العلاقة بين درجات الحرارة لطبقات الجو العليا والارتفاعات الجهدية فوق مدينة بغداد باستخدام بيانات المجاميع الفصلية

حسين عبودي نعمة

قسم علوم الجو - كلية العلوم - الجامعة المستنصرية - بغداد - العراق

الخلاصة

يعتبر الارتفاع الجهدي من المتغيرات الانوائية المستخدمة بشكل واسع لفهم الغلاف الجوي من خلال التركيز على حركة الهواء في الجو وعلى تكوين الدورة العامة للرياح (GCM) وتغيرها . ان درجة الحرارة هي المؤشر لتغير الطاقة الحرارية من حيث كونها المغذي لحركة المنظومات وذات تاثير واسع على حركة الهواء والارتفاع الجهدي . ان الهدف الانوائي المتخذ في هذا العمل يعتمدة على مجموعة فصلية متكاملة ماخوذة من المركز الاوربي للتنبؤ الطقسي المتوسط المدى (European Centre for Medium Range Weather Forecasting) (ECMWF) . تم اختيار بيانات مستخلصة لمدة 10 سنوات تمتد من عام 1980 الى عام 1990 وللمستويينhpa 500 وhpa 700 لبيان العلاقة وفهم التصرف مابين هاتين الطبقتين وللمتغيرين (درجة الحرارة - الارتفاع الجهدي) فوق مدينة بغداد والمنطقة ولفصلي الشتاء والصيف . تم اخذ القيم المعدلة فصلياً وبشكل احصائي ، وعند تحليل قيم الارتفاعات الجهدية ودرجات الحرارة اظهرت النتائج ان هنالك تاثر واسع للارتفاعات الجهدية من خلال تغير قيم درجات الحرارة صيفا وشتاءاً . كما ان الجانب الاحصائي اضهر ان قيم الارتفاع الجهدي تتناغم مع قيم درجات الحرارة لكلا الفصلين وعند مستويي الدراسة ، فعلى سبيل المثال تصل قيم الارتفاع الجهدي عند مستوى 500 hpa في عام 1985 الى $55200\ (m/s)^2$ شتاءا عندما كانت درجة الحرارة تساوي $-17.5\ ^oc$ وتزداد صيفا بازدياد درجة الحرارة لنفس المستوى لتصل الى $57850\ (m/s)^2$ عندما كانت درجة الحرارة تساوي $-5.7\ ^oc$ ، ونجد ان هنالك سلوك مشابة للمستوى 700 hpa على طول سنين الدراسة ، و بصورة عامة فان العلاقة عالية بين درجات الحرارة والارتفاعات الجهدية وهي في الشتاء اقوى بالمقارنة مما هي عليه في فصول الصيف .

الكلمات المفتاحية: الارتفاع الجهدي، درجة الحرارة، النماذج الفصلية، المركز الاوربي.

العلاقة بين درجات الحرارة لطبقات الجو العليا والارتفاعات الجهدية فوق مدينة بغداد باستخدام بيانات المجاميع الفصلية

حسين عبودي نعمة

The Relationship Between Upper Level Temperature and Geopotential Heights over Baghdad City by Using Seasonal Ensembles.

Hussen Abudi Nema

Dept. Atmospheric Sciences – College of Sciences - Al Mustansiriah University, Baghdad, Iraq

Received 30 May 2015 ; Accepted 1 September 2015

Abstract

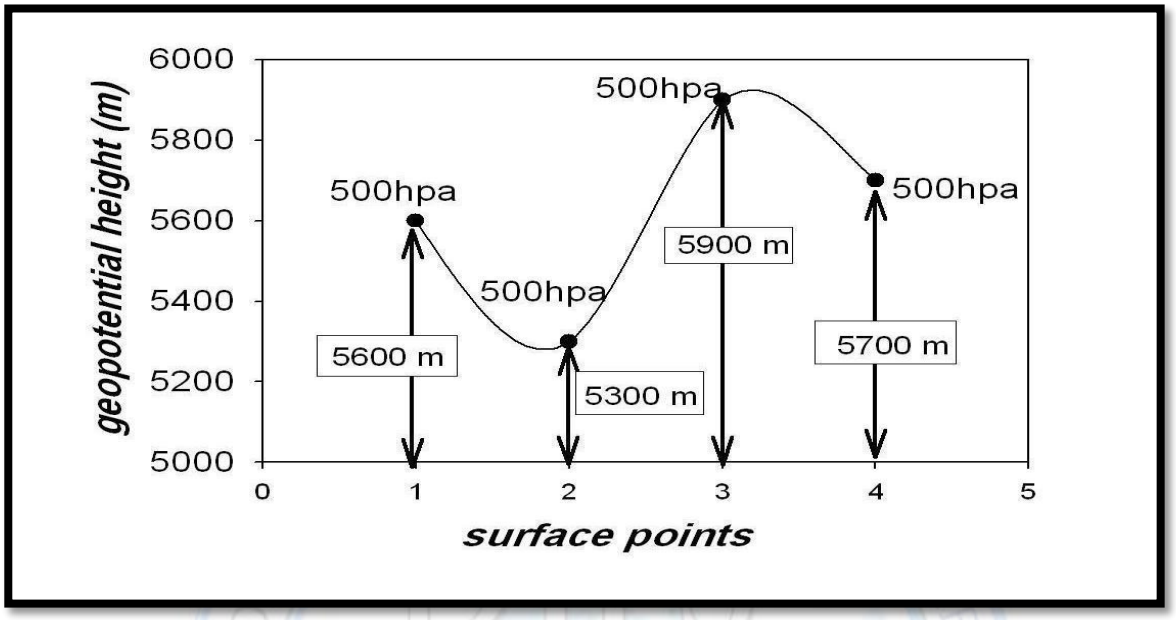
Geopotential height is one of meteorological variable that widely used to understand the atmosphere by focuses on wind motion in atmosphere and on its General Circulation Motion (GCM) yield on its valences. The temperature is an indication for heat energy variance because it feeds the wind system and it widely insist on air system and Geopotential height. The methodology proposed and adopted in this work is based on the seasonal ensemble model from (European Centre for Medium Range Weather Forecasting) (ECMWF). the data were obtain for 10 years from 1989 to 1990 and for 500 hpa and 700 hpa layers to show the coherence between these two layers for variables (Temperature - Geopotential height) over Baghdad city and over all region and for winter and summer, the data value taken in statistical way, as Analyses the geopotential height and temperature the result shows that there is a high effect on geopotential height pattern from the variation of temperature value on summer and winter. the statistical way show that the geopotential height value vary in harmony with temperature value for both seasons and for both study layers , for example the geopotential height value belongs on 500 hpa in 1985 year to 55200 $(m/s)^2$ on winter where the temperature is -17.5 ^0c and it increase in summer by increasing temperature on the same level belonging to 57850 $(m/s)^2$

when the temperature is -5.7 ^{0}c , and we found that there is a same behavior on 700 hpa level for all study years, but in general the relation is high between temperature and geopotential height and become bigger in winter as compared with summer seasons .

Keywords: Geopotential height, Temperature, Seasonal ensemble, European center.

المقدمة

ان دراسة سلوك طبقات الجو العليا يتطلب فهما للمتغيرات المناخية لتلك الطبقات و تعد درجة الحراة من اهم العناصر الانوائية على المستويين الطقسي والمناخي كما ترتبط معه بقية العناصر الانوائية الاخرى ارتباطا وثيقا بصورة مباشرة او غير مباشرة كلا على حده ولعدة طبقات والاهم في هذا النوع من الدراسات هو توفر البيانات اللازمة لذلك ، ولما كانت البيانات المتوفرة من اجهزة الراديوسوند هي الشائعة الاستخدام لقياس المتغيرات الجوية لطبقات الجو العليا ، فقد انصب الاهتمام على هذه المتغيرات التي في اغلب المحطات قياسات لثلاثة متغيرات التي هي الارتفاع الجهدي او (القيمة الجهدية) ودرجة الحرارة عند تلك الطبقة واتجاه وسرعة الريح ، وقد اعتمد الدراسة على متغيرين وهما الارتفاع الجهدي ودرجة الحرارة لتلك الطبقة . لذا فقد وجد ان هنالك تناغم فيما بين درجات الحرارة والارتفاعات الجهدية للمستويات الضغطية العليا وهو احد المتغيرات الانوائية المهمة ايضا ، حيث يعرف الارتفاع الجهدي (Geopotential Height) بانه الارتفاع المطلوب للوصول إلى مستوى ضغطي معين إنطلاقاً من نقطة محددة على سطح الأرض ، وبذلك فان لكل نقطة إرتفاعاً جهدياً خاص بها ، ولما كانت الأرض متباينة الارتفاع فانه يتم أخذ مستوى سطح البحر لذلك الارتفاع . ولغرض توضيح مفهوم الارتفاع الجهدي في تحديد النقطة التي يصل اليها فأنهُ بالإمكان إيجاد نقطة يكون الضغط فيها 500 hpa وتكون على إرتفاع 5500 متر مثلا ، في حين نجد نقطة تبعد عنها مسافة بأي إتجاه تكون فيها قيمة الضغط 500 hpa أيضاً ولكن إرتفاعها هو5200 متر أي أن (إرتفاعها الجهدي - Geopotential Height) يكون أقل [1]، وربما نجد نفس قيمة الضغط عند مستوى أعلى من هذا المستوى كما موضح في الشكل (1) [2] . حيث ان لكل نقطة في الجو قيمة جهدية (Ø , Geopotential) خاصة بها ، لذا فان السطح الذي تتساوى فيه القيم الجهدية يمثل سطحاً على طوله كل الاجسام التي لها نفس الكتلة تمتلك نفس قيم الطاقة الجهدية (Potential Energy, ω) [3].



الشكل -1 : قيم الإرتفاعات الجهدية المتعددة لمستوى 500 hpa [2] .

إن التطور العلمي في مجال الحاسبات رافقه تطور كبير في أنظمة البيانات الأنوائية مما أدى إلى ظهور مراكز بحثية متخصصة لأنها تمثل العمود الفقري لدراسات متوسطة وطويلة المدى ، و ظهور مراكز تنبؤية متخصصة لدراسة حالة الغلاف الجوي والعوامل الانوائية ، حيث ان مثل هذه المراكز توفر بيانات مهمة يمكن من خلالها اجراء دراسات علمية اكثر تخصصاً لمعرفة تصرف النظام المناخي والعوامل الانوائية التي يعتمد عليها . [4]

اعتمدت هذه الدراسة على بيانات تم الحصول عليها من المركز التنبؤي الاوربي (ECMWF) وبالتحديد هو نموذج (ERA-40) المأخوذه من Ecmwf Re Analyses ، حيث تم تحويلها الى بيانات فصلية ولفصلي الشتاء والصيف باعتبار ان فصل الشتاء يمثل اشهر كانون الاول وكانون الثاني وشباط (DJF) ، وبالنسبة لفصل الصيف فهو يشمل اشهر حزيران وتموز واب (JJA) . كانت الدراسة لمستويين الرئيسيين 500 hpa و 700 hpa لبيان الترابط الحاصل بين هاتين الطبقتين فوق مدينة بغداد بإعتبارهما من المستويات التي تدخل في عمليات التنبؤ وكذلك يقعان ضمن طبقة التروبوسفير ولهما تاثير واضح على الإضطرابات الجوية [5] ، وهي تعطي صورة متكاملة عن الغلاف الجوي بصورة عامة وغالباً ما تستخدم من قبل المراكز الجوية المتقدمة. ان مدة البيانات المستخدمة تمتد من عام 1980 الى عام 1990 وهي مدة كافية للإختبار من اجل إظهار السلوك الواضح للتفاعل بين الإرتفاع الجهدي ودرجات الحرارة وحساب المعدلات الفصلية لمجاميع البيانات المحللة لفترات زمنية مختارة ومستحصلة من المركز الاوربي للتنبؤات الفصلية متوسطة المدى ECMWF . حيث يمتلك الارتفاع الجهدي (Geopotential height) علاقة واسعة مع درجات الحرارة والرطوبة وتغير

سرع الرياح ونشؤ وإضمحلال المنخفضات والمرتفعات الجوية ، كما يؤثر على العديد من العناصر والانماط الاساسية للجو بالأضافة الى إرتباطه بالرياح الجيوستوفيكية.

ومن هنا بدأ الباحثون الإهتمام بهذا المتغير لما يمتلكه من أهمية كبيرة في مجالات الحياة الزراعية والصناعية والاقتصادية ، وقد شهد العالم مؤخراً بحوثا واسعة من خلال ادخال هذا المتغير ضمن برامج النمذجة العددية للغلاف الجوي . [6] وقد اظهرت الدراسات ان نسب درجات الحرارة تتباين مع تعاقب اشهر السنة كما انها تتغير مع الارتفاع العمودي والقيم الجهدية للهواء [7] ، وهو متزامن مع التغير الحاصل في الارتفاع الجهدي كما مبين لاحقا.

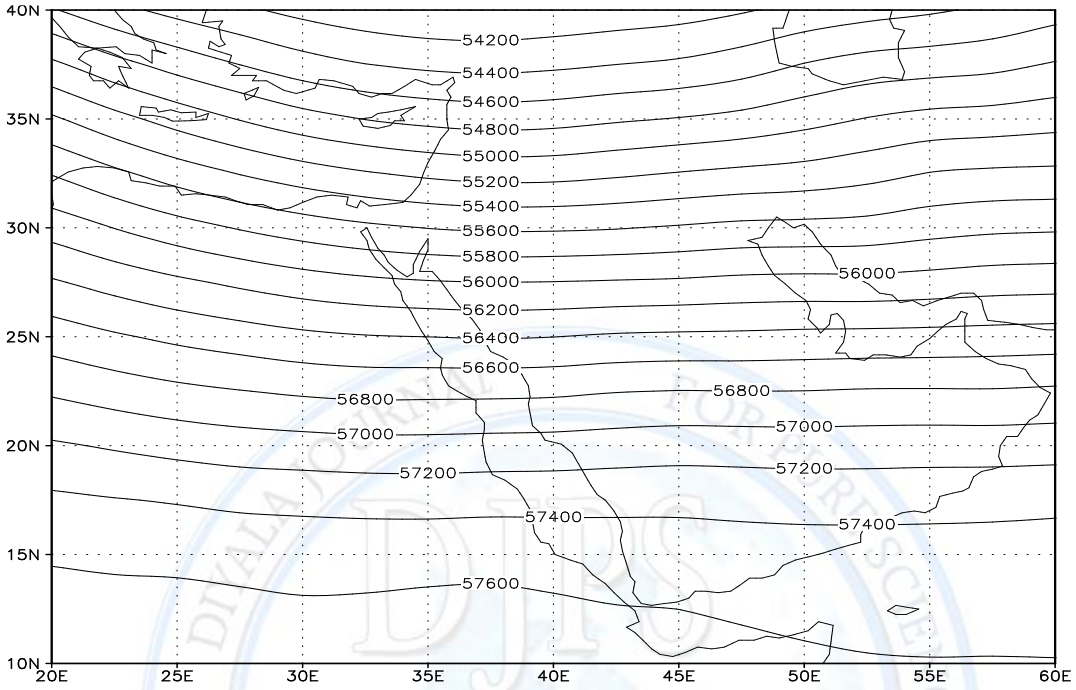
النتائج والمناقشة

تمت دراسة العلاقة المستنبطة من التحليل بين الارتفاع الجهدي ودرجات الحرارة للمستويين 500 hpa و 700 hpa وعلى مدى عشرة سنوات فوق مدينة بغداد لاستيفاء المدى المناخي للدراسة حيث تمتد من سنة1980 الى 1990 كما تم اختيار هذه المستويات الضغطية نظرا لاهميتها المتداخلة في التنبؤات الجوية بالاضافه مع حركة العواصف الترابية وموقعها المتوسط للغلاف الجوي [8] ، ولمعرفة طبيعة تصرف هاتين الطبقتين ، بالاضافة الى توفر البيانات الخاصة بهاتين الطبقتين . حيث اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات المركز الاوربي ولكلا المتغيرين (درجة الحرارة - الارتفاع الجهدي) بعد حساب المعدلات فصلية (بطريقة احصائية) ومن ثم تحليل الخرائط الفصلية التي تبين مدى تصرف خطوط تساوي درجات الحرارة والارتفاع الجهدي العام على مستوى الشتاء والصيف .

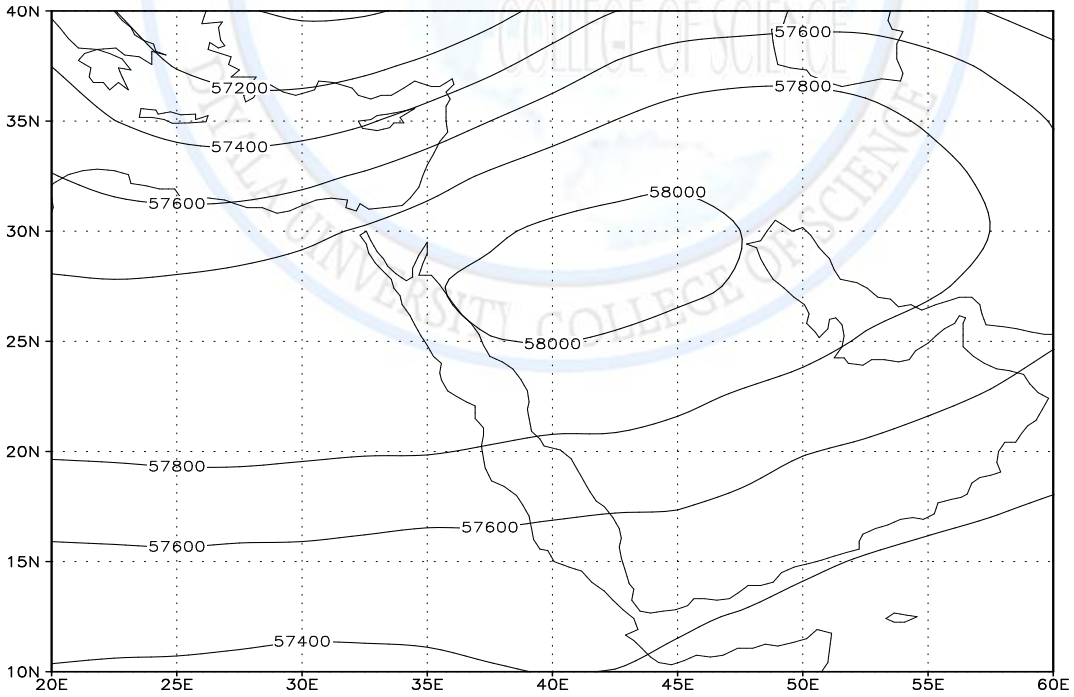
ان تصرف الارتفاع الجهدي يكون مختلف مع التغير الفصلي من حيث سلوك خطوط تساوي الارتفاع الجهدي ، حيث إن تحليلها من حيث انحدارها و إستقامتها أو إنحنائاتها يبين أن سلوكها يكون متغيرا مع إختلاف الفصول ، إذ يمكن تمييز فصول الشتاء عن فصول الصيف بالإعتماد على تلك الإنحنائات لأنها في فصول الشتاء تميل الى كونها ذات إنحناءات قليلة وذات إستقامة افقية موازية لخطوط العرض تقريباً كما في الشكل (2) ولاتملك إنحنائات كبيرة مثل فصول الصيف في الشكل (3) وذلك ربما يعود الى ان ارتفاع درجات الحرارة يساهم في تجانس المستوى الحراري لطبقات الغلاف الجوي وبالتالي قلة الانحنائات الموجودة في تلك الخطوط اما في فصل الشتاء فيمكن ان يكون سبب ذلك من خلال ضعف تيارات الحمل الحرارية الصاعدة وبالتالي فقدان اجزاء للحرارة بشكل غير انسيابي ، ويكون الانحدار متغيرا كلما اتجهنا نحو القطب ولكلا الفصلين بالرغم من كونه اكبر في فصل الشتاء.

العلاقة بين درجات الحرارة لطبقات الجو العليا والارتفاعات الجهدية فوق مدينة بغداد باستخدام بيانات المجاميع الفصلية

حسين عبودي نعمة

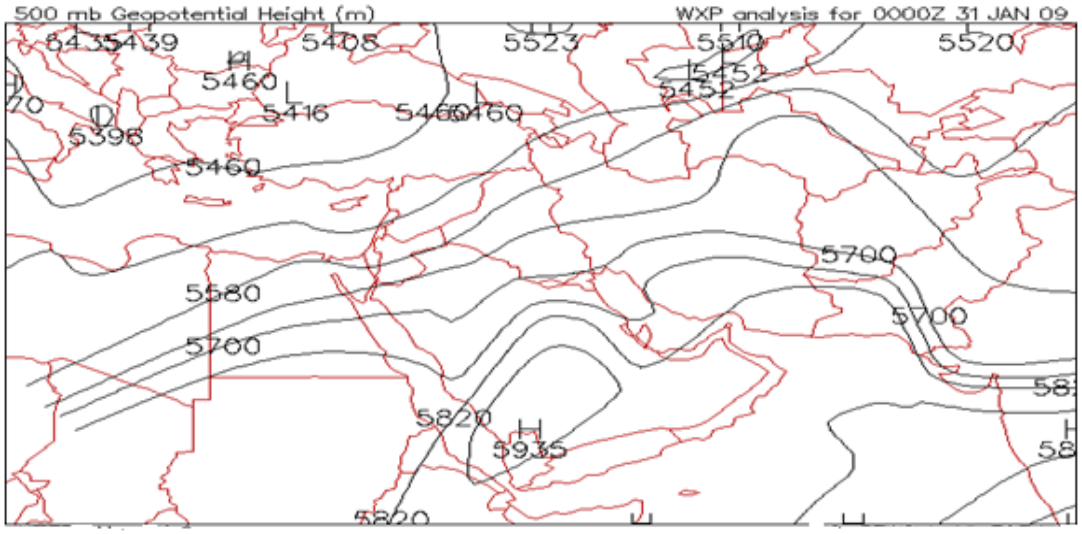


الشكل (2) الخطوط الكنتورية للمعدل الفصلي للارتفاعات الجهدية لفصل الشتاء لمستوى 500 hpa.

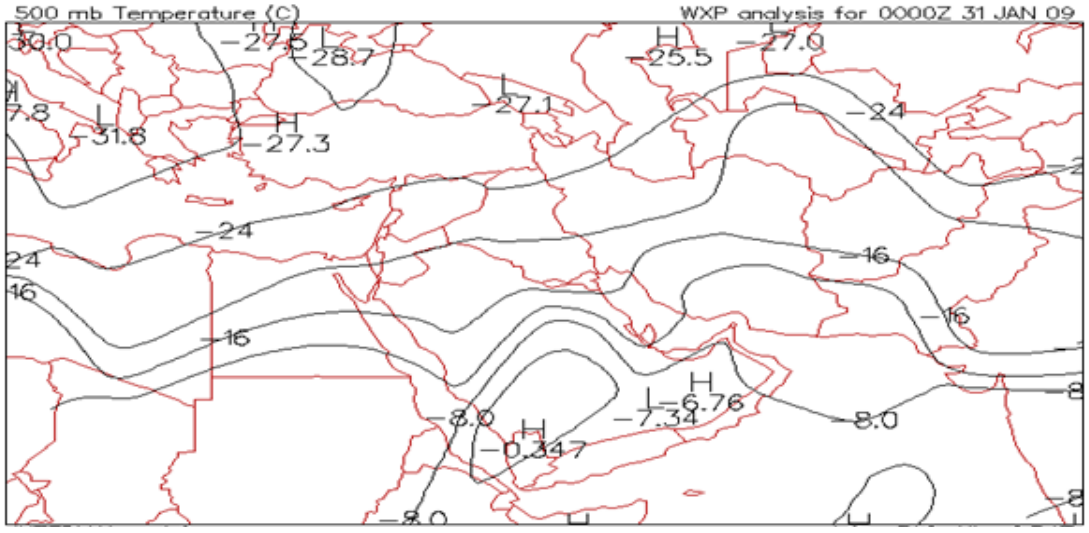


الشكل (3) الخطوط الكنتورية للمعدل الفصلي للارتفاعات الجهدية لفصل الصيف لمستوى 500 hpa.

كما إن مقارنة خرائط الارتفاع الجهدي مع الخرائط المحللة لدرجات الحرارة ولنفس المدة الزمنية يظهر تطابق كبير بين خطوط الارتفاع الجهدي والخرائط المحللة لخطوط درجات الحرارة كما موضح من خلال مقارنة الشكلين (4) و (5) . إذ أن سلوك خطوط تساوي درجات الحرارة يتطابق مع سلوك خطوط تساوي الارتفاع الجهدي عند نفس المدة الزمنية مما يظهر تشابهاً كبيراً من حيث الخطوط الكنتورية ، فالذي يلاحظ خطوط درجات الحرارة بإمكانه توقع خطوط الارتفاع الجهدي إلى حد كبير مما يتيح لنا التنبؤ بدرجات الحرارة العالية والواطئة من خلال تلك الخطوط .



الشكل (4) : خطوط تساوي الارتفاعات الجهدية عند مستوى 500 ملي بار .



الشكل(5) : خطوط تساوي درجات الحرارة عند نفس المستوى السابق .

وعند القيام بعمل جدول احصائي فيه قيم الارتفاعات الجهدية ودرجات الحرارة عند مستوى 700 hpa وكذلك عند مستوى 500hpa وللفصلين (الشتاء - الصيف) ، نجد ان هنالك زيادة واضحة في قيم الارتفاع الجهدي صيفا مع ارتفاع درجات الحرارة على العكس من فصل الشتاء الذي تنخفض فيه مستويات الارتفاع الجهدي مع تناقص درجات الحرارة ، وهذا يعود الى تمدد وتقلص طبقات الغلاف الجوي صيفا وشتاءا على التوالي [6] ، حيث نجد في عام 1980 صيفا فان درجة الحرارة عند مستوى 500 hpa تساوي -5.4^0c والارتفاع الجهدي يساوي $57900\ (m/s)^2$ كما نلاحظ ان درجة الحرارة لسنة (1981) تساوي -7.6^oc في حين ان الارتفاع الجهدي هو $57850\ (m/s)^2$ ولنفس المستوى ، حيث ان الارتفاع الجهدي يقل مع تناقص درجة الحرارة لذلك تكون العلاقة طردية ، اما شتاءا فنلاحظ ان درجة الحرارة لسنه 1980 تساوي -20.6^oc والارتفاع الجهدي$(m/s)^2$ 55100 كما نلاحظ ان درجة الحرارة لسنه 1981 هي -19.3^oc والارتفاع الجهدي$(m/s)^2$ 55500 حيث ان درجة الحرارة ازدادت وكذلك الارتفاع الجهدي ازداد لذلك تكون العلاقة طردية في الشتاء ايضا ، وكذلك بالنسبة للمستوى 700 hpaحيث ان العلاقة تكون ايضا طردية ولكن بنسب مختلفة ، كما ان ملاحظة القيم بين المستويين يبين ان هنالك تناغم كبير بين مستويي 500 hpa و 700 hpa . بالرغم من بعض التغيرات في التناسب بين درجات الحرارة والارتفاع الجهدي فاننا نجد ان هنالك تناغما نسبيا بين درجات الحرارة والارتفاعات الجهدية على طول فترة الدراسة . وعند حساب المعدلات الفصلية واستخلاص الجدول رقم (1) الذي اضهر وبشكل واضح مدا التناغم ، وكذلك من خلال الجدول رقم (2) تم التوصل الى مجموعة مخططات اساسية من تلك العلاقات والتي يمكن من خلالها فهم مدا التذبذب في القيم مع سنوات الدراسة ولفصلي الشتاء والصيف لمستويي الدراسة . تم مقارنة النتائج بين هذين المتغيرين من حيث التمدد ، وقد تم ايجاد ان العلاقة بين درجات الحرارة والارتفاعات الجهدية في فصل الشتاء تكون متفاوتة مع سنوات الدراسة وهي طردية ولكن بنسب قيم اقل بالمقارنة مع فصل الصيف ولكلا المستويين وذلك بسبب انكماش الطبقه نتيجة انخفاض درجات الحراره الى ادنا مستوياتها مع وجود بعض الشذوذ بشكل قليل وبصوره عامه فان طبقات الغلاف جوي تتمدد في فصل الصيف اكثر من فصل الشتاء. وهو واضح من خلال مقارنة الاشكال (a – 7) و (8 – a) .اما بالنسبة للاختلاف بين المستويين الضغطيين 500 hpa و 700 hpa ولنفس المتغير نجد انها تكون متقاربة من حيث التغير مع سنوات الدراسة كما هو واضح من خلال جميع الاشكال ولكلا الفصلين ، حيث ان تصرف الارتفاع الجهدي شتاءا وصيفا عند مستوى 500 hpa مشابة لتصرفه عند مستوى 700 hpa، وكذلك بالنسبة لتصرف درجة الحرارة ولكن بشكل اقل تناغما ، وربما يعود سبب ذلك الى وجود العلاقة الوغارتمية لتناقص درجة الحرارة مع الارتفاع التي تؤدي الى تذبذب قيم درجات الحرارة مع الارتفاع . وبالعودة الى منحنيات الدراسة فان تطابق الرسوم من حيث القمة والقعر يمكن مقارنته من خلال عدد القمم والتقعر المتطابقة ، حيث نجد من خلال مقارنة الشكلين (8-b) (8-a) ان مقدار التقارب عالي يصل الى خمسة نقاط متشابهه من حيث تصرف القمم والتقعر وهذا يدل على مدى تطابق كبير بين مستويات الارتفاعات الجهدية 500 hpa و 700 hpa ، اما عند المقارنة وبنفس الاسلوب بين مستويات درجات الحرارة فان الشكلين (9-a) (9-b) يظهران مدى تقارب عالي يصل الى ستة نقاط متناغمة من حيث التقعر وكذلك القمم .

ومن خلال مقارنة الاشكال (8) و (9) لدرجات الحرارة والارتفاع الجهدي فاننا نجد ان هنالك تقارب يصل الى ثلاث نقاط وهو واضح في سنة 1989 مثلا ، وهذا التطابق يكون اقل بالمقارنة مع مخططات المتغير الواحد ، كما ان جميع المخططات شتاءا تظهر ان هنالك مضاعفه للقيم بعد عام 1985 ، حيث تاخذ المنحنيات مدى اوسع بعد هذه السنه وهو واضح من خلال جميع المخططات ولكلا المتغيرين ، وربما يعود ذلك الى تاثير التغيرات المناخية على المنطقة والعالم بشكل عام .

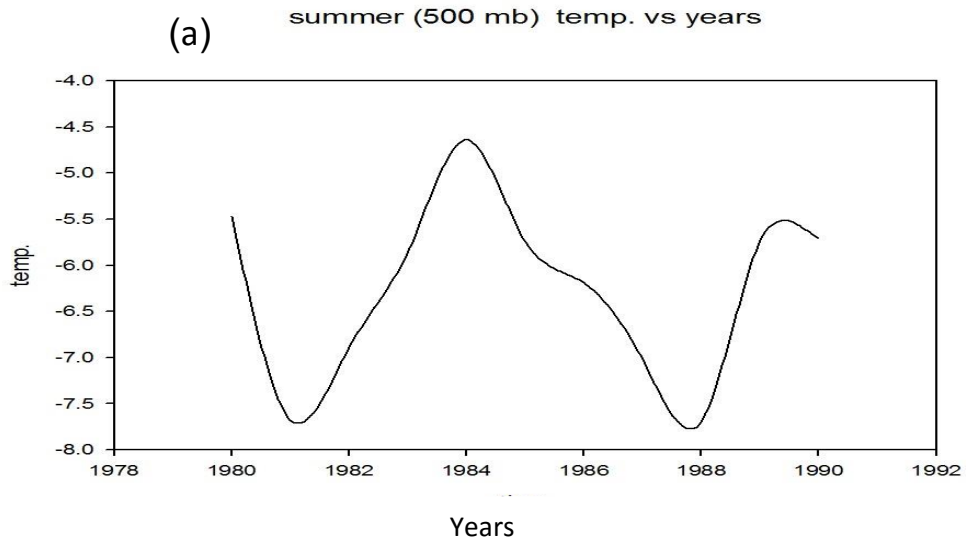
الجدول (1) : يبين قيم الارتفاعات الجهدية ودرجات الحرارة صيفاً وشتاءاً ولمدة عشرة سنوات عند مستوى hpa500 من عام 1980 الى عام 1990 .

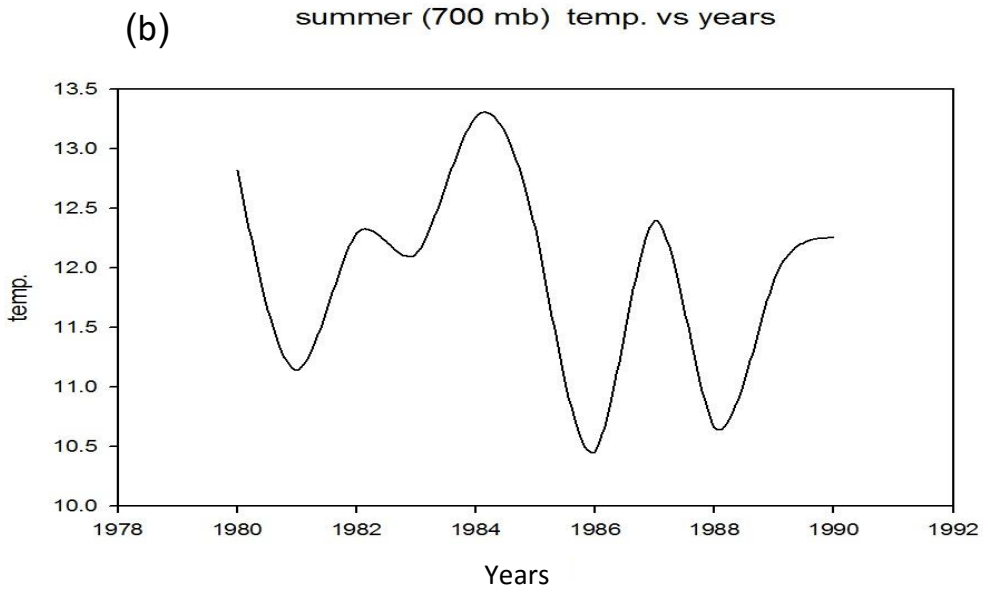
	Years	درجات الحرارة صيفاً لمستوى 500hpa	درجات الحرارة شتاءاً لمستوى 500hpa	الارتفاع الجهدي صيفاً $(m/s)^2$ لمستوى 500hpa	الارتفاع الجهدي شتاءاً $(m/s)^2$ لمستوى 500hpa
1	1980	-5.4	-20.6	57900	55100
2	1981	-7.6	-19.3	57850	55500
3	1982	-6.8	-19.4	57750	55100
4	1983	-5.8	-20.5	57950	55550
5	1984	-4.6	-19.3	57750	55000
6	1985	-5.7	-17.5	57850	55200
7	1986	-6.1	-17.7	57700	55500
8	1987	-7.0	-17.2	58000	55850
9	1988	-7.7	-19.8	57800	54800
10	1989	-5.7	-22.9	57800	54900
11	1990	-5.7	-21.6	57900	55250

الجدول (2) : يبين قيم الارتفاعات الجهدية ودرجات الحرارة صيفاً وشتاءاً ولمدة عشرة سنوات عند مستوى 700 hpa من عام 1980 الى عام 1990 .

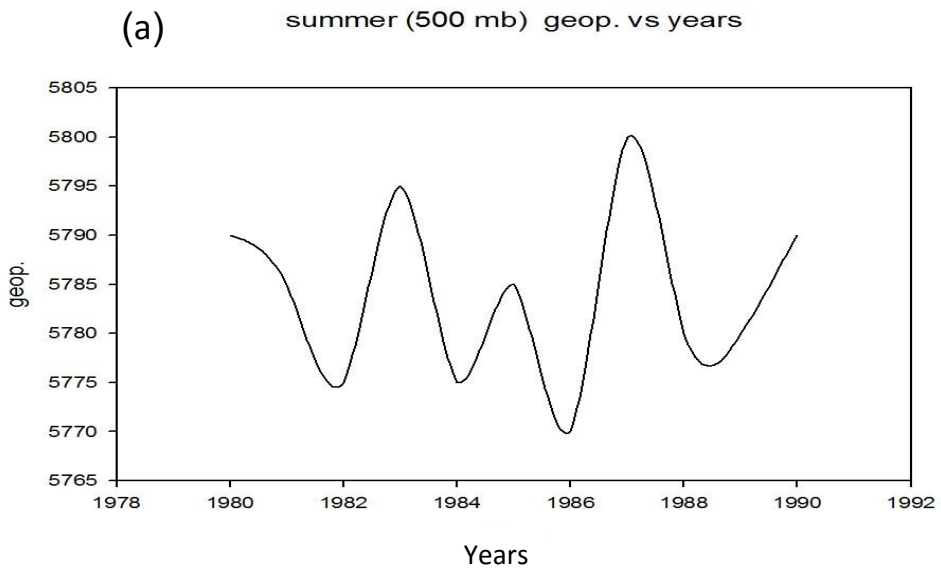
	Years	درجات الحرارة صيفاً لمستوى 700hpa	درجات الحرارة شتاءاً لمستوى 700hpa	الارتفاع الجهدي صيفاً $(m/s)^2$ لمستوى 700hpa	الارتفاع الجهدي شتاءاً $(m/s)^2$ لمستوى 700hpa
1	1980	12.8	-5.0	31000	29800
2	1981	11.1	-3.1	30950	30150
3	1982	12.2	-2.9	30900	29850
4	1983	12.1	-5.8	31000	30150
5	1984	13.2	-2.9	30800	29850
6	1985	12.3	-0.8	31000	30000
7	1986	10.4	-1.7	30900	30150
8	1987	12.4	-0.4	31000	30350
9	1988	10.6	-3.9	30800	29900
10	1989	11.9	-6.1	30900	29750
11	1990	12.2	-6.2	31000	29950

والاشكال ادناه هي علاقات بين معدل قيم درجات الحرارة الفصلية والارتفاعات الجهدية الفصلية للسنين من (1980 الى 1990) ولكل فصل بشكل منفرد .

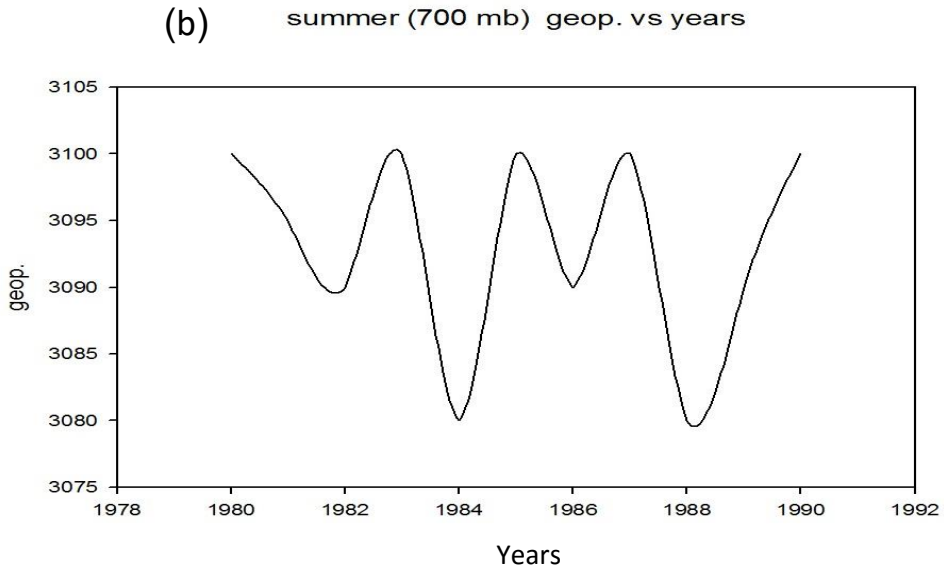




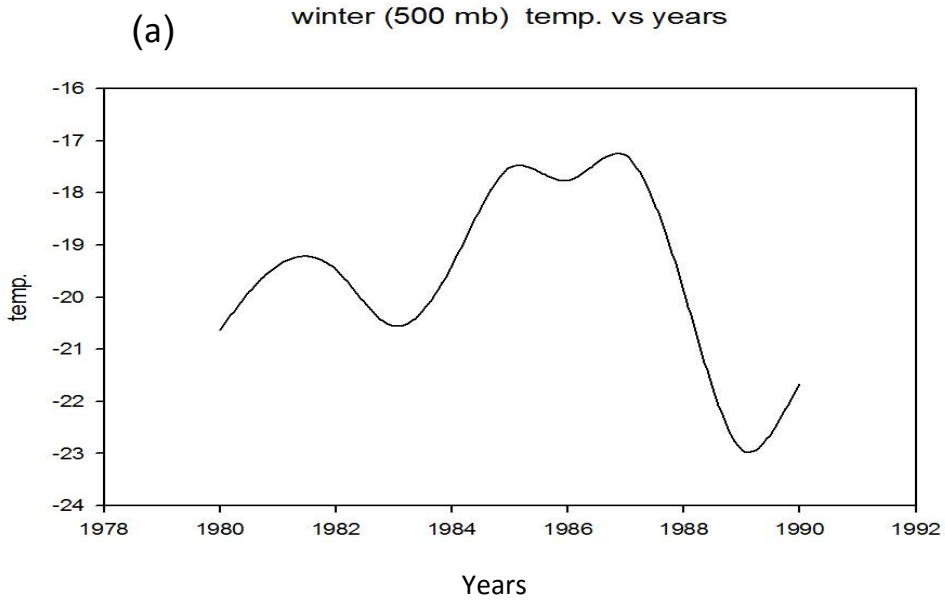
الشكل (6) المعدل الزمني لمعدلات درجات الحرارة لفصل الصيف وللمستويين a- 500 hpa b- 700 hpa

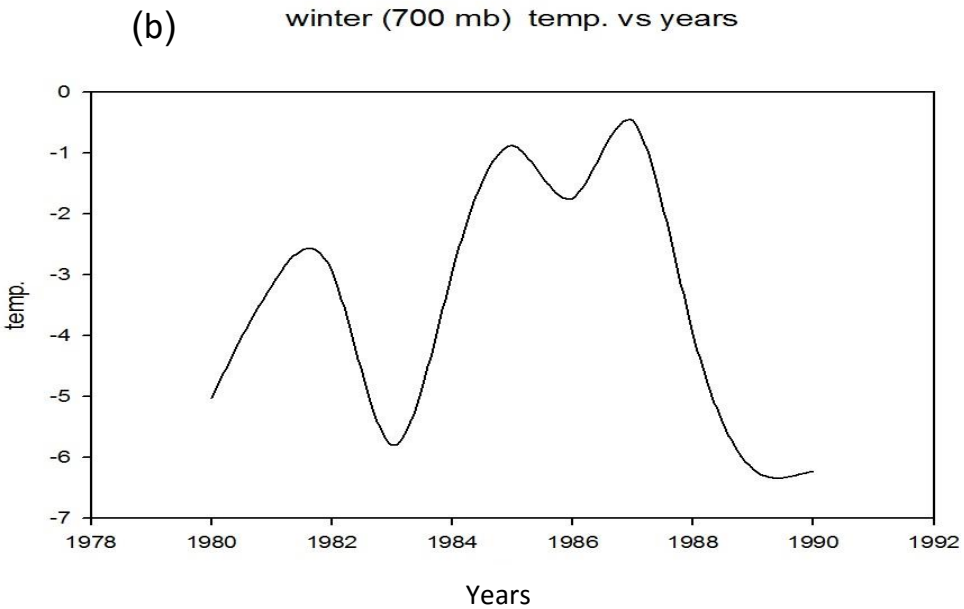


DIYALA UNIVERSITY

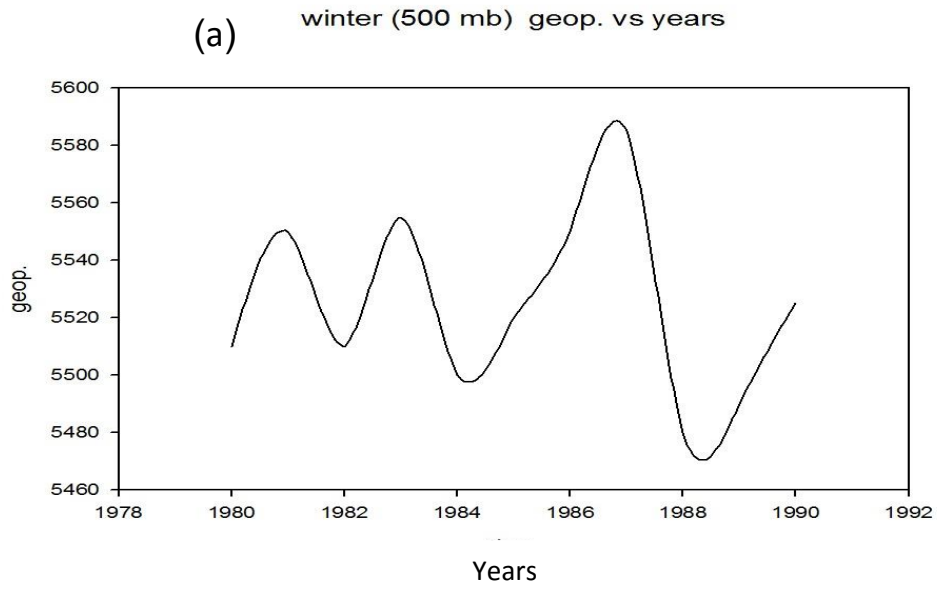


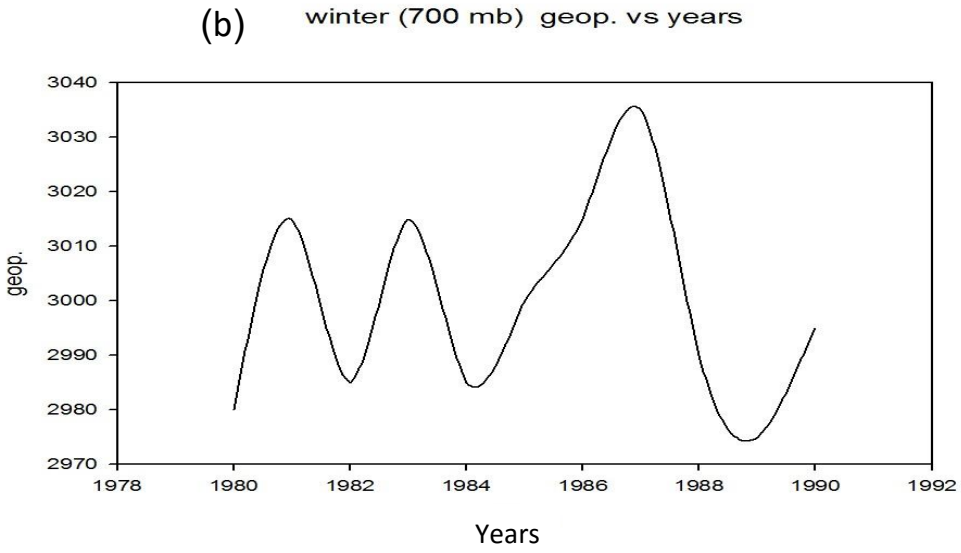
الشكل (7) المعدل الزمني للارتفاع الجهدي لفصل الصيف وللمستويين a- 500 hpa b- 700 hpa





الشكل (8) المعدل الزمني لمعدلات درجات الحرارة لفصل الشتاء وللمستويين a- 500 hpa b- 700 hpa





الشكل (9) المعدل الزمني للارتفاعات الجهدية لفصل الشتاء وللمستويين a- 500 hpa b- 700 hpa

الاستنتاجات

ترتبط درجات الحرارة للغلاف الجوي بشكل كبير مع قيم الارتفاعات الجهدية ، حيث ان خطوط الارتفاع الجهدي تميل الى كونها متقاربة وذات انحنائات قليلة واستقامة افقية ذات انحدارات عالية في فصول الشتاء ، ولكنها تكون متباعدة وذات انحنائات عالية في فصول الصيف ، ولهذا فان هنالك تطابق كبير بين الخرائط المحللة للارتفاعات الجهدية ودرجات الحرارة ، كما ان القيم الاحصائية للارتفاعات الجهدية صيفا تزداد عن معدلاتها بالمقارنة مع فصول الشتاء لتصل الى $31000\ (m/s)^2$ صيفاً في عام 1980 في حين انها تقل شتاءاً لنفس السنة لتصل الى $30950\ (m/s)^2$ ، وقد وجد من خلال النتائج التي تم الحصول عليها ان هنالك تناغم بين القيم الفصلية للمتغيرين (الارتفاع الجهدي - درجة الحرارة) بالرغم من وجود شذوذ نسبي وطفيف ، ولكن بصورة عامة فان التطابق لمتغير الارتفاع الجهدي يكون متشابة للمستويين 500 hpa و 700 hpa بشكل اكبر بالمقارنة مع مخططات درجات الحرارة ولكلا الفصلين ، كما ان جميع النتائج تشير شتاءا الى ان هنالك مضاعفه للقيم بعد عام 1985 حيث تاخذ المنحنيات مدى اوسع بعد هذه السنه وهو واضح من خلال جميع المخططات ولكلا المتغيرين .

المصادر

1. Horace , Robret , B. , 1959, : "General Meteorology'', Forth edition , *M.C. Graw-Hill* Press , p460.
2. حسين عبودي نعمه ، تحليل التبؤ الفصلي للارتفاعات الجهدية فوق الشرق الاوسط باستخدام بيانات ECMWF ، رسالة ماجستير – كلية العلوم ، (2009) .
3. John , M. , Peter , V. , 2005,: "Atmospheric science" , Second edition, *University of Washington , Washington , D. C.* , PP. 483 .
4. Yang , X. , Q. , Anderson , J. , L. , Stern ,W. , F. , 1998 , : "Reproducible Forced modes in AGCM ensemble integration and potential predictability of atmosphere seasonal variation in the extratropics", *Journal of Climate* , **vol. 11** , PP. 2942-1959 .
5. Maurice , L. , Blackmon , 1976 , : "A climatological spectral study of the 500 mb geopotential height of the northern hemisphere", *Journal of Atmospheric Science* , **vol. 33** , 1607-812 .
6. Jacobs , R. , E. , 1968 , : "A comparison of Geopotential VS Wind input for A diagnostic Numerical Model ", Master's Thesis , *US. National Technical information service* .
7. Holon , James , R. , 2004 , : "An introduction to Dynamic Meteorology", fourth edition , *Elsevier Academic Press, London ,UK*, pp. 535 .
8. Middleton , N. , J. , 1986 , : "Dust Storm in the Middle East", *Journal of arid environments*, **vol. 10** ,PP. 83-96.