التحليل الجغرافي لاحتمالات تكرار تطرفات الحرارة في شمال غربي ليبيا للفترة 2020-2055

د. الضاوي علي المنتصر
كلية الآداب الأصابعة- جامعة غريان

1-مقدمة:

منذ أواسط القرن العشرين والتنبؤات الجوية تشكل جزءاً من الحياة اليومية، إذ تساعد التنبؤات الجوية المزارعين والعاملين في مجالات مختلفة من صناع القرار في القطاعات الصناعية الحساسة تجاه الطقس والمناخ على برمجة اولويات أعمالهم وواجباتهم، وساعد التطور التكنولوجي على زيادة دقة التنبؤات، ومعرفة احتمالات فترات التكرار وطول مدتها، بناء على البيانات المسجلة عبر السلسلة الزمنية لأي موقع على الأرض. فالتوقعات العالمية تشير معظمها الى أن تغير المناخ سيؤدي الى ارتفاع درجات الحرارة، ونقص في كمية الأمطار وزيادة حدة التقلبات المناخية، الأمر الذي يزيد الاهتمام والحاجة الملحة الى ضرورة دراسة مختلف التغيرات المناخية، وسلوك درجة الحرارة على الأخص في المستقبل.

تعد التنبؤات المستقبلية المحتملة لتغير درجات الحرارة من أهم المواضيع التي أصبحت على رأس أولويات الباحثين والهيئات والمنظمات الدولية، باعتبارها المتحكم إلى حد كبير في مختلف خصائص بقية العناصر الجوية، وبالتالي فإن معرفة التغيرات المحتملة لهذا العنصر لابد وأن تؤخذ كعنصر حاسم في اتخاذ أي قرار مستقبلي عن رسم الخطط واتخاذ القرارات، كما انها تفيد كثيراً في النواحي التطبيقية، وتسهم في تجنب أو التخفيف من الكوارث الطبيعية والبشرية المرتبطة بالظروف المناخية، خصوصاً وأن الدراسات المناخية الحديثة اثبتت أن حرارة الهواء السطحي زادت منذ عام 1860 الى 2005 بمقدار 0.60 درجة مئوية.[1]

2-اهداف البحث:

- التعرف على خصائص درجة الحرارة في منطقة الدراسة.
- توضيح أثر التباين المكاني في تطرفات الحرارة واحتمالية تكرارها في المستقبل.

- التعرف على طبيعة التغير لدرجات الحرارة واسباب التباين في التطرف الحراري.
- التعرف على اهم التغيرات التي ستطرأ على درجات الحرارة في شمال غربي ليبيا حتى العام 2055 م.

3-أهمية البحث:

يعد إقليم شمال غربي ليبيا من أهم المناطق في ليبيا، من حيث عدد السكان والانشطة البشرية، حيث يضم العاصمة طرابلس والعديد من المدن الهامة، ويقطنه أكثر من نصف سكان البلاد، وما يزيد عن 60% من اجمالي الاراضي الزراعية في ليبيا، أما خصائص الإقليم المناخية فيستمدها من تأثيرات البحر المتوسط والمناخ الصحراوي، الذي جعله يتمتع بخصائص مناخية تميزه عن غيره من المناطق في ليبيا، عليه فإن أهمية الموضوع تكمن في الآتي: -

- تكرار المعاناة لسكان وبيئة المنطقة من التطرف المناخي، دون أن تكون هناك محاولة جادة لمعرفة احتمالات تكرارها.
- التطرفات الحرارية الحادة تسبب الكثير من الأضرار، خصوصاً فيما يتعلق بالمحاصيل الزراعية والنبات الطبيعي والانشاءات الهندسية وحياة السكان وانشطتهم اليومية.
- تقديم صورة متكاملة عن أهم التطرفات المناخية، فيما يتعلق بدرجات الحرارة والتنبؤ باحتمالات تكرارها.
- أثر التغير المناخي العالمي على طبيعة سلوك درجات الحرارة في شمال غربي ليبيا.
- تزويد المكتبة بمثل هذه الدراسة على التغير والتطرف المناخي في المستقبل، لاتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة مثل هذه التطرفات.

4-مشكلة الدراسة:

يقع إقليم شمال غربي ليبيا تحت تأثير مناخ البحر المتوسط شمالاً والمناخ الصحراوي جنوباً، كما أن سلسلة الجبل الغربي التي تتوسط منطقة الدراسة تبدو على شكل حائط من ناحية الشمال، تقف حاجزاً يعترض معظم المؤثرات من التوغل ناحية الجنوب، بينما اندماجها مع الهضبة الجنوبية يسمح بمرور المؤثرات القارية تجاه الأطراف الشمالية، بل يضيف مزيداً من الحرارة إلى الجهات الداخلية من سهل الجفارة، نتيجة هبوط الهواء المداري الحار وتسخينه ذاتياً.

عند مرور المنخفضات الحرارية خلال النصف الدافئ من السنة وبالأخص في أواخر الربيع تهب رياح القبلي الحارة والجافة التي تتسبب في موجات الحرارة العالية في معظم أجزاء الإقليم

المدروس، أما عندما تكون المنطقة عرضة لفعاليات المنخفضات الجوية العابرة للمتوسط فإن درجات الحرارة تنخفض إلى مستوياتها الدنيا، مما يتسبب في تشكل موجات البرد القاسية التي يتعرض لها الاقليم، وبالأخص في الدواخل والمناطق المرتفعة، ولهذا فإن الأحوال الجوية في شمال غربي ليبيا تتميز بالاضطراب وعدم الاستقرار، خصوصاً في درجة الحرارة التي تلعب الدور الرئيس في تباين سمات بقية عناصر المناخ من ناحية، وعناصر البيئة الطبيعية من ناحية أخرى.

عليه يمكن صياغة مشكلة الدراسة في الإجابة على السؤال التالي:

- ما مدى تأثير العوامل المحلية والخارجية على ظاهرة التطرف الحاد في درجات الحرارة، واحتمالية تكرارها؟ وهل يمكن التنبؤ بسلوك الحرارة في المستقبل، في ضوء البيانات قيد الدراجة؟
- هل هناك تغير في تكرار التطرفات في درجات الحرارة خلال فترة الدراسة؟
- هل هناك اختلاف في نسبة التغير بين درجتي الحرارة الصغرى والعظمى؟

5-فرضيات الدراسة:

- يشهد إقليم شمال غربي ليبيا تغيراً مناخياً متمثلاً في السلوك الصاعد في متغيرات الحرارة.
- هناك تطرف في سلوك الحرارة، على مستوى الحرارة الصغرى والعظمى.
- الموقع الفلكي والجغرافي ومكونات البيئة المحلية لها الدور الابرز في التباين المكاني بالنسبة لحدة التطرفات في درجات الحرارة وطول فترات تكرارها.
- هناك تباين في بين قيم الحرارة العظمى والصغرى، بالنسبة للتكرار والاتجاه الصاعد.
- يمكن التنبؤ بالسلوك العام لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة في المستقبل، في ضوء البيانات قيد الدراسة.

6-منهجية واساليب البحث:

6-1-المنهجية:

اقتضت الضرورة الاعتماد على عدة مناهج لتحقيق فرضيات الدراسة، من أهمها:- المنهج الوصف لعرض ووصف البيانات المناخية التي تم جمعها من مصلحة الأرصاد الجوية طرابلس، خلال الفترة 1984- 2019، وتبويبها لاستخلاص المادة موضوع البحث، بالإضافة إلى المنهج المقارن لإبراز تباين الظاهرة من مكان إلى آخر، من حيث التوزيع والتطرف، أما المنهج الكمي التحليلي

للبيانات التي تم استخلاصها، فسيتم من خلال استخدام العديد من البرامج الإحصائية والكارتوغرافية والنماذج الرياضية، بغية الوصول إلى نتائج أكثر دقة وشمولية عن موضوع الدراسة.

6-2-الأساليب المستخدمة في البحث:

اعتمدت الدراسة على المصادر المكتبية لتحديد منطقة الدراسة، وأهم المعلومات على خصائصها الحرارية. بالإضافة إلى جمع البيانات الإحصائية عن درجات الحرارة من مصلحة الأرصاد الجوية طرابلس، وتجهيزها لعدد 8 محطات، تغطي منطقة شمال غربي ليبيا، خلال الفترة 1984-2019 جدول (1)، بالاستعانة بمواقع الانترنت[2] التي توفر البيانات المناخية المتسلسلة والمتكاملة لسد بعض البيانات المفقودة ضمن السلسلة قيد الدراسة، ومن ثم تصنيف البيانات التي تخص كل محطة من أجل تناولها بالتحليل الكمي للوصول إلى هدف الدراسة، واستخراج احتمالات التكرار لتطرفات درجات الحرارة الدنيا والعظمى، والتنبؤ بسلوكها حتى العام 2055.

جدول (1) الإحداثيات الجغرافية لمحطات الأرصاد الجوية بشمال غربي ليبيا.

اسم المحطة	نوع المحطة	الارتفاع(متراً)	خط العرض(شمالاً)	خط الطول(شرقاً)	فترة الرصد
زوارة	مناخية	03	53 ً 32 ْ	05 ً 12 ْ	2019-1984
طرابلس	مناخية	25	54 ً 32 ْ	11 ً 13 ْ	2019-1984
المطار	مناخية	81	40 ً 32 ْ	09 ً 13 ْ	2019-1984
الخمس	سطحية	22	26 ً 32 ْ	35 ً 13 ْ	2019-1984
مصراتة	سطحية	32	19 ً 32 ْ	03 ً 15 ْ	2019-1984
يفرن	مناخية	713	56 ً 31 ْ	14 ً 12 ْ	2019-1984
نالوت	سطحية	621	52 ً 31 ْ	59 ً 10 ْ	2019-1984
القربات	سطحية	497	23 ً 30 ْ	35 ً 13 ْ	2019-1984
غدامس	سطحية	357	08 ً 30 ْ	30 ً 09 ْ	2019-1984

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.

ولمعالجة البيانات المتحصل عليها خلال فترة الرصد، تم استخدام مجموعة من البرامج الاحصائية والنماذج الرياضية (Microsoft Excel16- SPSS-GIS-Magicc Scengn 2.4) من أجل عرض الظاهرة في صورة خرائط، وإجراء تحليلات مكانية للسلسلة الزمنية قيد الدراسة. وأهم البرامج والنماذج المستخدمة:

6-2-1-نموذج غامبل للقيم المتطرفة:

يستخدم هذا النموذج لتقدير احتمالات تكرار التطرفات الميتورولوجية والهيدرولوجية، وفي هذه الدراسة تم استخدامه لتقدير احتمالات تطرفات الحرارة الدنيا والعظمى، وفترات الرجوع المتوقعة في المستقبل، بناءً على بيانات السلسلة الزمنية للعناصر المذكورة خلال الفترة من 1984 – 2019.

6-2-1-1- تقدير قيم الاحتمالات:

$$P=\left(\frac{M}{N+1}\right)100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

P = نسبة مئوية %.

M = ترتيب القيم المشاهدة.

N = حجم العينة.

6-2-1-2- تقدير فترات التكرار:

$$T=\frac{N+1}{M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

T = فترات التكرار (سنوات)، وتعني الفترة الزمنية التي يجب أن تنقضي، لكي يتكرر حدوث القيمة المقابلة للتكرار.

اقترح الباحث كونين (1978) تعديلاً على نموذج غامبل، لمعالجة التطرفات الكبيرة التي تظهر معزولة، وبعيدة عن نسق توزيع النقاط الأخرى (3) وتأخذ الصيغة المعدلة:

$$P=\frac{M-0.4}{N+0.2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$T=\frac{N+0.2}{M-0.4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

6-2-2-تحليل احتمالات تغير درجات الحرارة 2020-2055:

تم استخدام برنامج Magicc Scengn 2.4 الذي يعتمد على البيانات المخزنة من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WOM عن مختلف محطات الرصد المنتشرة على سطح الكرة الأرضية، وتعتمد نتائج النماذج Models المستخدمة في برنامج Magicc Scengn على الشبكة الجغرافية، إذ

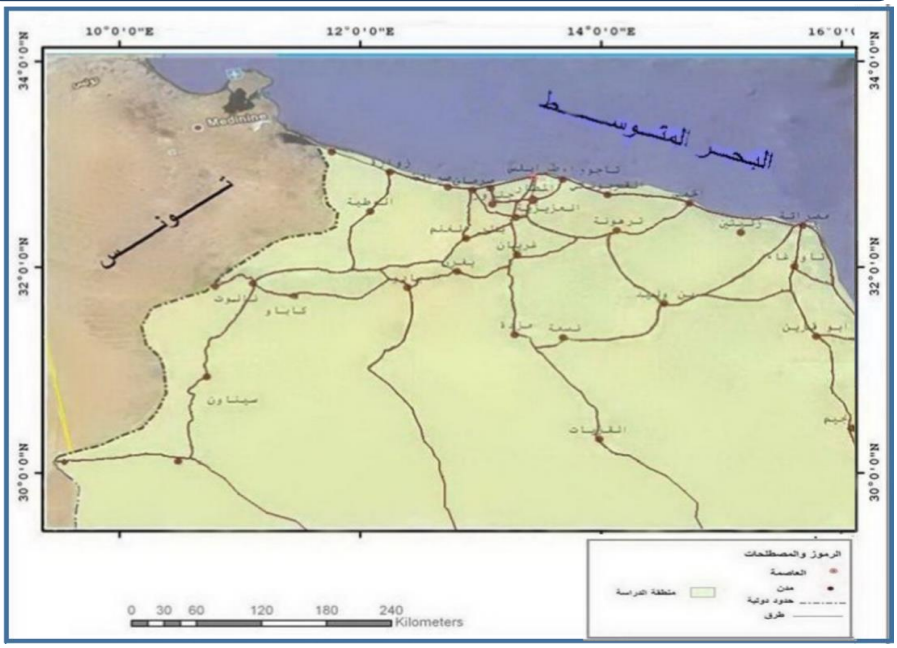
يقوم النموذج الذي يتم اختياره وفق أحد السيناريوهات الموجودة ضمن بيئة البرنامج بحساب التغير في العنصر الذي يتم تحديده زمنياً، خلال الفترة من 1900 إلى 2100، ومكانياً في ضمن مساحة تقدر بـ 5 درجات فلكية، وهو ما يتفق مع موقع الإقليم محل الدراسة ضمن نطاق (30 – 35 ْ شمالاً و10 – 16 ْ شرقاً).

تم اختيار النموذج Model (ECHAM4) الذي أعده المركز الأوربي في هامبورج (4) لأنه أفضل النماذج المناسبة لمنطقة حوض البحر المتوسط، وبالاعتماد على السيناريو Scenario (IS92a) تم تحديد الفترات المستقبلية المراد حساب للتغير في درجات الحرارة، (2025، 2050) بالاعتماد على المتوسط السنوي لدرجات الحرارة (مْ)، والمتوسط الفصلي لدرجات الحرارة (فصل الصيف)، والمتوسط الفصلي لدرجات الحرارة (فصل الشتاء).

7-حدود الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة في الركن الشمالي الغربي من ليبيا، يحدها البحر المتوسط من الشمال، وتونس من ناحية الغرب وخليج سرت من الشرق، أما من ناحية الجنوب فهي امتداد لمنطقة الحماده الحمراء، وفلكياً تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 00 :30 – 10: 33 شمالاً، وخطي طول 17: 09 – 00: 16 شرقاً، شكل (1).

أما الحدود الزمنية فهي تتفق مع توصيات منظمة الارصاد الجوية العالمية أي بحدود 35 سنة فأكثر، بحيث تشمل على دورة مناخية كاملة، لذا تم الاعتماد في هذا البحث على البيانات المناخية لعدد من المحطات، التي تغطي منطقة الدراسة خلال الفترة 1984-2019.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة.

8-الدراسات السابقة:

– **دراسة (مقيلي 1993) "تحليل سلاسل التطرفات المناخية في محطة أرصاد طرابلس"**، ومن أهم النتائج التي توصل إليها مقيلي: أن درجة الحرارة المطلقة العظمى المتوقع مشاهدتها كل سنة هي 43.5 درجة مئوية، أما درجة الحرارة 45 فيمكن تكرارها كل سبع سنوات تقريباً.

-**دراسة (Hulme, et al, 2000) "تغير المناخ في إفريقيا خلال الفترة ما بين 1900 – 2100"**، وخلصت إلى وجود تباين إقليمي في تغير المناخ نتيجة لتباين العوامل الخارجية ومدى توغلها، ودرجة تأثيرها في الأقاليم المختلفة، وتوقعت الدراسة زيادة متوسط درجات الحرارة في الأجزاء الشمالية من القارة بحدود درجة مئوية واحدة، بحلول عام 2050.

دراسة (الكليبي 2003) بعنوان "توقع متوسط درجة الحرارة الشهرية لمدينة الرياض باستخدام تحليل التوافق"، وأهم ما توصلت إليه الدراسة هو بناء نموذج انحدار غير خطي توافقي، يمكن الاستعانة به عند توقع المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة الرياض.

-**دراسة (Besselaar, et al, 2009) "تأثير دورة الهواء العامة على درجات الحرارة في أوربا"**، فقد أثبتت أن هناك زيادة في ارتفاع درجات الحرارة العظمى خلال القرن العشرين، نتيجة زيادة

التقلبات في الفعاليات الجوية، وفي مقدمتها الضغوط الجوية المرتفعة التي أصبحت تهيمن بهوائها الراكد على وسط وجنوب أوربا وحوض البحر المتوسط، وأثبتت الدراسة أن الجزء الأكبر من أوربا يشهد تزايداً في عدد الأيام الدافئة، خصوصاً مع بداية القرن الحالي، بسبب الهواء الدافئ الذي تحمله تيارات المحيط الأطلسي.

-دراسة (الزغلول 2011) **"أثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى وحالات الصقيع في إربد"**، حيث تناولت تحليل الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى وتكرار حالات الصقيع، وخلصت إلى وجود ارتفاع في المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى في فصل الشتاء بنسب متفاوتة، تسبب في تناقص تكرار حالات الصقيع.

-دراسة (الجصاني 2014) **"تحليل جغرافي للحدود الحرارية في النجف"**، والتي اثبت زيادة المتوسطات الحرارية حتى العام 2062 سواء الحرارة الدنيا أو العظمى أو المتوسط العام، ويرجع ذلك التغير في العوامل المناخية، أو الضوابط المتحكمة والمؤثرة بعناصر وظواهر المناخ.

-دراسة (عنيبة 2016) **"أثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى في منطقة مصراته في الفترة 1981-2010"**، وقد اثبتت أن درجة الحرارة الصغرى قد تراوحت الزيادة بها خلال كل الفصل بين 0.9-1.15 درجة مئوية.

-دراسة (Mohamed E, Hereher. 2016) **"اتجاهات السلاسل الزمنية لدرجات حرارة سطح الارض في مصر كمؤشر للاحترار العالمي**، حيث أشارت تحليلات الاتجاه العام الى زيادة درجة حرارة سطح الارض بمقدار 0.3-1.06 درجة مئوية.

9-التحليل والمناقشة:

9-1-الملامح العامة لخصائص الحرارة في شمال غربي ليبيا:

يقع القسم الأعظم من المنطقة تحت تأثير المناخ شبه الصحراوي، ولا يستثنى من ذلك إلا الشريط الساحلي والأجزاء الشرقية من سهل الجفارة ونطاق سلسلة الجبل الغربي، ولذا فالحرارة ترتفع بشكل عام في الصيف، وتميل إلى البرودة في الشتاء، ويزداد المدى الحراري الفصلي والسنوي مع الاتجاه إلى الجنوب، بسبب البعد عن المؤثرات البحرية، كما أن خط الساحل لا يتمشى مع درجة عرض واحدة، مما يكون له الأثر الملحوظ في اختلاف الخصائص الحرارية.

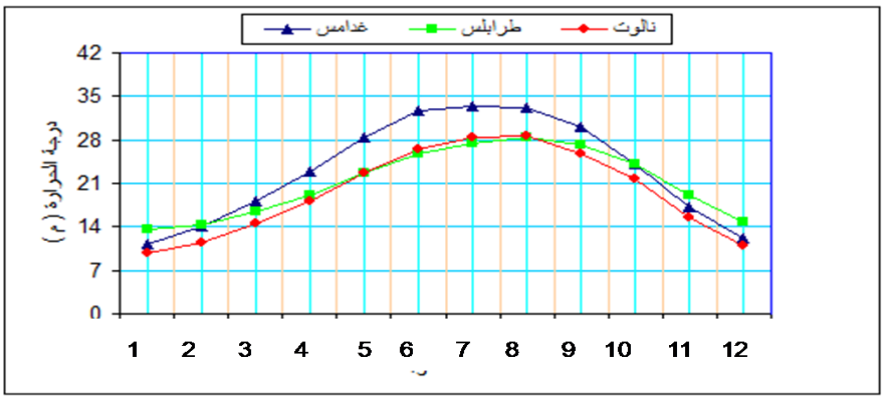
في الفصل البارد من السنة والذي يمتد من بداية شهر نوفمبر وحتى نهاية شهر ابريل، حيث يتأثر حوض البحر المتوسط وشمال إفريقيا بمنظومة من الضغوط الجوية تساهم في تشكيل معظم الفعاليات الجوية في هذا الوقت من السنة، وتصبح منطقة الصحراء الكبرى امتداداً

لضغط أزور المرتفع، الذي يتراوح بين 1018 – 1020 ملليبار، ومن هذا النطاق المرتفع تهب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية الجافة باتجاه المنخفض الاستوائي[5]، مما يفسح المجال لتكرار مرور وتوالد المنخفضات الجوية Cyclones فوق حوض البحر المتوسط وانتقالها نحو الشرق، حينما يتحول البحر المتوسط إلى مركز للضغط الجوي المنخفض Low pressure الذي يصاحبه عادة تغيرات في الخصائص المناخية، كالتغير السريع والمفاجئ في درجة الحرارة بمجرد عبور المنخفض الجوي، فتتعرض المنطقة إلى موجات من البرد الشديد التي تتجاوز في كثير من الأحيان الصفر المئوي هبوطاً، وقد تستمر عدة أيام.

وبشكل عام فإن الفروق الحرارية بين النهايات العظمى والصغرى تتقارب في الفصل البارد بسبب قصر النهار، وتعاظم وجود السحب التي تغطي السماء كلياً أو جزئياً خلال اليوم[6]، مما يقلل من وصول الإشعاع الشمسي نهاراً، ويعرقل إلى حد كبير الإشعاع الأرضي ليلاً، وبالتالي تقل فرصة ارتفاع النهايات العظمى أثناء النهار كثيراً عن النهايات الصغرى ليلاً.

أما في النصف الدافئ من السنة يكون نطاق تقابل الرياح الاستوائي في أقصى تزحزح له ناحية الشمال، مما يفسح المجال لسيطرة الهواء المداري، الذي يعمل على ارتفاع درجة الحرارة بشكل عام في جميع أجزاء الإقليم المدروس، ونتيجة لزيادة طول النهار الذي يصل إلى 14 ساعة في طرابلس، فترتفع درجة الحرارة بمعدل يفوق في كثير من الأحيان 40 درجة مئوية في الظل ولعدة أيام متواصلة، في شكل موجات من الحرارة، تسجل خلالها قيم متطرفة Extremes Values ، حيث وصلت درجة الحرارة العظمى في منطقة المطار يوم 13 يونيو 2001 م إلى 49.1 درجة مئوية، وارتفعت في زوارة يوم 22 يونيو سنة 1997 م إلى 49 درجة مئوية، كما أن درجة حرارة الرمل الجاف المعرض للشمس، قد تصل إلى ضعف الرقم المسجل في الظل[7].

إن التوزيع الشهري لمتوسط درجات الحرارة The monthly mean of Temperature Distribution يظهر في شكل منحنى توجد له قمة واضحة في شهري يوليو وأغسطس، حيث يمثل شهر يوليو الأكثر حرارة في المناطق الداخلية، بينما تتأخر قمة الحرارة في المناطق الساحلية إلى شهر أغسطس[8]، والسبب يرجع إلى أن البحر بطيء التأثر بتغيرات الإشعاع الشمسي (شكل،2)



شكل (2) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الجافة في محطات مختارة في شمال غربي ليبيا 1984 – 2019.

أما المدى الحراري اليومي Daily range of temperature فيتميز بالاستقرار والتجانس، وعدم التطرف في المناطق الساحلية، بعكس المناطق الداخلية التي تشتد فيها المؤثرات القارية، الأمر الذي ينعكس على زيادة الفروق الحرارية اليومية وبشكل عشوائي، حيث تنفرد منطقة العزيزية بتسجيل أكبر مدى حراري يومي في البلاد، وهو 37.2 درجة مئوية، حيث هبطت درجة الحرارة الدنيا في العزيزية في أحد الليالي إلى 0.5 درجة مئوية، وسجلت درجة الحرارة العظمى في نهار ذلك اليوم 37.7 درجة مئوية[9].

9-2-احتمالات تكرار تطرفات الحرارة 2020-2055:

يمثل التطرف الحراري Thermal Extremes أحد أهم مخاطر الطقس التي تؤثر في جميع نواحي الحياة الطبيعية والبشرية، مما يستدعي دراستها وتحليلها، للتعرف على احتمالات تكرارها، من أجل تجنب أخطارها، أو التخفيف على الأقل من كلفتها الاقتصادية، عند التخطيط والإدارة البيئية.

9-2-1- احتمالات تكرار تطرفات الحرارة الدنيا 2020-2055.

تعد تطرفات الحرارة الدنيا من أهم المخاطر المناخية التي تؤدي إلى حدوث خسائر في مختلف نواحي الحياة الطبيعية والبشرية، فانخفاض درجة الحرارة الدنيا إلى مادون الصفر المئوي، في الإقليم المدروس أثناء النصف البارد من السنة، يساعد في أغلب الأحوال إلى تكون ما يسمى بالصقيع، الذي يقتصر حدوثه على المنحدرات والأحواض وبطون الأودية المنتشرة في نطاق

سلسلة الجبل الغربي والأجزاء الداخلية الواقعة جنوبها، بعكس المناطق الساحلية التي يندر فيها تكون الصقيع.

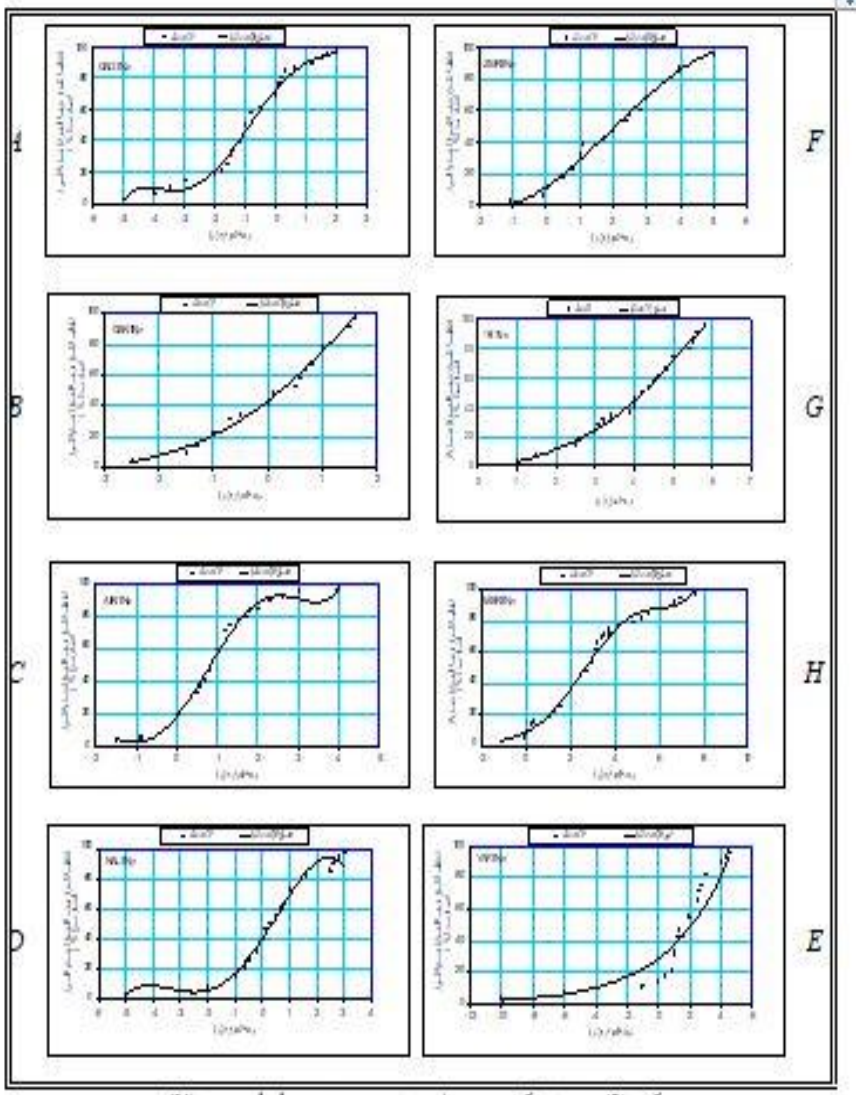
ويؤدي الصقيع إلى حدوث خسائر كبيرة فيما يخص الإنتاج النباتي والزراعي، حيث يؤدي إلى تجمد العصارة المائية في المجموع الخضري وزيادة حجمها بنسبة 10 %، مما يعمل على تمزق الخلايا وهلاك النباتات، ويعد الصقيع الربيعي أكثر خطراً على النباتات والمحاصيل الزراعية لأنه يتزامن مع فترة النمو وصعود أكبر كمية من العصارة إلى المجموع الخضري[10].

كما يعمل الصقيع على تجمد المياه في الأنابيب، مما يؤدي إلى انفجارها، بالإضافة إلى تزايد الحوادث على الطرقات والجسور، بسبب الانزلاقات، ويؤدي الجليد المتراكم على الأسلاك الكهربائية إلى قطع التيار الكهربائي[11]، وزيادة استهلاك الطاقة لأجل التدفئة. كما يعرقل الانخفاض الكبير في درجات الحرارة أنشطة الإنسان العضلية، ويساعد على انتشار العديد من الامراض المرتبطة بظروف الطقس مثل نزلات البرد، فضلا عن تعطيل الكثير من المعدات وصعوبة تشغيلها.

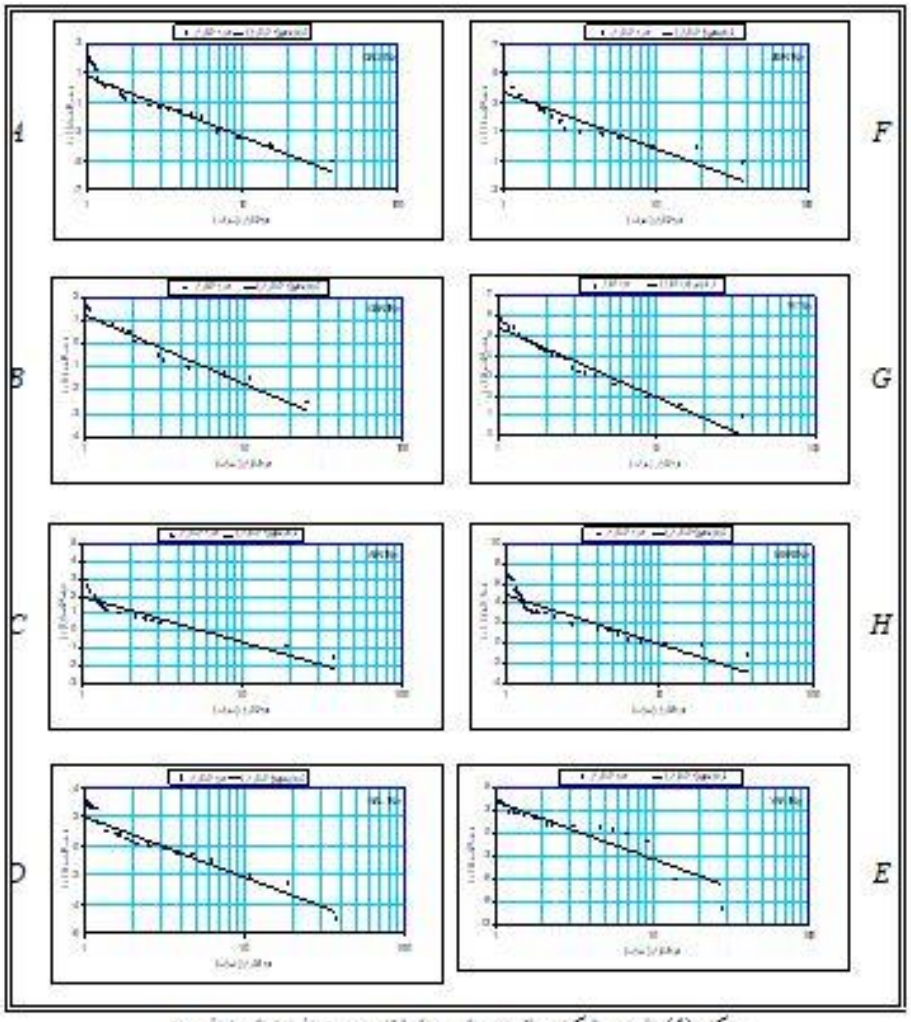
ومن خلال تحليل سلاسل تطرفات الحرارة الدنيا، في مختلف أجزاء الإقليم المدروس، وتفحص الشكلين (4،3) يتضح أن درجة الحرارة الدنيا المتوقع تكرارها كل سنة وبنسبة احتمال 97.4 % تتراوح في المناطق الساحلية، بين 5 درجات مئوية في زوارة و7.6 درجة مئوية في مصراتة، بينما تنخفض في نالوت ويفرن إلى 3 و4.5 درجة مئوية على التوالي، وإلى أقل من ذلك في القريات، بحيث تسجل درجة الحرارة المتوقع تكرارها كل سنة 1.6 درجة مئوية.

أما درجة الحرارة المتوقع تكرارها كل سنتين، وباحتمال 50 %، فتتراوح بين 2.3 درجة مئوية في زوارة، و4.2 درجة مئوية في طرابلس، تنخفض في نالوت إلى 0.3 درجة مئوية، والى 1 – مئوية في غدامس. كما تتراوح درجة الحرارة المتوقع تكرارها مرة كل 5 سنوات، وباحتمال 20 %، بين 0.7 درجة مئوية في زوارة، و2.7 درجة مئوية في طرابلس، بينما تنخفض في نالوت إلى 0.7 – مئوية، والى 1.9 – في غدامس، أما درجة الحرارة المتوقع تكرارها كل 10 سنوات، وباحتمال 10 %، فتتراوح بين 1.8 درجة مئوية في طرابلس، و3.6 – درجة مئوية في غدامس.

وتتحصل أدنى درجة حرارة دنيا يمكن تكرارها مرة واحدة في شمال غربي ليبيا خلال 35 سنة على أطول فترة رجوع وأقل نسبة احتمال، حيث تتراوح بين 10 – درجة مئوية في يفرن، ودرجة واحدة مئوية في طرابلس.



شكل (3) احتمالية تكرار درجة الحرارة الدنيا، مساوية لل أو أصغر من (%)
في شمال غربي ليبيا، خلال الفترة من 2020 – 2055 .
غدامس A ؛ القربات B ؛ المطار C ؛ نالوت D
يفرن E ؛ زوارة F ؛ طرابلس G ؛ مصراتة H.



شكل (4) المنحنى التكراري لفترات الرجوع لتطرفات درجة الحرارة الدنيا الفصلية
عن الفترة من 2020 – 2055 في شمال غربي ليبيا.
غدامس A ؛ القربات B ؛ المطار C ؛ داتون D
يفرن E ؛ زوارة F ؛ غريانس G ؛ مصراتة H.

يتضح من التحليل السابق: أن درجة الحرارة الدنيا المتوقع تكرارها خلال فترات الرجوع المختلفة، تزداد حدة في المناطق الداخلية البعيدة عن المؤثرات البحرية، أو المناطق المرتفعة الواقعة فوق سلسلة الجبل الغربي، خصوصاً في الأودية والمنخفضات، حيث تنخفض في كثير من الأحيان درجة الحرارة الدنيا دون الصفر المئوي ويتكون الصقيع ، ولهذا تكاد تقتصر الأضرار الناتجة عن تطرفات الحرارة الدنيا على المناطق المذكورة ،الأمر الذي يستوجب أخذ ذلك بعين الاعتبار عند التخطيط والإدارة البيئية في الإقليم المدروس .

9-2-2-احتمالات تكرار تطرفات الحرارة العظمى 2020-2055:

تعد تطرفات الحرارة العظمى من أهم ملامح الطقس التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في جميع عناصر البيئة الطبيعية والبشرية، حيث تتسبب الحرارة العالية في إضرام النيران في الغابات والإحراج، وتجفيف التربة والبحيرات، وزيادة نسبة التبخر وجفاف الهواء، بالإضافة إلى الأضرار الجسمية والنفسية، جراء الإجهاد المناخي الحار.

وتمثل درجة الحرارة 40 درجة مئوية الحد الذي تبدأ عنده التغيرات في المجموع الخضري والجذري الذي يضر نمو النباتات[12]، حيث تؤدي الحرارة العالية إلى تباطؤ عملية التمثيل الضوئي، وزيادة الفاقد من المياه في النباتات، بالإضافة إلى تلف الثمار وتساقطها، خصوصاً عندما تقترن الحرارة بالرياح القوية، كما هو الحال عند هبوب رياح القبلي، كما تعمل الحرارة العالية على نضج بعض المحاصيل قبل موعدها، مما يتسبب في زيادة المعروض وانخفاض الأسعار، بالإضافة إلى زيادة استهلاك المياه في الري، وانتشار الآفات والأمراض مع توفر الرطوبة[13].

كما تسبب تطرفات الحرارة العظمى الكثير من الأضرار الجسمية والنفسية كضربات الشمس والإجهاد الحراري خصوصاً لدى كبار السن والأطفال أو ذوي الأمراض المزمنة، فقد تسببت موجة الحر في صيف العام 2003 في موت أكثر من 11 ألف شخص في جنوب ووسط أوربا[14]، ويزيد من خطر الحرارة المرتفعة اقترانها بالرطوبة، حيث تقل فرص التخلص من الحرارة الزائدة بواسطة إفراز العرق، فيصاب الإنسان بالكسل وتنخفض قدرة جسمه على أداء وظائفه خصوصاً الأنشطة التي تمارس خارج المباني[15].

وترتفع درجة الحرارة العظمى إلى حدود قصوى تتجاوز في كثير من الأحيان 40 درجة مئوية خلال فصل الصيف، أو أثناء تعرض الإقليم المدروس إلى موجات الحر المصاحبة لرياح القبلي، فتساعد على نشوء التيارات الصاعدة التي تعمل بدورها على تشكل الدوامات الهوائية التي تثير

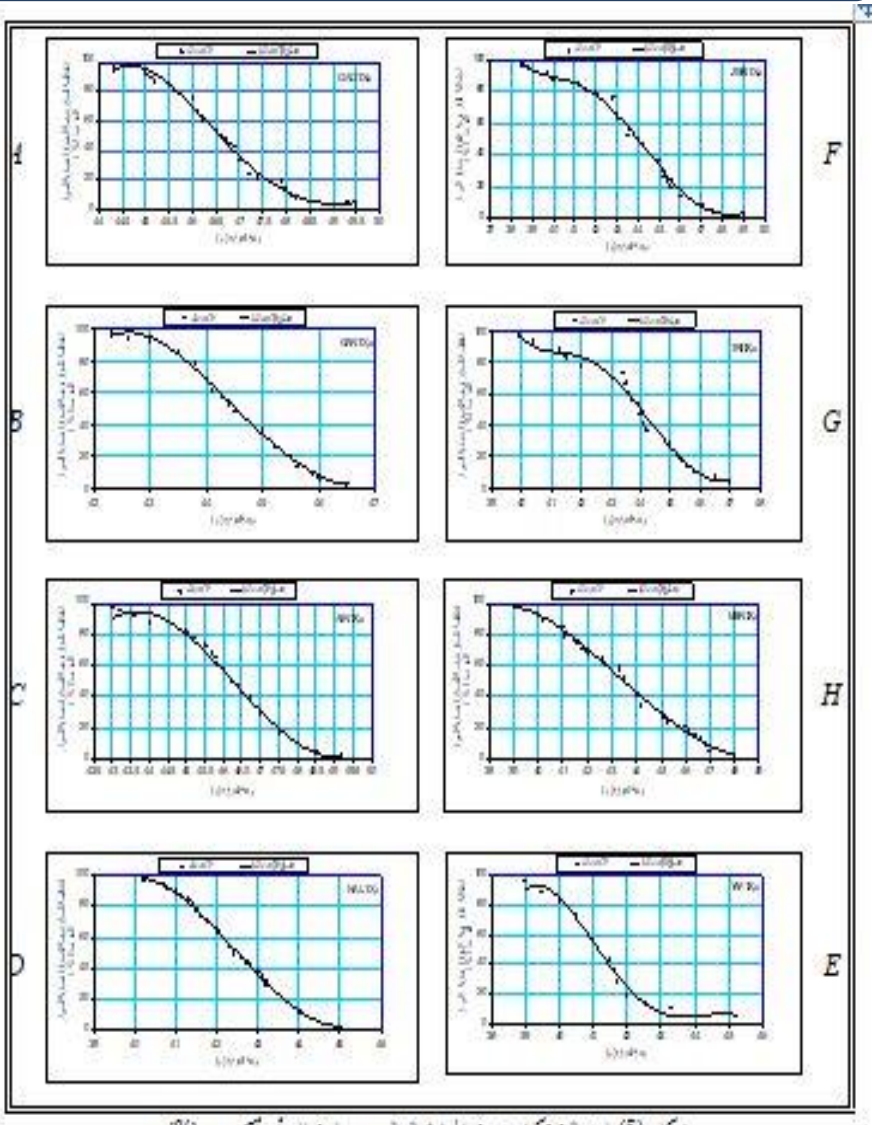
الأتربة والغبار، فتعيق الرؤية وتتسبب في زيادة الحوادث، وتبعث على الانزعاج المناخي الحار، بالإضافة إلى زيادة استهلاك الكهرباء في أغراض التبريد، سواء في المنازل أو أماكن العمل، هذا فضلاً عما تسببه الحرارة العالية من ذوبان الإسفلت على الطرق وتشققها، نتيجة التمدد والانكماش خصوصاً في المناطق الداخلية التي يزيد فيها المدى الحراري اليومي والسنوي[16].

ومن خلال تحليل سلسلة التطرفات اليومية لدرجة الحرارة العظمى في شمال غربي ليبيا، خلال الفترة من 1984 – 2019، ومن تفحص الشكلين (6،5) يتضح أن درجة الحرارة العظمى المتوقع تكرارها كل سنة وبنسبة احتمال 97.4 % تتراوح في المناطق الساحلية بين 38.5 درجة مئوية في زوارة و40.5 درجة مئوية في طرابلس، بينما تتراوح في المناطق الواقعة فوق سلسلة الجبل الغربي بين 39 درجة مئوية في يفرن و42.2 درجة مئوية في نالوت، ترتفع إلى أقصاها في غدامس إلى 44.3 درجة مئوية.

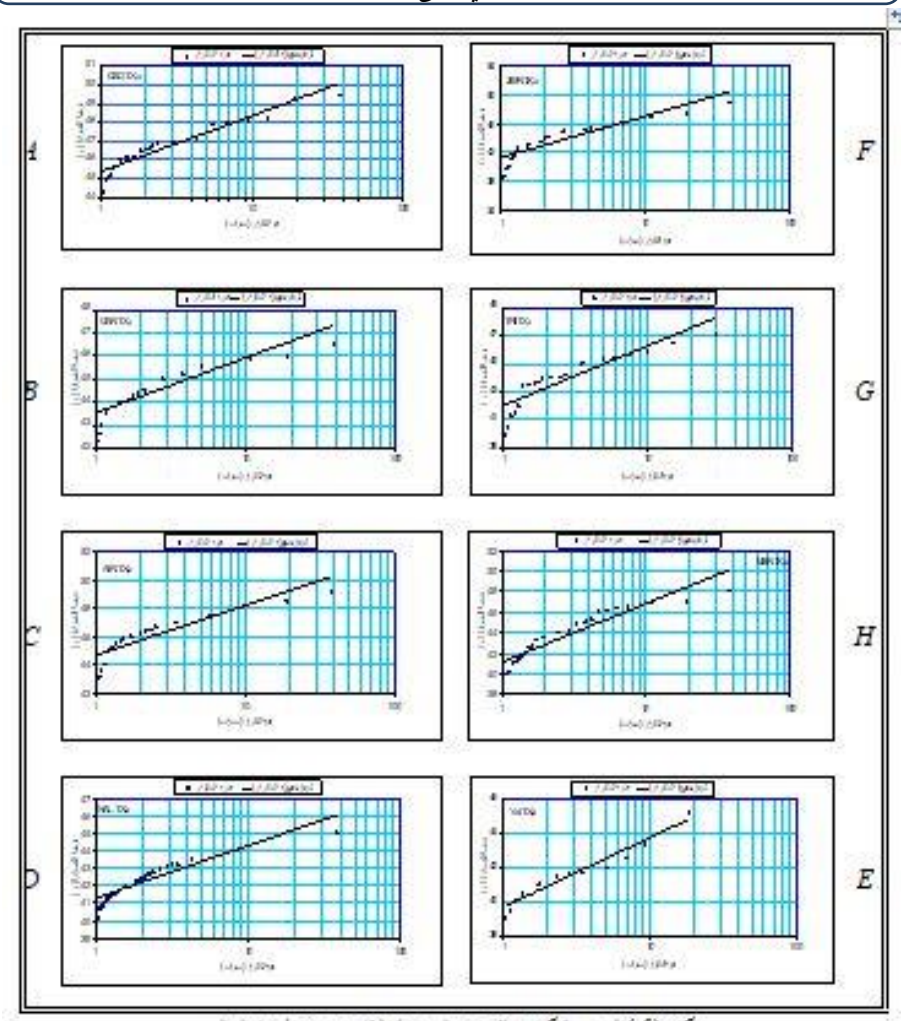
أما درجة الحرارة العظمى المتوقع تكرارها في المناطق الساحلية كل سنتين وباحتمال 50 % تتراوح بين 43.6 درجة مئوية في مصراتة و44 درجة مئوية في كل من طرابلس وزوارة، بينما تتراوح في المناطق الواقعة فوق سلسلة الجبل الغربي بين 41 درجة مئوية في يفرن و42.4 درجة مئوية في نالوت، في حين يتوقع ارتفاع درجة الحرارة العظمى في نفس فترة الرجوع في القريات وغدامس إلى 44.5 و46.6 درجة مئوية على التوالي.

تتراوح درجة الحرارة العظمى التي يتوقع تكرارها خلال فترة رجوع 5 سنوات وباحتمالية 20 % في المناطق الساحلية بين 45.3 درجة مئوية في طرابلس، تنخفض قليلاً في يفرن ونالوت إلى 42 و43.7 درجة مئوية على التوالي، وفي الأجزاء الداخلية الواقعة جنوب سلسلة الجبل الغربي يشتد التطرف الحراري وترتفع درجات الحرارة العظمى اليومية إلى أقصاها، فيتوقع أن تصل درجة الحرارة العظمى خلال نفس فترة الرجوع إلى 47.7 درجة مئوية في غدامس.

أما درجة الحرارة العظمى المتوقع تكرارها خلال فترة الرجوع 10 سنوات وباحتمالية 10 % فتتراوح بين 43.8 درجة مئوية في يفرن و48.1 درجة مئوية في غدامس، بينما يتوقع تكرار أعلى درجة حرارة عظمى مرة واحدة خلال 35 سنة وباحتمالية لا تزيد عن 2.63 %، حيث تتراوح بين 47 درجة مئوية في طرابلس و49.2 درجة مئوية في غدامس.



شكل (5) احتمالية تكرار درجة الحرارة العظمى مساوية إلى أو أكبر من (%)
في شمال غربي ليبيا خلال الفترة من 2020 – 2055 .
غدامس A ، القربات B ، المطار C ، مالون D
يفرن E ، زوارة F ، طرابلس G ، مصراتة H.



شكل (6) المنحى التكراري لقيم الرجوع لتطرفات درجة الحرارة العظمى المحسوبة خلال الفترة 2020 – 2055 في شمال غربي ليبيا .
غدامس A ، القربات B ، المطار C ، نالوت D
يفرن E ، زوارة F ، طرابلس G ، مصراتة H.

يتضح من التحليل السابق: أن درجة الحرارة العظمى المتوقع تكرارها خلال فترات الرجوع المختلفة، ترتفع بشكل عام في جميع أجزاء الإقليم، نظراً لارتباطها بموجات الحرارة العالية التي تجتاح الإقليم خلال النصف الدافئ من السنة، وعلى وجه الخصوص عند هبوب رياح القبلي الحارة، تلك الفترات التي يكاد ينعدم فيها تأثير البحر، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الارتفاع الكبير لدرجة الحرارة العظمى وانخفاض الرطوبة النسبية إلى حدود 10 % على ساحل البحر.

وبطبيعة الحال تزداد درجة الحرارة العظمى تطرفاً كلما توغلنا نحو الداخل، نتيجة لسيطرة الهواء المداري وزيادة شدة القارية، حيث تجاوز التطرف في درجة الحرارة العظمى في غدامس 49 درجة مئوية، أما المناطق الواقعة فوق سلسلة الجبل الغربي، فبالرغم من اندماجها مباشرة مع النطاق الصحراوي، فإن الارتفاع عن مستوى سطح البحر يخفف قليلاً من شدة الحرارة العظمى أثناء النهار، قياساً بالمناطق الداخلية من سهل الجفارة أو الواقعة إلى الجنوب من السلسلة.

9-3-احتمالات تغير درجات الحرارة 2025-2055:

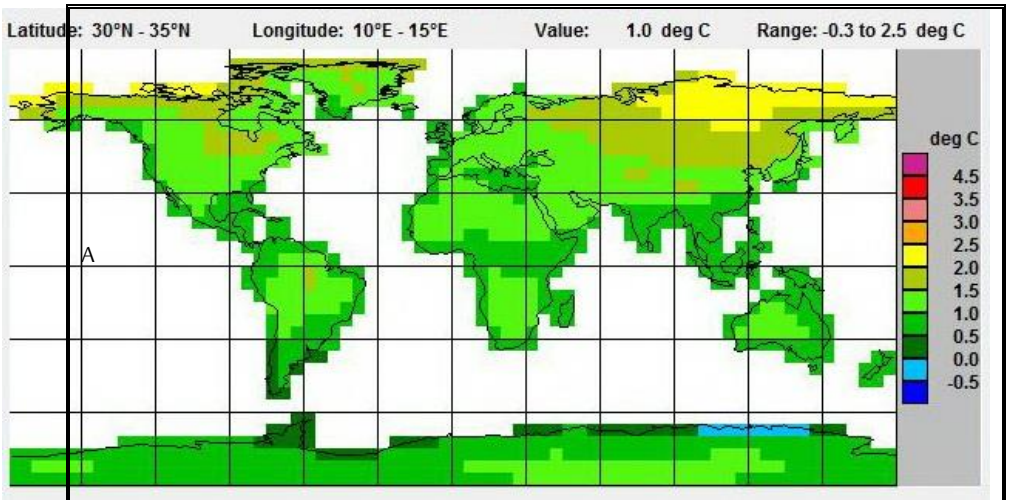
نتيجة لتفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير درجات الحرارة خلال 100 سنة الماضية وبالأخص العقود الثلاثة الأخيرة، وفي ضوء آخر المؤتمرات المعنية بتغير المناخ (مؤتمر كوبنهاجن 2009) اتضح أن الالتزام بتخفيض الانبعاث لم يلق تجاوباً من أغلب الدول خصوصاً الصناعية منها التي يرجع إليها النصيب الأكبر من انبعاث مثل هذه الملوثات بالدرجة الأولى.

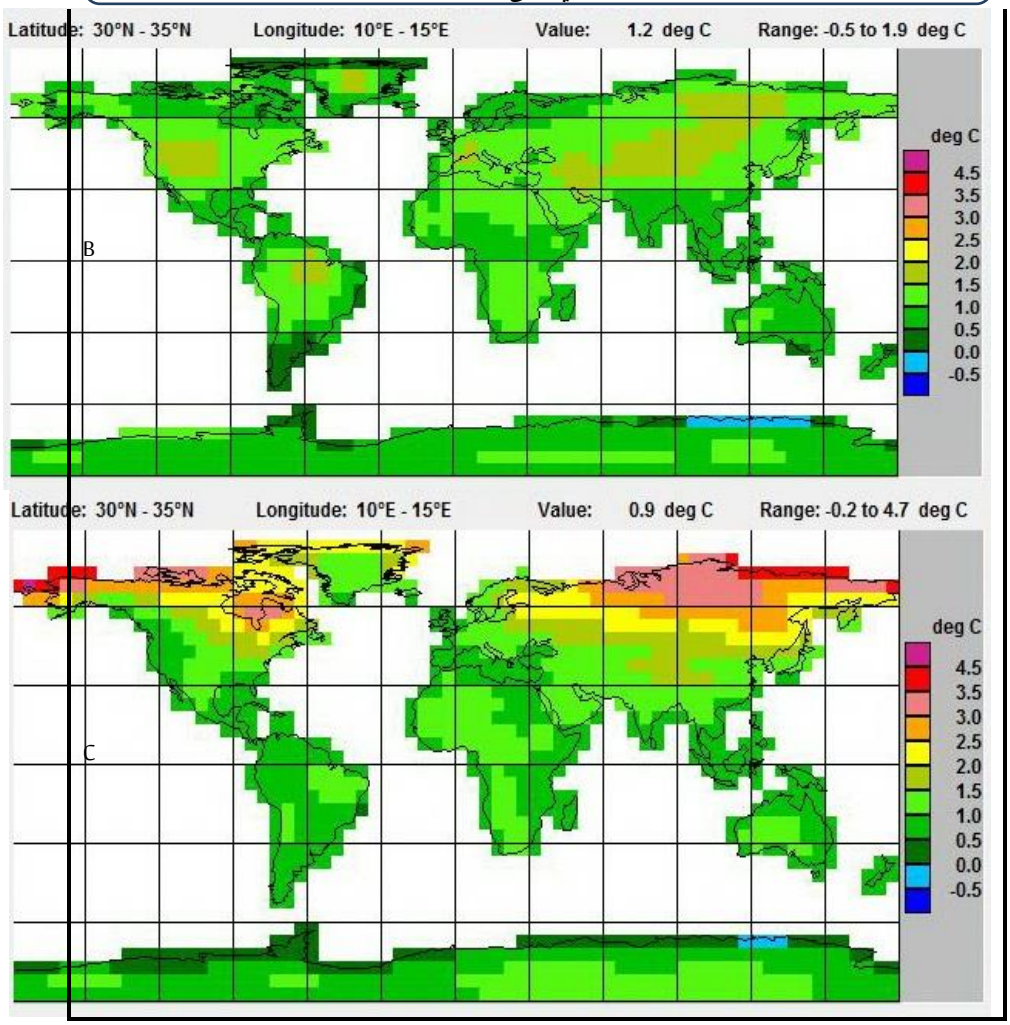
ومن خلال العديد من السيناريوهات التي تضع تنبؤات مستقبلية حتى العام 2100 وفق البيانات المتوفرة والمخزنة لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO عن مختلف عناصر المناخ، ووفق هذه المعطيات تضع السيناريوهات احتمالات مستقبلية عن تغير مختلف العمليات داخل الغلاف الجوي وطبقة Troposphere القريبة من سطح الأرض، إضافة إلى ما تحدثه الأنشطة البشرية، وما تسببه من تلوث وإضرار بالمحيط بشكل عام والغلاف الجوي بشكل خاص (17)، لأنه يُعد المنظم الأول للطاقة والموازنة الحرارية، وتحدث فيه معظم العمليات الجوية من رطوبة وسحب وهطولات، إضافة إلى تأثير هذه العمليات على الأشعة الشمسية التي تنفذ من الغلاف الجوي وتصل إلى سطح الأرض ، وكذلك أثرها في فاعلية الإشعاع الأرضي وفقدان الحرارة .ومن خلال الاحتمالات التي وضعها المركز الأوربي في هامبورغ نموذج (ECHAM4) بالاعتماد على السيناريو (IS92a) تم استخلاص الآتي : -

-يشير شكل(7) إلى أن متوسط درجة الحرارة سوف يتزايد في العام 2025 بحدود 1 درجة مئوية ، تتراوح الزيادة بين 0.9 درجة مئوية في الشتاء و1.2 درجة مئوية في فصل الصيف .

-في العام 2050 سوف ترتفع الزيادة في متوسط درجة الحرارة إلى 1.8 درجة مئوية، تتراوح بين 1.1 درجة مئوية في الشتاء و2.1 درجة مئوية في فصل الصيف (شكل ،8)، وربما ترجع الزيادة المحتملة في متوسط درجات الحرارة في شمال غربي ليبيا إلى الزيادة المحتملة في ارتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية إلى الى حدود 550-600 جزء في المليون بحلول العام 2055 (18) وكل ذلك نتيجة الاحتباس الحراري.

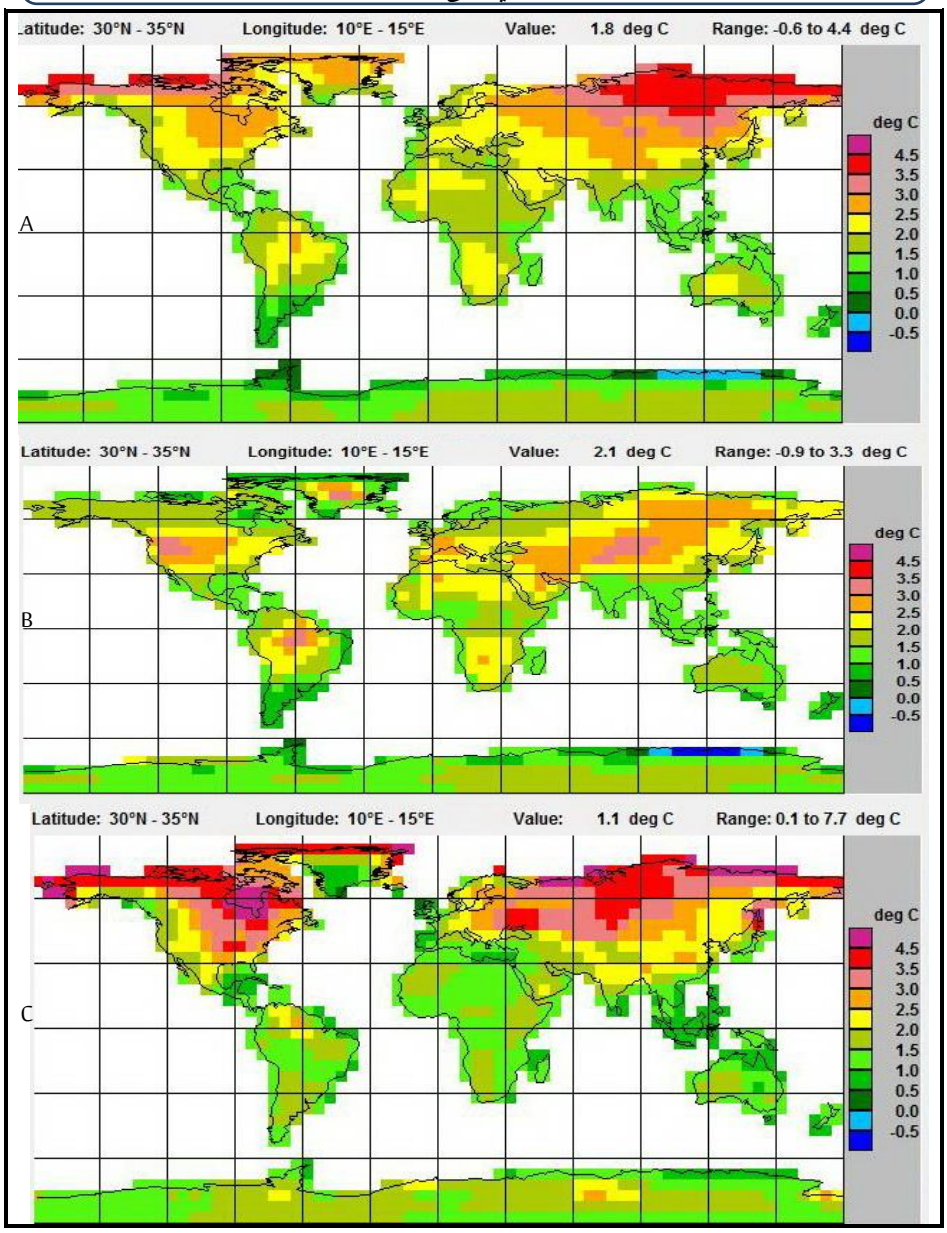
وهذه التغيرات المحتملة في متوسط درجات الحرارة، يمكن أن تلعب دوراً كبيراً في تغير مختلف الظواهر الجوية والطبيعية المستقبلية، مثل الارتفاع غير المسبوق في متوسط درجات الحرارة، وزيادة شدة التطرف في درجة الحرارة الدنيا والعظمى، وبالتالي زيادة عدد الأيام المتطرفة، وتوسع الفصول الدافئة على حساب النصف البارد.





شكل (7) تغير متوسط درجة الحرارة الجافة في شمال غربي ليبيا، 2025.

السنوي A ، الصيف B ، الشتاء C



شكل (8) تغير متوسط درجة الحرارة الجافة، في شمال غربي ليبيا، 2055.

السنوي A ، الصيف B ، الشتاء C.

10-الاستنتاجات والمقترحات:

10-1- الاستنتاجات (1)Conclusions

-تسجل درجة الحرارة المطلقة العظمى عادة بعد الزوال بحوالي الساعتين عندما يكون هناك فائض في الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي ، وتراوحت أعلى القيم المطلقة المسجلة خلال الفترة من 1984 – 2019 بين 45 درجة مئوية في نالوت إلى 49.5 درجة مئوية في غدامس، وترتبط القيم المطلقة القصوى بموجات الحرارة العالية خلال الفترات التي تهب فيها رياح القبلي المصاحبة للمنخفضات الحرارية، كما يزيد من تطرف الحرارة المطلقة العظمى العديد من العوامل المحلية كالمنخفضات الطوبوغرافية وبطون الأودية، بالإضافة إلى جفاف التربة وقلة الرطوبة وندرة الغطاء النباتي.

-سجلت درجة الحرارة المطلقة الدنيا قيماً متدنيةً في المناطق الجبلية والداخلية، نتيجة التأثير القاري القوي في أثناء ساعات الليل الطويل، فقد وصلت في يفرن إلى 10 - درجة مئوية تحت الصفر، وفي غدامس ونالوت 5 – درجة مئوية تحت الصفر، بينما يعمل البحر على الحيلولة دون الهبوط الكبير في درجة الحرارة الدنيا، وبالتالي لم تنخفض درجة الحرارة المطلقة الدنيا في المناطق الساحلية طيلة فترة الدراسة عن 1.1 - درجة مئوية في زوارة، وترتبط أدنى درجة حرارة مطلقة دنيا عادة بموجات البرد الشديد، أو عند حدوث الانقلابات الحرارية، مما أسهم في زيادة التبريد الشديد في الطبقات القريبة من سطح الأرض، وتكوّن الصقيع في المناطق الجبلية والداخلية.

-يتكرر التطرف في درجة الحرارة العظمى خلال الصيف، والفترات التي يتعرض فيها الإقليم لموجات الحرارة العالية المصاحبة للمنخفضات الحرارية ورياح القبلي، فدرجة الحرارة العظمى المطلقة المتوقع تكرارها كل سنتين وباحتمال 50 % تتراوح بين 44 درجة مئوية في زوارة و46.6 درجة مئوية في غدامس. أما التطرف في درجة الحرارة الدنيا فنادراً ما يقل عن الصفر المئوي في المناطق الساحلية، وبالتالي يندر تكون الصقيع، الأمر الذي يجعل أضراره تكاد تقتصر على المناطق الجبلية والمناطق الواقعة إلى الجنوب من السلسلة، خصوصاً في بطون الأودية، فدرجة الحرارة الدنيا المتوقع تكرارها كل سنتين وباحتمالية 50 % تتراوح بين 1.5 درجة مئوية في يفرن و1 - في غدامس.

-أثبتت الدراسة انه من المحتمل تزايد درجة الحرارة عام 2025 حوالي درجة مئوية واحدة، ترتفع هذه الزيادة عام 2050 إلى حدود 1.8 درجة مئوية، وتسجل معظم الزيادة في فصل الصيف، بحيث تصل عام 2055 إلى 2.1 درجة مئوية، وهذا التزايد يمكن إرجاعه إلى ارتفاع نسبة غازات

الدفيئة، وفي مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتوقع أن يرتفع إلى حدود بين 500-600 جزء بالمليون، بالإضافة إلى تناقص نسبة تغطية السماء بحوالي الضعف عن تناقصها عام 2025، وهذه التغيرات المحتملة يمكن أن تؤدي إلى اتساع الفصول الدافئة، وزيادة شدة وعدد الأيام المتطرفة.

10-2-المقترحات Suggestion:

-تجديد وتحديث المحطات القائمة، وإنشاء المزيد من المحطات المناخية، والتي من شأنها المساعدة في توفير البيانات المناخية، ومساعدة الباحثين على دراسة مختلف الظواهر المناخية والتنبؤ بسلوكها.

-إنشاء قاعدة بيانات مناخية عبر تقنية GIS تشمل كافة البيانات المناخية، لكل المحطات المناخية لتسهيل الحصول عليها.

-الأخذ في الاعتبار الأحوال والظروف المناخية عند تخطيط المدن والمشاريع الهندسية والاقتصادية لتجنب الآثار السلبية المحتملة لتطرفات الحرارة القصوى والدنيا.

- زيادة رقعة المساحة الخضراء داخل المدن، للتخفيف من أثار الجزر الحرارية، والاهتمام بالمنتجعات السياحية البحرية أو الطبيعية، التي تساعد على التخفيف من أثار الانزعاج المناخي، لاسيما الانزعاج المناخي الحار.

- التوعية بأهمية التغير المناخي على المستوي المحلي والإقليمي والعالمي، ومدى خطورته في الحاضر والمستقبل، وتضمين ذلك في المناهج الدراسية، ومختلف وسائل الإعلام المقروءة والمسموعة والمرئية.

هوامش البحث:

1/ علم المناخ، نعمان شحادة، دار الصفاء، عمان 2007، ص296.

2/ https://worldclim.org/data/index.html

3/التطرف الحراري وأثره على الصحة البشرية، ماريا جورج، عبد لكي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق، (2005) ص44

4/ Zhang, X.H and Oberhuber, J.M, Interpretations exchange in an isopycal ocean climate Dynamic, (1998), 14, pp 725-740.

5/ الجغرافيا المناخية والنباتية، شرف، عبد العزيز طريح، دار المعرفة الجامعية، (1996)، ص187.

6/ سمات التباينات الحرارية في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية، البليهد، عبد الرحمن سعود، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، 165، الكويت، (1994)، ص 325.

7/ جغرافية ليبيا، شرف، عبد العزيز طريح، الطبعة الثالثة، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، (1996) ص164.

8/ Essa Khaled S.M., Study of the Aerosols level on solar – thermal Radiation over Egypt, Ph.D. Thesis, Faculty of Science, Cairo University, (1997) pp, 211.

9/ الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، أبو لقمة، الهادي، سعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت (1995) ص97.

10/ أثر المناخ على الأشجار المثمرة في مصر، عبد الغفار، عبير مرسي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، (2004) ص 179.

11/ تحليل سلاسل التطرفات المناخية بمحطة أرصاد طرابلس لاستخدامها في التخطيط والإدارة البيئية، مقيلي، إمحمد عياد، مجلة قاريونس العلمية، العدد الأول والثاني، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، (1993) ص48.

12/ الخصائص المناخية لفصلي الشتاء والصيف في مصر وأثارها الجغرافيا" (دراسة مقارنة)، عبد الغفار، عبير مرسي، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، (2009)، ص 198.

13/ المناخ وأثره على الزراعة في محافظة الفيوم، دراسة في المناخ التطبيقي، عبد الجواد، دانيا مصطفى على، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، (2004)، ص 141.

14/ Beniston. M , The 2003 Heat wave in Europe slope of things to come an analysis based on Swiss climatological data and model simulations , (2004).pp,205-213

15/ اثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة، دراسة في المناخ التطبيقي، طلبة، شحاتة سيد احمد، المجلة الجغرافية العربية، العدد 44، السنة 36، الجزء الثاني، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، (2004)، ص 272

16/ عبد لكي، ماريا جورج، مرجع سابق، ص 98.

17/ Danny Harvey L.D, Climate and Global Environmental Change, Toronto, Canada, (2000), pp. 3 – 35, 136 - 159

18/ جنوح الطقس والمناخ، موسى، علي حسن، دار الانوار للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق، 1992. ص26.