

الملاحم والسماث المناخية لموجاآ الحر

المؤآرة على منطآة طرابلس

أ.عءالفاآ الهاءى الشىبانى

الهيئة الليبية للبحآ العلمى

ملخص :

تمآاز منطآة طرابلس بآكرار ظاهرة الآطرف الحرارى آصوصاً آلال فصل الصىف؁ وآعآبر ظاهرة موجاآ الحر من أهم ظواهر الطقس المآطرفة الآى آؤآر سلباً على نواآى الآياة المآآلفة؁ ومن هنا آآآى أهمية دراسة طبيعة موجاآ الحر وآآآىء ملامآها وسمآها والآآشف عى العواآل المسببة لها وما ىنآم عىها من آآار سلبية. آهءف الورقة إلى آآشىص وشرح العواآل المآسببة فى نشأة وآطور موجاآ الحر الآى ىآآآر بها موقع منطآة طرابلس الآى ىمآاز بشىوع ظاهرة الآطرف الحرارى طوال فترة الصىف آىآ آأآ فىه معءلاآ درآاآ الحرارة بالآصاعء اعآباراً من شهر إبرىل إلى نهایة شهر أآآوبر؁ آعآمء الدراسة على آآلىل السلسلة الزمنية للبياناآ الساعىة لدرآة الحرارة العظمى الآى تم رصءها بواسطة محطة أرصاء مطار طرابلس العولى آلال الفترة (1978-2013)؁ وهى فترة كافیة لآآبع آطور موجاآ الحر والآآعرف على مءءلاآها المناخىة العامة وآآآىء ملامآها وسمآها المناخىة؁ تم آصر وآآلىل الفآراآ الزمنية الآى ساءآ فىها موجاآ الحر بمآآلف أنواعها من سآلاآ درآاآ الحرارة العظمى الساعىة للأشهر (ابرىل؁ مایو؁ ىونیو؁ ىولیو؁ أگسآس؁ سبآمبر)؁ كما تم آناول وآرآیب آلك الجواآب على النواآالى؁ آعریف وآصنيف موجاآ الحر؁ السماآ المناخىة الأساسية لموجاآ الحر والأنظمة الضغطىة المسببة لها؁ درآاآ الحرارة القصوى والفارق الحرارى عى المعدل الشهرى العام آلال الموجة؁ الآوزىع

السنوي والشهري لتكرار الموجة، والتصنيف النوعي لموجات الحر. وبناءً على ما تم تناوله تلخصت أهم النتائج التي توصلت إليها الورقة في الآتي: تتأثر منطقة طرابلس بظروف مناخية استثنائية تتمثل في الارتفاع الشديد لدرجات الحرارة وينجم عن ذلك العديد من الآثار السلبية والخسائر الاقتصادية والبيئية والصحية التي تتفاوت في حجمها من سنة إلى أخرى حسب شدة موجات الحر وتعدد تكرارها. تساهم في تكوين واندلاع موجات الحر عدة عوامل فيزيائية وديناميكية وكيميائية مثل، تنامي كمية الإشعاع وطول ساعات النهار، ظهور أوضاع جوية على هيئة مرتفعات جوية في طبقات الجو العليا ومنخفضات جوية سطحية صيفية ضحلة. اختلاف الوضع الحراري لطبقة الستراتوسفير صيفاً عن طبقة التروبوسفير، فدرجة حرارة التروبوسفير ترتفع صيفاً ولكن طبقة الستراتوسفير تعاكسها تماماً حيث تسجل أدنى درجة حرارة بها خلال الصيف لسبب يعرف بالآثر الكيميائي الضوئي وهو اختصار للعلاقة بين الإشعاع فوق البنفسجي وغاز الأوزون. تعرضت منطقة الدراسة خلال الفترة (1987-2013)، إلى عدد (170)، موجة حر بمختلف أصنافها، بمعدل تكراري عام (4.7) ~ 5 موجات تقريباً، وصلت في بعض السنوات إلى 10 موجات كحد أقصى و 2 موجة كحد أدنى، بلغ الفارق الحراري عن المعدل العام 18 °م، وتراوح عمر الموجة ما بين 3 أيام للموجة القصيرة الأمد إلى 13 يوماً متتالياً للموجة الطويلة الأمد. وتُعد موجات الحر القصيرة هي الموجات الأكثر تكراراً. وعلى هذا الأساس تعتبر موجات الحر ظاهرة مناخية هامة جداً يجب الإحاطة والإلمام بأسبابها وعواقبها وكيفية التعايش والتأقلم معها لأجل أخذ الاحتياطات اللازمة للتخفيف من أضرارها والتكيف معها قدر الإمكان.

Abstract

The Tripoli region is characterized by the recurrence of the phenomenon of heat extremes, especially during the summer. The phenomenon of heat waves is considered as a one of the most important extreme Climatic condition as well as their negative effects they have on many aspects of life. Hence the importance of studying the nature of heat waves, defining their features and characteristics, and revealing the factors that cause them and the negative effects that result from them. This paper aims to diagnose and explain the factors that cause the formation and development of heat waves that affect the location of the Tripoli region, which is characterized by the prevalence of the phenomenon of heat extremism throughout the summer period, in which temperature rates rise from April to the end of October, the study depends on the analysis of the time series of data Hourly maximum temperature that was monitored by the Tripoli International Airport meteorological station during the period (1978–2013), It is a sufficient period to

track the development of heat waves and to identify their general climatic rates and to determine their climatic features and characteristics. These aspects were also dealt with and arranged as follows, Definition and classification of heat waves, basic climatic features of heat waves and the pressure systems causing them, maximum temperatures and thermal difference from the Normal monthly average during the wave, annual and monthly distribution of wave frequency, and qualitative classification of heat waves. Based on what was discussed, the most important findings of the paper were summarized as follows:

The Tripoli region is affected by exceptional climatic situations characterized by the high temperature, which results in many negative effects and economic, environmental and health losses that vary in size from year to year according to the severity and frequency of heat waves. Several physical, dynamic and chemical factors contribute to the formation and outbreak of heat waves, such as the increase in the amount of radiation and the length of daylight hours, the emergence of weather conditions in the form of high pressure systems in the upper atmospheric layers and shallow summer surface depressions.

The temperature of the stratosphere is different in summer from the troposphere. The temperature of the troposphere rises in the summer, but the stratosphere completely reverses it, as the lowest temperature is recorded during the summer for a reason known as the effect of photochemistry, which is a shortcut for the relationship between ultraviolet radiation and ozone gas. During the period (1987–2013), the study area was exposed to a number of (170) heat waves of various types, with a general recurrence rate of (4.7) ~5 waves approximately, In some years, it reached a maximum of 10 waves and a minimum of 2 waves.

The temperature difference from the general average reached 18 °C. The lifespan of the wave ranged from 3 days for the short-term wave to 13 consecutive days for the long-term wave. Short heat waves are the most frequent. On this basis, heat waves are considered a very important climatic phenomenon. It is necessary to be aware of their causes and consequences and how to coexist and adapt to them in order to take the necessary precautions to mitigate their damage and adapt to them as much as possible.

Key Words :

Heat Waves, Thermal Extreme, Pressure systems causing heat waves.

1. مقدمة :

تُعرّف موجة الحر بأنها فترة زمنية حارة تحدث غالباً خلال فصل الصيف، تترافق مع ارتفاع كبير في درجات الحرارة. تتباين تعريفات موجة الحر^[1]، ولكنها تقاس في العموم بالنسبة إلى المناخ السائد أو إلى مُعدلات درجات الحرارة في المنطقة التي تتعرض لتلك الموجة. يؤدي تباين مفهوم الطقس الحار بين البلدان الباردة والبلدان الحارة إلى اختلاف التعريف، حيث أن درجات الحرارة التي يمكن أن تعتبر عادية عند أشخاص من دول المناطق الحارة قد تعد في الوقت نفسه كموجة حر في دول المناطق الأبرد^[2]، تعتبر الموجات الحارة من الظواهر الجوية الضارة والتي تتسبب في حدوث خسائر في القطاعات الزراعية والاقتصادية على حد سواء، إضافة إلى تأثيرها على الجانب الصحي والنشاطات اليومية لدى الكائنات الحية. وتعتبر كافة المناطق الليبية خاصة منطقة طرابلس من أكثر مناطق العالم حرارة، ويعتبر الطقس الحار في هذه المنطقة أمراً اعتيادياً.

يتكون هيكل الدراسة من ثلاثة أجزاء، الجزء الأول يتناول عدة جوانب تم ترتيبها على النحو التالي: تعريف موجات الحر، تحديد ضوابط تصنيف موجات الحر، تحديد السمات الفيزيائية والديناميكية الأساسية لموجات الحر والعوامل المساهمة في نشأتها. الجزء الثاني يتناول المؤشرات المناخية لموجات الحر وتم ترتيبها على النحو التالي : مؤشرات درجات الحرارة القصوى والفارق الحراري عن المعدل الشهري العام، مؤشرات درجات الحرارة القصوى والفارق عن مُعدلها العام خلال فترة الدراسة، مؤشرات التوزيع السنوي والشهري لتكرار موجات الحر، عدد موجات الحر والنسبة المئوية لتكرارها

خلال فترة الدراسة، التصنيف النوعي لموجات الحر والنسبة المئوية لتكرارها، عدد الموجات والنسبة المئوية لتكرارها، عدد الأيام التي ظهرت خلالها. الجزء الثالث يتناول تأثيرات موجات الحر، والخلاصة.

2. البيانات وخطوات التحليل :

للتتبع كيفية نشأة وتطور موجات الحر والتعرف على سماتها وملامحها المناخية تم الاعتماد على سلسلة بيانات الرصد الساعية لدرجة الحرارة العظمى المسجلة بواسطة محطة أرصاد مطار طرابلس الدولي، للفترة (1978 - 2013)، وتم تحليل هذه البيانات وفق الخطوات التالية :

أولاً : تعريف موجات الحر بناءً على ضوابط محددة.

ثانياً: تصنيف أنواع موجات الحر التي تأثرت بها المنطقة خلال الفترة.

ثالثاً: حصر التكرار العددي السنوي والشهري للموجات بمختلف أنواعها والفترات الزمنية التي استغرقتها.

رابعاً: تحديد الفترة السنوية لظهور موجات الحر اعتباراً من بداية شهر إبريل حتى نهاية شهر أكتوبر.

خامساً: تشخيص وشرح نشأة وتطور الموجات والكشف عن بعض العوامل المرتبطة بها.

3- تعريف موجات الحر :

لا يوجد حالياً تعريف عالمي موحد وشامل لموجة الحر فهو يختلف من بلد لآخر، وتعتبر موجة الحر من الظواهر المناخية المتطرفة التي لها عدة تعريفات وذلك بسبب اختلاف وتباين معدلات العناصر الجوية والظروف المناخية من منطقة إلى أخرى، وبشكل عام فإن موجة الحر هي عبارة عن حالة تحدث غالباً خلال فصل الصيف

وترتفع فيها درجات حرارة الهواء لعدة أيام متتالية، وفيما يلي تلخيصاً لأهم التعريفات التي توصلت إليها بعض الدراسات والتقارير المناخية، حيث تم تعريف موجة الحر بأنها ارتفاع واضح في درجة حرارة الهواء فوق منطقة كبيرة، أو غزو هواء شديد الحرارة لتلك المنطقة [3]، وعُرِّفت موجة الحر بأنها اندفاع هواء دافئ فوق أرض واسعة، يبقى في العادة من بضعة أيام إلى بضعة أسابيع [4]، وقامت بريطانيا بتعريف موجات الحر التي تؤثر عليها بأنها فترة أو نوبة من الطقس الحار، حيث تتراوح فيها درجة الحرارة العظمى ما بين 32 - 37.7 °م [5]، كما حددت الفرق بين درجة الطقس الحار والطقس شديد الحرارة عندما لا يقل الفرق بين درجة الحرارة العظمى ومعدلها العام عن 10 °م [6]، أما أمريكا فقد حددت موجة الحر على أنها فترة تمتد إلى ثلاثة أيام متوالية أو أكثر تبلغ خلالها درجة الحرارة العظمى 32 °م أو أعلى [7]، وقام بعض الباحثون بتعريف موجة الحر بأنها سيادة أو اجتياح هواء ساخن لمنطقة ما، بحيث ترتفع خلالها درجة الحرارة العظمى إلى خمس درجات مئوية فوق معدلها العام، ولا تقل عن 32 °م وتستمر لفترة لا تقل عن ثلاثة أيام [8]، وقامت العديد من الدراسات بالتركيز على محورين أساسيين لتحديد نوع موجة الحر هما الفترة الزمنية التي تستغرقها الموجة الحارة (Duration) وشدة درجة الحرارة التي يمكن أن تصل إليها درجة الحرارة العظمى (Temperature Intensity)، وبناءً على ذلك تم تصنيف موجات الحر وفقاً للضوابط الآتية [9]، [10]، [11]، [12] :

1.3 - ضوابط تصنيف موجات الحر :

- أولاً : بناءً على أساس الفترة الزمنية، تُصنف موجات الحر إلى ثلاثة أصناف :-
 موجة حر قصيرة (Short Heat Wave) يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين 3 - 5 أيام متوالية.

موجة حر متوسطة (Moderate Heat Wave) يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (6 - 8) أيام متواصلة.

موجة حر طويلة (Long Heat Wave) يستمر تأثيرها لفترة أكثر من 8 أيام متواصلة.

ثانياً: بناءً على أساس شدة درجة الحرارة العظمى، تُصنف موجات الحر إلى ثلاثة أصناف :-

موجة حر معتدلة (Moderate Heat Wave)، ترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (5 - 7 °م) فوق مُعدلها العام في ذلك الشهر من السنة.

موجة حر شديدة (Severe Heat Wave)، ترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (8 - 10 °م) فوق مُعدلها العام في ذلك الشهر من السنة.

موجة حر شديدة جداً (Extreme Heat Wave)، ترتفع خلالها درجة الحرارة إلى أعلى من (10 °م) فوق مُعدلها العام في ذلك الشهر من السنة.

ومن خلال الدمج بين التصنيف الذي تم بناءه على أساس الفترة الزمنية والتصنيف الذي تم بناءه على أساس شدة درجة الحرارة العظمى يمكن تصنيف موجات الحر إلى الأصناف التالية :

موجات الحر القصيرة وتنقسم إلى :

⊙ - موجة حر قصيرة معتدلة، يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (3 - 5 أيام)، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (5 - 7 °م) فوق مُعدلها العام.

⊙ - موجة حر قصيرة شديدة يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (3 - 5 أيام)، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (8 - 10 °م) فوق مُعدلها العام.

⊙ - موجة حر قصيرة شديد جداً يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (3 - 5 أيام)، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى أعلى من (10 °م) فوق مُعدلها العام.

ب. موجات الحر المتوسطة وتنقسم إلى :-

⊙ - موجة حر متوسطة معتدلة، يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (6 - 8 أيام)، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (5 - 7 °م) فوق مُعدلها العام.

⊙ - موجة حر متوسطة شديدة، يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (6 - 8 أيام)، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (8 - 10 °م) فوق مُعدلها العام.

⊙ - موجة حر متوسطة شديدة جداً، يستمر تأثيرها لفترة تتراوح ما بين (6 - 8 أيام)، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى أعلى من (10 °م) أعلى من مُعدلها العام.

ج. موجات الحر الطويلة وتنقسم إلى :-

⊙ - موجة حر طويلة معتدلة، يستمر تأثيرها لفترة تزيد عن 8 أيام، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (5 - 7 °م) فوق مُعدلها العام.

⊙ - موجة حر طويلة شديدة، يستمر تأثيرها لفترة تزيد عن 8 أيام، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى ما بين (8 - 10 °م) فوق مُعدلها العام.

⊙ - موجة حر طويلة شديدة جداً، يستمر تأثيرها لفترة تزيد عن 8 أيام، وترتفع خلالها درجة الحرارة إلى أعلى من (10 °م) فوق مُعدلها العام.

4- السمات الديناميكية الأساسية لموجات الحر :

بناءً على العلاقة التي تربط بين أنظمة الطقس السطحية وحالة طبقات الجو العليا يمكن تصنيف موجات الحر التي تؤثر على منطقة طرابلس حسب ديناميكية حركة الهواء ومدى انتشارها إلى نوعين أساسيين هما :

النوع الأول:-الموجات السطحية التي تتحكم فيها المؤثرات السطحية، وهي موجات الحر الناشئة عن الانتقال الأفقي للهواء السطحي الحار أو الساخن (موجات التآفق الهوائي)، وفي هذه الحالة تنتقل الرياح الحارة أو الساخنة أفقياً من منطقة إلى أخرى (من الجنوب إلى الشمال)، وفي العادة تكون الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية هي العامل المؤثر في تكون موجة الحر، حيث تقطع التيارات الهوائية مسافات طويلة فوق الأراضي القاحلة والمتصحرة فتجف وترتفع درجة حرارتها، وعادةً ما يصاحب هذا النوع وجود هواء بارد بطبقات الجو العليا، يؤدي إلى حصر الرياح الساخنة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي، وتمتاز هذه الحالة بمحدودية تأثيرها المكاني والزمني، وقد يصاحبها أحياناً حالة من عدم الاستقرار الجوي تؤدي إلى حدوث بعض الاضطرابات الجوية كالغبار.

النوع الثاني: الموجات العليا التي تتحكم فيها أنظمة الضغط الجوي العليا، وهي موجات الحر الناشئة عن التيارات الهابطة للهواء الساخن، في هذا النوع يهبط الهواء من طبقات الجو العليا نحو السطح نتيجة وجود مرتفع جوي أو امتداده في طبقات الجو العليا، وبهبوط الهواء يتعرض للانضغاط وترتفع درجة حرارته، لذلك تمتاز هذه الحالة بانقشاع السحب وشدة الإشعاع الشمسي وهدوء الرياح، وشمولية تأثير الموجة على مساحات شاسعة، كذلك فإن تأثيرها يدوم لفترة أطول، ويصل إلى المناطق المرتفعة التي تتأثر بالموجة الحارة قبل المناطق السهلية أو المنخفضة.

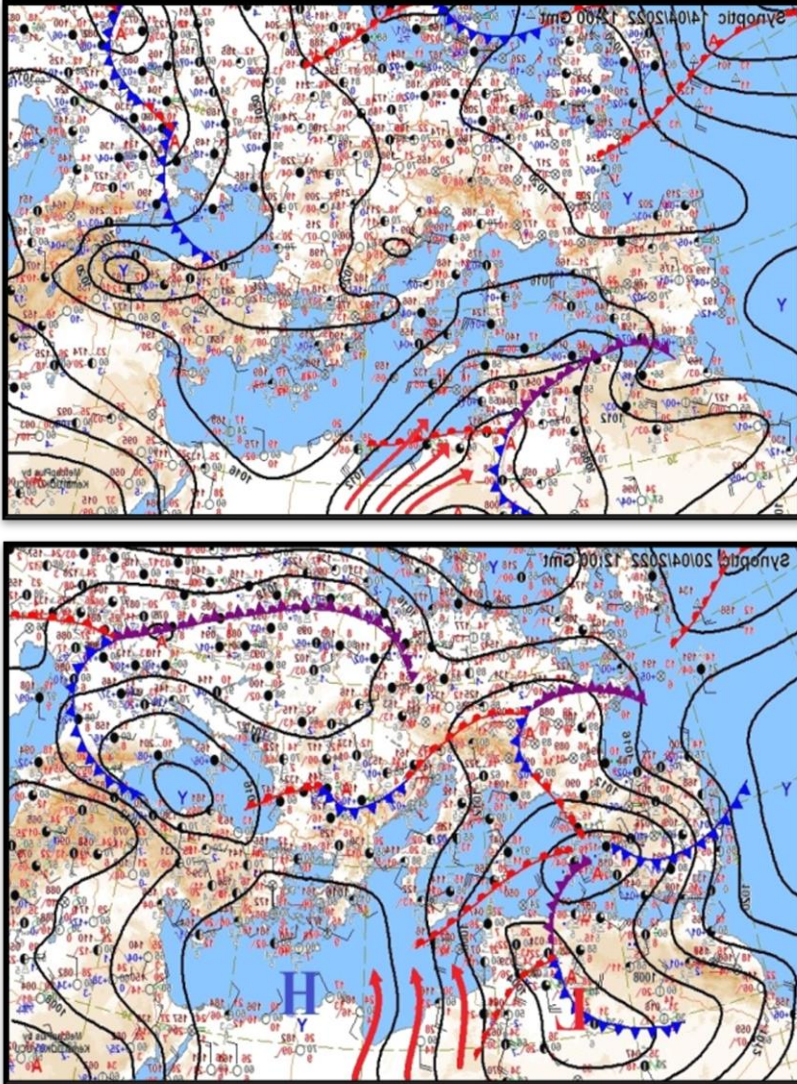
1.4 - العوامل المساهمة في نشأة وتطور موجات الانتقال الأفقي للهواء الساخن.

مع بداية فصل الربيع تتأثر منطقة طرابلس بتكون المنخفضات الجوية بنوعيتها الجبهية والحرارية، وهي تمثل عامل مهم في اندلاع موجات الحر، ولموقع المنخفض أهمية في تحديد طبيعة ظهور موجة الحر فوق المنطقة المتأثرة ضمن القطاع

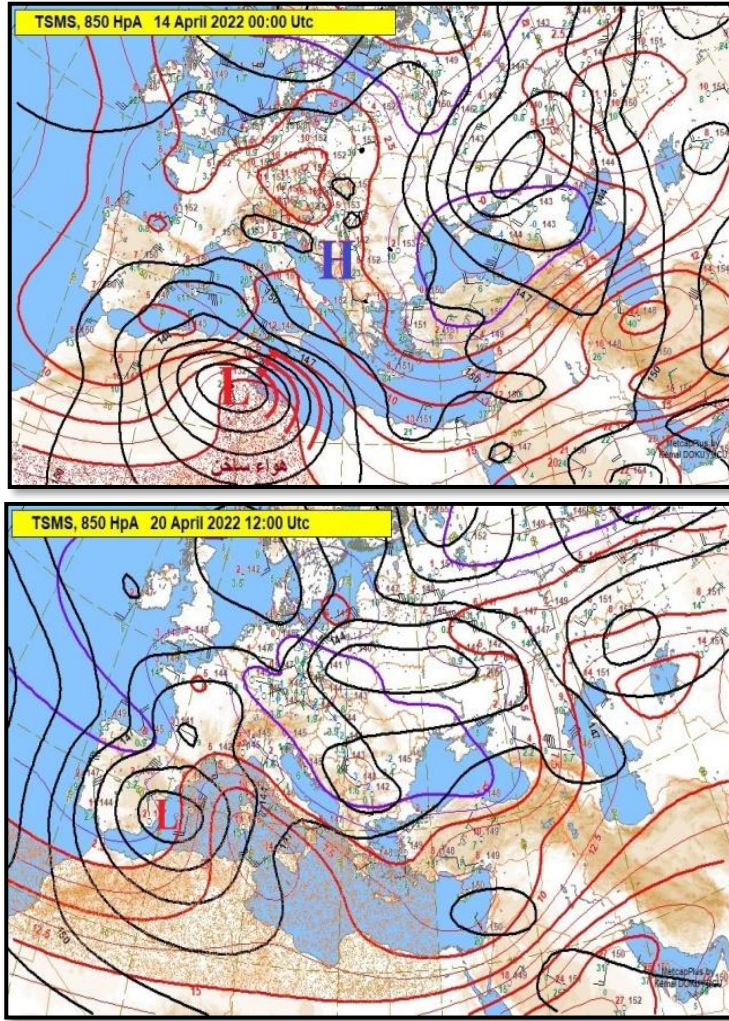
الدافئ للمنخفض يؤدي إلى تدفق الرياح الدافئة (الحارة) من القطاع الجنوبي باتجاه تلك المنطقة، وتعود نسبة التكرار العالية لموجات الحر خلال هذه الفترة كونها تمثل فترة انتقالية تظهر خلالها التباينات والتقلبات الحرارية بصورة واضحة ما يؤدي إلى ظهور موجات الحر. تُعد المنخفضات الجوية بنوعها الجبهية والحرارية من العوامل الرئيسية المساهمة في اندلاع موجات الحر الناشئة عن الانتقال الأفقي للهواء الساخن، وإلى تباين شدتها وفترة تأثيرها، ويمكن تلخيص أهم تلك المنخفضات كما يلي :

⊙ - منخفضات حوض البحر المتوسط المترافقة مع الجبهات الحارة إذ يساعد وجود الجبهة الحارة على تدفق هواء مداري حار من جهة الجنوب وسحبه من المناطق الصحراوية ويساعد عامل بطء حركة المنظومة الضغطية في استمرارية مدى تأثير موجة الحر وزيادة شدتها [12].

⊙ - المنخفضات الجوية الحرارية الصحراوية التي تتكون على شمال غرب ليبيا ووسط الجزائر خلال الفترة الانتقالية (أبريل، مايو)، وهذا النوع يسمى بالمنخفضات الجوية الضحلة نتيجة لضحالة امتدادها الرأسي إلى أعلى، تهب الرياح نحو مركز المنخفض من جميع الاتجاهات ويتميز القطاع الشرقي منه بهبوب الرياح الحارة التي تساهم في تكون موجات الحر [13]، [14]



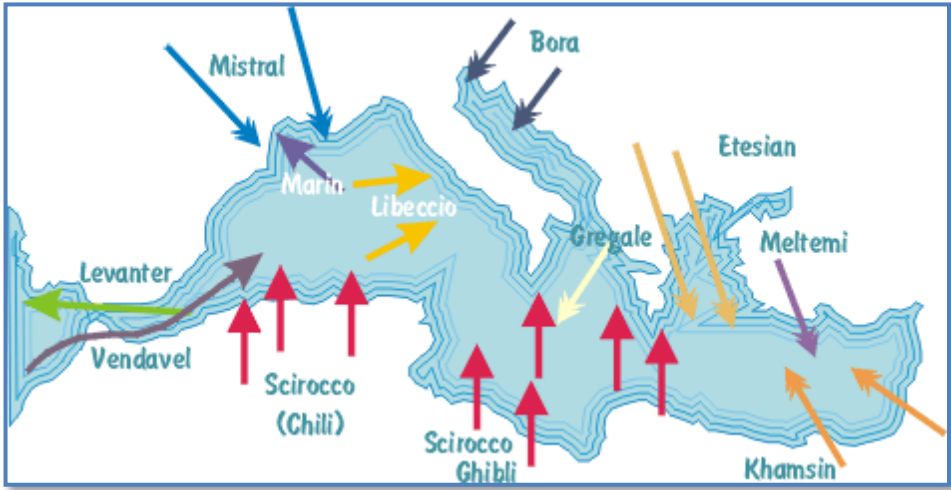
الشكل (1) : موجة حر تجتاح ليبيا نتيجة تأثرها بمنخفض جوي حراري صحراوي [15، بتعديل من البحث].



الشكل (2) : الوضع الجوي على مستوى 850 هـ. ب. المترافق مع الحالة المبينة بالشكل 1، [15، بتعديل من الباحث].

تعرف المنخفضات التي تتكون على سفوح جبال أطلس بالمنخفضات الخماسينية، لأنها تتكون في فصل الربيع خاصة في الخمسين يوماً التي تعقب الاعتدال الربيعي مباشرة، ويتكرر تكون هذه المنخفضات في تلك الفترة لأن حرارة مياه

البحر المتوسط تكون وقتئذ أقل من حرارة اليابسة، وتنتهي احتمالات تكون المنخفضات الخماسينية عندما يغطي هواء قطبي بارد كل البحر المتوسط ويمتد جنوباً نحو الشكل الصحراء الكبرى، إذ أن ذلك يؤدي إلى تكون ضغط جوي مرتفع في الجزء الشمالي من البحر المتوسط ويجعل المنخفضات الخماسينية الوحيدة التي يحتمل تكونها في تلك الظروف.



(3) : اندفاع التيارات والكتل الهوائية الحارة شمالاً، [16].

تتشأ المنخفضات الخماسينية خلال فصل الربيع، حيث تكون درجة حرارة البحر المتوسط أبرد من درجة حرارة اليابس الإفريقي ما يؤدي إلى وجود حالة من الباروكينية Baroclinic، حيث تتقاطع خطوط تساوي الضغط الجوي مع خطوط تساوي درجات الحرارة، فينتج عنها عدم استقرار ديناميكي بسبب الاختلاف الحراري للكتل الهوائية، فتؤدي هذه الحالة إلى تكون المنخفض الخماسيني الحراري، الذي يتحرك على طول الخط الباروكيني الذي يفصل بين الهواء البارد فوق البحر المتوسط والهواء الحار فوق اليابس الإفريقي، وتتشأ المنخفضات الخماسينية نتيجة

لوجود جبال أطلس في الشمال الغربي من القارة الإفريقية، حيث تؤدي هذه الجبال دوراً ديناميكياً في زيادة حركة الدوران الإعصاري للرياح بالمنطقة الخلفية لجبال أطلس [17]، [18].

2.4 - العوامل المساهمة في نشأة وتطور موجات التيارات الهابطة للهواء الساخن،

أ. أنظمة الضغط الجوي المرتفع،

بسبب موقع منطقة طرابلس بين دائرتي عرض (29.50 و 31.20) شمالاً، حيث تتعامد الشمس مرة واحدة في السنة وتخضع خلال فصل الصيف إلى تأثير نظام الضغط المرتفع شبه المداري (المرتفع الجوي الأزوري)، الذي يعيق عمليات التصعيد والتكاثف ما يجعل السماء خالية من السحب الأمر الذي يساعد على وصول أكبر كمية من الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض وبالتالي ارتفاع درجات الحرارة. كما يساعد استمرار تأثير المرتفع الجوي شبه مداري في استمرارية تسرب التيارات الهوائية الهابطة من طبقات الجو العليا إلى السطح الأمر الذي ينتج عنه تضغوط الهواء وارتفاع حرارته وبالتالي استمرارية ارتفاع درجات الحرارة طوال أيام الموجة [19]، [20].

أثناء فترة نهاية فصل الربيع وبداية فصل الصيف تتأثر الأجواء الليبية بالمرتفع الجوي الذي يسود شمال إفريقيا، ويؤدي ذلك إلى ضخ الهواء من طبقات الجو العليا إلى الطبقات السطحية وعند هبوط الهواء من الأعلى إلى الأسفل يتضاغط وترتفع درجة حرارته ويصبح هواء ساخن يمنع حدوث أي حركة اضطرابيه في الهواء السطحي ويساعد على سكون حركة الهواء [21].

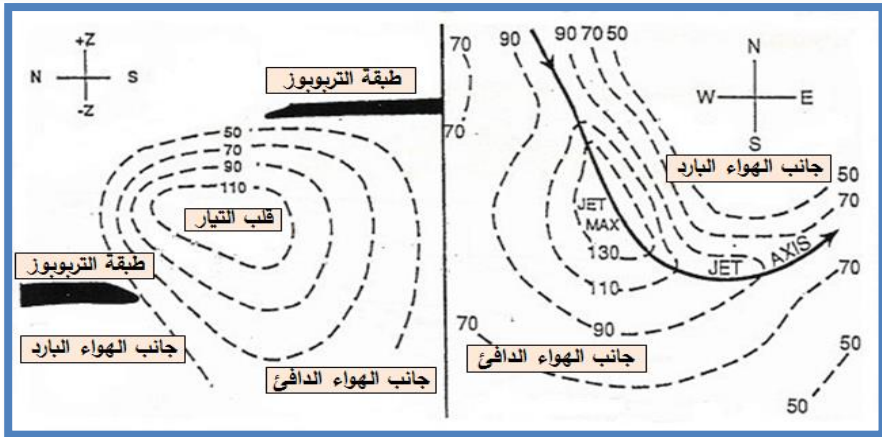
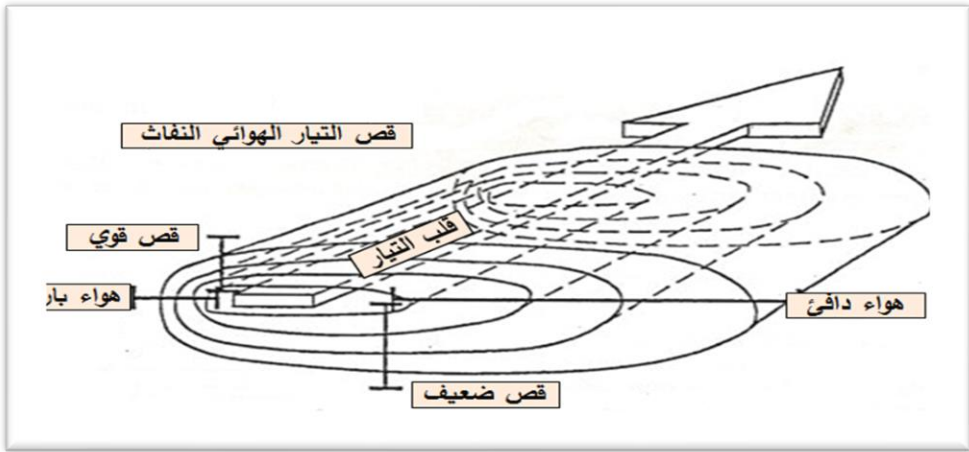
يصاحب أنظمة الطقس السطحية في بعض الأحيان وجود مرتفع جوي في طبقات الجو العليا أو امتداده على مستوى 500 هيكوباسكال، هذا المرتفع يأخذ شكل حرف

اوميگا (Ω) لذلك يسمى بحاجز الضغط الجوي نمط اوميگا (Ω)، تؤدي هذه الوضعية إلى هبوط الهواء من الارتفاعات المختلفة إلى سطح الأرض وبتوالي عملية هبوط الهواء يتضاغط فترتفع حرارته، تم التعرف على هذا النوع من خلال تتبع المقطع الرأسي لطبقات الهواء الجوي فوق المنطقة من خلال خرائط الأجواء العليا، حيث لوحظ أن درجة الحرارة تبدأ بالارتفاع في طبقات الجو العليا على مستوى 500 هـ. ب. ثم ينتقل هذا الارتفاع الحراري إلى الطبقات التي تحتها حتى يصل الطبقة السطحية، فيلاحظ أن درجة الحرارة قد ارتفعت عن مُعدلها العام في بداية الموجة عند مستوى 500 هـ. ب. ، وفي اليوم التالي ينتقل الارتفاع الحراري إلى المستوى الأدنى منه 700 هـ. ب. ، وفي اليوم الذي يليه يهبط الهواء الحار إلى المستوى الأدنى فينتقل الارتفاع الحراري إلى مستوى 850 هـ. ب. ، ثم إلى السطح 1000 هـ. ب. حيث تصل الموجة إلى قمة تأثيرها. تسمى موجة الحر التي تترافق مع هذا الوضع بالقبة الحرارية (Heat Dome)، [21].

ب . التيارات الهوائية النفاثية،

التيارات الهوائية النفاثية هي أحزمة من الهواء شديدة السرعة تظهر بالقرب من طبقة التروبوز على ارتفاع يتراوح بين (9 - 12 كم)، وتتحرك فيها الرياح بسرعة عالية جداً من الغرب إلى الشرق بحركة اهتزازية جانبية وعمودية بحيث تبلغ سرعة الهواء بداخله (30 إلى 150 متر/ثانية)، وتختلف درجة حرارة جانبية الشمالي والجنوبي، لأن الجهة الجنوبية (مدارية) تكون درجة حرارتها أعلى من درجة حرارة الجهة الشمالية (القطبية)، ويشكل التيار النفاث نواة محورية لتدفق الهواء العلوي، وذلك بسبب التدرج الحراري الطولي الشديد بين العروض العليا والدنيا، ويمتاز بظاهرة القص الريحي الناتج عن اختلاف سرعة الرياح عند الأطراف، نظراً لانعدام

الاحتكاك، وعدم اصطدام الكتل الهوائية، وفي حال تناقص سرعة الهواء باتجاه الجنوب من المحور الرئيسي للتيار النفاث يحدث عندها قص ضد إعصاري عند شمال المدخل وجنوب مخرج التيار النفاث مؤدياً إلى عمليات هبوط الهواء وتكون المرتفعات الجوية، وبالتالي سيادة الاستقرار الجوي [22].



الشكل (4) : مقطع في التيار الهوائي النفاث والتباين الحراري بين جانبيه الشمالي والجنوبي، [23، بتعديل من الباحث].

ووفقاً لما سبق فإن مناطق شمال ليبيا تقع أثناء فصل الصيف على الجانب الجنوبي من محور التيار النفثات الفوق مداري، حيث تسود التيارات الهوائية الرأسية الهابطة، وهذا يقلل من تردد المنخفضات الجوية، [24].

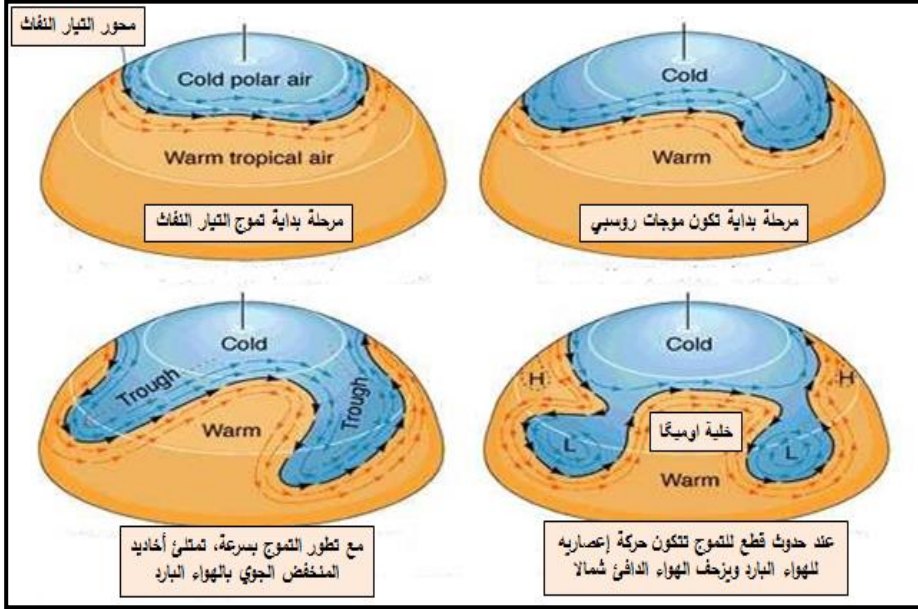
يحمل الهبوط الهوائي القوي الطاقة الحركية من التيار النفثات إلى الطبقة السفلية ويصل إلى سطح الأرض في شكل رياح جافة وملينة بالغبار. ويؤدي الدوران غير المباشر إلى زيادة الباروكلينيك والتأخير الحراري في الطبقة السفلية.

وفي فصل الصيف مع حركة الشمس الظاهرية وتزحزح النطاق الاستوائي نحو الشمال يقوم الهواء الفوق مداري الحامل للتيار النفثات بدفع النطاق القطبي نحو الشمال ساحباً معه الكتل الهوائية المدارية الحارة من الجنوب إلى الشمال وهذا التيار يساهم في حدوث موجات الحر المترافقة مع الامتداد الحراري واقتترانه مع التحدبات (النتوات) عند مستوى 500 هـ. ب. وبالتالي فإن حدوث الظاهرة يرجع إلى تكون نظام من الضغط الجوي العالي المعروف بنمط حاجز اوميگا (Ω)، يتمركز على المستوى الضغطي 500 هيكوتوبسكال، لأن حركة الهواء تصبح هابطة بشكل عام وتساعد عملية تسرب التيارات الهوائية الهابطة من أعلى إلى السطح على انضغاط الهواء وارتفاع درجة حرارته.

ج . العمليات الإشعاعية،

أثناء فصل الصيف يزداد طول ساعات النهار وتتعامد الشمس على مدار السرطان وذلك يؤدي إلى تنامي كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض مروراً بالغلاف الجوي وهذا يحفز من العمليات الإشعاعية التي تعتبر المزود الحراري الأول للغلاف الجوي، وهي المُنظم الرئيسي لموجات الحر، لأن الغلاف الجوي وسطح الأرض يمتصان ويعكسان هذه الأشعة بنسب مختلفة، وبالتالي لديهما وسيلة احتفاظ

بجزء من الحرارة الناتجة عن أشعة الشمس، وهما يشاركان في بناء وتكوين موجات الحر.



الشكل (5) : نشأة خلية الضغط الجوي العالي المعروف بنمط حازر اوميگا (Ω)

بسبب تموج التيار الهوائي النفث وتأثير موجات روسبي، [25، بتعديل من الباحث].

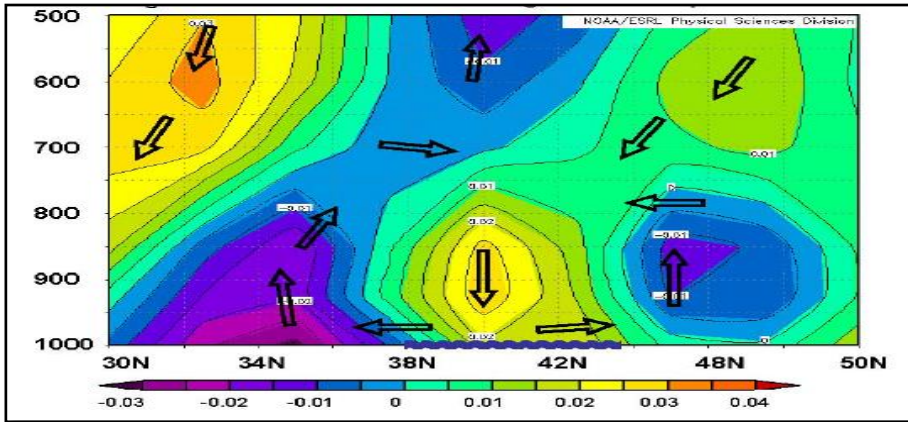
د- الأثر الكيميائي الضوئي،

نظراً لحساسية المناخ تجاه التغيرات الإشعاعية خلال فترات خمول النشاط الشمسي الذي يُضعف من المجال المغناطيسي للأرض ويُضعف من تكوّن غاز الأوزون ويؤدي إلى تناقص نسبة تركيز غاز الأوزون الستراتوسفيري وانخفاض درجة حرارة طبقة الستراتوسفير، هذه العملية تتسبب عادةً في بناء المرتفعات الجوية العلوية التي تزيد وتضاعف من نقص الأوزون الستراتوسفيري، وينتج عن ذلك سهولة مرور الأشعة فوق البنفسجية خلال طبقة الستراتوسفير ووصولها إلى الجزء السطحي من طبقة التروبوسفير، وبالتالي يزداد تعرض منطقة طرابلس للأشعة فوق البنفسجية فيكون

الهواء شديد الحرارة صيفاً وتشتد فترات نشاط المرتفعات الجوية العلوية التي تتشكل فوق شمال إفريقيا كموجة قصور ذاتي في الغلاف الجوي^[21].

منظومات الضغط الجوي المرتفع العلوية عادةً يصاحبها حدوث انخفاض في درجة حرارة طبقة الستراتوسفير وارتفاع في درجة الحرارة السطحية بشكل كبير، هذا التأثير يتلخص فيما يعرف بالأثر الكيميائي الضوئي وهو يعتبر أحد أكثر مظاهر موجات الحر شدة وخطورة، حيث تتنامى فيه كمية الأشعة فوق البنفسجية الخطرة ويقابلها هبوط في مجموع وإجمالي كمية الأوزون الستراتوسفيري كعلاقة عكسية بينهما، فالمرتفعات الجوية العلوية هي بيئة معروفة بانهايار مستويات غاز الأوزون الستراتوسفيري، ولو على سبيل الفرق بين ساعات اليوم فضلاً عن اليوم كاملاً فهي تمثل أحد أهم أسباب تفاقم شدة الموجات الحارة المرافقة لموجات الضغط العالية عند

مستوى 500 هـ. ب.



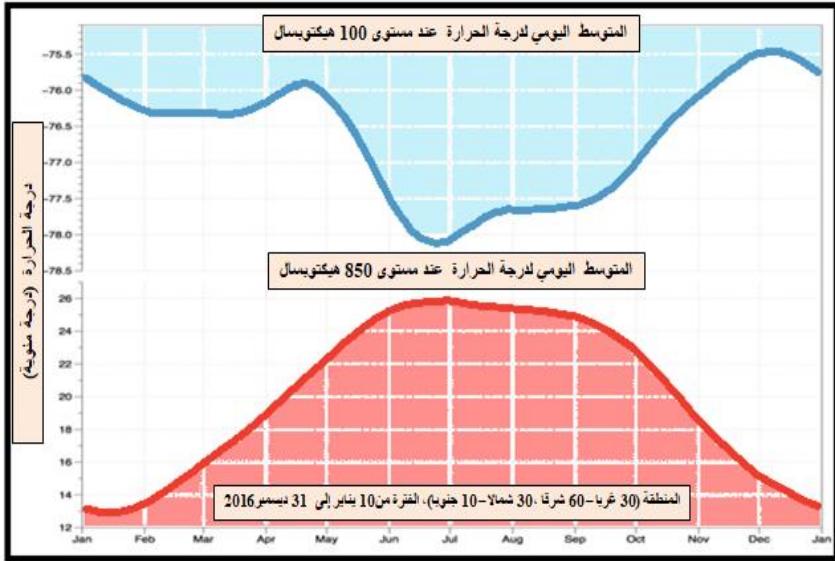
الشكل (6) : خرائط مركبة للسرعة الرأسية المترافقة مع نظام الضغط الجوي

أوميا بوحدة باسكال / ثانية - المخطط المقطعي العرضي العمودي مأخوذ من الجنوب إلى الشمال عند خط الطول 7 درجات شرقاً لمجموعي الأوزون المرتفع

والمنخفض. يتميز البحر باللون الأزرق المموج، تشير الأسهم إلى اتجاه حركات التيارات الهوائية [26].

يمكن توضيح العوامل التي تساهم في تكون وتشكل المرتفعات الجوية في طبقات الجو العليا بواسطة العلاقة الوطيدة بين المؤشرات التالية : المرتفعات الجوية التي تظهر عند المستوى الضغطي 500 هـ ب، مؤشر درجات حرارة الستراتوسفير إضافة إلى مؤشر درجات حرارة التروبوسفير عند المستوى الضغطي 850 هـ ب، ومؤشر كمية غاز الأوزون الستراتوسفيري.

الستراتوسفير هواء قليل الكثافة تزداد الحرارة به صعوداً بسبب احتوائه على غاز الأوزون، وسبب ارتفاع الحرارة بالستراتوسفير هو امتصاص الأوزون للطاقة الحرارية أو الأشعة فوق البنفسجية، إذن تنخفض درجات حرارة الستراتوسفير بشكل طبيعي صيفاً نتيجة نقص الأوزون الستراتوسفيري حيث تقوم التيارات الهابطة بجرف الأوزون من الستراتوسفير إلى التروبوسفير، ويعاكس هذا الوضع درجات حرارة التروبوسفير حيث ترتفع بشدة صيفاً نتيجة زيادة الطاقة الإشعاعية وزيادة الأوزون التروبوسفيري، ومن هنا نصل إلى ربط العلاقة بين الإشعاع ودرجات حرارة طبقتي التروبوسفير والستراتوسفير لإنتاج حالة تدوم لفترة أشهر، اسمها الكتلة الهوائية الصحراوية الحارة.



لشكل (7) : مؤشرات درجات الحرارة المعتادة خلال أشهر السنة عند المستوى الضغطي 100 هـ ب، المستوى الضغطي 850 هـ ب، [27، بتعديل من الباحث].

5- مؤشرات درجات الحرارة القصوى والفارق الحراري عن المعدل الشهري العام لمنطقة طرابلس :

من خلال سلسلة البيانات التي خضعت للمعالجة والتحليل، [28] وفق الضوابط التي تم على أساسها تعريف وتصنيف موجات الحر تبين أن منطقة الدراسة تعرضت خلال الفترة (1987 - 2013)، إلى (170)، موجة حر بمختلف أصنافها، ارتفعت فيها درجات الحرارة إلى أعلى من المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى، شهدت الأشهر قيد الدراسة ارتفاعاً في معدلات درجات الحرارة، وكان الفارق الحراري بين أعلى درجة حرارة سجلت ومعدلها العام على النحو التالي، بلغت درجة الحرارة 44 م خلال شهر إبريل مسجلة بذلك أعلى فارق حراري عن الأشهر الأخرى بقيمة 18.2 م وهذا يعود إلى أن المعدل العام لدرجة الحرارة العظمى خلال شهر إبريل أقل من

المُعدّل العام للأشهر الأخرى، وجاء في المرتبة الثانية الفارق الحراري المسجل خلال شهر مايو حيث بلغت درجة الحرارة 47 م° وبفارق حراري 17.1 م°، ثم جاء في المرتبة الثالثة شهر يونيو حيث بلغت درجة الحرارة 49 م° وبفارق حراري 15 م°، وفي المرتبة الرابعة كان شهر أغسطس مسجلاً درجة حرارة بقيمة 49 م° وبفارق حراري بلغ 13.3 م°، ثم توالى باقي الأشهر وفق القيم المدرجة بالجدول (1).

جدول (1) : درجات الحرارة القصوى والفارق عن مُعدّلها العام خلال فترة الدراسة، [عمل الباحث].

الشهر	أعلى درجة حرارة، م°	الزيادة فوق المُعدّل العام (+) م°
إبريل	44	18.2
مايو	47	17.1
يونيه	49	15
يوليو	48	12.8
أغسطس	49	13.3
سبتمبر	46	12.9
أكتوبر	42	13.5
المجموع	170 موجة	% 100

6- مؤشرات التوزيع السنوي لتكرار موجات الحر :

أوضحت التحاليل التي أجريت على سلسلة البيانات ^[28]، أن منطقة الدراسة تأثرت بما مجموعه 170 موجة حر موزعة على سنوات الدراسة البالغة (36) سنة، بمعدل عام بلغ 4.7 موجة حر سنوياً، مع وجود تباين في التوزيع السنوي لموجات الحر من سنة لأخرى، حيث كان أعلى تكرار لها (10) موجات حدثت خلال سنتي 1982 و 2003، أما أدنى تكرار لها فقد بلغ (2) موجة حدثت خلال سنتي 1986 و 2011 .

7- مؤشرات التوزيع الشهري لتكرار موجات الحر :

كما سبقت الإشارة، تعرضت منطقة الدراسة خلال الفترة (1987 – 2013)، إلى (170)، موجة حر بمختلف أصنافها، وبناءً على البيانات المدرجة بالجدول رقم (2)، يتبين أن شهر يوليو يأتي في المرتبة الأولى حيث بلغ تكرار عدد الموجات التي حدثت فيه (35 موجة)، ونسبة تكرار (20.6 %)، من إجمالي تكرار الموجات الحارة التي تأثرت بها منطقة طرابلس خلال فترة الدراسة، يليه شهر أكتوبر في المرتبة الثانية بواقع (31 موجة)، ونسبة تكرار (18.2 %)، ثم شهر يونيو بواقع (30 موجة)، ونسبة تكرار (17.6 %)، ثم شهر سبتمبر بواقع (27 موجة)، ونسبة تكرار (15.9 %)، حيث شكلت هذه الأشهر الأربعة نسبة مقدارها (72.3 %)، من إجمالي تكرار موجات الحر على المنطقة، ثم تتوالى باقي الأشهر على النحو التالي، شهر أغسطس بواقع (22 موجة)، ونسبة تكرار (13.0 %)، شهر مايو بواقع (20 موجة)، ونسبة تكرار (11.8 %)، شهر إبريل بواقع (5 موجات)، ونسبة تكرار (2.9 %)، وتشكل هذه الأشهر نسبة قدرها (27.7 %)، وهي نسبة منخفضة قياساً بأشهر (يوليو، أكتوبر، يونيو، سبتمبر).

جدول (2) : عدد موجات الحر والنسبة المئوية لتكرارها خلال فترة الدراسة، [عمل الباحث].

الشهر	عدد الموجات	النسبة المئوية لتكرار الموجات (%)
إبريل	5	2.9
مايو	20	11.8
يونيو	30	17.6
يوليو	35	20.6
أغسطس	22	13.0
سبتمبر	27	15.9
أكتوبر	31	18.2

8- التصنيف النوعي لموجات الحر على منطقة طرابلس :

تم تصنيف موجات الحر التي أثرت على المنطقة بناءً على عدد الموجات والنسبة المئوية لتكرارها وعمر الموجة المتمثل في عدد الأيام التي ظهرت خلالها :

كما هو مبين بالجدول (3)، نلاحظ إن عدد موجات الحر القصيرة التي تأثرت بها منطقة طرابلس خلال الفترة (1978-2013)، بلغ 143 موجة بنسبة 84 % ، أما عدد الموجات المتوسطة فقد بلغ عددها 18 موجة بنسبة 16.1 % ، وكان عدد الموجات الطويلة 9 موجات بنسبة 12.4%. ونلاحظ من ذلك أن موجات الحر القصيرة هي الموجات السائدة خاصة الموجات القصيرة الشديدة التي بلغ عددها 55 موجة، والموجات القصيرة الشديدة جداً التي بلغ عددها 47 موجة.

جدول (3) : التصنيف النوعي لموجات الحر والنسبة المئوية لتكرارها خلال فترة الدراسة، [عمل الباحث].

التصنيف النوعي للموجة		عدد الموجات	النسبة المئوية	عدد الأيام	النسبة المئوية
موجات قصيرة	موجة حر قصير معتدلة	41	24.1	148	20.4
	موجة حر قصيرة شديدة	55	32.3	202	27.9
	موجة حر قصيرة شديدة جداً	47	27.6	168	23.2
موجات متوسطة	موجة حر متوسطة معتدلة	4	2.4	27	3.7
	موجة حر متوسطة شديدة	10	5.9	66	9.1
	موجة حر متوسطة شديدة جداً	4	2.4	24	3.3
موجات طويلة	موجة حر طويلة معتدلة	0	0	0	0
	موجة حر طويلة شديدة	4	2.4	38	5.2
	موجة حر طويلة شديدة جداً	5	2.9	52	7.2
مجموع الموجات ونسبتها المئوية		170	%100	725	% 100

تمثل الفترة الزمنية (عدد الأيام)، التي تستغرقها موجة الحر بعمر الموجة، ويبين الجدول (4)، أن موجات الحر المعتدلة بلغت 45 موجة ونسبة 26.5 %، وبلغ عدد الأيام 175 يوم، وبلغ عدد الموجات الشديدة 65 موجة بنسبة 40.6 %، وبلغ عدد أيام الموجات الشديدة 306 يوم، أما عدد الموجات الشديدة جداً فقد بلغ 56 موجة بنسبة 32.4 %، وكان إجمالي عدد أيامها 244 يوم.

جدول (4) : عدد الموجات و النسبة المئوية لتكرارها وعدد الأيام التي ظهرت خلالها [عمل الباحث].

التصنيف الموجي	الموجات المعتدلة			الموجات الشديدة			الموجات الشديدة جداً		
	عدد الموجات	%	عدد الأيام	عدد الموجات	%	عدد الأيام	عدد الموجات	%	عدد الأيام
موجات الحر القصيرة	41	24.1	148	55	32.3	202	47	27.6	168
موجات الحر المتوسطة	4	2.4	27	10	5.9	66	4	2.4	24
موجات الحر الطويلة	0	0	0	4	2.4	38	5	2.9	52
المجموع	45	26.5	175	69	40.6	306	56	32.9	244

9- تأثيرات موجات الحر :

لموجات الحر تأثيرات مختلفة على العديد من المجالات المتعلقة بحياة الإنسان والحيوان والنبات والنظام البيئي بصفة عامة، ومن أهم تلك المجالات الآتي :

1- البيئة، تتلخص تأثيرات موجات الحر على النظام البيئي في النقاط الآتية، اضطراب ديناميكية الأنظمة الحيوية البيئية، تغيير مناطق تواجد النباتات، تناقص الحيوانات البرية، هجرة الطيور، تزايد حدة حرائق الغابات، ارتفاع كمية التبخر والنتح، ارتفاع نسبة تلوث الهواء .

2- الزراعة، تتلخص تأثيرات موجات الحر على النشاط الزراعي في النقاط الآتية، اضطراب دورة حياة النبات ومراحل نموه، التقليل من رطوبة التربة وتزايد نسبة ملوحتها، إتلاف المحاصيل وفساد الغلال.

3- الاقتصاد، تتلخص تأثيرات موجات الحر على النظام الاقتصادي في النقاط الآتية،

زيادة نسبة استهلاك المياه، زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية، توقف العمل بالعديد من المؤسسات العامة والخاصة.

4- الصحة، تتلخص تأثيرات موجات الحر على النظام الصحي في النقاط الآتية، ارتفاع نسبة الوفيات عند الرضع والأطفال والعجزة وذوي الأمراض المزمنة والمصابون بالسمنة، ويمكن لموجات الحر التسبب في ارتفاع درجة حرارة الجسم، زيادة نسبة إفرازات العرق، نزيف الأنف، ضربات الشمس، الطفح الجلدي، انخفاض الضغط الشرياني وتسارع دقات القلب، حدوث الجلطات القلبية والدماغية، زيادة نسبة الحالات المرضية العارضة بالمستشفيات.

الخلاصة :

يمتاز مناخ منطقة طرابلس بالتطرف الحراري مع طول الفصل الحار حيث تأخذ الحالة الحرارية بالتصاعد اعتباراً من شهر ابريل إلى يوليو وتتسحب الحالة الحرارية المرتفعة لتشمل الأشهر اللاحقة التي تلي شهر يوليو وهذا يعود إلى طبيعة المنطقة ومنظومات المنخفضات الجوية الصحراوية والمتوسطة السطحية، إضافة إلى سيادة تأثير الضغط العالي شبه المداري الذي يعيق عمليات التصعيد ما يقلل من فرص حدوث مظاهر التكاثف ويجعل سماء المنطقة خالية من الغيوم، حيث تساعد هذه الوضعية على وصول أكبر كمية من الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض المقترنة

بطول ساعات النهار إلى 14 ساعة إضافة إلى تأثيرات طوبوغرافيا الموقع الداخلي وكمية الحرارة المكتسبة كل هذه العوامل تعمل على دعم الصفة الحرارية بعد شهر يوليو لتشمل شهري أغسطس وسبتمبر وفي بعض السنوات تصل فيها مُعدلات درجات الحرارة العظمى اليومية إلى حدود قياسية مقارنة بمُعدلها الشهري، وبناءً على ما تم تناوله تم استخلاص الآتي :

1. تُعد المنخفضات الجوية بنوعها الجبهية والحرارية خلال الفترة الانتقالية بشهري (ابريل ومايو)، العامل الأكبر في اندلاع موجات الحر وإلى تباين طولها وشدة ارتفاع درجات الحرارة، فظهور الموجة وانقطاعها يعتمد في الأساس على طبيعة المنظومة الضغطية وأن استمراريتها تعتمد على مدى تعمق الظاهرة. ولموقع المنخفض أهمية في تحديد طبيعة ظهور موجة الحر فموقع المنطقة المتأثرة ضمن القطاع الدافئ للمنخفض يؤدي إلى سحب الرياح الدافئة (الحارة) من جهة الجنوب والجنوب الشرقي، وإن نسبة التكرار العالية لموجات الحر خلال هذين الشهرين يعود إلى كون هذين الشهرين يعدان من الأشهر الانتقالية حيث تظهر فيهما التباينات الحرارية بصورة واضحة ما يؤدي إلى ظهور موجات الحر.

2. تُعد المرتفعات الجوية العليا المعروفة بنمط حاجر اوميگا (Ω) التي تتكون بسبب تموج التيار الهوائي النفاث وتأثير موجات روسبي من أهم العوامل المساهمة في تكوين موجات الحر الطويلة المعروفة بظاهرة القبة الحرارية [21].

3. يختلف الوضع حرارياً في طبقة الستراتوسفير صيفاً عن طبقة التروبوسفير، فدرجة حرارة التروبوسفير ترتفع صيفاً ولكن طبقة الستراتوسفير تعاكسها تماماً، حيث تسجل أدنى درجة حرارة بها خلال الصيف لسبب يعرف بالأثر الكيميائي الضوئي وهو اختصار للعلاقة بين الإشعاع فوق البنفسجي وغاز الأوزون، فغاز الأوزون يتعرض

لتناقص كبير حينما تمر الشمس بفترة هدوء في البقع الشمسية، وتشتد فترات نشاط المرتفعات العلوية المدارية التي تتشكل فوق شمال إفريقيا كموجة قصور ذاتي في الغلاف الجوي تمنع عبور المنخفضات الجوية، وهذا النقص في غاز الأوزون الستراتوسفيري يسمح بعبور الأشعة فوق البنفسجية بشكل كبير من خلال طبقة الستراتوسفير وبالتالي يصل إلى السطح ويساهم بشكل كبير في شدة حرارة الجو. فيستجيب مناخ منطقة طرابلس بشكل سريع لذلك فيكون شديد الحرارة صيفاً ويتجاوز المعدلات المناخية العامة.

4. تساهم في تكوين موجات الحر العوامل الطبيعية التالية، تنامي كمية الإشعاع الشمسي وتعامدها على مدار السرطان وطول ساعات النهار. موجات الرياح المدارية التي تؤدي إلى تشكيل حلقات من الضغط الجوي المرتفع في طبقات الجو العليا وجنوبها منخفضات جوية صيفية ضحلة.

5. تعرضت منطقة الدراسة خلال الفترة (1987 – 2013)، إلى (170)، موجة حر بمختلف أصنافها، بلغ معدل التكرار (4.7) ~ 5 موجات تقريباً (المعدل العام)، وصلت في بعض السنوات إلى 10 موجات كحد أقصى و 2 موجة كحد أدنى، الفارق الحراري عن المعدل العام يصل إلى 18 °م، تراوح عمر الموجة الواحدة ما بين 3 أيام للموجة القصيرة الأمد إلى 13 يوماً متتالياً للموجة الطويلة الأمد، ويرتبط ذلك بالأوضاع الجوية السائدة أثناء الموجة.

6. تمثل الفترة الزمنية (عدد الأيام)، التي تستغرقها موجة الحر بعمر الموجة، حيث تشكل نسبة تكرار موجات الحر القصيرة 84% خلال العام، أما الموجات المتوسطة فتشكل نسبتها 16.1% ، الموجات الطويلة بنسبة 12.4%. و نلاحظ من ذلك أن موجات الحر القصيرة هي الموجات السائدة على منطقة طرابلس.

7. شدة الموجة وهي تمثل مقدار الزيادة التي تصلها درجة الحرارة العظمى اليومية فوق المعدل الشهري العام لدرجة الحرارة العظمى، أن نسبة موجات الحر المعتدلة تبلغ 26.5%، وتبلغ نسبة الموجات الشديدة 40.6%، أما عدد نسبة الموجات الشديدة جداً 32.4%.

8. يأتي شهر يوليو في المرتبة الأولى حيث بلغت نسبة تكرار عدد الموجات فيه (20.6%)، يليه شهر أكتوبر في المرتبة الثانية بنسبة تكرار (18.2%)، ثم شهر يونيو بنسبة تكرار (17.6%)، ثم شهر سبتمبر بنسبة تكرار (15.9%)، حيث تشكل هذه الأشهر الأربعة نسبة مقدارها (72.3%)، من إجمالي تكرار موجات الحر على المنطقة، ثم تتوالى باقي الأشهر على النحو التالي، شهر أغسطس (13.0%)، شهر مايو (11.8%)، شهر إبريل (2.9%)، وتشكل هذه الأشهر نسبة قدرها (27.7%).

ختاماً، تجدر الإشارة إلى أن اغلب المناطق الليبية وعلى الأخص منطقة طرابلس تتأثر بموجات الحر التي تترافق مع العديد من أنماط الطقس المحلية التي تعتمد في مجملها على أنظمة الضغط الجوي المحيطة بالمنطقة ومصدر الرياح المصاحبة لها الأمر الذي يؤدي إلى ظهور ظروف مناخية استثنائية تتمثل في الارتفاع الشديد لدرجات الحرارة وينجم عن ذلك العديد من الآثار السلبية والخسائر الاقتصادية والبيئية والصحية التي تتفاوت في حجمها من سنة إلى أخرى حسب شدة موجات الحرارة وتكرارها، وعلى هذا الأساس تعتبر موجات الحر ظاهرة مناخية هامة جداً يجب الإحاطة والإلمام بأسبابها وعواقبها وكيفية التعايش والتأقلم معها لأجل أخذ الاحتياطات اللازمة للتخفيف من أضرارها والتكيف معها قدر الإمكان.

- [1]– Meehl, George A., Tebaldi, Claudia, (2004) : More Intense, More Frequent, and longer lasting Heat Waves in the 21st Century. Science, 305 (5686), p. 994.
- [2]– Robinson, Peter J., (2001) : On the Definition of a Heat Wave, Journal of Applied Meteorology, American Meteorological Society, 40 (4), pp. 762–772.
- [3] – W. M. O., (1987) : Glossary of Scientific and Technical Meteorological Terminology, WMO/TD–No. 135, Geneva.
- [4]– W. M. O., (1992) : Compendium of Lecture Notes In Climatology, for Class III and Class IV, Personal WMO–No. 726, 190–191.
- [5]– Meteorological Office, (1939) : Meteorological Glossary, Third Edition, Her Majesty's Stationery Office, London.
- [6]– Smith L., (1966) : Weather Studies, Pergamon Press L.td First Edition, London England.
- [7]– A. M. S., (1959) : Glossary of Meteorological, Boston, U. S. A.
- [8]– Shhahada N., (1991) : Climate of Jordan, Albashir, First Edition, Amman, Jordan.

- [9]– Sapry A., (2001) : Heat Waves In Jordan (1960–2000),
Postgraduate Study, Jordan University.
- [10]– M. Colacino, M. Conte, and E. Piervitali, (1995) : Heat
Waves in the central Mediterranean Basin, Istituto di Fisica dell'
Atmosfera CNR – Roma, Italy.
- [11]– Baldi M., M. P., F. C., and G. De C., (2005) : Heat
Waves in The Mediterranean Region Analysis and Model
Results, Institute of Biometeorology–CNR, Rome, Italy.
- [12]– Baldi M., M. P., F. C., and G. De C., Heat Waves in
The Mediterranean Region Analysis and Model Results, Institute
of Biometeorology–CNR, Rome, Italy.
- [13]– Al–Fandy M., (1940) : The formation of Depressions of
Khamasin Type, Quarterly Journal of Royal Meteorological
Society, Weather, vol. 50 No. 1, 20–23.
- [14]– Adel A., (1972) : Characteristics of Khomasin Condition in
March 1967, The Meteorological Authority Research Bulletin,
vol.47 No. 1, Cairo, Egypt, 63–83.
- [15]– TMS (2022) : Synoptic weather Charts, T. M. S.
- [16]– Janetorstein, (2012)) : Vind i middelhavet, Scirocco: A
southerly wind moving eastwards in the Mediterranean, The
local Libyan name for this wind is Ghibli.

- [17]– Harb M. S., (1975) : Characteristic Pressure Types of Heat Waves Over Egypt, The Meteorological Authority Research Bulletin, Cairo, Egypt, vol. 7 No. 1, 1–19.
- [18]– Winstanley, P., (1972) : Sharave, Royal Meteorological Society, Weather, vol.27, No.4, 146–160.
- [19]– Metaxas D. A. and Kallos G., (1980) : Heat waves from a synoptic point of view. Riv. Met. Aeron. XL, 107–119.
- [20]– Conte M. , Short – Lasting Heat wave in the central Mediterranean. WMO Long – Range Forecasting research Report, n. 6, vol. 1. WMO/TD n. 87, 146–152.
- [21]– Abdelfatah Hadi Shibani, (2022) : Synoptic features of the thermal dome affecting northwest Libya and how to assess its environmental effects, Solar Energy and Sustainable Development, Volume (11), No. (1), pp. 1–22. Refereed, biannual scientific journal issued by Libyan Center for Solar Energy Research and Studies. DOI: 10.51646/jsesd.v11i1.117.
- [22]– Issa M. J., and A. Amalla, (2017) : Effect of Subtropical Jet Stream Over the Rain Variability in the Syrian Costal Region

in Summer, Tishreen University, Journal for Research and Scientific Studies – Arts and Humanities Series vol. (39), No. (2) 2017.

[23]– United States Marine Corps Veteran, (2022) : Jet Stream Formation, Structure & Characteristics, Meteorology 101, <https://meteorology101.com/jet-stream/>.

[24]– Ahernes C., C. Donald, (2012) : Meteorology Today an Introduction to Weather Climate and the Environment, Tenth Edition, Modesto Junior College California, 341–342.

[25]– Dr Paul Connolly, (2011) : Understanding Rossby Waves atmospheric science activity, Paul Connolly Centre for Atmospheric Science, Slide 13.

[26]– K. Velchev, F. Cavalli, J. Hjorth, E. Marmer, E. Vignati, F. Dentener, and F. Raes, (2011): Ozone over the Western Mediterranean Sea – results from two years of ship-borne measurements, Atmos. Chem. Phys., 11, 675–688.

[27]– Khalid Al-Otabi (2016) : Temperature at about 1000 hpa, and 850 hpa, Arabian Peninsula area: W 30 to E 60 and N 30 to S 10. Time 1 jan 2016 to 31 Dec. 2016.

[28]– LNMC, Libyan Climatological Data Archive, Tripoli, Libya.