

تحليل المناخ الشمولي لموجات الحر المتتابة التي أثرت على الأردن خلال الموسم المطري (2010 / 2009)

محمد أحمد بني دومي

ملخص

تناول البحث دراسة موجات الحر غير الاعتيادية التي أثرت على الأردن للسنة المطرية 2010 / 2009 وتحديداً في شهر آب لعام 2010م، إذ تكمن أهمية مثل هذه الدراسات في التعرف إلى آثارها البيئية والاقتصادية والبشرية وبالتالي معرفة العوامل المسؤولة عن حدوثها ومن ثم معرفة الإجراءات التي يمكن من خلالها التوافق والتصدي لها والتقليل من آثارها. اعتمدت الدراسة على التحليل المناخي الشمولي والاحصائي لخرائط طبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 مليبار والخرائط لمستوى سطح البحر، من أجل تحديد مناطق نشوء المنخفضات الجوية السطحية ومسارها وشدتها بالإضافة إلى التعرف إلى مواقع النتوءات الجوية العلوية عند مستوى ضغط 500 مليبار، واعتمدت الدراسة على تحليل خط الانحدار للعلاقة بين ارتفاع مستوى ضغط 500 مليبار، ودرجات الحرارة السطحية خلال موجات الحر موضوع الدراسة. وقد توصلت الدراسة إلى أن موجات الحر الشديدة والمتعاقبة التي أثرت على الأردن في شهر آب 2010م ناتجة في الدرجة الأولى عن امتداد المنخفض الهندي الموسمي باتجاه الغرب ومن ثم تشكل المنخفض الحراري السعودي الذي امتد باتجاه الشمال والشمال الشرقي باتجاه شرق المتوسط، وكل ذلك اقترن بمتن مرتفع جوي علوي عند مستوى ضغط 500 مليبار الذي كان له الدور الأكبر في منع الغربيات العليا من الحركة وإجبارها على أن تغير مسارها باتجاه الشمال بعيداً عن المنطقة بالإضافة إلى دوره في تنشيط التيارات الهوائية الهابطة، والذي أسهم بتكوين موجات الحر الشديدة والمتعاقبة موضوع الدراسة.

الكلمات الدالة: موجات الحر، الموسم المطري، الأردن .

المقدمة

يتعرض الأردن خلال فصل الصيف إلى موجات حر تتفاوت في طولها وشدتها من سنة إلى أخرى ويتراوح المعدل السنوي لعدد موجات الحر التي تؤثر على الأردن خلال فصل الصيف بين موجة واحدة إلى موجتين، كما أن معظم موجات الحر التي يتعرض لها الأردن من الموجات المعتدلة الشدة وأن أكثر من 70% منها يتراوح ارتفاع درجة الحرارة أثنائها من 5-7م فوق المعدل، وتصل نسبة الموجات شديدة الحرارة والتي ترتفع بها درجة الحرارة عن 8م فوق المعدل ما نسبة 20% فقط (شحادة، 1991).

تميزت موجات الحر 2010 / 2009 عن غيرها من حيث العدد والشدة، حيث لم يشهد الأردن لها مثيلاً، إذ شهد ستة موجات حر شديدة جدا سجلت خلالها أعلى درجة حرارة في تاريخ الأردن المعاصر يوم 2010/8/6 حيث وصلت في عمان إلى 45م في الظل علماً أن معدل حرارة شهر تموز وآب في عمان هو 26م، 29م على التوالي. ويوم 8/7 وصلت درجة الحرارة في محطة دير علا إلى 49م في الظل (دائرة الأرصاد الجوية، عمان). وعليه فإن موجات الحر في هذه السنة المطرية كانت استثنائية من حيث العدد والشدة.

مشكلة البحث:

أصبح واضحاً أن الارتفاع الشديد في درجات الحرارة له تأثير كبير على صحة الإنسان مما يتسبب من حالات الوفاة خاصة عند المرضى وكبار السن الذين لا يستطيعون تحمل الارتفاع في درجات الحرارة. فمثلاً خلال موجات الحر للسنة موضوع الدراسة سجلت 62 حالة ضربة شمس في مستشفى غور الصافي، وحدث 14 حالة وفاة في الكرك من المسنين الذين تتراوح أعمارهم من 60-80 سنة بسبب الحرارة والذين لهم سيرة مرضية مثل السكري والضغط والقلب، كما بلغ عدد المراجعين لمستشفى غور الصافي يوم 2010/8/20 والمراكز الصحية العاملة في الأغوار الجنوبية 3550 مراجع خلال أسبوع بسبب موجات الحر المتتابة، مقابلة

قسم الجغرافيا، جامعة اليرموك. تاريخ استلام البحث 2018/1/31 ، وتاريخ قبوله 2019/9/9

مع (د. عوض الطراونة، مدير مستشفى غور الصافي)، كما تسبب عن موجات الحر الخسائر الاقتصادية المتمثلة بتلف بعض المحاصيل الزراعية بالإضافة إلى استهلاك المزيد من مياه الري وزيادة استهلاك الماء والكهرباء في المنازل والمكاتب والمصانع، ناهيك عن الخسائر البيئية، مثل: انتشار الحرائق في الاحراج والغابات وجفاف بعض النباتات بفعل زيادة معدلات التبخر والنتح وارتفاع معدلات التبخر في المسطحات المائية بالإضافة إلى الإحساس بالمعاناة والضيق والكسل والشعور بالانزعاج الذي يعاني منه السكان أثناء تلك الموجات. (شحادة، ط1، 1991)، ولموجات الحر تأثير على السكان ففي الولايات المتحدة الامريكية تعتبر بعض موجات الحر قاتلة للناس وبالمئات. (National Weather Service, March, 2015).

تعريف موجة الحر: ارتفاع درجة الحرارة بشكل متواصل لمدة ثلاثة أيام على الأقل، وأن يصل الفرق بين معدل درجة الحرارة خلال أحد أيام الموجة والمعدل العام لدرجة الحرارة خلال ذلك الوقت من السنة إلى خمس درجات مئوية على الأقل، وعندما يصل الفرق أكثر من 10م تصنف على أنها موجة حر شديدة جداً (Metaxa, et al , 1980).

وعليه تعتبر دراسة مثل هذه الظاهرة على درجة كبيرة من الأهمية، إذ أنه من الضروري معرفة العوامل المسببة لها حتى يمكن التنبؤ الدقيق بحدوثها ومن ثم ارسال التحذيرات والاحتياطات التي يجب اتخاذها للتقليل من أثارها على الحياة البشرية والموارد الاقتصادية ما أمكن.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى التحليل المناخي الشمولي والاحصائي للظروف الجوية في طبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 مليبار، من حيث منسوب هذا المستوى، درجة الحرارة، وسرعة واتجاه الرياح، للوصول إلى الأسباب التي أدت إلى حدوث موجات الحر للسنة المطرية موضوع الدراسة بهذا العدد والشدة.

كما تهدف الدراسة إلى التعرف على دور المنظومة الجوية العلوية بمتغيراتها في تحفيز وتنشيط المنظومة الجوية السطحية التي تسبب حدوث موجات الحر وبالتالي أن كان تكرار مثل هذه الموجات هو مقدمة لحدوث تغيرات مناخية في المنطقة.

منهجية الدراسة:

تشمل الدراسة الأردن من خلال المعطيات المناخية الموزعة في كل أنحاء الأردن، وتعتمد خرائط الطقس لطبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 مليبار وبخاصة الحالات الجوية المسببة لموجات الحر، كما أن الدراسة ستستخدم التحليل الإحصائي مثل: تحليل الانحدار لتوضيح العلاقة بين المتغيرات المناخية للمنظومة الجوية العليا مثل المنسوب ودرجة الحرارة خلال موجات الحر موضوع الدراسة.

وتعتمد المنهجية على التحليل المناخي الشمولي للعلاقة بين متن المرتفع الجوي العلوي عند مستوى ضغط 500 مليبار والحالة الجوية السطحية، وتأثير ذلك في حدوث موجات الحر.

أصناف موجات الحر:

أولاً: موجة حر معتدلة: ...يزيد بمقدار 5-7 عن المعدل
ثانياً: موجة حر شديدة: ... يزيد بمقدار 8-10 عن المعدل
ثالثاً: موجة حر شديدة جداً: ... يزيد بمقدار أكثر من 10 عن المعدل

Amanillo, 2015 & Konard, 1997

موجات الحر التي تعرض لها الأردن خلال شهر آب من السنة موضوع الدراسة:

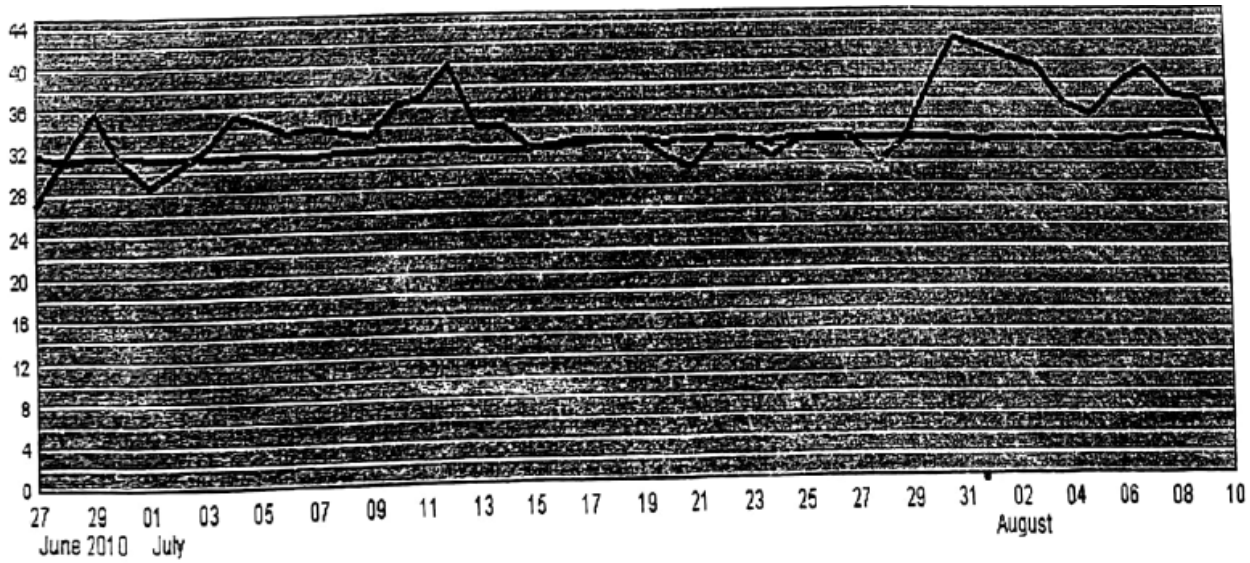
أولاً: 7/31 - 2010/8/5 أطول موجة حر تشهدها المملكة استمرت خمسة أيام، الحرارة 9م فوق المعدل.

ثانياً: 8/7 - 2010/8/10 يوم 8/7 سجلت درجة الحرارة في محطة دير علا 49م في الظل.

ثالثاً: 8/18 - 2010/8/20 يوم 8/20 اشد حرارة في تاريخ الأردن المعاصر.

رابعاً: 8/26 - 2010/8/30 موجة حر شديدة جداً وصلت درجة الحرارة في مدينة عمان إلى 45م في الظل. (دائرة الأرصاد الجوية، عمان).

يبين الشكل (1) المسار اليومي لدرجة الحرارة العظمى لمدينة عمان من نهاية شهر تموز إلى أوائل شهر آب 2010م.



الشكل (1): المسار اليومي لدرجة الحرارة العظمى لمدينة عمان.

وحسب رأي الباحث ومن خلال دراسة موجات الحر والتي أثرت على الأردن، لم يشهد الأردن مثيلاً لهذه الموجات من حيث العدد والشدة، والعدد الأكبر يصنف بالشديد جداً مما يستوجب دراسة هذه الموجات الاستثنائية التي كان لها الكثير من الآثار البشرية والاقتصادية والبيئية.

جدول (1): معدل درجة الحرارة لشهر آب/2010 مقارنة مع المعدل لنفس الشهر لسنة 2009. (دائرة الأرصاد الجوية، عمان)

اسم المحطة	المعدل آب / 2010	المعدل آب / 2009
الباقورة	40.5	38.5
دير علا	41.8	39.3
غور الصافي	42.4	40.4
اربد	34.6	32.1
رأس منيف	30.6	27.3
مطار عمان	36.1	32.7
الشوبك	32	28.3
المفرق	37	34.2
الأزرق	40.6	36.9
H5	41.1	37
الرويشد	42	38.2
معان	38.2	34.6

ويلاحظ أن جميع المحطات سجلت ارتفاعاً في معدل شهر آب لسنة 2010، فمثلاً يبلغ المعدل العام لدرجة الحرارة لمدينة عمان في شهر آب 26.2م بينما هو لنفس الشهر وللسنة 2010 وصل إلى 36.1م، وفي محطة الشوبك يبلغ المعدل العام لنفس الشهر 19.9م بينما لنفس الشهر من سنة 2010 وصل إلى 32م.

جدول (2): عدد الأيام التي وصلت فيها درجة الحرارة العظمى < 40م لشهر آب / 2010. (دائرة الأرصاد الجوية، عمان)

اسم المحطة	عدد الأيام	أعلى درجة حرارة عظمى م
الباقورة	14	47.5
دير علا	27	49
غور الصافي	30	45
اريد	5	42.6
مطار عمان	7	45
المفرق	10	44
الأزرق	19	44.6
H5	23	45.1
الرويشد	26	45
معان	15	45

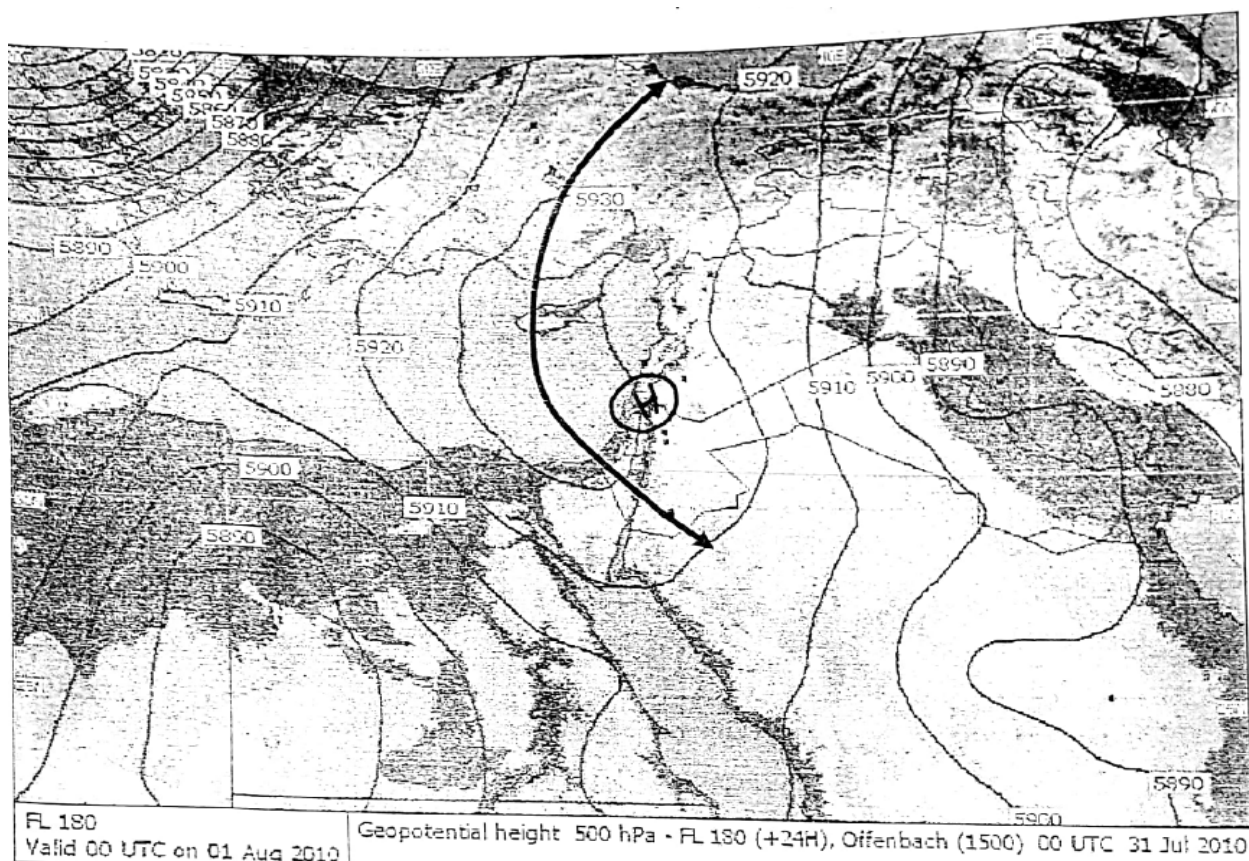
جدول (3): عدد الأيام التي وصلت فيها درجة الحرارة العظمى < 35م لشهر آب / 2010. (دائرة الأرصاد الجوية، عمان)

اسم المحطة	عدد الأيام
الباقورة	31
دير علا	31
غور الصافي	31
اريد	11
رأس منيف	19
مطار عمان	4
الشويك	26
المفرق	31
الأزرق	31
H5	31
الرويشد	28
معان	30

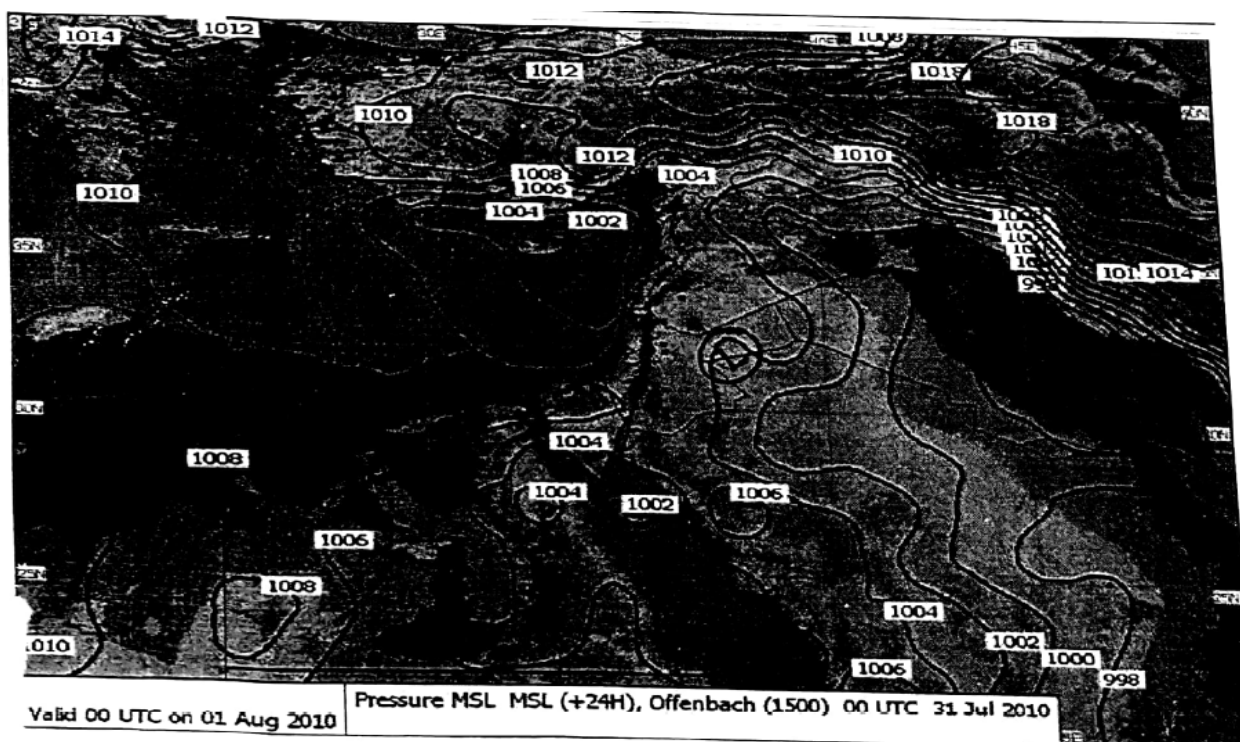
المناقشة:

تم الحصول على الخرائط الطباقية لطبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 ملليبار والخرائط السطحية لمستوى سطح البحر، ولأيام موجات الحر موضوع الدراسة من موقع دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، وسيتم تحليل الخرائط شمولياً وسيتم اختيار بعض الأيام من موجات الحر يوم 8/1، 8/20، 8/22، 8/23، 8/26 كنماذج للوقوف على الحالة المناخية الشمولية لطبقات الجو العليا والسطحية من أجل تتبع مسار المنخفض الجوي السطحي ومتن المرتفع العلوي اللذين سببا موجات الحر الشديدة والمتتابة.

الشكلان (2)، (2أ) يبين خريطة لطبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 ملليبار وأخرى لمستوى سطح البحر ليوم 2010/8/1.

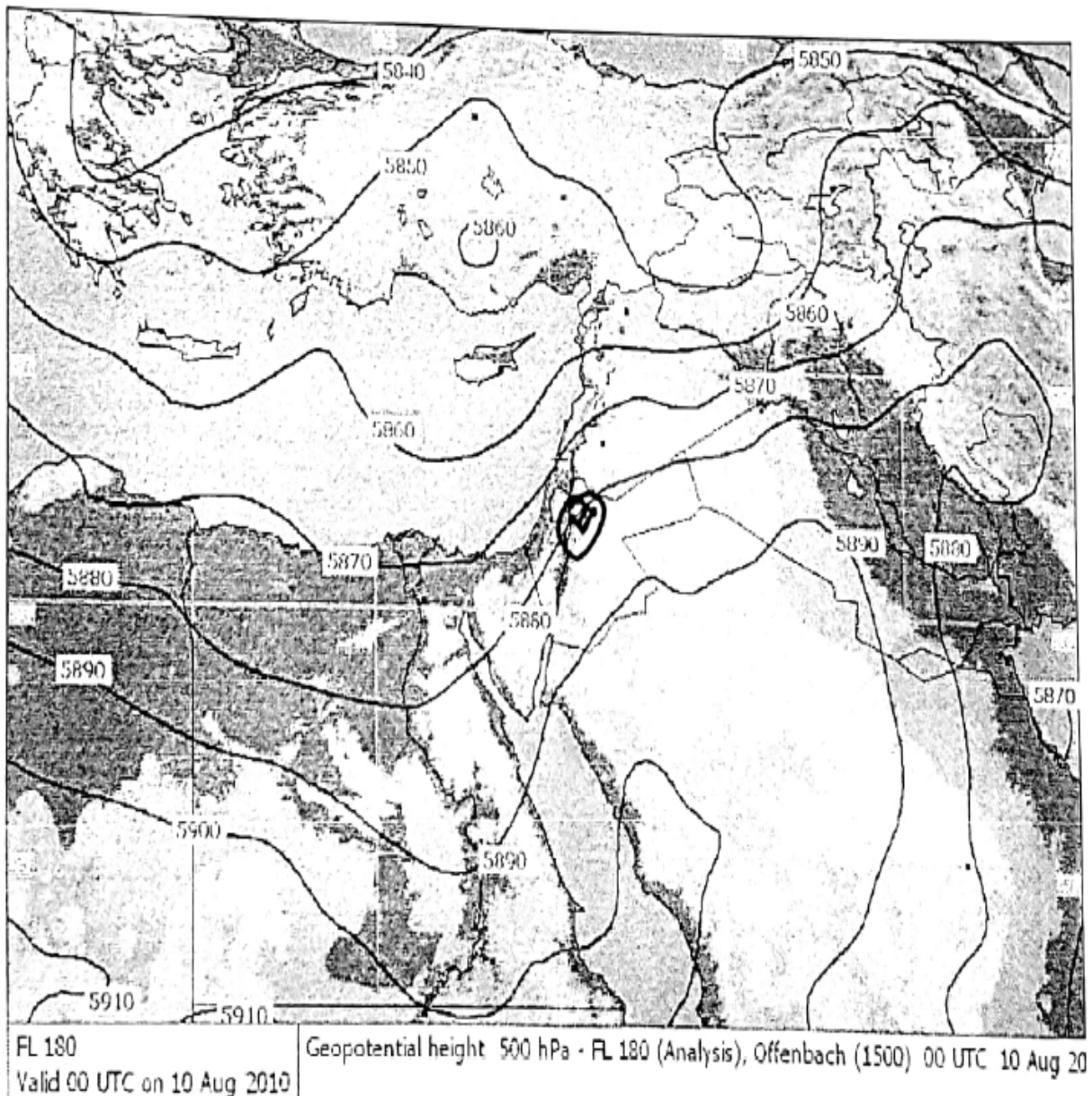


الشكل (2) خطوط الضغط الجوي المتساوي عن مستوى ضغط 500 مليبار يوم 2010/8/1

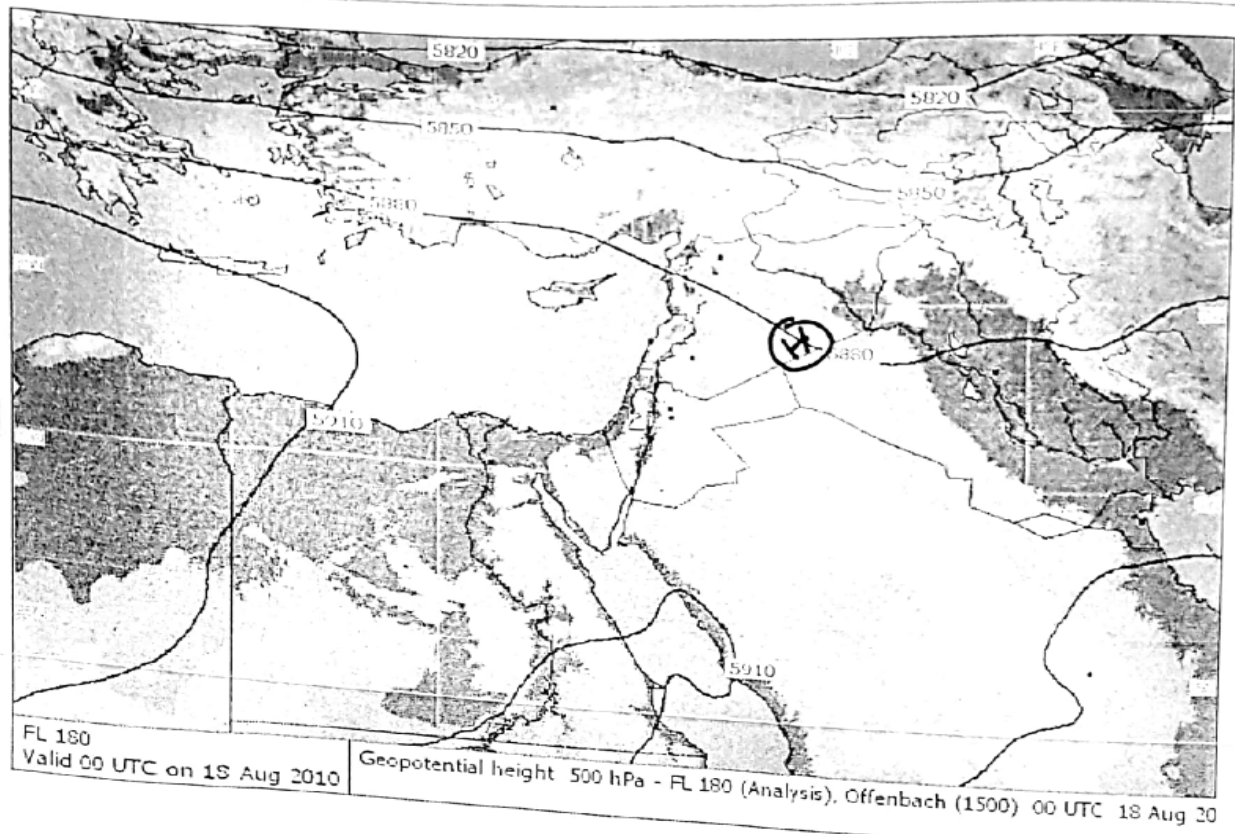


الشكل (2أ) خطوط الضغط الجوي المتساوي لمستوى سطح البحر يوم 2010/8/1

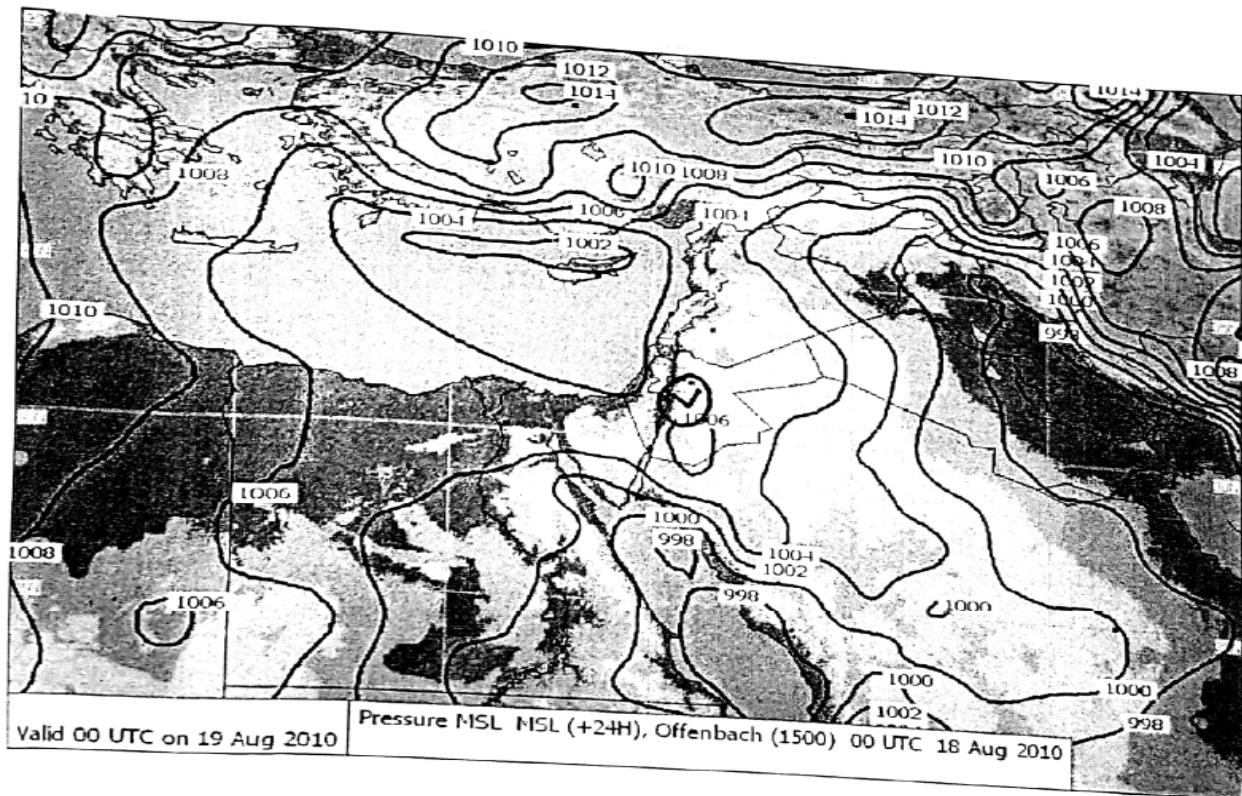
ويلاحظ على طبقات الجو العليا وجود ضغط جوي مرتفع (متن مرتفع جوي) شكل (2) Upper Ridge عند مستوى ضغط 500 ملليبار فوق المنطقة وصل ارتفاعه 5930م هيكتوباسكال (HPA) ترافق ذلك مع وجود ضغط جوي منخفض سطحي فوق المنطقة وصلت قيمة الضغط 1002 ملليبار (الشكل (2)). مقترناً مع منخفض حراري سعودي عميق جداً وصلت قيمة الضغط فيه إلى 998 ملليبار (الشكل (2)) والذي أدى إلى جذب كتلة هوائية حارة وجافة من المنخفض الهندسي الموسمي مارة فوق شبه الجزيرة العربية مما أدى إلى ارتفاع كبير على درجات الحرارة، وتشكيل موجة حر امتدت من 7/31 - 2010/8/5 بحيث ارتفعت درجة الحرارة فوق المعدل في عمان يوم 8/1 بحوالي 15م واستمرت الموجة لمدة خمسة أيام. وتبين الأشكال (3)، (3أ)، (3ب)، (3ج)، (3د) موجة حر أخرى امتدت الأولى من 8/7 - 2010/8/10 والثانية من 10/18 - 2010/10/20 حيث سجلت أعلى درجة حرارة في الظل في محطة ديرعلا يوم 8/20 49م كما أعتبر يوم 2010/8/20 اشد حرارة في تاريخ الأردن المعاصر (دائرة الأرصاد الجوية، عمان).



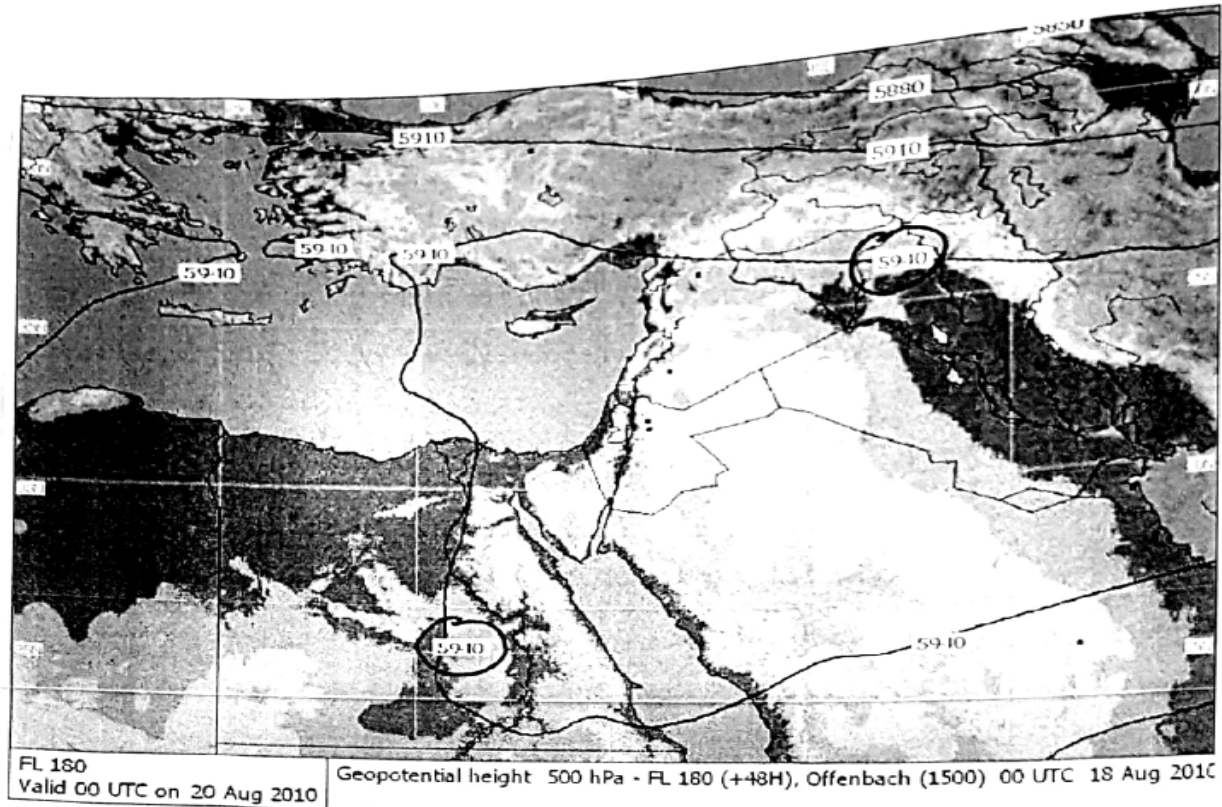
الشكل (3) خطوط الضغط الجوي المتساوي لمستوى ضغط 500 ملليبار يوم 2010/8/10



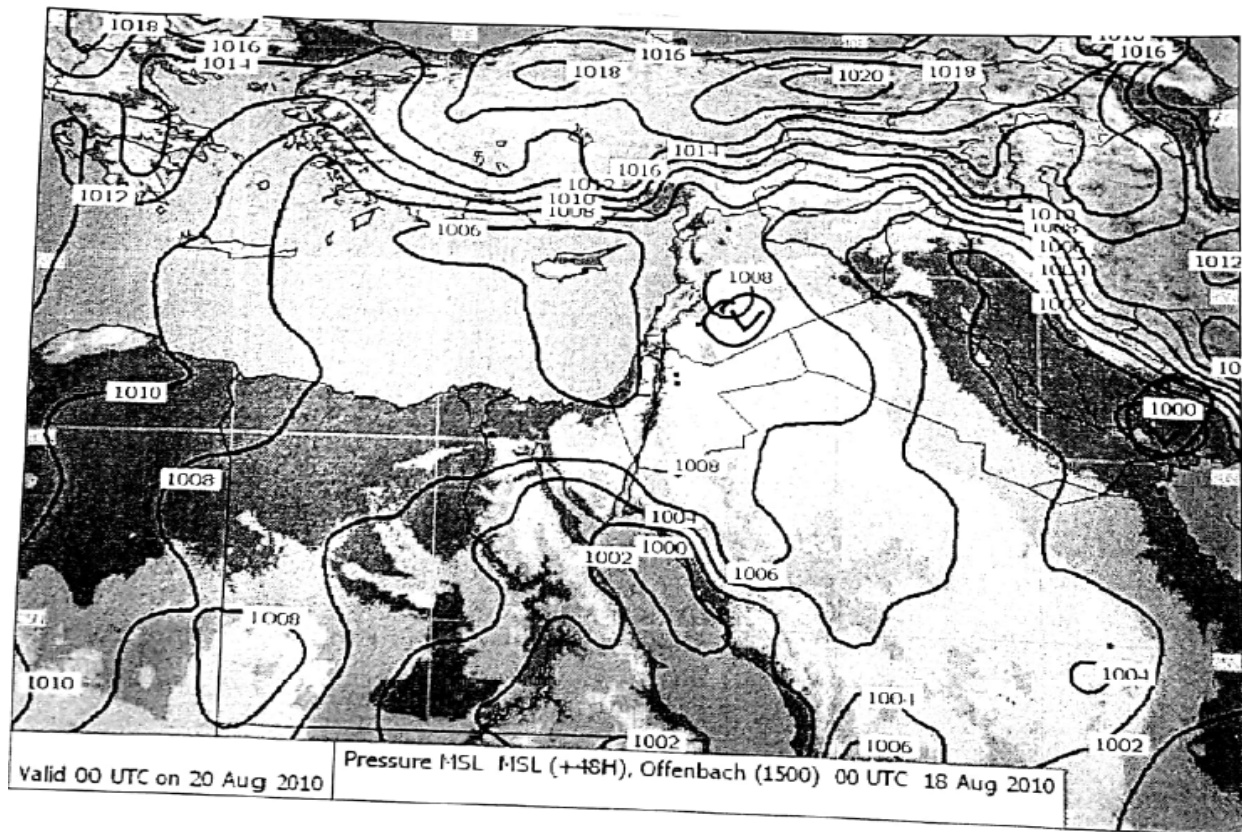
الشكل (3) خطوط الضغط الجوي المتساوي لمستوى ضغط 500 مليبار يوم 2010/8/18



الشكل (3ب) خطوط الضغط الجوي المتساوي لمستوى سطح البحر يوم 2010/8/19



الشكل (3ج) خطوط الضغط الجوي المتوسطي لمستوى ضغط 500 مليبار يوم 2019/8/20



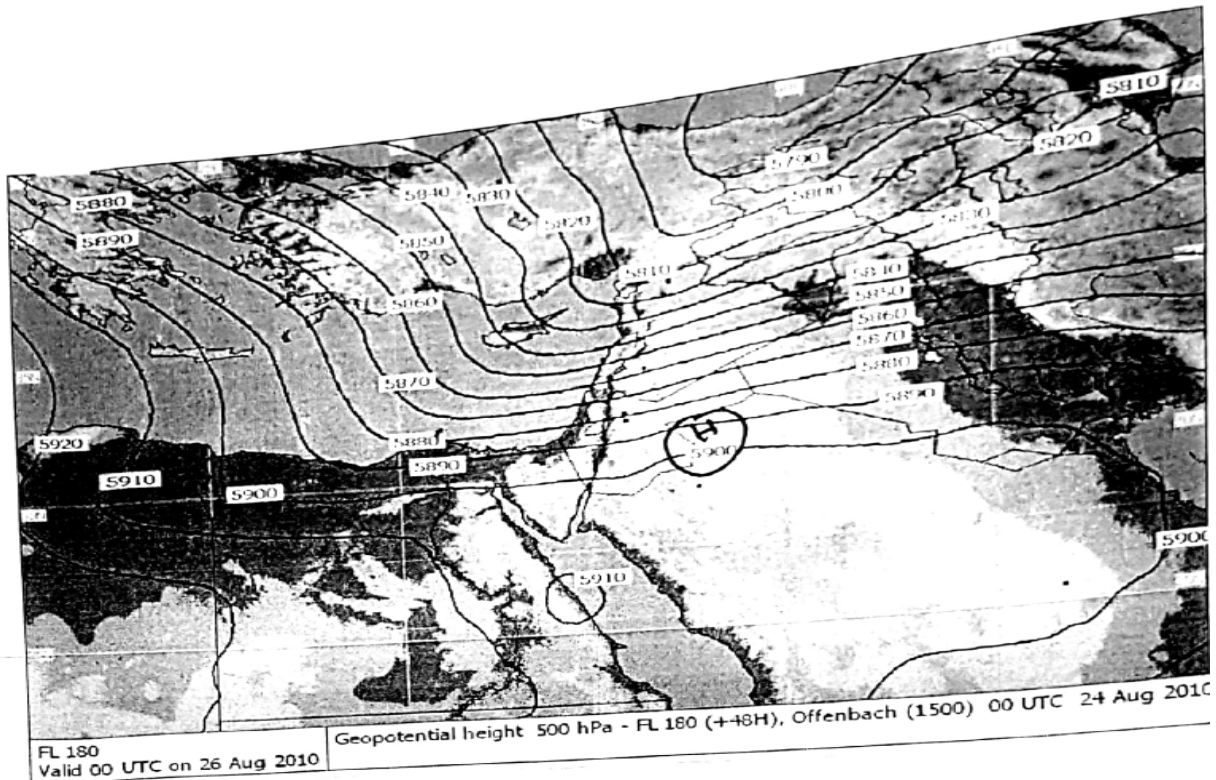
الشكل (3د) خطوط الضغط الجوي المتوسطي لمستوى سطح البحر يوم 2010/8/30

وعند دراسة الشكل (3) والذي يمثل خارطة لمستوى ضغط 500 مليبار ليوم 8/20 والشكل (3أ) يوم 2010/8/18 والشكل (3ب) خريطة علوية وسطحية والشكل (3ج) يوم 8/19 خريطة سطحية وعلوية، فالشكل (3) يبين خريطة لطبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 مليبار يظهران متن المرتفع العلوي (Upper Ridge) سيطر مرة أخرى فوق المنطقة بارتفاع 5880م HPA مما يعني استمرار سيادة الهواء الهابط باتجاه السطح نتج عن ذلك موجة قوية نتيجة اندفاع كتلة هوائية موسمية شديدة الحرارة قادمة من صحراء شبه الجزيرة العربية حيث المنخفض الحراري السعودي والذي هو امتداد للمنخفض الحراري الموسمي الهندي، حيث وصلت درجة الحرارة في محطة دير علا يوم 2010/8/20 إلى 49م في الظل وكانت أعلى من معدلها بحوالي 14م. كما يبين الشكل (3أ) استمرار نفس الوضع مع استمرار موجة الحر. وأما الشكل (3ب) يوم 2010/8/19 الذي يعتبر اشد حرارة في تاريخ الأردن المعاصر فيظهر أن المرتفع العلوي لا يزال يسيطر على المنطقة بارتفاع 5940م HPA.

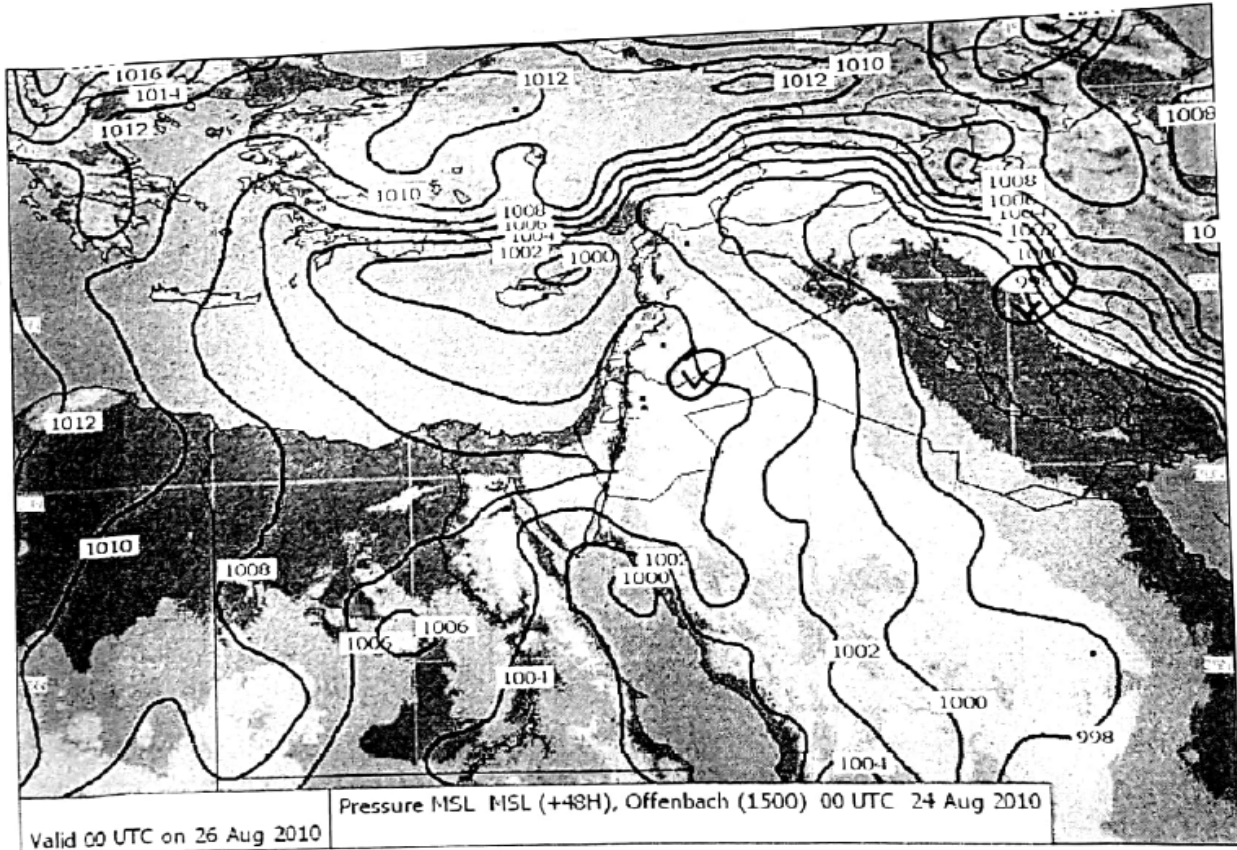
وأما الخريطة السطحية لنفس اليوم (الشكل (3د)) ليوم 8/20 تبين تعمق المنخفض الجوي السطحي فوق الأردن بقوة 1008 مليبار مع استمرار تأثير المنخفض الحراري السعودي بقوة 1000 مليبار، مما يعني استمرار تدفق الهواء الحار الجاف ومع تعمق المنخفض الحراري السعودي الذي وصلت قيمة 998 مليبار فوق شبه الجزيرة العربية (الشكل (3ج)). وخلال هذه الموجة ويوم 8/20 تحديداً وصلت الحرارة إلى 45م، 45م، 45م، 49م، 49م، 43م في كل من عمان، المفرق، الزرقاء، دير علا، العقبة، معان، اربد على التوالي (دائرة الأرصاد الجوية، عمان).

كما تأثر الأردن بموجة حر جديدة وشديدة جداً امتدت من 8/26 - 2010/8/30 حيث وصلت درجة الحرارة العظمى في عمان إلى 45م وهي أعلى من المعدل بحوالي 12م.

والشكل (4) يبين خريطة لمستوى ضغط 500 مليبار في طبقات الجو العليا ترينا سيطرة لمتن ضغط جوي مرتفع فوق كل أجزاء الأردن تراوح الارتفاع لمستوى ضغط 500 مليبار بين 5900م في المناطق الجنوبية إلى 5880م فوق المناطق الشمالية مما يعني ارتفاع درجات الحرارة في كل المحطات المناخية لمدة خمسة أيام متواصلة. وعندما ننظر إلى الخريطة السطحية لمستوى سطح البحر (الشكل رقم (4أ)) نلاحظ استمرار تأثير المنخفض الحراري السعودي وبقوة 998 مليبار وهو منخفض عميق جداً، مع وجود منخفض جوي سطحي فوق الأردن بقوة 1002 مليبار، مما يعني استمرار تدفق الهواء الحار الجاف مقترباً بتيارات هوائية حارة هابطة من الأعلى والنتيجة المزيد من الارتفاع في درجات الحرارة ولكل محطات الأردن (الجدول (2)).



الشكل (4) خطوط الضغط الجوي المتساوي لمستوى ضغط 500 مليبار يوم 2010/8/26



الشكل (4) خطوط الضغط الجوي المتساوي لمستوى سطح البحر يوم 2010/8/26

وعند الحديث عن العلاقة الإحصائية بين عناصر المنظومة الجوية السطحية والعلوية التي هي:

1. ارتفاع مستوى ضغط 500 ملليبار.
 2. درجة الحرارة السطحية.
 3. الضغط الجوي المرتفع العلوي (متن المرتفع العلوي).
- ويظهر لدينا ارتباط قوي بين الارتفاع لمستوى ضغط 500 ملليبار ودرجة الحرارة السطحية، (Crutzedn, 2004) فكلما زاد الارتفاع للمستوى كلما تشكل متن مرتفع علوي قوي جداً وبالتالي ارتفاع درجات الحرارة السطحية. إذن هي علاقة ارتباط قوية جداً.

جدول (4): العلاقة بين ارتفاع مستويات الضغط وانحرافها عن المستوى القياسي وموجات الحر موضوع الدراسة. (بنى

دومي، محمد، 1997)

درجة الحرارة								الانحراف عند الارتفاع القياسي (+)	الارتفاع القياسي (م)	الارتفاع (م)	التاريخ
المعدل	المفرق	المعدل	دير علا	المعدل	اربد	المعدل	عمان				
26.9	41	32.3	42	26	37	26.2	41	346+	5574	5920	2010/8/1
26.9	41	32.3	45	26	39	26.2	41	366+	5574	5940	2010/7/31
26.9	35	32.3	39	26	33	26.2	35	306+	5574	5880	2010/8/10
26.9	38	32.3	44	26	37	26.2	37	306+	5574	5880	2010/8/18
26.9	44	32.3	49	26	42	26.2	43	366+	5574	5940	2010/8/20
26.9	38	32.3	40	26	32	26.2	35	346+	5574	5920	2010/8/25
26.9	34	32.3	39	26	32	26.2	32	316+	5574	5890	2010/8/26

ويلاحظ من الجدول ارتفاع في درجة الحرارة ولكل المحطات، علماً أن المعدل للحرارة العظمى هو 26.2م، 32.3م، 26م، 26.9م في كل من محطة عمان، دير علا، اربد، المفرق على التوالي.

من خلال التحليل المناخي الشمولي لخرائط طبقات الجو العليا عند مستوى ضغط 500 مليبار والخرائط السطحية لمستوى سطح البحر يمكن إجمال الأسباب المسؤولة عن تكوين موجات الحر الشديدة والمتعاقبة التي أثرت على الأردن بما يلي:

أولاً: نلاحظ أن جميع موجات الحر موضوع الدراسة والتي أثرت على الأردن كانت بسبب تأثير امتداد المنخفض الحراري الهندي الموسمي وامتداده باتجاه الغرب والذي أدى إلى تكوين المنخفض الحراري السعودي والذي بدوره تمدد نحو الشمال والغربي صوب الجزء الشرقي من البحر المتوسط.

ثانياً: المنخفض الحراري الهندي الموسمي، والحراري السعودي يجلبان كتلة هوائية حارة وجافة كونه يمر من فوق شبه الجزيرة العربية وصحراء العراق والذي يجلب المزيد من الحرارة، ويعد من العوامل الرئيسية المسببة لموجات الحر موضوع الدراسة وشدة الموجة وديمومتها يعتمد على عمق المنخفض الحراري السعودي. (Kanal, 1995)

ثالثاً: امتداد المنخفض الحراري السعودي باتجاه الشمال والشمال الغربي أسهم في تكوين منخفض حراري سطحي فوق الأردن في جميع الحالات التي تنتج عنها موجات حر شديدة ومتعاقبة.

رابعاً: المنخفضات الجوية السطحية التي تشكلت نتيجة الامتداد للمنخفض الحراري السعودي أدت إلى تكوين تيارات هوائية صاعدة بسبب التسخين الشديد للسطح، من الناحية العلمية يفترض أن تسهم هذه التيارات الصاعدة بنقل الطاقة إلى الأعلى وبالتالي انخفاض في درجات الحرارة السطحية، وتبريد السطح.

خامساً: في جميع حالات موجات الحر موضوع الدراسة اقترنت المنخفضات الجوية السطحية بمتن مرتفع جوي علوي قوي جداً فوق المنطقة والذي نتج عنه تيارات هوائية هابطة ضخمة جداً باتجاه السطح، ولا يسمح للتيارات الهوائية الحارة بالصعود بل تقابلها تيارات هوائية ساخنة هابطة من الطبقات العليا وينتج عن هبوط الهواء ارتفاع حرارته وينتج عن ذلك صفاء السماء وشدة الاشعاع الشمسي وهذوء الرياح وإن ذلك أدى إلى المزيد من الارتفاع في درجات الحرارة بشكل متواصل الذي يفسر طول موجات الحر موضوع الدراسة.

تأثير التيارات الهوائية الهابطة في رفع درجات الحرارة:

1. الهواء الهابط يحدث له تسخين ذاتي.
2. تقابل الهواء الدافئ الصاعد مع الهواء الدافئ الهابط أبقى الهواء الدافئ قريباً من السطح وبالتالي المزيد من الارتفاع لدرجات الحرارة السطحية.

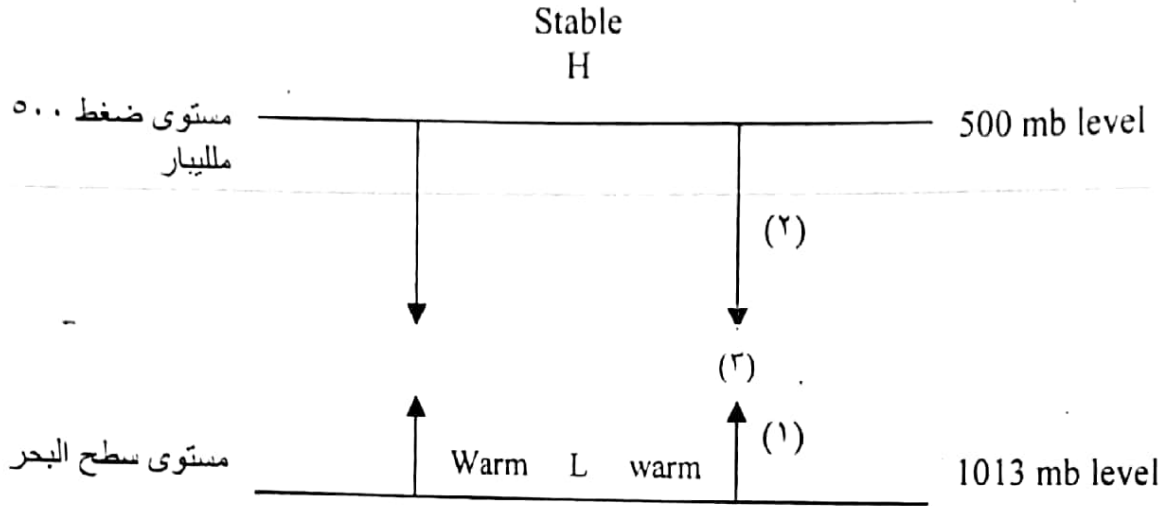
3. سيطرة المرتفع الجوي العلوي (متن المرتفع العلوي) (Upper Ridge) ووقوع الأردن أسفله مع وجود ضغط جوي منخفض سطحي يعمل على جذب الكتل الهوائية الحارة الجافة من الجنوب الشرقي والتي تلقي مع الهواء الهابط من المرتفع العلوي والنتيجة سيادة الاستقرار وارتفاع درجات الحرارة لعدة أيام متواصلة، ساعد على ذلك تراجع الغربيات (Westerlies) العليا باتجاه الشمال صيفاً والتي لا يظهر لها وجود على خرائط مستوى ضغط 500 مليبار خلال موجات الحر موضوع الدراسة. (Agee, 1991)

4. الانبعاجات العلوية وما تمثله من ضغط مرتفع تعمل على تنشيط الحركة الرأسية للهواء الهابط Descending Motion، وحدوث تفرق هوائي احتكاكي Fractional Divergent عند السطح بحيث تستمر عملية الهبوط وتستمر عملية التسخين الذاتي Adiabatic Heating ومع استمرار هبوط الهواء تزداد قيم الضغط المرتفع ليصل إلى السطح، وبهذا يعمل على تبديد التباينات الحرارية الرأسية، بحيث تصبح ظاهرة الاستقرار السطحية هي السمة المميزة وبالتالي المزيد من الارتفاع في درجات الحرارة وهذا ما حصل في موضوع موجات الحر موضوع الدراسة.

وقد لوحظ انه في كل حالة موجة حر موضوع الدراسة يسيطر ضغط جوي مرتفع عند مستوى ضغط 500 مليبار، كما ظهر وجود علاقة ارتباط قوية طردية بين ارتفاع منسوب ضغط 500 مليبار ودرجة الحرارة، فكلما زاد ارتفاع المنسوب زادت درجات الحرارة عند ذلك المستوى. وقد لوحظ أن مستوى ضغط 500 مليبار زاد ارتفاعه عن المستوى القياسي وهو 5574م، رافق ذلك تشكل انبعاج علوي Upper Ridge وابتعاد الأنظمة الطباقية للأعلى وتوقف عمليات التصعيد الهوائي السفلي وتزايد الهواء الحار الهابط من الأعلى والنتيجة المزيد من الارتفاع لدرجات الحرارة، وقد لوحظ أن هذه الوضعية هي المسؤولة عن معظم موجات الحر

التي يتعرض لها الأردن.

وقد لوحظ من الأشكال (3، 3أ، 3ب، 3ج، 4) اقتران موجات الحر الناتجة عن المنخفض الحراري الموسمي وامتداد المنخفض الحراري السعودي بتكرارية عالية للإنبعاثات العلوية فوق شرق البحر المتوسط ينتج عن ذلك هبوط كتل هوائية ضخمة من قمة المرتفع الجوي وإجهاض الحركة الرأسية السطحية وبالتالي توقف - الرفع الديناميكي للهواء (الشكل 5).



شكل رقم (5): تقابل التيارات الهوائية الحارة الهابطة مع التيارات الهوائية الحارة الصاعدة.

- (1) تيارات هوائية حارة صاعدة.
- (2) تيارات هوائية حارة هابطة.
- (3) نطاق التقابل بين الهواء الدافئ الهابط والهواء الدافئ الصاعد.

ويظهر من الشكل (5) المرتفع الجوي العلوي عند مستوى ضغط 500 ملليبار بارتفاع 5940 م HPA (هيكيتوباسكال) والذي شكل حاجزاً أمام التيارات الهوائية الصاعدة فالمنخفض الجوي السطحي يجذب هواء حار وجاف من شبه الجزيرة العربية مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة السطح ويشكل تيارات هوائية حارة صاعدة ومع وجود تيارات هوائية هابطة من أعلى والتقاءها بالقرب من السطح والنتيجة أن كلا التيارين حاران مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة ومع استمرار الحالة لعدة أيام ينتج عن ذلك تزايد درجات الحرارة لعدة أيام وبالتالي تشكيل موجات حر شديدة جداً ومتعاقبة.

أساليب التوافق مع موجات الحر:

أولاً: على المستوى الدولي:

1. تعديل السياسات البيئية للدول للحد من انبعاث غاز CO2 والغازات الصناعية الأخرى حتى عام 2050م بنسبة 50% عما كان عليه عام 1990.
2. إنشاء نظام دولي للإنذار المبكر من الكوارث وعلى رأسها موجات الحر الشديدة.
3. رصد الأقمار الصناعية لمستويات تركيز الأوزون ورصدها بالموجات الدقيقة لدرجة حرارة الغلاف الغازي.
4. وضع نظام أفضل للمراقبة.
5. تحليل أكثر للتغيرات المناخية.
6. دراسة أكثر لتأثير النشاط البشري بشكل أفضل.

ثانياً: على المستوى المحلي

1. الاكثار من شرب السوائل أثناء موجات الحر.
2. عدم الخروج أثناء موجات الحر إلا للضرورة القصوى.

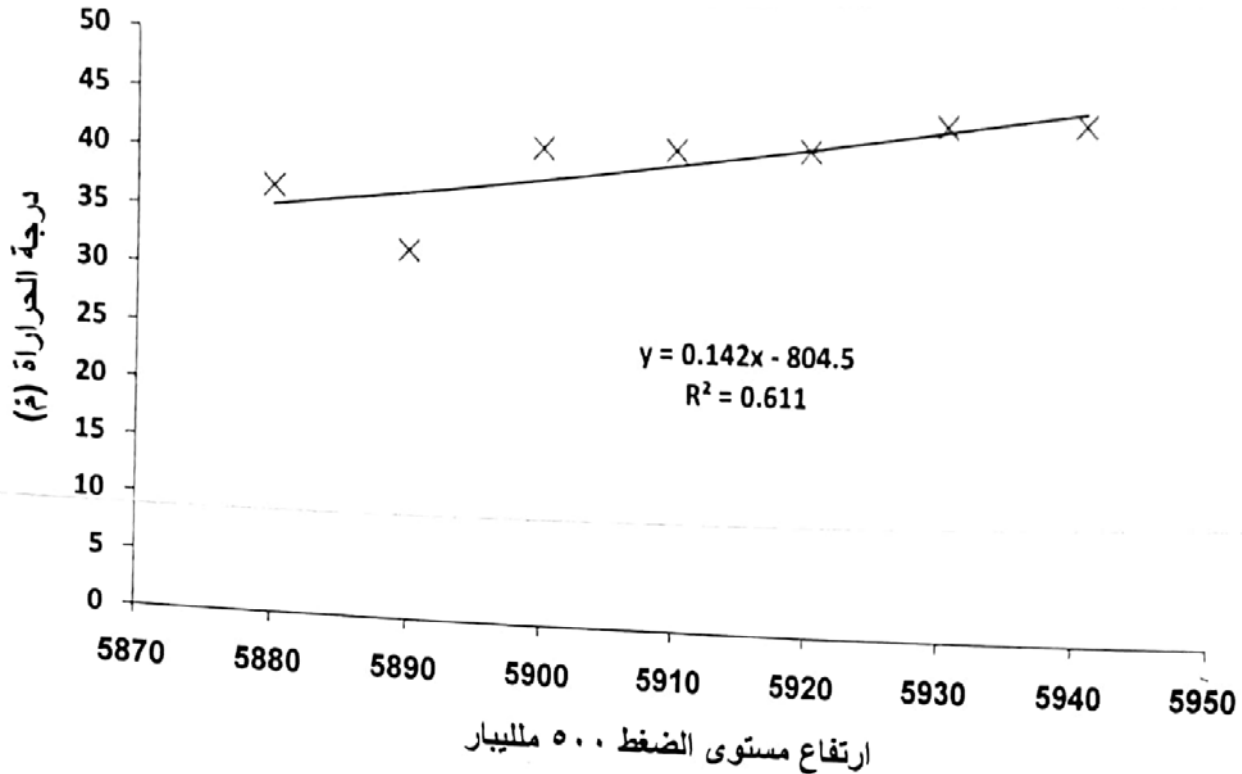
3. تناول المأكولات المالحة حتى يتم تعويض ما يفقده الجسم من الأملاح نتيجة التعرق.
من خلال تحليل موجات الحر موضوع الدراسة تبين أن العوامل المسؤولة عنها هي:

1. المنخفض الحراري الهندي الموسمي.
2. المنخفض الحراري السعودي.
3. نتوءات المرتفعات الجوية فوق المنطقة (شرق المتوسط).

خصائص موجات الحر موضوع الدراسة:

1. صفاء السماء وخلوها التام من السحب مما ساعد على شدة السطوع الشمسي خاصة وقت الظهيرة.
2. ضعف الرياح وسكونها في معظم الأيام مما ضاعف الإحساس بالحر خاصة أثناء الليل.
3. جفاف الهواء وانخفاض الرطوبة النسبية إلى أقل من 15% في بعض الأيام.
4. ارتفاع درجة الحرارة أثناء الليل مما جعل الإحساس بالحر خلال اليوم متصلاً.

شكل (6) يبين خط الانحدار للعلاقة بين معدل ارتفاع مستوى ضغط 500 ملليبار ودرجات الحرارة أثناء موجات الحر موضوع الدراسة.



شكل رقم (6)

نتائج الدراسة:

أولاً: أظهرت الدراسة أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين ما يحدث على سطح الأرض وبين ما يحدث في طبقات الجو العليا، وبمعنى آخر فإن التقلبات الطقسية السطحية جذورها في طبقات الجو العليا وبخاصة عند مستوى ضغط 500 ملليبار، فالمنظومة الجوية العلوية تحفز المنظومة الجوية السطحية وبالتالي حدوث موجات الحر موضوع الدراسة.

ثانياً: تبين أن ظاهرة الاحتباس الحراري هي الباعث الأكبر على ما يحدث من تغير مناخي، حيث أدت هذه الظاهرة إلى ارتفاع غير مسبوق في درجات الحرارة حول العالم، وارتفعت درجة حرارة الغلاف الغازي بمعدل يتراوح بين 1 - 3م خلال العشر سنوات الأخيرة (Altman, 2015). ومع استمرار تزايد نشاط هذه الظاهرة سيشهد العالم حدوث اختلال في عمل الأنظمة البيئية. والذي يعزى إلى تزايد نسبة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ الذي وصل معدلاته خلال السنوات الأخيرة إلى نسبة زيادة

30% عن النسب الطبيعية، كما زادت نسبة الكلورفلوروكربون CFCS نسبة 4% ونسبة NO₂ 18% بالإضافة إلى زيادة نسبة تركيز غاز الأوزون O₃ في التروبوسفير (Brink, 2015). ومع استمرار الزيادة في نسبة الغازات في الغلاف الغازي فإن التغير المناخي يتعاظم وبالتالي زيادة في تكرار موجات الحر على سطح الكرة الأرضية (Altman, 2012).

ثالثاً: تبين أن وجود ضغط جوي مرتفع علوي فوق المنطقة وما ينتج عن ذلك من تيارات هابطة من الهواء الساخن نحو السطح يؤدي إلى تكوين موجات الحر والتي تعتمد ديمومتها وشدتها حسب قوة المرتفع الجوي عند مستوى ضغط 500 مليبار، وبخاصة عند اقترانه بامتداد المنخفض الحراري السعودي نحو المنطقة.

رابعاً: أمكن التوصل إلى أن المنخفض الحراري السعودي والذي هو امتداد لمنخفض الهند الموسمي يعد من العوامل الرئيسية في تشكل موجات الحر، وأن شدة الموجة وديمومتها يعتمد على عمق ذلك المنخفض.

خامساً: تبين أن امتداد نتوء المرتفع الجوي فوق الحوضين الغربي والأوسط للبحر المتوسط يعمل كحاجز (Blocking) بحيث يتم اعتراض مسار الرياح الغربية العليا ويمنعها من الوصول إلى الحوض الشرقي، وأن ذلك يعتبر من العوامل التي تسهم في زيادة شدة موجات الحر وأن الديمومة للموجة يعتمد على طول فترة وجود النتوء.

سادساً: تبين أن تكرار موجات الحر موضوع الدراسة وشدتها ناتجة عن وجود مرتفع جوي جاثم فوق المنطقة مقترناً بامتداد للمنخفض الحراري السعودي، وما ينتج عن ذلك من تيارات هوائية ساخنة هابطة وتيارات حارة صاعدة حيث تمنع الأخيرة من الصعود لتلتقي مع التيارات الهابطة فوق المنطقة.

سابعاً: تبين أنه كلما زاد ارتفاع مستوى ضغط 500 مليبار كلما زادت قوة متن المرتفع الجوي العلوي، وبالتالي زيادة كتل الهواء الحارة الهابطة والنتيجة زيادة شدة وديمومة موجات الحر.

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية:

- دائرة الأرصاد الجوية، عمان، الأردن، بيانات مناخية غير منشورة.
- بنى دومي، محمد، 1997، الخصائص الشمولية والمكانية لسنوات الجفاف في الأردن، "دراسة تحليلية مناخية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة بغداد، العراق، ص 92.
- شحادة، نعمان، 1991، موجات الحر التي تعرض لها الأردن في الصيف، النشرة الدورية لقسم الجغرافيا، رسائل جغرافية، ع 138، الكويت.
- شحادة، نعمان، 1999، مناخ الأردن، ط1، دار البشير للنشر والتوزيع، عمان.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Agee, E. m., 1991, Trends in Cyclone and Anticyclone Frequency and Comparison With Periods of Warming and Cooling over the Northern Hemisphere. Climate, 4. 263 – 267.
- Albers, s., MCGINLEY, J. ., BIRKENHEUER, d. ., AND SMART, J., 1996, The local Analysis and Prediction System Analysis of Clouds, Precipitation and Temperature, Weather Forecasting, 11. 273 – 287.
- Altman, Peter. "Killer Summer Heat: Projected Death Toll from Rising Temperatures in America Due to Climate Change" Natural Resources Defense Council, 2012. Web Accessed March 21, 2015.
- Amarillo, TX, Weather Forecast Office. "What is the heat index?" National Weather Service. Web accessed March 21, 2015.
- Brink, Susan. "How 100 Degrees Does a number on you?" National Geographic, 2013. Web Accessed March 21, 2015.
- Center for Disease Control and Prevention. "Frequently Asked Questions (FAQ) about Extreme heat." Web Accessed March 21, 2015.
- Crutzedn. P. J., 2004, The Growing Urban Heat and Pollution, Island Effect-Impact on Chemistry and Climate. Atmospheric Endowment, 38. 3539 – 3540.
- Kanl. T. P., et al., 1995, Trends in High Frequency Climate Variability in the Twentieth century, Nature, 377. 217 – 220.

Synoptic Climatology Analysis of Succession Heat Waves which Affected Jordan in Rainy Season 2009 / 2010

Mohammad Ahmad Bani Dami *

ABSTRACT

The research paper aims to analyze the abnormal succession of heat waves which affected the rainy season of 2009-2010 in Jordan especially in August, 2010. The goal of this study lies in determining the impact of heat waves on the environment, the economy and humans, finding out the factors that contribute to its occurrence, and working out procedures that might reduce the impact of heat waves. A Synoptic analysis of climate condition and statistic of upper atmosphere maps where the level of pressure is 500 mb, and sea surface maps in order to indicate low depression, region, their routes and intensity as well as upper air protrusion line between 500mb pressure level and surface temperature of heat waves under study. The researcher finds that the successive heat waves which affected Jordan during August, 2010 resulted from the monsoon depression extended westward and the Saudi thermal depression extended to the north and northeast of the eastern parts of the Mediterranean. All of these were integrated with upper ridge at 500mb pressure level which obstructed the movement of upper western air, forced air to change its route towards the north, and stimulated air currents to flow to low levels. Successive heat waves, as the study finds, were caused by these main factors.

Keywords: Succession Heat Waves, Rainy Season, Jordan.

* Yarmouk University.

Received on 31/1/2018 and Accepted for Publication on 9/9/2019.