



## التغيرات المناخية وسيناريوهات الطاقة الإنتاجية القمحية في مصر

سهام ذكي داود<sup>١</sup>، ومحمد عثمان<sup>١</sup>، والسيد عطا الله<sup>١</sup>، وعزة فهمي طه<sup>٢</sup>

<sup>١</sup>قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة دمياط

<sup>٢</sup>معهد بحوث الاقتصاد الزراعي، مركز البحوث الزراعية، جمهورية مصر العربية

لقد أصبحت آثار تغير المناخ خلال النصف الثاني من القرن العشرين واسعة النطاق كالتغير في أنماط الطقس وارتفاع متوسط درجات الحرارة، وتغير أنماط هطول الأمطار، والجفاف، والفيضانات، وإعادة التوزيع الجغرافي للأفات والأمراض، وقد أوضحت تقارير دولية أن مصر تحتل المرتبة ١٦ للدول الأكثر تأثرًا بمخاطر التغيرات المناخية، ويعد قطاع الزراعة أكثر القطاعات تأثرًا بمخاطرها، مما يهدد من القدرة على تحقيق الأمن الغذائي والتنمية المستدامة.

وقد أدى زيادة درجات الحرارة عام ٢٠١٨م إلى انخفاض إنتاجية القمح من نحو ٢,٦٨ طن/فدان مقارنة بنحو ٢,٨٨ طن/فدان لعام ٢٠١٧م، مما انعكس على انخفاض نسبة الاكتفاء الذاتي لنحو ٤٣٪ عام ٢٠١٨م الأمر الذي يمثل عبء على الميزان التجاري الغذائي نتيجة زيادة قيمة الواردات من القمح.

ويستهدف البحث دراسة أثر التغيرات المناخية على الطاقة الإنتاجية القمحية والخسائر الاقتصادية المتوقعة، ومعدلات الاكتفاء الذاتي للقمح.

واعتمدت الدراسة على استخدام معادلات الانحدار البسيط لتقدير معدلات النمو Growth Rate، اختبار Phillips-Perron لقياس استقرار السلاسل الزمنية، وأيضًا نموذج ARDL لاختبار التكامل المشترك.

وتمثلت أهم نتائج الدراسة في: وجود تأثير سلبي للتغيرات المناخية على الطاقة الإنتاجية لمحصول القمح في مصر، حيث اتضح أن زيادة نسبية قدرها ١٠٪ لكل من درجة الحرارة العظمى لشهر مارس، درجة الحرارة الصغرى لشهر مارس، نسبة الرطوبة النسبية لشهر مارس، درجة الحرارة الصغرى لشهر أبريل ستؤدي لانخفاض نسبي معنوي إحصائيًا في إنتاجية محصول القمح يبلغ نحو ٤,٣٢٪، ٣,٨٧٪، ١,٩٠٪، ٢,٩٧٪ على الترتيب، وفي ظل الأثر المتجمع للتغيرات المناخية سيؤدي إلى انخفاض الإنتاجية الفدانية ومن ثم انخفاض الدخل المزرعي من نحو ٣٤٪ لنحو ٧٪، وعلي المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بفرض ثبات الطاقة الاستهلاكية ومن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي للقمح من نحو ٤٧,٤٧٪ لنحو ٣١,٢٢٪ في ظل الأثر المتجمع للتغيرات المناخية.

**الكلمات المفتاحية:** التغيرات المناخية، نموذج ARDL، التكامل المشترك، استقرار السلاسل الزمنية، الطاقة الإنتاجية القمحية، الأمن الغذائي، الاقتصاد الزراعي.

### المقدمة

والقضاء على الفقر، وتحقيق التنمية المستدامة، وذلك لما للتغير المناخي من آثارا مباشرة وغير مباشرة على الإنتاجية الزراعية، تتضمن تغير أنماط هطول الأمطار، والجفاف، والفيضانات، وإعادة التوزيع الجغرافي للأفات والأمراض، وتعد مصر من أكثر الدول المعرضة للمخاطر الناتجة عن تأثيرات التغيرات المناخية، على الرغم من أنها من أقل دول العالم إسهامًا في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عالميًا

(<https://www.scientificamerican.com>).

وقد أوضحت التقارير الدولية أن مصر تحتل المرتبة رقم ١٦ للدول الأكثر تأثرًا بمخاطر التغيرات المناخية، والأولى عربيًا والثالثة أفريقياً، كما أنها تتعرض لتغير مناخي واختفاء فصول مناخية، حيث يلاحظ امتداد الفصول

يعتبر تغير المناخ أحد التحديات التي تواجه العالم اليوم، فلقد أصبحت آثار تغير المناخ واسعة النطاق من حيث تغير أنماط الطقس وارتفاع متوسط درجات حرارة سطح الأرض بشكل مطرد خلال النصف الثاني من القرن العشرين، هذا ويعد القطاع الزراعي ركيزة أساسية للتنمية بكافة أبعادها الاقتصادية والاجتماعية، إلا أنه من أكثر القطاعات تأثرًا بالظروف المناخية وبالتالي أصبحت الحاجة لتهيئة المحاصيل الزراعية للتكيف مع التغيرات المناخية المحتملة من أهم التحديات التي تواجه برامج التنمية داخل قطاع الزراعة.

كما أوضحت منظمة الأغذية والزراعة "FAO" في تقريرها عام ٢٠١٨م أن تغيرات المناخ ستهدد القدرة على تحقيق الأمن الغذائي العالمي،

\*Corresponding author E-mail: azzaghazy258@gmail.com

DOI: 10.21608/JSAS.2021.102970.1318

Received: 26 October 2021, Accepted: 31 January 2022

©2022 National Information and Documentation Center (NIDOC)

وغياب الفواصل بين فصول العام، وأنه لا مناص من انتهاج الزراعة الذكية كطريق أول لمواجهة مخاطر التغيرات المناخية وتنفيذ برامجها في القطاع الزراعي للتخفيف من آثار المناخ، كما أن التوجه نحو نماذج الزراعة الذكية يستهدف ترشيد استهلاك مياه الري وتوفير مستلزمات الإنتاج الزراعي والحد من استخدام الأسمدة والمبيدات الكيماوية، وتشجيع الزراعة العضوية، وبما ينعكس على زيادة إنتاجية المحاصيل.

وتمتاز منهجية ARDL مقارنة بطرق التقدير القياسي الأخرى بعدة مزايا على مستوى استقرار السلسلة ومشاكل القياس الاقتصادي حيث يمكن لهذا النموذج الجمع بين بين متغيرات لها أكثر من مستوى استقرار مثل I(0)، I(1)، ولا يشترط أن تكون جميعها مستقرة عند I(0)، ولكن يشترط أن تكون مستقرة عند الدرجة الثانية I(2)، كما أن منهجية ARDL تعمل على تقدير النموذج من خلال تحديد العلاقة التكاملية للمتغير التابع والمتغيرات المستقلة في الأجلين الطويل والقصير في نفس المعادلة الخاصة بالنموذج، بالإضافة لتقدير معلمات المتغيرات المستقلة في كل من الأجل القصير والطويل حيث تعمل تلك المنهجية على إزالة مشاكل الارتباط الذاتي Auto correlation، ومن ثم فإن النتائج التي نحصل عليها من تقدير هذا النموذج تعد نتائج كفاء وغير متحيزة.

### أهم نتائج الدراسة:

**أولاً: الوضع الراهن لأهم المتغيرات المناخية المؤثرة على إنتاجية القمح في مصر:-**

بدراسة الوضع الراهن لأهم المتغيرات المناخية المؤثرة على إنتاجية القمح في مصر، يتضح من بيانات جدول رقم (١) ما يلي:

١. تطور الإنتاجية: بلغ متوسط الإنتاجية الفدانية لمحصول القمح نحو ٢,٦٦ طن/فدان خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، وبانحراف معياري بلغ نحو ٠,١٥ طن/فدان، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ٥,٧٦٪ خلال تلك الفترة.

وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور الإنتاجية الفدانية القمحية خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، اتضح من بيانات جدول رقم (١)، زيادة الإنتاجية الفدانية لمحصول القمح بمعدل تزايد سنوي معنوي إحصائياً بلغ نحو ٠,٦٠٪، حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة نحو ١٥,١٧، وهي أكبر من مثيلتها الجدولية عند مستويات المعنوية المألوفة، كما بلغت قيمة معامل التحديد (R<sup>2</sup>) نحو ٠,٤٠٨، مما يعني أن نحو ٤٠,٨٠٪ من التغيرات الحادثة يعكسها عنصر الزمن.

٢. تطور المتغيرات المناخية: تناولت العديد من الدراسات الفنية أن أكثر الشهور تأثيراً على إنتاجية المحاصيل الحقلية تكون خلال فترة العقد والازهار (Abo-Hadid, 2006) لذا تعد درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال شهري مارس وأبريل وكذا نسبة الرطوبة، هي العناصر المناخية الأكثر تأثيراً على إنتاجية محصول القمح، وبدراسة الأهمية النسبية لتطور أهم المتغيرات المناخية المؤثرة على إنتاجية القمح في مصر، يتضح ما يلي:

a. درجات الحرارة خلال شهر مارس: بلغ متوسط درجة الحرارة العظمى نحو ٢٥,٢٧ درجة مئوية خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، وبانحراف معياري بلغ نحو ٢,١١ درجة مئوية، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ٨,٣٤٪ خلال تلك الفترة، كما بلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى نحو ١١,٢٢ درجة مئوية خلال نفس الفترة، وبانحراف معياري بلغ نحو ١,٦ درجة مئوية، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ١٤,٢٥٪ خلال تلك الفترة.

وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور درجة الحرارة العظمى والصغرى لشهر مارس خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، اتضح من بيانات جدول رقم (١)، زيادة معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى بمعدل تزايد سنوي معنوي إحصائياً بلغ نحو ٠,٩٠٪، ١,٣٪ حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة نحو ٢٩,٣١، ٢٣,٦١، وهي أكبر من مثيلتها الجدولية عند

كما أنه لبرنامج الإنذار المبكر بمرکز معلومات تغير المناخ دوراً مهماً في تقديم حزمة من الإجراءات التي تسهم في الألفية مع تأثيرات التغيرات المناخية، وذلك كون مواجهة ظروف تغير المناخ قضية أمن قومي لما لها من آثار سلبية على الإنتاج الزراعي وانعكاس ذلك على الأمن الغذائي المصري (https://www.almasyalyoum.com).

### مشكلة الدراسة:

يعتبر قطاع الزراعة من أكثر القطاعات تأثراً بالتقلبات المناخية حيث يعد المناخ محددًا لزراعة المحاصيل، وبعد القمح من أهم محاصيل الحبوب الغذائية التي تتال اهتمامات صانعي السياسة الاقتصادية، حيث أدى زيادة درجات الحرارة خلال شهر مارس وهو أحد الشهور الحساسة لإنتاجية القمح من ٢٥ درجة عام ٢٠٠٩م (المعمل المركزي للمناخ، بيانات غير منشورة)، ٤، ٢٧، ٤ درجة عام ٢٠١٠م إلى انخفاض إنتاجية القمح من نحو ٢,٧١ طن للفدان (نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد متفرقة) ٣ لنحو ٢,٣٩ طن للفدان خلال نفس الفترة، كما أدى زيادة درجات الحرارة خلال شهر مارس من ٢٦,٩ درجة عام ٢٠١٧م لنحو ٢٩,٧ درجة عام ٢٠١٨م إلى انخفاض إنتاجية القمح من نحو ٢,٨٨ طن للفدان لنحو ٢,٦٨ طن للفدان خلال نفس الفترة، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض نسب الاكتفاء الذاتي من نحو ٥٩٪ عام ٢٠٠٩م (الكتاب الإحصائي السنوي) ١ لنحو ٤٣٪ عام ٢٠١٨م.

وفي ظل معدلات النمو السكانية المرتفعة ومن ثم زيادة الطلب على منتج القمح كسلعة استراتيجية من جهة والتغيرات المناخية وارتفاع متوسطات درجات الحرارة أثناء الأشهر الحرجة لإنتاج القمح ومن ثم انخفاض إنتاجية وحدة المساحة من جهة أخرى؛ الأمر الذي يترتب عليه انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي من الطاقة الإنتاجية القمحية ومن ثم زيادة واردات القمح مما يمثل عبء على الميزان التجاري الغذائي.

### أهداف الدراسة:

يستهدف البحث دراسة أثر التغيرات المناخية على الطاقة الإنتاجية القمحية والخسائر الاقتصادية المتوقعة، وذلك من خلال دراسة تطور معدلات نمو درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال الأشهر المؤثرة على الإنتاجية، وكذلك التعرف على الوضع الحالي والمستقبلي لتطور الطاقة الإنتاجية والاستيرادية ومعدلات الاكتفاء الذاتي للقمح.

### الأسلوب البحثي:

اعتمدت الدراسة في تحقيق أهدافها على الأسلوب الوصفي والكمي لتقدير أثر التغيرات المناخية على الطاقة الإنتاجية القمحية، حيث تم استخدام معادلات الانحدار البسيط في الصورة الآسية لتقدير معدلات النمو Growth Rate، كما تم استخدام اختبار استقرار السلاسل الزمنية Time Series Stationary وذلك باستخدام اختبار جذر الوحدة للاستقرار The Unit Root of Test Stationarity باستخدام اختبار Phillips-Perron والذي يعد تطوراً لاختبار ديكي فولر، كما تم استخدام اختبار التكامل المشترك وفقاً لنموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع في المدى الطويل Autoregressive Distributed Lag Model ((ARDL (Academ Hossain, 2017)، ولإستخدام نموذج (ARDL) في المدى القصير فقد تم إجراء الاختبارات التشخيصية وفقاً لاختبار Statistic Lagrange Multiplier من خلال اختبار فرضية عدم ثبات تباين حد الخطأ Heteroscedasticity باستخدام

النسبية لشهر ابريل نحو ٤٨,٧٧٪ خلال نفس الفترة، وبانحراف معياري بلغ نحو ٧,٩١٪، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ١٦,٢١٪ خلال تلك الفترة.

وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور معدلات الرطوبة النسبية لشهري مارس وابريل خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، اتضح من بيانات جدول رقم (١)، زيادة معدلات الرطوبة النسبية لشهر مارس بمعدل تزايد سنوي معنوي إحصائياً بلغ نحو ٠,٨٪، حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة نحو ٣,٢٨، وهي أكبر من مثيلتها الجدولية عند المستويات المعنوية المألوفة، كما بلغت قيمة معامل التحديد ( $R^2$ ) نحو ٠,١٠١، مما يعني أن نحو ١٠,١٪ من التغيرات الحادثة يعكسها عنصر الزمن، بينما لم تثبت معنوية التغيرات في الرطوبة النسبية عن شهر ابريل.

٣. تطور نسب الاكتفاء الذاتي: بلغ المتوسط الهندسي لنسب الاكتفاء الذاتي من القمح نحو ٥٤,٨٨٪ خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، وبانحراف معياري بلغ نحو ٥,٩٪، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ١٠,٧٤٪ خلال تلك الفترة.

وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور نسب الاكتفاء الذاتي من القمح خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، اتضح من بيانات جدول رقم (١)، انخفاض نسب الاكتفاء الذاتي من القمح بمعدل متناقص سنوي معنوي إحصائياً بلغ نحو ٠,٩٠٪، حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة نحو ١٠,٣٨، وهي أكبر من مثيلتها الجدولية عند مستويات المعنوية المألوفة، كما بلغت قيمة معامل التحديد ( $R^2$ ) نحو ٠,٢٩٠، مما يعني أن نحو ٢٩,٠٠٪ من التغيرات الحادثة يعكسها عنصر الزمن.

مستويات المعنوية المألوفة، كما بلغت قيمة معامل التحديد ( $R^2$ ) نحو ٠,٥٧٠، ٠,٤٩٦، مما يعني أن نحو ٥٧,٠٠٪، ٤٩,٦٠٪ لكل منهما على الترتيب من التغيرات الحادثة يعكسها عنصر الزمن.

b. درجات الحرارة خلال شهر ابريل: بلغ متوسط درجة الحرارة العظمى نحو ٢٩,٤٢ درجة مئوية خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، وبانحراف معياري بلغ نحو ١,٧ درجة مئوية، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ٥,٧٩٪ خلال تلك الفترة، كما بلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى نحو ١٢,٦٦ درجة مئوية خلال نفس الفترة، وبانحراف معياري بلغ نحو ١,٨٣ درجة مئوية، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ١٤,٤٧٪ خلال تلك الفترة.

وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور درجة الحرارة العظمى والصغرى لشهر ابريل خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، اتضح من بيانات جدول رقم (١)، زيادة معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى بمعدل تزايد سنوي معنوي إحصائياً بلغ نحو ٠,٤٪، ١,٠٪ حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة نحو ٤,٨٨، ٣,٩٢، وهي أكبر من مثيلتها الجدولية عند مستويات المعنوية المألوفة، كما بلغت قيمة معامل التحديد ( $R^2$ ) نحو ٠,٣٨٥، ٠,١٤٥، مما يعني أن نحو ٣٨,٥٪، ١٤,٥٪ لكل منهما على الترتيب من التغيرات الحادثة يعكسها عنصر الزمن.

c. نسبة الرطوبة: بلغ متوسط الرطوبة النسبية خلال شهر مارس نحو ٥١,١٥٪ خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م، وبانحراف معياري بلغ نحو ٦,٩٤٪، وبمعامل اختلاف بلغ نحو ١٣,٥٨٪ خلال تلك الفترة، كما بلغ متوسط الرطوبة

جدول رقم (١) تطور أهم المتغيرات المناخية المؤثرة على إنتاجية القمح في مصر خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩م

المتغير التابع	المعادلة	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	معدل النمو %	$R^2$	F
الإنتاجية طن / فدان	$\hat{y} = e^{0.0006 + 0.007t}$	2.66	0.15	5.76	٠,٦	٠,٤٠٨	**١٥,١٧
درجة الحرارة العظمى .مارس	$\hat{y} = e^{0.0009 + 0.11t}$	25.27	2.11	8.34	٠,٩	٠,٥٧	**٢٩,٢١
درجة الحرارة الصغرى مارس	$\hat{y} = e^{0.0013 + 0.22t}$	11.22	1.60	14.25	١,٣	٠,٤٩٦	**٢٣,٦١
نسبة الرطوبة النسبية مارس	$\hat{y} = e^{3.82 + 0.008t}$	51.15	6.94	13.58	٠,٨	٠,١٠١	*٣,٢٨
درجة الحرارة العظمى ابريل	$\hat{y} = 3.330.004 + t$	29.42	1.70	5.79	0.4	٠,١٤٥	*٤,٨٨
درجة الحرارة الصغرى ابريل	$\hat{y} = e^{2.35 + 0.011t}$	12.66	1.83	14.47	١,١	٠,٣٨٥	**٣,٩٢
نسبة الرطوبة النسبية ابريل	$\hat{y} = e^{3.79 + 0.007t}$	48.77	7.91	16.21	---	0.057	0.26
الطاقة الإنتاجية	$\hat{y} = e^{8.56 + 0.021t}$	7601.39	1213.42	15.96	٢,١	٠,٨٤	**١١٩,١٩
الاكتفاء الذاتي	$\hat{y} = e^{4.11 - 0.009t}$	54.88	5.90	10.74	(0.9)	٠,٢٩	**١٠,٣٨

المصدر: جمعت وحسبت من نتائج التحليل spss : لبيانات الاحصائي باستخدام برنامج.

١- المعمل المركزي للمناخ، بيانات غير منشورة.

٢- قطاع الشؤون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد متفرقة.

## ثانيًا : توصيف نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع (ARDL):

١- هيكل التكاليف الإنتاجية للفئات الحيازية المختلفة لأهم محاصيل الفاكهة بعينة الدراسة: يتضمن هيكل التكاليف الإنتاجية الكلية Total Cost كلاً من التكاليف الثابتة Fixed Cost والتكاليف المتغيرة Variable Cost وتشتمل التكاليف المتغيرة على إجمالي تكاليف مستلزمات الإنتاج وتكاليف العمليات الزراعية. يوضح الجدول رقم (٢) هيكل التكاليف المتغيرة والثابتة والكلية لأهم محاصيل الفاكهة بعينة الدراسة للموسم الزراعي (٢٠٢٠/٢٠١٩) ومنه يتبين تزايد التكاليف الكلية لكافة محاصيل الفاكهة المدروسة لفئة المنتفعين عن نظيرتها بفئة الخريجين بنسبة قدرت بنحو ١١٪، ٤٪، ١٠٪ لمحاصيل التفاح والبرتقال واليوسفي على الترتيب، وترجع تلك الزيادة إلى زيادة التكاليف المتغيرة بفئة المنتفعين عن نظيرتها بفئة الخريجين نتيجة زيادة كل من تكاليف العمليات الزراعية ومستلزمات الإنتاج بفئة المنتفعين. كما تشير التقديرات بالجدول السابق إلى أن التكاليف الكلية لمحاصيل التفاح والبرتقال واليوسفي تقدر بنحو ٢٠٢٣٧، ١٦١٧٥، ١٧٢٩٥ جنيهاً للفدان كمتوسط لعينة الدراسة بمنطقة النوبارية.

يمكن التعرف على العوامل المؤثرة على إنتاجية محصول القمح من خلال الاطلاع على المراجع الفنية ذات الصلة (<https://www.agri2day.com>)، (٢، مراد ذكي، ٢٠١٢)

والتي أمكن تحديدها وحصرها وفقاً للعلاقة التالية:

$$\hat{Y}_t = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$$

حيث :

$\hat{Y}_t$ : إنتاجية محصول القمح المقدرة (طن/فدان).

X١: درجة الحرارة العظمى لشهر مارس .

X٢: درجة الحرارة الصغرى لشهر مارس.

X٣: الرطوبة النسبية لشهر مارس .٪

X٤: درجة الحرارة العظمى لشهر ابريل .

X٥: درجة الحرارة الصغرى لشهر ابريل.

X٦: الرطوبة النسبية لشهر ابريل .٪

### دراسة استقرار النموذج:

يتطلب تقدير النموذج ضرورة اختبار استقرار السلاسل الزمنية للمتغيرات المدرجة في النموذج حتى يمكن الحصول على

علاقة توازنه بين السلاسل الزمنية في الاجل الطويل والاجل القصير، وذلك على النحو التالي :

١. اختبار جذر الوحدة: يهدف إجراء اختبار جذر الوحدة الى فحص السلاسل الزمنية لتحديد درجة استقرار متغيرات النموذج موضع الدراسة، وفيما يلي نتائج اختبارات جذور الوحدة لبيانات النموذج القياسي اعتماداً على اختبار (Phillips-Perron Phillips, and Perron ١٩٨٨) حيث يتضح من جدول رقم (٢) أن السلاسل الزمنية لهذه المتغيرات لها جذر مساوي للوحدة وتعرف بسلسلة السير العشوائي وبعد اخذ الفرق الاول لسلاسل هذه المتغيرات ثبت استقرارها عند الفرق الاول اي انها مستقرة من الدرجة الاولى ولا تحتوي على جذر وحده، أي أن هذه المتغيرات جميعها متكاملة من الدرجة الاولى (١)، ومن ثم فان في ضوء هذه النتائج يمكن إجراء اختبار التكامل المشترك باستخدام منهجية الحدود ARDL.

جدول (٢) نتائج اختبار (Phillips-Perron) لدرجات الحرارة خلال الشهور الحرجة لإنتاجية محصول القمح خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩

السلسلة الزمنية	(الرتبة)	المستوى (0)		الفرق الاول (1)	
		في وجود ثابت واتجاه (٢)	بدون وجود ثابت واتجاه (٣)	في وجود ثابت (١)	في وجود ثابت واتجاه (٢)
$\hat{Y}_t$	I(1)	٣,٠٩-	١,١٢	**٦,٢٦-	**٦,٠٥-
$X_1$	I(1)	٢,٠٣-	٠,٠٢-	**٥,٠٩-	**٥,٢١-
$X_2$	I(1)	٠,١٧-	١,٨٠	**٧,٥٢-	**٦,٨٨-
$X_3$	I(1)	٢,٣٧-	٠,٧٥	**٧,٢٥-	**٧,٢٥-
$X_4$	I(1)	٢,١٨-	٠,٢١-	**٣,٦٦-	**٥,٦٩-
$X_5$	I(1)	*٢,٩٤-	٢,٩٥-	**٥,٣٥-	**٥,٤٧-
$X_6$	I(1)	٢,٢٣-	٠,١١٦-	**٦,٢٥-	**٦,٤٢-

Null hypothesis of testing unit root states that series is non-stationary or contains a unit root

\*\*معنوية عند المستوى ١٪. \*معنوية عند المستوى ٥٪.

١. في حاله وجود ثابت  $\Delta y_t = \alpha_0 + \lambda y_{t-1} + \varepsilon_t$

٢. في حاله وجود ثابت واتجاه  $\Delta_t = \alpha_0 + a_2 t + \lambda y_{t-1} + \varepsilon_t$

٣. في حاله عدم وجود ثابت واتجاه  $\Delta_t = \lambda y_{t-1} + \varepsilon_t$

المصدر: جمعت وحسبت من نتائج التحليل الاحصائي باستخدام برنامج Eviews

(٣) ان قيمة F المحسوبة بلغت نحو (٧,١٠) وهي تفوق الحد الاعلى للقيم الجدولية الحرجة عند مستويات المعنوية ١٠٪، ٥٪، ٢,٥٪، ١٪ مما يعني رفض فرضية العدم وقبول الفرض البديل بوجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج وبالتالي وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات الخاصة بالنموذج.

١. دراسة التكامل المشترك اعتمادا على اختبار منهجية الحدود **Bound-Test**: يعني التكامل المشترك امكانية وجود توازن طويل الأجل بين السلاسل الزمنية غير المستقرة في مستوياتها حيث يتم هذا الاختبار بعد فحص استقرار السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج وذلك للكشف عن وجود علاقة توازنية طويلة المدى بين هذه المتغيرات استنادا إلى قيمة إحصائية F- Bound-Test (خالد السواعي، ٢٠١٢) حيث يتضح من بيانات جدول رقم

جدول رقم (٣): اختبار Bound-Test لوجود علاقة طويلة الأجل بين انتاجية محصول القمح وأهم عناصر تغير المناخ

F-Statistics	7.10
الحدود الحرجة	
Significance	(1) الحد الأعلى
	I(0) الحد الأدنى
10%	3.25
5%	3.62
2.5%	3.94
1%	4.39

المصدر: نتائج تحليل مدخلات النموذج باستخدام برنامج E views

٣. اختبارات التشخيص **Diagnostic Tests**: قبل اعتماد النموذج لاستخدامه في تقدير الآثار قصيرة الأجل للوقوف على المتغيرات الأكثر تأثيرا، ينبغي التأكد من جودة اداء النموذج وخلوه من المشاكل القياسية؛ حيث يتم إجراء الاختبارات التشخيصية التالية وفقا لاختبار Statistic Lagrange Multiplier وهي:

a. اختبار فرضية عدم ثبات تباين حد الخطأ: ARCH Test حيث تبين من النتائج المتحصل عليها وفقا لاختبار ثبات التباين المشروط بالانحدار الذاتي ان قيمة (F) المحسوبة بلغت نحو ٠,٦١ وهي أقل من نظيرتها الجدولية عند نفس مستوى المعنوية، لذا فاننا نقبل فرض العدم بقائل بثبات تباين حد الخطأ ونرفض الفرض البديل القائل بوجود مشكله عدم ثبات تباين حد الخطأ.

$$\Delta \ln \hat{X}_t = 1.425 - 0.432 \Delta \ln X_{1t} - 0.387 \Delta \ln X_{2t} - 0.1898 \Delta \ln X_{3t} - 0.297 \Delta \ln X_{4t} + (0.738) \quad (5.81)^{**} \quad (6.01)^{**} \quad (4.60)^{**} \quad (5.27)^{**}$$

$$ECM = -0.399$$

b. اختبار الارتباط التسلسلي **LM Test** بين الاخطاء العشوائية، حيث تشير نتائج الاختبار إلى أن قيمة إحصائية F بلغت نحو ٠,٣١٨ وهي أقل من نظيرتها الجدولية عند نفس مستوى المعنوية، اي نقبل فرضية العدم بأن النموذج لا يعاني مشكلة الارتباط الذاتي التسلسلي لبواقي معادلة الانحدار.

c. اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي **Normality Test**: باستخدام إحصائية Jarque-Berra حيث تبين من خلال الشكل رقم (١) ان البواقي تتوزع توزيعا طبيعيا لان قيمة الاحتمالية بلغت نحو ٠,٥٦، وهي اكبر من ٠,٠٥، وبالتالي نقبل فرض العدم بأن النموذج لا يعاني من مشكلة التوزيع الغير طبيعي لبواقي معادلة الانحدار.

اختبار استقرار النموذج (Stability Test):

حيث يتضح من خلال شكل رقم (٢) تحقق الاستقرار الهيكلي للمعاملات المقدره لصيغة تصحيح الخطأ وفقا لنموذج ARDL، اذا وقع الشكل البياني لاختبار (CUSUM) داخل الحدود الحرجة عند مستوى ٥٪، مما يدل على ان هناك استقرارا في النموذج بين نتائج الاجل الطويل والاجل القصير.

دراسة النموذج المقدر:

١. اختيار فترات التباطؤ للنموذج من خلال استخدام برنامج Eviews10 يتبين لنا ان أفضل فترات التباطؤ الممكن الحصول عليها وفقا لمعيار (AIC) في اطار نموذج (ARDL) هي (1.0.1.1.1.0.1).

٢. تقدير التوازن في المدى الطويل: بعد التأكد من وجود علاقة تكامل مشترك بين انتاجية محصول القمح وأهم العوامل المناخية المؤثرة عليه، تم قياس العلاقة طويلة المدى من خلال نموذج ARDL. وذلك لتقدير المعلمات في المدى الطويل. حيث أمكن الحصول على المعادلة المقدره التالية

$$-0.576 \text{Lin} X_{3t} - 0.509 \text{Lin} X_{4t} - 0.852 \text{Lin} X_{5t} - 1X_{6t}$$

$$(-1.26) \quad (-3.79)^{**} \quad (-1.31) \quad (*)$$

$$F = 12.55^{**}$$

حيث تشير النتائج المتحصل عليها من المعادلة المقدره لقياس العلاقة طويلة الاجل بين انتاجية القمح وأهم العوامل المناخية المؤثرة عليها أن المعادلة المقدره معنوية عند مستوى المعنوية ١٪ حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة نحو ١٢,٥٥ وهي تفوق نظيرتها الجدولية عند نفس مستوى المعنوية، مما يوضح أن العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات التفسيرية غير زائفه، كما يستدل من قيمة معامل التحديد المعدل R<sup>2</sup> ان نحو ٨٦,٣٪ من التغيرات في انتاجية محصول القمح يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي تضمنها النموذج مجتمعة بفرض ثبات العوامل الأخرى، والنسبة الباقية تفسرها البواقي والمتغيرات الأخرى غير الواردة في النموذج.

ومن نتائج التقدير الموضحة، يتضح أنه بفحص معنوية المتغيرات الواردة بالنموذج وجود علاقة عكسية معنوية احصائيا عند المستويات المعنوية المألوفة لكل من درجة الحرارة العظمى لشهر مارس، درجة الحرارة الصغرى لشهر مارس، درجة الحرارة الصغرى لشهر ابريل، نسبة الرطوبة النسبية لشهر مارس في حين لم تثبت المعنوية الإحصائية لكل من درجة الحرارة العظمى، نسبة الرطوبة النسبية لشهر ابريل.



ب زيادة نسبية قدرها ١٠٪ لدرجة الحرارة الصغرى لشهر مارس  $X^2$  تؤدي لانخفاض نسبي معنوي احصائيا في انتاجية محصول القمح تبلغ نحو ٣,٨٧٪.

ج زيادة نسبية قدرها ١٠٪ لنسبة الرطوبة النسبية لشهر مارس ( $X^3$ ) تؤدي لانخفاض نسبي معنوي احصائيا في انتاجية محصول القمح تبلغ نحو ١,٩٠٪.

د زيادة نسبية قدرها ١٠٪ لدرجة الحرارة العظمى لشهر ابريل ( $X^4$ ) تؤدي لانخفاض نسبي معنوي احصائيا في الإنتاجية الفدائية لمحصول القمح تبلغ نحو ٢,٩٧٪.

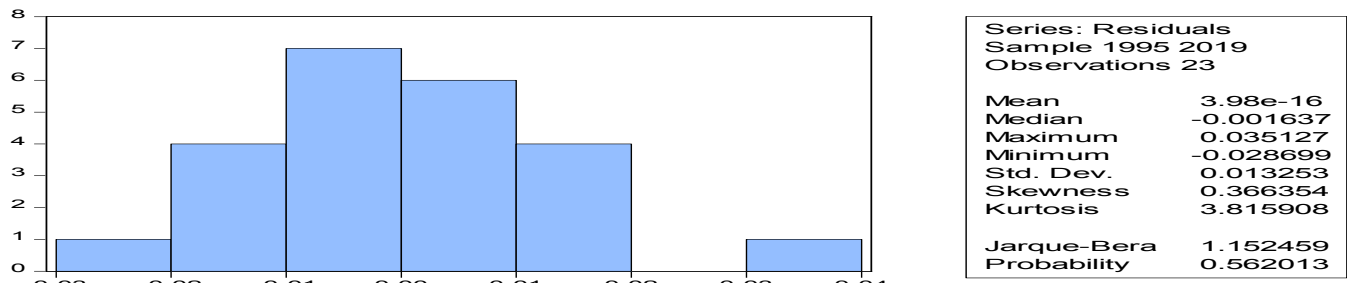
ه كما تشير النتائج المتحصل عليها من المعادلة المقدر طول الفترة اللازمة لعودة النموذج نحو انتاجيته التوازنية في الاجل الطويل، حيث بلغ قيمة معامل حد تصحيح الخطأ ECM، نحو ٠,٣٩٩ أي انه يمكن تصحيح ٣٩,٩٪ من الاختلالات قصيرة الأجل بالنموذج المقدر للوصول لوضع التوازن خلال ٢,٥١ سنة أي نحو ثلاث سنوات باتجاه التوازن في الاجل الطويل عند ترك النبات لطروف الأقلمة الذاتية مع التغيرات المناخية، و هو الأمر الذي يدعو القائمين على السياسة الزراعية لمزيد من الاهتمام باستنباط أصناف أكثر تكيفا مع التغيرات المناخية وأيضا تفعيل نظم الإنذار المبكر لتوجيه المزارعين بالإرشادات الفنية اللازمة في الوقت المناسب، وخاصة في الأوقات الأكثر حرجا خلال دورة حياة إنتاج المحصول من أجل الحد من أثر التقلبات الجوية على الإنتاج الزراعي.

٤. نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد (ARDL-UECM) تم تقدير نموذج تصحيح الخطأ الذي يفسر ديناميكية المدى القصير بين المتغيرات المفردة والمتغير التابع، من أجل الوقوف على أكثر الشهور تأثيرا في انتاجية محصول القمح حيث تبين أن تعدد فترة الازهار وتكوين السنابل اكثر الفترات الحرجة خلال دورة حياة محصول القمح لذلك فان شهر مارس هو الشهر الحرج والاكثر تأثيرا على انتاجية محصول القمح حيث أن تعرض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة أثناء الازهار يؤدي الى التأثير على إنتاج حبوب اللقاح لعدم اكتمال الاخصاب ومن ثم تحقيق فقد في نسب الازهار، كما يؤدي أيضا الى عدم تجانس طرد السنابل وهو ما يؤدي بدوره الى ضمور الحبوب وعدم امتلائها بصورة جيدة وبالتالي زيادة نسب الفقد في كمية المحصول وبالتالي نقص كمية المحصول لنقص متوسط وزن الحبة، ومن ثم تم تقدير نموذج تصحيح الخطأ الذي تقيس سرعة تكيف النموذج للعودة لوضع التوازن بعد حدوث أي اضطراب نتيجة أمر طارئ حيث تتخذ المعادلة المقدر الشكل التالي:-

وباستعراض نتائج معاملات النموذج المقدر والتي مرونت جزئية قصيرة الأجل، اتضح أن:

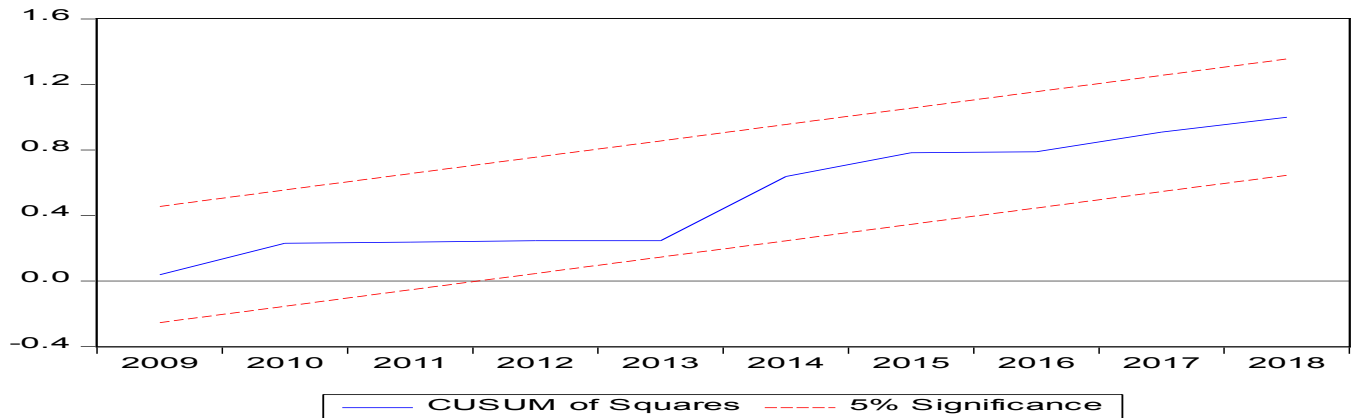
أ تمثل زيادة نسبية قدرها ١٠٪ لدرجة الحرارة العظمى لشهر مارس ( $X^1$ ) تؤدي لانخفاض نسبي معنوي احصائيا في انتاجية محصول القمح يبلغ نحو ٤,٣٢٪.

شكل (١): التوزيع الطبيعي لبواقي معادلة الانحدار لاهم العناصر المناخية المؤثرة على متوسط الإنتاجية الفدائية لمحصول القمح خلال الفترة ١٩٩٥-٢٠١٩



المصدر: نتائج تحليل مدخلات النموذج باستخدام برنامج E views

شكل (٢): اختبار استقرار العلاقة بين معاملات النموذج المقدر لاهم المتغيرات المناخية المؤثرة على متوسط الإنتاجية الفدائية لمحصول القمح في الأجلين الطويل والقصير.



المصدر: نتائج تحليل مدخلات النموذج باستخدام برنامج Eviews

### ثالثاً: الخسائر الاقتصادية للطاقة الإنتاجية القمحية المتوقعة نتيجة التغيرات المناخية في ضوء نموذج تصحيح الخطأ (ECM):-

السيناريو الأول: الخسائر الاقتصادية لأثر ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس على الطاقة الإنتاجية القمحية:

أ الطاقة الإنتاجية: يتضح انخفاض الإنتاجية الفدانية القمحية من نحو ٢,٧٧ طن/فدان لنحو ٢,٧٢، ٢,٦٢، ٢,٥٨، ٢,٥٣ طن/فدان في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس بنحو ١، ٢، ٣، ٤، ٥ درجة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض العائد المتوقع للوحدة المنزرعة من نحو ١٢,٤٥ ألف جنيه/فدان لنحو ١٢,٢٤، ١٢,٠٢، ١١,٨١، ١١,٥٩، ١١,٣٨ ألف جنيه/فدان لكل منهم على الترتيب، وبمقدار انخفاض عائد متوقع يبلغ نحو ٢١٥، ٤٣٠، ٦٤٤، ٨٥٩، ١٠٧٤ جنيه/فدان لكل منهما على الترتيب، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية من نحو ٨,٩٦ مليون طن لنحو ٨,٨١، ٨,٦٥، ٨,٥٠، ٨,٣٤، ٨,١٩ مليون طن في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس بنحو ١، ٢، ٣، ٤، ٥ درجة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بنحو ١,٧٢٪، ٣,٤٥٪، ٥,١٧٪، ٦,٩٠٪، ٨,٦٢٪ لكل منهم على الترتيب.

لتوضيح أثر التغيرات المناخية على الإنتاجية الفدانية لمحصول القمح فقد اقترحت الدراسة عدة سيناريوهات اعتماداً على بيانات نتائج تحليل معادلة النموذج قصير المدى (ECM)، حيث تناول السيناريو الأول الخسائر الاقتصادية لأثر ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس، بينما تناول السيناريو الثاني أثر ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس، بينما تناول السيناريو الثالث أثر ارتفاع نسبة الرطوبة، كما تناول السيناريو الرابع أثر ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل، وتناول السيناريو الخامس الأثر المتجمع (الكلّي) للتغيرات المناخية على إنتاجية القمح ومن ثم على الطاقة الإنتاجية والاستيرادية ونسب الاكتفاء الذاتي، حيث يتضح من بيانات جدول رقم (٤)، ما يلي:

جدول رقم (٤) الخسائر الاقتصادية للطاقة الإنتاجية القمحية في ضوء التغيرات المناخية المتوقعة

سيناريوهات ارتفاع درجات الحرارة العظمى شهر مارس						الوضع الحالي	ارتفاع درجة الحرارة	
5	4	3	2	1	الوضع الحالي			
2.529	2.576	2.624	2.672	2.719	2.767	طن/فدان	الإنتاجية	
11.38	11.59	11.81	12.02	12.24	12.45	ألف جنيه/فدان	العائد المتوقع	
-1074	-859	-644	-430	-215	-	مقدار التغيير		
8.19	8.34	8.50	8.65	8.81	8.96	مليون طن	الطاقة الإنتاجية	
8.62	6.90	5.17	3.45	1.72	-	مقدار التغيير٪		
10.47	10.32	10.17	10.01	9.86	9.70		الطاقة الاستيرادية	
43.38	44.20	45.01	45.83	46.65	47.47		الاكتفاء الذاتي ٪	
سيناريوهات ارتفاع درجات الحرارة الصغرى شهر مارس						الوضع الحالي	ارتفاع درجة الحرارة	
5	4	3	2	1	الوضع الحالي			
2.364	2.445	2.525	2.606	2.686	2.767	طن/فدان	الإنتاجية	
10.64	11.00	11.37	11.73	12.09	12.45	ألف جنيه/فدان	العائد المتوقع	
-1812	-1450	-1087	-725	-363	-	مقدار التغيير		
7.66	7.92	8.18	8.44	8.70	8.96	مليون طن	الطاقة الإنتاجية	
14.55	11.64	8.73	5.82	2.91	-	مقدار التغيير٪		
11.01	10.74	10.48	10.22	9.96	9.70		الطاقة الاستيرادية	
40.56	41.94	43.33	44.71	46.09	47.47		الاكتفاء الذاتي ٪	
سيناريوهات ارتفاع نسبة الرطوبة						الوضع الحالي	ارتفاع نسبة الرطوبة ٪	
5	4	3	2	1	الوضع الحالي			
2.719	2.729	2.738	2.748	2.757	2.767	طن/فدان	الإنتاجية	
12.24	12.28	12.32	12.37	12.41	12.45	ألف جنيه/فدان	العائد المتوقع	
-214	-172	-129	-86	-43	-	مقدار التغيير		

8.81	8.84	8.87	8.90	8.93	8.96	مليون طن	الطاقة الإنتاجية
1.72	1.37	1.03	0.69	0.34	-	مقارن لتغير%	
9.86	9.82	9.79	9.76	9.73	9.70		الطاقة الاستيرادية

#### السيناريو الثالث: الخسائر الاقتصادية لأثر ارتفاع نسبة الرطوبة على الطاقة الإنتاجية القمحية:

**أ الطاقة الإنتاجية:** يتضح انخفاض الإنتاجية الفدانية القمحية من نحو ٢,٧٧ طن/فدان إلى نحو ٢,٧٦، ٢,٧٤، ٢,٧٥، ٢,٧٣، ٢,٧٢ طن/فدان في ظل ارتفاع نسب الرطوبة بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥)٪ لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض العائد المتوقع للوحدة المنزرعة من نحو ١٢,٤٥ ألف جنيه/فدان إلى نحو ١٢,٤١، ١٢,٣٧، ١٢,٣٢، ١٢,٢٨، ١٢,٢٤ ألف جنيه/فدان لكل منهم على الترتيب، وبمقدار انخفاض عائد متوقع يبلغ نحو ٤٣، ٨٦، ١٢٩، ١٧٢، ٢١٤ جنيه/فدان لكل منهما على الترتيب، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية من نحو ٨,٩٦ مليون طن إلى نحو ٨,٩٣، ٨,٩٠، ٨,٨٧، ٨,٨٤، ٨,٨١ مليون طن في ظل ارتفاع نسب الرطوبة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بنحو ٠,٣٤، ٠,٦٩، ١,٠٣، ١,٣٧، ١,٧٢٪ لكل منهم على الترتيب.

**ب الطاقة الاستيرادية:** يتضح من انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية وفي ظل ثبات معدلات الاستهلاك، فإن الطاقة الاستيرادية القمحية من المتوقع أن تزداد من نحو ٩,٧٠ مليون طن إلى نحو ٩,٧٣، ٩,٧٦، ٩,٧٩، ٩,٨٢، ٩,٨٦ مليون طن في ظل ارتفاع نسب الرطوبة بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥)٪ لكل منهم على الترتيب.

**ج الاكتفاء الذاتي:** يتضح انخفاض معدل الاكتفاء الذاتي القمحي من نحو ٤٧,٤٧٪ إلى نحو ٤٧,٣١٪، ٤٧,١٤٪، ٤٦,٩٨٪، ٤٦,٨٢٪، ٤٦,٦٥٪ في ظل ارتفاع نسب الرطوبة لكل منهم على الترتيب.

**د** ومما سبق يتضح أن ارتفاع نسب الرطوبة سيؤدي إلى انخفاض الإنتاجية الفدانية ومن ثم انخفاض الدخل المزرعي على مستوى الزراعة، وعلى المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بفرض ثبات الطاقة الاستهلاكية ومن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي من القمح من نحو ٤٧,٤٧٪ إلى نحو ٤٦,٦٥٪ في ظل ارتفاع نسب الرطوبة، وهي الأقل تأثيراً من تغير درجات الحرارة العظمى والصغرى على الإنتاجية القمحية.

#### السيناريو الرابع: الخسائر الاقتصادية لأثر ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل على الطاقة الإنتاجية القمحية:

**أ الطاقة الإنتاجية:** يتضح انخفاض الإنتاجية القمحية من نحو ٢,٧٧ طن/فدان إلى نحو ٢,٧٢، ٢,٦١، ٢,٦٦، ٢,٥٦، ٢,٥١ طن/فدان في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض العائد المتوقع للوحدة المنزرعة من نحو ١٢,٤٥ ألف جنيه/فدان إلى نحو ١٢,٢٢، ١١,٩٩، ١١,٧٥، ١١,٥٠، ١١,٢٩ ألف جنيه/فدان لكل منهم على الترتيب، وبمقدار انخفاض عائد متوقع يبلغ نحو ٢٣٣، ٤٦٦، ٦٩٩، ٩٣٢، ١١٦٥ جنيه/فدان لكل منهم على الترتيب، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض الطاقة الإنتاجية من نحو ٨,٩٦ مليون طن إلى نحو ٨,٧٩، ٨,٦٣، ٨,٤٦، ٨,٢٩، ٨,١٢ مليون طن في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل لكل منهم على الترتيب، وبمعدل انخفاض بلغ نحو ١,٨٧٪، ٣,٧٤٪، ٥,٦١٪، ٧,٤٨٪، ٩,٣٥٪ لكل منهم على الترتيب.

**ب الطاقة الاستيرادية:** يتضح من انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية وفي ظل ثبات معدلات الاستهلاك، فإن الطاقة الاستيرادية القمحية من المتوقع أن تزداد من نحو ٩,٧٠ مليون طن إلى نحو ٩,٨٧، ٩,٨٠، ٩,٧٤، ٩,٦٧، ٩,٦٠ مليون طن في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب.

**ب بالطاقة الاستيرادية:** يتضح من انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية وفي ظل ثبات معدلات الاستهلاك، زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية من نحو ٩,٧٠ مليون طن إلى نحو ٩,٨٦، ٩,٨٠، ٩,٧٤، ٩,٦٧، ٩,٦٠ مليون طن في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب.

**ج نسبة الاكتفاء الذاتي:** يتضح انخفاض معدل الاكتفاء الذاتي القمحي من نحو ٤٧,٤٧٪ إلى نحو ٤٦,٦٥٪، ٤٥,٨٣٪، ٤٥,١٠٪، ٤٤,٢٠٪، ٤٣,٣٨٪ في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب.

ومما سبق يتضح أن ارتفاع درجات الحرارة العظمى خلال شهر مارس سيؤدي إلى انخفاض الإنتاجية الفدانية ومن ثم انخفاض الدخل المزرعي على مستوى الزراعة، وعلى المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بفرض ثبات الطاقة الاستهلاكية ومن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي من القمح من نحو ٤٧,٤٧٪ إلى نحو ٤٣,٣٨٪ في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر مارس بنحو ٥ درجات.

#### السيناريو الثاني: الخسائر الاقتصادية لأثر ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس على الطاقة الإنتاجية القمحية:

**أ الطاقة الإنتاجية:** يتضح انخفاض الإنتاجية الفدانية القمحية من نحو ٢,٧٧ طن/فدان لنحو ٢,٦٩، ٢,٥٣، ٢,٦١، ٢,٤٥، ٢,٣٦ طن/فدان في ظل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض العائد المتوقع للوحدة المنزرعة من نحو ١٢,٤٥ ألف جنيه/فدان لنحو ١٢,٠٩، ١١,٧٣، ١١,٣٧، ١١,٠٠، ١٠,٦٤ ألف جنيه/فدان لكل منهم على الترتيب، وبمقدار انخفاض عائد متوقع يبلغ نحو ٣٦٣، ٧٢٥، ١٠٨٧، ١٤٥٠، ١٨١٢ جنيه/فدان لكل منهما على الترتيب، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية من نحو ٨,٩٦ مليون طن لنحو ٨,٧٠، ٨,٤٤، ٨,١٨، ٧,٩٢، ٧,٦٦ مليون طن في ظل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بنحو ٢,٩١٪، ٥,٨٢٪، ٨,٧٣٪، ١١,٦٤٪، ١٤,٥٥٪ لكل منهم على الترتيب.

**ب الطاقة الاستيرادية:** يتضح من انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية وفي ظل ثبات معدلات الاستهلاك، أن الطاقة الاستيرادية القمحية من المتوقع أن تزداد من نحو ٩,٧٠ مليون طن لنحو ٩,٩٦، ٩,٩٠، ٩,٨٤، ٩,٧٤، ٩,٦٧ مليون طن في ظل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب.

**ج الاكتفاء الذاتي:** يتضح انخفاض معدل الاكتفاء الذاتي القمحي من نحو ٤٧,٤٧٪ إلى نحو ٤٦,٠٩٪، ٤٤,٧١٪، ٤٣,٣٣٪، ٤١,٩٤٪، ٤٠,٥٦٪ في ظل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس بنحو (١, ٢, ٣, ٤, ٥) درجة لكل منهم على الترتيب.

ومما سبق يتضح أن ارتفاع درجات الحرارة الصغرى خلال شهر مارس سيؤدي لانخفاض الإنتاجية الفدانية ومن ثم انخفاض الدخل المزرعي لزراعة القمح، وعلى المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية وبفرض ثبات الطاقة الاستهلاكية فمن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي من نحو ٤٧٪ إلى نحو ٤١٪ في ظل ارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر مارس بنحو ٥ درجات، وهي أكثر تأثيراً من ارتفاع درجات الحرارة العظمى.



٢. ضرورة استنباط زراعة أصناف قمح تتحمل درجات الحرارة المرتفعة بالإضافة لمقاومتها للجفاف، بهدف الحد من التأثيرات السلبية المتوقعة أو على الأقل الحد منها.

٣. العمل على انتاج الزراعة الذكية لمواجهة مخاطر التغيرات المناخية في القطاع الزراعي للتخفيف من أثارها، وكذا برنامج الإنذار المبكر بما يسهم في الأقلمة لمواجهة ظروف تغير المناخ والتي تعد قضية أمن قومي لما لها من آثار سلبية على الأمن الغذائي.

#### المراجع:

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء: الكتاب الإحصائي السنوي، أعداد متفرقة.

السواي، خالد محمد: (٢٠١٢)، eviews، والقياس الاقتصادي، دار الكتاب، الطبعة الأولى، الأردن.

المنشاوي، عبدالسلام، ٢٠٢٠، تأثير درجات الحرارة على نمو وتطور وإنتاجية محصول القمح، <https://www.agri2day.com>

موسى، مراد زكي، عطاش، السيد محمد: (٢٠١٢)، التغيرات المناخية وسيناريوهات الأمن الغذائي المصري المتوقع عام ٢٠٢٥ - ندوة التنمية الزراعية في مصر: رؤية مستقبلية بعد ثورة ٢٥ يناير - قسم الاقتصاد الزراعي بجامعة أسيوط بالاشتراك مع الجمعية المصرية للاقتصاد الزراعي - أسيوط - ١٢ مايو .

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشؤون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد متفرقة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، مركز البحوث الزراعية، المعمل المركزي للمناخ، بيانات غير منشورة.

Abo-Hadid, A.F. (2006): Food Production and Water Resource, Final Report, Assessment of Impact Adaptation and Vulnerability to Climate Change, Assessment of Impact Adaptation and Vulnerability to Climate Change in North Africa (AIACC), Project No, AF90.

Academy, Hossain. (2017), ARDL Model, Texas Wesleyan University, on Line <http://www.Sayedhossain.com/Ardltimeseries.Html>.

Bassyouni G, El-Ameer H (2021), Effect of climate change on wheat crop production in Egypt, 3rd. International Conference on Innovative Studies of Contemporary Sciences, TOKYO, JAPAN, 1921.02.2021-TS9.03-IL'-001 <https://www.almasryalyoum.com/news/details/2310360>

<https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/climate-change-threatens-egyptian-food-security/>

Kunst, Robert M. (2013). Advanced Econometrics, Institute for Advanced Studies, Vienna , University of Vienna, pp: 426-

Phillips, P. C. B.; Perron, P. "Testing for a Unit Root in Time Series Regression". Biometrika., 1988. 75 (2): 335-346.

**ج الاكتفاء الذاتي:** يتضح انخفاض معدل الاكتفاء الذاتي القمحي من نحو ٤٧،٤٧٪ إلى نحو ٤٦،٥٨٪، ٤٥،٦٩٪، ٤٤،٨١٪، ٤٣،٩٢٪، ٤٣،٠٣٪ في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل بنحو ١، ٢، ٣، ٤، ٥ درجة لكل منهم على الترتيب.

ومما سبق يتضح أن ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل سيؤدي لانخفاض الإنتاجية الفدانية ومن ثم انخفاض الدخل المزرعي لزراع القمح، وعلى المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية وبفرض ثبات الطاقة الاستهلاكية فمن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي للقمح من نحو ٤٧٪ إلى نحو ٤٣٪ في ظل ارتفاع درجات الحرارة العظمى لشهر إبريل بنحو ٥ درجات، وهي أكثر تأثيراً من درجة الحرارة العظمى لشهر مارس.

#### السيناريو الخامس: الخسائر الاقتصادية للأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية على الطاقة الإنتاجية القمحية:

**أ الطاقة الإنتاجية:** يتضح انخفاض الإنتاجية الفدانية القمحية من نحو ٢،٧٧ طن/فدان إلى نحو ٢،٥١، ٢،٢٠، ٢،٣٩، ٢،٠١، ١،٨٢ طن/فدان في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية (ارتفاع درجات الحرارة العظمى والصغرى لشهر مارس، وارتفاع درجة الحرارة العظمى لشهر إبريل، وارتفاع نسبة الرطوبة) بنحو ١، ٢، ٣، ٤، ٥ درجة لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض العائد المتوقع للوحدة المنزرعة من نحو ١٢،٤٥ ألف جنيه/فدان إلى نحو ١١،٦٠، ١٠،٧٥، ٩،٨٨، ٩،٠٤، ٨،٢٠ ألف جنيه/فدان لكل منهم على الترتيب، وبمقدار انخفاض عائد متوقع يبلغ نحو ٨،٥٣، ١٧٠٦، ٢٥٥٨، ٣٤١١، ٤٢٦٤ جنيه/فدان لكل منهما على الترتيب، الأمر الذي ترتب عليه انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية من نحو ٨،٩٦ مليون طن إلى نحو ٨،٣٥، ٧،٧٣، ٧،١٢، ٦،٥٤، ٥،٨٩ مليون طن في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية لكل منهم على الترتيب، ومن ثم انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بنحو ٦،٨٥٪، ٦،٦٩٪، ١٣،٦٩٪، ٢٠،٥٤٪، ٢٧،٣٩٪، ٣٤،٢٤٪ لكل منهم على الترتيب.

**ب الطاقة الاستيرادية:** يتضح من انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية وفي ظل ثبات معدلات الاستهلاك، فإن الطاقة الاستيرادية القمحية من المتوقع أن تزداد من نحو ٩،٧٠ مليون طن إلى نحو ١٠،٣٢، ١٠،٩٣، ١١،٥٤، ١٢،١٦، ١٢،٧٧ مليون طن في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية لكل منهم على الترتيب.

**ج الاكتفاء الذاتي:** يتضح انخفاض معدل الاكتفاء الذاتي القمحي من نحو ٤٧،٤٧٪ لنحو ٤٤،٢٢٪، ٤٠،٩٧٪، ٣٧،٧٢٪، ٣٤،٤٧٪، ٣١،٢٢٪ في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية لكل منهم على الترتيب.

ومما سبق يتضح أن في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية سيؤدي إلى انخفاض الإنتاجية الفدانية ومن ثم انخفاض الدخل المزرعي لزراع القمح من نحو ٧٪ إلى نحو ٣،٤٪، وعلى المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية بفرض ثبات الطاقة الاستهلاكية ومن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي من القمح من نحو ٤٧،٤٧٪ إلى نحو ٣١،٢٢٪ في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية.

#### أهم التوصيات:

١. ضرورة تفعيل نظام الإنذار المبكر من أجل التكيف مع التغيرات المناخية خاصة في فترات العقد والتزهير بهدف الحد من الخسائر الاقتصادية الناجمة عن انخفاض معدلات إنتاجية القمح، حيث أن ارتفاع درجات الحرارة درجة مئوية سيؤدي لانخفاض الدخل المزرعي لزراع القمح بنحو ٧٪، وفي حالة ٥ درجات بنحو ٣،٤٪، وعلى المستوى القومي زيادة الطاقة الاستيرادية القمحية نتيجة انخفاض الطاقة الإنتاجية القمحية ومن ثم انخفاض معدلات الاكتفاء الذاتي من القمح من نحو ٤٧،٤٧٪ إلى نحو ٣١،٢٢٪ لكل منهما على الترتيب في ظل الأثر المتجمع (الكلية) للتغيرات المناخية.

## Climate change and wheat production capacity scenarios in Egypt

*Seham D. Dawoud<sup>1</sup>, Muhammad A. Othman<sup>2</sup>, EL-Sayed M. Atallah<sup>1</sup> and Azza F. Taha<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Damietta University*

<sup>2</sup>*Agricultural Economics Research Institute, Agricultural Research Center, Egypt.*

**T**HE EFFECTS of climate change have become widespread, both locally and globally, and the agriculture sector is the most affected by climatic conditions, threatening the achievement of food security and sustainable development. The increase in temperatures in 2018 led to a decrease in wheat productivity to 2.68 tons /feddan, compared to 2.88 tons /feddan in 2017, which leads to a decrease in the self-sufficiency rate of about 43% in 2018, which represents a burden on the food trade balance. The research aims to study the impact of climatic changes on total. The study depends on using of simple regression equations, Phillips-Person test, and the use of the co-integration test according to the ARDL model. The most important results were: It turns out that a relative increase of 10% for each of the maximum temperature for the month of March, the minimum temperature for the month of March, the relative humidity for the month of April, for the minimum temperature for the month of April will lead to a statistically significant relative decrease in the productivity of the wheat crop, amounting to about 4.32%, 3.87%, 1.90% and 2.97% respectively. The combined effect of climatic changes will decrease feddan productivity and consequently a decrease in farm income from about 7% to about 34%. At the national level, the import capacity will increase as a result of the decrease in wheat production capacity by imposing the stability of consumer energy, and then a decrease in wheat self-sufficiency rates from about 47.47% to about 31.22%.

**Key words:** Climate changes, ARDL model, co-integration, time series stability, wheat production capacity, food security, agricultural economics.