


التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي  
للفترة (١٩٦١ – ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

أ. أسمهان علي المختار عثمان.  
أستاذ مساعد/قسم الجغرافيا/كلية الآداب/جامعة الزاوية.

[a.almukhtar@zu.edu.ly](mailto:a.almukhtar@zu.edu.ly)



**Variation in trends of maximum temperature change on the  
Libyan coast for the period (1961-2099) by using spatial  
techniques.**

**Asmahan Ali AlMukhtar Othman.  
Assistant Professor/Department of Geography/College of Arts/  
University of Zawia.  
[a.almukhtar@zu.edu.ly](mailto:a.almukhtar@zu.edu.ly)**



## المستخلص

يهدف هذا البحث الى التنبؤ بدرجات الحرارة العظمى لثلاث محطات مختارة من الساحل الليبي وهي محطة أرصاد بنينا لتمثل الساحل الشرقي، محطة أرصاد سرت لتمثل الساحل الأوسط، ومحطة أرصاد مطار طرابلس لتمثل الساحل الغربي وذلك للفترة ( ٢٠١٠ - ٢٠٩٩). بالاعتماد على درجة الحرارة العظمى المرصودة والمسجلة في المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبية لفترة الأساس (١٩٦١- ١٩٩٠) بواسطة تقنية (( Statistical Downscaling Model (SDSM))، وذلك وفق سيناريوهات التغير المناخي (A2a) (B2a)؛ وهي سيناريوهات معتمدة لدى الفريق المعني بالتغير المناخي IPCC في تقرير عرف بSRES في سنة ٢٠٠٠ لوضع توقعات للمناخ والبيئة بالاعتماد على غازات الاحتباس الحراري. إضافة إلى استخدام أساليب التحليل الإحصائي بواسطة برنامج SPSS للكشف عن اتجاهات التغير في درجات الحرارة العظمى للمحطات الثلاث خلال فترات الدراسة، وهي: (١٩٦١-١٩٩٠)، (٢٠٣٩-٢٠١٠)، (٢٠٦٩-٢٠٤٠)، (٢٠٧٠-٢٠٩٩)، ولتحقيق أهداف الدراسة تم تطبيق معادلة التباين والتباين الكلي بين محطات الدراسة الثلاث. وأظهرت النتائج اتجاهات للتغير في درجة الحرارة العظمى السنوية والفصلية نحو الزيادة مقارنة بالفترة الأولى (فترة الأساس) للمحطات الثلاث وعند مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٥. وأكدت نتائج التباين أن هناك تباين واختلاف في متوسطات المحطات الثلاث. الكلمات الدالة: التصغير الإحصائي، التغير المناخي، الحرارة العظمى، النموذج المناخي، سيناريوهات المناخ.

## Abstract

This research aims to predict the maximum temperatures for three selected stations from the Libyan coast, which are the Benina meteorological station to represent the eastern coast, the Sirte meteorological station to represent the central coast, and the Tripoli airport meteorological station to represent the western coast for the period (2010-2099). Depending on the maximum temperature monitored and recorded at the Libyan National Meteorological Center for the base period (1961-1990) using the ((Statistical Downscaling Model (SDSM)) technique, according to climate change scenarios (A2a) (B2a); these are scenarios approved by the concerned team. Climate change, IPCC, in a report known as SRES in the year 2000 to develop climate and environmental forecasts based on greenhouse gases. In addition to the use of statistical analysis methods by means of the SPSS program to detect the trends of change in the maximum temperatures of the three stations during the study periods, namely: (1961-1990), (2039-2010), (2069-2040), (2070-2099), To achieve the objectives of the study, the equation of variance and total variance was applied between the three study stations.

The results showed trends for the change in the annual and seasonal maximum temperature towards an increase compared to the first period (the base period) for the three stations and at a level of statistical significance less than 0.05. Contrast results confirmed that there is a discrepancy and difference in the averages of the three stations.

**Keywords:** statistical miniaturization, climate change, maximum temperature, climate model, climate scenarios.

## المقدمة:

يعد النظام المناخي نظاماً معقداً وهو محصلة لتفاعل مجموعة من العناصر الطبيعية المتشابكة والمتداخلة في عمليات ودورات طبيعية منتظمة، فكل منها يتفاعل ويتداخل مع الآخر؛ وبالتالي فإن أي تغير وتذبذب في خصائصها سيؤدي إلى تغير في النظام المناخي نفسه، وهو ما يحدث بالفعل، فمناخ الأرض نجده متقلباً ومتغيراً ويتصف بعدم الاستقرار، فقد تغير لمرات عديدة في الماضي البعيد والقريب، ومن المتوقع أن يظل كذلك في المستقبل (شرف، ٢٠٠١، ص ٢٧٠).

وقد تسببت البشرية في اختلال توازن هذا النظام، لاسيما الاستخدام المفرط للوقود الأحفوري الذي أدى إلى زيادة تركيز نسبة غازات الدفيئة، ما أسهم في تغير وتطرف المناخ وبخاصة ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض والمحيطات بمقدار ٣ درجات مئوية حتى عام ٢١٠٠ (سيما، ٢٠١٥، ص ٣٠).

إن تغير المناخ العالمي أصبح اليوم أمراً واقعاً ولا مفر منه، وسيؤدي إلى تغيرات في الكون بأكمله، وحدثت كوارث طبيعية أكثر تأثيراً؛ الأمر الذي يحتم علينا تغيير نمط حياتنا وإنتاجنا واستهلاكنا، وخاصة أن التحكم بحجم هذه التغيرات لا يزال في متناول أيدينا.

أظهرت الدراسات الحديثة المهمة بفهم المناخ والتنبؤ بالتغير المناخي أنه من خلال الدورة الهوائية العامة بالإمكان التنبؤ بمناخ المستقبل بواسطة النماذج العالمية، وهي عبارة عن نماذج رقمية تجمع بين التفاعل المادي على سطح الأرض وفي المحيط والجو والغلاف الجليدي، ومنها على سبيل الذكر نموذج الدوران العام للغلاف الجوي (General Circulation Model (GCM) والنماذج المناخية الإقليمية (RCM) Regional Climate Models، حيث أنها تعتبر كمدخلات في تحليل وتحديد قوة

العلاقات بين العناصر المناخية المختلفة. ولذا تعد من أشهر النماذج التي تستخدم في إنشاء قواعد البيانات العالمية وإعداد تقارير التغير المناخي على مستوى العالم (التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ، ٢٠١٧، ص ٤١).

### أهمية الدراسة:

- ١ - تبرز أهمية الدراسة في تسليط الضوء على إحدى التقنيات الإحصائية التي تختص بالتنبؤ المستقبلي بالعناصر المناخية.
- ٢ - تقييم مقدار واتجاهات التغير في درجات الحرارة على الساحل الليبي خلال العقود القادمة من القرن الحادي والعشرين حسب السيناريوهات المطروحة.
- ٣ - دعم الدراسات عن مستقبل المناخ في ليبيا، لما لها من أهمية عند وضع التصورات والخطط المستقبلية لمشاريع التنمية الشاملة فيها.

### أهدافها:

- ١- تطبيق نموذج التحجيم الإحصائي (SDSM) لاشتقاق سلسلة بيانات لدرجة الحرارة العظمى لمحطات الأرصاد في الساحل الليبي
- ٢ - التعرف على السلوك المستقبلي لدرجة الحرارة العظمى في محطات الساحل الليبي اعتماداً على محاكاة لأهم النماذج العالمية الخاصة بالتنبؤ المستقبلي للمناخ وسيناريوهاته خلال الفترة ٢٠١٩-٢٠٩٩.
- ٣ - معرفة معدل التغير في درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي خلال فترة الدراسة وبيان حجم تباينها الفصلي والسنوي.

### مشكلاتها:

- ١- هل هناك تباين في ارتباط درجة الحرارة العظمى مع عناصر نموذج الدوران العام بين محطات الدراسة؟

التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

٢- هل هناك تباين درجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة في اتباعها لسيناريو A2a أو B2a ?

٣- ما الاتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة؟ وهل يتباين في الفترة المستقبلية؟

### فرضياتها:

١- تتباين محطات الدراسة في مستوى ارتباطها بعناصر الدوران العام وفق لموقعها الاقليمي.

٢- تتفق محطات الدراسة على اتباع السيناريو A2a في ارتفاع درجة الحرارة العظمى.

٣- تتباين محطات الدراسة في مقدار الارتفاع في معدلات درجة الحرارة العظمى السنوية والفصلية

### منطقة الدراسة:

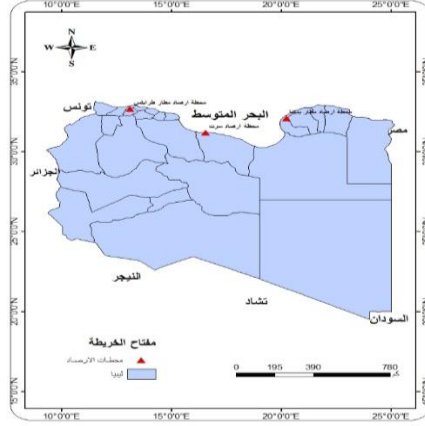
تعتمد الدراسة على ثلاث محطات للرصد الجوي موزعه على الساحل الليبي، وهي محطة أرصاد مطار بنينا في بنغازي على الساحل الشرقي ومحطة أرصاد سرت على الساحل الأوسط ومحطة مطار طرابلس على الساحل الغربي كما هو موضح في الجدول (١)، والخريطة (٢).

### الجدول (١) موقع محطات الدراسة.

المحطة	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع	البعد من البحر
مطار بنينا	٢٠.٢٤٦٨٨٩	٣٢.٠٩١٦٦	١٢٥م	١٨ كم
سرت	١٦.٥٧١٤٥٩°	٣١.٢٠٨٧٣٠°	١٤م	٠.٤ كم
مطار طرابلس	١٣.١٥٤٥٥٩	٣٢.٦٧٨١٨٩	٧٧	٢٢ كم

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس، ليبيا.

## الخريطة (١) موقع محطات الدراسة.



المصدر: عمل الباحثة باستخدام GIS اعتماداً على (الأطلس الوطني، ١٩٧٨، ص ٢٥).

### منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الإحصائي للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة العظمى لمحطات الدراسة الثلاث ( محطة أرصاد مطار بنينا، محطة أرصاد سرت، محطة أرصاد مطار طرابلس)، الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبية للفترة (١٩٩٠-١٩٦١) على اعتبارها فترة الأساس، لاستخدامها في عمليات المحاكاة أو النمذجة المستقبلية لدرجة الحرارة العظمى للفترة ( 2010-٢٠٩٩)، باستخدام تقنية SDSM، وهي أداة تستخدم لدعم اتخاذ القرارات في التنبؤ المستقبلي لدرجات الحرارة معتمدة على سيناريوهات الانبعاثات لفهم تغير المناخ عبر الزمن خلال القرن الحادي والعشرين (HadCM3) الصادرة عن مركز هادلي (The Hadley Center) التابع لمكتب الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة، وتم تشغيل جوانب أدائه في محاكاة المناخ من قبل الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (T. C. JOHNSM, 2006, p13-27) والتي تعد من أهم السيناريوهات في دراسة التغيرات المناخية. ويقوم هذا السيناريو أساساً على تثبيت معدلات انبعاثات الغازات الدفيئة التي

التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكائبة.

سجلت عام ٢٠٠٠، حيث أن النظام المناخي وفق هذا السيناريو يتعرض لقدرة من التغير بناءً على التركيزات الحالية للعناصر المتنوعة للغلاف الجوي، وتتمثل سيناريوهات (HadCM3) في:

**السيناريو A2a:** يصف هذا السيناريو عالماً متنوع جداً وغير متجانس شديد التباين يعتمد على الذات، بحيث تكون التنمية الاقتصادية موجهة إقليمياً وتختلف بحسب المناطق. يفترض أن هناك تباين في أنماط الخصوبة عبر المناطق، مما يعني نمواً مستمراً في عدد سكان العالم وزيادة في الكثافة السكانية.

**السيناريو B2a:** هذا السيناريو موجه نحو الحلول العالمية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية ويعتمد على تطورات الطاقة البديلة وتحقيق العدالة الاجتماعية والاقتصادية وتخفيض في كثافة استغلال الموارد، وهو أيضاً يفترض أن هناك زيادة مستمرة في عدد السكان ولكن بوتيرة أقل من السيناريو A2a، وبمعدل متوسط من التنمية الاقتصادية، وبتغير تقني أقل سرعة والأكثر تنوعاً (ابراهيم، ٢٠١٨، ص ٢٢-٢٣).

## المبحث الاول

مستوى ارتباط درجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة مع عناصر نموذج

### .GCM

من خلال الجدول (٢) والشكل (١)، نجد أن المحطات الثلاث تتفق في ارتباطها مع العنصر ٢٦ من نموذج GCM، وهو متوسط درجة الحرارة عند مستوى ٢متر، ويتضح بأن هناك تشابه في العناصر بين محطة أرصاد بنينا وسرت ولكن الأخيرة تسجل قيم ارتباط أقل. وهذا يرجع إلى طبيعة المنطقة الصحراوية ولانخفاض منسوبها نسبياً ولاختلاف موقعها الفلكي، بينما نجد بقية العناصر تؤثر بدرجات مختلفة في المحطات الثلاث، وهذا يرجع إلى طبيعة الموقع الجغرافي والفلكي لكل محطة من المحطات الثلاث.



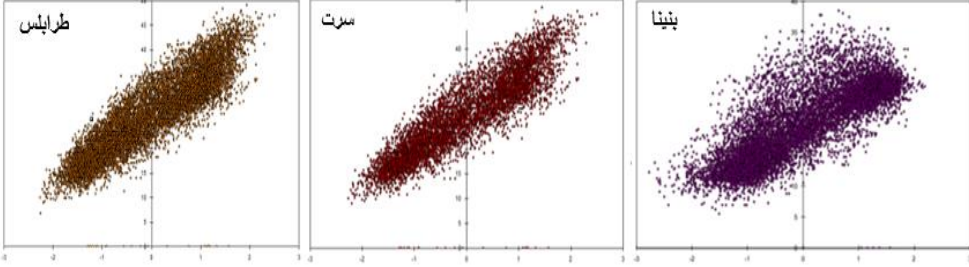
التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

الجدول (2) المتغيرات الثمانية لنموذج (GCM) التي ترتبط بدرجة الحرارة العظمى في محطات منطقة الدراسة.

الترتيب	المتغير	الرمز	درجة الارتباط
<b>محطة أرصاد بنينا</b>			
٢٦	Mean temperature at 2 meter	tempaf	0.818
٢٥	Surface specific humidity	p500af	0.776
١٢	hpa geopotential height500	shumaf	0.728
١٩	hpa geopotential850	p_vaf	0.414
٧	surface divergence	p850af	0.159
٢١	hpa divergence850	p8_vaf	0.076
٥	surface vorticity	p_thaf	0.057
٢٠	hpa wind direction850	P5thaf	0.21
<b>محطة أرصاد سرت</b>			
26	Mean temperature at 2 meter	Tempaf	0.328
٢٥	Surface specific humidity	Shumaf	0.154
١٩	hpa geopotential850	Shumaf	0.151
١٢	hpa geopotential height500	p_vaf	0.105
٢٣	Relative humidity at 850hpa	p850af	0.1
1	mean sea level pressure	p8_vaf	0.079
13	hpa wind direction500	p_thaf	0.073
3	surface zonal velocity	P5thaf	0.069
<b>محطة أرصاد مطار طرابلس</b>			
٢٦	Mean temperature at 2 meter	Tempaf	٠,٧٧٩
١٢	hpa geopotential height500	p_vaf	٠,٧٢٦
٢٥	Surface specific humidity	Shumaf	٠,٥٢٢
٤	Surface meridional velocity	P_vaf	٠,٤٦٨
١٩	hpa geopotential850	Shumaf	٠,٣٥٢
١٧	hpa meridional velocity850	P8_vaf	٠,٢٠٨
٦	Surface wind direction	P_thaf	٠,١٥١
١٣	hpa wind direction500	P5thaf	٠,١٢

المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على تقنية SDSM4.2.9.

شكل (١) معامل الارتباط بين درجة الحرارة العظمى في محطات أرصاد مطار بنينا، سرت، أرصاد مطار طرابلس مع المتغير درجة الحرارة ٢ متر في نموذج GCM.



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على تقنية SDSM4.2.9.

### المبحث الثاني

نمذجة درجات الحرارة السنوية والفصلية لمحطات الدراسة للفترة ١٩٦١ - ٢٠٩٩ وفق السيناريو H3A2a, H3B2a.

أثبتت نتائج جدول (٣) والشكل (٢)، أن هناك اتفاقاً في محطات الدراسة على ارتفاع معدل درجة الحرارة العظمى للفترة المستقبلية مقارنة بفترة الأساس، وفقاً للسيناريو A2a، فعند مقارنة المتوسطات السنوية للمحطات الثلاث خلال الفترات المستقبلية، نجد أن الزيادة في الفترة الأولى (٢٠١٠ - ٢٠٣٩) تتراوح من ٠.٥ م° في مطار طرابلس إلى ١ م° في مطار بنينا وسرت، بينما في الفترة الثانية (٢٠٤٠ - ٢٠٦٩) تشير النتائج إلى ارتفاعها بمعدل أقل ٠.٣ م° في بنينا و ٠.٢ م° في مطار طرابلس، بينما ستخفص بمعدل ١.١ م° في محطة سرت. ويكون الارتفاع في ذروته في الفترة من ٢٠٧٠ - ٢٠٩٩ إذ تشير نتائج النمذجة إلى أن درجة الحرارة العظمى سوف ترتفع بمعدل ٥ م° في كل من بنينا وسرت وبمعدل ٦.٣ م° في مطار طرابلس.

كما أثبتت نتائج النمذجة للفترة المستقبلية أنه في فصلي الشتاء والربيع ستتجه درجات الحرارة العظمى نحو الارتفاع مقارنة بفترة الأساس. ففي الفترة الأولى (٢٠١٠ - ٢٠٣٩) ستكون الزيادة في فصل الشتاء بمعدل زيادة ٢.٩ م° في محطة أرصاد مطار بنينا

التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

ومطار طرابلس وبمعدل ١.٧°م في سرت، وفي الفترة الثانية (٢٠٤٠ - ٢٠٦٩) سوف ترتفع بمعدل أقل منها في الفترة الاولى في بنينا بحوالي ١°م، وفي سرت ومطار طرابلس ٢.٤ و ٢.٩°م على التوالي. وفي الفترة الثالثة (٢٠٧٣ - ٢٠٩٩)، سوف ترتفع بمعدل ٢.٦°م في سرت وتتجاوز ٣°م في محطتي بنينا وطرابلس مقارنة بفترة الأساس (١٩٩٠-١٩٦١).

أما في فصل الربيع فقد دلت النتائج على أن ارتفاع المعدل الفصلي لدرجة الحرارة في المحطات الثلاث سيشكل ذروة ارتفاعها على المستوى الفصلي إذ سيبلغ في الفترة (٢٠١٠ - ٢٠٣٩) بمعدل من ٥-٥.٦°م. وفي الفترة الثانية (٢٠٤٠ - ٢٠٦٩) سيكون الارتفاع طفيفاً لا يتجاوز ٠.٢°م في بنينا مقارنة بفترة الأساس، بينما يتراوح بين ٦-٧°م في سرت وطرابلس. ويكون الارتفاع في ذروته في الفترة من ٢٠٧٠-٢٠٩٩ في حدود ٨°م في بنينا و ٧.٢°م في سرت و ٦.٤°م في مطار طرابلس. كما أشارت النتائج أن درجة الحرارة العظمى في فصلي الخريف والصيف ستشهد انخفاضاً واضحاً في الفترة المستقبلية، ففي فصل الخريف تتجه للانخفاض بمعدل يتراوح من ٢.٢-٦.٥°م في الفترة الأولى. أما في الفترة الثانية فيتراوح الانخفاض من ٠.٧°م في بنينا إلى ٤°م في سرت، وإلى ٦.٦°م في مطار طرابلس. وكذلك الحال في الفترة الثالثة يتشابه اتجاه انخفاض درجات الحرارة العظمى مع اتجاهها خلال الفترة الثانية.

جدول (٣) اسقاطات درجة الحرارة العظمى الفصلية والسنوية مع فارق التغير عن فترة الأساس

وفق سيناريو H3A2a/H3B2a في محطات الدراسة

الفصل	الفترات	مطار بنينا				سرت				مطار طرابلس			
		الفارق	B2a	الفارق	A2a	الفارق	B2a	الفارق	A2a	الفارق	B2a	الفارق	A2a
الخريف	١٩٩٠ - ١٩٦١	-	٢١,٩	-	٢١,٩	-	٢٧,١	-	٢٧,١	-	٢٨,٣	-	٢٨,٣
	٢٠٣٩-٢٠١٠	٢,٢-	١٩,٧	٢,٣-	١٩,٦	٤-	٢٣,١	٤,٩-	٢٢,٣	٦,٥-	٢١,٨	٦,٥-	٢١,٨
	٢٠٦٩-٢٠٤٠	٠,٧	٢٢,٦	٠,٧	٢٢,٦	٤,٥-	٢٢,٦	٤,٨-	٢٢,٣	٦,٥-	٢١,٧	٦,٦-	٢١,٧
	٢٠٩٩-٢٠٧٠	٢,٧-	١٩,٢	٢,٧-	١٩,٢	٢-	٢٥,١	٢,٨-	٢٢,٤	٦,٥-	٢١,٨	٦,٥-	٢١,٨
الشتاء	١٩٩٠ - ١٩٦١	-	١٣,٥	-	١٣,٥	-	١٩,٢	-	١٩,٢	-	١٨,٦	-	١٨,٦
	٢٠٣٩-٢٠١٠	٢,٩	١٦,٤	٢,٨	١٦,٣	٤,٣	٢٣,٤	١,٧	٢٠,٨	٢,٩	٢١,٦	٢,٩	٢١,٦
	٢٠٦٩-٢٠٤٠	١	١٤,٥	١	١٤,٥	٢,٤	٢١,٥	١,٩	٢١,٠	٢,٩	٢١	٢,٩	٢١
	٢٠٩٩-٢٠٧٠	٢,٦	١٦,١	٢,٦	١٦,١	٢,٣	٢٣	٣,٩	٢٣	٢,٩	٢١,٥	٣	٢١,٥
الربيع	١٩٩٠ - ١٩٦١	-	١٩,١	-	١٩,١	-	٢٣,٧	-	٢٣,٧	-	٢٥,٨	-	٢٥,٨
	٢٠٣٩-٢٠١٠	٥,٣	٢٤,٤	٥	٢٤,١	٥,٢	٢٩,٥	٥,٢	٢٨,٩	٦,٢	٢٢	٦,٢	٢٢
	٢٠٦٩-٢٠٤٠	٠,٢	١٩,٣	٠,٢	١٩,٣	٧	٣٠,٧	٦,٨	٣٠,٥	٦,٤	٢٢,١	٦,٣	٢٢,١
	٢٠٩٩-٢٠٧٠	٨	٢٧,١	٨	٢٧,١	٧,٢	٣٠,٨	٦,٩	٣٠,٦	٦,٤	٢٢,٢	٦,٤	٢٢,٢
الصيف	١٩٩٠ - ١٩٦١	-	٢٦,٢	-	٢٦,٢	-	٢٩,٥	-	٢٩,٥	-	٢٤,٩	-	٢٤,٩
	٢٠٣٩-٢٠١٠	٢,١-	٢٤,٢	٢,١-	٢٤,١	٢,٠-	٣١,٧	٢,٢	٣١,٦	٠,٦	٣٥	٠,٦	٣٥,٥
	٢٠٦٩-٢٠٤٠	٠,٦-	٢٥,٦	٠,٦-	٢٥,٦	٠,٦-	٢٧,٢	٢,٣-	٢٨	١,٥-	٣٠,٥	٤,٣-	٣٠,٦
	٢٠٩٩-٢٠٧٠	١-	٢٥,٢	١-	٢٥,٢	١-	٢٨,٤	١,١-	٢٨,١	١,٤-	٣٠,٨	٤,١-	٣٠,٨
المعدل السنوي	١٩٩٠ - ١٩٦١	-	٢٠,٢	-	٢٠,٢	-	٢٤,٩	-	٢٤,٩	-	٢٦,٨	-	٢٦,٨
	٢٠٣٩-٢٠١٠	٠,٩	٢١,٢	٠,٩	٢١,١	١	٢٦,٢	١,٣	٢٥,٩	١	٢٦,٦	٠,٥	٢٧,٣
	٢٠٦٩-٢٠٤٠	٠,٣	٢٠,٥	٠,٣	٢٠,٥	١,١-	٢٦,٩	١,١-	٢٥,٥	٠,٦	٢٧	٠,٥	٢٧,٣
٢٠٩٩-٢٠٧٠	١,٨	٢١,٩	١,٨	٢٢	١,٧	٢٦,٩	٢	٢٦	١	٢٧,٣	٠,٧	٢٧,٥	

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس

باستخدام SDSM & SPSS.

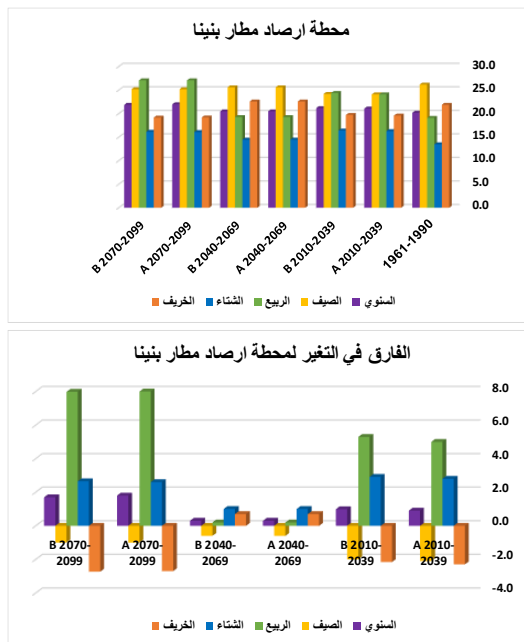
التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

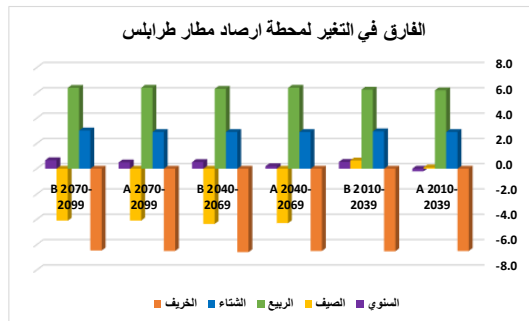
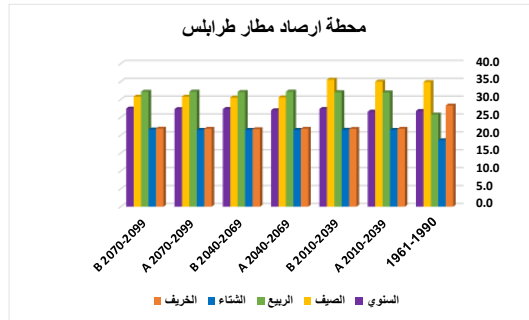
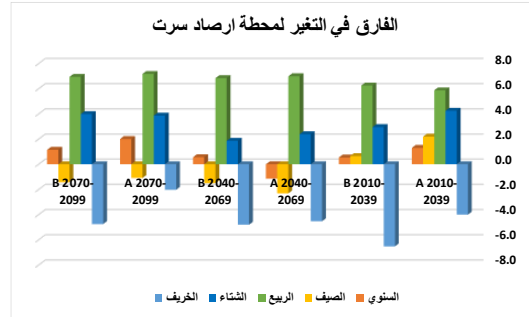
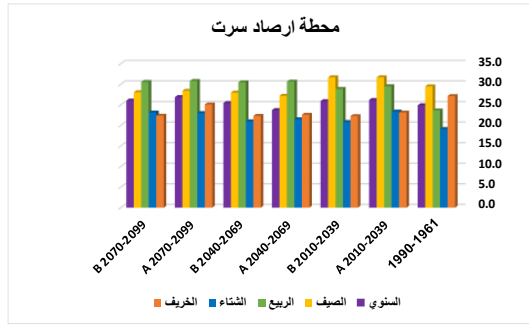
أما في فصل الصيف فإن درجات الحرارة العظمى تتجه إلى الانخفاض عن معدلها مقارنة بفترة الأساس، مسجلاً انخفاضاً بمقدار ٢.٢ م° خلال الفترة الأولى في سرت و ٢.١ م° في بنينا و ٠.٦ م° في طرابلس وفقاً للسيناريو A2a.

وفي الفترة الثانية بمعدل ٠.٦ م° في بنينا و ٢.٣ في سرت إلى ٤.٣ م° في مطار طرابلس. أما الفترة الثالثة فسيبلغ معدل الانخفاض ١ م° في مطار بنينا وسرت ١,١ م° وبمعدل ٤,١ م° في محطة مطار طرابلس، الشكل (٦). وبشكل عام تظهر النتائج أن الفترة الأولى والثالثة في للنمذجة تعدان فترتان حرجتان بعكس الفترة الثانية التي ستكون أقل حد في معدلات التغير في درجات الحرارة ورغم ذلك ستكون آثار التغير وخيمة في جميع الفترات.

الشكل (٢) اتجاهات التغير في المعدلات الفصلية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى لمحطات

الدراسة وفق السيناريوهات H3A2a/H3B2a.





المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (1) باستخدام Excel

### المبحث الثالث

الاتجاه العام لدرجات الحرارة العظمى في محطات الدراسة للفترة ١٩٦١-٢٠٩٩.

أظهرت نتائج الانحدار الخطي البسيط لدرجات الحرارة العظمى في محطات الدراسة اتجاهًا واضحًا للزيادة في المعدلات السنوية الجدول (٤) والشكل (٣) ، بوجود قيم موجبة للمتغير (b) في المعدلات السنوية للفترات الثلاث المستقبلية مقارنة بفترة الأساس (١٩٦١-١٩٩٠)، وعلى مستوى دلالة احصائية أقل من ٠.٠٠٥. إذ تراوح معامل الانحدار b ، بين ٠.٠٠٨ - ٠.١٣.

أما على المستوى الفصلي فنجد أن هناك تبايناً في اتجاه التغير، إذ سينتج عن ارتفاع درجة الحرارة تقلب الفصول وتغير خصائصها مستقبلاً مما يندرج بمشكلات بيئية وكوارث على المنطقة مستقبلاً. إذ نجد أن الاتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة الثلاث تتجه اتجاهًا واضحاً نحو الانخفاض خلال الفترات المستقبلية الثلاث في فصلي الخريف والصيف حيث كانت قيم b سالبة، وتباين مفسر تراوح بين ١٥٪ في مطار بنينا إلى ٦٠٪ في مطار طرابلس. في فصل الخريف دون دلالة إحصائية. بينما تراوح التباين المفسر في فصل الصيف بين ١٧٪ و ٧٧٪ وعلى مستوى دال إحصائياً. بينما ظهر الاتجاه نحو الارتفاع في فصلي الشتاء والربيع لوجود قيم موجبة للمتغير (b)، وتباين مفسر تراوح بين ٣٤ - ٦٠٪ في فصل الشتاء، وعلى مستوى دلالة إحصائية أقل من ٠.٠٠٥. وتراوح التباين المفسر بين ٤١٪ - ٧٤٪ في فصل الربيع دون دلالة إحصائية.

الجدول (٣) الاتجاه العام الفصلي والسنوي لدرجة الحرارة العظمى في محطة مطار بنينا.

مستوى الدلالة الاحصائية (sing)	معامل الانحدار (b)	نسبة التباين المقسر (R <sup>2</sup> )	معامل الارتباط (R)	الانحراف المعياري	متوسط درجة الحرارة العظمى	الفرقات	الفصل
محطة أرصاد مطار بنينا							
٠.٠١١	٠.٠١٠-	٠.١٥	٠.٣٩	١,٦٧٨٠	٢٠.٨	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الخريف
٠.٠١٤	٠.٦٠٠	٠.٣٤	٠.٥٨	١,٣٣٦٧	١٥.١	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الشتاء
٠.٠٦٠	١,٩٢٠	٠.٤١	٠.٦٤	٣,٨٩٣٦	٢٢.٤	1961 - 2099	فصل الربيع
٠.٠٠٣	٠.١٥٠-	٠.١٧	٠.٢٢	٠,٨٨٤٦	٢٥.٣	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الصيف
٠.٠٠١	٠.٤٨٠	٠.٦١	٠.٧٨١	٠,٧٩٣٧	٢٦.٩	٢٠٩٩ - ١٩٦١	لسنوية
محطة أرصاد سرت							
٠.٠٢٤	٠.٠٣٨-	٠.١٠	٠.١٨	٢,٧٧٢٠	٢٦.٢	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الخريف
٠.٠١٢	٠.٩٤٢	٠.٤٢	٠.٦٥	١,٨٧٩٢	٢١.٨	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الشتاء
٠.٠١٢	٢,٢٦٣	٠.٧٤	٠.٨٦	٣,٣٨٧٥	٢٨.٧	1961 - 2099	فصل الربيع
٠.٠٠٥	٠.٧٧٨-	٠.٤٩	٠.٢٢	٤,٥٧٧٤	٢٩.٢	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الصيف
٠.٠٠١	٠.٦٧٠	٠.٨٤	٠.٩٢	٠,٩٤٣٠	٢٦.٢	٢٠٩٩ - ١٩٦١	لسنوية
محطة أرصاد مطار طرابلس							
٠.٠١٢	١,٠٠٥٠-	٠.٦٠	٠.٧٨	٣,٢٥٠٠	٢٣.٤	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الخريف
٠.٠٠٥	٠,٨٧٠	٠.٦٠	٠.٧٨	١,٤٥٠٠	٢٠.٨	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الشتاء
٠.٠١٣	١,٩٤٠	٠.٦٣	٠.٧٩	٣,١٦٨١	٣٠.٥	1961 - 2099	فصل الربيع
٠.٠٠٢	١,٦٧٠-	٠.٧٧	٠.٨٨	٢,٤٥٥٤	٣٢.٨	٢٠٩٩ - ١٩٦١	فصل الصيف
٠.٠٠٠	٠.١٩٠	٠.٦٨	٠.٨٢١	٠,٢٩٨٦	٢٦.٩	٢٠٩٩ - ١٩٦١	لسنوية

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SPSS & SDSM.



# التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

## الشكل (٣) الاتجاه العام للمعدل السنوي والفصلي لدرجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة

للفترة ١٩٦١-٢٠٩٩.



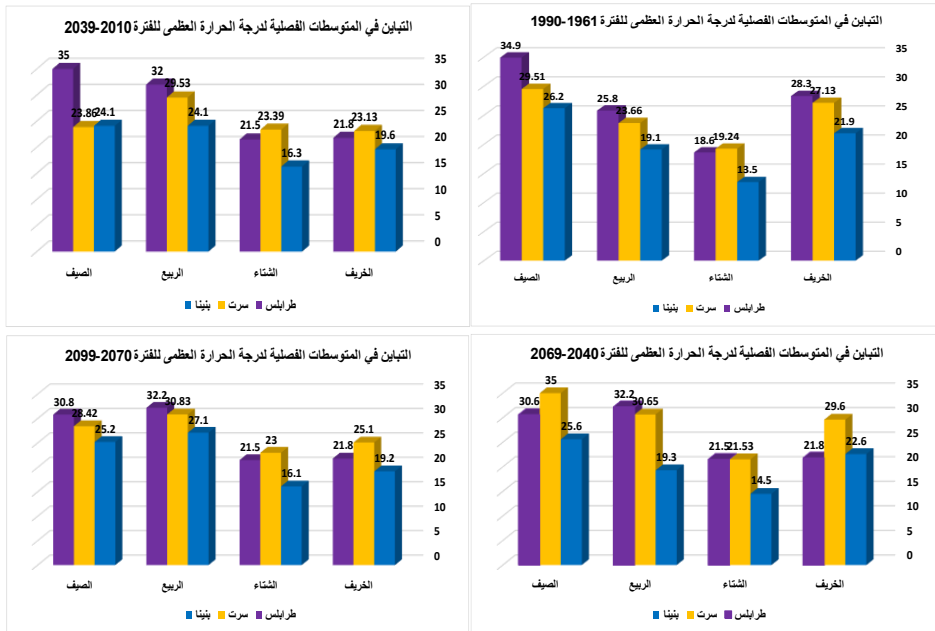


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية  
طرابلس باستخدام SPSS & SDSM.

### المبحث الرابع

التباين في متوسط درجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة للفترة ١٩٦١-٢٠٩٩. أظهرت نتائج التباين أن بأن هنا اختلاف على مستوى كل محطة على حدة بين فتراتها الأربعة، إذ بلغ مقدار التباين لمحطة مطار بنينا لفترات الأربعة حوالي ٠,٦٣، وبلغ ٠,٨٩ في محطة سرت، و ٠,٠٨٩ في محطة مطار طرابلس. بينما بلغ التباين الكلي بين المحطات الثلاث ٠,٥٤، الشكل (٤).

الشكل (٤) التباين في المتوسطات الفصلية لدرجة الحرارة العظمى في محطات الدراسة للفترة ١٩٦١-٢٠٩٩.



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس باستخدام SPSS & SDSM.

## النتائج:

١- تتفق محطات الدراسة الثلاث على ارتباطها القوي مع العنصر ٢٦ من نموذج GCM والمتمثل في درجة الحرارة عن ٢متر، بينما تتباين في مستوى ارتباطها مع العناصر الأخرى.

٢- أثبتت النتائج أن هناك اتفاقاً بين محطات الدراسة في اتجاهات التغير في درجات الحرارة العظمى خلال الفترات المستقبلية نحو الارتفاع مقارنة بفترة الأساس وأنها جميعها تتفق مع السيناريو A2a.

٣- أكدت الدراسة أن الفترة الثانية (٢٠٤٠ - ٢٠٦٩) ستشهد ارتفاعاً في درجة الحرارة العظمى بمعدل أقل مقارنة بالفترات المستقبلية الأخرى، فتبلغ ٠.٣م° في بنينا و ٠.٢م° في مطار طرابلس بينما تنخفض بمعدل ١.١م° درجة مئوية في محطة سرت.

٤ - أثبتت نتائج النمذجة للفترة المستقبلية أن الاتجاه العام لدرجة الحرارة العظمى في فصلي الشتاء والربيع تتجه نحو الزيادة في متوسط درجة الحرارة مقارنة بفترة الأساس. كما أكدت على أن درجة الحرارة العظمى في فصلي الخريف والصيف ستشهد انخفاضاً واضحاً في الفترة المستقبلية.

٥ - أظهرت نتائج الانحدار الخطي البسيط لدرجات الحرارة العظمى في محطات الدراسة، اتجاهًا واضحًا للزيادة في المعدلات السنوية، بوجود قيم موجبة للمتغير (b) في المعدلات السنوية لفترات الثلاث المستقبلية مقارنة بفترة الأساس (١٩٦١-١٩٩٠)، وعلى مستوى دلالة احصائية أقل من ٠.٠٠٥. إذ تراوح معامل الانحدار b، بين ٠.٠٠٨ - ٠.٠١٣.

التباين في اتجاهات تغير درجة الحرارة العظمى على الساحل الليبي للفترة (١٩٦١ - ٢٠٩٩) باستخدام التقنيات المكانية.

٦ - كما أكدت نتائج الانحدار الخطي البسيط على الاتجاه نحو الارتفاع في فصلي الشتاء والربيع لوجود قيم موجبة للمتغير (b)، وعلى الاتجاه نحو الانخفاض في فصلي الصيف والخريف لوجود قيم للمتغير (b).

٧- أن الزيادة الواضحة في درجات الحرارة خصوصاً في فصلي الشتاء والربيع تنذر بعدة مخاطر تنتج من تغير المناخ خلال السنوات القادمة، حيث تعد ليبيا من أكثر الدول عرضة لتلك المخاطر.

٨- أظهرت نتائج التباين أن هناك تباين واضح بين الفترات الاربعة لكل محطة على حدة، وأن التباين الكلي بلغ ٠.٥٤.

#### التوصيات:

١- يجب على صناع القرار اتخاذ التدابير اللازمة والعاجلة لمواجهة تلك المخاطر، كموجات الحر المدمرة والجفاف التي تتزامن مع قلة المياه الجوفية في جميع المناطق على حد سواء، إضافة إلى امتداد التصحر وفقدان التربة لخصوبتها وخصائصها والتي سيكون لها الأثر الكبير على الأراضي الزراعية والمحاصيل. لذا يتوجب التوعية بتلك المخاطر وترشيد المياه للحد من الجفاف والتصحر.

٢- على الحكومة أن تتولي الأهمية الكبرى لدعم مشاريع البحث العلمي التي تتناول المجالات ذات الأولوية في هذا المجال والتي تهدف إلى تقديم نهج فريد في دراسة وتحليل تلك المخاطر.

٣- يجب التنويه إلى الاهتمام بعمليات طرق الرصد وتحسينها، وذلك بتوفير معدات وأجهزة القياس المتطورة، مع تنمية القدرات والرفع من كفاءة العاملين عليها،

للحصول على بيانات مناخية دقيقة وصحيحة تدعم مشاريع البحث العلمي، لصياغة التوصيات العلمية والتي من خلالها تتخذ القرارات المستقبلية لصالح البلاد.

#### المراجع:

- ١ - أمحمد إبراهيم محمد شرف، جغرافية المناخ والبيئة، دار المعرفة الجامعية، ط١، ٢٠٠١، الإسكندرية، مصر، ص ٢٧٠.
- ٢ - إيڤ سياما، ترجمة زينب منعم، التغير المناخي، مشورات المجلة العربية، الرياض، ٢٠١٥، ص ٣٠.
- ٣ - التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، ٢٠١٧، بيروت، لبنان، ص ٤١.
- ٥ - حافظ حافظ عيسى خير الله، التذبذب في معدلات الرطوبة النسبية واتجاهاتها بمحطة بنينا خلال الفترة ١٩٨٠ - ٢٠٠٩، مجلة جامعة سرت للعلوم الانسانية، العدد الثالث، ٢٠٢٢ ص ٣٠٥.
- 6 - T. C. JOHNSM and 3 others, The New Hadley Centre Climat Model (HadGEM1): Evaluation of Coupled Simulations.2006. P13-27.
- ٧ - سعد الدين خرفان، تغير المناخ ومستقبل الطاقة المشاكل والحلول. بيروت، لبنان، ٢٠٠٧، ص ٨.
- ٨ - عبد السلام أحمد محمد ابراهيم، نمذجة التغير في درجات الحرارة بمنطقة مصراته باستخدام تقنية (SDSM)، مجلة جامعة الزيتونة، العدد ٢٨، ديسمبر ٢٠١٨، تزهونة، ليبيا، ص ٢٢-٢٣.
- ٩ - جمعة المليان، شرف الدين بن سعيد، عبد الرحمن الغافود، نمذجة التغير في درجة الحرارة العظمى في منطقة شحات للفترة ١٩٦١-٢٠٩٩ باستخدام تقنية SDSM، مجلة كلية الآداب، جامعة مصراته، العدد ١٧ يونيو ٢٠٢١، ص ٣٧.
- 10 - Wilby, R. L. and Dawson, C. W. (2007). SDSM 4.2 A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts, Version 4.2 User Manual.