتطور التكنولوجي والطلب على الطاقة وطرق توفيرها واستخدام الأراضي. ومن ثم فالمنهج المعتاد في التعامل مع هذا الأمر يكمن في دراسة عدد من السيناريوهات المستقبلية؛ حيث تُستخدَم النماذج المناخية في فهم كيفية التغيرات الزمنية للمناخ.

ويستخدم واضعو النماذج المختلفة تمثيلاً مقبولاً للنظام المناخي، ولهذا السبب توجد اختلافات في التوقعات المناخية لأي سيناريوهات انبعاث غازات الدفيئة بين وضعي النماذج، وهو ما يسبب عدم اليقين الهيكلي للنموذج المناخي. وينتج مركز هادلي التابع لهيئة الأرصاد

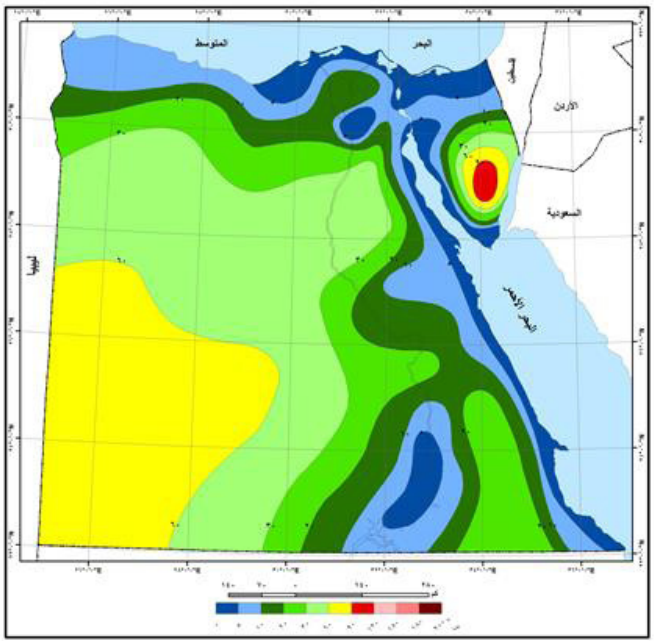
جدول (٢) تحليل ووصف بعض المؤشرات الخاصة لتغيرات المناخ في مصر

المؤشر	الوصف	التحليل
تواتر الليالي الباردة TN10p	درجات الحرارة الصغرى اليومية الأقل من قيمتها اليومية قياساً على فترة الأساس المرجعية ١٩٦١ – ١٩٩٠	عدد الأيام ذات درجة حرارة صغري أقل من ٥ درجات مئوية تصل إلى أكثر من ٦٠ يوماً في مرتفعات جنوب سيناء وجنوب الصحراء الغربية وتتراوح بين ٥- ٣٠ يوماً في الوادي والدلتا (شكل ٥).
تواتر الليالي الدافئة TN90p	درجات الحرارة الصغرى اليومية أعلى من قيمتها اليومية قياساً على فترة الأساس المرجعية ١٩٦١ – ١٩٩٠	عدد الأيام ذات درجة حرارة صغري أعلى من قيمتها تصل إلى أكثر من ٩٠ يوماً في معظم وادي النيل وشمال الصحراء الغربية وتقل كلما اتجهنا شمالاً وشرقاً (شكل ٦).
تواتر الأيام الباردة TX10p	درجات الحرارة العظمى اليومية الأقل من قيمتها اليومية قياساً على فترة الأساس المرجعية ١٩٦١ – ١٩٩٠	عدد الأيام ذات درجة حرارة عظمي أقل من قيمتها اليومية تتراوح بين ٥- ٦٠ يوماً شمالي مصر والدلتا وتزيد في اتجاه الجنوب والجنوب الغربي شكل ٧).
تواتر الأيام الدافئة TX90p	درجات الحرارة العظمى اليومية أعلى من قيمتها اليومية قياساً على فترة الأساس المرجعية ١٩٦١ – ١٩٩٠	عدد الأيام ذات درجة حرارة عظمي أعلي من ٣٥ درجة مئوية تصل إلى أكثر من ١٨٠ يوماً في مصر العليا وتقل تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً لتصل لأقل من ١٠ يوماً على السواحل الشمالية (شكل ٨).
مدة النوبات الجافة CDD	أطول مدة لعدد أيام تساقط مطر متصلة في العام كميته > ١ملم[١]	عدد الأيام التي يسقط فيها المطر أقل من ١ ملم تصل إلى أكثر من ٢٥ يوماً على السواحل الشمالية وتقل عن ١٥ يوماً جنوب دلتا النيل، وأقل من خمسة أيام جنوب القاهرة (شكل ٩).
مدة النوبات الممطرة CWD	أطول مدة لعدد أيام تساقط مطر متصلة في أحد العام كميته > ١ملم[٢]	عدد الأيام التي يسقط فيها المطر أكثر من ١ ملم تصل إلى أكثر من ٢٥ يوماً على ساحل الدلتا وتقل إلى خمسة أيام عند القاهرة (شكل ١٠).
إجمالي المطر السنوي PRCPTOT	مجموع كمية المطر السنوي	مجموع كمية المطر السنوي يصل إلى أكثر من ١٠٠ ملم على السواحل الشمالية وتقل بشدة كلما اتجهنا جنوبا حتي مصر الوسطي وتنعدم في مصر العليا والصحراء الغربية (شكل ١١).

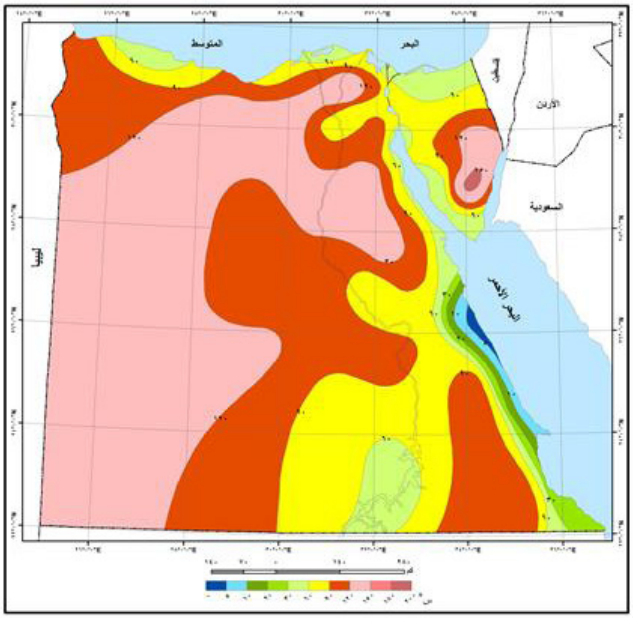
مصدر المؤشرات: http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/index.shtml، والتحليل من الباحث.

(١) اشتراط أن تكون «النوبة الجافة» مدتها ٦ أيام على الأقل.

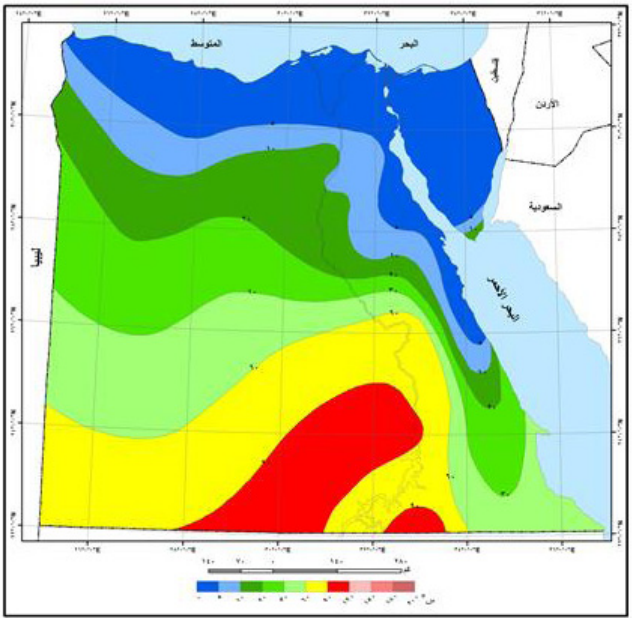
(٢) اشتراط أن تكون «النوبة الرطبة» مدتها ٦ أيام على الأقل.



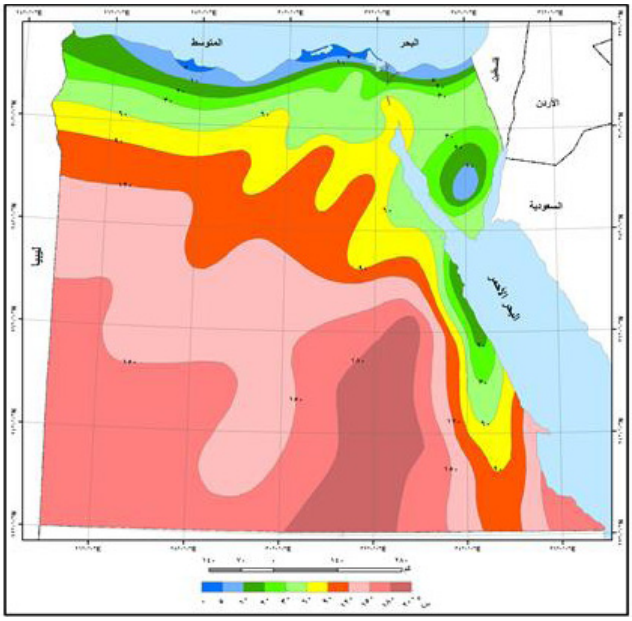
شكل (٥) مؤشر تواتر الليالي الباردة TN10p في مصر
(عدد الأيام ذات درجة حرارة صغري أقل من ٥°م)



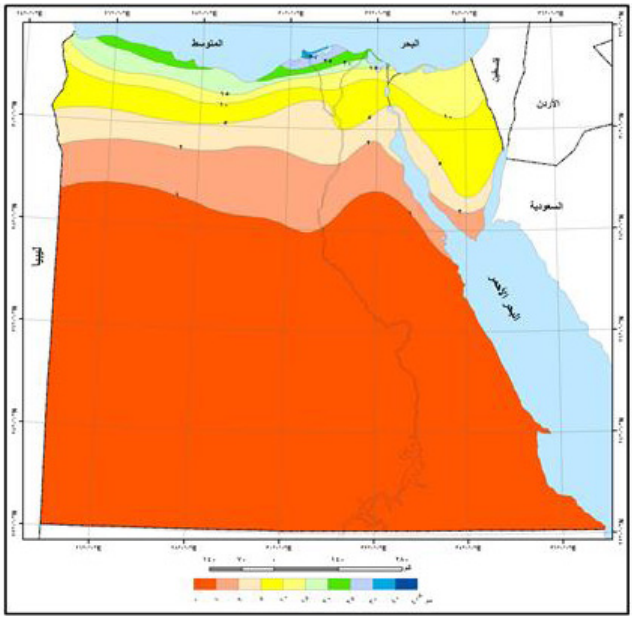
شكل (٦) مؤشر تواتر الليالي الدافئة TN10p في مصر
(عدد الأيام ذات درجة حرارة صغري أعلى من معدلها)



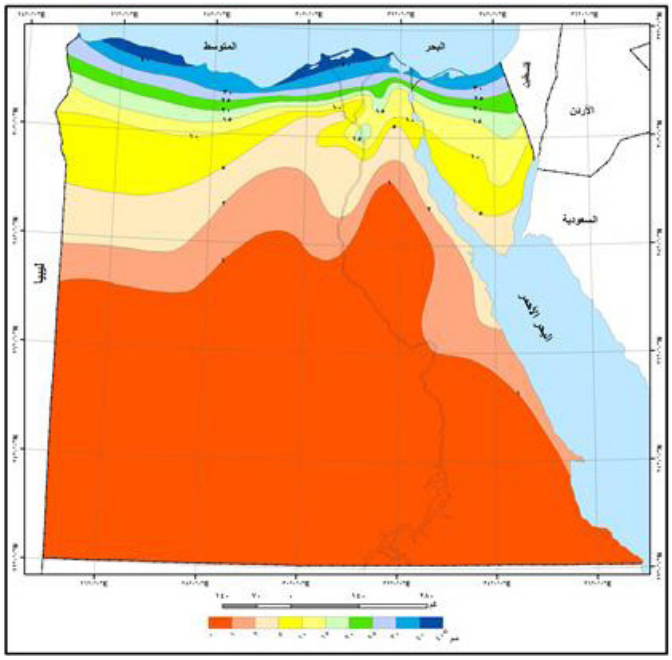
شكل (٧) مؤشر تواتر الأيام الباردة TX10p في مصر
(عدد الأيام ذات درجة حرارة عظمي أقل من معدلها)



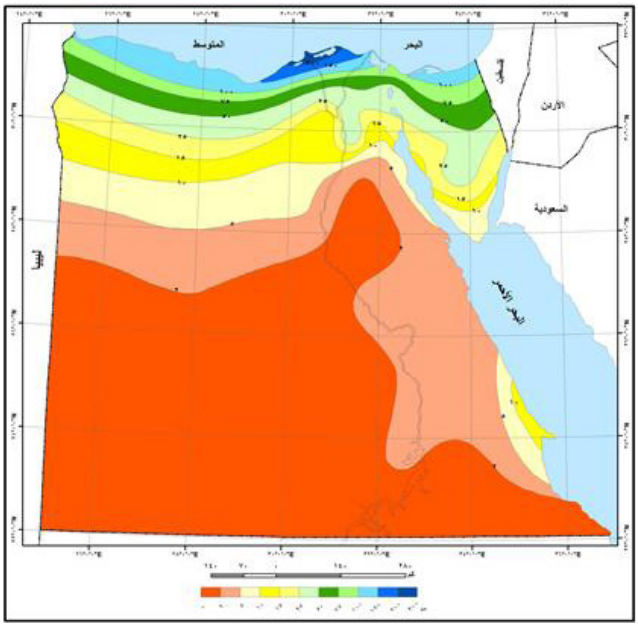
شكل (٨) مؤشر تواتر الأيام الدافئة TX90p في مصر
(عدد الأيام ذات درجة حرارة عظمي أعلي من ٣٥°م)



شكل (٩) مؤشر مدة النوبات الجافة CDD في مصر
(عدد الأيام التي يسقط فيها المطر أقل من ١ ملم)



شكل (١٠) مؤشر مدة النوبات الممطرة CWD في مصر
(عدد الأيام التي يسقط فيها المطر أكثر من ١ ملم)



شكل (١١) مؤشر إجمالي المطر السنوي PRCPTOT في مصر
(مجموع كمية المطر السنوي ملم)

البريطانية حالياً مجموعة مؤشرات perturbed parameter ensembles من تشكيلة نماذج فردية تعرف باسم HadCM3C لبحث حالات عدم اليقين في عمليات التغذية العكسية المادية والبيوچيوكيميائية. ولتوقع نسبة التغير في المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء، ونسبة التغير في متوسط كمية المطر السنوي في منطقة الدراسة تم استخدم تقديرات نموذج (GCM Shar-dul, et al., 2004)، وتقديرات نموذج CMIP3 أكثر النماذج المتاحة استخداماً (Jones, et al., 2011) ، ومن مخرجات مجموعات المحاكاة ensemble CMIP3 الخاصة بدرجات حرارة الهواء وكميات الأمطار في إطار السيناريو A1B لمصر والمناطق المحيطة نستنتج ما يلي:

١- الاتجاهات المتوقعة لتغير درجات حرارة الهواء:

من تحليل الجدول (٣) لتقديرات التغير في التوزيعات السنوية والفصلية لدرجة حرارة الهواء خلال أعوام ٢٠٣٠، ٢٠٥٠، ٢١٠٠ مقارنة لدورة المناخ الأساسية (١٩٦٠–١٩٩٠)، والتي تم تقدير متوسطتها في ١١ نموذج من نماذج SCENGEN؛ حيث تتوقع جميع النماذج في مجموعة المحاكاة الخاصة بـالنموذج ارتفاع درجات حرارة الهواء في المستقبل؛ حيث من المتوقع ارتفاع المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في مصر ما بين ١,٢ و ١,٥ °م بحلول عام ٢٠٥٠، وما بين ٢,١ و ٢,٩ °م بحلول عام ٢١٠٠. ويوضح الشكل (١٢) ارتفاع درجة حرارة الهواء في منطقة الدراسة مستقبلاً؛ حيث من المتوقع أن تصل قيم التغير في المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء بحلول

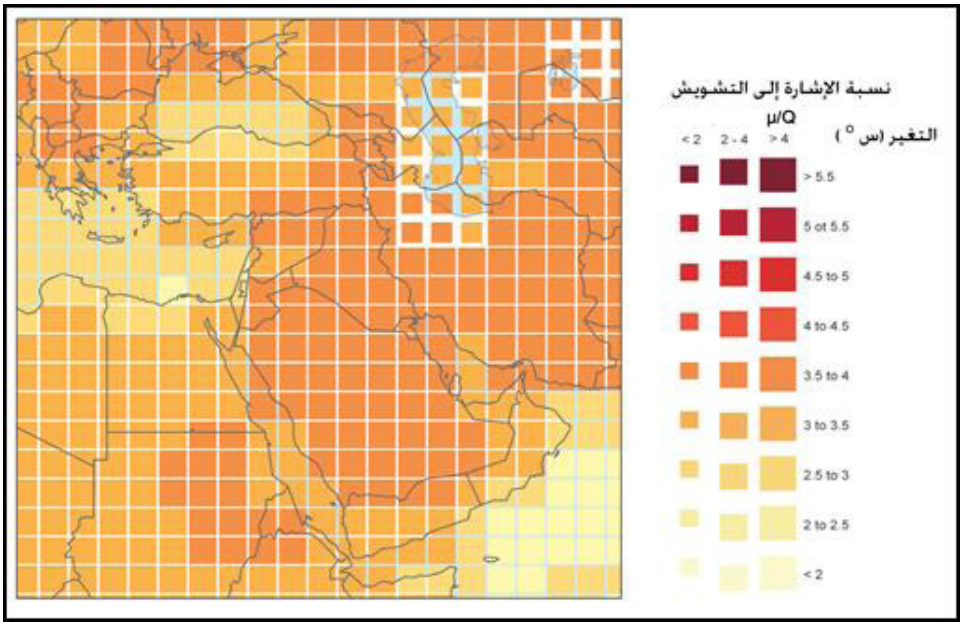
عام ٢١٠٠ مقارنة لدورة المناخ الأساسية، والتي تم تقدير متوسطها في ٢١ نموذج من نماذج CMIP3 على مصر مابين ٣ و ٣,٥°م.

جدول (٣) تقديرات نموذج GCM لمتوسط تغير درجات حرارة الهواء بالارتفاع في مصر (°م)

البيان	المتوسط السنوي	متوسط فصل الشتاء	متوسط فصل الصيف
٢٠٣٠	١	٠,٨	١,١
٢٠٥٠	١,٤	١,٢	١,٣
٢١٠٠	٢,٤	٢,١	٢,٩

المصدر: (Shardul, et al., 2004, pp 13-14).

Source: Jones, P. D. et al., Hadley Centre for Climate and Briffa, K. R., Climatic Research Unit Meteorological Office School of Environmental Sciences.



شكل (١٢) نسبة التغير المتوقعة في المتوسط السنوي لدرجات حرارة الهواء في مصر عام ٢١٠٠(١)

٢- الاتجاهات المتوقعة لتغير كمية المطر:

من تحليل الجدول (٤) لنسب التغير السنوية والفصلية لمجموع كمية المطر خلال أعوام ٢٠٣٠، ٢٠٥٠، ٢١٠٠ مقارنة لدورة المناخ الأساسية (١٩٦٠–١٩٩٠)، والتي تم تقدير متوسطتها في ١١ نموذج من نماذج SCENGEN، وعلى عكس درجات حرارة الهواء تختلف النماذج حول ما إذا كان التساقط المطري في تزايد أم في تناقص على أي منطقة؛ حيث تتوقع جميع

(١) يمثل مقاس كل عنصر صورة (بيكسل) مستوى التوافق بين النماذج حول دلائل التغير.

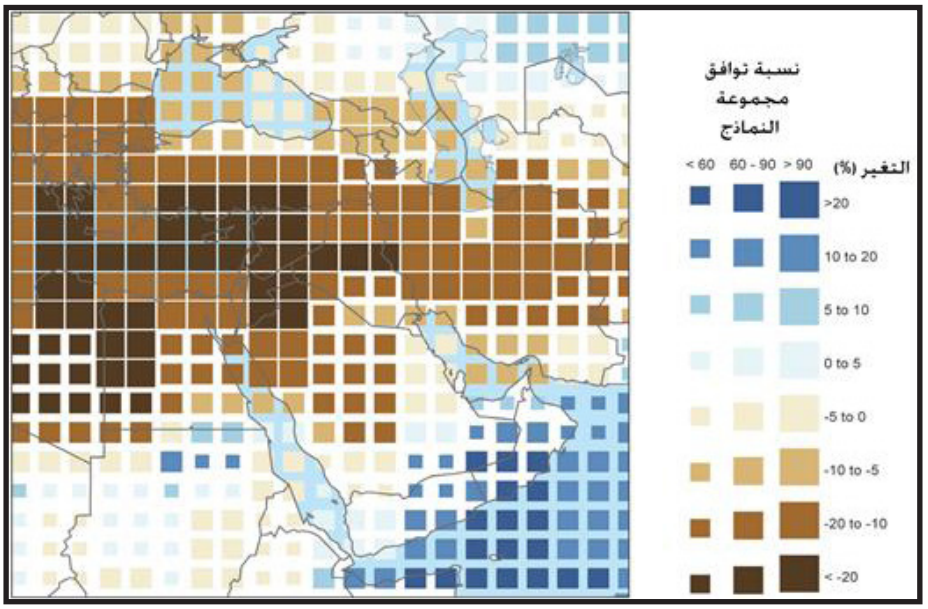
النماذج في مجموعة المحاكاة الخاصة بـالنموذج اختلاف كمية المطر في المستقبل؛ حيث من المتوقع وجود تباين زمني للنسب الفصلية لمجموع كمية المطر على مصر ما بين -٠,٧٪ و ٢٤٪ بحلول عام ٢٠٥٠، وما بين -١,٢٪ و ٤١,٧٪ بحلول عام ٢١٠٠. ويوضح الشكل (١٣) التباين في نسب التغير السنوي لمجموع كمية المطر عام ٢١٠٠ مقارنة لدورة المناخ الأساسية، والتي تم تقدير متوسطها في ٢١ نموذج من نماذج CMIP3، والتي تشير إلى أن النسبة المئوية للنماذج التي تتفق على دلائل التغير في كمية المطر أنه من المتوقع أن تشهد مصر تناقصاً في مجموع كمية المطر السنوي، مشتركة في ذلك مع مناطق حوض البحر المتوسط ومعظم مناطق الشرق الأوسط، كما يُتوقع أن يتجاوز التناقص نسبة ٢٠٪ في المناطق الواقعة غرب مصر.

جدول (٤) تقديرات نموذج GCM لنسب تغير كمية المطر في مصر (٪)

البيان	المتوسط السنوي	متوسط فصل الشتاء	متوسط فصل الصيف
٢٠٣٠	-٥,٢	-٨,٩	١٠,٧
٢٠٥٠	-٧,٦	-١٢,٨	١٥,٤
٢١٠٠	١٣,٢	-٢٢,٣	٢٦,٩

المصدر: (Shardul, et al., 2004, pp 13-14).

Source: Jones, P. D. et al., Hadley Centre for Climate and Briffa, K. R., Climatic Research Unit Meteorological Office School of Environmental Sciences.



الشكل (١٣) نسبة التغير المتوقعة في المتوسط السنوي لمجموع كمية المطر في مصر عام ٢١٠٠(١)

(١) يمثل مقاس كل عنصر صورة (بيكسل) مستوى التوافق بين النماذج حول دلائل التغير.

رابعاً: الوضع الراهن للأمن الغذائي المصري

وفقاً لتقارير مشتركة أصدرها برنامج الأغذية العالمي التابع للأمم المتحدة، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، والمعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية أن حوالي ١٣,٧ مليون مصري (١٧ ٪ من السكان) لا يتحقق لهم الأمن الغذائي عام ٢٠١١ مقارنةً بحوالي ١٤٪ عام ٢٠٠٩. وإن نسب الاكتفاء الذاتي من المحاصيل الإستراتيجية محدودة، فحسب بيانات عام ٢٠١١، بلغت نسب الاكتفاء الذاتي من محصول القمح ٤٨,٨ ٪، كما تعد مصر المستورد الأول للقمح على مستوى العالم، بحجم استيراد بلغ ستة ملايين طن سنوياً. كذلك تصل نسبة الاكتفاء الذاتي من الذرة الشامية ٥١٪، ومن الأرز ٩٨٪، مع ملاحظة أن السنوات السابقة على عام ٢٠١١ كانت مصر تحقق فيها فائضًا بهذا المحصول، وكانت قد توقفت عن تصديره على مدار السنوات الخمس الماضية، إلا أنها عاودت فتح باب التصدير للأرز عام ٢٠١٢. غير أن نسبة الاكتفاء الذاتي من الفول تدنت لتصل إلى ٣٧,٣٪، ويعد الفول من الوجبات الشعبية في مصر؛ حيث تعتمد نسبة كبيرة من المواطنين عليه كوجبة غذائية إلى جانب الخبز. أما العدس فتصل نسبة الاكتفاء الذاتي منه في العام ذاته إلى ٢,٢٪. (برنامج الأغذية العالمي، ٢٠١٤).

أما الزيوت النباتية فتعاني مصر فيها من نقص شديد وتعتمد على استيرادها بنسب كبيرة، وتصل نسبة الاكتفاء الذاتي في حدود ٢٠٪، أما السكر فتصل نسبة الاكتفاء الذاتي منه نحو ٤٨٪.، أما اللحوم بأنواعها، فإن مصر لم تصل فيها بعد إلى مستوى الاكتفاء الذاتي الكامل، إلا أن معدلات الأداء فيها لابأس بها، فاللحوم الحمراء تصل نسب الاكتفاء الذاتي منها إلى ٨٢,٢٪، والدواجن ٩٧٪، والأسماك الطازجة ٨٩,٣٪، إلا أنها تحقق اكتفاءً ذاتيًا في بعض المحاصيل تصل إلى نسبة ١٠٠٪، مثل البطاطس، والخضراوات الطازجة، والموالح، والفواكه الطازجة، وتعد هذه المحاصيل من المحاصيل التصديرية لمصر، وبخاصة إلى دول الاتحاد الأوروبي ودول الخليج (برنامج الأغذية العالمي، ٢٠١٤).

وكما سبق الذكر هناك أوجه كثيرة لعدم اليقين في التوقع المستقبلي لتغيرات المناخ والآثار المترتبة عليها؛ حيث يتقلب المناخ كثيراً في العمليات الطبيعية من عام لآخر ومن عقد إلى آخر، وقد تكون هذه التقلبات كبيرة إذا ما قورنت بالمؤثرات البشرية على النطاقات الزمنية القصيرة ولاسيما على النطاقات الإقليمية، وعند تطبيق نماذج التوقعات المستقبلية للتغير المناخي على نماذج تأثير تغير المناخ على البيئة، فإن وجه عدم اليقين الهيكلي للنموذج المناخي سينطبق على تقديرات الأثر علي الأمن الغذائي. وفيما يلي نتناول التأثير المحتمل لتغير المناخ على قطاعين أساسيين مرتبطين بالأمن الغذائي هما: الموارد المائية والمحاصيل الزراعية.

١ـ التأثير المحتمل لتغير المناخ في الموارد المائية:

يرتبط تحقيق الأمن الغذائي ارتباطاً وثيقاً بموارد المياه العذبة، وتعاني حالياً مصر من وجود عجز نسبي في الموارد المائية؛ حيث لا تكفي لتلبية الاحتياجات الاستهلاكية، ويمثل نهر النيل المسطح المائي التي يعتمد عليه الأمن المائي في مصر؛ حيث ترتكز علي ضفاف النهر وبالقرب منه معظم الأنشطة السكانية والاقتصادية، بالإضافة إلي مياه الأمطار علي السواحل الشمالية، كما تتوفر في أنحاء أخرى من مصر مصادر المياه من الواحات والينابيع التي تعتمد على المياه الجوفية. وتستفيد مصر من اتفاقيات تقاسم المياه التفضيلية التي تحصل بموجبها على أكبر حصة من موارد سقوط الأمطار بين كل بلدان حوض النيل الاحدى عشرة، ومن ثَم وبناءً على هذا فإن مستوى تهديد أمن المياه يتراوح ما بين متوسط إلى منخفض. ويعكس ذلك بوجه عام هيمنة استخدام المياه السطحية عن طريق نهر النيل في مصر، وعلى أرض الواقع فإن نسبة ٩٧،٦٪ من إجمالي موارد المياه المتجددة في مصر تأتي من المياه السطحية، في حين تستمد نسبة ٢،٤٪ من تغذية المياه الجوفية (الأمم المتحدة، ٢٠٠٧). وعليه تعاني مصر من تهديدات من خارج الحدود السياسية بسبب أن مياه نهر النيل تتحكم في منابعها دول غير عربية، الأمر الذي يقتضي أن تعيد مصر ترتيب أوراقها وتنسيق جهودها لحماية مواردها المائية من ناحية، وترشيد استهلاكها من ناحية أخرى.

ومن المتوقع أن متوسط درجتين من الإحترار العالمي سوف تؤدي إلى التغير في متوسط الجريان السنوي runoff عن الوقت الحالي تبعاً لنماذج محاكاة الآثار، والتي قد يختلفا وفقاً لنموذج توقعات التغير المناخي الموجهة لنموذج الأثر، ويوضح ذلك أن اختيار نموذج الأثر قد يؤثر في قوة أثر ودلائل التغير عن الوقت الحالي. وأشار تقرير التقييم الرابع AR٤ للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC (٢٠٠٧) إلى احتمالية انخفاض مجموع كمية المطر السنوي على طول الساحل في معظم البلدان الأفريقية المطلة على البحر المتوسط ومنها مصر بنسبة ٢٠٪ بحلول عام ٢١٠٠ وفقًا للسيناريو A1B، مع سيادة الجفاف معظم أيام السنة (IPCC, 2007, P. 868).

وتشير الدراسات إلى أن مصر ستتعرض لإجهاد عالٍ فيما يتعلق بالمياه سواء أكانت تساقط مطري أم جريان سطحي بحلول عام ٢٠٥٠ (Rockstrom, et al., 2009, P.45). وعلى نحو مماثل أوضح تقييم مينزل وماتوفيل (Menzel, & Matovelle, 2010, P.249) القائم على تطبيق نموذج Water GAP الهيدرولوجي أن خمساً من بين ست عمليات محاكاة لتدفق المجرى النهري وتغذية المياه الجوفية تشمل التغيرات المناخية والاجتماعية الاقتصادية، إلى أن مصر قد تتعرض لإجهاد مائي شديد بحلول عام ٢٠٥٠، كما أشارت عدد من الدراسات التي تم إجراؤها على النطاق المحلي إلى التدفق المتناقص لمجرى النيل وارتفاع مدى قابلية التأثر بالإجهاد المائي في مصر في ظل تغير المناخ. ومع ذلك يشير التقرير المحلي الثاني لمصر والصادر بموجب

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى أن تلك التوقعات معتمدة بشدة على اختيار سيناريو المناخ ونموذج المناخ العالمي الأساسي (EEAA, 2010).

وتوصل أجراوالا (٢٠٠٤) إلى أن السكان واستخدامات الأراضي والنشاط الاقتصادي في مصر تتركز على طول وادي النيل والدلتا؛ الأمر الذي يجعل دلتا النيل شديدة التأثر بأي آثار عكسية على مدى توافر مياه النيل؛ حيث من الممكن أن تتعرض مياه النيل على نحو متزايد للإجهاد بسبب زيادة عدد السكان وانخفاض نصيب الفرد من المياه، وارتفاع الفاقد المائي بالتبخر في ظل تغير المناخ، وهذه القابلية للتأثير المحتمل في هذا السياق قد تزداد سوء بشدة إذا جاءت الآثار المناخية مصحوبة بأي انخفاض في حصة مصر من مياه النيل أو استخدام مفرط غير مبرر للمياه من جانب دول منابع النيل، وبالتالي ينعكس هذا التأثير السلبي علي إنتاجية المحاصيل التي توفر الأمن الغذائي لمصر (Agrawala, at al., 2004).

وتم تحليل تأثيرات تلك التغيرات التي شهدها تدفق المجاري المائية على موارد المياه لحوض نهر النيل عن طريق التقدير الكمي للإنتاج الكهرومائي السنوي وإطلاق مياه الري في السد العالي بأسوان. وينخفض الإطلاق طويل الأجل لمياه الري من السد العالي بأسوان في الفترتين ٢٠٤٠ – ٢٠٦٩ و٢٠٧٠– ٢٠٩٩ إلى ٨٧ (٨٩)٪ و٨٦ (٨٤)٪ من الإطلاق في فترات سابقة على التوالي، وذلك وفق سيناريوهي الانبعاثات العالمية (A2 B1)، وتوصل باين (٢٠١٠) إلى أن إمدادات المياه المخصصة للزراعة في مصر قد تتأثر سلبًا وخصوصًا في النصف الثاني من القرن الحالي (Beyene, et al., 2010, P. 454).

٢ـ التأثير المحتمل لتغير المناخ في المحاصيل الزراعية:

يسهم قطاع الزراعة– القطاع المسئول عن تحقيق الأمن الغذائي– بدوراً مهماً وحيوياً في الاقتصاد القومي المصري؛ حيث يمثل ١٤,٧٪ من إجمالي الناتج القومي (الهيئة العامة للاستعلامات، ٢٠١٦)، وتبلغ المساحة المنزرعة ٨,٦ مليون فدان أي ما يمثل ٣,٦٪ من إجمالي مساحة مصر، وتنحصر في وادي النيل الضيق الممتد من أسوان إلى القاهرة ودلتا النيل شمال القاهرة، وعليه يعتمد ري الأراضي الزراعية في مصر بشكل أساسي على مياه نهر النيل وتدفقها من الجنوب إلي الشمال، والتي تعتمد بدورها على الأحوال المناخية التي تحدث بعيداً عند المنابع العليا. ومن ثم فإن دراسة آثار التغير المناخي على إنتاجية المحاصيل الزراعية تحتاج في معظم الأحيان إلى أخذ التغيرات المناخية عند منابع نهر النيل بعين الاعتبار إلى جانب التغيرات المناخية المحلية. ومن الثابت أن الأراضي المصرية تتصف بنسبة عالية جداً من إنتاجية المحاصيل الزراعية؛ حيث تبلغ المساحة المحصولية ١٦,٢ مليون فدان (الهيئة العامة للتنمية الصناعية، ٢٠١٦)؛ نتيجة الاعتماد على استخدام شكل من أشكال الري والزراعة الموسمية أكثر من مرة في العام. ومن بين

أهم خمسة محاصيل زراعية في مصر حسب نسبتها من المساحة المحصولية وكميتها وقيمتها وفقاً لتقرير منظمة الفاو(FAO, 2016) القمح والذرة والأرز والبطاطس والطماطم.

تختلف توقعات نوعية المحاصيل الزراعية وإنتاجها المأخوذة من الدراسات العالمية وفق سيناريوهات تغير المناخ بالنسبة لمصر اختلافاً كبيراً بسبب اختلاف النماذج والفرضيات والسيناريوهات المطبقة بخصوص المناخ والمحاصيل الزرعية، وتعكس دراسات التقييم الجارية على المستوى المحلي توافقاً فيما بينها على أن المحاصيل الزراعية في الدلتا والوادي قد تشهد انخفاضاً مصاحباً لتغير المناخ؛ حيث تعتمد إنتاجية المحاصيل في مصر على الري؛ ولهذا فأحد أوجه عدم اليقين المهمة يتعلق بمدى استمرار توفر المياه بالنسبة لنهر النيل في ظل تغير المناخ. وهناك فجوات معرفية، وأوجه عدم يقين أخرى مهمة تنطبق على مصر كما تنطبق أيضاً على المستوى العالمي. وتشمل هذه الفجوات وأوجه عدم اليقين قياس كمية الزيادة في المحاصيل الزراعية نتيجة التسميد وانخفاضها نتيجة تلف طبقة الأوزون (Iglesias, et al., 2009 & Avnery, et al., 2011)، ومدى تأثير أمراض المحاصيل على إنتاجية المحاصيل الحقلية في ظل تغير المناخ (Luck, et al., 2011, P.119).

ولمعرفة العلاقة بين تغير المناخ والزراعة لابد من النظر إلى العوامل المناخية الزراعية بصورة مستقلة عن العوامل الأخرى التي لها علاقة بالإنتاج الزراعي، والتي يمكن حصرها تحت مفهوم فصل النمو، ويقصد به الفترة الزمنية التي تؤثر فيها عناصر المناخ إلى جانب العوامل الأخرى التي تساعد على نمو النبتة من بذرتها، وهذه العناصر هي: الضوء الناتج عن الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء والرياح والرطوبة الجوية سواء أكانت ندي أم ضباب، وتشكل هذه العناصر فيما بينها عوامل الإنبات وتؤثر في مجموعها في وجود نوع أو آخر من النبات وبدرجة معينة، وإلى جانب هذه العوامل توجد عناصر أخرى مناخية بغض النظر عن تزامنها على منطقة الدراسة تعطي صورة معاكسة عن عمل العناصر الأخرى وهي: الصقيع والعواصف الخماسينية والجفاف وأيضاً الأمراض والآفات الزراعية، كما تختلف الاحتياجات المائية باختلاف أنواع المحاصيل ونوع التربة والظروف الجوية السائدة خاصة أثناء موسم النمو، ويعبر عن تلك العوامل مجتمعة بمفهوم وحدات الطاقة التي تمثل التفاعل الديناميكي للعناصر مجتمعة بوحدة واحدة من التأثير في النبات في فصل النمو الملائم والمحسوبة كميًا تحت مفهوم الحرارة المجمعة اليومية (GOD Growing Degree Days).[1]

وتُعرف الحرارة المجمعة لأي محصول على أساس المعدل اليومي للحرارة، وهي الحد الأدنى للنمو التي يختلف باختلاف نوعية المحصول ومنها: الحبوب التي تزرع في الربيع من صفر إلى ٤

(١) الحرارة المجمعة اليومية = مجموع «معدل الحرارة اليومية Ti – درجة الصفر الحراري A (تكون في حدود ١٠°م)=GOD ∑(Ti–A)».

°م، والذرة من ١٢° إلى ١٤ °م، والخضر من ٤° إلى ٧°م. وعليه فإن فصل النمو الأنسب الذي يوفر الطاقة الحرارية التي يحتاج إليها المحصول في مراحل نموه من بذره إلى الحصاد ثم مرحلة الثمار، وما يزيد على ذلك يتخلص منه المحصول عن طريق النتح، ويذبل المحصول إذا ارتفعت درجة الحرارة في أي موقع بين ٥٠° و٦٠°م، وهو الحد الأعلى الممكن لتحمل أي محصول، وكذلك إذا انخفضت الوحدات الحرارية دون الصفر المئوي؛ فقد يؤدي ذلك إلى تجمد عصارة الأوراق والسيقان أو في الجذور. وعلى ضوء ذلك فإن أي ارتفاع في درجات حرارة الهواء يؤثر بطبيعة الحال على نوعية المحاصيل الزراعية، كما أن ارتفاع درجة الحرارة مع تزايد معدلات تكرارية للإحداث القصوى لبعض الظاهرات الجوية سوف يقلل إنتاجية المحاصيل بدرجات مختلفة تبعا لشدة التغيرات وتوقيت حدوثها ونوعية المحصول وتطبيق أو غياب إجراءات وقائية لخدمة المحصول (محمد السيد حافظ، ٢٠٠٩، ص ٣٥).

جدول (٥) النسبة المئوية للتغيرات في بعض محاصيل وفق سيناريوهات تغير المناخ في مصر

المحصول	السنوات	A1F1	A2a	A2b	A2c	B1a	B2a	B2b
القمح	٢٠٢٠	١,٣٥	٠,٩١	١,٥٦	١,٨٧	٠,٣٥	٠,٨٦-	٠,٢٥
	٢٠٥٠	١,٥٩-	٠,٧١	١,٦٦	٢,٧٦	٠,٧١	٢,٦٢-	٠,١٤
	٢٠٨٠	٢٠,١-	٩,٠-	٦,٠٥-	٧,١-	٠,٦٥-	٤,٧٩-	١٠,٢٧-
الأرز	٢٠٢٠	٠,٦٥-	١,٠٩-	٠,٤٤-	٠,١٣-	١,٦٥-	٢,٨٦-	١,٧٥-
	٢٠٥٠	٢,٥٩-	١,٢٩-	٠,٣٤-	٠,٧٦	٠,٢٩-	٣,٦٢-	٠,٨٦-
	٢٠٨٠	٢١,١-	١٠,٠-	٧,٠٥-	٨,١-	٣,٦٥-	٥,٧٩-	١١,٢٧-
الذرة	٢٠٢٠	٤,٣-	٥,٤٩-	٤,٣٧-	٣,٨٧-	٥,٠٦-	٧,٥٩-	٥,٧٤-
	٢٠٥٠	١٠,٧٦-	٩,٤٨-	٨,٢٣-	٨,٠-	٧,٦١-	١٠,٨-	٨,١٢-
	٢٠٨٠	٢٢,٥٦-	١٧,٦٤-	١٤,٣٧-	١٦,٨٦-	١٠,١٢-	١٣,٦٢-	١٩,٩١-

المصدر: (Iglesias, et al., 2009).

وبتطبيق نموذج المناخ العالمي المطبق في النسخة الثالثة لنموذج هادلي المزدوج HadCM3 في ثلاث فترات زمنية مستقبلية (Iglesias, et al., 2009). مستخدماً منهجية موحدة لمحاكاة المحاصيل الزراعية وسيناريوهات تغير المناخ وفقاً لدرجة إسهامها في الإنتاج الإقليمي والمحلي البعلي rain-fed والمروي irrigated، توقعت ٦ سيناريوهات ارتفاع أنتاج القمح عام ٢٠٢٠ عن مستويات خط الأساس في الفترة بين (١٩٧٠- ٢٠٠٠)، بينما توقعت ٥ سيناريوهات ارتفاعها عام ٢٠٥٠، وعام ٢٠٨٠ جاء القمح تحت خط الأساس (جدول ٥). ومن محاكاة العجز في محاصيل القمح والأرز والذرة من عام ٢٠٢٠ وحتى عام ٢٠٨٠ توقعت جميع السيناريوهات زيادة العجز في المحاصيل وخاصة في الفترة الزمنية من ٢٠٥٠ إلي ٢٠٨٠ مع تغير المناخ في مصر (جدول ٦).

جدول (٦) توقعات نسب إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية في دلتا النيل طبقاً لسيناريوهات تغير المناخ

الفترة الزمنية	إنتاجية القمح		إنتاجية الأرز		إنتاجية الذرة	
	ارتفاع	انخفاض	ارتفاع	انخفاض	ارتفاع	انخفاض
خط الأساس – ٢٠٢٠	٦	١	٠	٧	٠	٧
خط الأساس – ٢٠٥٠	٥	٢	١	٦	٠	٧
خط الأساس – ٢٠٨٠	٠	٧	٠	٧	٠	٧
٢٠٢٠ – ٢٠٥٠	٣	٤	٤	٣	٠	٧
٢٠٥٠ – ٢٠٨٠	٠	٧	٠	٧	٠	٧

المصدر: (Iglesias, et al., 2009).

وتشير دراسات عديدة إلى أن الأراضي المصرية لديها قابلية تأثر عالية بارتفاع منسوب سطح البحر (SLR)؛ حيث تفترض دراسات تقييم الأثر العالمية بشأن الأثر الذي يتركه ارتفاع منسوب سطح البحر على مصر عامة ودلتا النيل خاصة (Dasgupta, et al., 2009, p. 380) أنه وفق الارتفاع المفترض لمنسوب سطح البحر بمقدار ٠,٥ متر سوف تُغمَر مساحة قدرها ١,٨٠٠ كم٢ من الأرضي الساحلية في مصر، وبارتفاع منسوب سطح البحر ١,٥ متر تُغمَر مساحة قدرها ٥٧٠٠ كم٢ من أراضي الدلتا وشمالي مصر (WMO, 2008). وفي تقييم النهري ودولوشيتز (El Nahry, & Doluchitz, 2010, p. 1502) لأثر ارتفاع منسوب سطح البحر بمقدار متر واحد على دلتا النيل باستخدام نماذج الارتفاع الرقمية Digital Elevation Models، توصلا إلى فرضية غمر مساحة قدرها ٦٩٠٠ كم٢ من الأراضي الزراعية والمستنقعات والبحيرات بما يمثل ٢٨,٩٣٪ من إجمالي مساحة دلتا النيل، أما على فرض ارتفاع منسوب سطح البحر بمقدار ١,٥ متر، فقد ترتفع مساحة الأراضي المعرضة للغمَر إلى ٨٤٢٥ كم٢ بما يمثل ٣٥,٣٣٪ من إجمالي مساحة الدلتا، وعند ارتفاع منسوب سطح البحر بمقدار ٢ متر فترتفع مساحة الأراضي المعرضة للغمَر إلى ١٢١١٠ كم٢ بما يمثل ٥٠,٧٨٪ من إجمالي مساحة الدلتا، وتعد هذه التقديرات أعلى من تقديرات دراسة (Dasgupta, et al., 2009, p. 384) الخاصة بمصر، ويقلل ذلك بطبيعة الحال أن حدث من إنتاجية المحاصيل الزراعية في دلتا النيل، مما ينعكس سلبياً علي الأمن الغذائي.

النتائج والتوصيات:

تهدف التنمية البيئية المستدامة لمصر إلى المحافظة عليها وحمايتها من أي خطورة متوقعة علي الأمن الغذائي المصري. وقد تضاعف الاهتمام العالمي والمحلي بقضايا التغيرات المناخية وتأثيرها على الأمن الغذائي في كافة نواحي الحياة وتؤثر في حياة سكانها عمرانيا واقتصاديا وتنمويا. وبعد

الدراسة والتحليل توصلت الدراسة إلى تعرض مصر إلى تغيرات ملحوظة في درجة حرارة الهواء وكمية المطر الفصلية والسنوية، وسادت اتجاهات الاحترار على مصر منذ عام ١٩٦٠، مع ارتفاع درجات حرارة الهواء في الصيف عنها في الشتاء؛ حيث يلاحظ ارتفاع متوسطات درجة حرارة الهواء بشكل عام في الصيف على كافة أنحاء مصر نتيجة للتأثير ظاهرة الاحتباس الحراري على المناخ، مما تسبب في حدوث زيادة في تواتر درجات حرارة الهواء العظمي وانخفاض تواتر درجات حرارة الصغري صيفاً.

وتبعاً لسيناريو الانبعاث A1B في مجموعة أعمال المحاكاة الخاصة بالمرحلة الثالثة لبرنامج مقارنة النماذج المزدوجة 3CMIP، استنتج أن الارتفاع المتوقع في درجات حرارة الهواء في مصر يتراوح بين ٣ – ٣,٥ درجة مئوية، مع استمرار التوافق بين النماذج الخاصة بمنطقة الشرق الأوسط بوجه عام. ويتوقع أن تشهد مصر بصورة أساسية انخفاضاً في كمية المطر السنوي، مشتركة في ذلك مع أغلب مناطق حوض البحر المتوسط، حيث من المتوقع أن يكون الانخفاض بنسبة ٢٠٪ في السواحل الشمالية، كما يُتَوقَع حدوث تغيرات طفيفة على مصر الوسطى.

تشير معظم الدراسات التي بحثت تأثيرات تغير المناخ على مصر أن موارد المياه تتعرض للإجهاد المائي، وأن تدفق نهر النيل قد ينخفض بصورة كبيرة في مستقبلاً على الرغم أن دقة التقديرات لا تزال غير مؤكدة. ويتوقع أن يتسبب تغير المناخ بوجه عام في حدوث عجز في إنتاجية القمح والأرز والذرة؛ حيث تتأثر تلك المحاصيل تبعاً للاحتياجات المائية اللازمة لنموها سواء أكانت مياه الأمطار أم شبكة الري في المناطق الزراعية. وتعد السواحل الشمالية لمصر عامة وساحل الدلتا خاصة من المناطق الساحلية الأكثر تضرراً نتيجة إحتمالية التغيرات المناخية؛ حيث تتوقع نتائج المحاكاة التي أجرها معهد البحوث الساحلية أن إجمالي مساحات دلتا النيل التي قد تتأثر في أعوام ٢٠٢٥ و٢٠٥٠ و٢٠٧٥ و٢١٠٠ قل تبلغ ١٥٣ و٢٥٦ و٤٥٠ و٧٦١ كم^{٢} على التوالي وفقاً للسيناريو SRES A1F1. وتقترح الدراسة للتعامل مع المشكلة البحثية سواء بالتخفيف أو التأقلم مع تأثيرات التغيرات المناخية على الأمن الغذائي المصري الآتي:

حصر غازات الاحتباس الحراري الناتجة من مختلف القطاعات في مصر، وتنفيذ مشروعات للتخفيف من انبعاث تلك الغازات باستخدام تكنولوجيا الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والوقود الحيوي.

وضع نموذج إقليمي لمحاكاة التغيرات المناخية للمناطق الزراعية للتوقع بالتأثيرات المستقبلية للتغيرات المناخية على آلية التنمية لاستخدام الأرض بشكل أكثر تفصيلاً.

وضع استراتيجيات للتأقلم مع التغيرات المناخية وتأثيراتها المحتملة على الأمن الغذائي، وتنفيذ مشروعات لتقييم أخطار التغيرات المناخية التى تواجه الأمن الغذائي المصري.

والخلاصة: إن الزراعة فى مصر تفتقر إلى السياسات التى من شأنها أن تكفل الأمن الغذائى، وأن للتغيرات المناخية تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة على الأمن الغذائي وأن اختلف التأثير على إنتاجية المحاصيل الأساسية في المناطق الشمالية عن المناطق الداخلية؛ حيث يظهر التأثير الأشد في المناطق التي تتصف بتوازن ضعيف بين المناخ والنظام البيئي، ونستطيع من خلال صياغة استراتيجيات وسيناريوهات مستقبلية مواجهة التغيرات المناخية لتحقيق الأمن الغذائى. وتوصي الدراسة لحماية الأمن الغذائي المصري من التأثيرات المحتملة للتغير المناخي بالآتي:

الاهتمام بالأرصاد الزراعية وتوفير المعلومات المناخية من قِبل الهيئة العامة للأرصاد الجوية، والاستخدام الأنسب للمعلومات لتجنب تدهور المحاصيل الغذائية التي توفر الأمن الغذائي لمصر، والمحافظة علي إنتاجيتها وتنوعها من جراء تغير المناخ.

العمل على تكامل المعلومات الخاصة بالتغير المناخي، وتخطيط وإدارة هذه المعلومات بالمؤسسات الإقليمية علي مستوي القطاعين العام والخاص المعنيين بسياسة الموارد المائية، ودعم إدارتها عبر الحدود واستخدامها في تقييم مشروعات التأقلم مع التغير المناخي.

التخطيط الزراعي بأن تولي الدولة أهمية خاصة بوضع الخطط الزراعية المستقبلية وبخاصة طويلة الأجل والمتوسطة الأجل بعد المصادقة عليها من الجهات المختصة في المستويات الإدارية المختلفة، وتوجيه الاستثمار نحو الأنشطة الإنتاجية والتي تخدم التوجه نحو تحقيق الأمن الغذائي، مع المحافظة على المياه بتحقيق وإيجاد التوازن بين الأمن المائي والغذائي.

وضع السياسات وصناعة إستراتيجية تخطيط استخدام الأراضي الساحلية وإدارتها من قِبل المحافظات الساحلية وبخاصة شمال دلتا النيل، وتقليل العرضة لخطر ارتفاع مستوى سطح البحر المحتمل، والاستخدام الأنسب للمياه والمقدرات الزراعية لتحقيق الأمن الغذائي.

الاهتمام بالنمو الزراعى من قِبل الجهات البحثية بالمديريات الزراعية، وذلك بالارتقاء بالبحوث البيولوجية والهندسة الوراثية، وزيادة المخرجات الزراعية من أجل مواجهة التهديدات المستقبلية الخاصة بالأمن الغذائي في مصر.

المصادر والمراجع

أولاً: باللغة العربية:

الأمم المتحدة (١٩٩٢): اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، نيويورك.
الأمم المتحدة (٢٠٠٥): بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، نيويورك.

برنامج الأغذية العالمي (٢٠١٤): برنامج الأغذية العالمي في مصر، http://ar.wfp.org/publications/wfp-in-egypt-2014 تم الاسترجاع ٢٠١٧/٥/٩.

محمد السيد حافظ (٢٠٠٩): المناخ وعلاقته بإمكانات التنمية البيئية ومواردها في الواحات الخارجة، مجلة مركز البحوث الجغرافية، العدد٢٣، جامعة المنوفية.

مهدي محمد القصاص (٢٠٠٩): الأمن الغذائي قضية أمن قومى- رؤية مستقبلية للمجتمع المصرى، المؤتمر الدولى "العلوم الاجتماعية وصورة مستقبل المجتمع"، جامعة الزقازيق ٤-٥ أبريل ٢٠٠٩.

هيئة الأرصاد البريطانية بالتعاون مع مجموعة من الخبراء من جامعة نوتنجهام ومعهد ووكر بجامعة ريدنج، ومركز علوم البيئة والمياه بجامعة ليدز، ومركز تيندال بجامعة إيست أنجليا، ومركز تيندال بجامعة ساوث هامبتون (٢٠١١): المناخ: المشاهدات والإسقاطات والآثار في مصر، مركز هادلي التابع لهيئة الأرصاد البريطانية.

الهيئة العامة للاستعلامات. «تطور الزراعة في مصر». http://www.sis.gov.eg/Ar/Templates/Articles/tmpArticles.aspx?ArtID=61672#.V3JG3tZ97IU تم الاسترجاع ٢٠١٦/٦/٢٨.

الهيئة العامة للتنمية الصناعية. «النشاط الزراعي في مصر» http://www.ida.gov.eg/Arabic/Why_Egypt/EconomicActivities/Pages/Agriculture.aspx تم الاسترجاع ٢٠١٦/٦/٢٨.

الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم المناخ (١٩٦١ - ١٩٩٠): بيانات عير منشورة، القاهرة.

وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة (٢٠٠٨): مصر وقضية تغير المناخ، وحدة التغيرات المناخية، القاهرة.

وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة (٢٠٠٩): تقرير حالة البيئة في مصر عام ٢٠٠٨، برنامج المعلومات والرصد البيئي، القاهرة.

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (٢٠١٧): الأرشيف http://moaar.gov.sy/main/

ثانياً: بلغات غير عربية:

Agrawala, S., at al., (2004): Development and Climate Change in Egypt, Focus on Coastal Resources and the Nile, Working Party on Global and Structural Policies.

Alexander, L. V., at al., (2006): Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, Geophysics, Res. 111, D05109.

Avnery, S., et al., (2011): Global crop yield reductions due to surface ozone exposure: 2. Year 2030 potential crop production losses and economic damage under two scenarios of O3 pollution. Atmospheric Environment, 45, 2297-2309.

Beyene, T., Lettenmaier, D. P. & Kabat, P.)2010(: Hydrologic impacts of climate change on the Nile River Basin: implications of the 2007 IPCC scenarios. Climatic Change, 100, 433-461.

Brohan, P., et al., (2006): Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. J. Geophysics, Res. 111, D12106.

Dasgupta, S., et al., (2009): The impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis. Climatic Change, 93, 379-388.

Doll, P. (2009) Vulnerability to the impact of climate change on renewable groundwater resources: a global-scale assessment. Environmental Research Letters, 4.

EEAA, MSEA, Egyptian Environmental Affairs Agency, Ministry of State for Environmental Affairs, (2010): Egypt second national communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change,

EL-Nahry, A. & Doluchitz, R., (2010): Climate change and its impacts on the coastal zone of the Nile Delta, Egypt, Environmental Earth Sciences, 59, 1497-1506.

Falkenmark, M., Rockstrom, J. & Karlber, L.)2009(: Present and future water requirements for feeding humanity. Food Security, 1, 59-69.

FAO, (2016): Food and Agricultural commodities production [Online], Available: http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

Iglesias, A., et al., (2009): Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study, JRC Scientific and Technical Reports.

IPCC (2007a): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change in: S0lomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H. L. (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2007b): Summary for Policymakers. In: Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., Van Der Linden, P. J. & Hanson, C. E. (eds.)

Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Jones, P. D. et al., Hadley Centre for Climate and Briffa, K. R., Climatic Research Unit Meteorological Office School of Environmental Sciences (2011): Climate: Views, Projections impacts, Egypt. http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/index.shtml

Lanzante, J. R., (1996): Resistant, robust and non-parametric techniques for the analysis of climate data: theory and examples, including applications to historical radiosonde station data. Int. J. Clim. 16, 1197–226.

Lobell, D. B., Schlenker, W. & Costa-Roberts, J. (2011): Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. Science.

Luck, J., et al., (2011): Climate change and diseases of food crops. Plant Pathology, 60, 113-121.

Menzel, L. & Matovelle, A., (2010): Current state and future development of blue water availability and blue water demand: A view at seven case studies, Journal of Hydrology, 384, 245-263.

Nigel, A., .et al, (2001): A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Impacts, Adaptation, and Vulnerability.

Nils, G., Doug, R., & Peter, S., (2007): Impacts of Climate Change, A System Vulnerability Approach to Consider the Potential Impacts to 2050 of a Mid-Upper Greenhouse Gas Emit Ions Scenario, "GBN" Global Business Network.

Rockstrom, J., et al., (2009): Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change, Water Resources Research, 45.

Sen, P. K., (1968): Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. J. Am. Stat. Assoc. 63, 1379–89.

Shardul, A., et al., (2004): Development and Climate Change in Egypt, focus coastal resources and the Nile, OECD, Paris.

WMO, World Meteorological Organization, (2008) Statement on Status of the Global Climate in 2007, WMO-NO. 1031.

WMO, World Meteorological Organization, (2011): Statement on Status of the Global Climate in 2010, WMO-NO. 1074.

http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/statement/wmostatement_en.html.