المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي
ISSN: 2311-8547 (Online), 1110-6832 (print)
https://meae.journals.ekb.eg/

تأثير التغيرات المُناخية (درجات الحرارة والرطوبة والأمطار) على بعض المحاصيل الإستراتيجية في مصر (1997–2020)

أحمد كمال أحمد فتح الله[1] أ.د/ إيمان فريد قادوس[2] أ.د/ بهاء الدين محمد مرسي[2]
[1] وزارة البيئة [2] قسم الإقتصاد الزراعى، كلية الزراعة، جامعة عين شمس.

بيانات البحث
استلام: 10 / 6/ 2022
قبول: 1 / 8/ 2022

الكلمات المفتاحية:
تغير المُناخ، المحاصيل الرئيسية، المتغيرات المُناخية، الاتجاه الزمني العام، متوسط نصيب الفرد.

المستخلص

إستهدف البحث قياس أثر المتغيرات المُناخية على إنتاج بعض الحاصلات الإستراتيجية في مصر (القمح–الأرز–الذرة الشامية) ومتوسط نصيب الفرد خلال الفترة (1997-2020)، بإستخدام التحليلات الإحصائية الوصفية والكمية والاتجاه الزمني العام لتطور المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد، وقد توصل البحث من حيث المتغيرات المؤثرة على حجم الإنتاج أن إنتاج القمح تأثر طرديًا بدرجة الحرارة الصغرى والمساحة بحوالي 0,86-92 مليون طن؛ وعكسيًا بتساقط الأمطار والزمن بحوالي 0,24-0,55 مليون طن، أما إنتاج الأرز فتأثر طرديًا بدرجة الحرارة العظمى والمساحة والزمن بحوالي 57-99-0,44 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة الصغرى وتساقط الأمطار بحوالي 2,2-96,3 مليون طن، وبالنسبة لإنتاج الذرة الشامية فتأثر طرديًا بالمساحة والزمن بحوالي 57-0,64 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة العظمى بحوالي 33,5 مليون طن، ما ترتب عنه خفض عجز الميزان التجاري العام بنحو 46686 مليون دولار نتيجة زيادة الإنتاج المحلي بالنسبة للمحاصيل الثلاثة خلال فترة الدراسة، ومن حيث المتغيرات المؤثرة على متوسط نصيب الفرد من هذه الحاصلات فقد تأثر متوسط نصيب الفرد من القمح طرديًا بتساقط الأمطار والمساحة والإنتاج بحوالي 6-31-47 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة العظمى والصغرى وعدد السكان والزمن بحوالي 87-21-66-13 مليون طن، أما محصول الأرز فقد تأثر طرديًا بالإنتاج ودرجة الحرارة الصغرى بحوالي 45-15 مليون طن؛ وعكسيًا بعدد السكان ودرجة الحرارة العظمى ومعدل تساقط الأمطار والزمن بحوالي 19-17-1,14-4 مليون طن، وبالنسبة للذرة الشامية فقد تأثر طرديًا بالإنتاج وعدد السكان ومعدل تساقط الأمطار بحوالي 47-0,5-13مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة العظمى والصغرى والزمن بحوالي 43-61-10 مليون طن، ما ترتب عنه زيادة عجز الميزان التجاري العام بنحو 7083 مليون دولار بالنسبة للمحاصيل الثلاثة خلال فترة الدراسة.

الباحث المسؤول: د/ أحمد كمال أحمد فتح الله
البريد الإلكتروني: eeaaforest@gmail.com

meae.2022.143967.1066/10.21608

Available Online at EKb Press
Egyptian Journal of Agricultural Economics
ISSN: 2311-8547 (Online), 1110-6832 (print)
https://meae.journals.ekb.eg/

The Impact of Climatic Changes Such as Temperature, Humidity and Rain on Some Strategic Crops in Egypt (1997-2020)

Ahmed Kamal Ahmed Fathalla[(1)] Prof. Eman Farid Kadous[(2)] Prof. Bahaa ElDin Mohamed Morsi[(2)]

[(1)] The ministry of environment.

[(2)]Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ain Shams University.

ARTICLE INFO

Article History
Received: 10-6- 2022
Accepted: 1-8- 2022

Keywords:
Climate change, main crops, climatic variables, general time trend, average per capita.

ABSTRACT

Research aimed to measure the impact of climatic variables on the production of some strategic crops in Egypt (wheat-rice-maize) and the average per capita during (1997-2020), using descriptive and quantitative statistical analyzes and the general temporal trend. Wheat Production was directly affected by the minimum temperature and area by about0,86-92 million tons And inversely, with rainfall and time about0,24-0,55 million tons. For rice, was directly affected by the maximum temperature, area and time by about57-99-0,44 million tons. Inversely, with minimum temperature and precipitation about2,2-96,3 million tons. For maize, it was directly affected by area and time about57-0,64 million tons. And inversely with maximum temperature by about33,5 million tons. For the average per capita share, the wheat has been directly affected by rainfall, area and production by about6-31-47 million tons; And inversely with maximum and minimum temperature, population and time, about87-21-66-13 million tons. for rice, was directly affected by production and minimum temperature by about45-15 million tons; and inversely with population number, maximum temperature, rainfall rate and time of about19-17-1,14-4 million tons. for maize, it was directly affected by production, population and rainfall by about47-0,5-13 million tons; And inversely, with the maximum and minimum temperature and time by about43-61-10 million tons, which led to a reduction in the general trade balance deficit by about46686 doller million as a result of increase in local production, and increase in the general trade balance deficit by about7083 doller million as a result of increase in the average per capita share during the study period.

Corresponding Author: Ahmed Kamal Ahmed Fathalla
Email: eeaaforest@gmail.com
© The Author(s) 2022.

مُقدمة

تقع مصر جغرافيًا ومناخيًا في غالبيتها تحت نطاق مناخ إقليم البحر المتوسط والذي كان على مدار آلاف السنين من أكثر مناخات أقاليم العالم وضوحًا واستقرارًا، ومع حدوث ما يطلق عليه "تغير المناخ" وحدوث انقلابات مناخية "حادة" في العوامل المناخية المميزة بمصر؛ بدأ حدوث تغيير أكثر تشتتًا وأقل استقرارًا في العوامل المناخية وسيادة حالة من التقلبات المناخية الحادة مثل شتاء متقلص الفترة "قصير جدًا" شديد البرودة وربيع قصير بخماسين أكثر شراسة وصيف طويل شديد الحرارة وأمطار غير موسمية تمتد وتتوغل داخل أشهر الصيف ويزيد توغلها مع مرور السنوات(2).

إن كثيرًا من الدراسات التي أجرتها منظمات دولية معنية بالتغيرات المناخية وكذلك بعض الباحثين في مصر، تشير إلى أن التغيرات المناخية سوف تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض مما قد يؤثر على تدفقات المياه في نهر النيل والذي تعتمد عليه مصر بنسبة 90% لتغطية احتياجاتها من الموارد المائية العذبة، ومع زيادة عدد السكان فإن الحاجة إلي توفير موارد مائية تزداد أكثر لتوفير الغذاء لنحو 101 مليون شخص هم عدد السكان الحالي في مصر والتي تصنف عربيًا على أنها البلد الأكبر من حيث عدد السكان(7).

أن التأثيرات المتوقعة للتغيرات المناخية تتمثل في زيادة حالات الجفاف، وموجات الطقس الحار، وندرة المصادر الطبيعية - أهمها الموارد المائية العذبة- وارتفاع منسوب مياه البحر الذي قد يسبب غرق مناطق من السواحل ومنها مناطق في دلتا نهر النيل وهو ما سيتبعه الهجرة من هذه المناطق، كل ذلك يُشكل تحديات اجتماعية واقتصادية كبيرة في مواجهة الحكومة المصرية(8).

هذا ويجب التفرقة بين الطقس والمُناخ حيث يخلط كثير من الناس بين الطقس والمُناخ، إلا أن الطقس يعبر عن الحالة الجوية في فترة زمنية محددة، أما المُناخ فهو ملخص كامل للأحوال الجوية السائدة وتوزيعها في مكان ما في فترة زمنية طويلة، تمتد من شهر إلى فصل كامل من فصول السنة، وقد تمتد إلى سنة أو عدة سنوات(3).

ومن المتوقع أن تؤدي هذه التغيرات المناخية إلي نقص الإنتاج الزراعي بحوالي 13% في كل المحاصيل الزراعية عدا القطن، وبعض المحاصيل الإستراتيجية الأكثر تأثرًا بالتغيرات المناخية هي الذرة والقمح والأرز، وهذا يعني أن ظاهرة تغير المناخ قد تهدد معظم جهود التنمية في مصر على المستوى الفردي أو المؤسسي أو القومي، فقد شهدت الأعوام القليلة الماضية عده ظواهر أثرت بالسلب على دورات نمو وإنتاج الكثير من المحاصيل.

أن هناك سُبلا لمواجهة التغير في المناخ تبدأ من السلوك البشرى أولًا وهو أن يقتنع أن هناك تغيرات طرأت على الساحة النباتية ويبدأ في اختيار الصنف المناسب وكذلك البحث العلمي واستنباط أصناف جديدة تتحمل الإجهاد البيئي والتغير في المناخ واختيار موعد الزراعة المناسب.

مُشكلة البحث

تعاني مصر من وجود فجوة غذائية في بعض المحاصيل الإستراتيجية فحجم الإنتاج المحلي لا يغطي حجم الإستهلاك بما يهدد الأمن الغذائي وتلجأ الدولة لسد هذه الفجوة إلى استيراد هذا الفرق بين الإنتاج والإستهلاك مما يؤدي إلى الزيادة في عجز الميزان التجاري، وتتنوع أسباب نقص الإنتاج ما بين أسباب فنية تتعلق بأساليب وآليات العملية الإنتاجية وأسباب سياسية وأخرى جغرافية وبيئية أيضًا حيث أصبحت ظاهرة تغير المُناخ السلبية تطُل بظلالها على العديد من بلدان العالم؛ وتتمثل مشكلة البحث في دراسة هل أثرت ظاهرة تغير المُناخ على إنتاج بعض الحاصلات الإستراتيجية (القمح–الأرز–الذرة الشامية) ومتوسط نصيب الفرد في مصر خلال الفترة (1997-2020) أم لا؟ وما هى نسب هذه التأثيرات؟ وهل كلها تأثيرات سلبية أم أنها بعض منها لها تأثيرات إيجابية على حجم الإنتاج ومتوسط نصيب الفرد من الحاصلات الإستراتيجية في مصر؟.

هدف البحث

تسهدف الدراسة الوقوف على مدى وجود تأثير لأعراض ظاهرة تغير المُناخ أم لا؟، على كلا من إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من بعض الحاصلات الزراعية الرئيسية في مصر خلال الفترة (1997-2020)، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:

1. دراسة تأثير درجات الحرارة العظمى على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).
2. دراسة تأثير درجات الحرارة الصغرى على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).
3. دراسة تأثير معدلات تساقط الأمطار على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).
4. دراسة تأثير الزمن كمتغير إنتقالي خلال فترة الدراسة على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).

الطريقة البحثية ومصادر البيانات

استخدم البحث بعض النماذج الإحصائية كالنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والأسلوب القياسي لتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام وتحليل الإنحدار القياسي، وسوف يعتمد البحث علي البيانات الثانوية المنشورة من النشرات الإحصائية التي تصدرها وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضي، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، والبنك الدولي، بالإضافة إلى الإستعانة بالمراجع العلمية والأبحاث والدراسات وثيقة الصلة بموضوع البحث.

النتائج ومناقشتها:

أولًا: المساحة المحصولية ومحاصيل الحقل الرئيسية وأهميتها النسبية في مصر (2020:2015)

يبين الجدول (1) المساحة المحصولية ومحاصيل الحقل الرئيسية وأهميتها النسبية في مصر خلال الفترة (2015-2020) حيث أحتلت المحاصيل الشتوية المركز الأول من المتوسط العام بحوالي 44%؛ وجاء في المركز الأول منها محصول القمح بأهمية نسبية بلغت 54%، في حين جاءت المحاصيل الصيفية في المركز الثاني من المتوسط العام بحوالي 42%؛ وجاء في المركز الأول منها محصول الذرة الشامية البيضاء تلها محصول الأرز بأهمية نسبية بلغت حوالي 28، 23% على الترتيب، بينما جاءت الحدائق والمحاصيل النيلية النخيل والبرسيم الحجازي والأشجار الخشبية في المراكز الثالث والرابع والخامس والسادس والسابع بأهمية نسبية بلغت 10، 3، 0,8، 0,5، 0,1% على الترتيب.

جدول رقم (1) المساحة المحصولية ومحاصيل الحقل الرئيسية وأهميتها النسبية في مصر (2020:2015)

(الوحدة:ألف فدان)

البيان	الأعوام 2015	2016	2017	2018	2019	2020	المتوسط	%	محاصيل الحقل الرئيسية	%
المحاصيل الشتوية	6895	6911	6931	7017	7183	7267	**7034**	**44.1**	**القمح**	**54**
المحاصيل الصيفية	6406	6603	6724	6722	6488	6842	**6631**	**41.6**	**الذرة الشامية البيضاء**	**28**
									الأرز	**23**
الحدائق	1674	1669	1659	1652	1620	1633	**1651**	**10.4**	**...**	**...**
المحاصيل النيلية	463	422	507	475	394	327	**431**	**2.7**	**...**	**...**
النخيل	116	118	120	113	117	134	**120**	**0.8**	**...**	**...**
البرسيم الحجازي	72	66	88	73	73	74	**74**	**0.5**	**...**	**...**
الأشجار الخشبية	11	11	9	9	10	9	**10**	**0.1**	**...**	**...**
إجمالي المساحة المحصولية	**15637**	**15801**	**16038**	**16061**	**15886**	**16286**	**15951**	**100**	**...**	**...**

المصدر: جمعت من بيانات وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الإقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة.

ثانيًا: دراسة العلاقة الإتجاهية للحاصلات الإستراتيجية ومتوسط نصيب الفرد في مصر خلال الفترة (1997-2020).

1. القمح

يتبين من الجدول رقم (1) بالملاحق تطور المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد من محصول القمح وأهم المتغيرات المناخية خلال الفترتين (1997-2008)،(2009-2020) ومنه يتضح التالي:

من حيث المساحة؛ حيث بلغت أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 2342 ألف فدان عام 2001 و 2922 ألف فدان عام 2017 خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 3064 ألف فدان عام 2006 و 3469 ألف فدان عام 2015 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 2612 ألف فدان و 3213 ألف فدان على الترتيب.

من حيث الإنتاج؛ حيث بلغ أدناه خلال الفترة الأولى بحوالي 5849 ألف طن عام 1997 و 7169 ألف طن عام 2010 خلال الفترة الثانية، بينما بلغ أقصاه خلال الفترة الأولى بحوالي 8274 ألف طن عام 2006 و 9608 ألف طن عام 2015 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 6961 ألف طن و 8747 ألف طن على الترتيب.

من حيث الإنتاجية؛ حيث بلغت أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 2.35 طن فدان عام 1997 و 2.39 طن فدان عام 2010 خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 2.75 طن فدان عام 2004 و 2.88 طن فدان عام 2017 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 2.66 طن فدان و 2.72 طن فدان على الترتيب.

من حيث متوسط نصيب الفرد؛ حيث بلغ أدناه خلال الفترة الأولى بحوالي 89 كجم عام 2001 و 85 كجم عام 2018 خلال الفترة الثانية، بينما بلغ أقصاه خلال الفترة الأولى بحوالي 108 كجم عامي 2006،2005 و 107 كجم عام 2013 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 96 كجم لكلايهما.

من حيث المتغيرات المُناخية؛ حيث بلغت كلا من الحرارة العظمى والصغرى وتساقط الأمطار أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 23.56 و 8.96 درجة مئوية و 0.79 ملليمتر خلال الأعوام 1998 ، 1998 ، 2007 على الترتيب، وبلغت بحوالي بحوالي 24.8 و 9.57 درجة مئوية و 0.79 ملليمتر خلال الأعوام 2012 ، 2012 ، 2009 على الترتيب خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 28.77 و 13.11 درجة مئوية و 5.13 ملليمتر خلال الأعوام 2008 ، 2001 ، 2004 على الترتيب، وبلغت بحوالي 29.3 و 13.7 درجة مئوية و 4.23 ملليمتر خلال الأعوام 2018 ، 2018 ، 2019 على الترتيب خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 25.9 ، 10.89 درجة مئوية ، 2.35 ملليمتر وحوالي 26.8 ، 11.5 درجة مئوية ، 2.27 ملليمتر على الترتيب.

وبتقدير معادلة الإتجاه الزمني العام لمحصول القمح لقياس مدى تطور كلا من المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد خلال فترتي الدراسة (1997-2008) و (2009-2020)، تبين لنا من المعادلات الوارد بالجدول رقم (2) مايلي:

- **من حيث المساحة؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور مساحة القمح تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايدت المساحة بمقدار 55 ألف فدان سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، كما اتضح من محاولات التحليل الإحصائي أنه لا توجد صورة رياضية مناسبة لطبيعة البيانات خلال الفترة (2009-2020)من الدراسة وهو ما يعكس أن البيانات تدور حول متوسطها (ثبات نسبي).
- **من حيث الإنتاج؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور إنتاج القمح تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايد الإنتاج بمقدار 208 ألف طن سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، كما اتضح من محاولات التحليل الإحصائي أنه لا توجد صورة رياضية مناسبة لطبيعة البيانات خلال الفترة (2009-2020) من الدراسة وهو ما يعكس أن البيانات تدور حول متوسطها (ثبات نسبي).
- **من حيث الإنتاجية؛** أوضحت النتائج أن **الصورة التكعيبية** هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (1997-2008)، حيث أخذت إنتاجية القمح في الزيادة خلال الأعوام الأولى بمقدار معنوي إحصائيًا بنحو 0,21 طن/فدان ثم أخذت في التناقص بعد ذلك حتى وصلت أدناها عام 2006 ثم أخذت اتجاهًا متزايدًا حتى بلغت أقصاها عام 2008 حيث ثبتت معنوية النموذج ككل، أما عن الفترة (2009-2020) فقد أوضحت النتائج أن **الصورة** التربيعية هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايدت إنتاجية القمح بمقدار 0,08 طن/فدان سنويًا خلال الأعوام الأولى حتى بلغت أقصاها عام 2017؛ ثم أخذت في التناقص بحوالي 0,01 طن/فدان سنويًا خلال باقي الفترة حيث ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث متوسط نصيب الفرد؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور متوسط نصيب الفرد من القمح تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايد متوسط نصيب الفرد بمقدار 1,38 كجم سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، أما عن الفترة (2009-2020) فقد أوضحت النتائج أن **الصورة** التربيعية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايد متوسط نصيب الفرد من القمح بمقدار 2,4 كجم سنويًا خلال الأعوام الأولى حتى بلغ أقصاه عام 2013؛ ثم أخذ في التناقص بحوالي 0,56 كجم خلال باقي الفترة حيث ثبتت معنوية النموذج ككل.

جدول (2) تقديرات معالم معادلات الإتجاه الزمني العام لتطور مؤشرات مساحة وإنتاج وإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد لمحصول القمح خلال الفترة الأولى (1997-2008)، والفترة الثانية (2009-2020)

المتغير	الصورة الرياضية	الفترة	المعادلة المقدرة	F
المساحة	الخطية	الأولى	$\hat{Y}= 2255,09 + 54,8\ X_i$ (22,79)** (4,079)**	16,63
		الثانية	تتصف بالثبات النسبي أي تدور البيانات حول وسطها الحسابي	
الإنتاج	الخطية	الأولى	$\hat{Y}= 5611,86 + 207,5\ X_i$ (24,7)** (6,724)**	45,21
		الثانية	تتصف بالثبات النسبي أي تدور البيانات حول وسطها الحسابي	
الإنتاجية	التكعيبية	الأولى	$\hat{Y}= 2,19 + 0,21\ X_i - 0,03\ X_i^2 + 0,001\ X_i^3$ (42,4)** (6,35)** (-4,54)** (3,57)**	46.14
	التربيعية	الثانية	$\hat{Y}= 2,5 + 0,078\ X_i - 0,005\ X_i^2$ (21,61)** (1,9) (-1,74)	1,9
متوسط نصيب الفرد	الخطية	الأولى	$\hat{Y}= 88,99 + 1,38\ X_i$ (28,73)** (2,626)*	6,89
	التربيعية	الثانية	$\hat{Y}= 95,8 + 2,41\ X_i - 0,28\ X_i^2$ (13,3)** (0,94) (-1,46)	3,3

حيث:
$\hat{Y}$ =القيمة التقديرية للمؤشرات المدروسة لمحصول القمح. Xi=متغير يعبر عن الزمن خلال فترة الدراسة.
(*)=معنوي عند مستوى معنوية 0,05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0,01.

2. الأرز

يتبين من الجدول رقم (2) بالملاحق تطور المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد من محصول الأرز وأهم المتغيرات المناخية خلال الفترتين (1997-2008)،(2009-2020) ومنه يتضح التالي:

من حيث المساحة؛ حيث بلغت أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 1232 ألف فدان عام 1998 و859 ألف فدان عام 2018 خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 1774 ألف فدان عام 2008 و1477 ألف فدان عام 2012 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 1529 ألف فدان و1281 ألف فدان على الترتيب.

من حيث الإنتاج؛ حيث بلغ أدناه خلال الفترة الأولى بحوالي 4474 ألف فدان عام 1998 و 3122 ألف طن عام 2018 خلال الفترة الثانية، بينما بلغ أقصاه خلال الفترة الأولى بحوالي 7354 ألف طن عام 2008 و 5911 ألف طن عام 2012 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 6062 ألف طن و 5006 ألف طن على الترتيب.

من حيث الإنتاجية؛ حيث بلغت أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 2.54 طن فدان عام 1997 و 3.64 طن فدان عام 2018 خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 4.23 طن فدان عام 2006 و 4.03 طن فدان عام 2013 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 3.96 طن فدان و 3.9 طن فدان على الترتيب.

من حيث متوسط نصيب الفرد؛ حيث بلغ أدناه خلال الفترة الأولى بحوالي 89 كجم عام 2001 و 85 كجم عام 2018 خلال الفترة الثانية، بينما بلغ أقصاه خلال الفترة الأولى بحوالي 108 كجم عامي 2006،2005 و 107 كجم عام 2013 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 84 و 55 كجم على الترتيب.

من حيث المتغيرات المُناخية؛ حيث بلغت كلا من الحرارة العظمى والصغرى وتساقط الأمطار أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 37.3 و 22.86 درجة مئوية و 2.73 ملليمتر خلال الأعوام 2000 ، 1997 ، 1999 على الترتيب، وبلغت بحوالي 37.17 و 22.63 درجة مئوية و 2.73 ملليمتر خلال الأعوام 2013 ، 2013 ، 2010 على الترتيب خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 38.23 و 24.01 درجة مئوية و 2.87 ملليمتر خلال الأعوام 2002 ، 2002 ، 1998 على الترتيب، وبلغت بحوالي 38.47 و 24.25 درجة مئوية و 2.91 ملليمتر خلال الأعوام 2010 ، 2012 ، 2013 على الترتيب خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 37.7 ، 23.38 درجة مئوية ، 2.77 ملليمتر وحوالي 37.98 ، 23.65 درجة مئوية ، 2.81 ملليمتر على الترتيب.

وبتقدير معادلة الإتجاه الزمني العام لمحصول الأرز لقياس مدى تطور كلا من المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد خلال فترتي الدراسة (1997-2008) و (2009-2020)، تبين لنا من المعادلات الوارد بالجدول رقم (3) مايلي:

- **من حيث المساحة؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور مساحة الأرز تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايدت المساحة بمقدار 23.5 ألف فدان سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، وأوضحت النتائج أن الصورة الخطية هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (2009-2020) حيث أخذت مساحة القمح في التناقص بمقدار 18 ألف فدان سنويًا كما ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث الإنتاج؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور إنتاج الأرز تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايد الإنتاج بمقدار 185 ألف طن سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، وأوضحت النتائج أن الصورة الخطية هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (2009-2020) حيث أخذ إنتاج القمح في التناقص بمقدار 113 ألف طن سنويًا كما ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث الإنتاجية؛** أوضحت النتائج أن **الصورة الخطية** هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (1997-2008)، حيث أخذت إنتاجية الأرز في الزيادة خلال الأعوام الأولى بمقدار معنوي إحصائيًا بنحو 0,06 طن/فدان 2008 حيث ثبتت معنوية النموذج ككل، أما عن الفترة (2009-2020) فقد أوضحت النتائج أن **الصورة الخطية** هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تناقصت إنتاجية الأرز بمقدار 0,034 طن/فدان سنويًا حيث ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث متوسط نصيب الفرد؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور متوسط نصيب الفرد من الأرز تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايد متوسط نصيب الفرد بمقدار 0,1 كجم سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، أما عن الفترة (2009-2020) فقد أوضحت النتائج أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تناقص متوسط نصيب الفرد بمقدار 2,3 كجم سنويًا حيث ثبتت معنوية النموذج ككل.

جدول (3) تقديرات معالم معادلات الإتجاه الزمني العام لتطور مؤشرات مساحة وإنتاج وإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد لمحصول الأرز خلال الفترة الأولى (1997-2008)، والفترة الثانية (2009-2020)

المتغير	الصورة الرياضية	الفترة	المعادلة المقدرة	F
المساحة	الخطية	الأولى	$\hat{Y}$= 1376,59 + 23,49 X_i (18,94)** (2,378)*	5,65
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 1398,6 - 18,15 X_i (13,68)** (-1,307)*	1,70
الإنتاج	الخطية	الأولى	$\hat{Y}$= 4860,73 + 184,85 X_i (19,45)** (5,441)**	29,6
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 5737,41 - 112,52 X_i (13,25)** (-1,913)	3,65
الإنتاجية	الخطية	الأولى	$\hat{Y}$= 3,57 + 0,06 X_i (64,89)** (8,051)**	64,82
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 4,12 - 0,034 X_i (85,11)** (-5,204)**	27,08
متوسط نصيب الفرد	الخطية	الأولى	$\hat{Y}$= 77,27 + 0,1 X_i (22,26)** (2,112)	4,46
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 70,24 - 2,3 X_i (15,1)** (-3,619)**	13,09

حيث:
$\hat{Y}$ =القيمة التقديرية للمؤشرات المدروسة لمحصول القمح. Xi=متغير يعبر عن الزمن خلال فترة الدراسة.
(*)= معنوي عند مستوى معنوية 0,05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0,01.

3. الذرة الشامية

يتبين من الجدول رقم (3) بالملاحق تطور المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد من محصول الذرة الشامية وأهم المتغيرات المناخية خلال الفترتين (1997-2008)، (2009-2020) ومنه يتضح التالي:

من حيث المساحة؛ حيث بلغت أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 1945 ألف فدان عام 1999 و1365 ألف فدان عام 2019 خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 2257 ألف فدان عام 2005 و2643 ألف فدان عام 2010 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 2067 ألف فدان و1962 ألف فدان على الترتيب.

من حيث الإنتاج؛ حيث بلغ أدناه خلال الفترة الأولى بحوالي 4661 ألف فدان عام 1997 و 4418 ألف طن عام 2019 خلال الفترة الثانية، بينما بلغ أقصاه خلال الفترة الأولى بحوالي 7402 ألف طن عام 2008 و 8093 ألف طن عام 2012 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 6541 ألف طن و 6255 ألف طن على الترتيب.

من حيث الإنتاجية؛ حيث بلغت أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 2.16 طن فدان عام 1997 و 2.72 طن فدان عام 2010 خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 3.53 طن فدان عام 2006 و 3.32 طن فدان عام 2017 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 3.17 طن فدان و 3.2 طن فدان على الترتيب.

من حيث متوسط نصيب الفرد؛ حيث بلغ أدناه خلال الفترة الأولى بحوالي 72 كجم عام 1997 و45 كجم عام 2019 خلال الفترة الثانية، بينما بلغ أقصاه خلال الفترة الأولى بحوالي 98 كجم عامي 2001 و95 كجم عام 2009 خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 90 و 70 كجم على الترتيب.

من حيث المتغيرات المُناخية؛ حيث بلغت كلا من الحرارة العظمى والصغرى وتساقط الأمطار أدناها خلال الفترة الأولى بحوالي 37.3 و 22.86 درجة مئوية و 2.73 ملليمتر خلال الأعوام 2000 ، 1997 ، 1999 على الترتيب، وبلغت بحوالي 37.17 و 22.63 درجة مئوية و 2.73 ملليمتر خلال الأعوام 2013 ، 2013 ، 2010 على الترتيب خلال الفترة الثانية، بينما بلغت أقصاها خلال الفترة الأولى بحوالي 38.23 و 24.01 درجة مئوية و 2.87 ملليمتر خلال الأعوام 2002 ، 2002 ، 1998 على الترتيب، وبلغت بحوالي 38.47 و 24.25 درجة مئوية و 2.91 ملليمتر خلال الأعوام 2010 ، 2012 ، 2013 على الترتيب خلال الفترة الثانية، في حين بلغ متوسط الفترتين حوالي 37.7 ، 23.38 درجة مئوية ، 2.77 ملليمتر وحوالي 37.98 ، 23.65 درجة مئوية ، 2.81 ملليمتر على الترتيب.

وبتقدير معادلة الإتجاه الزمني العام لمحصول الذرة الشامية لقياس مدى تطور كلا من المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد خلال فترتي الدراسة (1997-2008) و (2009-2020)، تبين لنا من المعادلات الوارد بالجدول رقم (4) مايلي:

- **من حيث المساحة؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور مساحة الذرة الشامية اتضح من محاولات التحليل الإحصائي أنه لا توجد صورة رياضية مناسبة لطبيعة البيانات خلال الفترة (1997-2008) من الدراسة وهو ما يعكس أن البيانات تدور حول متوسطها (ثبات نسبي)، وأوضحت النتائج أن الصورة الخطية هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (2009-2020) حيث أخذت مساحة الذرة الشامية في التناقص بمقدار 123 ألف فدان سنويًا كما ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث الإنتاج؛** بتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لتطور إنتاج الذرة الشامية تبين أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايد الإنتاج بمقدار 154 ألف طن سنويًا خلال الفترة (1997-2008) كما ثبتت معنوية النموذج ككل، وأوضحت النتائج أن الصورة الخطية هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (2009-2020) حيث أخذ إنتاج الذرة الشامية في التناقص بمقدار 353 ألف طن سنويًا كما ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث الإنتاجية؛** أوضحت النتائج أن **الصورة التكعيبية** هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (1997-2008)، حيث أخذت إنتاجية الذرة الشامية في الزيادة خلال الأعوام الأولى بمقدار معنوي إحصائيًا بنحو 0,69 طن/فدان ثم أخذت في التناقص بعد ذلك حتى وصلت أدناها عام 1999 ثم أخذت اتجاهًا متزايدًا حتى بلغت أقصاها عام 2008 حيث ثبتت معنوية النموذج ككل، أما عن الفترة (2009-2020) فقد أوضحت النتائج أن **الصورة الخطية** هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تزايدت إنتاجية الذرة الشامية بمقدار 0,018 طن/فدان سنويًا حيث ثبتت معنوية النموذج ككل.
- **من حيث متوسط نصيب الفرد؛** أوضحت النتائج أن **الصورة التكعيبية** هى أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات خلال الفترة (1997-2008)، حيث أخذ متوسط نصيب الفرد في الزيادة خلال الأعوام الأولى بمقدار معنوي إحصائيًا بنحو 16 كجم ثم أخذ في التناقص بعد ذلك حتى وصل أدناه عامي 2002،2001 ثم أخذ اتجاهًا متزايدًا حتى بلغ أقصاه عام 2008 حيث ثبتت معنوية النموذج ككل، أما عن الفترة (2009-2020) فقد أوضحت النتائج أن الصورة الخطية أفضل الصور ملائمة لطبيعة البيانات حيث تناقص متوسط نصيب الفرد بمقدار 5,24 كجم سنويًا حيث ثبتت معنوية النموذج ككل.

جدول (4) تقديرات معالم معادلات الإتجاه الزمني العام لتطور مؤشرات مساحة وإنتاج وإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد لمحصول الذرة الشامية خلال الفترة الأولى (1997-2008)، والفترة الثانية (2009-2020)

المتغير	الصورة الرياضية	الفترة	المعادلة المقدرة	F
المساحة		الأولى	تتصف بالثبات النسبي أي تدور البيانات حول وسطها الحسابي	
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 2759,5 - 122,7 X_i (17,63)** (-5,771)**	33,30
الإنتاج	الخطية	الأولى	$\hat{Y}$= 5541,3 + 153,85 X_i (21,1)** (4,309)**	18,56
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 8546,3 - 352,56 X_i (16,17)** (-4,908)**	24,09
الإنتاجية	التكعيبية	الأولى	$\hat{Y}$= 1,76 + 0,69 X_i - 0,095 X_i^2 + 0,004 X_i^3 (6,9)** (4,25)** (-3,35)** (2,83)**	13,63
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 3,1 + 0,018 X_i (30,9)** (1,313)*	1,72
متوسط نصيب الفرد	التكعيبية	الأولى	$\hat{Y}$= 63,6 + 15,99 X_i - 2,5 X_i^2 + 0,114 X_i^3 (8,35)** (3,3)** (-2,9)** (2,63)**	4,33
	الخطية	الثانية	$\hat{Y}$= 103,89 - 5,24 X_i (18,1)** (-6,705)**	44,95

حيث:
$\hat{Y}$ =القيمة التقديرية للمؤشرات المدروسة لمحصول القمح. Xi=متغير يعبر عن الزمن خلال فترة الدراسة.
(*)= معنوي عند مستوى معنوية 0,05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0,01.

ثالثًا: أثر المتغيرات المُناخية على إنتاج أهم الحاصلات الإستراتيجية في مصر خلال الفترة (1997-2020)

بدراسة المتغيرات المُناخية (درجة الحرارة العظمى-درجة الحرارة الصغرى-معدل تساقط الأمطار) المؤثرة على إنتاج أهم الحاصلات الإستراتيجية ونصيب الفرد منها في مصر خلال الفترة (1997-2020)؛ ومن ثم الوقوف على درجة التأثير الحاصلة وتحديد أيهم الأكثر تأثيرًا، ولتحقيق ذلك فقد اتبعت الدراسة الخطوات التالية:

- عمل مصفوفة الإرتباط الجزئي Correlation Matrix بين المتغير التابع (الإنتاج) والمتغيرات المستقلة (المُفسرة) المتمثلة في المتغيرات الكمية (درجة الحرارة العظمى- درجة الحرارة الصغرى–معدل تساقط الأمطار)، وذلك لعدم الوقوع في مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة Multicollinearty.
- ولكى تحقق الدراسة أهدافها تم تطبيق أسلوب تحليل إحصائي يتضمن تطبيق الإنحدار المتعدد القياسي Standard Multiple Regression (Enter) (4) وفيه يتم إدخال جميع المتغيرات المستقلة بدون فحص الأهمية الإحصائية بصورة متكررة لكل المتغيرات المستقلة داخل النموذج بشكل مستقل لتحديد أي تلك المتغيرات له آثر ذو دلالة إحصائية على المتغير التابع، ولتقدير درجة تأثير المتغيرات المفسرة على المتغير التابع تم التعبير عنها بالنموذج الرياضي التالي:

$$\hat{Y}_i = \alpha_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \alpha_1 D_{u1i}$$

حيث:

$\hat{Y}_i$ = القيمة التقديرية لإنتاج المحاصيل محل الدراسة ألف طن.

X_{1i} = مساحة المحصول في مصرألف فدان في العام i.

X_{2i} = درجة الحرارة العظمى في الشهر i.

X_{3i} = درجة الحرارة الصغرى في الشهر i.

X_{4i} = معدل تساقط الأمطار في الشهر i.

D_{u1i} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).

1.محصول القمح:

$$\text{Log } \hat{Y}_{1i} = -0{,}150 + 1{,}17 \text{ Log } X_{1i} + 0{,}011 \text{ Log } X_{3i} - 0{,}003 \text{ Log } X_{4i} - 0{,}007 D_{u1}$$

(-0,33) (8,34)** (0,13) (-0,2) (-0,47)

$R^{-2}=0{,}90$ D.W=1,42 F=53,84 N=24

V.I.F: X_{1i} =3,37 ; X_{3i} =1,18 ; X_{4i} =1 ; D_{u1} =3,11

حيث:

$\hat{Y}_{1i}$= القيمة التقديرية لإنتاج محصول القمح ألف طن خلال فترة الدراسة i.

X_{1i} = مساحة محصول القمح في مصرألف فدان خلال فترة الدراسة i. X_{3i} = درجة الحرارة الصغرى في الشهر i.

X_{4i} = معدل تساقط الأمطار في الشهر i.

D_{u1} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).

(*) = معنوي عند مستوى معنوية 0.05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0.01.

VIF<5 ، مما يعني خلو النموذج من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة.

يتضح من النموذج أن أهم العوامل[1] التي أثرت على إنتاج القمح خلال (1997-2020) هى درجة الحرارة الصغرى خلال شهر مارس (شهر إكتمال طرد السنابل والنضج) ومعدل تساقط الأمطار والمساحة حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) نحو 0,90 مما يعني أن 90% من التغيرات في إنتاج القمح يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي شملها النموذج؛ حيث ثبت وجود أثر طردي للمساحة المزروعة على إنتاج القمح فتزايد المساحة بمقدار 1% أدى إلى تزايد الإنتاج بحوالي 1,17%، كذلك ثبت وجود أثر طردي لدرجة الحرارة الصغرى فإرتفاعها بمقدار 1% أدى إلى تزايد الإنتاج بحوالي 0,011%، بينما جاءت العلاقة عكسية مع متغيري معدل تساقط الأمطار والمتغير الإنتقالي الذي يعكس تأثير الزمن خلال فترة الدراسة فكلما حدثت زيادة بمقدار 1% لكلايهما أدى إلى تناقص الإنتاج بحوالي 0,003% و0,007% على الترتيب؛ كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة الإرتباط الذاتي حيث بلغت قيمة إحصائية دربن واتسون (D.W) 1,42 (10)، كما ثبت أيضًا عدم وجود مشكلة الارتباط الخطى بين المتغيرات المستقلة حيث أن قيمة (VIF) جاءت أقل من 5 مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج (11)، كما ثبتت معنوية النموذج ككل.

2.محصول الأرز:

$$\text{Log } \hat{Y}_{1i} = -0{,}99 + 1{,}03 \text{ Log } X_{1i} + 1{,}78 \text{ Log } X_{2i} - 0{,}4 \text{ Log } X_{3i} - 1{,}74 \text{ Log } X_{4i} + 0{,}008 D_{u1}$$

(-0,29) (6,310)** (0,69) (-0,23) (-1,23) (0,32)

$R^{-2}=0{,}75$ D.W=2,1 F=14,46 N=24

V.I.F: X_{1i} =1,85 ; X_{2i} =2,27 ; X_{3i} =2,34 ; X_{4i} =1,36 ; D_{u1} =2,07

حيث:

$\hat{Y}_{1i}$= القيمة التقديرية لإنتاج محصول الأرز ألف طن خلال فترة الدراسة i.

X_{1i} = مساحة محصول الأرز في مصرألف فدان خلال فترة الدراسة i. X_{2i} = درجة الحرارة العظمى في الشهر i.

[1] تم حذف متغير درجة الحرارة العظمى أثناء محاولات التحليل الإحصائي حيث بلغت قيمة (VIF) له 36,7؛ بهدف التخلص من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة بينه وبين متغير درجة الحرارة الصغرى.

X_{3i} = درجة الحرارة الصغرى في الشهر i. X_{4i} = معدل تساقط الأمطار في الشهر i.
D_{u1} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).
(*) = معنوي عند مستوى معنوية 0.05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0.01.
VIF<5 ، مما يعني خلو النموذج من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة.

يتضح من النموذج أن أهم العوامل التي أثرت على إنتاج الأرز خلال (1997-2020) هى درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى خلال شهري يوليو وأغسطس (شهري إكتمال طرد النورة المذكرة والتلقيح) ومعدل تساقط الأمطار والمساحة حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) نحو 0,75 مما يعني أن 75% من التغيرات في إنتاج الأرز يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي شملها النموذج؛ حيث ثبت وجود أثر طردي للمساحة المزروعة على إنتاج الأرز فتزايد المساحة بمقدار 1% أدى إلى تزايد الإنتاج بحوالي 1,03%، كذلك ثبت وجود أثر طردي لدرجة الحرارة العظمى فإرتفاعها بمقدار 1% أدى إلى تزايد الإنتاج بحوالي 1,78%، بينما جاءت العلاقة عكسية مع متغيري درجة الحرارة الصغرى ومعدل تساقط الأمطار فكلما حدثت زيادة بمقدار 1% لكلايهما أدى إلى تناقص الإنتاج بحوالي 0,04% و1,74% على الترتيب؛ وتشير النتائج أيضًا إلى أن زيادة المتغير الإنتقالي الذي يعكس تأثير الزمن بنسبة 1% أدى لزيادة الإنتاج بنحو 0,008% خلال فترة الدراسة؛ كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة الإرتباط الذاتي حيث بلغت قيمة إحصائية دربن واتسون (D.W) 2,1، كما ثبت أيضًا عدم وجود مشكلة الارتباط الخطى بين المتغيرات المستقلة حيث أن قيمة (VIF) جاءت أقل من 5 مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل.

3.محصول الذرة الشامية:

$$\mathbf{Log\ \hat{Y}_{1i} = 1,69 + 0,89\ Log\ X_{1i} - 0,524\ Log\ X_{2i} + 0,01\ D_{u1}}$$
$$(1,24) \quad (7,71)^{**} \quad (-0,69) \quad (0,54)$$
$$\mathbf{R^{-2}=0,75 \quad D.W=1,11 \quad F=24,37 \quad N=24}$$
$$\mathbf{V.I.F:\ X_{1i}} =1,17\ ;\ \mathbf{X_{2i}} =1,28\ ;\ \mathbf{D_{u1}} =1,17$$

حيث:
$\hat{Y}_{1i}$= القيمة التقديرية لإنتاج محصول الذرة الشامية ألف طن خلال فترة الدراسة i.
X_{1i} = مساحة محصول الذرة الشامية في مصرألف فدان خلال فترة الدراسة i. X_{2i} = درجة الحرارة العظمى في الشهر i.
D_{u1} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).
(*) = معنوي عند مستوى معنوية 0.05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0.01.
VIF<5 ، مما يعني خلو النموذج من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة.

يتضح من النموذج أن أهم العوامل[1] التي أثرت على إنتاج الذرة الشامية خلال (1997-2020) هى درجة الحرارة العظمى خلال شهري يوليو وأغسطس (شهري إكتمال طرد النورة المذكرة والتلقيح) والمساحة حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) نحو 0,75 مما يعني أن 75% من التغيرات في إنتاج الذرة الشامية يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي شملها النموذج؛ حيث ثبت وجود أثر طردي للمساحة المزروعة على إنتاج الذرة الشامية فالزيادة بمقدار 1% أدت إلى زيادة الإنتاج بحوالي 0,89%؛ بينما جاء التأثير عكسيًا على إنتاج الذرة الشامية مع درجة الحرارة العظمى فالزيادة بمقدار 1% أدت إلى تناقص الإنتاج بحوالي 0,524% وتشير النتائج أيضًا إلى أن زيادة المتغير الإنتقالي الذي يعكس تأثير الزمن بنسبة 1% أدى لزيادة الإنتاج بنحو 0,01% خلال فترة الدراسة؛ كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة الإرتباط الذاتي حيث بلغت قيمة إحصائية دربن واتسون (D.W) 1,11، كما ثبت أيضًا عدم وجود مشكلة الارتباط الخطى بين المتغيرات المستقلة حيث أن قيمة (VIF) جاءت أقل من 5 مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل.

رابعًا: أثر المتغيرات المُناخية على متوسط نصيب الفرد كجم/عام في مصر خلال الفترة (1997-2020)

- لتقدير درجة تأثير المتغيرات المفسرة على المتغير التابع تم التعبير عنها بالنموذج الرياضي التالي:

$$\hat{Y}_i = \boldsymbol{\alpha_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \alpha_1 D_{u1i}}$$

حيث:
$\hat{Y}_i$ = القيمة التقديرية لمتوسط نصيب الفرد من المحاصيل محل الدراسة كجم/عام.
$\boldsymbol{X_{1i}}$ = مساحة المحاصيل محل الدراسة ألف فدان خلال فترة الدراسة i.في العام i. $\boldsymbol{X_{4i}}$ = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العام i.
$\boldsymbol{X_{2i}}$ = كمية الإنتاج ألف طن في العام i. $\boldsymbol{X_{5i}}$ = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في العام i.
$\boldsymbol{X_{3i}}$ = عدد السكان في العام i. $\boldsymbol{X_{6i}}$ = المتوسط السنوي لمعدل تساقط الأمطار في العام i.
$\boldsymbol{D_{u1i}}$ = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).

[1] تم حذف متغيرات درجة الحرارة الصغرى وتساقط الأمطار أثناء محاولات التحليل الإحصائي حيث بلغت قيمة (D.W) له 0,899؛ بهدف التخلص من مشكلة الإرتباط الذاتي.

1. **القمح**

$$\mathbf{Log\ \hat{Y}_{1i} = 4,27 + 0,4\ Log\ X_{1i} + 0,6\ Log\ X_{2i} - 0,84\ Log\ X_{3i} - 1,11\ Log\ X_{4i} - 0,27\ Log\ X_{5i}}$$
$$(1,56) \quad (0,69) \quad (1,46) \quad (-2,2)^{*} \quad (-1,1) \quad (-5,47)$$
$$\mathbf{+ 0,07\ Log\ X_{6i} - 0,171\ D_{u1}}$$
$$(0,36) \quad (-3,1)^{**}$$

$$\mathbf{R^{-2}=0,62 \quad D.W=1,56 \quad F=6,42 \quad N=24}$$

$$\mathbf{V.I.F:\ X_{1i}=3,5\ ;\ X_{2i}=3,7\ ;\ X_{3i}=3,2\ ;\ X_{4i}=1,4\ ;\ X_{5i}=1,16;\ X_{6i}=1,25;\ D_{u1}=3,6}$$

حيث:

$\hat{Y}_{1i}$= القيمة التقديرية لمتوسط نصيب الفرد من القمح ألف طن خلال فترة الدراسة i.

X_{1i} = مساحة محصول القمح في مصرألف فدان خلال فترة الدراسة i.

X_{2i} = كمية إنتاج القمح في مصرألف فدان خلال فترة الدراسة i.

X_{3i} = عدد السكان في العام i.

X_{4i} = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العام i.

X_{5i} = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في العام i.

X_{6i} = المتوسط السنوي لمعدل تساقط الأمطار في العام i.

D_{u1} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).

(*) = معنوي عند مستوى معنوية 0.05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0.01.

VIF<5 ، مما يعني خلو النموذج من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة.

يتضح من النموذج أن أهم المتغيرات التي أثرت طرديًا على متوسط نصيب الفرد من القمح خلال (1997-2020) هى المساحة والإنتاج ومعدل تساقط الأمطار فالزيادة بمقدار 1% أدى إلى تزايد متوسط نصيب الفرد بنسب 0,4 ، 0,6 ، 0,07% على الترتيب؛ بينما جاء التأثير عكسيًا مع عدد السكان ودرجة الحرارة العظمى والصغرى فالزيادة بمقدار 1% أدى إلى تناقص متوسط نصيب الفرد بنسب 0,84 ، 1,11 ، 0,27%، حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) نحو 0,62 مما يعني أن 62% من التغيرات في متوسط نصيب الفرد من القمح يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي شملها النموذج؛ وتشير النتائج أيضًا إلى أن زيادة المتغير الإنتقالي الذي يعكس تأثير الزمن بنسبة 1% أدى لتناقص متوسط نصيب الفرد من القمح بنحو 0,171% خلال فترة الدراسة؛ كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة الإرتباط الذاتي حيث بلغت قيمة إحصائية دربن واتسون (D.W) 1,56، كما ثبت أيضًا عدم وجود مشكلة الارتباط الخطى بين المتغيرات المستقلة حيث أن قيمة (VIF) جاءت أقل من 5 مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل.

2. الأرز

$$\mathbf{Log\ \hat{Y}_{1i} = 0,54 + 0,81\ Log\ X_{2i} - 0,33\ Log\ X_{3i} - 0,29\ Log\ X_{4i} + 0,26\ Log\ X_{5i} - 0,023\ Log\ X_{6i}}$$
$$(1,56) \quad (0,69) \quad (1,46) \quad (-2,2)^{*} \quad (-1,1) \quad (-5,47)$$
$$\mathbf{- 0,073\ D_{u1}}$$
$$(-3,1)^{**}$$

$$\mathbf{R^{-2}=0,89 \quad D.W=1,91 \quad F=32,04 \quad N=24}$$

$$\mathbf{V.I.F:\ X_{2i}=1,49\ ;\ X_{3i}=2,1\ ;\ X_{4i}=1,3\ ;\ X_{5i}=1,16\ ;\ X_{6i}=1,2\ ;\ D_{u1}=2,74}$$

حيث:

$\hat{Y}_{1i}$= القيمة التقديرية لمتوسط نصيب الفرد من الأرز ألف طن خلال فترة الدراسة i.

X_{2i} = كمية إنتاج الأرز في مصرألف فدان خلال فترة الدراسة i.

X_{3i} = عدد السكان في العام i.

X_{4i} = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العام i.

X_{5i} = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في العام i.

X_{6i} = المتوسط السنوي لمعدل تساقط الأمطار في العام i.

D_{u1} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).

(*) = معنوي عند مستوى معنوية 0.05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0.01.

VIF<5 ، مما يعني خلو النموذج من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة.

يتضح من النموذج أن أهم المتغيرات[1] التي أثرت طرديًا على متوسط نصيب الفرد من الأرز خلال (1997-2020) هى الإنتاج ودرجة الحرارة الصغرى فالزيادة بمقدار 1% أدى إلى تزايد متوسط نصيب الفرد بنسب 0,8 ، 0,26% على الترتيب؛ بينما جاء التأثير عكسيًا مع عدد السكان ودرجة الحرارة العظمى ومعدل تساقط الأمطار فالزيادة بمقدار 1% أدى إلى تناقص متوسط نصيب الفرد بنسب 0,33 ، 0,3 ، 0,02%، حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) نحو 0,89 مما يعني أن 89% من التغيرات في متوسط نصيب الفرد من الأرز يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي شملها النموذج؛ وتشير النتائج أيضًا إلى أن زيادة المتغير الإنتقالي الذي يعكس تأثير الزمن بنسبة 1% أدى لتناقص متوسط نصيب الفرد من الأرز بنحو 0,07% خلال فترة الدراسة؛ كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة الإرتباط الذاتي حيث بلغت قيمة إحصائية دربن واتسون (D.W) 1,9، كما ثبت أيضًا عدم وجود مشكلة الارتباط الخطى بين المتغيرات المستقلة حيث أن قيمة (VIF) جاءت أقل من 5 مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل.

[1] تم حذف متغير المساحة أثناء محاولات التحليل الإحصائي حيث بلغت قيمة (VIF) له 8,597؛ بهدف التخلص من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة بينه وبين متغير عدد السكان الذي بلغت قيمة (VIF) له 6,106 ، والتخلص من قيمة الألفا السالبة (- 0,027).

3. الذرة الشامية

$$\mathbf{Log\ \hat{Y}_{1i} = 1,14 + 0,72\ Log\ X_{2i} + 0,007\ Log\ X_{3i} - 0,66\ Log\ X_{4i} - 0,93\ Log\ X_{5i} + 0,2\ Log\ X_{6i}}$$
(0,55) (3,93)** (0,03) (-0,86) (-2,15)* (1,24)

$$\mathbf{- 0,16\ D_{u1}}$$
(-4,27)**

$$\mathbf{R^{-2}=0,77 \quad D.W=2,4 \quad F=13,68 \quad N=24}$$

$$\mathbf{V.I.F:\ X_{2i}} =1,65\ ;\ \mathbf{X_{3i}} =2,49\ ;\ \mathbf{X_{4i}} =1,3\ ;\ \mathbf{X_{5i}} =1,47\ ;\ \mathbf{X_{6i}} =1,35\ ;\ \mathbf{D_{u1}} =2,64$$

حيث:

$\hat{Y}_{1i}$= القيمة التقديرية لمتوسط نصيب الفرد من الذرة الشامية ألف طن خلال فترة الدراسة i.

X_{2i} = كمية إنتاج الذرة الشامية في مصر ألف فدان خلال فترة الدراسة i. X_{3i} = عدد السكان في العام i.

X_{4i} = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى في العام i. X_{5i} = المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في العام i.

X_{6i} = المتوسط السنوي لمعدل تساقط الأمطار في العام i.

D_{u1} = متغير إنتقالي يعكس تأثير الزمن على متوسط نصيب الفرد، حيث تأخذ الفترة الأولى (1997-2008) القيمة (0) ، وتأخذ الفترة الثانية (2009-2020) القيمة (1).

(*) = معنوي عند مستوى معنوية 0.05 ، (**) = معنوي عند مستوى معنوية 0.01.

VIF<5 ، مما يعني خلو النموذج من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة.

يتضح من النموذج أن أهم المتغيرات[1] التي أثرت طرديًا على متوسط نصيب الفرد من الذرة الشامية خلال (1997-2020) هى الإنتاج وعدد السكان ومعدل تساقط الأمطار فالزيادة بمقدار 1% أدى إلى تزايد متوسط نصيب الفرد بنسب 0,72 ، 0,007 ، 0,2% على الترتيب؛ بينما جاء التأثير عكسيًا مع درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى فالزيادة بمقدار 1% أدى إلى تناقص متوسط نصيب الفرد بنسب 0,66 ، 0,93%، حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^{-2}) نحو 0,77 مما يعني أن 77% من التغيرات في متوسط نصيب الفرد من الذرة الشامية يرجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي شملها النموذج؛ وتشير النتائج أيضًا إلى أن زيادة المتغير الإنتقالي الذي يعكس تأثير الزمن بنسبة 1% أدى لتناقص متوسط نصيب الفرد من الذرة الشامية بنحو 0,16% خلال فترة الدراسة؛ كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة الإرتباط الذاتي حيث بلغت قيمة إحصائية دربن واتسون (D.W) 2,4، كما ثبت أيضًا عدم وجود مشكلة الارتباط الخطى بين المتغيرات المستقلة حيث أن قيمة (VIF) جاءت أقل من 5 مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل.

المُلخص:

إستهدف البحث الوقوف على مدى وجود تأثير لأعراض ظاهرة تغير المُناخ أم لا؟، على كلا من إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من بعض الحاصلات الزراعية الرئيسية في مصر خلال الفترة (1997-2020)، وذلك من خلال تحقيق الأهداف التالية:

- دراسة تأثير درجات الحرارة العظمى على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).
- دراسة تأثير درجات الحرارة الصغرى على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).
- دراسة تأثير معدلات تساقط الأمطار على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).
- دراسة تأثير الزمن كمتغير إنتقالي خلال فترة الدراسة على إنتاج ومتوسط نصيب الفرد من محاصيل (القمح، الأرز، الذرة الشامية).

بإستخدام التحليلات الإحصائية الوصفية والكمية والاتجاه الزمني العام لتطور المساحة والإنتاج والإنتاجية ومتوسط نصيب الفرد، وقد توصل البحث من حيث المتغيرات المؤثرة على حجم الإنتاج أن إنتاج القمح تأثر طرديًا بدرجة الحرارة الصغرى والمساحة بحوالي 0,86،92 مليون طن؛ وعكسيًا بتساقط الأمطار والزمن بحوالي 0,24،0,55 مليون طن، أما إنتاج الأرز فتأثر طرديًا بدرجة الحرارة العظمى والمساحة والزمن بحوالي 57،99،0,44 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة الصغرى وتساقط الأمطار بحوالي 2,2،96,3 مليون طن، وبالنسبة لإنتاج الذرة الشامية فتأثر طرديًا بالمساحة والزمن بحوالي 57،0,64 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة العظمى بحوالي 33,5 مليون طن، ما ترتب عنه خفض عجز الميزان التجاري العام بنحو 46686 مليون دولار نتيجة زيادة الإنتاج المحلي بالنسبة للمحاصيل الثلاثة خلال فترة الدراسة، ومن حيث المتغيرات المؤثرة على متوسط نصيب الفرد من هذه الحاصلات فقد تأثر متوسط نصيب الفرد من القمح طرديًا بتساقط الأمطار والمساحة والإنتاج بحوالي 6،31،47 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة العظمى والصغرى وعدد السكان والزمن بحوالي 87،21،66،13 مليون طن، أما محصول الأرز فقد تأثر طرديًا بالإنتاج ودرجة الحرارة الصغرى بحوالي 45،15 مليون طن؛ وعكسيًا بعدد السكان ودرجة الحرارة العظمى ومعدل تساقط الأمطار والزمن بحوالي 19،17،1،4 مليون طن، وبالنسبة للذرة الشامية فقد تأثر طرديًا بالإنتاج وعدد السكان ومعدل تساقط الأمطار بحوالي 47،0,5،13 مليون طن؛ وعكسيًا بدرجة الحرارة العظمى والصغرى والزمن بحوالي 43،61،10 مليون طن، ما ترتب عنه زيادة عجز الميزان التجاري العام بنحو 7083 مليون دولار بالنسبة للمحاصيل الثلاثة خلال فترة الدراسة، وعلى ذلك فقد تضمنت أهم التوصيات على ضرورة اتباع الاستراتيجيات والسياسات التي تدعم الزراعة الذكية مُناخيًا بهدف معالجة ثلاثة أهداف رئيسية وهى زيادة الإنتاجية الزراعية والدخول بشكل مستدام؛ التكيف وبناء القدرة على الصمود مع تغير المناخ؛ وتقليل و/أو إزالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حيثما أمكن ذلك؛ بما يؤدي لمعظمة الإنتاج تحت ظروف الأقاليم المُناخية المحلية لسد الفجوة الغذائية وتحقيق الأمن الغذائي وخفض عجز الميزان التجاري والوصول إلى الأهداف المتفق عليها دوليًا مثل أهداف التنمية

[1] تم حذف متغير المساحة أثناء محاولات التحليل الإحصائي حيث بلغت قيمة (VIF) له 6,286؛ بهدف التخلص من مشكلة الإزدواج الخطى بين المتغيرات المستقلة بينه وبين متغير عدد السكان الذي بلغت قيمة (VIF) له 6,101 .

المستدامة واتفاقية باريس؛ وقيام الدولة بإعداد خطط وبرامج فنية متخصصة وإعلامية مكثفة لرفع وعي المزراعين والمواطنين بالآثار الحتمية للتغيرات المُناخية، وأساليب التكيف معها والتخفيف من حدتها؛ وتغير أنماط الإستهلاك الغذائية التقليدية إلى أنماط إستهلاك غذائي مستدام وصحي.

التوصيات:

بناءً على ما تم إستعراضه فإنه يمكن القول بأن درجة الحرارة الصغرى كأحد أهم المُتغيرات المُناخية لها أثر عكسي معنوي على إنتاج القمح، وأثر طردي معنوي على إنتاج الذرة الشامية وأيضًا معدل تساقط الأمطار ثبت وجود أثر إيجابي معنوي لكلايهما، ومن هذا المنطلق فقد توصلت الدراسة إلى بعض التوصيات التي يمكن من خلالها تقليص الفجوة الغذائية وتحقيق الأمن الغذائي وخفض عجز الميزان التجاري؛ والتي تتلخص في الأتي:

1. ضرورة قيام الدولة بإعداد الاستراتيجيات والسياسات التي تدعم الزراعة الذكية مُناخيًا بهدف معالجة ثلاثة أهداف رئيسية وهى زيادة الإنتاجية الزراعية والدخول بشكل مستدام؛ التكيف وبناء القدرة على الصمود مع تغير المناخ؛ وتقليل و/أو إزالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حيثما أمكن ذلك؛ بما يؤدي لمعظمة الإنتاج تحت ظروف الأقاليم المُناخية المحلية لسد الفجوة الغذائية وتحقيق الأمن الغذائي وخفض عجز الميزان التجاري والوصول إلى الأهداف المتفق عليها دوليًا مثل أهداف التنمية المستدامة واتفاقية باريس؛ عن طريق:
   - التوسع في زيادة مساحة المحاصيل الإستراتيجية موضوع البحث في الأقاليم المُناخية الملائمة لها بما يؤدي إلى زيادة الإنتاج في محاولة نحو زيادة إنتاج الذرة القمح وسد الفجوة الغذائية منه..
   - تعميم نظم الري الحديثة بما يُسهم في رفع كفاءة استخدام وحدة المياه في عمليات الري، وضمان سد الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية.
   - العمل على تطوير سلالات جديدة من هذه الحاصلات الإستراتيجية تحت ظروف الأقاليم المُناخية المحلية بما يؤدي لمعظمة الإنتاج والإنتاجية.
2. إعداد خطط وبرامج فنية متخصصة وإعلامية مكثفة لرفع وعي المزراعين والمواطنين بالآثار الحتمية للتغيرات المُناخية في مصر، وأساليب التكيف معها والتخفيف من حدتها.
3. إعداد خطط وبرامج إعلامية مكثفة لرفع وعي المواطنين نحو تغير أنماط الإستهلاك الغذائية التقليدية إلى أنماط إستهلاك غذائي مستدام وصحي في مصر.
4. تحسين نظم وآليات رفع الكفاءة التسويقية للحاصلات الزراعية بصف عامة والحاصلات الإستراتيجية بصفة خاصة
5. استعادة دور الإرشاد الزراعي من خلال وضع الخطط والسياسات لتدريب ورفع كفاءة العمالة الزراعية في مصر على آليات التكيف/التخفيف مع ظاهرة تغير المُناخ.
6. توفير الدعم العيني والنقدي الحقيقي للمزارعين في مواجهة الآثار المترتبة على ظاهرة المُناخ.
7. سن التشريعات والقوانين الفعالة وسرعة فض المنازعات للتيسير على المزراعين وتخفيف الأعباء؛ بما يُسهم في رفع كفاءة الأستخدام الأمثل للموارد الإنتاجية والمسالك التسويقية.
8. فتح المجال أمام منظمات المجتمع المدني والتعاونيات للمشاركة في كافة مجالات القطاع الزراعي.
9. نقل وتوطين التكنولوجيا صديقة البيئة في المجال الزراعي والعام في مصرعلى حد سواء مثل نظم الإنذار الزراعي المُبكر، الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة كسبيل آمن لخفض انبعاثات الكربون في مختلف القطاعات الإقتصادية.

المراجع:

1. **الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء،** تقرير مصر في أرقام، فصل السكان، أعداد مختلفة.
2. **بوابة الأهرام الإلكترونية (2019).** تحقيقات: التغيرات المناخية تهدد الزراعة، 15-4-2019.
3. **حسانين مسعد قطب، عبد ربه محمد، هاشم فضل، خليل علاء ورفاعي خالد (2012).** دكتور، إدارة نقص المياه للحاصلات الرئيسية في مصر – الحاضر والمستقبل، مركز البحوث الزراعية – منظمة الفاو، الطبعة الأولى، 176 صفحة.
4. **غادة عبد السلام (2010).** تحليل الارتباط والانحدار الخطي البسيط، المركز القومي للتدريب الإحصائي، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.
5. **محمود أحمد الرفاعي (2019).** المخاطر واللايقين في الزراعة المصرية، رسالة دكتوراه، قسم إقتصاد زرعي، كلية الزراعة، جامعة عين شمس، 161 صفحة.

6. **منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (2018).** حالة أسواق السلع الزراعية "تجارة المنتجات الزراعية وتغير المناخ والأمن الغذائي"، روما، 110 صفحة.
7. **وزارة البيئة (2013).** تقرير التأثيرات المحتملة لتغير المناخ على الاقتصاد المصري، الطبعة الأولى، 25 صفحة.
8. **وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية (2021).** تقرير التنمية البشرية في مصر، فصل إدارة نظم الحماية البيئية في مصر، الطبعة الأولى، 292 صفحة.
9. **وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي،** قطاع الشئون الإقتصادية، نشرات الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة.
10. **Durbin, J. and Watson, G.S. (1951).** Testing for serial correlation in least squares regression II.Biometrika, 38(1/2) p. 159-177.
11. **NETREK J., WASSERMAN W. (1992).** – M.KUTNER – Applied linear statistical models experimental designer by richarel .Irwin, P 255.
12. **Savin, N. E. and White, K. J. (1977).** The Durbin-Watson test for serial correlation with extreme sample sizes or many regressors. Econometrica, 45(8), p. 1989-1996.
13. **United Nations (un) Website (2022).** Climate Action Fast Fact, 30/5/2022.
14. **World Bank Group (2021).** The Climate Change Knowledge Portal (CCKP), Climate Data for Egypt.

الملاحق:

جدول (1) تطور المساحة والإنتاجية والإنتاج ومتوسط نصيب الفرد من القمح وأهم المتغيرات المناخية خلال الفترة (1997-2020)

أعوام	المساحة ألف فدان	الإنتاج ألف طن	الإنتاجية طن/عام	عدد السكان ألف نسمة(*)	متوسط نصيب الفرد كجم/ عام	المتغيرات المُناخية (**)		
						حرارة عظمى	حرارة صغرى	أمطار
1997	2486	5849	2.35	64892	90	23.95	9.17	3.3
1998	2421	6093	2.52	66200	92	23.56	8.96	0.9
1999	2379	6347	2.67	67516	94	25.98	10.81	1.7
2000	2463	6564	2.67	68832	95	24.19	9.13	1.8
2001	2342	6255	2.67	70153	89	28.16	13.11	1.2
2002	2450	6625	2.70	71485	93	26.89	11.98	3.9
2003	2506	6845	2.73	72826	94	23.7	9.36	4.6
2004	2606	7178	2.75	74172	97	26.74	11.88	5.1
2005	2985	8140	2.73	75524	108	26.27	11.05	2.7
2006	3064	8274	2.70	76874	108	26.91	11.25	1.5
2007	2716	7379	2.72	78232	94	26.21	10.93	0.8
2008	2920	7977	2.73	79636	100	28.77	13.01	1.0
2009	3147	8523	2.71	81135	105	25.44	10.04	0.8
2010	3001	7169	2.39	82761	87	28.48	13.32	2.6
2011	3049	8371	2.75	84529	99	25.82	10.46	2.2
2012	3161	8795	2.78	86422	102	24.81	9.57	1.3
2013	3378	9460	2.80	88405	107	28.2	12.6	2.9
2014	3393	9280	2.74	90425	103	26.85	11.63	3.2
2015	3469	9608	2.77	92443	104	27.5	12.17	2.6
2016	3353	9343	2.79	94447	99	27.82	12.66	1.7
2017	2922	8421	2.88	96443	87	26.28	10.95	1.5
2018	3157	8349	2.64	98424	85	29.31	13.73	2.2
2019	3135	8559	2.73	98902	87	24.95	10.02	4.2
2020	3394	9088	2.68	99849	91	26.35	11.36	2.1

المصدر: وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الإقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة.
(*) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، نشرة مصر في أرقام، ، أعداد مختلفة.
(**) **World Bank Group (2021).** The Climate Change Knowledge Portal (CCKP), Climate Data for Egypt.

جدول (2) تطور المساحة والإنتاجية والإنتاج ومتوسط نصيب الفرد من الأرز وأهم المتغيرات المناخية خلال الفترة (1997-2020)

أعوام	المساحة ألف فدان	الإنتاج ألف طن	الإنتاجية طن/عام	عدد السكان ألف نسمة(*)	متوسط نصيب الفرد كجم/عام	المتغيرات المُناخية(**)		
						حرارة عظمى	حرارة صغرى	أمطار
1997	1550	5480	3.54	64892	84	37.4	22.86	2.8
1998	1232	4474	3.63	66200	68	38.2	23.69	2.9
1999	1559	5817	3.73	67516	86	37.8	23.25	2.7
2000	1570	6002	3.82	68832	87	37.3	22.92	2.7
2001	1341	5228	3.90	70153	75	38.0	23.42	2.7
2002	1548	6106	3.94	71485	85	38.2	24.01	2.8
2003	1508	6176	4.10	72826	85	37.4	23.31	2.8
2004	1537	6353	4.13	74172	86	37.3	23.01	2.8
2005	1460	6125	4.20	75524	81	37.7	23.51	2.8
2006	1596	6755	4.23	76874	88	37.6	23.35	2.8
2007	1676	6877	4.10	78232	88	37.7	23.63	2.7
2008	1774	7354	4.15	79636	92	37.9	23.64	2.7
2009	1370	5520	4.03	81135	68	37.6	22.98	2.8
2010	1094	4329	3.96	82761	52	38.5	23.85	2.7
2011	1412	5675	4.02	84529	67	37.8	23.55	2.7
2012	1477	5911	4.00	86422	68	38.5	24.25	2.8
2013	1422	5724	4.03	88405	65	37.2	22.63	2.9
2014	1366	5468	4.00	90425	60	37.7	23.65	2.8
2015	1216	4818	3.96	92443	52	38.3	23.74	2.8
2016	1353	5308	3.92	94447	56	37.8	23.58	2.8
2017	1307	4958	3.79	96443	51	38.4	24.15	2.8
2018	859	3122	3.64	98424	32	37.9	23.96	2.8
2019	1304	4798	3.68	98902	49	38.2	23.84	2.9
2020	1188	4441	3.74	99849	44	38.0	23.63	2.9

المصدر: وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الإقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة.

(*) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، نشرة مصر في أرقام، ، أعداد مختلفة.

(**) **World Bank Group (2021).** The Climate Change Knowledge Portal (CCKP), Climate Data for Egypt.

جدول (3) تطور المساحة والإنتاجية والإنتاج ومتوسط نصيب الفرد من الذرة الشامية وأهم المتغيرات المناخية خلال الفترة (1997-2020)

أعوام	المساحة ألف فدان	الإنتاج ألف طن	الإنتاجية طن/عام	عدد السكان ألف نسمة(*)	متوسط نصيب الفرد كجم/ عام	المتغيرات المُناخية (**)		
						حرارة عظمى	حرارة صغرى	أمطار
1997	2158	4661	2.2	64892	71.8	37.4	22.9	2.8
1998	2087	6337	3.0	66200	95.7	38.2	23.7	2.9
1999	1945	6143	3.2	67516	91.0	37.8	23.2	2.7
2000	2006	6474	3.2	68832	94.1	37.3	22.9	2.7
2001	2078	6842	3.3	70153	97.5	38.0	23.4	2.7
2002	1972	6431	3.3	71485	90.0	38.2	24.0	2.8
2003	1985	6530	3.3	72826	89.7	37.4	23.3	2.8
2004	2033	6728	3.3	74172	90.7	37.3	23.0	2.8
2005	2257	6998	3.1	75524	92.7	37.7	23.5	2.8
2006	1990	7021	3.5	76874	91.3	37.6	23.3	2.8
2007	2069	6929	3.3	78232	88.6	37.7	23.6	2.7
2008	2229	7402	3.3	79636	92.9	37.9	23.6	2.7
2009	2371	7686	3.2	81135	94.7	37.6	23.0	2.8
2010	2643	7183	2.7	82761	86.8	38.5	23.8	2.7
2011	2116	6877	3.3	84529	81.4	37.8	23.5	2.7
2012	2479	8093	3.3	86422	93.6	38.5	24.3	2.8
2013	2459	7966	3.2	88405	90.1	37.2	22.6	2.9
2014	2474	8060	3.3	90425	89.1	37.7	23.6	2.8
2015	1741	5509	3.2	92443	59.6	38.3	23.7	2.8
2016	1542	5029	3.3	94447	53.2	37.8	23.6	2.8
2017	1458	4840	3.3	96443	50.2	38.4	24.1	2.8
2018	1489	4745	3.2	98424	48.2	37.9	24.0	2.8
2019	1365	4418	3.2	98902	44.7	38.2	23.8	2.9
2020	1406	4650	3.3	99849	46.6	38.0	23.6	2.9

المصدر: وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الإقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد مختلفة.

(*) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، نشرة مصر في أرقام، ، أعداد مختلفة.

(**) **World Bank Group (2021).** The Climate Change Knowledge Portal (CCKP), Climate Data for Egypt.