تحليل سينوبتيكي لنماذج من العواصف الشديدة المؤثرة على العراق خلال السنوات(٢٠٠٠-٢٠١٧)

أ.د.يوسف محمد علي حاتم الهذال
جامعة بغداد / كلية التربية ابن رشد للعلوم الإنسانية
Yousif.mohamad71@gmail.com
م.د.نصر شامل سلمان
جامعة بغداد /المركز الوطني للدراسات السكانية والديموغرافية
nssr_q@uobaghdad.edu.iq

Synoptic analysis of models of severs storms affecting Iraq during the years (2000-2017)

Prof. Youssef Muhammad Ali Hatem Al-Hathal (ph.D)
University of Baghdad – Ibn Rushd College of Education for Humanities
Dr. Nasr Shamil Salman
University of Baghdad- National Center for population and Demographic Studies

المستخلص

نظراً لتزايد ظاهرة هبوب الرياح السريعة والمرافقة لبعض العواصف . رصدت في الآونة الأخيرة شدة في هبوب الرياح المرافقة للعواصف المطرية او الرعدية او الغبارية هذا التزايد جاء نتيجة الى ظاهرة الاحترار الأرضي التي أدت الى تزايد في معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى مما انعكس ذلك على خصائص الكتل الهوائية الدافئة والباردة ونتيجة لتزايد الفارق في القيم الضغطية اثر ذلك على شدة حدوث الظواهر الجوية في العراق . اختيرت المدة الزمانية للدراسة منذ عام (٢٠٠٠-٢٠١٧) .

الكلمات المفتاحية : الاحترار الأرضي ، خط العواصف ، سرعة الرياح ، الدورانية الاعصارية ، السرعة الراسية ومؤشر الهواء المرفوع ، الارتفاع الجهدي .

Abstract

Due to the increasing phenomenon of stormy winds. Recently, intensity of winds accompanying rain, Thunderstorms, or Dust storms has been observed recently. This increase was due to the phenomenon of global warming, which led to an increase in the rates of maximum and minimum Temperatures towards an increase, which was reflected in the characteristics of warm and cold air masses, and as a result of The increasing difference in pressure values. This affected the severity of the occurrence of weather phenomena in Iraq. The duration of time for the study was marked from 2000 to 2017.

Keywords:- global warming, Squall line, Windspeed, vortices , Lifted index, Geopotential Height

المُقدّمة :

إنَّ ظاهرة الاحترار الأرضـــي اثرت في اختلاف ســـرع الرياح ، حيث ترافق العواصـف الشـديدة اثار تدميرية خطرة واحياناً الرياح الهابطة مع الجبهة الباردة ينتج عنها تدمير الممتلكات العامة والخاصــة وكذلك اقتلاع الأشـجار وقطع اسـلاك التيار الكهربائي ، ان التغير المناخي سـاهم في اختلاف خصـائص الكتل الهوائية من حيث قيم درجات الحرارة والتي ينتج عنها تباين في القيم الضــغطية ورافق هذا التباين ســرع شديدة للرياح . إنَّ موقع العراق الفلكي جعله يتأثر بالتغيرات المناخية بشكل واضح . وعليه يمكن صياغة مشكلة البحث وكما يلي :

أولاً: مشكلة البحث:يمكن صـياغة مشكلة البحث بالآتي:**(ماهي الأسـباب الشـمولية لحدوث العواصف الشديدة في العراق؟)**

ثانياً: فرضية البحث:(إن ظاهرة الاحترار الأرضي اثرت على سرع الرياح المرافقة للعواصف الجوية نتيجة الى التباين في قيم الضغط الجوي ما بين الكتلة الهوائية الدافئة والباردة).

ثالثاً: هدف البحث:ارتكز البحث على عدد من الأهداف التي يمكن تلخيصها بما يأتي:

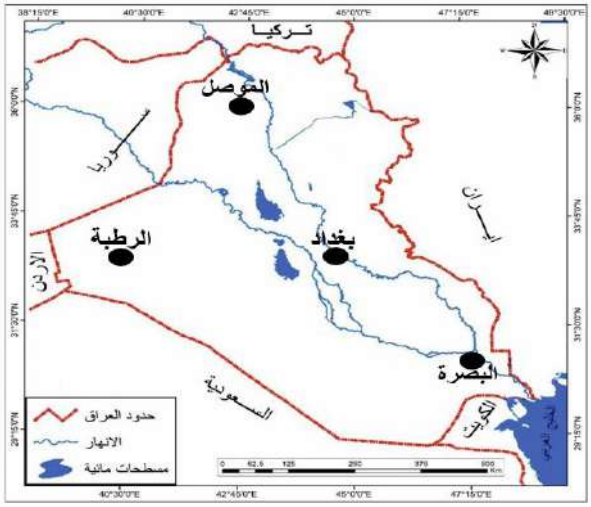
١. دراسة اثر ظاهرة الاحترار الأرضي على التغير في سرع الرياح اثناء تقدم الجبهة الباردة .

٢. معرفة الأسباب المؤدية الى التغير في شدة هبوب الرياح وحسب مستويات ضغطية مختلفة .

رابعاً: أهمية البحث:إن أهمية البحث هي لمعرفة الأسباب التي اثرت في تغير خصائص سرعة الرياح خصوصاً عند خط العواصف وتحديداً عند تقدم الجبهة الباردة حيث يلاحظ في العقود الأخيرة حدوث رياح سريعة جداً ترافق الجبهة الباردة مما تشكل خطراً على الانسان من جهة وتزيد من خطر العواصف المرافقة لها سواءً (الرعدية ، المطرية ، الغبارية) لذلك اهتم البحث بتحليل هذه الظاهرة سينوبتيكيا وتفسير اسبابها.

خامساً: حدود منطقة الدراسة:ان حدود منطقة الدراسة تنقسم الى حدود **مكانية وزمانية،** اما الحدود المكانية اختيرت أربع محطات مناخية (الموصل، بغداد، الرطبة ، البصرة) وكما في الخريطة رقم (١) اما الحدود الزمانية تبدأ منذ عام ٢٠٠٠ ولغاية ٢٠١٧ اي (١٨) سنة.

خريطة رقم (١) موقع محطات الدراسة



المصـــــدر / احمد لفتة حمد البديري، اثر التغيرات المناخية على اتجاهات التبخر– نتح الممكن وسـيناريوهاتها المسـتقبلية في العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشـورة)، كلية التربية ابن رشـد للعلوم الانسانية، جامعة بغداد ، ٢٠١٨ ، ص ١٠

سادساً: هيكلية البحث: اعتَمد البحث على مناهج البحث العلمي ومنها المنهج الوصفي والتحليلي، واستمد نتائجه بما وضفت من أساليب وتقنيات كمية ، ويتضمن البحث على دراسة سرعة الرياح باختيار أيام معينة لمحطات الدراسة وتحليل الأسباب التي رافقت الحالة الجوية مسببة هبوب رياح عاصفة ، ومن ثم تحديد اكثر المحطات التي تتكرر حدوث هذه العواصف وبيان أسباب ذلك كذلك اكثر المنخفضات التي تتكرر معها هذه الحالة الجوية الغير مستقرة والتي قد تؤدي بالأضرار بمصالح الانسان والكائنات الحية .

إنَّ مناخ الأرض اخذ في التغير واصبح في يومنا هذا يثير قلقاً متنامياً ، ربما لان التغير المناخي بلغ على مايبدو حجما غير مسبوق خصوصاً ان هناك قرائن تشير الى ان العامل البشري هو السبب في تغير المناخ بشكل مباشر ، لاسيما ان تغير المناخ يفضي الى زعزعة الاوضاع البيئية والاجتماعية في العالم اجمع وبالتالي سيكون تأثيره سلبياً على النظم الايكولوجية ان دراسة ظاهرة الاحترار الارضي **(global warming)** واثرها على مناخ العراق هو بداية لمعرفة ما يترتب على خصائص العاصفة الرعدية من تطورات ، وعليه يمكن تعريف ظاهرة الاحترار الارضي او العالمي **(global warming)** بأنها عبارة عن ارتفاع مستمر لدرجات الحرارة على سطح الارض وفي الغلاف الغازي نتيجة تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري [١]. ولظاهرة الاحترار الارضي سببين في حدوثها **الاول** العامل الطبيعي وتسببها الغازات المنبعثة من البراكين وحرائق الغابات لكن هذا السبب يدخل ضمن معادلة الطبيعة والمتمثلة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون الناتجة من الانبعاثات الطبيعية مع ما تمتصه النباتات والبحار والمحيطات أبقى درجة حرارة الارض غير متغيرة ولمدة طويلة قد تصل الى الاف السنين [٢]. أما السبب **الثاني** العامل البشري والذي ذكر سابقاً نتيجة حاجة الانسان من الطاقة، لذا هنا يكمن سبب ظاهرة الاحترار الارضي إلى الانسان فهو السبب الرئيس في حدوث هذه الظاهرة، إذن هي مشكلة بشرية قبل ان تكون طبيعية لذلك فان السبب الرئيسي في حدوث ظاهرة الاحترار الارضي هو ارتفاع نسبة غاز ثاني اوكسيد الكاربون والذي كان وراء مايعرف بظاهرة التغير المناخي ويعرف بأنه حدوث تغير في عنصر مناخي او اكثر خلال مدة زمنية تصل الى مائة عام او الى الاف السنين ، ويرجع سبب ذلك الى اسباب طبيعية او بشرية [٣] .

العاصـفة (Storm) اصـطلاحاً تعني "اي مظهر من مظاهر الاضـطراب الجوي المتميز بالعنف (عاصفة رعدية ، مطرية ، ثلجية ، رملية ، غبارية)" او "رياح شديدة السـرعة تتراوح سـرعتها حسـب مقياس بيفورت بين ٢٨,٤-٣٣,٧ م/ثا (عاصـفة ريحية)"(٤).

تعرف الرياح بأنها حركة الهواء بشكلٍ أفقي وبسرعة معينة، وتنجم حركة الرياح بسبب وجود فروقات في الضـغط الجوي، إذ تبدأ الرياح بالتحرك بحركةٍ تسـارعيه تنازلياً من المناطق ذات الضـغط المرتفع نزولاً إلى مناطق الضـغط المنخفض، فينتج عن ذلك حدوث انحراف في حركتها (٥). ان محطات الدراسة تتعرض الى عواصف تنشط فيها سرع الرياح احياناً بحسب الظروف المرافقة للعاصفة، ولذلك سيتم تحليل حالة جوية لرياح سريعة اثرت على محطات الدراسة وسيتم تحليل أسباب حدوث الحالة الجوية على المسـتويات الضـغطية والتي تبدأ من (١٠٠٠) هيكتوباسـكال ولغاية (٣٠٠) هيكتوباسكال باستخدام برنامج (**Grads**) وكما يأتي :-

١- **الموصـل:** تعرضـت محطة الموصـل في يوم (٢٠٠٠/٤/١٨) الى عاصـفة بلغت سرعة الرياح (٢٠ م/ثا) ومن خلال خريطة رقم (٢) والتي تعطي تصور واضح للحالة الجوية حيث قسمت الخرائط على مستوى (١٠٠٠) هيكتوباسكال الى قسمين القسم الأول يرمز لها بالرمز (أ) توضـح المنظومة الضـغطية المسيطرة والقيم الضـغطية ، بينما خرائط السـرعة الراسـية ومؤشـر الهواء المرفوع (**Lifted index**) يرمز لها بالرمز (ب) تعطي هذه الخرائط الحالة الجوية للرصـدات (00Z,06Z,12Z,18Z) ومن خلال دراسة الحالة للرصدات المذكورة يسيطر على العراق بشكل عام منظومة المنخفض المندمج يقابلها في خرائط الهواء المرفوع حالة عدم استقرار جوي تزداد كلما تقدمنا في الوقت ويلاحظ في السـاعة (١٨) اشـتداد حالة عدم الاسـتقرار على محطة الموصل نتيجة لتعمق المنخفض الجوي ، وكذلك الحال في المستوى الضغطي (٨٥٠ ، ٧٠٠) هيكتوباسكال حيث صـنفت الخرائط في هذا المسـتوى الى صـنفين خرائط الـ (٨٥٠) هيكتوباسكال تتضـمن درجات الحرارة والرطوبة وخطوط الجريان بينما خرائط

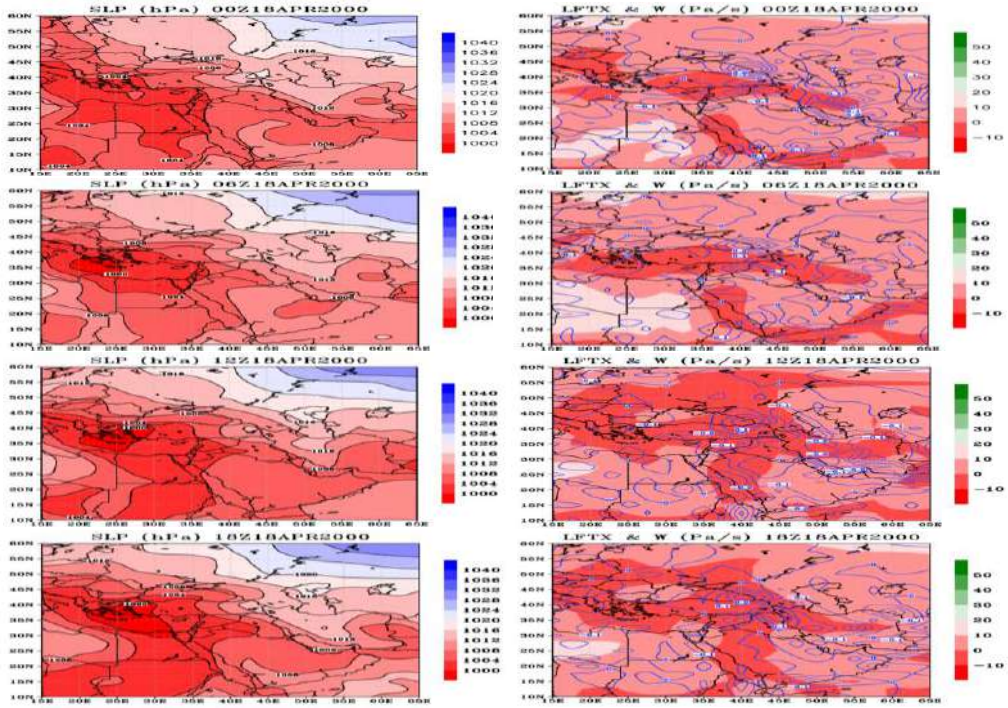
الـــ (٧٠٠) هيكتوباسكال تتضمن السرعة الراسية والرطوبة النسبية ، في خرائط الـ (٨٥٠) هيكتوباسكال يلاحظ استمرار تعمق المنخفض من خلال تقارب خطوط الرياح الانسيابية يرافقها في الساعة (١٨) تعمق الحالة الجوية على المستوى الضغطي (٧٠٠) هيكتوباسكال ، ونفس الشي في خرائط المستوى الضغطي (٥٠٠) هيكتوباسكال والتي تتضمن الارتفاع الجهدي **(Geopotential Height)** بوحدة الـــ**dam(m/10)** والدردورية النسبية **relative vorticity** ونفس الشيء عند المستوى الضغطي (٣٠٠) هيكتوباسكال وتحتوي هذه الخرائط على خطوط تساوي سرع الرياح **(u , v-wind)** وخطوط جريان الرياح يلاحظ اشتداد الحالة الجوية خصوصاً عند الساعة (١٨) على مستوى الـ (٥٠٠) هيكتوباسكال حيث تبين الخريطة تعمق الاخدود مع زيادة قوة الحركة الدورانية وتقدمها على شرق المتوسط من جهة يرافقها اشتداد حركة التيار النفاث عند المستوى الضغطي (٣٠٠) هيكتوباسكال وتحديداً المنطقة الشمالية من العراق نتيجة لما تقدم أدى الى حالة عدم الاستقرار .

٢- **الرطبة:** تعرضت محطة الرطبة في يوم (٢٠٠١/٥/١) الى هبوب رياح بلغت سرعتها (١٥ م/ثا) في مقياس بيوفورت تعد هذه الرياح عاصفة بحيث تحرك كل أجزاء الشجر، كما يشعر الإنسان بالضيق عند التحرك بعكس الرياح ويمكن تحليل الحالة الجوية وحسب كل مستوى ضغطي وكما في الخريطة (٣) .

ان المستوى الضغطي (١٠٠٠) هيكتوباسكال ومن خلال النظر الى خريطة المنظومة الضغطية المسيطرة على أجواء المنطقة هي منظومة المنخفض السوداني والتي ازدادت تعمق المنخفض بعد رصدة الساعة (١٢) و (١٨) وكما هو واضح في خريطة السرعة الرأسية ومؤشر الهواء المرفوع اما على المستوى الضغطي (٨٥٠) و (٧٠٠) هيكتوباسكال يلاحظ الخطوط الانسيابية للرياح كلما تقدمنا بالرصدة زاد تقاربها مما يدل ذلك على اضطراب الحالة الجوية يقابلها على المستوى الضغطي (٧٠٠) هيكتوباسكال تزايد في الرطوبة النسبية كلما تقدمنا في وقت الرصدة مما يدل ذلك على هبوب رياح قوية رافقها تساقط مطري ، اما على المستوى الضغطي (٥٠٠)

و (٣٠٠) هيكتوباسكال يتضح ان العاصفة تعمقت وأصبحت اكثر شدة عند الرصدة (١٢) و (١٨) وكما هو واضح على المستوى الضغطي (٥٠٠) هيكتوباسكال فإن الحركة الدورانية اقتربت على غرب وزادت حدة العاصفة وكما مبين تعمق التيار النفاث على المستوى (٣٠٠) هيكتوباسكال . نستنتج مما تقدم ان السبب في الاضطراب الجوي يرجع الى شدة الحركة الدورانية على المستوى الضغطي (٥٠٠) هيكتوباسكال وتعمق التيار النفاث على المستوى الضغطي (٣٠٠) هيكتوباسكال الذي ساعد على ضخ الرطوبة النسبية عند المستوى (٧٠٠) هيكتوباسكال الذي اثر إيجابيا على حالة الجو في محطة الرطبة الذي رافق مه هبوب الرياح تساقط امطار . كما نستنتج تقدم الجبهة الباردة التي بطبيعتها ترافقها رياح قوية سببها كان التباين في القيم الضغطية التي أدى حدوث هذا الاضطراب الجوي .

خريطة (٢) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (١٠٠٠) هيكتوباسكال

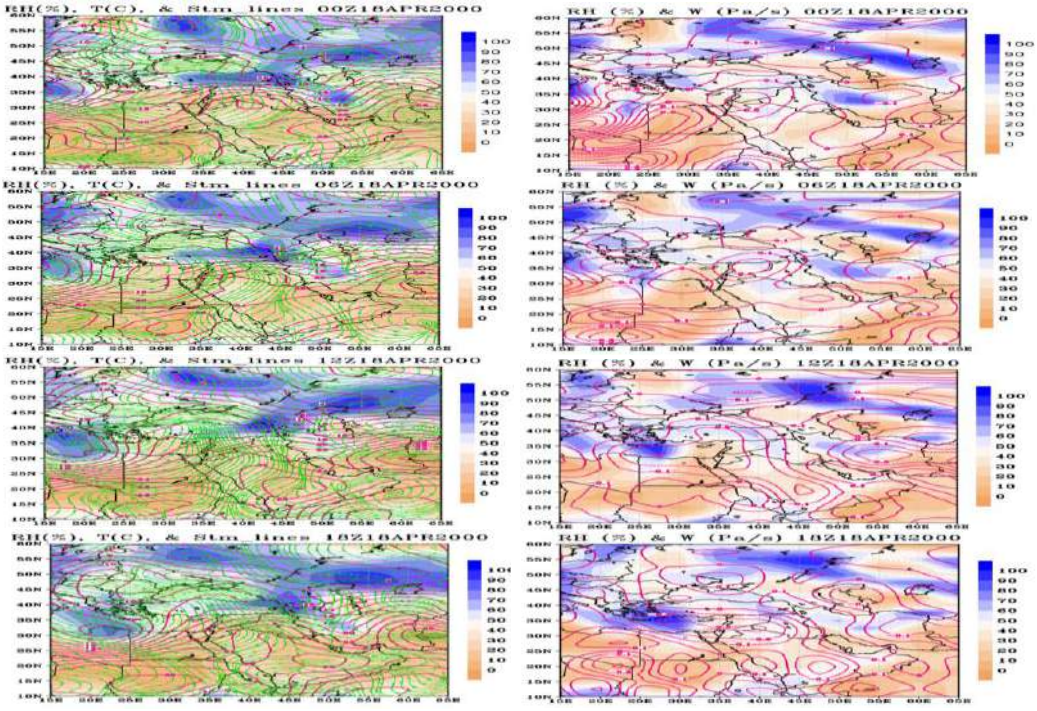


(أ) (ب)

المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html

باستخدام برنامج Grads

خريطة (٢) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٨٥٠) (٧٠٠) هيكتوباسكال

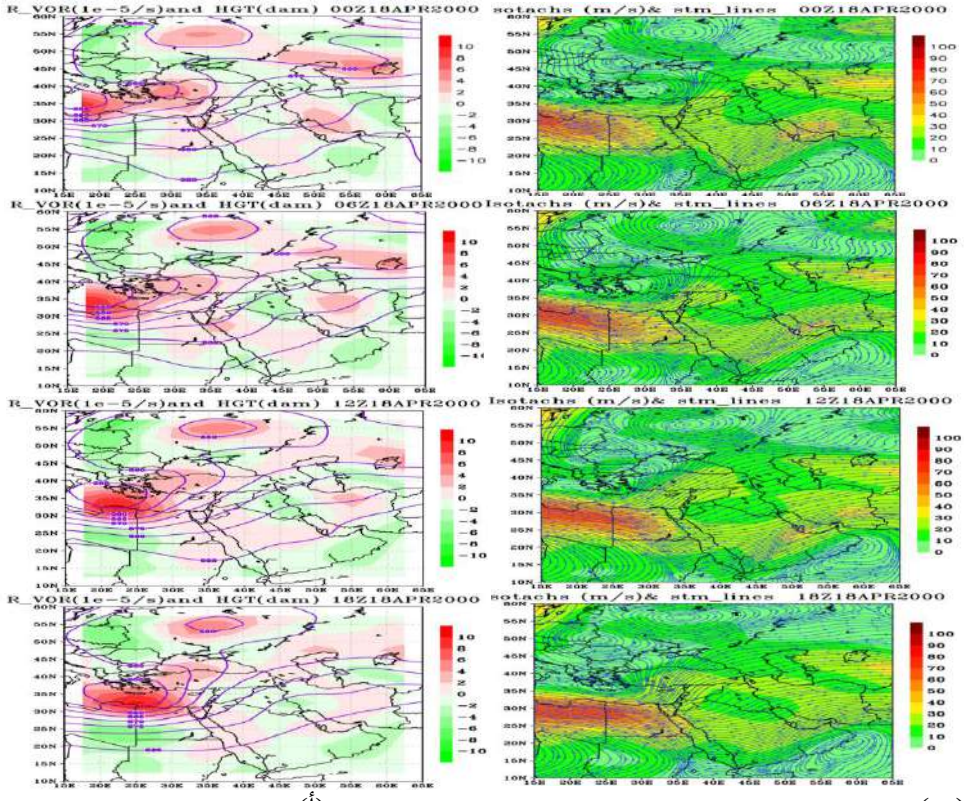


(أ) (ب)

المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html

باستخدام برنامج Grads

خريطة (٢) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٥٠٠) (٣٠٠) هيكتوباسكال



(أ) (ب)

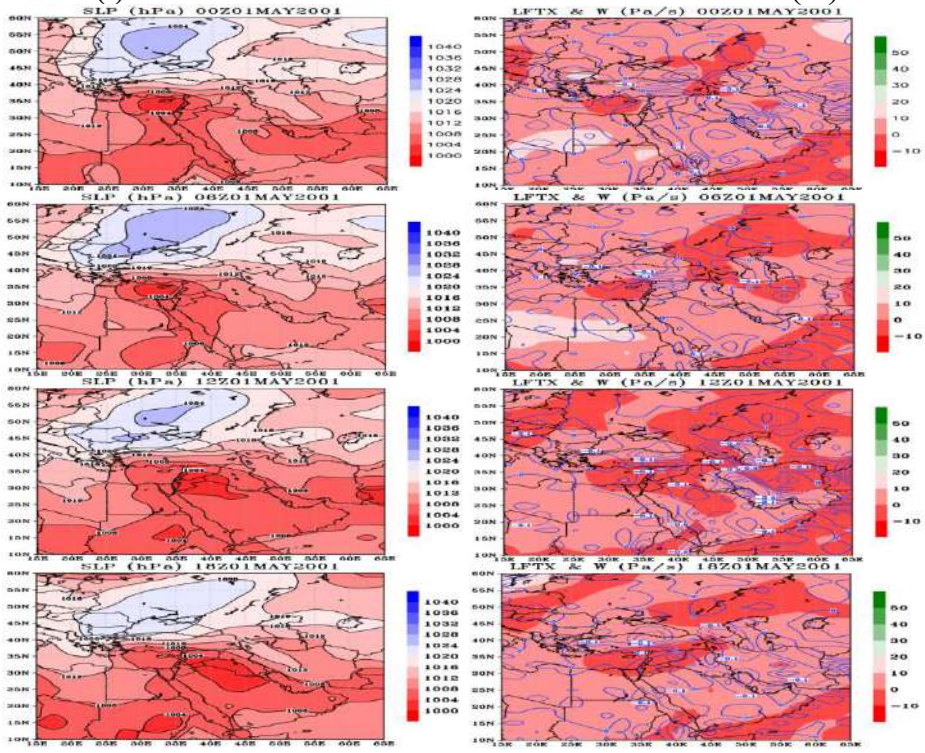
المصدر /

https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html

باستخدام برنامج Grads

خريطة (٣) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (١٠٠٠) هيكتوباسكال

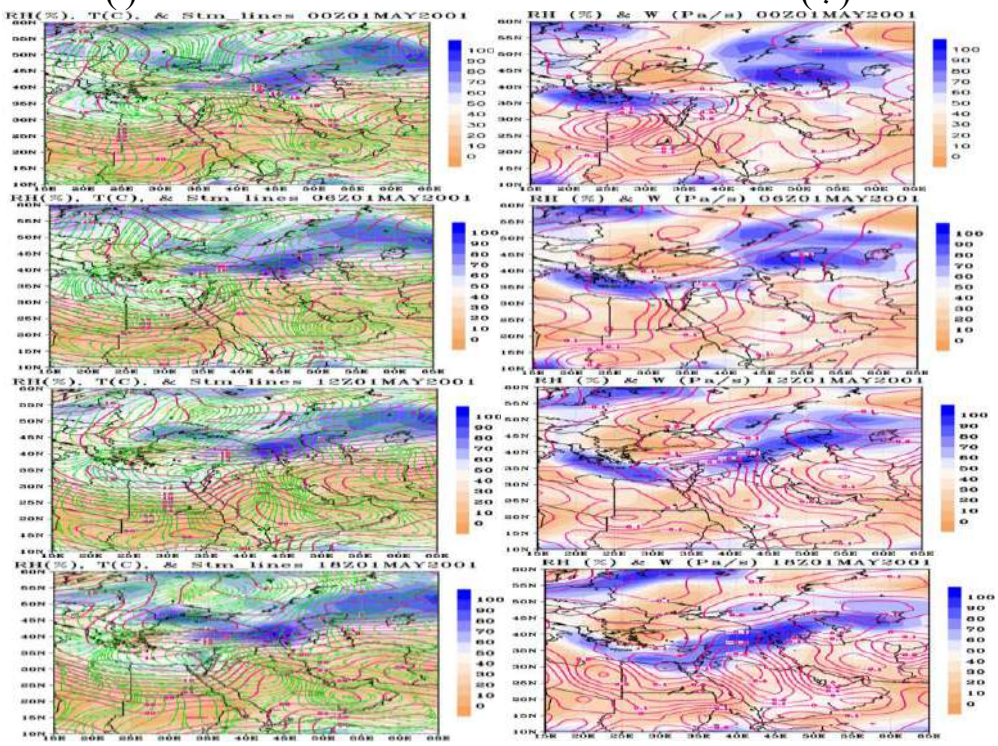
(أ) (ب)



المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
باستخدام برنامج Grads

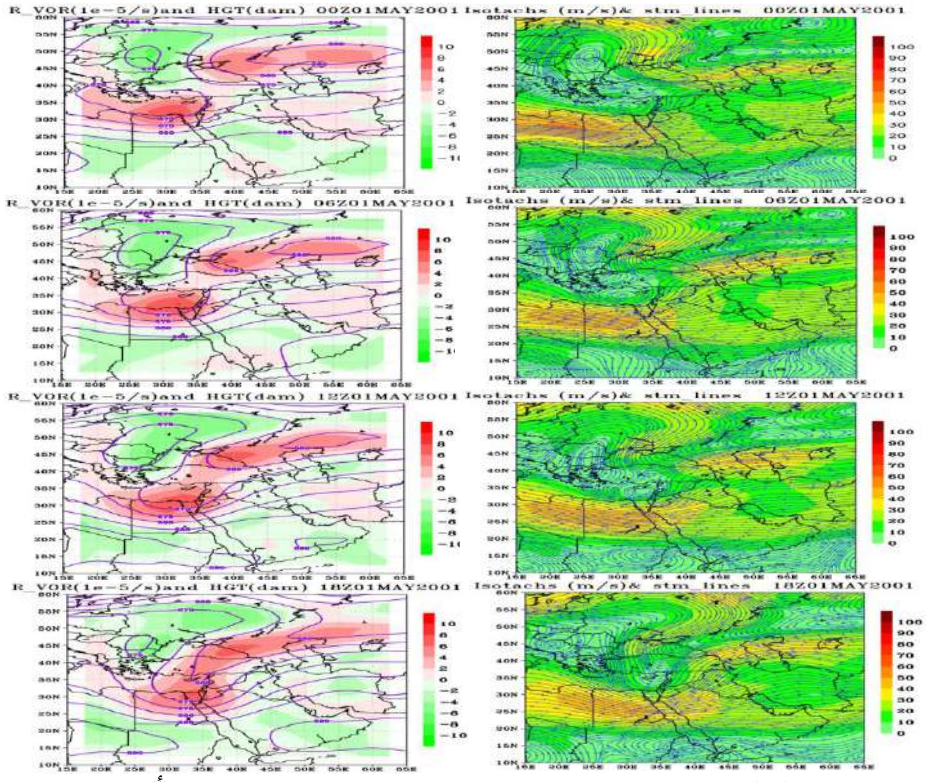
خريطة (٣) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٨٥٠) (٧٠٠) هيكتوباسكال

(أ) (ب)



المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
باستخدام برنامج Grads

خريطة (٣) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٥٠٠) (٣٠٠) هيكتوباسكال



(أ) (ب)

المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
باستخدام برنامج Grads

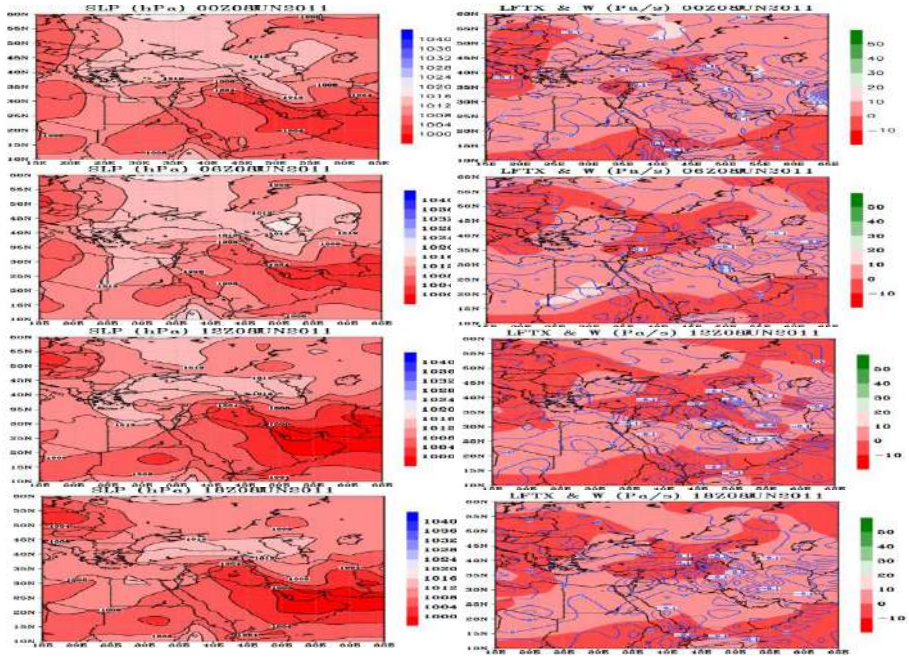
٣- **بغداد :** تتعرض محطة بغداد الى عواصف ترافق هذه العواصف سرعة شديدة للرياح وتحديداً في يوم ٢٠١١/٦/٨ هبت رياح شديدة بلغت سرعتها (١٦ م/ثا) هذه الحالة الجوية والتي رافقتها رياح بالسرعة المذكورة يلاحظ في خريطة (٤) والرصدات للمنظومة الضغطية يلاحظ ان المنطقة تقع ضمن تأثير المنخفض الهند الموسمي وبطبيعة الحال رافق هذه العاصفة رياح شديدة مع هبوب عاصفة غبارية ويلاحظ من خلال قراءة الخرائط كيف ان الحالة تزايدت شدتها خصوصاً عند رصدة الساعة (١٢) ابتداءً من المنظومة الضغطية وتعمقها عند المستويات الضغطية الأخرى وكما يلاحظ من تقارب خطوط الانسيابية عند المستوى

الضغطي (٨٥٠) هيكتوباسكال وكذلك الحركة الدورانية على المستوى الضغطي (٥٠٠) هيكتوباسكال كما ان سرعة التيار النفاث على المستوى الضغطي (٣٠٠) هيكتوباسكال في نفس وقت الرصدة يلاحظ حسب التدرج اللوني ان سرعة الرياح تصل الى (٤٠ م/ثا) على المنطقة الوسطى .

نستنتج مما تقدم ان العاصفة التي رافقتها رياح شديدة جاءت نتيجة الى تقدم الى منخفض الهندي الموسمي وتباين ما بين القيم الضغطية على السطح إضافة الى خرائط الهواء المرفوع والتي تبين حالة عدم الاستقرار من خلال القيم السالبة

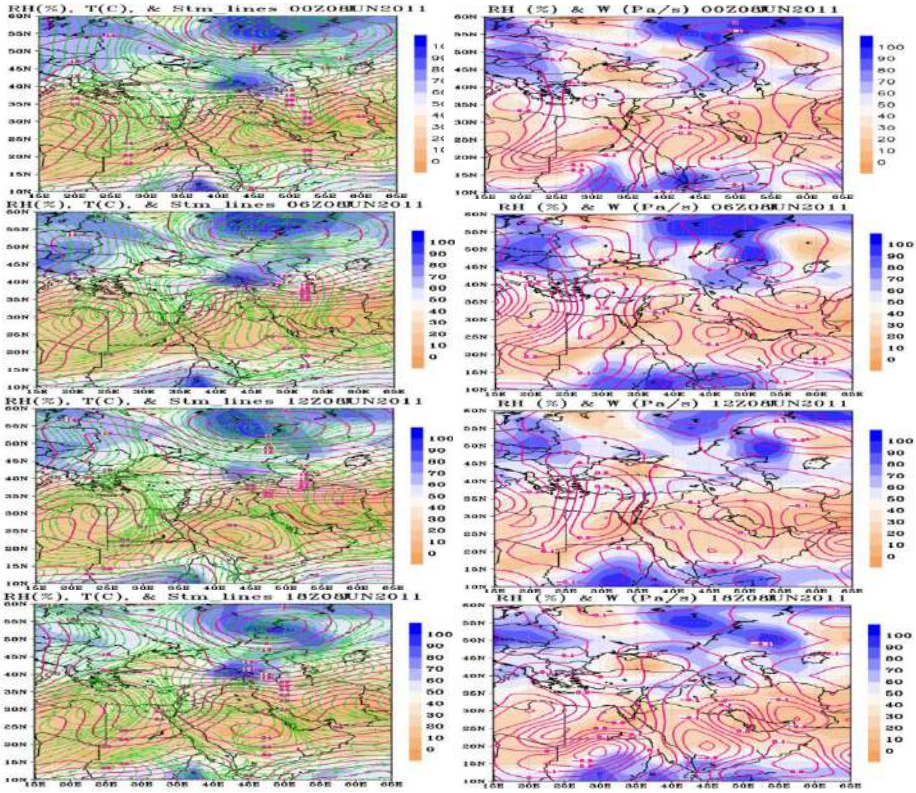
خريطة (٤) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (١٠٠٠) هيكتوباسكال

(أ) **(ب)**



المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html
باستخدام برنامج Grads

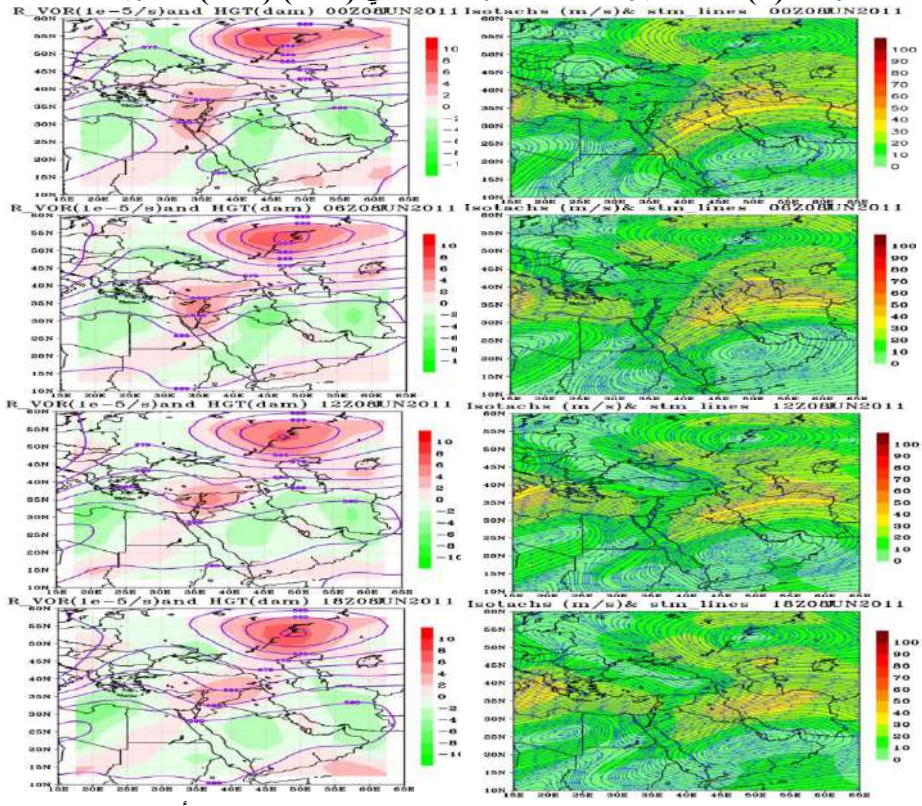
خريطة (٤) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٨٥٠) (٧٠٠) هيكتوباسكال



(أ) (ب)

مصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html باستخدام برنامج Grads

خريطة (٤) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٥٠٠) (٣٠٠) هيكتوباسكال



(أ) **(ب)**

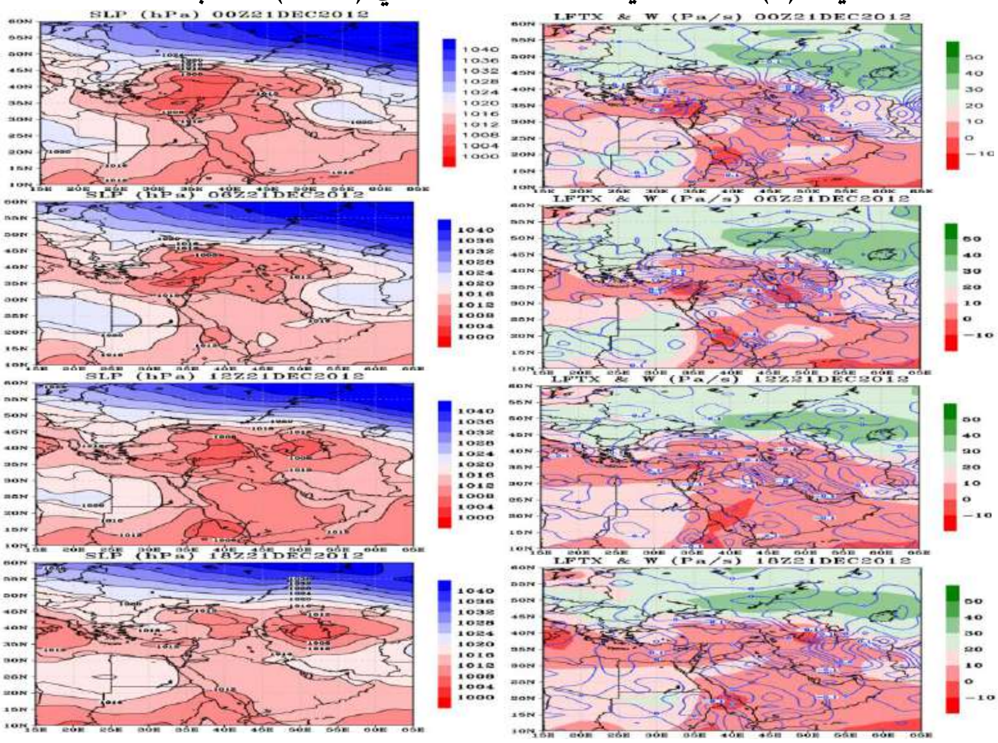
المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html باستخدام برنامج Grads

٤- **البصرة :** شهدت محطة البصرة في يوم ٢٠١٢/١٢/٢١ عاصفة شديدة أدت الى هبوب رياح حيث بلغت سرعتها (٣٠ م/ثا) وتوصف بزوبعة هوجاء نتيجة الى السرعة الشديدة التي على اثرها تسببت بخسائر فادحة ولمعرفة الحالة الجوية بالإمكان ملاحظة الخرائط السينوبتيكية للحالة الجوية لمعرفة طبيعة المنظومة الضغطية بدءً من السطح (١٠٠٠) هيكتوباسكال ولغاية المستوى الضغطي (٣٠٠) هيكتوباسكال وكما في الخريطة (٥)

يظهر في الخريطة المستوى الضغطي (١٠٠٠) هيكتوباسكال الحالة الجوية تعرض العراق الى تأثيرات امتداد المنخفض السوداني إضافة الى تباين في القيم الضغطية

في الرصـــدة (١٢) يلاحظ في خرائط الهواء المرفوع الى القيم الســـالبة على محطة الدراســـة والتي تدل على حالة عدم الاســـتقرار الجوي يرافق هذه الحالة الجوية على المســـتوى الضـــغطي (٨٥٠) و (٧٠٠) كمية الرطوبة العالية إضـــافة الى ان درجة الحرارة تتباين من شمال العراق الى جنوبه ما بين (٤-١٤) درجة مئوية يضاف ذلك على مســتوى الضــغطي (٧٠٠) هيكتوباسـكال يلاحظ القيم السـالبة التي تبين حالة عدم الاسـتقرار في أجواء العراق وخصـوصـاً المنطقة الجنوبية ، نفس الشـيء على المستوى الضـغطي (٥٠٠) و (٣٠٠) هيكتوباسكال يلاحظ قوة الحركة الدورانية على المستوى الضـغطي (٥٠٠) هيكتوباسكال وتحديداً شرق المتوسط ومدى قوتها وتعمق الحالة الجوية والتي

خريطة (٥) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (١٠٠٠) هيكتوباسكال

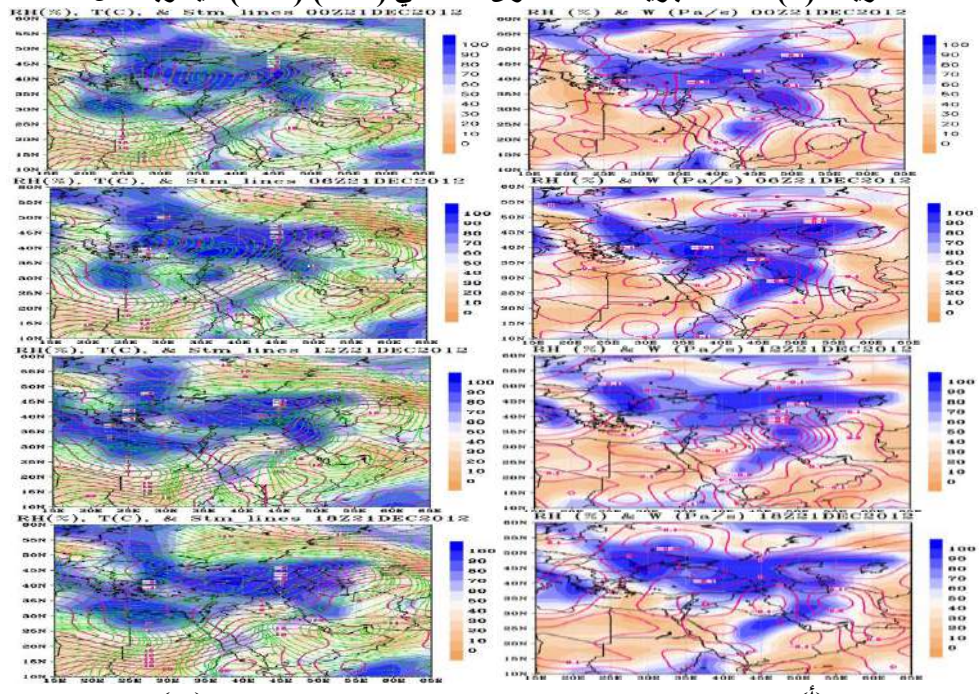


(أ) **(ب)**

المصدر / **https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html**

باستخدام برنامج Grads

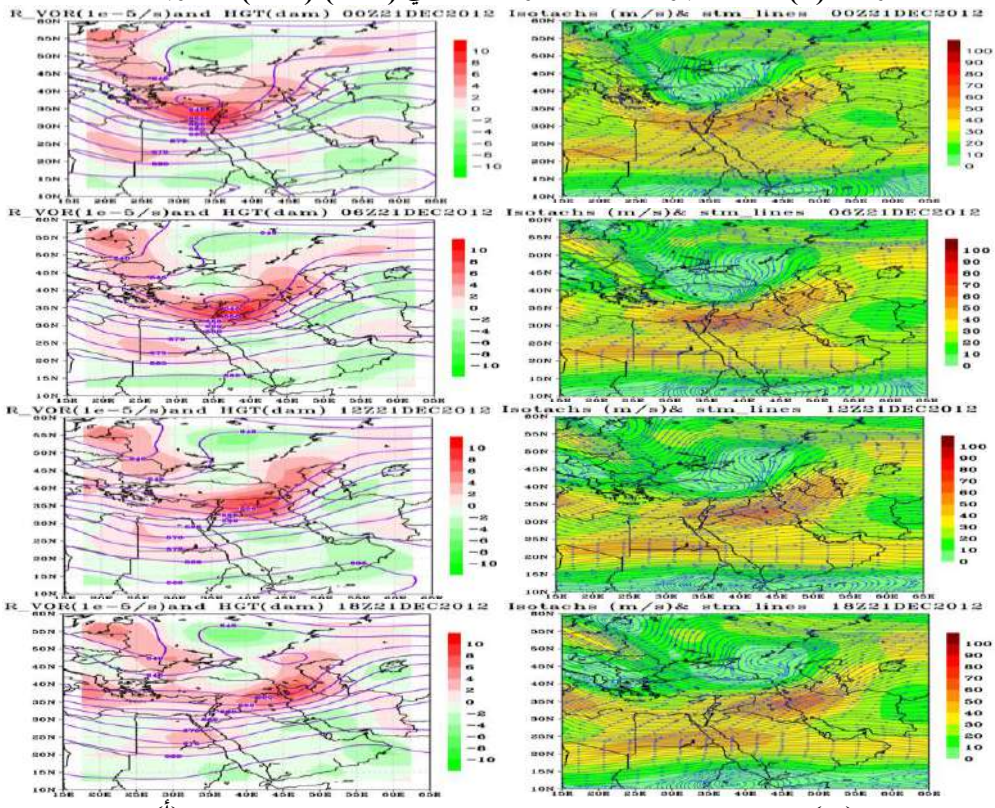
خريطة (٥) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٨٥٠) (٧٠٠) هيكتوباسكال



(ب) **(أ)**

المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html باستخدام برنامج Grads

خريطة (٥) الحالة الجوية عند المستوى الضغطي (٥٠٠) (٣٠٠) هيكتوباسكال



(أ) (ب)

المصدر / https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html باستخدام برنامج Grads

تسببت بالتأكيد الى حدوث حالة الاضطراب الجوي نتيجة الى التباين الحراري والمحتوى الرطوبي ما بين السطح وطبقات الجو العليا والتي تسببت الى حالة عدم استقرار ورياح هابطة أدت الى هبوب رياح شديدة وصنفت الى صنف (زوبعة هوجاء) كذلك الحالة تبينها خرائط المستوى الضغطي (٣٠٠) هيكتوباسكال وسرعة التيار النفاث التي وصلت الى (٥٠-٦٠ م/ثا) ما بين الرصدتين (٦و١٢) .

الاستنتاجات

تبين من خلال البحث ما يلي :

١- ان اشتداد سرعة الرياح نتيجة الى التباين في القيم الضغطية .

٢- اكثر عاصفة قوية كانت في محطة البصرة وبلغت سرعة الرياح الى (٣٠ م/ثا).

٣- ظاهرة الاحترار الأرضي لها دور كبير في حدوث الفارق في القيم الضغطية والناتج عن التباين في درجات الحرارة للكتل الهوائية مما يؤدي الى حدوث نشاط عالي للرياح ينتج عنها رياح عاصفة مسببة الامطار او الثلوج او الغبار يعتمد ذلك على طبيعة المنطقة .

٤- المحتوى الرطوبي والتباين في درجات الحرارة ما بين الطبقات الجوية يولد اضطراب جوي واحياناً رياح هابطة تشكل خطورة على الممتلكات العامة والخاصة .

التوصيات

١- التأكيد على أرشفة البيانات المناخية الورقية وفق قاعدة بيانات الكترونية يسهل التعامل معها والحصول عليها .

٢- الاستعانة بالبرامج والتقنيات المستخدمة من قبل علوم الجو لرفد العلوم المناخية في تحليل المناخ الشمولي وإعطاء القراءات الدقيقة للحالة الجوية في حال التوقع في حدوث اضطراب جوي لغرض تقليل الخسائر الناتجة عن عواصف الرياح الشديدة .

٣- العمل على تأهيل الرادار الانوائي لأغراض الدراسات البحثية وبما يفيد الدراسات المتعلقة بكافة أنواع العواصف لغرض معرفة مدى خطورة العاصفة القادمة على العراق واين تتركز دائرة تأثيرها لتقديم التحذيرات للسكان لغرض درئ خطر العواصف التي تحدث في المستقبل من حيث الحمولة المائية والثلجية او الغبارية .

الهوامش

(١) يوسف محمد علي حاتم الهذال ، سلام هاتف احمد الجبوري ، التغير المناخي بين الماضي والحاضر ، الطبعة الاولى ، دار احمد الدباغ للطباعة والنشر ، بغداد ، ٢٠١٤ ، ص ٧٠ .
(٢) محمد ابراهيم شرف ،جغرافية المناخ والبيئة ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، ٢٠٠٥ ، ص ٢٩٦ .
(٣) يوسف محمد علي حاتم الهذال ، سلام هاتف احمد الجبوري ، مصدر سابق ، ص ٦ .
(٤) علي حسن موسى ، المعجم الجغرافي المناخي ، الطبعة الاولى ، دار الفكر للطباعة والنشر ، دمشق ، ١٩٨٦ ، ص ٢٧٧.
(5) Investigating the Climate System, Retrieved from: https://www.nasa.gov/pdf/62325main_ICS_Winds.pdf

المصادر

١- الهذال ، يوسف محمد علي حاتم ، سلام هاتف احمد الجبوري ، **التغير المناخي بين الماضي والحاضر** ، الطبعة الاولى ، دار احمد الدباغ للطباعة والنشر ، بغداد ، ٢٠١٤.

٢- شرف ، محمد ابراهيم ،جغرافية المناخ والبيئة ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، ٢٠٠٥.

٣- موسى ، علي حسن ، **المعجم الجغرافي المناخي** ، الطبعة الاولى ، دار الفكر للطباعة والنشر ، دمشق ، ١٩٨٦.

الرسائل والأطاريح الجامعية:

١- البديري ، أحمد لفتة حمد ، **اثر التغيرات المناخية على اتجاهات التبخر- نتح الممكن وسناريوهاتها المستقبلية في العراق** ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية ، جامعة بغداد ، ٢٠١٨.

الانترنت :

1- https://www.nasa.gov/pdf/62325main_ICS_Winds.pdf .

2- https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html