" أثر التغيرات المناخية علي إنتاجية الحاصلات الزراعية في مصر "

د. وسيم وجيه الكسان رزق الله [1♣]

المستخلص

هناك عدد قليل جدا من الدراسات التي تتناول العلاقة بين التغيرات المناخية وأثرها على انتاجية الحاصلات الزراعية في الدول النامية ولاسيما مصر، وتهدف هذه الدراسة قياس إثر التغيرات المناخية ممثلة في درجات الحرارة وهطول الامطار على انتاجية الحاصلات الزراعية المصرية (القمح والذرة الشامية) في الاجل الطويل والاجل القصير، وذلك خلال الفترة من عام ١٩٨١ الي عام ٢٠١٤، وفقا لتقسيم المحافظات المنتجة للمحاصيل الزراعية الي ثلاث أقاليم: مصر العليا، ومصر الوسطي، والوجه البحري. وتتمثل المساهمة العلمية لتلك الدراسة في استخدام أسلوب الاقتصاد القياسي من خلال بيانات حقيقية على خلاف الدراسات الأخرى التي تستخدم بيانات تجريبية. وتم استخدام بعض تقنيات الاقتصاد القياسي الحديثة المتمثلة في تقنية المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل Full–Modified OLS (FMOLS)، لتقدير متجه التكامل المشترك للبيانات الجدولية Panel Data لاستخلاص تقديرات طويلة الاجل لأثار التغييرات المناخية على إنتاجية على الحاصلات الزراعية من القمح والذرة الشامية. وقد توصلت الدراسة الي ان هناك علاقة معنوية طويلة الاجل بين متوسط درجات الحرارة وانتاجية كل من محصولي الذرة الشامية والقمح. وان درجة الحرارة تؤثر بشكل كبير على إنتاجية المحصولين في الاجل الطويل أكثر منها في الاجل القصير. وان متوسط هطول الامطار لم يكن له تأثير معنوي سواء على الاجل الطويل والقصير.

(♣) مدرس الاقتصاد – معهد طيبة للحاسب والعلوم الإدارية – جمهورية مصر العربية.

الكلمات المفتاحية:

التغيرات المناخية، إنتاجية الحاصلات الزراعية، الزراعة المصرية، المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل، متجه التكامل المشترك للبيانات الجدولية

أولا: المقدمة:

تؤثر التغيرات المناخية على صحة البيئة المحيطة، حيث من المحتمل أن ترتفع وتيرة حدوث الكوارث الطبيعية كالجفاف والفيضانات وغيرها، والتي قد تهدد سلامة وصحة الإنسان بصورة مباشرة وغير مباشرة، حيث أوضح عدد من الهيئات الدولية أن للتغيرات المناخية آثارًا صحية محتملة على الإنسان، من ضمنها انتشار الأمراض المنقولة بالنواقل، وعدد من الأمراض المعدية، والأمراض المنتقلة عن طريق تناول الماء، أو الغذاء الملوث، وقد تؤثر في صحة الأشخاص الذين يعانون الأمراض المزمنة كمرضى القلب والربو مثلًا، وتفاقم الحالة الصحية لهم.

ويعتبر القطاع الزراعي من أهم القطاعات التي سوف تتأثر بالتغيرات المناخية وذلك لحساسية الحاصلات الزراعية لتغير درجات الحرارة سواء بالارتفاع أو الانخفاض، حيث تنخفض إنتاجية بعض الحاصلات مثل القمح والأرز بارتفاع درجة الحرارة، في حين ترتفع إنتاجية محصول القطن بهذا الارتفاع، هذا إلى جانب زيادة استهلاك المياه بسبب زيادة مرات الري للحفاظ على درجة رطوبة التربة. وجدير بالذكر، ان من اهم حقوق الانسان الحق في الغذاء، والذي قد يتأثر بالتغيرات المناخية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع مستوي سطح البحر وكميات الامطار. وبالتالي، يجب على الحكومات وضع الاستراتيجيات اللازمة لحماية هذا الحق.

لذلك، أصبحت حساسية الزراعة لتغير المناخ مجالا مهما للبحوث في العصر الحالي، حيث من المتوقع ان يحدث ٢٠% من الاضرار الناجمة عن تغير المناخ في القطاع الزراعي على المستوي العالمي (Zaied, 2013). وتقدر التغييرات في الرفاهية العالمية في قطاع الزراعة ما بين خسائر تبلغ ٦١,٢ بليون دولار ومكاسب تبلغ ٠,١ بليون دولار (Reilly, Hohmann & Kane, 1994).

ويعرف تغير المناخ طبقا لاتفاقية الأمم المتحدة الاطارية للتغيرات المناخية على "انه التغير الناجم بصورة مباشرة او غير مباشرة عن النشاطات البشرية التي تفضي الي تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي، والذي يلاحظ على فترات زمنية متماثلة" (مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٢٠٠٩). اما فريق العمل الحكومي لتغير المناخ (GIEC) فيعرف التغيرات المناخية باعتبارها "كل اشكال التغيرات التي تمكن التعبير عنها بوصف احصائي، والتي يمكن ان تستمر لعقود طويلة، الناتجة عن النشاط الإنساني او الناتجة عن التفاعلات الداخلية لمكونات النظام المناخي". ونستنتج من التعريفين السابقين ان التغير المناخي ناتج عن كل من النشاط الإنساني والعوامل الطبيعية، ويتسم بالاستمرارية حيث وان كانت أسبابها انية، الا ان اثارها السلبية سوف تستمر لأجيال قادمة. ومن اهم المتغيرات المناخية ارتفاع درجة حرارة الجو، واختلاف كميات واوقات هطول الامطار، وما يتبع ذلك من تغير في الدورة المائية وعملياتها المختلفة. وخلاصة القول، ان التغير المناخي عبارة عن تغير في الخصائص المناخية للكرة الأرضية نتيجة الزيادات الحالية في نسبه تركز الغازات المتولدة عن عمليات الاحتراق في الغلاف الجوي، بسبب الأنشطة البشرية والعوامل الطبيعية التي ترفع من درجة حرارة الجو، ومن هذه الغازات ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكاسيد النتروجين، والكلوروفلوركربون (فواز & سليمان، ٢٠١٥).

ولا تعتبر مصر بعيدة عن هذه التغيرات المناخية، ولا سيما الحاصلات الزراعية المصرية التي تعتبر أكثر عرضه للتأثر بشكل مباشر وغير مباشر بتغيرات المناخ. وقد صاحب تزايد عدد السكان في مصر من ٢٧ مليون نسمة في عام ١٩٦٠ الي ٩٦ مليون نسمة في عام ٢٠١٦، بمتوسط معدل نمو سنوي يبلغ حوالي ٢%، الي ان تتزايد مساحة الأراضي الزراعية من ٢,٥٨% من مساحة الأراضي في عام ١٩٦٠ لتصل الي حو الي ٣,٧٦% من مساحة الأراضي في عام ٢٠١٣، بمتوسط معدل تزايد سنوي مقداره ٠,٧٥%. مع العلم ان هناك فقدان كبير للأراضي الصالحة للزراعة نتيجة للزحف العمراني. وعلى الرغم، من تزايد مساحة الأراضي الزراعية، الا ان مساهمة القطاع الزراعي في الناتج المحلي المصري قد انخفضت من ٢٩% في عام ١٩٦٥،

لتصل الي حوالي ١٢% فقط في عام ٢٠١٦. وهو ما ادي الي انخفاض المشتغلين في الزراعة من ٥١% من اجمالي المشتغلين في مصر عام ١٩٦٠، لتصل الي حوالي ٢٦% من اجمالي المشتغلين المصريين في عام ٢٠١٥. ومما سبق، يتضح انه على الرغم من انخفاض نسبة العاملة في المجال الزراعي الي النصف تقريبا، الا انها تستوعب نسبة لا يستهان بها من قوة العمل المصرية. ومن الجدير بالذكر، انه حدث تحسن كبير في إنتاجية المحاصيل الزراعية، حيث بلغ الرقم القياسي لإنتاجية المحاصيل الزراعية وفقا لسنة الأساس ٢٠٠٤-٢٠٠٦ حوالي ٢١,٥% في عام ١٩٦١، ليصل الي ١١٨% في عام ٢٠١٤. ولذلك، فان أي اثار سلبية متوقعة نتيجة تغير المناخ سوف تسبب ضررا كبيرا للاقتصاد المصري، من خلال تزايد معدلات البطالة وتدني الناتج المحلي الإجمالي وتزايد معدلات الفقر. وما يؤكد ما سبق، ان نسبة عدد الفقراء في المناطق الريفية عند خط الفقر الوطني يمثل حوالي ٣٢% من سكان الريف في عام ٢٠١٠ (http://data.worldbank.org/indicator).

ويؤكد ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض هطول الامطار وزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حقيقة التغيرات المناخية التي تتأثر بها مصر. وفيما يلي تطور اهم المتغيرات المناخية في مصر خلال الفترة من عام ١٩٠١ الي عام ٢٠١٥:

- **تطور درجة الحرارة:** لقد ارتفعت متوسط درجة الحرارة في مصر من ٢٢,٣٤ درجة مئوية في عام ١٩٠١ الي ٢٣,٣٧ درجة مئوية في عام ٢٠١٥، بمعدل نمو قدرة ٤,٦%. الا ان متوسط معدل النمو السنوي لدرجة الحرارة في مصر خلال تلك الفترة يبلغ ٠,٠٧% سنويا. وقد تزايد متوسط درجة الحرارة في مصر من ٢٢,٦٨ درجة مئوية في عام ٢٠١١ الي ٢٣,٣٧ درجة مئوية في عام ٢٠١٥، بمعدل نمو قدرة ٣%

http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/countryprofile/home.cfm?page=country_profile&CCode=EGY, Climate Change Knowledge Portal .

مما يوضح ان هناك اتجاه لا يمكن أغفاله لتزايد درجات الحرارة في مصر، مما يستلزم وضع الاستراتيجيات المناسبة للتعامل مع تلك الظاهرة.

- **تطور هطول الامطار:** لقد انخفض متوسط هطول الامطار في مصر من ٣,٩١ مم في عام ١٩٠١ الي ٢,٩٣ مم في عام ٢٠١٥، بمعدل نمو سالب قدرة ٢٥%. الا ان متوسط معدل النمو السنوي لهطول الامطار في مصر خلال تلك الفترة يبلغ ٤,٦% سنويا. وقد تزايدت متوسط هطول الامطار في مصر من ٢,١٢ مم في عام ٢٠١١ الي ٢,٩٣ مم في عام ٢٠١٥، بمعدل نمو قدرة ٣٨%. ومما سبق، يتضح ان مصر تتسم بالتقلبات الشديدة في هطول الامطار الا ان الاتجاه الواضح هو انخفاض هطول الامطار خلال تلك الفترة.

http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/countryprofile/home.cfm?page=country_profile&CCode=EGY, Climate Change Knowledge Portal.

- **تطور ثاني أكسيد الكربون:** لقد تزايدت بشدة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من ١٦٠٥٤,١٣ كيلوطن في عام ١٩٦٠ الي ٢١٣٠١٢,٣٦ كيلو طن في عام ٢٠١٣، بمعدل نمو كبير جدا يبلغ ١٢٢٦,٨%. الا ان متوسط معدل النمو السنوي يبلغ حوالي ٥,٤% سنويا. وفي السنوات الخمس الأخيرة، قد تزايدت أيضا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من ٢٠٦٧٣٤,٥ كيلو طن في عام ٢٠٠٩ الي ٢١٣٠١٢,٤ كيلو طن، بمعدل نمو يبلغ ٣% (البنك الدولي، http://databank.worldbank.org). مما يتضح ان هناك زيادة مستمرة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

ومما سبق، ان يتضح ان كافة المتغيرات المناخية تتدهور بشكل كبير، مما يوحي بتفاقم أثر التغيرات المناخية على الاقتصاد المصري، ولاسيما القطاع الزراعي الأكثر حساسية لتغير المناخ.

وقد أجريت العديد من الدراسات في الدول المتقدمة في العقود الثلاثة الماضية لمحاولة فهم العلاقة بين تغير المناخ والإنتاج الزراعي. وعلى العكس من ذلك، فان هناك القليل جدا من الدراسات عن تغير المناخ في الدول النامية الأكثر تأثر بتغير المناخ. ولذا وجب التعرف علي اهم عوامل التغييرات المناخية المؤثرة على إنتاجية

الحاصلات الزراعية المصرية سواء في الاجل القصير او الاجل الطويل. مما يتيح لمتخذي القرار تقرير الأسلوب المناسب للتعامل مع تلك الاثار سواء الإيجابية او السلبية التي تختلف تبعا للأقاليم المصرية المختلفة.

وتعد من الحاصلات الزراعية الاستراتيجية المؤثرة في غذاء الاسرة المصرية القمح والذرة الشامية، والتي سوف تتأثر حتما بالتغيرات المناخية. ومن ثم، لابد من استشراف إثر التغيرات المناخية على إنتاجية هذه الحاصلات الزراعية الاستراتيجية في الاجلين القصير والطويل.

ثانيا: الاستعراض المرجعي:

هناك عدة تقسيمات للنهج والنماذج الاقتصادية المستخدمة في قياس الاثار الاقتصادية لتغير المناخ على الزراعة. واحد التصنيفات البسيطة لهذه النهج اما "النهج الهيكلية" structural Approaches التي تجمع بين الاستجابة الزراعية للحاصلات الزراعية والقرارات الاقتصادية للمزارعين او "النهج التماثلية المكانية" Spatial Analogue Approaches التي تستخدم الاختلافات الملحوظة في الانتاج الزراعي والمناخ بين البلدان والاقاليم المختلفة (Adams, Hurd, Lenhart & Leary, 1998).

ويستخدم النهج الهيكلي نماذج متعددة التخصصات Interdisciplinary Models لقياس الاثار الاقتصادية لتغير المناخ. فقد يعتمد هذا النهج على نماذج محاكاة المحاصيل Crop Simulation Models، وبناء على الاثار المقدرة، يتم استخدام نموذج محاكاة تغيرات الانتاج وفقا للمحصول والمنطقة. وتتمثل ميزة هذا النهج المنهجي في انه يتيح الحصول على معلومات مفصلة حول الاستجابات الفزيائية والبيولوجية والاقتصادية، فضلا عن التعديلات الممكنة Closset, Dhehibi & Aw-Hassan, 2015). ومن ثم، فان هذا النهج يسهل مباشرة ادراج اثار تغير المناخ على انتاج المحاصيل. ومع ذلك، ان أحد اهم عيوب هذا النهج هو انه يحتاج الي اجراء استنتاجات متعددة من مواقع ومحاصيل قليلة نسبيا بشأن الامتدادات الكبيرة من الاراضي والنظم الانتاجية المتنوعة. ويتمثل التحدي في تنفيذ هذا النهج الهيكلي في

تحديد وادماج التكيفات Adaptation الهامة التي قد يقوم بها المزارعون لتقليل المبالغة المحتملة في تقدير الجوانب السلبية (Adams et al., 1998).

وفي المقابل، تقدر النماذج التماثلية المكانية اثار تغير المناخ على الزراعة من خلال الاختلافات بين نوع الأراضي والإنتاج الزراعي والمتغيرات الإقليمية الأخرى التي تتصل بالمناخ في قطاع الزراعة. وتسعي النماذج التماثلية المكانية الي استخلاص استنتاجات حول كيفية تبني المناطق الأكثر برودة للممارسات المناطق الأكثر دفئا، إذا ارتفعت درجة حرارة المناخ. ويمكن للنماذج التماثلية المكانية ان تستخدم اما أساليب إحصائية او برمجية لتحليل التغيرات في الأنماط المكانية للإنتاج الزراعي (Adams et al., 1998). ويستند النهج التماثلي المكاني على عدة افتراضات، وتنص الفرضية الاولي على ان المزارعين سيكونون قادرين ومستعدين على تبني الممارسات الزراعية، واصناف المحاصيل، وممارسات الحصاد التي يتبعها المزارعون في المناطق الأكثر دفئا. اما الفرضية الثانية فتوضح ان التعديلات المادية والحيوية والاقتصادية التي يفرضها تغير المناخ تتم تلقائيا. ولهذا تري الفرضية الأخيرة انه من غير الضروري وضع نموذج لسلوكيات التكيف للمزارعين فيما يتعلق بتكاليف التكيف على المدي القصير والمتوسط، وهو ما يمثل أحد نقاط ضعف النهج التماثلي المكاني. اما نقطة الضعف الأخرى فهي ان النماذج المدرجة في النهج المكاني تعتمد بدرجة كبيرة جدا علي توافر المعلومات. في حين، تكمن قوه النماذج التماثلية المكانية في ان التغييرات الهيكلية واستجابات المزارعين تنطوي ضمنا في التحليل، وبالتالي تتسم هذه النماذج بمعقولية التكيف المكاني كاستجابة أولية لتغير المناخ (Adams et al., 1998). ومن اهم النماذج المستخدمة في النهج التماثلي المكاني النموذج الريكاردي Ricardian Model، ونموذج التوازن العام الحسابي Computable general equilibrium Model، ونماذج نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GIS).

ويمكن تقسيم النهج والنماذج المستخدمة في قياس الأثر الاقتصادي لتغير المناخ على الزراعة وفقا لمستوي التقييم الي نماذج على مستوي الاقتصاد ككل Economy-

Wide او ما يطلق عليها نماذج التوازن العام General Equilibrium ونماذج التوازن الجزئي Partial Equilibrium. وتعد النماذج على مستوي الاقتصاد ككل (التوازن العام) نماذج تحليلية، والتي تنظر الي الاقتصاد باعتباره نظام متكامل من مجموعة من المكونات المترابطة مثل الصناعات، عوامل الإنتاج، والمؤسسات، وباقي العالم. وفي المقابل، وتقوم نماذج التوازن الجزئي على تحليل جزء من الاقتصاد الكلي مثل سوق واحد، سلعة واحدة، او مجموعة فرعية من الأسواق او القطاعات (Deressa, 2007).

وسوف نتناول اهم النماذج المستخدمة في قياس الأثر الاقتصادي لتغير المناخ على المستوي الكلي والجزئي كما يلي:

نماذج تغير المناخ على المستوي الكلي:

وبما ان تغير المناخ يؤثر تأثيرا مباشرا او غير مباشر على قطاعات الاقتصاد المختلفة، فان هناك حاجة ملحة لوضع نماذج على نطاق الاقتصاد ككل، والتي تشمل التفاعلات المعقدة بين مختلف القطاعات، والتي ينمو استخدامها في مجالات دراسات تقييم اثار تغير المناخ. ومن اهم النماذج المستخدمة في قياس أثر التغيرات المناخية على الاقتصاد ككل نماذج التوازن العام الحسابية Computable General Equilibrium Model (CGM).

- **نماذج التوازن العام الحسابية:** أن نماذج التوازن العام هي عبارة عن النماذج التي تمثل الاقتصاد باعتباره مجموعة من دوال الطلب والعرض المرتبطة بكل قطاع من قطاعات الاقتصاد (Ortiz & Markandya, 2009). وتعتبر نماذج التوازن العام الحسابية هي أحد أنواع نماذج تقييم تأثير السياسات على نطاق الاقتصاد ككل، والتي احتلت مكانا هاما في التحليل الاقتصادي للقضايا والسياسات البيئية، نظرا لقدرتها علي استخلاص المعقدة علي نطاق الاقتصاد ككل من التغيرات الخارجية Exogenous Changes مثل درجات الحرارة، هطول الامطار، ... الخ. ومن اهم أوجه القصور التي تعاني منها نماذج التوازن العام الحسابية صعوبات اختيار النموذج المستخدم، ومواصفات

المعلمات، والاشكال الدالية، واتساق البيانات، ومشاكل التقييم. فضلا عن عدم وجود اختبارات إحصائية لمواصفات النموذج وتعقد نماذج التوازن العام الحسابية واحتياجها الي مهارات عالية من اجل تطويره واستخدامه (Deressa, 2007).

نماذج تغير المناخ على المستوي الجزئي:

يمكن تصنيف نماذج التوازن الجزئي وفقا لطريقتين لتحليل حساسية الزراعة لتغير المناخ، الأولي تعتمد على نماذج محاكاة المحاصيل Crop Growth Simulation Models، والثانية تستخدم أساليب الاقتصاد القياسي Econometric Procedures. وسوف نتعرض لكل منهم كالاتي:

- **نماذج محاكاة المحاصيل:** تستند هذه النماذج على التجارب المتحكم بها Controlled Experiments حيث تنمو المحاصيل وفقا لإعدادات حقلية او مختبرية التي تحاكي مختلف أنواع المناخ ومستويات ثاني أكسيد الكربون، ومن اجل تقدير استجابات الغلة لمجموعة محاصيل معينة لبعض المتغيرات المناخية وغيرها من المتغيرات. ولا تشمل تقديرات هذه النماذج اثار تكيف المزارعين مع الظروف المناخية المتغيرة. ونتيجة لذلك، تميل نتائج هذه النماذج الي المبالغة في الاضرار التي لحقت بالإنتاج الزراعي بسبب تغير المناخ (Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC], 2011). ويمكن تقسيم نماذج محاكاة المحاصيل وفقا لنهج ملائمة المحاصيل Crop Suitability Approach، ونهج دالة الإنتاج Production Function Approach.
  - **نهج ملائمة المحاصيل:** ويشار الي هذا النهج أيضا باسم نهج تقسيم المناطق الزراعية الايكولوجية Agro-ecological zone (AEZ) method، ويستخدم نموذج المناطق الزراعية الايكولوجية معلومات تفصيلية عن ظروف المناخ والتربة والمحاصيل والتكنولوجيات لقياس حساسية المناخ لغلات المحاصيل التي محاكاتها. ويعتمد النموذج بشكل

كبير على علاقات العلوم الطبيعية وتطوير نموذج مفصل لعملية الفيزيولوجية البيئية. ويتنبأ النموذج بأنواع استخدامات الأراضي Land Utilization Types (LUT) استنادا مزيج من التكنولوجيات والتربة والمناخ الحالي لتحديد المحاصيل المناسبة لكل خلية. وبالتالي، يمكن نموذج المنطقة الزراعية الايكولوجية من محاكاة تأثيرات التغيرات في درجات الحرارة وهطول الامطار على الإنتاج الزراعي المحتمل وانماط الزراعة علي نطاق عالمي (Nhemachena, 2009) . وبما ان النموذج يتضمن المناخ كأحد محددات ملائمة الأراضي الزراعية لإنتاج المحاصيل، فأنه يمكن استخدامه للتنبؤ بأثر المتغيرات المناخية المتغيرة على المخرجات الزراعية المحتملة وانماط المحاصيل (Deressa, 2007). كما يمكن نموذج تقسيم المناطق الزراعية الايكولوجية من معالجة التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة من خلال توليد سيناريوهات ثابتة تقارن مع التغيرات في المعاملات التكنولوجية.

وتتمثل إحدى نقاط القوة الهامة في نموذج المناطق الزراعية الايكولوجية في التغطية الواسعة للبلدان النامية، حيث لم تجرى سوي بحوث قليلة حول المناخ، وحيثما تكون قيود البيانات قد تجعل استخدام أساليب اخري امر صعبا. ويتميز النموذج في قدرته على محاكاة تأثيرات تغير هطول الامطار والغطاء السحابى على انتاج المحاصيل المحتمل وبدرجة اقل اثار تغيرات درجات الحرارة. كما ان نموذج المناطق الزراعية الايكولوجية يمكن من وضع نماذج للحساسيات المناخية المستقبلية استنادا الي العلاقات البيئية الفيزيولوجية المفصلة، في ظل المعرفة الكاملة بالأثر المحتملة للتكنولوجيا المستقبلية والسلالات الوراثية على معايير محددة (Nhemachena, 2009).

ويعاني نموذج تقسيم المناطق الزراعية الايكولوجية من عيب انه من غير الممكن التنبؤ بالنتائج النهائية دون وضع نماذج واضحة لجميع المكونات ذات الصلة.

وبالتالي، فان اغفال عامل رئيسي واحد من شأنه ان يؤثر بشكل كبير على تنبؤات النموذج.

- **نهج دالة الإنتاج:** تعتمد دالة الإنتاج في تقدير أثر تغير المناخ على دالة الإنتاج التجريبية او التجريب لتقدير العلاقة بين الإنتاج الزراعي والتغيرات البيئية (Mendelsohn, Nordhaus, & Shaw, 1994). وفي هذا النهج، يتم تحديد الإنتاج في ظل مجموعة متنوعة من الظروف البيئية، وذلك باستخدام نماذج غلات المحاصيل المعايرة بعناية فائقة، ثم يتم ادخال متغيرات المدخلات المناخية مثل درجات الحرارة، وهطول الامطار، ومستويات ثاني أكسيد الكربون على مستويات مختلفة وتسجل النتائج. ثم يتم تقدير دالة الإنتاج لتقيم الأثر الملحوظ لتغير المناخ على الغلة.

ويوضح مندلسون واخرون انه على الرغم من ان هذه النماذج توفر خط أساس مفيد لتقدير اثر تغير المناخ علي الزراعة، فأنها تنطوي علي تحيز جوهري وتميل الي المبالغة في تقدير الضرر، نظرا لأنها تحذف مجموعة متنوعة من التكيفات التي يقوم بها المزارعون عادة استجابة للظروف الاقتصادية والبيئية المتغيرة (Mendelsohn et al., 1994). فمن المرجح، ان يستجيب المزارعون للعوامل البيئية المتغيرة وغيرها من العوامل من خلال تعديل مزيج المحاصيل، ومواعيد الزراعة والحصاد، جدولة الري واستخدامات الأسمدة ومبيدات الآفات للتخفيف من الاثار الضارة المحتملة لتغير المناخ. وبالتالي، فان هذه النماذج غالبا ما تتنبأ بتخفيضات كبيرة في الغلة نتيجة للاحترار العالمي. وأشار مندلسون واخرون الي ان معظم الدراسات تفترض القليل من التكيف وتقدر ببساطة تأثير درجة الحرارة علي غلات المزارع. ويسمح البعض بتغيرات محدودة في استخدام الأسمدة او الري او الأصناف. ولا تسمح أي بإدخال التكيفات التي يقوم بها المزارع تلقائيا للتأقلم مع الظروف المناخية والاقتصادية المتغيرة مثل ادخال محاصيل جديدة، التغير التكنولوجي، التغييرات في استخدام الأراضي، فان التحيز الرئيسي او ضعف النموذج هو فشلة في السماح للإحلال الاقتصادي مع تغير الظروف.

وبما ان تأثير تغير المناخ على غلات المحاصيل يتم تقديره من خلال التجارب الخاضعة للتحكم، فان ميزة هذا النموذج تتمثل في انه سيكون أكثر موثوقية في التنبؤ بكيفية تأثير التغيرات المناخية على الغلة.

- **نهج الاقتصاد القياسي: النموذج الريكاردي:** ويستخدم النهج الريكاردي بيانات من استقصاءات المزارع او البيانات على المستوي القطري لتحليل العلاقة بين القدرات الزراعية مثل قيمة الأراضي والمتغيرات المناخية مثل درجة الحرارة وهطول الامطار. ومن اجل تصحيح أي تحيزات جوهرية في دالة الإنتاج، يستخدم هذا النموذج بيانات اقتصادية عن القيمة الصافية للإيجار او قيمة الأراضي، بدلا من دراسة غلات محاصيل محددة (ECLAC, 2011). وقد استخدم مندلسون واخرون صافي الإيرادات وقيمة الأراضي لتمثيل دخل المزرعة. ومن خلال التقدير المباشر للإيرادات الصافية، فان هذا النهج يأخذ في الاعتبار الاثار المباشرة لتغير المناخ علي غلات المحاصيل المختلفة، فضلا عن الاحلال غير المباشر للمدخلات المختلفة والتكيف المحتمل مع مختلف الظروف المناخية، والذي ينعكس في التكاليف. وتفترض هذا النموذج ان الأسواق تعمل بشكل صحيح، مما يسمح بقياس الاثار الاقتصادية لتغير المناخ علي القيمة الاقتصادية للأنشطة المختلفة (Mendelsohn et al., 1994).

وأهم ما يميز النموذج الريكاردي هو قدرته علي دمج التكيفات التي يقوم بها المزارعون للتأقلم مع تغير المناخ بهدف تحقيق اقصي قدر من الأرباح عن طريق تغيير مزيج المحاصيل، ومواعيد الزراعة والحصاد، ومجموعة اخري من الممارسات الزراعية. وتنعكس استجابة المزارعين في التكاليف، مما يتسبب في اضرار اقتصادية تنعكس في صافي الإيرادات. ومن ثم، فان الحساب الكامل لتكاليف او منافع التكيف يجب ان تنعكس في المتغير التابع صافي الإيرادات او قيمة الأراضي، وليس الغلة (Deressa, 2007). والميزة الأخرى للنموذج هي انه فعال من حيث التكلفة، حيث ان

البيانات الثانوية عن المواقع العرضية يمكن ان تكون سهلة نسبيا في جمعها عن العوامل المناخية والإنتاجية والاجتماعية والاقتصادية.

اما النقد الرئيسي الذي يوجه لهذا النموذج هو انه لا يراعي التغيرات في الأسعار. ويري مندلسون ان فرض ثبات الأسعار له ما يبرره لأنه لا يشكل مشكلة خطيرة في استخدام النموذج. اما نقطة الضعف الأخرى في النموذج الريكاردي هي انه لا يقوم على التجارب الخاضعة للتحكم عبر المزارع. اذ تختلف استجابات المزارعين عبر الأراضي المختلفة ليس فقط بسبب العوامل المناخية، بل أيضا بسبب العديد من الظروف الاجتماعية والاقتصادية. ونادر ما تدرج هذه العوامل غير المناخية بشكل كامل في النموذج (Deressa, 2007).

ومن اجل التغلب على الانتقادات الموجهة الي النموذج الريكاردي كأحد نماذج نهج الاقتصاد القياسي، يري زايد Zaied (٢٠١٣) ان استخدام أسلوب الاقتصاد القياسي الذي يسمح بتقدير العلاقة الحقيقية بين تغير المناخ والإنتاج الزراعي والإنتاجية باستخدام قاعدة بيانات حقيقية، مما يتيح الاستفادة من تقنيات الاقتصاد القياسي في رسم صورة حقيقية للواقع من خلال استكشاف البيانات الحقيقية وليس التجريبية.

اما من جانب الدراسات التجريبية فهناك العديد من الدراسات التي تناولت تقيم الأثر الاقتصادي لتغير المناخ على الحاصلات الزراعية في العديد من الدول. ولعل اغلب هذه الدراسات تركزت في الدول المتقدمة، وان كان بدأ يظهر أخيرا القليل من الدراسات التي تكشف الأثر الاقتصادي لتغير المناخ على الزراعة في الدول النامية. ولقد اتبعت هذه الدراسات العديد من النهج والنماذج في سبيل تحقيق اغراضها. ولعل من اهم هذه الدراسات تلك الدراسة التي قام بها مندلسون واخرون Mendelsohn et.al (١٩٩٤) لقياس أثر تغير المناخ علي الزراعة في الولايات المتحدة الامريكية، واعتمدت الدراسة علي المقارنة بين النهج الريكاردي ونهج دالة الإنتاج التقليدي. ولذلك استخدمت الدراسة بيانات مقطعية حول المناخ وأسعار الأراضي الزراعية وبعض البيانات الاقتصادية والجيوفيزيائية لحوالي ٣٠٠٠ مقاطعة في الولايات المتحدة

الامريكية. وقد توصلت الدراسة الي ان درجات الحرارة المرتفعة في جميع الفصول باستثناء الخريف تقلل من متوسط قيم المزرعة، بينما يزيد هطول الامطار بخلاف فصل الخريف من قيم المزرعة. وأوضحت الدراسة ان تطبيق النموذج الريكاردي على سيناريو الاحترار العالمي على الزراعة في الولايات المتحدة يظهر تأثير اقل بكثير بالمقارنة مع النهج التقليدي لدالة الإنتاج. ولعل ذلك يرجع الي ان النهج الريكاردي يدمج التكيفات التي يقوم بها المزارعون للتأقلم مع درجات الحرارة المتغيرة.

وفي دراسة اخري قام بها داروين، تسيغاس، ليفاندروفسكي، ورانيس Darwin, Tsigas, Lewandrowski, and Raneses (١٩٩٥) للتعرف علي اثر التغيرات المحتملة في المناخ علي التحولات الجغرافية في الهيكل والإنتاج الزراعي في الولايات المتحدة الامريكية والعالم من خلال نموذج الموارد الزراعية المستقبلية Future Agricultural Resources Model (FARM) . ويتكون نموذج الموارد الزراعية المستقبلية من نظام المعلومات الجغرافية geographic information system (GIS) والنموذج الاقتصادي للتوازن العام القابل للحساب computable general equilibrium (CGE). ويربط نظام المعلومات الجغرافية المناخ مع إمكانيات الإنتاج في ثمان مناطق حول العالم. ويحدد نموذج التوازن العام القابل للحساب كيف ان التغيرات في إمكانيات الإنتاج تؤثر في الإنتاج والتجارة والاستهلاك لثلاثة عشرة سلعة. وقد توصلت الدراسة الي انه من غير المرجح ان تؤدي التغيرات العالمية في أنماط درجة الحرارة وهطول الامطار خلال القرن القادم الي اضعاف القدرة على انتاج الغذاء في العالم كله. على الرغم من ان الإنتاج العالمي من المحاصيل بخلاف الحبوب من المرجح ان تنخفض بنسبة تتراوح ما بين ٠,٢% الي ١,٣%، في حين من المرجح ان يزداد انتاج القمح بنسبة تتراوح ما بين ٠,٥% الي ٣,٣%. وتتراوح التغيرات في الإنتاج العالمي من الحبوب الأخرى ما بين -٠,١% الي ٠,٤%. وقد توصلت الدراسة أيضا الي ان التكيفات التي يقوم بها المزارعون يمكن ان تعوض ما بين ٧٩% الي ٨٨% من التخفيضات في الحبوب العالمية الذي يرجع بشكل مباشر لتغير المناخ. وأخيرا، ان تكاليف ومنافع تغير المناخ لا تتوزع بالتساوي بين جميع انحاء العالم، فقد

تحقق المناطق الجليدية مكاسب تفوق المناطق الاستوائية من حيث كمية الأراضي الصالحة للزراعة وانتاجية المزارع والغابات.

واما دراسة شياو واخرون Xiao et. al (٢٠٠٢) قد استخدمت نهج تقسيم المناطق الزراعية الايكولوجية Agro-ecological zoning (AEZ)، والذي يستند علي المناخ والتربة والطوبوغرافيا، لتقدير مساحة الأراضي الزراعية المحتملة وتوزيعها المكاني عالميا في ظل المناخ الحالي، وتقيم اثر التغيرات المناخية العابرة التي يتوقعها نموذج النظام العالمي المتكامل MIT Integrated Global System Model[١] لتقيم المناخ. وقد توصلت الدراسة الي ان مساحة أراضي المحاصيل الزراعية المحتملة على مستوي العالم تبلغ ٣٢,٩١ × ١٠٦ كم مربع في ظل الظروف المناخية الحالية، وتزداد بشكل كبير على مدي الفترة الزمنية ١٩٧٧–٢١٠٠. واعتمدت الدراسة على ثلاثة سيناريوهات للتنبؤ وفقا للظروف المناخية العابرة، وكانت نتائجها حول مساحة أراضي المحاصيل الزراعية المحتملة عالميا بانها سوف تتزايد بنسبة ٦,٧% لتصبح حوالي ٢,٢× ١٠٦ كم مربع، او بنسبة ١١,٥% لتصبح حوالي ٣,٧٨ × ١٠٦ كم مربع، او بنسبة ١٢,٥% لتصبح حوالي ٤,١٢ × ١٠٦ كم مربع في عام ٢١٠٠، على التوالي. ومن بين اثني عشرة منطقة اقتصادية في العالم، يحقق الاتحاد السوفيتي السابق وبلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية OECD أكبر الزيادات في الأراضي الزراعية المحتملة. في حين ان البلدان النامية تحقق زيادات ضئيلة في الأراضي الزراعية المحتملة. ويتغير التوزيع المكاني للأراضي الزراعية المحتملة تغييرا كبيرا بمرور الزمن، وذلك رهنا بتنبؤات التغير المناخي العابرة.

وقد أوضحت الدراسات التي قامت بها وحدة بحوث الأرصاد الزراعية والتغير في المناخ التابعة لمعهد بحوث الأرضي والمياة والبيئة بمركز البحوث الزراعية ان نتائج التنبؤ بعيد المدى باستخدام نماذج المحاكاة وسيناريوهات تغير المناخ المختلفة أن التغيرات المناخية وما تسببه من ارتفاع في درجة حرارة سطح الأرض سوف تؤثر سلبيا

[١] لقد بتطوير هذا النموذج معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا Massachusetts Institute of Technology (MIT).

على إنتاجية العديد من المحاصيل الزراعية المصرية حيث تسبب نقص شديد فى إنتاجية معظم محاصيل الغذاء الرئيسية فى مصر بالإضافة إلى زيادة الاحتياجات المائية اللازمة لها. فمثلا، وجدا ان التأثير المتوقع للتغيرات المناخية على إنتاجية الذرة والقمح والأرز سوف تؤدي إلى تناقص إنتاجية القمح بنحو ١٨% والشعير والذرة الشامية بنحو ١٩%، بينما سينقص محصول الأرز بحوالي ١٧% (أبو حديد، ٢٠٠٩).

وتعتمد الدراسات الحديثة علي نهج الاقتصاد القياسي ولاسيما النموذج الريكاردي. فقد توالت الدراسات التي استخدمت هذا النموذج بعد الدراسة الرائدة التي قام بها مندلسون واخرون (١٩٩٤) في الدول المتقدمة، اما في الدول النامية فنجد القليل جدا من الدراسات التي استخدمت النموذج الريكاردي. وتعد دراسة ميشرا وساهو Mishra and Sahu (٢٠١٤) أحد هذه الدراسات، حيث تسعي هذه الدراسة الي استكشاف الأثر الاقتصادي لتغير الماخ على الزراعة في منطقة اوديشا الساحلية في الهند باستخدام النهج الريكاردي. وقد تم تقدير دالة الاستجابة المناخية لصافي الإيرادات على مستوي المزرعة من خلال تحليل للقطاعات المقطعية المجمعة والسلاسل الزمنية مع التحكم في جميع المتغيرات الجغرافيا والاقتصادية. واظهرت النتائج ان معظم التغيرات المناخية ومتغيرات التحكم لها تأثير كبير علي صافي الإيرادات لكل هكتار في منطقة اوديشا. وباستخدام الاتجاهات المقدرة للمواسم المختلفة على مدي ٣٠ عاما، وجد ان ارتفاع درجة الحرارة قد تؤثر سلبا على الزراعة في المنطقة الساحلية في اوديشا.

في دراسة دريسا Deressa (٢٠٠٧) التي استخدمت النهج الريكاردي لتحليل تأثير تغير المناخ على الزراعة الاثيوبية، حيث ركزت الدراسة على ١١ منطقة ايكولوجية زراعية تمثل أكثر من ٧٤% من اثيوبيا. وتم اجراء مقابلات مع حوالي ١٠٠٠ مزارع من ٥٠ مقاطعة. وتم دراسة العلاقة بين صافي الإيرادات ومتغيرات المناخ، والعائلات، والتربة. وتوصلت النتائج الي ان هذه المتغيرات لها تأثير كبير علي صافي الإيرادات لكل هكتار للمزارعين في ظل الظروف الاثيوبية. كما تناولت الدراسة الأثر الحدي لزيادة درجة الحرارة وهطول الامطار خلال الفصول الأربعة علي صافي

الإيرادات لكل هكتار. حيث بينت النتائج ان الزيادة الحدية للحرارة خلال الصيف والشتاء سيؤدي الي انخفاض صافي الإيرادات لكل هكتار بمقدار ١٧٧,٦٢ دولار، ٤٦٤,٧١ دولار على التوالي. في حين ان الأثر الحدي لهطول الامطار خلال الربيع سيزيد صافي الإيرادات لكل هكتار بمقدار ٢٢٥,٠٩ دولار. كما بحثت الدراسة تأثير سيناريوهات مناخية موحدة علي صافي الإيرادات لكل هكتار للمزارعين الأثيوبيين. وتشمل هذه السيناريوهات الموحدة زيادة درجة الحرارة بمقدار ٢,٥ درجة مئوية، و٥ درجات مئوية، وخفض هطول الامطار بنسبة ٧%، ١٤% على التوالي. وتشير النتائج الي زيادة الحرارة وانخفاض هطول الامطار تضر بالزراعة الاثيوبية، وان انخفاض هطول الامطار أكثر ضررا من زيادة درجة الحرارة.

اما دراسة زايد Zaied (٢٠١٣) تعتمد على بحث تجريبي على المدي القصير والطويل لأثار تغير المناخ على قطاع الزراعة التونسي. ويستند التحليل الي أربعة وعشرين منطقة في تونس تقوم بإنتاج الحبوب، للفترة زمنية من ١٩٧٩ الي ٢٠١١. وكذلك خمس مدن من المنطقة الجنوبية تقوم بإنتاج التمر، لذات نفس الفترة الزمنية. وتوصلت الدراسة الي ان درجة الحرارة تقلل سنويا من انتاج الحبوب والتمور باستثناء المناطق المرتفعة. فضلا عن ذلك، فان الامطار السنوية لها تأثير إيجابي على انتاج الحبوب، ولكن نقص هذه الامطار في الجنوب يؤثر سلبا على الإنتاج في المنطقة. وقد تبين ان تأثير المناخ على المدي القصير اقل من تأثيره على المدي الطويل. كما ان هطول الامطار له أثر إيجابي ولكنة ضعيف، الا ان هذا الضعف يعوض عن طريق خطر ارتفاع درجة الحرارة خلال العقود الماضية.

ثالثا: منهجية الدراسة:

تتمثل منهجية الدراسة في إيجاد العلاقة بين التغيرات المناخية والمتمثلة في درجات الحرارة والرطوبة في الأقاليم المصرية المختلفة وإنتاج مجموعة من اهم الحاصلات الزراعية المصرية (القمح، والذرة الشامية) في الاجل القصير والاجل الطويل. من خلال استخدام المنهج القياسي من خلال استخدام بعض تقنيات الاقتصاد القياسي الحديثة المتمثلة في تقنية المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل Full-

Modified OLS (FMOLS) لتقدير متجه التكامل المشترك للبيانات الجدولية Panel Data لاستخلاص تقديرات طويل الاجل لأثار التغيرات المناخية على إنتاجية مجموعة من اهم الحاصلات الزراعية (القمح، والذرة الشامية). ويرجع اختيار سلعة القمح لأنها تعد سلعة استراتيجية بالنسبة للإنسان، اما سلعة الذرة الشامية فأنها أيضا من السلعة الهامة للإنسان والحيوان.

وتركز الدراسة على منطقة وادي النيل، حيث تقسيم المحافظات المنتجة للمحاصيل وفقا لثلاثة أقاليم، مصر العليا، ومصر الوسطي، والوجه البحري. ويشمل إقليم مصر العليا محافظات أسيوط، وسوهاج، وقنا، ومركز ومدينة الأقصر، واسوان. اما إقليم مصر الوسطي فيشمل محافظات حلوان، و٦ أكتوبر، الجيزة، بني سويف، الفيوم، المنيا. واخير، يشمل إقليم الوجه البحري محافظات الإسكندرية، البحيرة، الغربية، كفر الشيخ، الدقهلية، دمياط، الشرقية، الاسماعلية، بورسعيد، السويس، المنوفية، القليوبية، القاهرة.

واتباعا لدراسة زايد Zaied (٢٠١٣)، يتمثل النموذج المستخدم في القياس فيما يلي:

$$P_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 R + \beta_2 T + \epsilon, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث ان

P	إنتاجية المحصول (القمح او الذرة الشامية)
R	معدل هطول الامطار (مم)
T	درجة الحرارة
β	المعاملات
ϵ	حد الخطأ

وتعتمد الدارسة على البيانات التي يوفرها قطاع الشئون الاقتصادية بوزارة الزراعة، البنك الدولي، موقع الطقس العالمي، من خلال التقارير السنوية المختلفة. وتتمثل الفترة الزمنية التي تتناولها الدراسة من عام ١٩٨٠ الي عام ٢٠١٤.

ومن اجل الحصول علاقة طويلة الاجل بين جميع المتغيرات، لابد من اختبار جذور الوحدة للبيانات الجدوليةPanel Data ، ثم نطبق الاختبارات السبعة التي وضعها بيدروني Pedroni (١٩٩٩). وللتغلب علي عيوب طريقة المربعات الصغري العادية OLS التي تعطي نتائج متحيزة نتيجة التباين Endogeneity والارتباط الذاتي Serial Correlation للانحدار، نستخدم أسلوب المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل Full Modified OLS (FMOLS) لتقدير متجه التكامل المشترك لبيانات الجدولية المتكاملة المتباينة.

- **اختبار جذر الوحدة للبيانات الجدولية:**

هناك العديد من الاختبار التي تستخدم للتحديد مدي استقراريه البيانات الجدولية، ومن أشهر اختبارات جذر الوحدة اختبار ليفين ولين وتشو Levin, Lin and chu (٢٠٠٢)، واختبار أم وبساران وشين Im, Pesaran and shin (١٩٩٧).

يعتبر اختبار ليفين ولين وتشو اول اختبار لجذر الوحدة للبيانات الجدولية حيث تم وضعه في عام ١٩٩٧. ويمكن اعتبار هذا الاختبار امتداد لاختبار ديكي فولر (DF)، ويأخذ نموذجهم الشكل التالي (Asteriou & Hall, 2007):

$$\Delta Y_{i,t} = a_i + pY_{i,t-1} + \sum_{k=1}^{m} \emptyset_k \Delta Y_{i,t-k} + \delta_i t + \theta_t + u_{it} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

ويسمح هذا النموذج للأثار الثابتة في الاتجاهين. والأول يأتي من a_i، والثاني من θ_t. ومن ثم يكون كل من الاثار الثابتة محددة الوحدة والاتجاه الزمني محدد الوحدة. وتعتبر الاثار الثابتة محددة الوحدة عنصر هاما جدا لأنها تسمح بالتباين heterogeneity، وبما ان معامل Y_i مقيدا فانة يمكن ان يكون متجانس homogeneous عبر جميع الوحدات الجدولية.

وتكون الفرضية الصفرية لهذا الاختبار كما يلي:

$$H_0: p = 0$$
$$H_0: p < 0$$

ويفترض اختبار ليفين ولين وتشو ان العمليات الفردية مستقلة عبر القطاعات مثل معظم اختبارات جذر الوحدة. وبموجب هذا الافتراض، يستمد الاختبار الشروط التي سيتبع فيها مقدر المربعات الصغرى العادية المجمعة لقيمة p التوزيع الطبيعي المعياري في اطار الفرضية الصفرية. وبالتالي، يمكن النظر الي اختبار ليفين ولين وتشو علي انه اختبار ديكي فولر DF المجمع، مع احتمال وجود فترات أبطا عبر القطاعات المختلفة في البيانات الجدولية.

اما اختبار ام وبيساران وشين Im, pesaran and shin (١٩٩٧) فقد تغلب علي العيب الرئيسي لاختبار ليفين ولين وتشو، اذ انه يقيد p لتكون متجانسة في جميع i. لذا، قد وسع أم وبيساران وشين اختبار ليفين ولين وتشو ليسمع للتباين لمعامل التغير $Y_{i,t-1}$، واقترحا اجراء اختبار أساسي واحد استنادا الي متوسط إحصاءات جذر الوحدة الفردية(Asteriou & Hall, 2007).

يوفر اختبار أم وبيساران وشين Im, pesaran and shin (١٩٩٧) تقديرات منفصلة لكل قطاع i، مما يسمح بمواصفات مختلفة للقيم المعلمية، وتباين البواقي، واطوال فترات التباطؤ. ويأخذ نموذجهم الشكل التالي:

$$\Delta Y_{i,t} = a_i + p_i Y_{i,t-1} + \sum_{k=1}^{n} Q_k \Delta Y_{i,t-k} + \delta_i t + u_{it} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

وقد صيغت الفرضيات الصفرية على النحو التالي:

$$H_0: p_i = 0$$

لكل (i).

$$H_0: p < 0$$

ل (i) واحدة على الأقل.

وبالتالي، فان الفرضية الصفرية لهذا الاختبار هي ان جميع السلاسل تكون غير مستقرة، اما الفرض البديل فهو ان هناك جزء من سلسلة البيانات الجدولية مستقرة. وهو ما يتناقض بشدة مع اختبار ليفين ولين وتشو الذي يفترض ان جميع السلسلة مستقرة في أطار الفرضية البديلة.

وقد وضع ام وبيساران وشين Im, pesaran and shin (١٩٩٧) نموذجهم في اطار الافتراض التقيدي بان t يجب ان تكون نفسها لجميع المقاطع العرضية، مما يتطلب بيانات جدولية متوازنة لحساب إحصائية t. ولا تمثل إحصائية t سوي متوسط إحصاءات t لديكي فولر الموسع (ADF) الفردية لاختبار ان $P_i = 0$ لكل i (ويشار الية tp_i):

$$t = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} tp_i \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

واضح ام وبيساران وشين (١٩٩٧) أيضا انه في ظل افتراضات محددة بان tp_i يتقارب الي إحصائية تدل علي t_{it} موزعة بشكل متماثل ومستقل، والتي أيضا لها متوسط وتباين محدود. ثم تم حساب القيم المتوسط $E[t_{iT}|p_i = 1]$ ، والتباين $var\,[t_{iT}|p_i = 1]$ لإحصائية t_{iT} للقيم المختلفة N، التباطؤ المدرج في المعادلة (١). واستنادا على تلك القيم، تم حساب إحصائية ام وبيساران وشين لاختبار جذور الوحدات في البيانات الجدولية كالاتي:

$$t_{IPS} = \frac{\sqrt{N}\left(\bar{t} - 1\middle|N\sum_{i=1}^{N} E(t_{iT}|p_i = 0)\right)}{\sqrt{var\,[t_{it}|p_i = 0]}} \dots\dots\dots\dots (4)$$

والتي تثبت انهـــا تتبع التوزيع الطبيعي المعياري باعتبار ان ∞ <-----T ومتبوعـــــا ∞< -----N علي التوالي.

- **اختبار التكامل المشترك للبيانات الجدولية:**

من أشهر اختبارات التكامل المشترك للبيانات الجدولية اختبارات بيدروني The Pedroni Tests. واقترح بيدروني (١٩٩٧، ١٩٩٩، ٢٠٠٠) عدة اختبارات للتكامل المشترك في نماذج البيانات الجدولية التي تسمح بتباين كبير. يختلف نهج بيدروني عن اختبارات التكامل المشترك الأخرى في افتراض وجود اتجاهات للمقاطع العرضية وانه يأخذ في الاعتبار الفرضية الصفرية القائلة انه لا يوجد ت كامل مشترك. ومن اهم مميزات اختبارات بيدروني انها تسمح لعدة منحدرين Repressors لمتجه التكامل

المشترك ان يختلفوا عبر المقاطع المختلفة للبيانات الجدولية، وأيضا ان يختلفوا في التباين في الأخطاء عبر المقاطع المستعرضة.

ونموذج الانحدار البيانات الجدولية الذي يقترحه بيدروني يأخذ الشكل التالي(Asteriou & Hall, 2007):

$$Y_{i,t} = a_i + \delta_t + \sum_{m=1}^{M} b\, m_i x_{mi,t} + u_{i,t} \dots\dots\dots\dots (5)$$

وقد اقترح بيدوني سبعة إحصاءات مختلفة للتكامل المشترك للحصول على الاثار داخل Within، وبين Between في البيانات الجدولية. ويمكن تصنيف اختباراته الي فئتين. وتشمل الفئة الاولي أربعة اختبارات علي أساس التجميع Pooling علي طول بعد داخل البيانات الجدولية (تجميع معاملات الانحدار الذاتي عبر المقاطع العرضية المختلفة للبيانات الجدولية لاختبار جذر الوحدة للبواقي). وتتضمن هذه الاختبارات حساب متوسط إحصاءات الاختبار للتكامل المشترك في اطار السلاسل الزمنية عبر المقاطع المختلفة. وفيما يلي إحصاءات الاختبار لكل من هذه الاختبارات:

١-إحصائية V للبيانات الجدولية:

$$T^2 N^{\frac{3}{2}} Z_{\hat{v}NT} = \frac{T^2 N^{3/2}}{\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \hat{L}_{11i}{}^{-2}\, \hat{u}_{it}{}^2\right)} \dots\dots\dots\dots (6)$$

٢-إحصائية p للبيانات الجدولية:

$$T\sqrt{N} Z_{\hat{p}NT} = \frac{T\sqrt{N}\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{N} \hat{L}^{-2}{}_{11i}\left(\hat{u}^2{}_{it-1}\Delta\hat{u}^2{}_{it} - \hat{\lambda}_i\right)\right)}{\left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \hat{L}^{-2}{}_{11i}\, \hat{u}^2{}_{it}\right)} \dots\dots\dots\dots (7)$$

٣-إحصائية t لبيانات الجدولية (غير معلميه)

$$Z_{tNT} = \sqrt{\hat{Q}_{NT}} \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \hat{L}^{-2}{}_{11i}\, \hat{u}^2{}_{it-1} \left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \hat{L}^{-2}{}_{1i}\left(\hat{u}_{it-1}\Delta\hat{u}^2{}_{it} - \hat{\lambda}_i\right)\right) .. (8)$$

٤-إحصائية t لبيانات الجدولية (معلميه):

$$Z_{tNT} = \sqrt{\hat{Q}^{*}_{2}{}_{NT} \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \hat{L}^{-2}{}_{11i}\, \hat{u}^{*2}{}_{it-1}} \left(\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} \hat{L}^{-2}{}_{11i}\, (\hat{u}^{*2}{}_{it-1}) \Delta \hat{u}^{*2}{}_{it} - \hat{\lambda}_i \right) \dots (9)$$

وتشمل الفئة الثانية ثلاثة اختبارات تجمع البعد "بين Between" (متوسط معاملات الانحدار الذاتي لكل عضو من البيانات الجدولية لاختبار جذر الوحدة للبواقي). لذلك، بالنسبة لهذه الاختبارات المتوسط تم اخذة في الاعتبار في المقطع. بذلك، فان التوزيعات المحددة تعتمد على التعبير الرياضي للباسط والمقام من ناحية المقطع.

وفيما يلي إحصاءات هذه الاختبارات:

٥-إحصاءات المجموعة p (معلمية)

$$T\sqrt{N}\hat{Z}_{\hat{p}NT} = T\sqrt{N}\frac{\sum_{t=1}^{T}\left(\hat{u}^{2}{}_{it-1}\Delta\hat{u}^{2}{}_{it} - \hat{\lambda}_i\right)}{\sum_{i=1}^{N}(\sum_{t=1}^{T}\hat{u}^{2}{}_{it-1})} \dots\dots\dots (10)$$

٦-إحصائية المجموعة t (لا معلمية)

$$\sqrt{N}\hat{z}_{tNT-1} = \sqrt{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\sqrt{\hat{\sigma}_i{}^{2}}\sum_{t=1}^{T}\hat{u}^{2}{}_{it-1}\right)\sum_{t=1}^{T}\left(\hat{u}^{2}{}_{it-1}\Delta\hat{u}_{it}{}^{2} - \hat{\lambda}_i\right) \dots (11)$$

٧-إحصائية المجموعة t (معلمية)

$$\sqrt{N}\hat{Z}_{tNT-1} = \sqrt{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\sqrt{\hat{S}^{*2}{}_{i}\sum_{t=1}^{T}\hat{u}_{it-1}{}^{*2}}\right)\sum_{t=1}^{T}(\hat{u}^{*2}{}_{it-1}\Delta\hat{u}^{*2}{}_{it}) \dots . (12)$$

ومن العوائق الرئيسية للاختبارات المذكورة أعلاه فرضية التقييد المسبقة لمتجه التكامل المشترك الفريد. وهناك أيضا عدة اختبارات اخري للتكامل المشترك يمكن اللجوء اليها للتعرف علي وجود علاقة طويلة الاجل بين المتغيرات موضع الدراسة، ومن امثلة تلك الاختبارات اختبار كاو The Kao test، واختبار فيشر The Fisher test.

رابعا: النتائج والمناقشة:

يتطلب التعرف على العلاقة طويلة الاجل بين متوسط درجات الحرارة ومتوسط هطول الامطار وانتاجية كل من محصول القمح ومحصول الذرة الشامية، ان يكون هناك تكامل مشترك بين تلك المتغيرات. وللحصول على التكامل المشترك لابد ان تكون كافة السلاسل الزمنية متكاملة من نفس الدرجة. ويتضح من الجدول رقم (١) بمحلق الدراسة ان كافة السلاسل الزمنية للبيانات الجدولية لمحصول الذرة الشامية غير مستقرة في المستوي لاحتوائها على جذر الوحدة، الا انها مستقرة بعد الفرق الأول. مما يدل انها كافة السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة I(1). ويتضح أيضا من الجدول رقم (٢) بملحق الدراسة ان السلاسل الزمنية للبيانات الجدولية لمحصول القمح متكاملة من نفس الدرجة I(1). وبالتالي نستطيع ان ننتقل لاختبار وجود تكامل مشترك بين كافة السلاسل الزمنية للبيانات الجدولية، حيث تم اجراء اختبار بدروني للتكامل المشترك، والذي أوضح بعدم وجود تكامل مشترك بين تلك السلاسل الزمنية سواء لمحصول الذرة الشامية او القمح. وللمزيد من التأكد تم اجراء اختبار جوهانسون للتكامل المشترك للبيانات الجدولية، والذي أوضح وجود تكامل مشترك بين السلاسل الزمنية سواء لمحصول الذرة الشامية او القمح، مما يدل على وجود علاقة طويلة الاجل بين متغيرات الدراسة. وهو يتضح من جدول رقم (٣)، (٤) بملحق الدراسة. للتعرف علي قوة واتجاه العلاقة بين متوسط درجات الحرارة ومتوسط هطول الامطار وكل من إنتاجية محصول الذرة الشامية ومحصول القمح كلا علي حدة، تم اجراء التقدير للعلاقة الانحدارية بين تلك المتغيرات باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل FMOLS، حيث يتضح من الجدول رقم (٥) بمحلق الدراسة ان ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة واحد مئوية يؤثر بشكل معنوي سلبا علي إنتاجية محصول الذرة الشامية بمقدار ٠,٢١٢ طن لكل فدان في الاجل الطويل، في حين لا توجد علاقة معنوية بين متوسط هطول الامطار وانتاجية محصول الذرة الشامية في الاجل الطويل. اما الجدول رقم (٦) بملحق الدراسة يبن ان ارتفاع متوسط درجة الحرارة بمقدار درجة واحد مئوية يؤثر بشكل معنوي سلبا على إنتاجية محصول القمح بمقدار ٠,٢٦٠ طن

لكل فدان في الاجل الطويل. كما لا توجد علاقة معنوية بين متوسط هطول الامطار وانتاجية محصول القمح في الاجل الطويل.

وللتعرف على العلاقة قصيرة الاجل بين متوسط درجات الحرارة ومتوسط هطول الامطار وانتاجية كل من الذرة الشامية والقمح كلا على حدة، نستخدم نموذج تصحيح الخطأ للبيانات الجدولية VECM. ويتضح من الجدول رقم (٧) بملحق الدراسة انه لا توجد علاقة معنوية بين درجة الحرارة وهطول الامطار وانتاجية محصول الذرة الشامية، الا ان النموذج يظهر وجود علاقة طويلة الاجل بين تلك المتغيرات لان معامل C(1) بالسالب ومعنوي. وهو ما تم التأكد منه بأجراء اختبار Wald الذي أكد عدم وجود علاقة معنوية في الاجل القصير. اما الجدول (٨) بملحق الدراسة فيوضح انه لا توجد علاقة قصير الاجل بين هطول الامطار وانتاجية محصول القمح، الا انه توجد علاقة ضعيفة معنويا بين درجة الحرارة وانتاجية محصول القمح، الا ان النموذج يظهر وجود علاقة طويلة الاجل بين تلك المتغيرات لان معامل C(1) بالسالب ومعنوي. وهو ما تم التأكد منه بأجراء اختبار Wald الذي أكد عدم وجود علاقة معنوية في الاجل القصير.

مما سبق، نخلص الي ان هناك علاقة معنوية طويلة الاجل بين متوسط درجة الحرارة وانتاجية كل من محصولي الذرة الشامية والقمح، مما يدل ان درجة الحرارة تؤثر في الاجل الطويل سلبا على إنتاجية محصولي الذرة الشامية والقمح، مما يتطلب وضع استراتيجيات للتكيف او التخفيف من الارتفاع المتوقع للدرجات الحرارة. كما اننا نستنتج ان درجة الحرارة توثر على إنتاجية محصولي الذرة الشامية والقمح في الاجل الطويل أكثر منها في الاجل القصير. ونخلص أيضا الي ان هطول الامطار لم يكن له تأثير يذكر – كما هو متوقع – على إنتاجية محصولي الذرة الشامية والقمح سواء في الاجل الطويل او الاجل القصير.

سادسا: الخلاصة والاستنتاج:

تهدف الدراسة الي التعرف على أثر التغيرات المناخية ممثلة في درجات الحرارة وهطول الامطار علي اهم الحاصلات الزراعية المصرية (القمح والذرة الشامية) في الاجل الطويل والاجل القصير. **وقد توصلت الدراسة** الي ان هناك علاقة معنوية

طويلة الاجل بين متوسط درجات الحرارة وانتاجية كل من محصولي الذرة الشامية والقمح. وان درجة الحرارة تؤثر بشكل كبير على إنتاجية المحصولين في الاجل الطويل أكثر منها في الاجل القصير. وان متوسط هطول الامطار لم يكن له تأثير معنوي سواء على الاجل الطويل والقصير. **وتوصي الدراسة** بشدة بضرورة وضع استراتيجية واضحة للتخفيف والتكيف مع التغيرات المناخية ولاسيما ارتفاع درجة، وان يكون للتكنولوجيا النظيفة دورا هاما في تقليل الانبعاثات الملوثة للبيئة.

المراجع:

١. أبو حديد، ايمن فريد (٢٠٠٩). التغيرات المناخية المستقبلية وأثرها على قطاع الزراعة في مصر وكيفية مواجهتها، مركز البحوث الزراعية. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، أكتوبر.

٢. فواز، محمود محمد، سرحان احمد عبد اللطيف سليمان (٢٠١٥). دراسة اقتصادية للتغيرات المناخية واثارها على التنمية المستدامة في مصر. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي. المجلد (٢٥). العدد. (٢). يونيو.

٣. مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار (٢٠٠٩). هل تغير المناخ في مصر خلال العشرين عاما الماضية؟ تقارير معلوماتية، مجلس الوزراء المصري. السنة (٣). العدد (٢٧). مارس.

4. Adams, R. M., et al. (1998). "Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review." **11**(1): 19-30.
5. Asteriou, D., & Hall, G. S. (2007). Applied Econometrics: a Modern Approach Palgrave Macmillan. *New York*.
6. Climate Change Knowledge Portal, http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/countryprofile/home.cfm?page=country_profile&CCode=EGY
7. Closset, M., Dhehibi, B. B. B., & Aw-Hassan, A. (2015). Measuring the economic impact of climate change on

agriculture: a Ricardian analysis of farmlands in Tajikistan. *Climate and Development*, *7*(5), 454-468.

8. Darwin, R., Tsigas, M. E., Lewandrowski, J., & Raneses, A. (1995). World agriculture and climate change: economic adaptations (No. 1473-2016-120700).
9. Deressa, T. T. (2007). Measuring the economic impact of climate change on Ethiopian agriculture: Ricardian approach. The World Bank.
10. ECLAC (2011). An Assessment of The Economic Impact of Climate Change on the Agriculture Sector in Guyana. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Sub regional Headquarters for the Caribbean, LC/CAR/L.323, October,1-63.
11. lm, K.S., M.H. Pesaran and Y. Shin (1997). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. Manuscript. Department of Applied Economics. University of Cambridge.
12. Levin, A., C.F. Lin and C.S. Chu (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties. Journal of Econometrics. 108. pp. 1-24.
13. Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., & Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. The American economic review, 753-771.
14. Mishra, D., & Sahu, N. C. (2014). Economic impact of climate change on agriculture sector of Coastal Odisha. APCBEE procedia, 10, 241-245.
15. Nhemachena, C. (2009). Agriculture and future climate dynamics in Africa: Impacts and adaptation options (Doctoral dissertation, University of Pretoria).
16. Ortiz, R. A., & Markandya, A. (2009). Integrated impact assessment models of climate change with an emphasis on damage functions: a literature review. Basque Centre for Climate Change, 1-35.
17. Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. Oxford

Bulletin of Economics and Statistics. special issue. November. 61. pp. 653-70.

18. Reilly, J., Hohmann, N., & Kane, S. (1994). Climate change and agricultural trade: who benefits, who loses?. *Global Environmental Change*, *4*(1), 24-36.
19. World bank, http://data.worldbank.org/indicator
20. Xiao, X., Melillo, J. M., Kicklighter, D. W., Mcguire, A. D., Tian, H., Pan, Y., ... & Yang, Z. (2002). Transient climate change and potential croplands of the world in the 21st century. In Massachusetts Institute of Technology, Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 18. Cambridge: MIT. RECENT IFPRI DISCUSSION PAPERS For.
21. Zaied, Y. B. (2013, December). Long Run Versus Short Run Analysis of Climate Change Impacts on Agriculture. In *Economic Research Forum Working Papers* (No. 808).

ملاحق الدراسة

جدول رقم (١)

اختبارات جذر الوحدة للبيانات الجدولية للذرة الشامية

△t	t	△r	r	△p	P	الاختبارات
1.08002*	558.054	2.07005*	0.29698	−10.3182*	2.31934	Levin, Lin & Chu t*
1.08002*	1.08002	2.07005*	2.07005	−10.3182*	0.58768	ADF − Fisher Chi−square
1.08002*	1.08002	558.054*	2.07005	98.7729*	0.35160	ADF − Fisher Chi−square

ملاحظة: * تشير الي رفض الفرض العدم عند ١%

جدول رقم (٢)

اختبارات جذر الوحدة للبيانات الجدولية للقمح

△t	t	△r	r	△p	P	الاختبارات
-18.6943*	1.94556	-15.2784*	0.29698	-14.7289*	2.93896	Levin, Lin & Chu t*
444.489*	1.08002	267.946*	2.07005	201.793*	0.16010	ADF - Fisher Chi-square
593.811*	1.18892	558.054*	2.94495	176.467*	0.44719	ADF - Fisher Chi-square

ملاحظة: * تشير الي رفض الفرض العدم عند ١%

جدول رقم (٣)

اختبار جوهانسون فيشر للتكامل المشترك للبيانات الجدولية للذرة الشامية

Johansen Fisher Panel Cointegration Test

Series: P T R

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace and Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Fisher Stat.* (from trace test)	Prob.	Fisher Stat.* (from max-eigen test)	Prob.
None	20.04	0.0027	24.28	0.0005
At most 1	3.609	0.7294	3.320	0.7677
At most 2	3.356	0.7630	3.356	0.7630

* Probabilities are computed using asymptotic Chi-square distribution.

جدول رقم (٤)

اختبار جوهانسون فيشر للتكامل المشترك للبيانات الجدولية للقمح

Johansen Fisher Panel Cointegration Test

Series: P R T

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace and Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Fisher Stat.* (from trace test)	Prob.	Fisher Stat.* (from max-eigen test)	Prob.
None	17.12	0.0088	20.76	0.0020
At most 1	3.369	0.7613	3.597	0.7310
At most 2	2.365	0.8833	2.365	0.8833

* Probabilities are computed using asymptotic Chi-square distribution.

جدول رقم (٥)

تقدير المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل للبيانات الجدولية للذرة الشامي

Dependent Variable: P

Method: Panel Fully Modified Least Squares (FMOLS)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
R	0.049136	0.090902	0.540536	0.5901
T	-0.212174	0.123741	-1.714655	0.0897

R-squared	0.804955	Mean dependent var	2.857725
Adjusted R-squared	0.790430	S.D. dependent var	0.563041
S.E. of regression	0.257753	Sum squared resid	6.245049
Long-run variance	0.164192		

جدول رقم (٦)

تقدير المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل للبيانات الجدولية للقمح

Dependent Variable: P

Method: Panel Fully Modified Least Squares (FMOLS)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
R	0.082263	0.093973	0.875384	0.3836
T	-0.260117	0.127922	-2.033411	0.0448

R-squared	0.749948	Mean dependent var	2.379255
Adjusted R-squared	0.731328	S.D. dependent var	0.489312
S.E. of regression	0.253628	Sum squared resid	6.046746
Long-run variance	0.175473		

جدول رقم (٧)

نموذج تصحيح الخطأ للبيانات الجدولية للذرة الشامية

System: UNTITLED

Estimation Method: Least Squares

Date: 08/28/17 Time: 11:40

Sample: 1983 2014

Included observations: 96

Total system (balanced) observations 288

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.100390	0.031688	-3.168053	0.0017
C(2)	-0.299153	0.110065	-2.717966	0.0070

C(3)	−0.260677	0.109804	−2.374011	0.0183
C(4)	0.019544	0.040500	0.482568	0.6298
C(5)	0.016719	0.038204	0.437626	0.6620
C(6)	−0.068459	0.058904	−1.162212	0.2462
C(7)	−0.062136	0.053490	−1.161645	0.2464
C(8)	0.069508	0.018890	3.679573	0.0003
C(9)	−0.037582	0.161479	−0.232739	0.8161
C(10)	0.151468	0.560874	0.270057	0.7873
C(11)	1.255276	0.559546	2.243381	0.0257
C(12)	−0.331234	0.206380	−1.604971	0.1097
C(13)	−0.218595	0.194684	−1.122821	0.2625
C(14)	−0.499818	0.300165	−1.665142	0.0971
C(15)	0.125698	0.272575	0.461149	0.6451
C(16)	−0.045692	0.096262	−0.474659	0.6354
C(17)	0.135304	0.117570	1.150835	0.2508
C(18)	0.322871	0.408364	0.790645	0.4299
C(19)	1.146998	0.407397	2.815431	0.0052
C(20)	0.043237	0.150262	0.287743	0.7738
C(21)	−0.107790	0.141746	−0.760440	0.4477
C(22)	−0.779127	0.218546	−3.565053	0.0004
C(23)	0.062704	0.198458	0.315957	0.7523
C(24)	−0.011563	0.070087	−0.164979	0.8691

Determinant residual covariance	0.001668

Equation: D(P) = C(1)*(P(−1) + 0.740570700782*R(−1) − 1.06236332467*T(−1) − 0.353553502046) + C(2)*D(P(−1)) + C(3)*D(P(−2)) + C(4)*D(R(−1)) + C(5)*D(R(−2)) + C(6)*D(T(−1)) + C(7)*D(T(−2)) + C(8)

Observations: 96

R−squared	0.197714	Mean dependent var	0.042458
Adjusted R−squared	0.133896	S.D. dependent var	0.179721
S.E. of regression	0.167257	Sum squared resid	2.461787
Durbin−Watson stat	1.952035		

Equation: D(R) = C(9)*(P(−1) + 0.740570700782*R(−1) − 1.06236332467*T(

−1) − 0.353553502046) + C(10)*D(P(−1)) + C(11)*D(P(−2)) + C(12)*D(R(
−1)) + C(13)*D(R(−2)) + C(14)*D(T(−1)) + C(15)*D(T(−2)) + C(16)

Observations: 96

R−squared	0.401654	Mean dependent var	0.005521
Adjusted R−squared	0.354058	S.D. dependent var	1.060481
S.E. of regression	0.852314	Sum squared resid	63.92670
Durbin−Watson stat	1.917471		

Equation: D(T) = C(17)*(P(−1) + 0.740570700782*R(−1) − 1.06236332467
*T(−1) − 0.353553502046) + C(18)*D(P(−1)) + C(19)*D(P(−2)) + C(20)
*D(R(−1)) + C(21)*D(R(−2)) + C(22)*D(T(−1)) + C(23)*D(T(−2)) + C(24)

Observations: 96

R−squared	0.498841	Mean dependent var	0.041979
Adjusted R−squared	0.458977	S.D. dependent var	0.843672
S.E. of regression	0.620557	Sum squared resid	33.88800
Durbin−Watson stat	1.990974		

جدول رقم (٨)

نموذج تصحيح الخطأ للبيانات الجدولية للقمح

System: UNTITLED

Estimation Method: Least Squares

Date: 08/28/17 Time: 12:22

Sample: 1983 2014

Included observations: 96

Total system (balanced) observations 288

	Coefficient	Std. Error	t−Statistic	Prob.
C(1)	−0.121105	0.033997	−3.562217	0.0004
C(2)	−0.442356	0.108979	−4.059108	0.0001
C(3)	−0.044988	0.115177	−0.390594	0.6964
C(4)	−0.043288	0.033726	−1.283516	0.2004
C(5)	−0.047673	0.033766	−1.411852	0.1592

C(6)	0.099184	0.047963	2.067941	0.0396
C(7)	0.079209	0.048312	1.639524	0.1023
C(8)	0.058856	0.017288	3.404518	0.0008
C(9)	0.083913	0.198375	0.423003	0.6726
C(10)	0.295626	0.635894	0.464898	0.6424
C(11)	0.516893	0.672064	0.769113	0.4425
C(12)	−0.437860	0.196794	−2.224970	0.0269
C(13)	−0.250800	0.197028	−1.272920	0.2042
C(14)	−0.309966	0.279864	−1.107559	0.2691
C(15)	0.147342	0.281901	0.522671	0.6016
C(16)	−0.013718	0.100873	−0.135990	0.8919
C(17)	0.120007	0.147368	0.814334	0.4162
C(18)	0.293153	0.472392	0.620573	0.5354
C(19)	0.286107	0.499262	0.573060	0.5671
C(20)	0.028337	0.146194	0.193829	0.8465
C(21)	−0.097737	0.146368	−0.667752	0.5049
C(22)	−0.756900	0.207905	−3.640603	0.0003
C(23)	−0.022425	0.209418	−0.107080	0.9148
C(24)	0.034216	0.074936	0.456602	0.6483

Determinant residual covariance 0.001479

Equation: D(P) = C(1)*(P(−1) + 0.123499260455*R(−1) − 0.138571352541 *T(−1) − 2.86070899903) + C(2)*D(P(−1)) + C(3)*D(P(−2)) + C(4)*D(R(−1)) + C(5)*D(R(−2)) + C(6)*D(T(−1)) + C(7)*D(T(−2)) + C(8)

Observations: 96

R−squared	0.396513	Mean dependent var	0.038865
Adjusted R−squared	0.348508	S.D. dependent var	0.185424
S.E. of regression	0.149665	Sum squared resid	1.971177
Durbin−Watson stat	1.963136		

Equation: D(R) = C(9)*(P(−1) + 0.123499260455*R(−1) − 0.138571352541 *T(−1) − 2.86070899903) + C(10)*D(P(−1)) + C(11)*D(P(−2)) + C(12) *D(R(−1)) + C(13)*D(R(−2)) + C(14)*D(T(−1)) + C(15)*D(T(−2)) + C(16)

Observations: 96

R-squared	0.371822	Mean dependent var	0.005521
Adjusted R-squared	0.321854	S.D. dependent var	1.060481
S.E. of regression	0.873303	Sum squared resid	67.11385
Durbin-Watson stat	2.002532		

Equation: D(T) = C(17)*(P(-1) + 0.123499260455*R(-1) - 0.138571352541 *T(-1) - 2.86070899903) + C(18)*D(P(-1)) + C(19)*D(P(-2)) + C(20) *D(R(-1)) + C(21)*D(R(-2)) + C(22)*D(T(-1)) + C(23)*D(T(-2)) + C(24)

Observations: 96

R-squared	0.452257	Mean dependent var	0.041979
Adjusted R-squared	0.408687	S.D. dependent var	0.843672
S.E. of regression	0.648758	Sum squared resid	37.03800
Durbin-Watson stat	2.037513		

The impact of climate changes on the productivity of agricultural crops in Egypt

Abstract

There are very few studies that deal with the relationship between climate changes and their impact on productivity of agricultural crops in developing countries, especially Egypt. This study aims to measure the impact of climate changes represented in temperatures and precipitation on productivity of Egyptian agricultural crops (wheat and corn) in the long and short term, that during the period from 1981 to 2014, according to the division of governorates producing agricultural crops into three regions: Upper Egypt, Middle Egypt, and Lower Egypt. The scientific contribution of that study is to use the econometric method through real data, unlike other studies that use experimental data. Some of the modern econometric techniques of Full-Modified OLS (FMOLS) were used to estimate the Co-integration trend of Panel Data to derive long-term estimates of climate change effects on productivity on crops of wheat and maize. The study concluded that there is a long-term significant relationship between the average temperatures and the productivity of both maize and wheat crops, that the temperature greatly affects the productivity of the two crops in the long term rather than in the short term. And that the average rainfall did not have a significant effect for both the long and the short term.

key words:

Climate change, productivity of agricultural crops, Egyptian agricultural, Full-Modified OLS (FMOLS), Co-integration trend of Panel Data.