Journal of Scientific Research in Arts
ISSN 2356-8321 (Print)
ISSN 2356-833X (Online)
https://jssa.journals.ekb.eg/?lang=en

Future Prediction of Temperature Changes in the Egyptian Delta and its Margins Until (2042CE) Using the Statistical Model (ARIMA)

Nashwa Mohammed Maghraby

Assistant Professor of Climate Geography - Department of Geography

Nashwa.Maghraby@women.asu.edu.eg

Article History
Received: 10 August 2023, Revised: 30 August 2023
Accepted: 20 September 2023, Published: 1 October 2023
DOI: 10.21608/JSSA.2024.246297.1565

https://jssa.journals.ekb.eg/articl246297.html

Volume 24 Issue 8 (2023) Pp.1-36

Abstract:

The research aims to apply the ARIMA model in calculating future prediction of temperature changes (maximum and minimum) in the In the Egyptian delta and its margins. This is according to estimates suggested by the Box-Jenkins (B-J) methodology with a confidence level of 95%. To achieve the objectives of the study, statistical analysis methods have been used as measures (dispersion, significance scores, T-test - linear regression) which have showed an upward trend in temperatures during the study period (1985-2023 CE). This is in addition to the variables that were included in the prediction: autocorrelation function (ACF), partial autocorrelation function (PACF), and integrated moving average of autoregressive. These indicators are of great importance in calculating future prediction. The results have shown the correctness of estimating changes and differences to find future predictions of the ARIMA simulation model. After studying the statistical measurements with lower values to verify the coefficients, it has been found that the best and most appropriate models that can be adopted in future predictions for the Egyptian delta region are (AR1, D0, MA1). It turns out that the predicted values increase in summer and become relatively warm in winter according to large decadal climate variations over the North Atlantic Ocean and the associated atmospheric fluctuations and Oscillations. The study has highlighted the importance of forecasting in identifying the general trend of change in developing future plans for decision makers to confront any change in various sectors of the environment and sustainable development.

***Keywords:*ARIMA model -Prediction of temperature - general trend -Heat dome -the Box -Jenkins (B-J) methodology -Climate change.**

التنبؤ المستقبلي لتغير درجات الحرارة في الدلتا المصرية وهوامشها حتى عام (٢٠٤٢ م) بإستخدام النموذج الإحصائي (ARIMA)

د/ نشوة محمد إبراهيم مغربي

مدرس الجغرافيا المناخية – قسم الجغرافيا

كلية البنات جامعة عين شمس

Nashwa.Maghraby@women.asu.edu.eg

الملخص:-

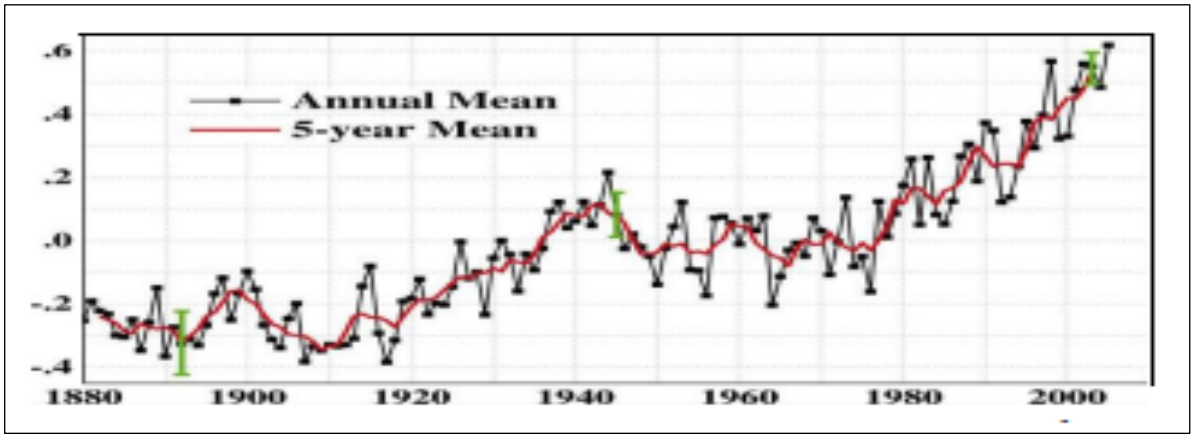
يهدف البحث إلى تطبيق نموذج ARIMA في حساب التنبؤات المستقبلية لتغير درجات الحرارة (العظمى و الصغرى) بالدلتا المصرية وهوامشها، وذلك وفقًا لتقديرات مقترحة طبقًا لمنهجية Box-Jenkins(B-J) بمستوى ثقة ٩٥ % ولتحقيق أهداف الدراسة تم إستخدام أساليب التحليل الإحصائي كمقاييس (التشتت ، درجات المعنوية ، إختبار T - الانحدار الخطي) التي تبين من خلالها حدوث إتجاه تصاعدي في درجات الحرارة خلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠٢٣) ، هذا إلى جانب المتغيرات التي تم تضمينها في نموذج التنبؤ و تمثلت في الآتي: دالة الإرتباط الذاتي (ACF)، دالة الإرتباط الذاتي الجزئي (PACF) ، المتوسط المتحرك المتكامل للإنحدار الذاتي ، وهذه المؤشرات ذات أهمية كبيرة في حساب التنبؤ المستقبلي. وقد أظهرت النتائج صحة تقدير التغيرات و الإختلافات لإيجاد التنبؤات المستقبلية لنموذج المحاكاة ARIMA و بعد دراسة القياسات الإحصائية ذات القيم الأقل للتحقق من المعاملات تبين أن أفضل وأنسب النماذج التي يمكن إعتمادها في التنبؤات المستقبلية لمنطقة الدلتا المصرية (AR1,D0,MA1) وتبين أن القيم المتنبأ بها تأخذ في الإرتفاع صيفًا و الدفء النسبي شتاءًا ، طبقًا لتغيرات مناخية عقدية كبيرة تتواجد فوق شمال المحيط الأطلسي ، و ما يرتبط به من تذبذبات و تقلبات جوية. وأبرزت الدراسة أهمية التنبؤ في تحديد الإتجاه العام للتغير في وضع الخطط المستقبلية لمتخذي القرار لمواجهة أى تغيير في مختلف قطاعات البيئة و التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية : نموذج آريما ، التنبؤ، الإتجاه العام ، القبة الحرارية ، منهجية Box-Jenkins (B-J)، التغير المناخي ، التذبذب.

المقدمة:

حظي تغير درجات الحرارة خلال العقود الأخيرة بإهتمام واسع من الإدارات الحكومية والدولية ، وشعوب العالم وذلك بعد ظهور آثاره السلبية على الإنسان و البيئة ، فتغير المناخ أصبح من أبرز التحديات التي تواجه البشرية في القرن الواحد و العشرين ، حيث يشمل هذا التغيير إرتفاع درجات الحرارة على سطح الكرة الأرضية بصورة متسارعة نتيجة للأنشطة البشرية . و يتوقع الفريق الحكومي المعني بشأن التغيرات المناخية في تقريره الثالث خلال القرن الواحد والعشرين أن درجات الحرارة سترتفع ما بين (١,٤ -٥,٨° م) حتى نهاية عام ٢١٠٠ و أكدوا أن مرجعية هذا ترجع لزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون حيث بلغت تركيزاته (± ٠,١ عند ٤٠٥ جزء في المليون بنسبة ١٤٦٪) الناجم عن الوقود الاحفوري، وغاز الميثان حيث بلغت تركيزاته (± ٢ عند ١٨٥٩ جزء في البليون بنسبة ٢٥٧٪) الناجم عن بعض الانشطة الزراعية و الحيوانية ، و أكاسيد النيتروز حيث وصلت تركيزاتها (± ٠,١ عند ٣٢٩,٩جزء في البليون بنسبة ١٢٢٪) من مستويات ما قبل عصرالصناعة حتى عام ٢٠١٧ مما يؤكد أن زيادة نسبة هذه الغازات تعد سببًا أساسيًا في ارتفاع درجات الحرارة العالمية . شكل (١)

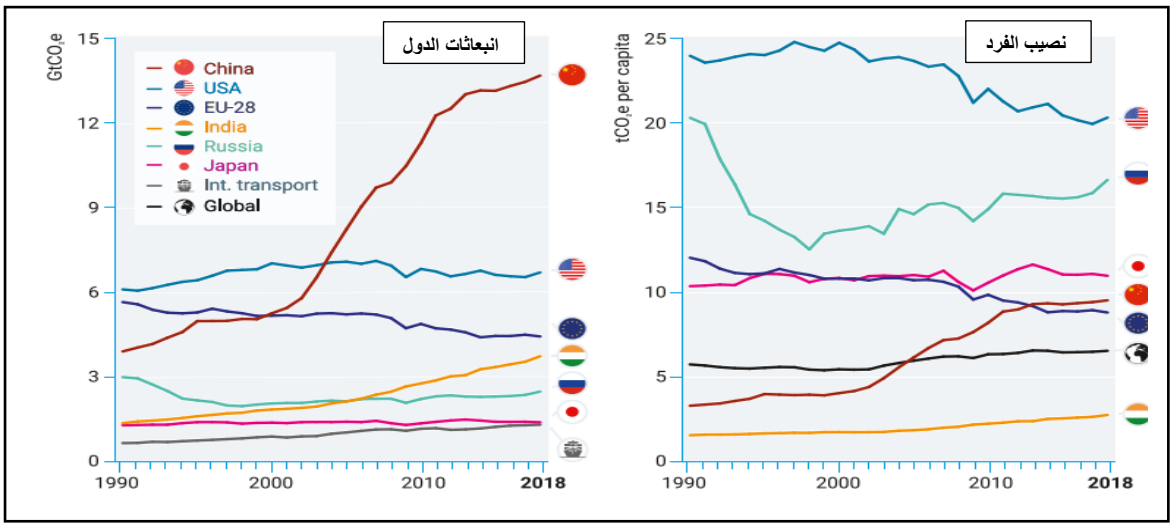
(World Meteorological Organization,2018 ,p 2)



- المصدر : (حامد ، مروة سيبوبة و صابر ،آلاء محمد ،٢٠٢٠، ص ١٠٨)

شكل (١) الإتجاه الصاعد لارتفاع درجة الحرارة العالمية خلال ١٢٥ سنة الماضية

هذا وتحتل دول مثل :(الصين ، الولايات المتحدة الأمريكية ، انجلترا ، الهند و روسيا ، و اليابان) مكان الصدارة في نسب انبعاثات الغازات والتي تشكل ضرراً بالغًا على الإنسان وأيضًا تأثير بالغ الخطورة على قطاعات البيئة، حيث تتصدر كلًا من (الولايات المتحدة و روسيا) دول العالم شكل (٢) في نصيب الفرد من هذه الانبعاثات. (United Nations Environment Programme ,2019,p16) و تعد مصر من الدول المتضررة من هذه الانبعاثات حيث تشهد إرتفاعًا واضحًا في درجات الحرارة وزيادة في طول المدة الزمنية لفصل الصيف.



United Nations Environment Programme,2019,p16

شكل (٢) انبعاثات الدول العالمية و نصيب الفرد منها من (١٩٩٠-٢٠١٨)

ويعد فهم و مراقبة درجات الحرارة أمر حيوي لإتخاذ إجراءات مناهضة لتغير المناخ و للمساهمة في الحفاظ على كوكبنا للأجيال الحالية والقادمة ومن هذا المنطلق يعد تنبؤ و تحليل تغير درجات الحرارة من أهم الأنشطة العلمية و البحثية في العصر الحالي ، لأهميته في التخطيط والتنمية ، و من ثم وضع الحلول الممكنة لمتخذي القرار في الدولة لمواجهة التحديات المؤثرة على البيئة.

موقع منطقة الدراسة:

تمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ٠٧ ´ ٣٦ ˝ ٣١ ° و ٣١ ´ ٤٤ ˝ ٢٩ ° شمالًا و بين خطي طول ٤٧ ´ ٢٢ ˝ ٢٩ ° و ٣٩ ´ ٣٣ ˝ ٣٢ ° شرقًا [١] ، و سميت بالدلتا حيث تتخذ شكلًا شبه مثلث قاعدته في الشمال على البحر المتوسط ، و رأسه في الجنوب عند نهاية حدود إقليم القاهرة ، وتمتد من بورسعيد في الشرق و الأسكندرية في الغرب ، كما يحد اطراف المنطقة إقليم قناة السويس و الصحراء الشرقية شرقًا و إقليم الصحراء الغربية غربًا.

وتبلغ مساحة المنطقة ٢٧٤٠٤,٦٦ كم أى حوالي ٢,٧ % من مساحة مصر واستند البحث على بيانات عدد (إحدى عشر) محطة رصد جوي سطحية، تغطي منطقة الدراسة جدول (١) وشكل (٣).

وتكمن مشكلة الدراسة في التساؤل الآتي :

هل يعد استخدام نموذج التنبؤ ARIMA أحد النماذج القياسية والإحصائية التي يمكن من خلالها تحليل الإتجاه العام لدرجات الحرارة العظمى والصغرى في الدلتا المصرية والتنبؤ بقيمته لسنوات قادمة بدقة عالية و ابرازالتأثيرمن خلاله على بعض قطاعات البيئة .

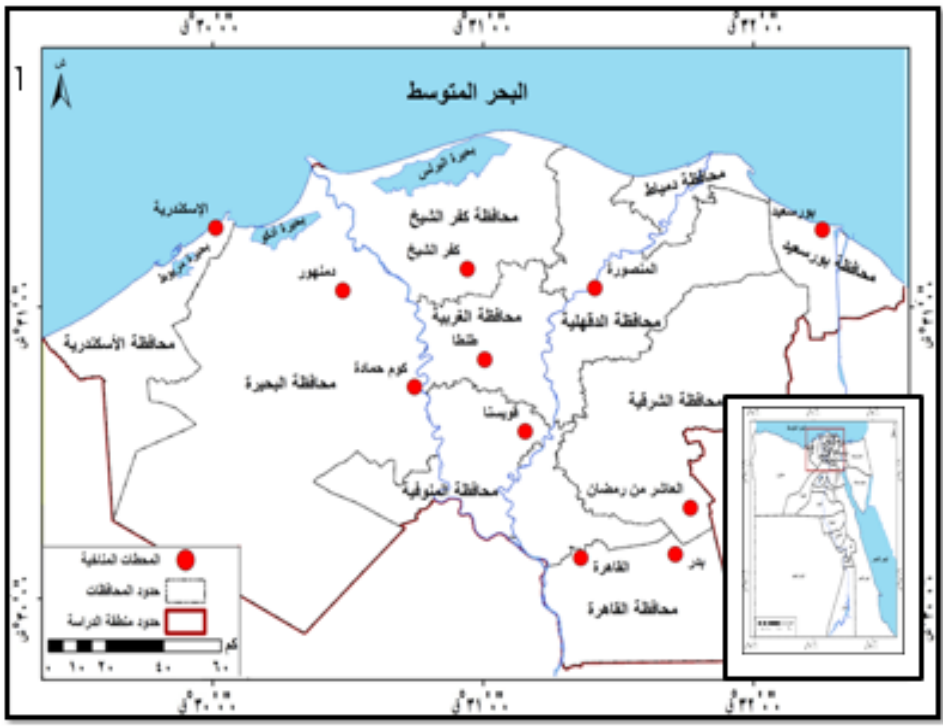
[١]) تم تحديد الدلتا المصرية طبقًا للحدود الإدارية المتوافقة مع الحدود الطبيعية حيث البحر المتوسط شمالا و نقطة تفرع النيل جنوبًا عند القاهرة ، أما حدودها الشرقية و الغربية فهي تمثل نهاية الرواسب الدلتاوية على حدود المناطق الصحراوية تم تحديد المنطقة فلكيًا و مساحيًا اعتمادًا على برنامج https://earth.google.com/web/ / بتاريخ ٢٠٢٢/٤/١

جدول (١) موقع المحطات المناخية السطحية في الدلتا المصرية من (١٩٨٥-٢٠٢٣)

المحطة	إرتفاع المحطة عن مستوى سطح البحر(م)	إرتفاع المحطة عن سطح الارض(م)	اقرب مسافة للبحر (كم)	الموقع الفلكي					
				دائرة العرض			خط الطول		
الإسكندرية	٦,٨	٣,٤-	٦,٨٦	٥٠°	١٢-	٣١°	٥٧°	٥٤-	٢٩°
كفر الشيخ	٦	-	٥٠,٩٨	٥٢°	٠٧-	٣١°	٥٣°	٥٥-	٣٠°
بورسعيد	٦,١	١	٣,١٧	٥٦°	١٦-	٣١°	٣٧°	١٧-	٣٢°
دمنهور	٤,٣	٢,٤	٣٧,٣٠	٢٣°	٠٢-	٣١°	٥١°	٢٧-	٣٠°
المنصورة	٥,٣	٣,٨	٤٧,٢٥	٢٩°	٠٣-	٣١°	٣٨°	٢٢-	٣١°
طنطا	٧	-	٨٦,٣٥	١٦°	٤٨-	٣٠°	٥١°	٥٩-	٣٠°
كوم حمادة	٩	-	٧٧,٥٤	٥١°	٤٥-	٣٠°	٤٤°	٤١-	٣٠°
قويسنا	٦	١٠,٢	١١٠,٢٧	٠٢°	٣١-	٣٠°	٣٨°	٠٩-	٣١°
العاشر من رمضان	١٠٩	-	١٣١,٦٥	٢١°	٢٠-	٣٠°	٠٨°	٤٤-	٣١°
بدر	٢١٢	-	١٤٦,٧٠	٣٤°	٠٩-	٣٠°	١٥°	٤٤-	٣١°
القاهرة	٧٤,٥	١١١,٥	١٥٤,٧١	١°	٠٨-	٣٠°	٤٠°	١٥-	٣١°

-Meteorological Authority,(2009):Climatological normal for the A.R.E. up2005, Cairo.-

- https://www.google.com/earth Pro٢٠٢٢/٤/١ & -https://products.aspose.app/gis/ar/coordinates٢٠٢٢/٥/١



- المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والأحصاء، حدود المحافظات،٢٠٢٢، باستخدام برنامج (ArcGIS)، المحطات المناخية إعتمادًا على جدول (١)

شكل (٣) موقع دلتا النيل و حدودها و المحطات المناخية السطحية المختارة للدراسة

تم إختيار موضوع منطقة الدراسة لعدة أسباب أهمها:

- عدم وجود دراسات تفصيلية لمؤشرات إختلاف الإتجاه العام لدرجات الحرارة حتى عام ٢٠٢٣م مستخدمًا آلية التنبؤ لنموذج ARIMA بمنهجية Box-Jenkins(B-J) و التي لم يتم دراستها في الدلتا المصرية.
- موضوع مهم وجديد في مجال الجغرافيا المناخية لأنه يستقي من علوم الرياضيات أحد نماذج التنبؤ الإحصائية المهمة التي تعطى نتائج بدقة عالية
- تنمية المهارات البحثية من خلال تطبيق البرامج الحديثة في التحليل الإحصائي في الرياضيات و استخدام نموذج دقيق للتوقعات المستقبلية.

الدراسات السابقة :

تتناول الدراسات الجغرافية دراسات مناخية عالمية منها :

- دراسة (Tank and Konnen, 2003) حيث استهدف في بحثه إتجاهات مؤشرات تطرفات الحرارة و المطر في أوروبا خلال الفترة ١٩٤٦- ١٩٩٩ م ، إعتماداً على بيانات يومية لعدد ١٠٠ محطة مناخية ، أن هناك إتجاهًا عامًا في أوروبا نحو الإحترار ، خاصة خلال الفترة ١٩٧٦ -١٩٩٩ م ، وأظهرت نتائجه زيادة التطرف الحراري للأيام الدافئة و نقصان التطرف الحراري للأيام الباردة.
- أهتم (Hurrell. J.W., 1995) في دراسته البحثية بالإتجاهات العقدية لتذبذبات المنخفضات الجوية فوق شمال الأطلنطي و العلاقة بين درجات الحرارة و التساقطات الإقليمية و تأثرها ببيانات النواة الجليدية في جرينلاند والمرتبطة بالتغيرات المناخية العقدية الكبيرة فوق شمال المحيط الاطلسي ، وأكد إرتباطها بمصدر رئيسي للتقلبات المنخفضة التردد، و هو تذبذب شمال الأطلسي على مدى العقد الماضي ، مما ساهم في دفء الشتاء.
- أهتم (Bodansk.Daniel,1993) في دراسته عن التغيرات المناخية محليًا وإقليميًا ، بالنماذج المناخية في التنبؤ بظاهرة الإحتباس الحراري حيث أعتمد على تقدير الغازات الدفيئة ، و أبرزت النتائج أن المشكلة تضاعفت بشكل خطير، مما زاد من تقدير تأثير الإحترار بزيادة نشاط الغازات الدفيئة .
- **أما الدراسات المناخية الإقليمية و المحلية فمن بينها ما يلي:**
- اتضح من دراسة (الفضلي ،سعود عبد العزيز & الحسان ، أحمد جاسم ، ٢٠١١) ، تكرار ظاهرة التطرف الحراري خلال فصل الصيف من ١٩٩٩١-٢٠٠٠، و أوضحا تكرار الموجة الحارة لأكثر من ٦٢ مرة مع التأثر بمنخفض الهند الموسمي.
- اهتم (أسماعيل ، سليمان عبدالله ، ٢٠١٧) بدراسة تغير مؤشرات درجات الحرارة في مدينة السليمانية، و أظهرت النتائج زيادة في الأيام الحارة و الليالي الحارة و أيام الصيف .
- أبرزت الدراسة البحثية التي أعدها (حسن ، كاظم عبد الوهاب و آخرون ٢٠١٩) تأثير التغيرات المناخية في تحديد أساليب إدارة الموارد المائية في محافظة البصرة ووضوح آثارها السلبية على المساحات المزروعة بالمحاصيل الإستراتيجية و القطاعات الإقتصادية الأخرى .

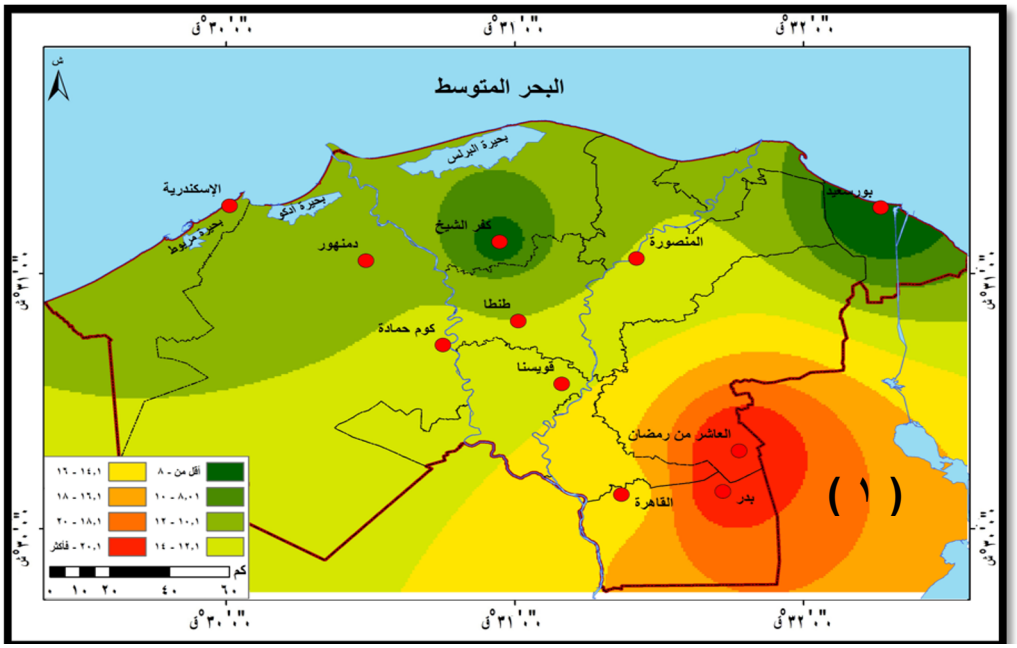
- تناولت دراسة (عثمان، أسمهان على المختار ، ٢٠٢٢) مقارنة معدلات درجة الحرارة العظمى الشهرية و الفصلية مع البيانات المنمذجة بواسطة SDSM في حساب إتجاهات التغير و الإنحدار الخطي البسيط وفق مجموعة من السيناريوهات المتوقعة .
- كما أستهدفت دراسة (أبو راضي ، فتحي عبد العزيز ، ١٩٧٢) إبراز التأثيرالإيجابي و السلبي لعناصر المناخ على الجوانب البيئية للدلتا في مصر.
- اهتم (يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف ،١٩٨٢) بدراسة التغير طويل الأمد في المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة العظمى و الصغرى و اليومية خلال الفترة ١٩٠٠-١٩٧٤ ، و ايضًا الإتجاهات العامة لدرجات الحرارة ، و ما طرأ عليها من فترات إرتفاع و إنخفاض.
- كما درس (يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف ،١٩٩٨) الإتجاه العام لدرجات الحرارة في منطقة الإحساء بالمملكة العربية السعودية خلال عشرين عامًا (١٩٧٣-١٩٩٢) ، و أظهرت نتائج الدراسة إتجاه درجات الحرارة نحو الهبوط ، حيث أوضح مرجعية السبب إنخفاض السطوع الشمسي و الطاقة الشمسية الواصلة لسطح الأرض.
- تناولت دراسة (عباس عبد الراضي ،وليد ، ٢٠٠٩) مقدار التغير في الإتجاه العام لعناصر المناخ خلال الفترة من (١٩٦١- ١٩٩٧) ، و تحديد أسباب هذا التغير.
- استهدف (إبراهيم ،محمد عبد العال ، ٢٠١٨) دراسة التباين المكاني لمعدلات التطرف الحراري اليومية ، و علاقتها الإرتباطية ببعض أنماط الدورات الهوائية العامة العالمية و الإقليمية.

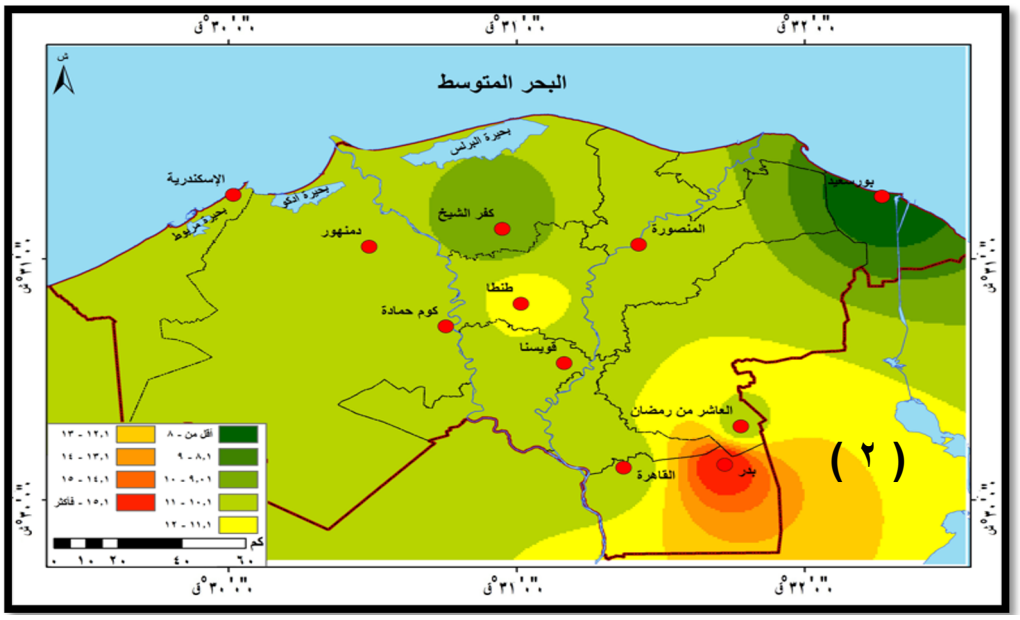
نستخلص من هذا أن جميع الدراسات إعتمدت على حساب بعض مقاييس التشتت لإبراز تطرفات درجات الحرارة ولذا تعد هذه الدراسة من الدراسات الجغرافية الحديثة و الهامة، التي تطرقت لإستخدام آلية بناء نموذج للتنبؤ ARIMA لتغير درجات الحرارة في محطات الدلتا المصرية مع إستخدام بيانات مناخية حديثة ، بالإضافة إلى تطبيق آليات المؤشرات الاحصائية ذات الاهمية للتنبؤ ، حيث أصبح التنبؤ المستقبلي محور إهتمام العالم في وقتنا الحالي لمواجهة أى تحديات مناخية تؤثر سلبًا على قطاعات البيئة المختلفة.

أما عن تساؤلات الدراسة فهى كالتالي:

١) ما مدى دقة نموذج التنبؤ ARIMA بالإعتماد على منهجية Box-Jenkins(B-J) في توفير مؤشرات بناءة لمتخذي القرارت.

٢) ما هى الحلول و المقترحات الممكنة لمواجهة تحديات تغيير درجات الحرارة المؤثرة على بعض قطاعات البيئة .





- المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والأحصاء، حدود المحافظات،٢٠٢٢، باستخدام برنامج (ArcGIS)، تحليل الباحثة لبيانات مناخية لفترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠٢٣)، موقع ناسا للبيانات.

شكل (٤) الإختلاف النسبي لمعدلات درجات الحرارة العظمي صيفًا رقم ١ و درجات الحرارة الصغرى شتاءًا رقم٢ في منطقة الدراسة

الفرضيات :

١) تؤكد التوقعات والتنبؤات الإحصائية في الأعوام القادمة إختلاف درجات الحرارة و إتخاذها إتجاهًا صاعدًا لتأثرها بعوامل مناخية وجغرافية لها أثرواضح على البيئة.
٢) إعطاء نموذجARIMA نتائج بناءًه في التحليل والتنبؤ بالسلسلة الزمنية للمتغيرات الأحادية لعناصر المناخ
٣) وجود تأثير سلبي لدرجات الحرارة (العظمى والصغرى)نتيجة تباين معامل الأختلاف على قطاعات البيئة تقف حائل في وجه التنمية.

أهداف الدراسة:

١) إجراء دراسة إحصائية تحليلية عن صحة وجود إختلاف و تغيير في مؤشر الإتجاه العام لدرجات الحرارة.
٢) اثبات أهمية إستخدام نموذج التنبؤ ARIMA بدقة منهجية Box-Jenkins(B-J) من عدمه في توفير مؤشرات دقيقة للمخطط ، مما يجعله قادرًا على وضع الخطط المستقبلية المناسبة لمواجهة أى تغيير .
٣) وضع الحلول والمقترحات لمواجهة التحديات المؤثرة على القطاع (الصحي ، الأمن الغذائي ، الكهرباء) لمن يهمه الأمر من متخذي القرار.

منهجية و أساليب الدراسة :

إعتمدت معالجة موضوع الدراسة على المنهج الإقليمي : حيث تم إستخدام آلية نموذج آريما لتحليل تغير درجات الحرارة العظمى و الصغرى بعد معرفة أكثر الأماكن و أقلها تغيرًا حراريًا بإقليم الدلتا في مصرخلال فترة الدراسة (١٩٨٥-٢٠٢٣) . شكل (٤) بالإضافة للمنهج الوصفي التحليلي حيث يعتمد على الإحصائيات الرياضية في تحليل مقاييس التشتت [٢]وتحليل إختبار (T) للتحقق من دقة البيانات و والاعتماد على برامج (Mintab Stastical Software21.2 و SPSS 26) في تحليل البيانات و رسم الأشكال البيانية، كما استند البحث على بيانات عدد (إحدى عشر) محطة رصد جوي سطحية، تغطي منطقة الدراسة إعتمادًا على بيانات الهيئة العامة للارصاد الجوية ،و موقع وكالة ناسا كما في جدول (١) و شكل (٣)، ، و نظرًا لأهمية هذه المقاييس و استخدامها في عمليات النمذجة المستقبلية بواسطة بإستخدام ARIMA Model Nonseasonal في خمس محطات مختارة بالإعتماد على بيانات يومية حسب مواقع الانتشار بحساب:

- دالة الإرتباط الذاتي Autocorrelation Function(ACF)
- دالة الإرتباط الذاتي الجزئي Partial Autocorrelation Function(PACF)
- تحليل المتوسط المتحرك المتكامل للإنحدار الذاتي : (AutoRegressive Integrated Moving Average ARIMA)

[٢]) هي مقاييس عددية تستخدم لقياس درجة تجانس أوتشتت مفردات البيانات عن بعضها البعض ، ووصف و مقارنة مجموعات البيانات المختلفة . للمزيد يرجى الرجوع إلى (مركزالإحصاء ،٢٠٢١، ص ص ١٦-٢٣)& (خليل ، شرف الدين ، ٢٠٢٢ ، ص ص ٦٠-٦٣)

- بناء التقديرات المقترحة للمعاملات في بناء النموذج ، ثم حساب خطوة الفحص لتحديد أفضل وأنسب نموذج بين درجات الإرتباط و قيمة (P) المعنوية ، و حساب التنبؤ المعتمد على المقترحات البناءة للنموذج ،حيث يستخدم كآلية لمتخذي القرار في التنبؤات المستقبلية بالإضافة لاقتراح بعض الحلول الممكنة التي يمكن تطبيقها ، لمواجهة التحديات المؤثرة على البيئة، بالإضافة إلى رسم الأشكال الكارتوجرافية بإستخدام البرامج التالية: (Google Earth Pro & Arc Map 10.5 data.nasa.gov&) في تحديد مواقع المحطات فلكياً وجغرافيا ومساحيًا و برنامج (ASPOSE) في تحويل الإحداثيات من النظام العشري إلى النظام الستيني.

مصادر الدراسة :

إعتمدت الدراسة على العديد من المواقع منها :

- ❖ الرقمية المناخية المفتوحة و المتاحة عبر شبكة الإنترنت والمتمثلة في الرصدات السينبوتيكية اليومية من مواقع (NOAA, NASA, ACUU Weather)
- ❖ الزيارة الميدانية حيث اقتصرت على مقابلات شخصية مع مسؤولي بالهيئة العامة للأرصاد الجوية الزراعية[٣]. و استشاري التغيرات المناخية بالأمم المتحدة[٤].هذا بالإضافة إلى المشاهدات أو الملاحظات الميدانية .

عناصر الدراسة :

أولًا: تحليل البيانات الاحصائية.
ثانيًا: آلية نموذج ARIMA [٥] للتنبؤ بتغيردرجات الحرارة في محطات الدلتا المصرية
ثالثًا: طرق التكيف لمواجهة التحديات المؤثرةعلى بعض قطاعات البيئة .

[٣] التواصل الهاتفي مع د.محمد على فهيم ، مستشار وزير الزراعة و إستصلاح الأراضي و رئيس مركز معلومات تغير المناخ بهيئة الارصاد الزراعية ٢٠٢٢/١٠/٥

[٤] التواصل الهاتفي مع د. سمير طنطاوي أستشاري المناخ و مندوب بالأمم المتحدة وخبير بوزارة البيئة.٢٠٢٢/١٠/١٠

[٥] نموذج ARIMA : Autoregressive integrated moving average نموذج الإنحدار الذاتي و المتوسط المتحرك

$$Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \ldots + \varphi_p Y_{t-p} + A_t + \theta_1 A_{t-1} + \ldots + \theta_q A_{t-q}$$

و يشار إلى هذا النموذج بـــ ARIMA من الرتبة (p , q) حيث يشير الحرف p إلى رتبة الإنحدار الذاتي ، و يشير الحرف q إلى رتبة المتوسط المتحرك

أولًا: تحليل البيانات الاحصائية:-

تعتمد هذه الدراسة على الاسلوب الاحصائي المتقدم ذو الاهمية في التنبؤ وتقديره لتغير درجات الحرارة [6] و الذي يتمثل في الآتي :

١) إختبار T [7] للمقارنة بين المتوسطات الحسابية لعينتين
٢) الإتجاه العام لخط الانحدار

جدول (٢) نتائج اختبار (ت) تبعاً لفترتين زمنيتين (اولى و ثانية) خلال فترة الدراسة (١٩٨٦-٢٠٢٢)

المحطة	المقياس / الفترة الزمنية	عدد السنوات	درجات الحرارة العظمى (م.) المتوسط	الإنحراف المعياري	قيمة Levenes	مستوى الثقة فوق ٩٥%	قيمة اختبار (ت)	القيمة الإحتمالية	الدلالة الاحصائية	درجات الحرارة الصغرى (م.) المتوسط	الإنحراف المعياري	قيمة Levenes	مستوى الثقة فوق ٩٥%	قيمة اختبار (ت)	القيمة الإحتمالية	الدلالة الاحصائية
كفر الشيخ	الأولى	١٨	٢٤,١٧٠	٠,٣٣٠	٠,٢٢٤	٠,١٧٧-	٣,٣٣٤-	٠,٠٠٢	دال احصائيا	١٨,٣٣٥	٠,٣٢	٠,٢٨٦	٠,٣٧٩-	٥,٢١٢	٠,٠٠٠	دال احصائيا
	الثانية	١٩	٢٤,٦٣٠	٠,٤٨٥						١٨,٩٥٦	٠,٤٠٢					
طنطا	الأولى	١٨	٢٩,٨٦٨	٠,٤٥١	٠,٤١٩	٠,٠٢٥٦	١,٨٩٣-	٠,٠٦٧		١٥,١١٤	٠,٣٢٨	٠,١٤٤	٠,٢٦-	٣,٧٩٣-	٠,٠٠١	
	الثانية	١٩	٣٠,٢٢٠	٠,٦٥٦						١٥,٦٧٤	٠,٥٣٨					
كوم حمادة	الأولى	١٨	٢٩,٨٩٨	٠,٤٥٩	٠,٣٧٨	٠	١,٣٨٢-	٠,١٧٦		١٤,٧٤٤	٠,٣٢٨	٠,١٢٧	٠,٢٨٤-	٤,١١٢-	٠,٠٠٠	
	الثانية	١٩	٣٠,١٥٦	٠,٦٦٤						١٥,٣٠٥	٠,٤٨٩					
بدر	الأولى	١٨	٢٧,٣٩٩	٢,٥٩٢	٠,٨٦٤	١,٥١٢	٠,٥٩٧-	٠,٥٥٤		١٢,٧٦	١,٨٠٧	٠,٩٧٧	٠,٥٦٥١	١,٠٨-	٠,٢٨٨	
	الثانية	١٩	٢٧,٨٧٩	٢,٣٦٢						١٣,٤٠٤	١,٨٦٥					
القاهرة	الأولى	١٨	٢٩,٤٤٥	٠,٤٨٢	٠,٦٦٩	٠,١٠٣١	١,٣٨٢-	٠,١٧٦		١٤,٧٤٤	٠,٣٢٨	٠,٣٤٥	٠,٣٢-	٤,١١٢-	٠,٠٠٠	
	الثانية	١٩	٢٩,٧٢٩	٠,٦٥٩						١٥,٣٠٥	٠,٤٨٩					

- المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على البيانات اليومية لدرجات الحرارة باستخدام برنامج SPSS 26 -https:// data.nasa.gov/Earth-Science/Surface ٢٠٢٢/٤&12/2023

- قيمة Levenes : تم الأعتماد على نتائج تساوي التجانس عند Levenes كمؤشر موجب أكبر من مستوى دلالة (٠,٠٥) لاختيار العينات المستقلة لاختبار (T) .

[6]) يرتبط التغير الحراري إرتباطًا و ثيقًا بالتغير المناخي حيث تتمثل التغيرات المناخية بشكل فعال بتغيرات درجة الحرارة (عيسي خيرالله، ٢٠١٩ ، ص ٦٢)

معادلة إختبار (ت) $$t = \frac{\overline{D} - 0}{s_{\overline{D}}} = \frac{\overline{D} - 0}{\frac{s_D}{\sqrt{N}}}$$

[7]) David C. Howell,2010. P 197

١) إختبار T للمقارنة بين المتوسطات الحسابية لعينتين

تم إجراء اختبار(ت) لعينتين مرتبطين Paired samples T-Test في خمس محطات مختارة لتطبيق الإختبار على درجات الحرارة العظمى و الصغرى ، مقسمة لفترتين زمنيتين ، الأولى (١٩٨٦ -٢٠٠٤)، والثانية (٢٠٠٥- ٢٠٢٢) ، و بعد التأكد من تطبيق الإختبار جدول (٢) كانت النتائج كالتالي :

توجد فروق ذات دلالة إحصائية لدرجات الحرارة العظمى بين الفترتين الأولى و الثانية لصالح الأخيرة في محطات منطقة الدراسة ليصل الفرق بين الفترتين نحو (٠,٤٦، ٠,٦٥ ،٠,٧٤ ، ٠,٤٨ ، ٠,٢٨ °م) في كلٍ من كفر الشيخ ، طنطا ، كوم حمادة ، بدر و القاهرة بالترتيب، و قدرت قيمة اختبار (ت) لدرجات الحرارة العظمى أقل من مستوى القيمة المجدولة سالب أو موجب (٢) ، إذ بلغت (-١,٨٩٣ ، -١,٣٨٢ ، -٠,٥٩٧ ، -١,٣٨٢) بقيم ذات دلالة إحتمالية بلغت (٠,٠٦٧ ، ٠,١٧٦ ، ٠,٥٥٤ ، ٠,١٧٦) في كلٍ من طنطا ، كوم حمادة ، بدر و القاهرة بالترتيب و هذه القيم الاحتمالية للاختبار أقل من أو تساوي مستوى الدلالة (٠,٥) تفسير هذا أنه كلما قلت القيم الإحتمالية للإختبار كلما زادت درجات الحرارة في الفصل الحار مما يؤكد أن درجات الحرارة تأخذ في الإرتفاع خلال الفترة الثانية و ستزداد معها عدد موجات الحر صيفًا.

كما توجد فروق ذات دلالة إحصائية لدرجات الحرارة الصغرى بين الفترتين الأولى و الثانية لصالح الثانية في محطات منطقة الدراسة ليصل الفرق بين الفترتين نحو (٠,٣٢ ، ٠,٥٦ ، ٠,٥٦ ، ٠,٦٤ ، ٠,٥٦ °م) في كلٍ من كفر الشيخ ، طنطا ، كوم حمادة ، بدر و القاهرة بالترتيب، و قدرت قيمة اختبار (ت) لدرجات الحرارة الصغرى أكبرمن مستوى القيمة المجدولة (-٢) ، إذ بلغت (-٥,٢١٢، -٣,٧٩٣ ، -٤,١١٢ ، -٤,١١٢) بقيم ذات دلالة إحتمالية أقل من مستوى الدلالة المعنوى (٠,٠٥) فى كلٍ من كفر الشيخ ، طنطا ، كوم حمادة و القاهرة بالترتيب ، تفسير هذا أنه كلما قلت القيم الإحتمالية للإختبار كلما زادت درجات الحرارة في الفصل البارد مما يؤكد أن درجات الحرارة تأخذ في الإرتفاع خلال الفترة الثانية مما يؤكد الدفء النسبي شتاءً.

بينما نجد مدينة بدر المدينة الهامشية للدلتا تصل فيها الإحتمالية (٠,٢٨٨) أكبر من مستوى الدلالة (٠,٠٥) ويؤكد هذا أن درجات الحرارة تنخفض خلال الفترة الثانية بشكل واضح شتاءًا و مرجع هذا تطرف بدر في النطاق الهامشي الصحراوي بلإضافة لزيادة المدى الحرارى السنوى .

بناءًا علي ما سبق لوحظ وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥ ، ٠,٥) بمستوى ثقة ٩٥٪ في جميع المحطات المختارة تؤكد إرتفاع درجات الحرارة العظمى و الصغرى عن معدلاتها خلال الفترة الثانية ، مما يؤكد وجود تغيير لدرجات الحرارة عن الفترة الاولى تبعًا لوجود فروق بين المتوسطين لصالح الفترة الاخيرة بنحو يصل إلى نصف درجة تقريبًا .

٢) الإتجاه العام لمعدلات درجات الحرارة صيفًا و شتاءًا :

تم تحليل السلسلة الزمنية وتعيين الإتجاه العام لدرجتي الحرارة العظمى صيفًا والصغرى شتاءًا خلال فترة الدراسة لكل محطة على حدة بهدف قياس إنحراف السلسلة عن الإتجاه العام واستخدامها في تقدير التغيرات الموسمية والدورية، وللمقارنة بين اتجاهات السلاسل الزمنية والتنبؤ بالإتجاه نحو المستقبل وللتأكد من هذه الخطوة تم تقسيم البيانات للسنوات (١٩٨٥-٢٠٢٣ شتاءًا) (١٩٨٦-٢٠٢٢ صيفًا) إلى أربع مجموعات وذلك بإيجاد الوسط الحسابي والإنحراف المعياري لكل مجموعة على حدة. ويتضح من الجدول (٣) ما يأتي:

جدول (٣) الوسط الحسابي والإنحراف المعياري للمجموعات الأربعة خلال الفترة (١٩٨٦-٢٠٢٢)

المحطة	الفترة الزمنية	صيفًا			شتاءً		
		درجات الحرارة العظمى (°م)			درجات الحرارة الصغرى (°م)		
		المعدل	التباين	الانحراف المعياري	المعدل	التباين	الانحراف المعياري
كفر الشيخ	١٩٨٥-١٩٩٥	٢٩,٩	٠,٣	٠,٥	١٣,١	٠,٦	٠,٨
	١٩٩٦-٢٠٠٤	٢٩,٩	٠,٢	٠,٤	١٣,٥	٠,٩	٠,٣
	٢٠٠٥-٢٠١٣	٣٠,١	٠,٣	٠,٥	١٣,٨	٠,٣	٠,٥
	٢٠١٤-٢٠٢٢	٣٠,٢	٠,١	٠,٣	١٣,٨	٠,٤	٠,٦
طنطا	١٩٨٥-١٩٩٥	٣٨,٢	٠,٣	٠,٦	٨,٩	١,٠	١,٠
	١٩٩٦-٢٠٠٤	٣٨,٣	٠,٢	٠,٤	٩,٢	١,٠	٠,٣
	٢٠٠٥-٢٠١٣	٣٨,٤	٠,٤	٠,٦	٩,٥	٠,٤	٠,٧
	٢٠١٤-٢٠٢٢	٣٨,٣	٠,٢	٠,٤	٩,٣	٠,٧	٠,٨
كوم حمادة	١٩٨٥-١٩٩٥	٣٨,٤	١,١	٠,٦	٨,١	٠,٦	٠,٩
	١٩٩٦-٢٠٠٤	٣٨,٦	٠,١	٠,٤	٨,٦	٠,١	٠,٣
	٢٠٠٥-٢٠١٣	٣٨,٥	٠,٢	٠,٥	٨,٧	٠,٦	٠,٨
	٢٠١٤-٢٠٢٢	٣٨,٤	٠,١	٠,٣	٨,٨	٠,٦	٠,٨
بدر	١٩٨٥-١٩٩٥	٣٦,٢	٠,٣	٠,٦	٦,٣	٠,٨	٠,٩
	١٩٩٦-٢٠٠٤	٣٦,٧	٠,٢	٠,٥	٦,٩	٠,٢	٠,٤
	٢٠٠٥-٢٠١٣	٣٦,٦	٠,٣	٠,٦	٧,٢	١,١	١,١
	٢٠١٤-٢٠٢٢	٣٦,٧	٠,١	٠,٣	٧,١	٠,٨	٠,٩
القاهرة	١٩٨٥-١٩٩٥	٣٨,٠	٠,٤	٠,٦	٧,٣	٠,٩	١
	١٩٩٦-٢٠٠٤	٣٨,٢	٠,٢	٠,٤	٧,٧	٠,١	٠,٣
	٢٠٠٥-٢٠١٣	٣٨,١	٠,٢	٠,٥	٨,١	٠,١	١
	٢٠١٤-٢٠٢٢	٣٨,١	٠,١	٠,٣	٨,١	٠,٨	٠,٩

- المصدر: من حساب الباحثة اعتمادًا على بيانات موقع ناسا.
https:// data.nasa.gov/Earth-Science/Surface ٢٠٢٢/٤&12/2023

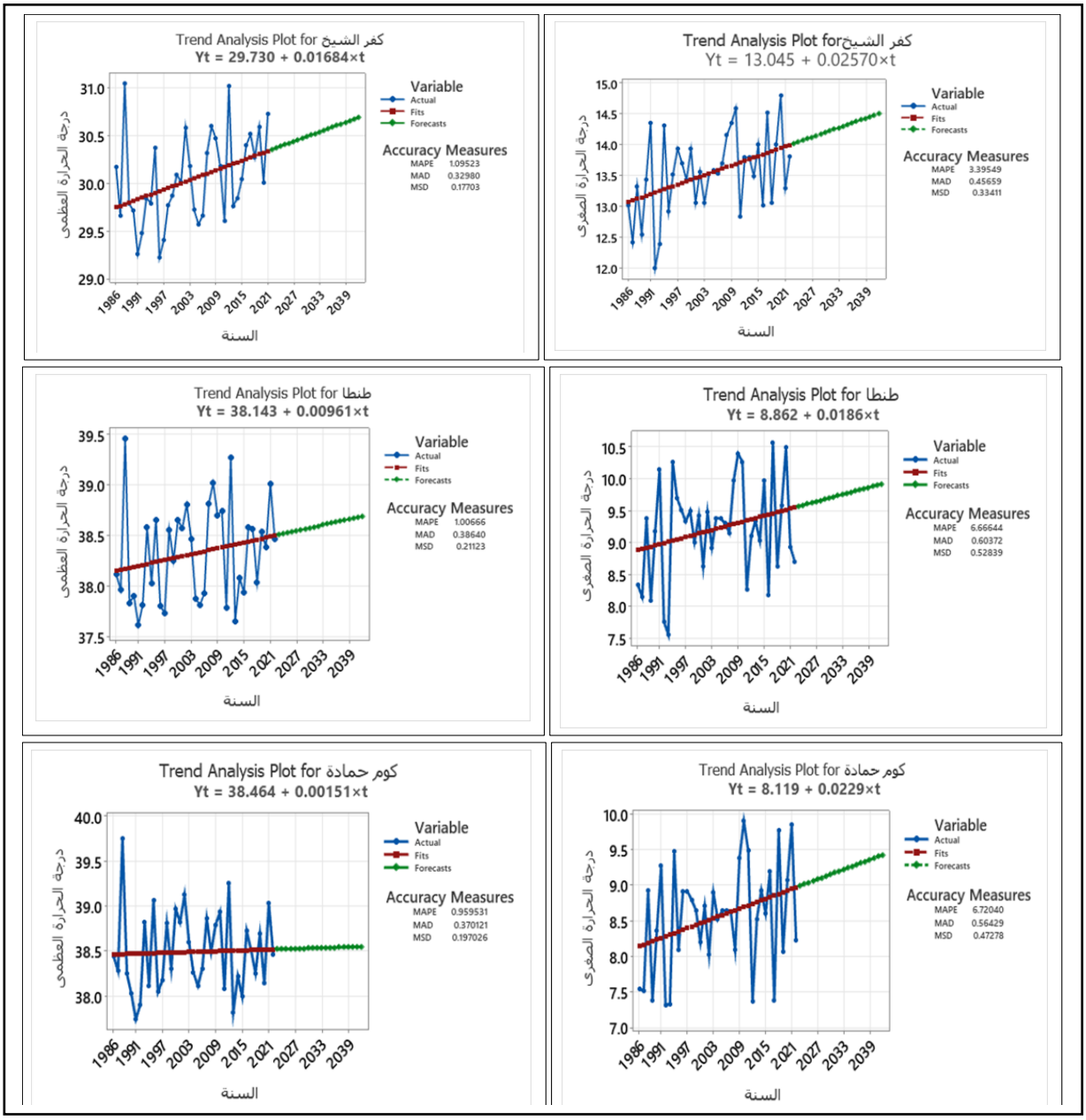
تفاوت قيم المعدلات الحرارية في الأقسام الأربعة لكل محطة ،إذ يسجل معدل الإتجاه العام (١٣,١°م) لدرجة الحرارة الصغرى شتاءًا في كفر الشيخ للفترة من (١٩٨٥-١٩٩٥م) بتباين (٠,٦°م) و انحراف معياري (٠,٨°م)، على حين عاود الإتجاه نحو الإرتفاع مسجلًا (١٣,٨°م) خلال الفترتين من (٢٠٠٥-٢٠١٣م)& (٢٠١٤-٢٠٢٢م) بتباين يتراوح ما بين (٠,٣ - ٠,٤°م) و بإنحراف معياري (٠,٥ - ٠,٦°م) و بهذا يصبح الفرق بين أعلى و أدنى معدل للقيم للفترات المسجلة (٠,٧°م) ، بينما يسجل الإتجاه العام لقيم درجات الحرارة العظمى معدل (٢٩,٩°م) في الفترة (١٩٩٦-٢٠٠٤م) بتباين (٠,٢°م) و انحراف معياري (٠,٤°م) على حين يعاود المعدل في الإرتفاع في الفترة من (٢٠١٤-٢٠٢٢م) مسجلًا (٣٠,٢°م) بتباين (٠,١°م) و إنحراف معياري (٠,٣°م) ، و بهذا يصبح الفرق بين أعلى و أدنى معدل للقيم للفترات المسجلة (٠,٣°م) كما يتضح عدم تشتت قيم المعدل عن الوسط الحسابي ، و عدم تذبذبها في المجموعات الزمنية لمحطات الدراسة المختارة ، مما يؤكد أن الإتجاه العام لمعدلات درجات الحرارة العظمى و الصغرى في فترات الدراسة تأخذ في الإرتفاع .

جدول (٤) التنبؤ بدرجات الحرارة صيفًا و شتاءًا بتحليل خط الإتجاه العام لعشرون عاما من ٢٠٢٣ حتى ٢٠٤٢

درجة الحرارة / عام التنبؤ	كفر الشيخ		طنطا		كوم حمادة		بدر		القاهرة	
	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى	عظمى	صغرى
٢٠٢٣	٣٠,٣٥	١٤,٠٢	٣٨,٥١	٩,٥٧	٣٨,٥٢	٨,٩٩	٣٦,٧٦	٧,٣٩	٣٨,١٦	٨,٣٢
٢٠٢٤	٣٠,٣٧	١٤,٠٥	٣٨,٥٢	٩,٥٩	٣٨,٥٢	٩,٠١	٣٦,٧٧	٧,٤٢	٣٨,١٦	٨,٣٦
٢٠٢٥	٣٠,٣٩	١٤,٠٧	٣٨,٥٣	٩,٦١	٣٨,٥٢	٩,٠٣	٣٦,٧٧	٧,٤٥	٣٨,١٧	٨,٣٩
٢٠٢٦	٣٠,٤٠	١٤,١٠	٣٨,٥٤	٩,٦٢	٣٨,٥٣	٩,٠٦	٣٦,٧٨	٧,٤٧	٣٨,١٧	٨,٤٢
٢٠٢٧	٣٠,٤٢	١٤,١٣	٣٨,٥٥	٩,٦٤	٣٨,٥٣	٩,٠٨	٣٦,٧٩	٧,٥٠	٣٨,١٧	٨,٤٥
٢٠٢٨	٣٠,٤٤	١٤,١٥	٣٨,٥٦	٩,٦٦	٣٨,٥٣	٩,١٠	٣٦,٧٩	٧,٥٣	٣٨,١٨	٨,٤٨
٢٠٢٩	٣٠,٤٥	١٤,١٨	٣٨,٥٧	٩,٦٨	٣٨,٥٣	٩,١٣	٣٦,٨٠	٧,٥٦	٣٨,١٨	٨,٥١
٢٠٣٠	٣٠,٤٧	١٤,٢٠	٣٨,٥٨	٩,٧٠	٣٨,٥٣	٩,١٥	٣٦,٨١	٧,٥٩	٣٨,١٨	٨,٥٤
٢٠٣١	٣٠,٤٩	١٤,٢٣	٣٨,٥٩	٩,٧٢	٣٨,٥٣	٩,١٧	٣٦,٨١	٧,٦١	٣٨,١٩	٨,٥٧
٢٠٣٢	٣٠,٥٠	١٤,٢٥	٣٨,٥٩	٩,٧٤	٣٨,٥٣	٩,١٩	٣٦,٨٢	٧,٦٤	٣٨,١٩	٨,٦١
٢٠٣٣	٣٠,٥٢	١٤,٢٨	٣٨,٦٠	٩,٧٥	٣٨,٥٤	٩,٢٢	٣٦,٨٣	٧,٦٧	٣٨,١٩	٨,٦٤
٢٠٣٤	٣٠,٥٤	١٤,٣١	٣٨,٦١	٩,٧٧	٣٨,٥٤	٩,٢٤	٣٦,٨٣	٧,٧٠	٣٨,٢٠	٨,٦٧
٢٠٣٥	٣٠,٥٥	١٤,٣٣	٣٨,٦٢	٩,٧٩	٣٨,٥٤	٩,٢٦	٣٦,٨٤	٧,٧٣	٣٨,٢٠	٨,٧٠
٢٠٣٦	٣٠,٥٧	١٤,٣٦	٣٨,٦٣	٩,٨١	٣٨,٥٤	٩,٢٩	٣٦,٨٤	٧,٧٥	٣٨,٢٠	٨,٧٣
٢٠٣٧	٣٠,٥٩	١٤,٣٨	٣٨,٦٤	٩,٨٣	٣٨,٥٤	٩,٣١	٣٦,٨٥	٧,٧٨	٣٨,٢٠	٨,٧٦
٢٠٣٨	٣٠,٦١	١٤,٤١	٣٨,٦٥	٩,٨٥	٣٨,٥٤	٩,٣٣	٣٦,٨٦	٧,٨١	٣٨,٢١	٨,٧٩
٢٠٣٩	٣٠,٦٢	١٤,٤٣	٣٨,٦٦	٩,٨٧	٣٨,٥٥	٩,٣٥	٣٦,٨٦	٧,٨٤	٣٨,٢١	٨,٨٢
٢٠٤٠	٣٠,٦٤	١٤,٤٦	٣٨,٦٧	٩,٨٨	٣٨,٥٥	٩,٣٨	٣٦,٨٧	٧,٨٦	٣٨,٢١	٨,٨٦
٢٠٤١	٣٠,٦٦	١٤,٤٨	٣٨,٦٨	٩,٩٠	٣٨,٥٥	٩,٤٠	٣٦,٨٨	٧,٨٩	٣٨,٢٢	٨,٨٩
٢٠٤٢	٣٠,٦٧	١٤,٥١	٣٨,٦٩	٩,٩٢	٣٨,٥٥	٩,٤٢	٣٦,٨٨	٧,٩٢	٣٨,٢٢	٨,٩٢

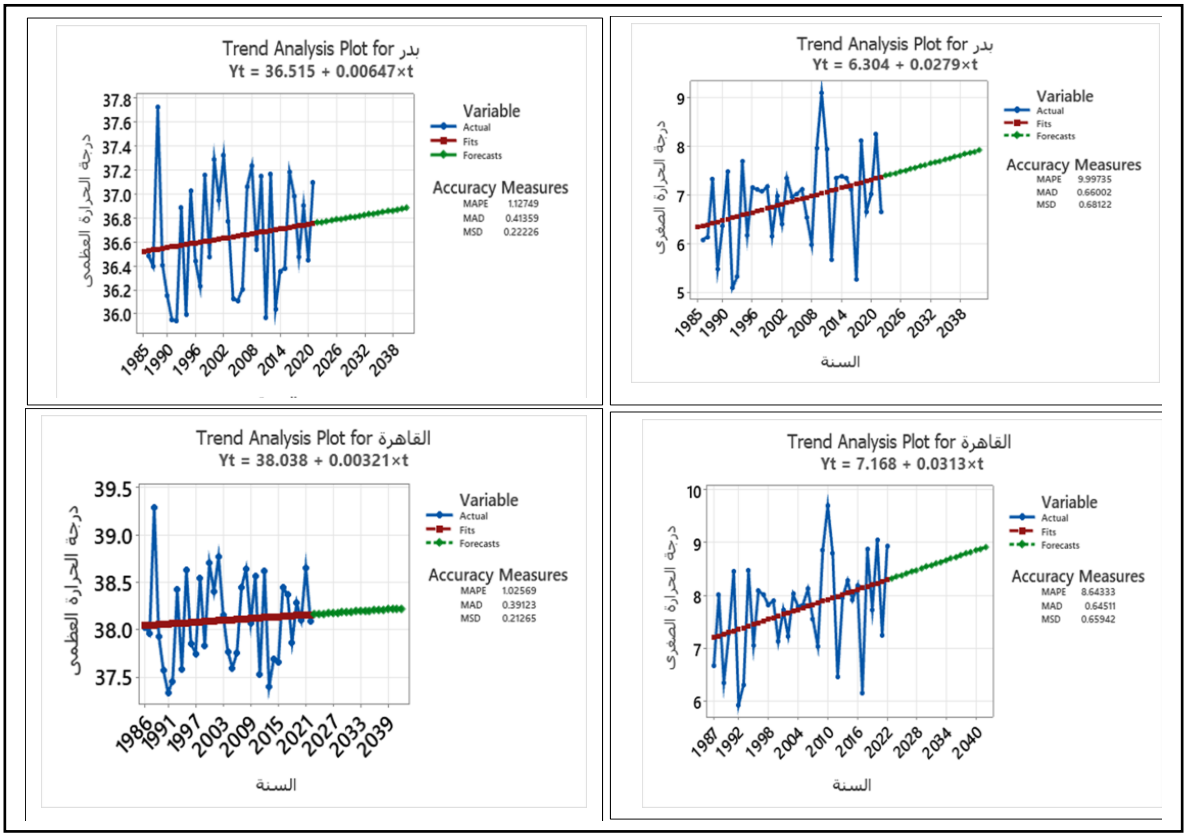
-المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات يومية لدرجات الحرارة ، حيث تم تحليل هذا التنبؤ باستخدام برنامج الاحصاء Mintab Stastical Software21.2

يتضح من تحليل جدول (٤) إتجاه معدلات التنبؤ لدرجات الحرارة نحو الإرتفاع خلال العشرون عامًا القادمة من (٢٠٢٣ حتى ٢٠٤٢) إذ بلغ الفرق بين أدنى و أعلى معدل حُسب لعام التنبؤ من (٢٠٢٣م) حتى (٢٠٤٢م) لدرجات الحرارة العظمى (٠,٣ ، ٠,٢ ، ٠,٠٣، ٠,١ ، ٠,١ مْ) و أيضًا لدرجات الحرارة الصغرى (٠,٥ ، ٠,٣ ، ٠,٥ ، ٠,٥ ، ٠,٦) في كلٍ من كفر الشيخ ، طنطا ، كوم حمادة ، بدر ، القاهرة بالترتيب. و بذلك يكون إرتفاع درجات الحرارة المحرك الرئيس للتغير الواضح في المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة العظمى و الصغرى، وإن كان له الأثر الأكبرفي إتساع ظاهرتي الجفاف و التصحر بأرجاء المنطقة بسبب إرتفاع قيم التبخر و التبخر النتح من أراضي الدلتا ، كذلك إرتفاع درجات الحرارة الصغرى عن المعدل سيرافقه إنحباس حاد في سقوط الأمطار من نتائجه أن يحول معظم الأراضي الزراعية إلى أراضي جافة غير قادرة على الإنتاج.



- المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على جدول (٤) باستخدام برنامج Mintab Stastical

شكل (٥) الاتجاه العام وخط التنبؤ بدرجات الحرارة المتوقعة لدرجات الحرارة العظمى في محطات مختارة



تابع شكل (٥) الاتجاه العام وخط التنبؤ بدرجات الحرارة المتوقعة لدرجات الحرارة العظمى في محطات مختارة

وبدراسة السلاسل الزمنية (Time Series) لمحطات الدراسة لمدة تصل إلى ٣٧عام . يتضح من شكل (٥). مدى التذبذب لبيانات درجات الحرارة العظمى و الصغرى بين ارتفاع و انخفاض من عام لآخر، إلا أن تحليل خط الإتجاه العام (Trend line Analysis) يأخذ إتجاهًا صاعدًا ، يؤكد ارتفاع درجات الحرارة صيفًا و شتاءًا خلال (٢٠عامًا) قادمين **حيث يأخذ خط التنبؤ بدرجات الحرارة المتوقعة لدرجات الحرارة خطًا صاعدًا في السنوات المتتالية .** ومن واقع المشاهدة الميدانية في مدن الدلتا و هوامشها سجل شهري يوليو[٨])وأغسطس عام ٢٠٢٣موجات الأكثر حرارة اطلق عليها مصطلح القبة الحرارية[٩] مما سيولد خطرًا لا يحمد عقباه في المستقبل القريب خاصة أنه مع إرتفاع درجات الحرارة ستتحول مناطق الدلتا إلى

[٨]) من المشاهدة الميدانية ، تم رصد الموجة الأكثر حرارة بدًا من (٢٦إلى ٧/٣١ /٢٠٢٣) لتسجل درجات الحرارة العظمى٣٩˚م و المحسوسة ٤٢ ˚م مع متوسط رطوبة يصل ما بين ٨٥-٩٠٪ في القاهرة .(بيان الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، https://www.almasryalyoum.com/news/details/2941804٢٠٢٣/٧/٢٥)

[٩]) هي منطقة جوية معزولة نوعًا ما ، تتولد نتيجة نشوء منطقة ضغط عالٍ في طبقات الجو العليا (إستراتوسفير) تتسبب بحبس محيط الهواء الساخن اسفل منها . وأكدت هيئة الأرصاد الجوية نفس المعنى إلى أن ظاهرة القبة الحرارية ، هي إمتداد لمرتفع جوي في طبقات الجو العليا و التي تتسبب في دفع الهواء الدافئ إلى السطح ، و تحتجز القبة الحرارية الهواء الساخن في طبقة قريبة من سطح الأرض. . ٢٠٢٣/٧/٢٦ https://www.youm7.com

مناطق أكثر جفافًا ، كما يتبين من دراسة نموذج التنبؤات لتحليل الإتجاه العام جدول (٤) أن هناك إرتفاع في بعض المحطات خلال العشرون عامًا القادمة بزيادة تصل إلى (٠,٢ ° م) لدرجة الحرارة العظمى، و (٠,٣ -٠,٤ ° م) لدرجة الحرارة الصغرى مما يؤكد دفء الشتاء. وهذا يتوافق مع توقع الفريق الحكومي المعني بشأن التغيرات المناخية في تقريره الثالث إرتفاع درجات الحرارة بمعدل (٠,٦ ° م) خلال القرن العشرين و حتي منتصف القرن الحالي ما لم نخفض إنبعاث الغازات الدفيئة وهذا ما تبين من التحليل الإحصائي للإتجاه العام لدرجات الحرارة في مناطق الدلتا .

ثانيًا: آلية نموذج ARIMA للتنبؤ بتغيردرجات الحرارة في محطات الدلتا المصرية:-

يعد التنبؤ الدقيق أساسًا لفهم التطورات الطبيعية و التغيرات في درجات الحرارة إذ أن له أهمية بالغة في المستقبل ، لكونه يوفر لدى المخطط مؤشرات دقيقة تجعله قادرًا على وضع الخطط المستقبلية المناسبة لمواجهة أى تغيير .

سنتناول في السطور التالية نماذج السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة في محطات مختارة من الدلتا المصرية ، و مراحل بنائها متبعين منهجية : Box-Jenkins(B-J) باستخدام نموذج ARIMA لايجاد التوقعات المستقبلية لدرجات الحرارة في الدلتا المصرية . (Anderson, O. D. 1977,p7)

خطوات التنبؤ بإستخدام نموذج ARIMA :

١- الخطوة الاولى: التعرف على النموذج Identification of the model

تم إختبار النموذج للتنبؤ من خلال رسم الدوال ، لمعرفة استقرارية السلسلة بالإضافة إلى تحليل المتوسط المتحرك ولتوجيه الاختيار للمتغيرات الواجب تضمينها في نموذج التنبؤ و ذلك من خلال كلٍ من:

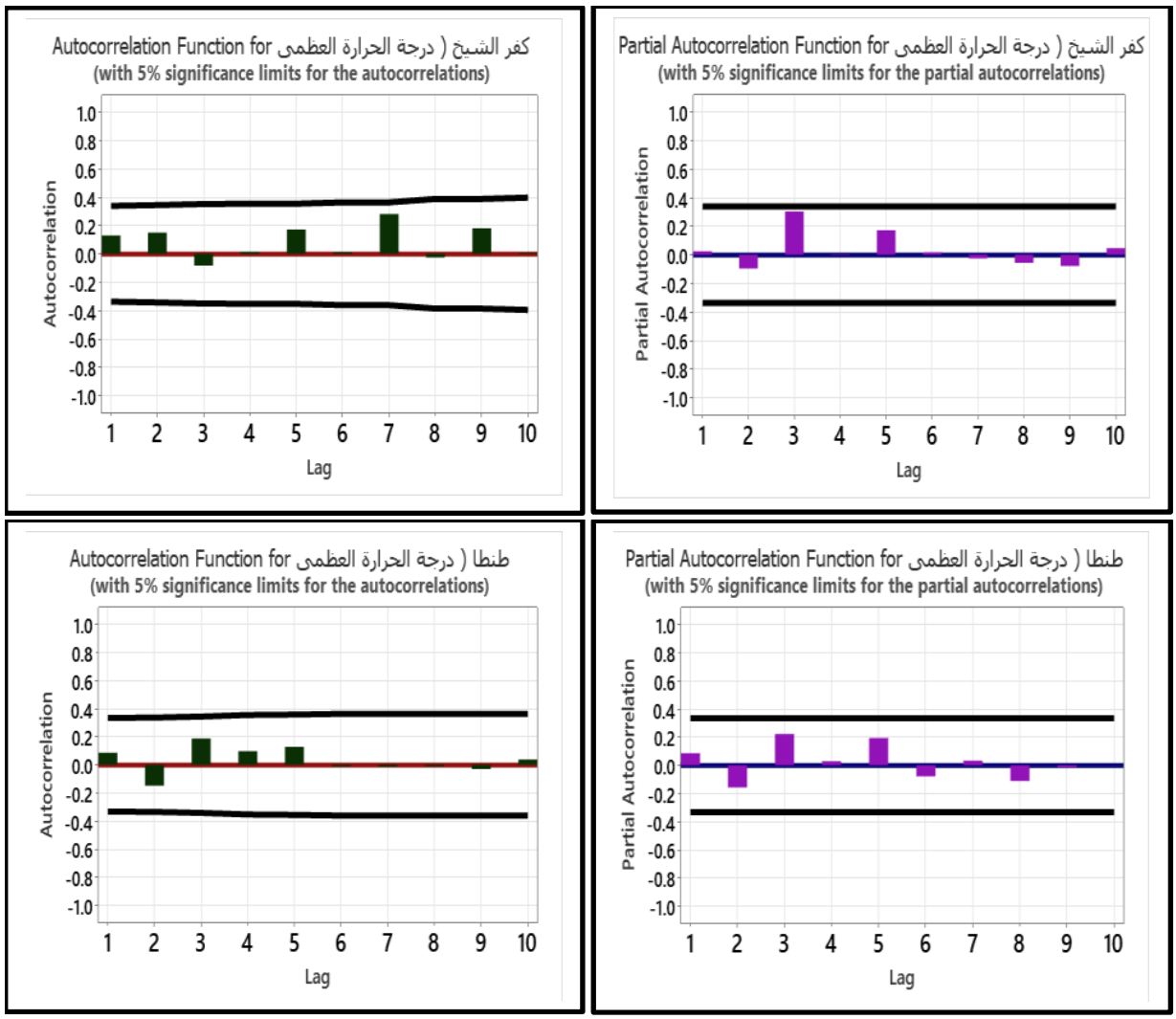
أ) دالة الإرتباط الذاتي Autocorrelation Function(ACF)

ب) دالة الإرتباط الذاتي[١٠] الجزئي Partial Autocorrelation Function(PACF)

تستخم هذه الدوال لتحديد متغيرات درجات الحرارة، مما يساهم في تحسين قدرة نموذج أريما على التنبؤ بالإتجاهات بشكل أكثر فعالية.

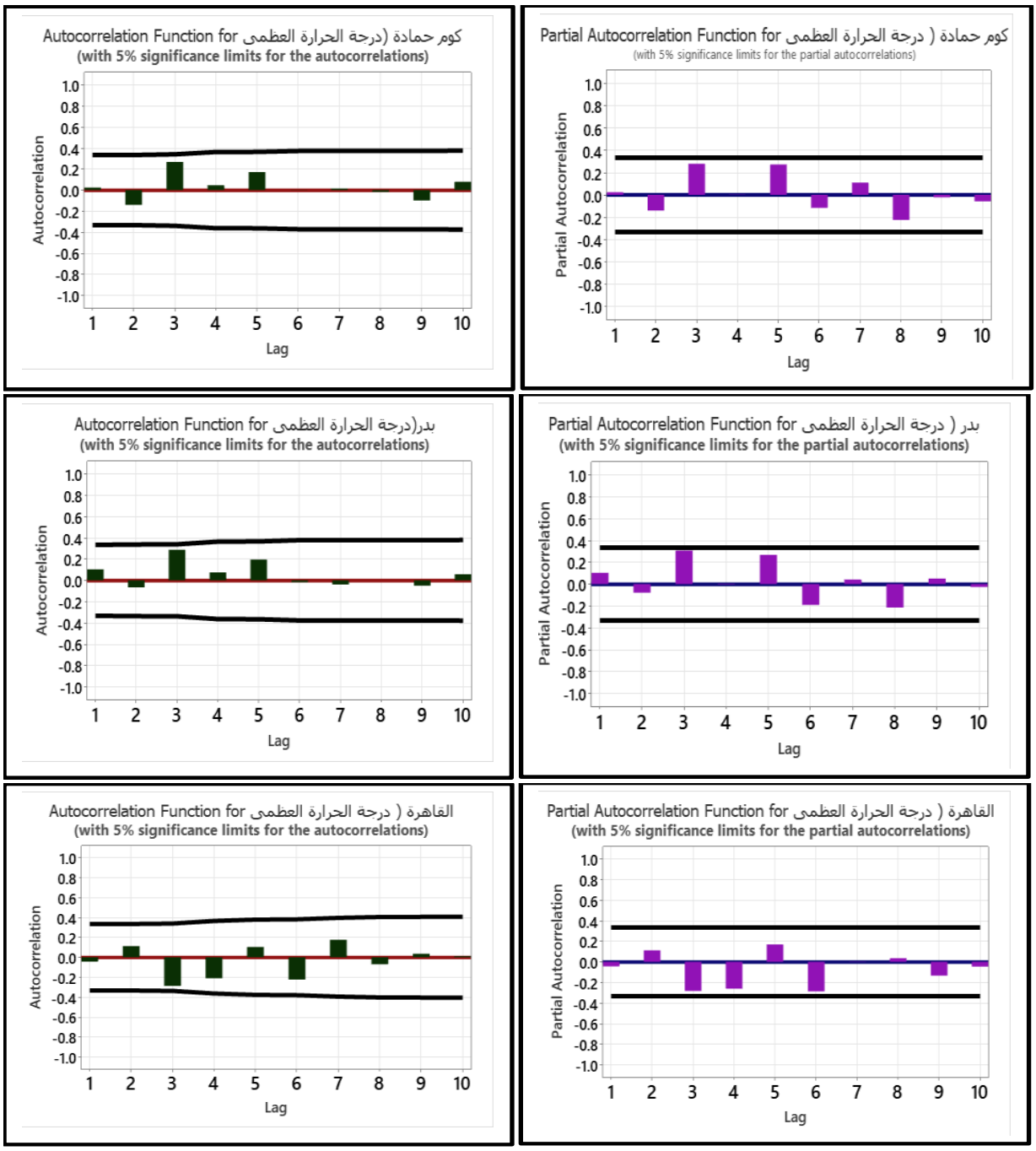
يلاحظ من عرض مخطط الإرتباط الذاتي و الذاتي الجزئي شكل (٦) و (٧) أن نتؤات القيم للدوال تقع داخل مستوى الثقة ٩٥٪ و الذي يؤكد إستقرارية السلسلة الزمنية لبيانات درجات الحرارة (العظمى صيفًا و الصغرى شتاءًا) و عدم وجود فروق كبيرة أو نتؤات بارزة بعد فترات تباطؤ للبيانات من سنة لآخرى ، مما يؤكد عدم وجود إرتباط ذاتي أو جزئي ذات أهمية بين البيانات داخل السلسلة الزمنية مع عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية ، وهذا يوضح دقة البيانات المستخدمة و استقرارية قيم البيانات التي يتم تحليلها لمتغيرات درجات الحرارة .

[١٠]) تعرف بأنها الإقتران الذي يقيس قوة الإرتباط بين البيانات التي تتكون منها السلسلة الزمنية ، مفصولة بعدد المتأخرات (Lags) الداخلة في حزام الأهمية الإحصائية

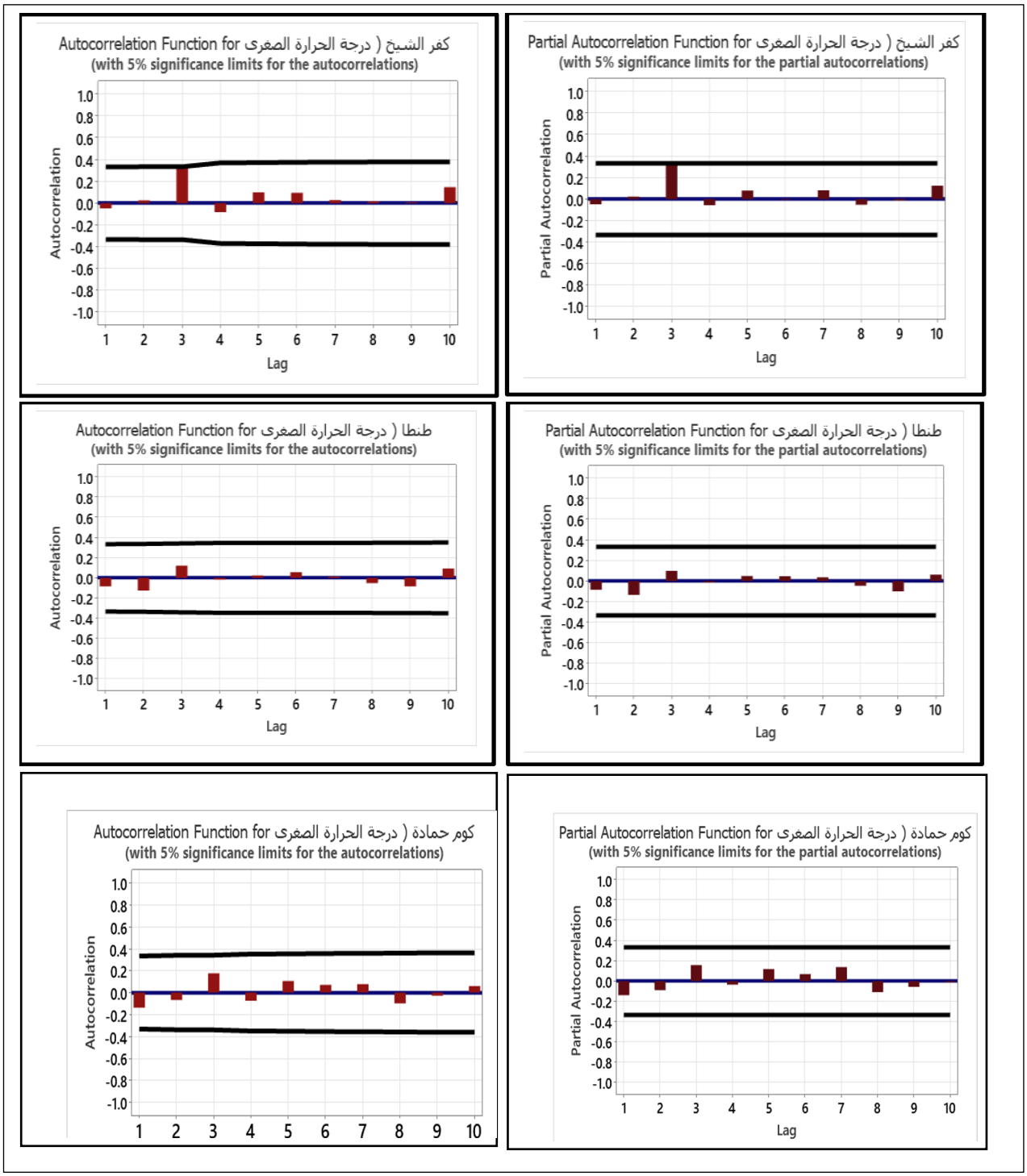


-المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على جدول (٤) باستخدام برنامج Mintab Stastical

شكل (٦) درجات التباطؤ في دالتي الإرتباط الذاتي ، و الإرتباط الذاتي الجزئي لدرجات الحرارة العظمى صيفًا في محطات مختارة للدلتا المصرية بمستوى ثقة ٩٥ %

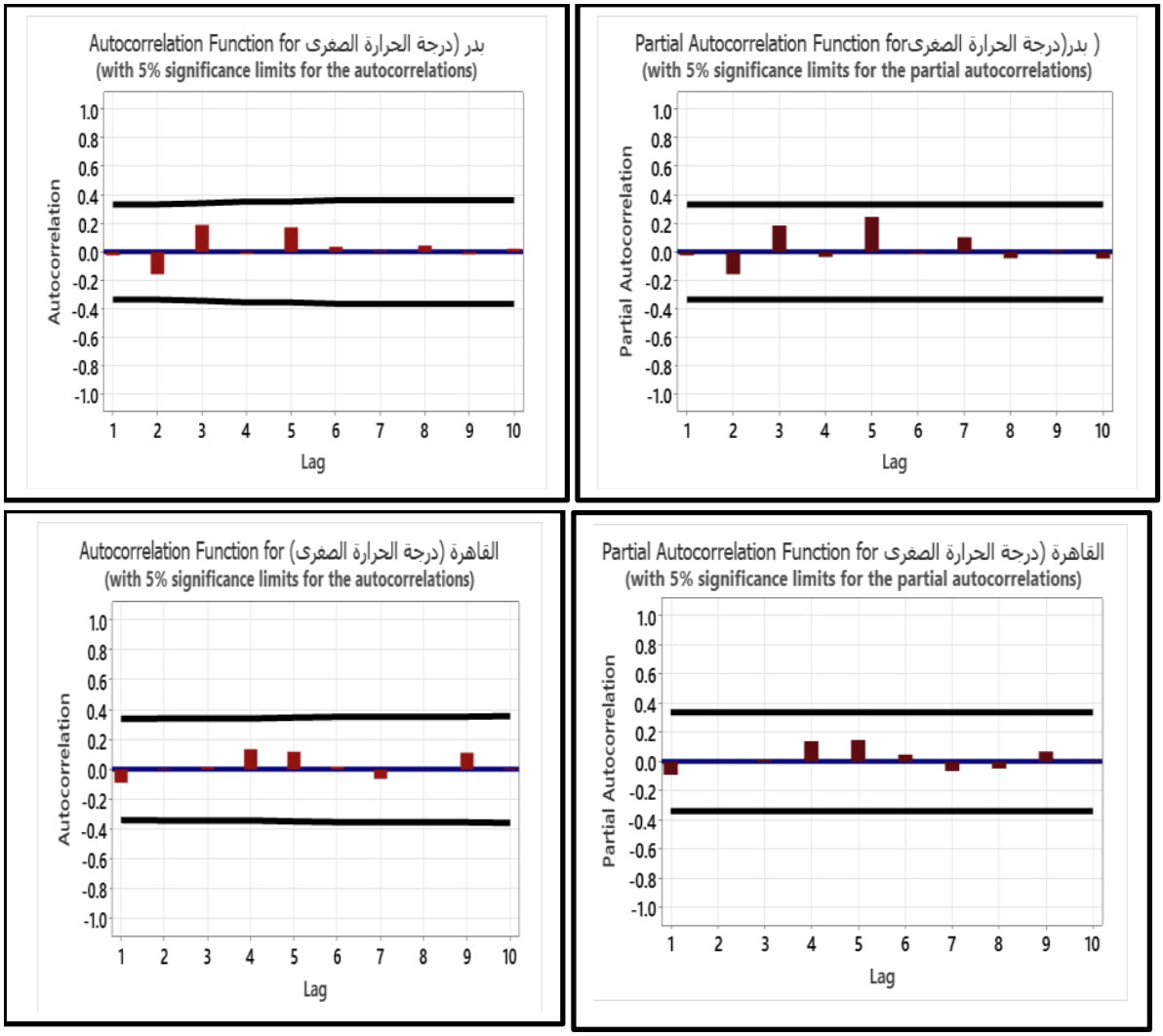


تابع شكل (٦) درجات التباطؤ في دالتي الإرتباط الذاتي ، و الإرتباط الذاتي الجزئي لدرجات الحرارة العظمى صيفًا في محطات مختارة للدلتا المصرية بمستوى ثقة ٩٥ %



-المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على جدول (٤) باستخدام برنامج Mintab Stastical

شكل (٧) درجات التباطؤ في دالتي الإرتباط الذاتي، و الإرتباط الذاتي الجزئي لدرجات الحرارة الصغرى شتاءًا في محطات مختارة للدلتا المصرية بمستوى ثقة ٩٥ %



تابع شكل (٧) درجات التباطؤ في دالتي الإرتباط الذاتي ، و الإرتباط الذاتي الجزئي لدرجات الحرارة الصغرى شتاءًا في محطات مختارة للدلتا المصرية بمستوى ثقة ٩٥ %

نستخلص من الأشكال (٦، ٧) أن عدم وجود نتوءات بارزة في درجات الحرارة العظمى و الصغرى يعكس درجة عالية من عدم التبعية الطويلة الأمد ، إذ أن هذه الإستقلالية تظهر أن تقلبات الطقس الحالية لا تتبع نمطًا محددًا بناءً على ما حدث في الماضي . مما يجعل التوقعات الطويلة الأمد أكثر تعقيدًا

ج) تحليل المتوسط المتحرك المتكامل للإنحدار الذاتي :

(AutoRegressive Integrated Moving Average ARIMA)

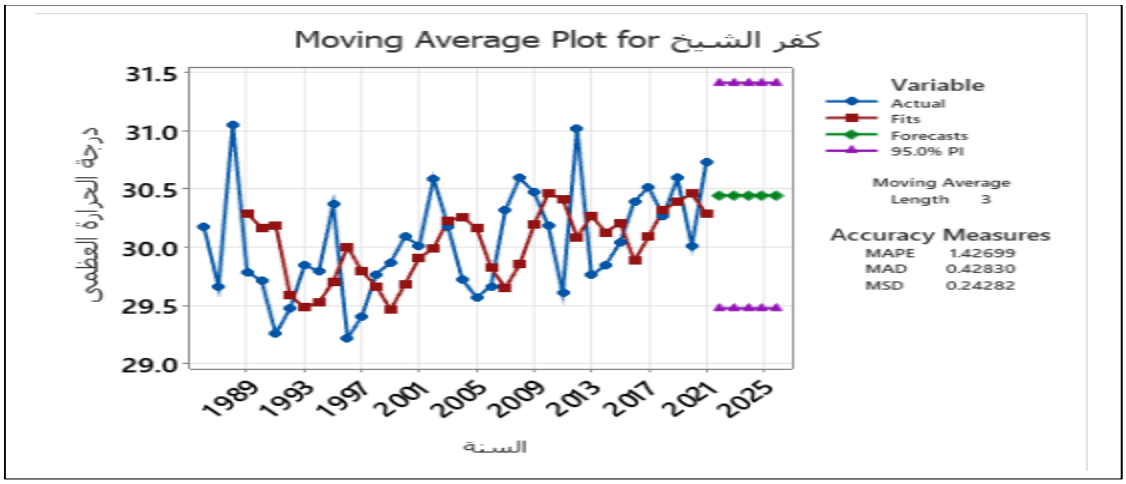
تستخدم المتوسطات المتحركة في تحسين أداء الإنحدار الذاتي في تحليل درجات الحرارة وفهم الإتجاهات متوسطة الأمد وتم تحليل المتوسطات المتحركة لمعدل درجات الحرارة العظمى صيفًا والصغرى شتاءًا، بإستخدام متوسط متحرك بطول(ثلاث سنوات) كأداة إحصائية لفهم الإتجاهات و بإستخدام دقة و تطابق الإنحدار الخطي كانت البيانات صادقة تمامًا مع البيانات المستخدمة و شبه متطابقة مع البيانات المتوقعة.

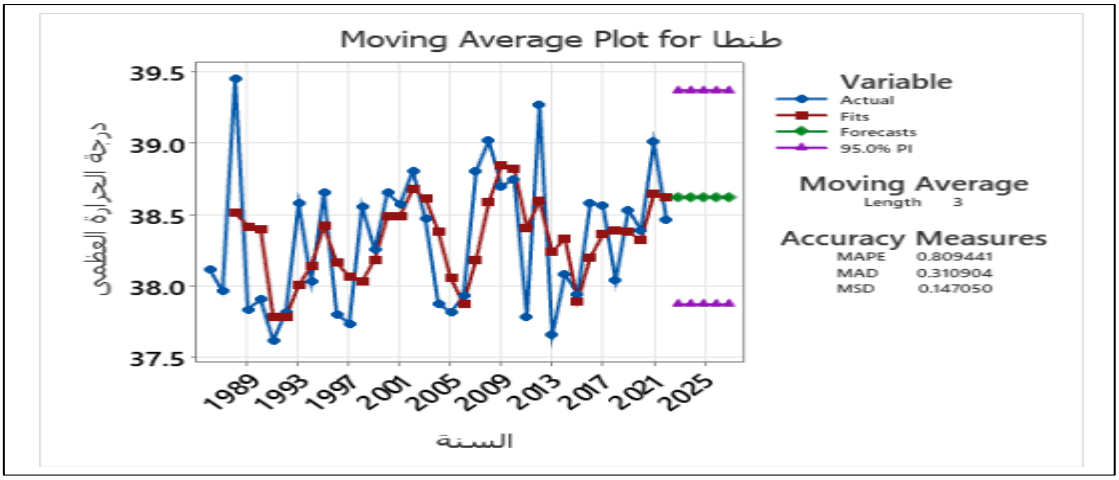
جدول (٥) المتوسطات المتحركة (MA) لدرجات الحرارة (العظمى صيفًا و الصغرى شتاءًا في محطات الدلتا للفترة من (١٩٨٦ -٢٠٢٢)

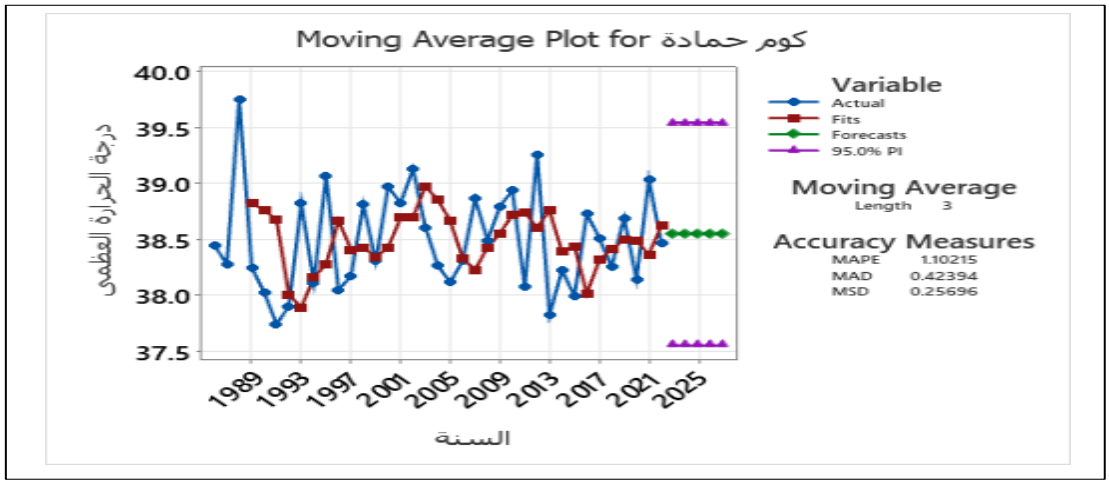
الفترة	كفر الشيخ		طنطا		كوم حمادة		بدر		القاهرة	
المقياس	MA1	MA2	MA1	MA2	MA1	MA2	MA1	MA2	MA1	MA2
١٩٨٦	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
١٩٨٧	٣٠,٣	١٢,٩	٣٨,٥	٨,٦	٣٨,٨	٨,٠	٣٦,٤	٦,١	٣٨,٤	٧,٠
١٩٨٨	٣٠,٢	١٢,٨	٣٨,٤	٨,٥	٣٨,٨	٧,٩	٣٦,٩	٦,٥	٣٨,٤	٧,٢
١٩٨٩	٣٠,٢	١٣,١	٣٨,٤	٨,٩	٣٨,٧	٨,٢	٣٦,٨	٦,٣	٣٨,٣	٧,٤
١٩٩٠	٢٩,٦	١٣,٤	٣٧,٨	٩,١	٣٨,٠	٨,٣	٣٦,٨	٦,٤	٣٧,٦	٧,٢
١٩٩١	٢٩,٥	١٣,٣	٣٧,٨	٩,٠	٣٧,٩	٨,٣	٣٦,٢	٦,٤	٣٧,٥	٦,٩
١٩٩٢	٢٩,٥	١٢,٩	٣٨,٠	٨,٥	٣٨,٢	٨,٠	٣٦,٠	٦,٣	٣٧,٧	٦,٩
١٩٩٣	٢٩,٧	١٢,٩	٣٨,١	٨,٥	٣٨,٣	٨,٠	٣٦,٣	٦,٠	٣٧,٨	٧,٣
١٩٩٤	٣٠,٠	١٣,٢	٣٨,٤	٩,٢	٣٨,٧	٨,٣	٣٦,٣	٦,٠	٣٨,٢	٧,٩
١٩٩٥	٢٩,٨	١٣,٦	٣٨,٢	٩,٨	٣٨,٤	٨,٨	٣٦,٦	٦,٤	٣٨,٠	٧,٧
١٩٩٦	٢٩,٧	١٣,٥	٣٨,١	٩,٥	٣٨,٤	٨,٦	٣٦,٥	٧,٠	٣٨,١	٨,٠
١٩٩٧	٢٩,٥	١٣,٧	٣٨,٠	٩,٤	٣٨,٣	٨,٩	٣٦,٦	٦,٨	٣٨,٠	٧,٩
١٩٩٨	٢٩,٧	١٣,٧	٣٨,٢	٩,٣	٣٨,٤	٨,٨	٣٦,٦	٧,١	٣٨,٠	٧,٦
١٩٩٩	٢٩,٩	١٣,٧	٣٨,٥	٩,٣	٣٨,٧	٨,٥	٣٦,٦	٧,١	٣٨,٤	٧,٦
٢٠٠٠	٣٠,٠	١٣,٥	٣٨,٥	٩,٠	٣٨,٧	٨,٥	٣٧,٠	٦,٨	٣٨,٣	٧,٤
٢٠٠١	٣٠,٢	١٣,٥	٣٨,٧	٩,٢	٣٩,٠	٨,٣	٣٦,٩	٦,٨	٣٨,٦	٧,٧
٢٠٠٢	٣٠,٣	١٣,٢	٣٨,٦	٩,٠	٣٨,٨	٨,٥	٣٧,٢	٦,٥	٣٨,٤	٧,٧
٢٠٠٣	٣٠,٢	١٣,٤	٣٨,٤	٩,٣	٣٨,٧	٨,٥	٣٧,٠	٦,٩	٣٨,٢	٧,٩
٢٠٠٤	٢٩,٨	١٣,٤	٣٨,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٧	٣٦,٧	٦,٩	٣٧,٨	٧,٩
٢٠٠٥	٢٩,٧	١٣,٥	٣٧,٩	٩,٤	٣٨,٢	٨,٦	٣٦,٣	٧,١	٣٧,٧	٧,٨
٢٠٠٦	٢٩,٨	١٣,٦	٣٨,٢	٩,٣	٣٨,٤	٨,٦	٣٦,١	٧,٠	٣٧,٩	٧,٦
٢٠٠٧	٣٠,٢	١٣,٨	٣٨,٦	٩,٥	٣٨,٦	٨,٥	٣٦,٥	٦,٩	٣٨,٣	٧,٨
٢٠٠٨	٣٠,٥	١٤,١	٣٨,٨	٩,٨	٣٨,٧	٨,٧	٣٦,٨	٦,٥	٣٨,٤	٨,٥
٢٠٠٩	٣٠,٤	١٤,٤	٣٨,٨	١٠,٢	٣٨,٧	٩,١	٣٦,٩	٦,٨	٣٨,٤	٩,١
٢٠١٠	٣٠,١	١٣,٩	٣٨,٤	٩,٦	٣٨,٦	٩,٦	٣٧,٠	٧,٧	٣٨,١	٨,٣
٢٠١١	٣٠,٣	١٣,٧	٣٨,٦	٩,٢	٣٨,٨	٨,٩	٣٦,٦	٨,٣	٣٨,٢	٧,٧
٢٠١٢	٣٠,١	١٣,٥	٣٨,٢	٨,٩	٣٨,٤	٨,٥	٣٦,٨	٧,٦	٣٧,٨	٧,٦
٢٠١٣	٣٠,٢	١٣,٧	٣٨,٣	٩,٢	٣٨,٤	٨,٣	٣٦,٤	٧,٠	٣٧,٩	٨,٠
٢٠١٤	٢٩,٩	١٣,٨	٣٧,٩	٩,٤	٣٨,٠	٨,٧	٣٦,٥	٦,٨	٣٧,٦	٨,١
٢٠١٥	٣٠,١	١٣,٥	٣٨,٢	٩,١	٣٨,٣	٨,٩	٣٦,٣	٧,٤	٣٧,٩	٧,٤
٢٠١٦	٣٠,٣	١٣,٨	٣٨,٤	٩,٦	٣٨,٤	٨,٤	٣٦,٦	٧,٣	٣٨,٢	٧,٧
٢٠١٧	٣٠,٤	١٣,٥	٣٨,٤	٩,١	٣٨,٥	٨,٨	٣٦,٩	٦,٦	٣٨,٢	٧,٦
٢٠١٨	٣٠,٥	١٣,٩	٣٨,٤	٩,٦	٣٨,٥	٨,٤	٣٦,٩	٦,٨	٣٨,٢	٨,٦
٢٠١٩	٣٠,٣	١٤,٠	٣٨,٣	٩,٦	٣٨,٤	٩,٠	٣٦,٨	٦,٧	٣٨,١	٨,٠
٢٠٢٠	٣٠,٤	١٤,٠	٣٨,٦	٩,٧	٣٨,٦	٩,٠	٣٦,٦	٧,٣	٣٨,٣	٨,٤
٢٠٢١	*	١٤,٠	٣٨,٦	٩,٤	٣٨,٥	٩,٠	٣٦,٨	٧,٣	٣٨,٣	*
٢٠٢٢	_	*	*	*	*	*	_	*	*	_

المصدر: إعداد الباحثة حيث تم تحليل هذا التنبؤ باستخدام برنامج الاحصاء Mintab Stastical Software21.2

- **MA1: المتوسط المتحرك لدرجات الحرارة العظمى & MA2 المتوسط المتحرك لدرجات الحرارة الصغرى**

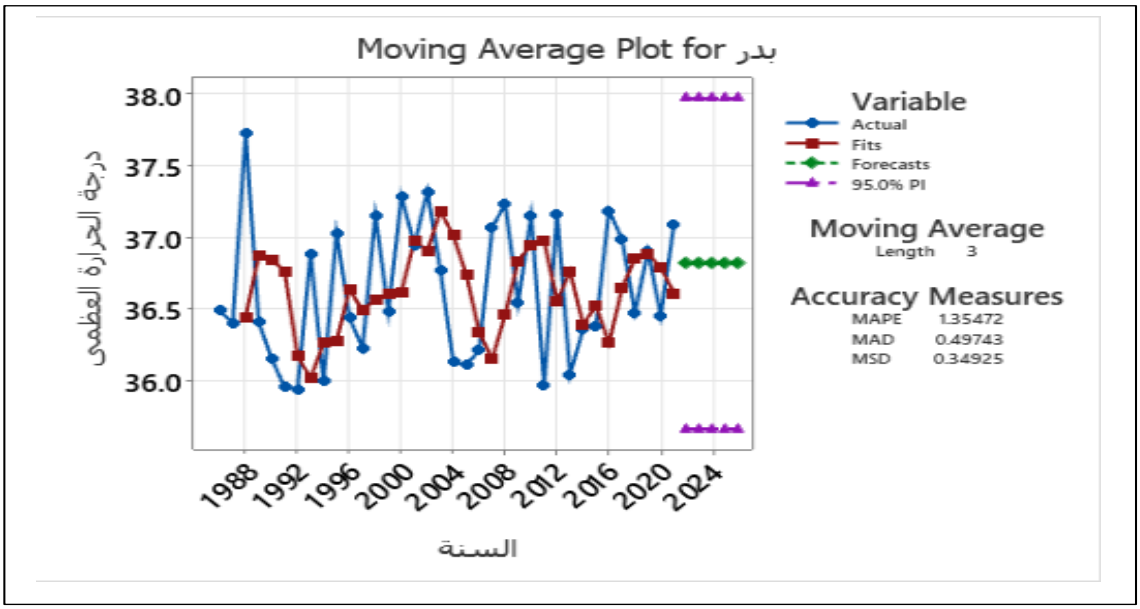


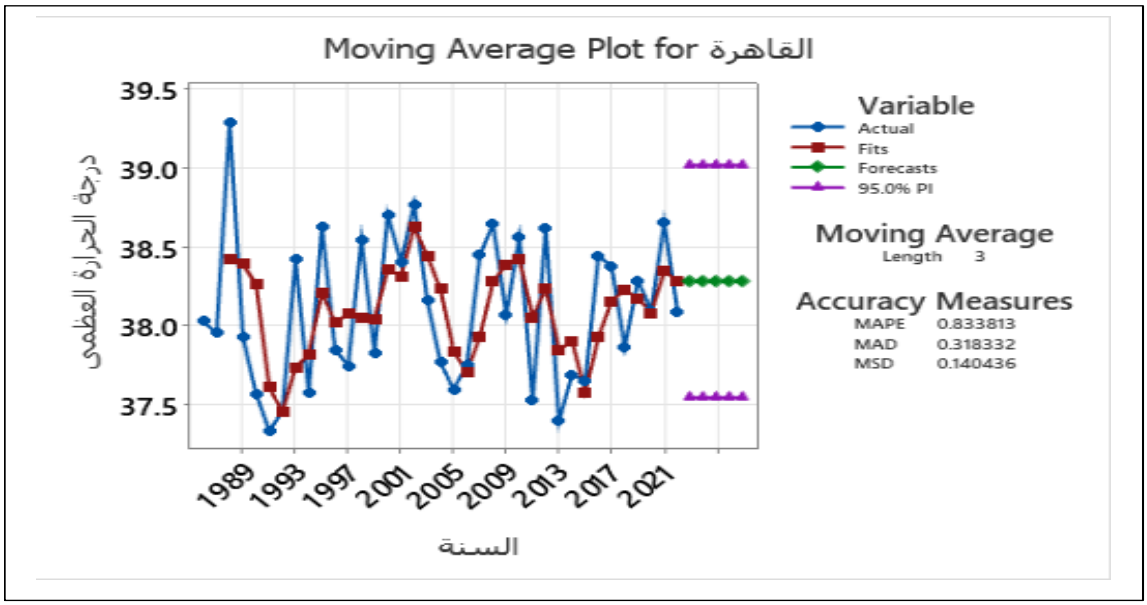




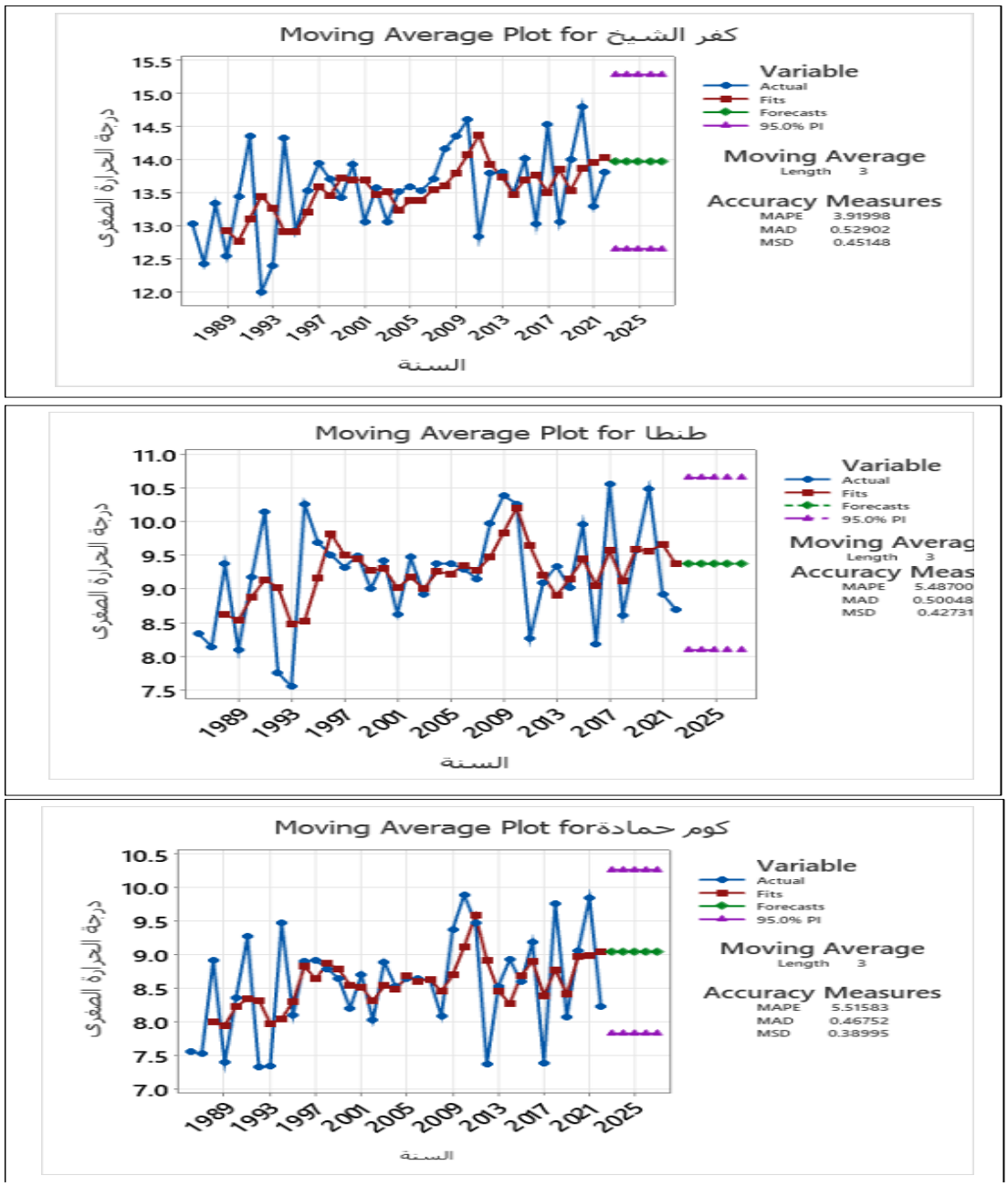
-المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على جدول (٥) باستخدام برنامج Mintab Stastical Software21.2

شكل (٨) المتوسطات المتحركة الحقيقية و المتوقعة لدرجات الحرارة العظمى و مقاييس (MAPE-MAD-MSD) في محطات الدلتا المصرية



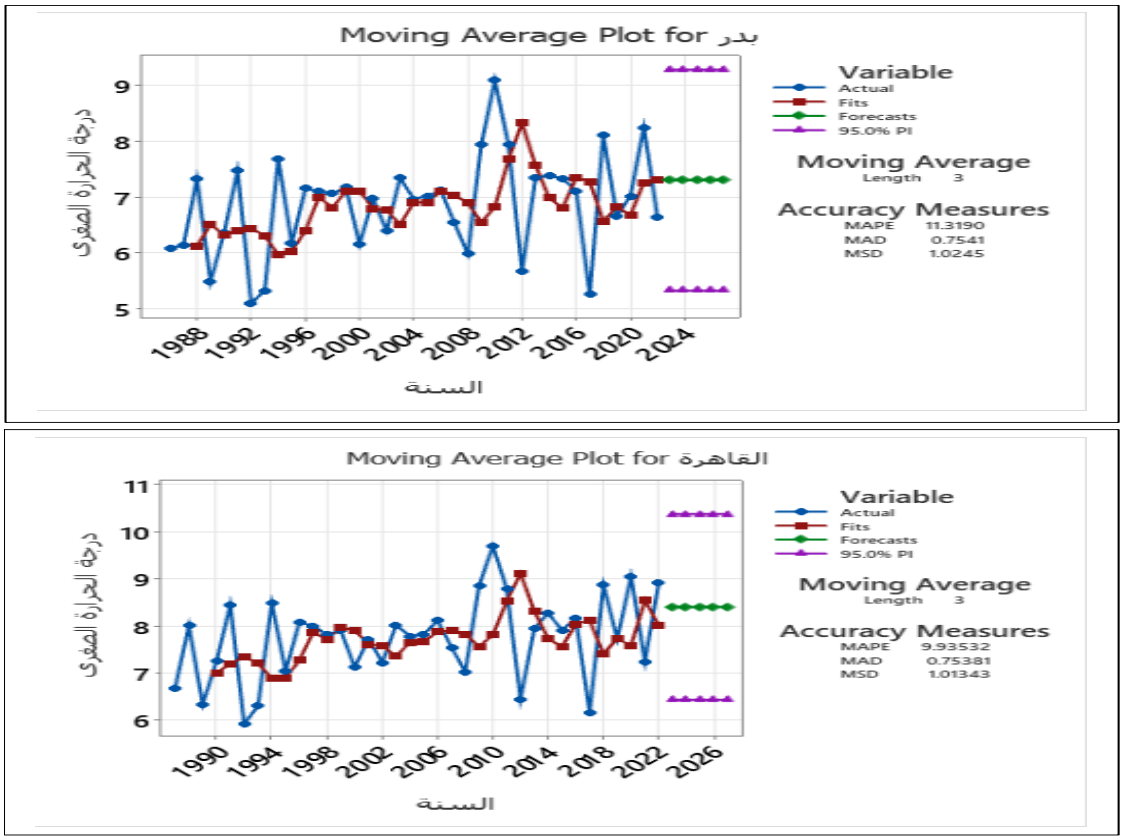


تابع شكل (٨) المتوسطات المتحركة الحقيقية و المتوقعة لدرجات الحرارة العظمى و مقاييس (MAPE-MAD-MSD) في محطات الدلتا المصرية



- المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على جدول (٥) باستخدام برنامج Mintab Stastical Software21.2

شكل (٩) المتوسطات المتحركة الحقيقية و المتوقعة لدرجات الحرارة الصغرى و مقاييس (MAPE-MAD-MSD) في محطات الدلتا المصرية



تابع شكل (٩) المتوسطات المتحركة الحقيقية و المتوقعة لدرجات الحرارة الصغرى و مقاييس (MAPE-MAD-MSD) في محطات الدلتا المصرية

يتضح من الجدول (٥) تطابق معدل درجات الحرارة العظمى صيفًا و المتوسط المتحرك تمامًا في كلٍ من كفر الشيخ إذ بلغ (٢٩,٩ ˚م) عام ١٩٩٩م ، و في بدر بلغ (٣٦,٩ ˚م)عام ٢٠٠١ م ،و في القاهرة بلغ (٣٨,٢ ˚م) عام ٢٠٠٢م ، كما نجد أن معدل درجات الحرارة الصغرى و المتوسط المتحرك تطابق تمامًا في كلٍ مِن طنطا إذ بلغ عام ٢٠٠٥م (٩,٤ ˚م) ، وفي القاهرة بلغ (٧,٦ ˚م)عام ٢٠٠٦م ويؤكد هذا التطابق أن هناك نمطًا أو إتجاهًا زمنيًا يمكن تحليله بطريقة متسلسلة على مر الزمن. و يستخدم هذا بشكل رئيسي كأداة لملاحقة الإتجاه Trend Followingمما يؤكد وجود تطابق في درجات الحرارة والمتوسطات المتحركة لبيانات الدراسة و صحة تقدير التغيرات لايجاد التوقعات المستقبلية داخل نموذج آريما . كما لوحظ أن القيم المتنبأ بها للمتوسطات المتحركة تأخذ في الإرتفاع الواضح صيفا و الدفء النسبي شتاءًا إذ نجدأن الخط العام للمتوسط المتحرك يأخذ إتجاهًا تصاعديًا في جميع ارجاء منطقة الدراسة مما يعكس إرتفاعًا في القيم المتنبأ بها شكل (٩،٨). وهذا يؤكد ما كشفت عنه بيانات النواة الجليدية في جرينلاند عن تغيرات مناخية عقدية كبيرة فوق شمال المحيط الأطلسي وما يرتبط به من تذبذب و تقلبات جوية. (Hurrell,j.w.,1995,p10)

تم الإعتماد على مجموعة من القياسات لمعرفة مدى ملاءمتها للنموذج منها :

- خطأ النسبة المئوية المطلقة : Mean Absoulte Perecent Error (MAPE) إذ بلغت قيمة MAPE في كفر الشيخ لدرجات الحرارة العظمى١,٤٣ وللصغرى ٣,٩ ، و في القاهرة للعظمى ١,٠٢، و للصغرى ٩,٩ ، فكلما كانت قيمة النسبة المئوية أقل كان ملائم للنموذج .
- متوسط الإنحراف المطلق : Mean Absolute Deviation (MAD) حيث أن للقيم المتطرفة تأثيراً أقل عليه ، و بلغت قيمة MAD في بدر لدرجات الحرارة العظمى ٠,٤٩ ، و الصغرى ٠,٧٥ و تعد القيمة الأقل هي الأفضل
- متوسط الإنحراف التربيعي Mean Square Deviation (MSD) إذ يقيس دقة قيم السلاسل الزمنية، إذ بلغت قيمته في طنطا لدرجات الحرارة العظمى ٠,٢ ، و درجات الحرارة الصغرى ١,٠٢ و كلما قلت القيم كان أفضل .

٢- الخطوة الثانية : التقدير Estimation [١١] تم تقدير النماذج المقترحة من خلال إدخال تقدير المعاملات ARIMA(1,0,1)&(1,0,2) بمستوى ثقة ٩٥٪ ،كما هومبين من جدول (٦) حيث يطلق على نماذج الإنحدار الذاتي (AR) ، و المتوسطات المتحركة (MA) ،و نظرًا لإنعدام وجود فروق (D) ، فكانت القيمة فيها منعدمة تمامًا.

جدول(٦) التقديرات المقترحة للمعاملات في بناء نموذج ARIMA

Type	E. Model 1	E.Model2
Autorgressive (AR)	1	1
Difference (D)	0	0
Moving Average (MA)	1	2

- إعداد الباحثة حيث تمت الإدخالات من خلال برنامج (Minitab)

[١١] **لمزيد من المعلومات يرجى الرجوع** ANDERSON,O. D. (1977), p. 8. & https://www.rairo-ro.org/articles

الخطوة الثالثة: الفحص Diagonstic checking

في هذه الخطوة يتم فحص النماذج لتحديد أفضل و أنسب نموذج من خلال المقارنات بين درجات الإرتباط وقيمة p المعنوية كما هو واضح من الخطوات التالية: (ANDERSON, O. D. (1977), p.16

$$\text{AR}(1) \qquad \text{Var}[\hat{\varphi}] \simeq \frac{1-\varphi^2}{n},$$

$$\text{AR}(2) \qquad \text{Var}[\hat{\varphi}_1],\ \text{Var}[\hat{\varphi}_2] \simeq \frac{1-\varphi_2^2}{n},$$

$$\text{MA}(1) \qquad \text{Var}[\hat{\theta}] \simeq \frac{1-\theta^2}{n},$$

$$\text{MA}(2) \qquad \text{Var}[\hat{\theta}_1],\ \text{Var}[\hat{\theta}_2] \simeq \frac{1-\theta_2^2}{n},$$

$$\text{ARMA}(1,1) \qquad \text{Var}[\hat{\varphi}] \simeq \frac{(1-\varphi^2)(1+\varphi\theta)^2}{n(\varphi+\theta)^2},$$

$$\text{Var}[\hat{\theta}] \simeq \frac{(1-\theta^2)(1+\varphi\theta)^2}{n(\varphi+\theta)^2}.$$

pproximate Var $[\bar{y}]$ *for* ARMA (p, q) *processes,* $p+q \leqq 2$

p \ q	0	1	2
0	1	$1+2r_1$	$1+2r_1+2r_2$
1	$\frac{1+r_1}{1-r_1}$	$1+\frac{2r_1^2}{r_1-r_2}$	
2	$\frac{1+r_1}{1-r_1} \cdot \frac{1-2r_1^2+r_2}{1-r_2}$	All multiplied by c_0/n.	

شكل (١٠) تخطيط حسابي لنموذج اريما(p,q)

-المصدر : ANDERSON, O. D. (1977), p.14)[١٢]

[١٢] https://www.rairo-ro.org/articles/ro/pdf/1977 (.

جدول (٧) إختبار نتائج نموذج (MA1&MA2)

المحطة		درجات الحرارة العظمى			درجات الحرارة الصغرى			
معاملات	Type	Coef	P-Value	MS	Type	Coef	P-Value	MS
كفر الشيخ	AR 1	٠,٨٩	٠,٠٦		AR 1	٠,٦٧-	٠,١٥	
	MA 1	٠,٧٧	٠,١٢	٠,٢٢	MA 1	٠,٦٩-	٠,١٥	٠,٤٤
	MA 2	٠,٠٢	٠,٩٥	٠,٢٣	MA 2	٠,١٢	٠,٥٧	٠,٤٤
طنطا	AR 1	٠,٨٠	٠,٠٠		AR 1	٠,٤٩-	٠,٥٥	
	MA 1	٠,٨٩	٠,٠١	٠,٢٤	MA 1	٠,٤٠-	٠,٦٢	٠,٦١
	MA 2	٠,٠٥	٠,٨٢	٠,٢٤	MA 2	٠,١٩	٠,٢٨	٠,٦١
كوم حمادة	AR 1	٠,٦٨	٠,٠٣		AR 1	٠,٧٠-	٠,٠١	
	MA 1	٠,٩١	٠,٠٢	٠,٢١	MA 1	٠,٦٥-	٠,٠٣	٠,٥٦
	MA 2	٠,٠٤	٠,٨٩	٠,٢٠	MA 2	٠,٢٨	٠,١٥	٠,٥٢
بدر	AR 1	٠,٧٢	٠,٠٠		AR 1	٠,٧٠-	٠,٨٧	
	MA 1	٠,٩٠	٠,٠٠	٠,٢٤	MA 1	٠,٦٠-	٠,٨٩	٠,٨٤
	MA 2	٠,٠٧	٠,٧٤	٠,٢٣	MA 2	٠,٠٤	٠,٩٤	٠,٨٥
القاهرة	AR 1	٠,٠٤	٠,٦٤		AR 1	٠,٧٠-	٠,٨٧	
	MA 1	٠,٠٤	٠,٨٤	٠,٢٣	MA 1	٠,٦٠-	٠,٨٩	٠,٨٣
	MA 2	٠,٦٧	٠,١١	٠,٢١	MA 2	٠,٠٤	٠,٩٤	٠,٨٥

-المصدر: إعداد الباحثة حيث تم تحليل المقاييس باستخدام برنامج الاحصاء Mintab Stastical Software21.2

يتضح من مقارنة النماذج جدول (٧) أن أفضل و أنسب النماذج بعد التحقق من المعاملات و القياسات، نموذج (MA1) المقترح لدرجات الحرارة العظمى و الصغرى (AR1, D0, MA1)، إذ تقع قيمة (P) المعنوية داخل مستوى الثقة ، و يعد بهذا دالاً احصائيًا بمستوى دلالة أقل من ٠,٠٥ & ٠,٠١ وارتباط طردي معنوي و قوي حيث بلغ الإرتباط (٠,٧٧ في كفر الشيخ & ٠,٨٩ في طنطا & ٠,٩١ في كوم كوم حمادة & ٠,٩٠ في بدر لدرجات الحرارة العظمى) ، و كان الإرتباط سلبي متوسط لدرجات الحرارة الصغرى حيث بلغ ٠,٦٠ في القاهرة وبدر.و بعد إجتياز النموذج المرشح لجميع القياسات تم إعتماده للتنبؤات المستقبلية. لانه يؤكد التنبؤ بارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف و الدفء النسبي خلال فصل الشتاء .

٣- الخطوة الرابعة : التنبؤ Forecasting

تعد هذه الخطوة المرحلة النهائية لبناء نموذج المحاكاة ARIMA للتنبؤات المستقبلية المعتمدة على المقترح الأول ومن ثم تم حساب أخطاء التنبؤ، كما تعد هذه المرحلة أهم مراحل التنبؤ بل الهدف من إنشاء النموذج .

جدول (٨) تنبؤ نموذج ARIMA المعتمد على المقترح (AR1, D0, MA1) للفترة من ٢٠٢٣-٢٠٣٧م

المحطة	كفر الشيخ		طنطا		كوم حمادة		بدر		القاهرة	
درجة الحرارة	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى
٢٠٢٣	١٣,٦	٣٠,٢	٩,٣	٣٨,٢	٨,٦	٣٨,٥	٦,٦	٣٦,٦	٧,٦	٣٨,٠
٢٠٢٤	١٣,٥	٣٠,٢	٩,٣	٣٨,٢	٨,٥	٣٨,٥	٦,٨	٣٦,٦	٧,٨	٣٨,٠
٢٠٢٥	١٣,٦	٣٠,٢	٩,٢	٣٨,٢	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,٠
٢٠٢٦	١٣,٥	٣٠,٢	٩,٢	٣٨,٣	٨,٥	٣٨,٥	٦,٨	٣٦,٦	٧,٨	٣٨,١
٢٠٢٧	١٣,٦	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٢٨	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٥	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٨	٣٨,١
٢٠٢٩	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٠	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٨	٣٨,١
٢٠٣١	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٢	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٣	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٤	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٥	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٦	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١
٢٠٣٧	١٣,٥	٣٠,١	٩,٢	٣٨,٣	٨,٦	٣٨,٥	٦,٩	٣٦,٦	٧,٧	٣٨,١

- المصدر: إعداد الباحثة حيث تم تحليل هذا التنبؤ باستخدام برنامج الاحصاء Mintab Stastical Software21.2

تم التنبؤ لفترة خمسة عشر عامًا من ٢٠٢٣- ٢٠٣٧في محطات الدراسة بالإعتماد على نموذج أريما جدول (٨) إذ يؤكد ارتفاع درجات الحرارة صيفًا و الدفء النسبي خلال فصل الشتاء خلال اعوام التنبؤ كما أنه يعطي قيمًا أكثر دقة للتوقعات المستقبلية بالمقاييس العالمية والتي تهم المخططين ومتخذي القرار في الحفاظ على البيئة من الآثار السلبية لارتفاع درجات الحرارة في الدلتا المصرية و هوامشها. إذ تم التنبؤ لفترة خمسة عشر عامًا من ٢٠٢٣- ٢٠٣٧في محطات الدراسة جدول (٨) تؤكد ارتفاع درجات الحرارة صيفًا و الدفء النسبي خلال فصل الشتاء خلال اعوام التنبؤ كما أنه يعطي قيمًا أكثر دقة للتوقعات المستقبلية بالمقاييس العالمية والتي تهم المخططين ومتخذي القرار لإتخاذ تدابير تخطيطية في الحفاظ على البيئة من الآثار السلبية للتغيرات المستقبلية لدرجات الحرارة في الدلتا المصرية .

لذا كان لزامًا الوقوف على المشكلة ووضع الحلول الممكنة للتكيف و مواجهة التحديات التي تواجه البيئة . و سوف يعرض في السطور التالية بعض مشاكل مختارة لبعض قطاعات البيئة بإيجاز و كيفية مواجهتها.

ثانيًا: طرق التكيف لمواجهة التحديات المؤثرةعلى بعض قطاعات البيئة:

يؤثر إرتفاع درجات الحرارة على قطاعات البيئة المختلفة واقتصرت طرق التكيف لكيفية مواجهة التحديات على بعض قطاعات البيئة (الصحة، الأمن والأمان الغذائي، وقطاع الكهرباء) في نقاط موجزة:

١ـ القطاع الصحي (صحة الانسان):

يؤثرارتفاع درجات الحرارة على صحة الإنسان مما يجعل العملية التنفسية أكثر صعوبة تتسبب في زيادة مخاطر الإصابة بالأمراض القلبية و جفاف الجلد و انخفاض مستويات الطاقة و التركيز ، و تزيد من فرص حدوث الصداع و الدوار و الإنهاك الحراري[١٣] (Heat Exhaution) الذي يؤدي للوفاة ، و ضربة الحر (Heat Stroke) و التي تزداد مع إرتفاع درجة الحرارة عن (٤٨ ْ م) ، حيث يتضح تأثير التباين والتذبذب السريع في درجات الحرارة على صحة الانسان .(الكعبي،٢٠١٢ ، ص ٤٠)& (موسى ، ٢٠٠٢، ص ٩٩-١٠٠) ولكيفية مواجهة هذا التأثير، يفضل شرب الكثير من الماء بما يعادل حوالي ٢ إلى ٣,٧ لتر من الماء [١٤] ، و إرتداء ملابس مناسبة لحماية البشرة من أشعة الشمس ، و تجنب الخروج خلال فترات النهار الأكثر حرارة و البقاء في أماكن ظل أو مكيفة إذا كان هذا ممكنًا . (وقاية هيئة الصحة العامة ، ٢٠٢٣ ، ص ١٢)

٢ـ قطاع الأمن والأمان الغذائي:

تؤثرإرتفاع درجة الحرارة على الأمن الغذائي و الأمان الغذائي[١٥] مما يؤثر على زراعة المحاصيل و يجعلها أكثر تحديًا لفقدان العناصر الغذائية و زيادة في تركيز المواد الكيميائية بالإضافة إلى انتشار الآفات و الأمراض النباتية التي تؤثر سلبًا على صحة المحاصيل و انتاجيتها ، و تدهور جودة التربة و سيادة الجفاف ، ويترتب على هذا انخفاض الإنتاج والإنتاجية للمحاصيل المنزرعة بشكل كبير فمع إرتفاع درجات الحرارة (١,٥ ْ م) طبقًا لتقرير الأمم المتحدة تقل إنتاجية محصول القمح إلى أقل من ١١٪ و مع زيادة درجات الحرارة (٣,٥ ْ م) تقل الانتاجية لأكثر من ٢٧٪ في الدلتا(اتحاد المصارف العربية ، إدارة الأبحاث و الدراسات ، ٢٠٢٠ ، ص ٢)

لذا يجب تعزيز ممارسات الزراعة المستدامة و الفعالة في استهلاك المياه بإختيار أصناف المحاصيل المقاومة للجفاف و الحرارة المرتفعة، وزراعة محاصيل تتكيف مع تغيرات درجات الحرارة لتحسين إنتاج المحاصيل و تنمية مزارع مستدامة مع التغيرات المناخية.(جامعة الدول العربية، ٢٠٢٢ ، ص ٩٧) ولتحسين الأمن الغذائي للثروة الحيوانية لابد من اتباع استراتيجيات تكيفية مثل توفير المياه و ظروف مأوى

---

[١٣]) ويقصد به الإجهاد الحراري هو الحالة الصحية الناجمة عن عدم مقدرة الجسم على التخلص من درجات الحرارة المرتفعة، وغير الصحية عند تعرضه للعديد من العوامل الداخلية والخارجية (وقاية هيئة الصحة العامة ،٢٠٢٣، ص ص ٥- ٩)

[١٤]) يقصد به ٣٣ ملم (٠,٠٣٣ كجم) لكل كجم من وزن الإنسان متاح على الرابط https://www.webteb.com/articles

[١٥]) يقصد بمفهوم الأمن الغذائي حسب تعريف منظمة الأغذية و الزراعة الدولية (الفاو): توفير الغذاء لجميع أفراد المجتمع بالكمية و النوعية اللازمتين لتلبية احتياجتهم بصورة مستمرة من أجل حياة صحية و نشطة، و يختلف هذا المفهوم عن مفهوم الأمن الغذائي الذي يرتبط بتحقيق الإكتفاء الذاتي بإعتماد الدولة على مواردها و إمكاناتها في إحتياجاتها الغذائية محلياً و هذا الإختلاف يجعل مفهوم الأمن الغذاء حسب تعريف منظمة الزراعة أكثر توافقًا مع التحولات الإقتصادية و تحرير للتجارة الدولية في السلع الغذائية .(اتحاد البنوك العربية ، إدارة الأبحاث و الدراسات ، ٢٠٢٠ ، ص ١٧١).

مناسبة للحيوانات ، و إدارة فعالة تهدف إلى الحفاظ على صحة و رفاهية الحيوانات و التي تتطلب جهود إضافية للرعاية و التبريد في المزارع.

٣-قطاع الكهرباء :

يزيد إرتفاع درجات الحرارة من الإستهلاك الكهربائي ويخفض من كفاءة إنتاج الكهرباء مما تسبب في إنقطاع التيار الكهربائي يوميًا خلال صيف ٢٠٢٣مقارنة بعام ٢٠٢٢،و يؤثر هذا سلبًا على كفاءة محطات التوليد ، و يقلل من قدرة الشبكة على التحمل، كما يؤثرعلى أداء بعض مصادر الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية ، إذ يقلل الإرتفاع الحراري من كفاءتها.[١٦]ولمواجهة هذا التحدي لابد من تحسين الكفاءة الطاقية للمحطات و زيادة الإستثمار في التخزين و تعزيز الصيانة و تطوير أنظمة تبريد فعالة لمواجهة إرتفاع درجات الحرارة .

لذا تبنت الدولة أستراتيجية الطاقة المستدامة التي تستهدف زيادة مساهمة الطاقة الجديدة و المتجددة في أراضي الدلتا و الوادي حيث تستهدف الدولة ،تركيب قدرات إضافية لتوليد الطاقة المتجددة للوصول لهدف مساهمة الطاقة المتجددة بنسبة ٢٩٪ بحلول عام ٢٠٣٠ و ٤٢٪ بحلول عام ٢٠٣٥ من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من خلال تبني مزيج طاقة بنسبة (١٤,٦ %) رياح و(١١,٨ %) شمسية كهروضوئية ، (٧,٦ %)طاقة شمسية و(٣,٢٪) طاقة كهرومائية و إحلال محطات الفحم و إستبدال المحطات الحرارية منخفضة الكفاءة (مركزالاهرام للدراسات السياسية، ٢٠٢٢ ، ص ص ١٤-١٥).

الخاتمة :

أولاً : النتائج

١) يأخذ خط الإتجاه العام(Trend line) إتجاهًا صاعدًا يؤكد ارتفاع درجات الحرارة عبر الزمن سجل و سيادة موجات أكثر حرارة في شهري يوليووأغسطس ٢٠٢٣عام اطلق عليها مصطلح القبة الحرارية مما سيولد خطرًا لا يحمد عقباه في المستقبل خاصة أنه مع إرتفاع درجات الحرارة ستتحول مناطق الدلتا إلى مناطق أكثر جفافًا .

٢) من دراسة نموذج التبؤات لتحليل الإتجاه العام و المتوسطات المتحركة يتبين أن هناك إرتفاع في بعض المحطات خلال العشرون عامًا القادمة بزيادة تصل إلى (٠,٢ °م) لدرجة الحرارة العظمى، و (٠,٣ -٠,٤ °م) لدرجة الحرارة الصغرى مما يؤكد الإرتفاع الواضح صيفا و الدفء النسبي شتاءأ. وهذا يتوافق مع توقع الفريق الحكومي المعني بشأن التغيرات المناخية في تقريره الثالث ، إرتفاع درجات الحرارة بمعدل (٠,٦ °م) خلال القرن السابق.

٣) تم الخروج ببناء نموذج المحاكاة ARIMA للتنبؤات المستقبلية المعتمدة على المقترح الانسب، إذ تم التنبؤ لفترة خمسة عشر عامًا من ٢٠٢٣- ٢٠٣٧في محطات الدراسة ،كما أنه يعطي قيمًا أكثر دقة للتوقعات المستقبلية بالمقاييس العالمية والتي تهم المخططين ومتخذي القرار في الحفاظ على البيئة من الآثار السلبية لارتفاع درجات الحرارة في الدلتا المصرية و هوامشها.

[١٦]) التواصل الهاتفي مع د. سمير طنطاوي أستشاري المناخ ومندوب بالأمم المتحدة وخبير بوزارة البيئة ٢٠٢٢/١٠/١٠

٤) تقوم الدولة بدور هام في تبني استراتيجية الطاقة المستدامة التي تستهدف زيادة مساهمة الطاقة الجديدة والمتجددة في أراضي الدلتا والوادي، تركيب قدرات إضافية لتوليد الطاقة المتجددة للوصول لهدف مساهمة الطاقة المتجددة، وتعزيز ممارسات الزراعة المستدامة والفعالة في استهلاك المياه بإختيار أصناف المحاصيل المقاومة للجفاف والحرارة المرتفعة، وزراعة محاصيل تتكيف مع تغيرات درجات الحرارة لتحسين إنتاج المحاصيل.

ثانيًا : التوصيات

١) تعزيز ممارسات الزراعة المستدامة بإستخدام تقنيات الزراعة العضوية و الحفاظ على التنوع البيولوجي لتحسين نوعية التربة بتفعيل تقنيات أنظمة الرى الحديثة كالري بالتنقيط والرى بالرش وتعزيز مشاريع تخزين و إعادة توزيع المياه لضمان توافرها في الأوقات الحرجة [١٧]
٢) تعزيز زراعة محاصيل متكيفة مع درجات الحرارة المرتفعة و الجفاف ، و ترويج زراعة محاصيل كالأرزالمقاوم للجفاف و تشجيع زراعة المحاصيل المنخفضة في متطلبات المياه.
٣) تحسين إدارة استخدام المياه الزراعية، وبالرغم من أن التكنولوجيا التي تعزز كفاءة استخدام المياه هامة، لكن ينبغي أن تكون مصممة خصيصًا لسياقات هيدرولوجية وبيئية ومؤسسية محددة
٤) تأمين التغذية الكهربائية للمواطنين بتوفير إحتياطي بالشبكة حتى يتخطى الحمل الاقصى على الشبكة القومية للكهرباء خلال فترات إرتفاع درجات حرارة الصيف
٥) دعم البحث العلمي لتطوير تقنيات جديدة تزيد من مقاومة المحاصيل لارتفاع درجات الحرارة والظروف الجوية المتغيرة
٦) تبني الإقتصاد الأخضر بوضع البعد البيئي ضمن شروط تمويل المشروعات الحديثة بحيث لا يتم تمويل أى مشروع من شأنه أن يزيد من حدة ومخاطر التغيرات المناخية [١٨]، وذلك بهدف التوسع في المشروعات الصديقة للبيئة في إطار الجهود المبذولة من مصر لتصبح نموذجًا للتحول نحو الإقتصاد الأخضر، وترسيخ مفهوم " الشركات الخضراء" والذي يلزم الشركات بالمعايير البيئية التي تضمن حماية الموارد البيئية والحد من التلوث. (مركز الأهرام للدراسات السياسية والاستراتجية، ، ٢٠٢١)[١٩]

[١٧] التواصل الهاتفي مع د.محمد على فهيم ، مستشار وزير الزراعة و إستصلاح الأراضي و رئيس مركز معلومات تغير المناخ بهيئة الارصاد الزراعية ٢٠٢٢/١٠/٥

[١٨]) التواصل الهاتفي مع د. سمير طنطاوي أستشاري المناخ و مندوب بالأمم المتحدة وخبير بوزارة البيئة.٢٢/١٠/١٠

[١٩]) متاح على الرابط التالي ٢٠٢٣/٥/١ https://acpss.ahram.org.eg/News/17315.aspx

قائمة المصادر و المراجع العربية و الأجنبية:

أولًا : المصادر العربية:

١) اتحاد المصارف العربية (٢٠٢٠): *الأمن الغذائي في الدول العربية*، إدارة الأبحاث والدراسات، يوليو، بيروت - لبنان، ص ٢

٢) جامعة الدول العربية المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٢٢) : *البرنامج العربي لإستدامة الأمن الغذائي* ، الخرطوم - السودان ، ص ٩٧

٣) مركز الإحصاء (٢٠٢١): *دليل مبادئ التحليل الإحصائي أدلة المنهجية والجودة* ،دليل رقم (١٠) ، مايو ،أبوظبى -الإمارات .صص١٦-٢٣

٤) مركز الأهرام للدراسات السياسية والإستراتيجية (٢٠٢١): *التغيرات المناخية في مصر التداعيات وآليات التكيف*، آمنة فايد، نوفمبر، القاهرة – مصر.

٥) مركز الاهرام للدراسات السياسية والإستراتيجية (٢٠٢٢): *مؤتمر شرم الشيخ للمناخ cop 27*، العدد ٩٩، نوفمبر، القاهرة – مصر، ص ص ١٤-١٥

٦) هيئة الأمم المتحدة (١٩٩٢) : *إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ* ، نيويورك – الأمم المتحدة ، ص ٣.

٧) وقاية هيئة الصحة العامة (٢٠٢٣): *الدليل الإسترشادي للعمل في درجات الحرارة العالية* ، أغسطس ، نسخة ١٠٢، أبو ظبي – الإمارات ، ص ص٥-١٢

ثانيًا : المراجع العربية:

١) إبراهيم ، محمد محمد عبدالعال (٢٠١٨): *الإتجاهات طويلة الأمد لتطرفات الحرارة اليومية في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠ (دراسة مناخية)* ، سلسلة بحوث الجمعية الجغرافية ، العدد (١١١)، الجمعية الجغرافية - مصر.

٢) أبو راضي ، فتحي عبد العزيز (١٩٧٢): *الجغرافيا المناخية للدلتا* ، ماجستير ، غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية ص ٣٠٩.

٣) أبو مغلي، وائل وسلامة ، عبد الحافظ (٢٠٠٧) : *الإحصاء في التربية* ، عمان – الأردن ،الطبعة العربية.ص٧٨

٤) الأسدي، كاظم عبد الوهاب حسن و آخرون (٢٠١٩): *اثر التغيرات المناخية في التنمية المستدامة للموارد المائية :دراسة تطبيقية في محافظة البصرة*، مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية ، المجلد ٤٤، العدد ٤ب ، جامعة البصرة ، العراق.

٥) أسماعيل ، سليمان عبدالله (٢٠١٧): *إتجاهات تغير مؤشرات درجات الحرارة في مدينة السليمانية للفترة من ١٩٩٢-٢٠١٤* ،مجلة زانكو للعلوم الإنسانية ، المجلد ٢١، العدد٢ ، جامعة صلاح الدين للنشر العلمي ، العراق.

٦) بدوي ،هشام داود صدقي (٢٠٢٠): *التغير في قارية المناخ في مصر*، مجلة البحث العلمي في الآداب ، العدد(٢١)،جامعة دمياط – مصر، ص ٢١١ https://jssa.journals.ekb.eg/article

٧) حامد، مروة سيبوبة وصابر، آلاء محمد (٢٠٢٠): *آليات التعامل مع ظاهرة زيادة انبعاثات غازات الدفيئة بالتطبيق على الحالة المصرية*، المجلة المصرية للتنمية والتخطيط، المجلد ٢٨، العدد ٢، القاهرة – مصر، ص ١٠٨
٨) حسان ، وليدعباس عبد الراضي (٢٠٠٩): *التغير في بعض عناصر المناخ بدلتا النيل خلال القرن العشرين ؛ دراسة بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية* ، ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس ، القاهرة- مصر.ص ث
٩) خليل ، شرف الدين (٢٠٢٢) : *الإحصاء الوصفي* ، مكتبة شبكة الأبحاث و الدراسات الإقتصادية ، شبكة الإنترنت.صص٦٠-٧٤
١٠) رشيد ، محمد حسين (٢٠٠٨): *الإحصاء الوصفي و التطبيقي و الحيوي* ، عمان – الأردن ، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر.ص ١٣٢
١١) شحادة، نعمان (١٩٩٦): *الجغرافيا المناخية و علم المناخ*،دار المستقبل للنشر، عمان- الأردن، ط (٥).ص ٣٠١
١٢) شحادة، نعمان (١٩٩٧): *الأساليب الكمية في الجغرافيا بإستخدام الحاسوب* ، دار صفاء للنشر ، عمان – الأردن ، ط (١).ص ٤٢٨
١٣) صالح ، محمد عطية و آخرون (٢٠٢٠) : *النمذجة الخرائطية لتغيرات و تطرفات المناخ و أثره على بيئة محافظة صلاح الدين بإستخدام GIS-RS* ، مجلة بحوث كلية الأداب – جامعة المنوفية، المجلد ٣١، العدد ١٢٢.ص١٢
١٤) عثمان، أسمهان على المختار (٢٠٢٢): *التباين في إتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١-٢٠٩٩) بإستخدام التقنيات المكانية* ، جامعة الزاوية ، العراق
١٥) الفضلي ،سعود عبد العزيز & الحسان ، أحمد جاسم (٢٠١١): *الإتجاهات العامة لتكرار موجات الحر في محافظة البصرة* ، آداب البصرة ، مج ٢٠١١ ، العدد (٥٧) ،العراق ص ٢٨٣
١٦) الكعبي، آمال صالح (٢٠١٢) : *الجغرافيا الطبية* ، القاهرة - مصر ، دار الأجيال .
١٧) موسى ، على حسن (٢٠٠٢) : *المناخ الحيوي* ، ط ١، دمشق – سوريا ، بنينوى للنشر و التوزيع .صص ٩٩-١٠٠
١٨) يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف (١٩٨٢): *الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين ؛ دراسة في الجغرافية المناخية* ، دكتوراة غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس ، القاهرة-مصر ، ص ٣٧٠-٣٧٢

ثالثًا: المصادر الاجنبية:

1) Meteorological Authority (2009): *Climatological normal for the A.R.E. up2005*, Cairo.
2) United Nations Environment Programme (2019): Emission Gap, UNEP,Nairobi -Kinia,p16. / http://www.unenvironment.org/emissionsgap.
3) World Meteorological Organization (2018): WMO Greenhouse gas, BULLETIN, No.14, 22NOV, P2

رابعًا : المراجع الاجنبية :

1) Anderson,O. D., (1977): *time series analysis and forecasting -The Box-Jenkins approach , London-Boston, Namdam* ,tome 11, no 1 .p7-16 https://www.rairo-ro.org/articles 4/1/2022
2) Bodansky. Daniel,(1993):*Managing climate change*, Yearbook of International Environmental law, Volume3,Issue 1, 1992,Pages 60,62 https://academic.oup.com/yielaw/article 4/1/2022
3) David C. Howell, (2010): Statistical Methods for Psychology,Seventh Edition ,cengage Wadsworth- USA, p 14 | 22 November, Geneva-Switzerland,p 2
4) Hurrell. J.W., (1995): *Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation; Regional Temperatures and Precipitation* ,science ,New Series , VOL.269,No.5224(Aug.4,1995),676-679. https://www.researchgate.net/publication/6081131 2/8/2023
5) Hussein M.M.A.,Mohamed E.E.E.(2016):*Temperature trend over Nile Delta, Egypt in 20th century,Advances in research*,7(2):1-14,Article no .AIR.25466.p3-8 https://www.researchgate.net/publication 9/7/2022
6) Tank A.M.G.K., Konnen G.P.(2003): *Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946-99*, journal of climate, 15 November https://www.researchgate.net/publication/297988504 8/5/2023

مواقع الشبكة العنكوبوتية :

1) https://www.google.com/earth Pro ٢٠٢٢/٤/١
2) https://products.aspose.app/gis/ar/coordinates٢٠٢٢/٥/١
3) https://covid19.cdc.gov.sa/wp ٢٠٢٣/٥/١
4) https://www.almasryalyoum.com/news ٢٠٢٣/٧/٢٥
5) https://acpss.ahram.org.eg/News/17315.aspx٢٠٢٣/٧/٢٦
6) https://www.youm7.com ٢٠٢٣/٧/٢٦
7) https:// data.nasa.gov/Earth-Science/Surface ٢٠٢٢/٤&٢٠٢٣
8) https://www.almasryalyoum.com/news ٢٠٢٣/٨/١