The Impact of Climate Change on Changes in the Duration of Shallow and Deep Trough and Ridge Patterns over Iraq during the Rainy Season

Prof. Dr. Ahmed Jassim Mohammed Al-Hassan
University of Basra - College of Education for Women
E.mail:ahmed.mohemed@uobasrah.edu.iq

Assist Lecturer. Rana Abbas Hamza
University of Basra - College of Education for Women
E.mail: rana.abbas@uobasrah.edu.iq

Abstract:

This study aims to examine the impact of climate change on the patterns of occurrence of atmospheric troughs and ridges over Iraq during the rainy season. Three minor climatic cycles were identified, each extending over eleven rainy seasons: 1954–1964, 1984–1994, and 2014–2024. The number of days of persistence for the four patterns of troughs and ridges, in both their deep and shallow forms, was determined. The results revealed a trend toward a decline in the number of days associated with the persistence of deep polar trough patterns, accompanied by an increase in their shallow cases, while both the deep and shallow cases of tropical ridges showed an increase over Iraq.

The weakening of deep polar trough activity during Iraq's rainy season reduces the activity of surface depressions, transforming them into shallow, short-lived systems, and weakens atmospheric instability associated with the activity of the accompanying air fronts. This, in turn, affects rainfall amounts, which have been declining in recent years. In contrast, the growing dominance of tropical ridges and the lengthening of their duration of persistence result from the displacement of the Hadley Cell toward the middle latitudes during the rainy season, which increases the occurrence of atmospheric stability and activates surface high-pressure systems that function as pressure barriers, preventing the advance of depressions and contributing to the predominance of drought conditions.

Keywords: climate change, Ferrel Cell, shallow and deep patterns, climate of Iraq

اثر تغير المناخ في تغير مدد بقاء الانماط الضحلة والعميقة للأخاديد والانبعاجات الهوائية فوق العراق خلال الموسم الممطر

الاستاذ الدكتور احمد جاسم محمد الحسان **المدرس المساعد رنا عباس حمزة**

جامعة البصرة / كلية التربية للبنات

E.mail: rana.abbas@uobasrah.edu.iq E.mail ahmed.mohemed@uobasrah.edu.iq

الملخص:

يهدف البحث الى دراسة اثر التغير المناخي على انماط ظهور الاخاديد والانبعاجات الهوائية فوق العراق خلال موسم هطول الامطار وتم تحديد ثلاث دورات مناخية صغرى امد الواحدة ١١ موسما مطريا شملت الدورات ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤ وتم تحديد عدد ايام بقاء الانماط الاربعة لظهور الاخاديد والانبعاجات بنوعيها العميق والضحل وتبين وجود اتجاه لتراجع عدد ايام بقاء الانماط العميقة للاخاديد القطبية وزيادة حالاته الضحلة يقابلها ارتفاع في الحالات العميقة والضحلة للانبعاجات المدارية على اجواء العراق , ان ضعف حالات تعمق الاخاديد القطبية خلال موسم هطول الامطار في العراق يضعف من نشاط المنخفضات الجوية السطحية ويحولها المنخفضات ضحلة قصيرة العمر ويضعف نشاط حالات عدم الاستقرار الجوي الناجم عن نشاط الجبهات الهوائية المرافقة لها مما يؤثر على كميات التساقط المطري والذي اخذ بالتناقص في السنوات الاخيرة , يقابلها تطور سيطرة الانبعاجات المدارية وطول مدة بقائها نتيجة تزحزح خلية هادلي نحو العروض الوسطى خلال الموسم المطري مما يزيد من حالات الاستقرار الجوي وتعمل على تنشيط المرتفعات الجوية السطحية التي تعمل كحواجز ضغطية تحول دون تقدم المنخفضات الجوية وتعمل على سيادة ظروف الجفاف .

الكلمات المفتاحية : التغير المناخي ,خلية فرل , الانماط الضحلة والعميقة ,مناخ العراق.

اولا : المقدمة :

" لا تزال التغيرات المناخية تُشكّل محور اهتمام العالم في الوقت الراهن، لما لها من انعكاسات خطيرة على مستقبل الوجود البشري على كوكب الأرض. وأصبحت سياسات العديد من الدول تأخذ في الحسبان الآثار التي يمكن أن يتركها تغير المناخ، لا سيما على جميع القطاعات الاقتصادية، وأهمها قطاعا المياه والزراعة لارتباطهما المباشر بحياة البشرية والأمن الغذائي. ويُعدّ تغير أنماط الهطول وتواتر موجات الجفاف مؤشرًا مرتبطًا بتغير أنماط الدورة الجوية وعلاقتها بتكوّن المنظومات الضغطية وحركتها وتغير مساراتها. وقد أشار تقرير تغير المناخ لعام ٢٠٢٠ إلى أنه من المتوقع أن يؤدي المناخ الأكثر دفئًا إلى اشتداد ظواهر الطقس والمناخ والمواسم المطيرة جدًا (الفيضانات) أو الجافة (الجفاف). ولكن موقع وتواتر هذه الظواهر يتوقفان على التغيرات المتوقعة في دوران الغلاف الجوي الإقليمي، بما في ذلك الرياح الموسمية ومسارات العواصف في العروض الوسطى. (تقرير تغير المناخ ٢٠٢١، ص ١٩).

وترتبط تغيرات وخصائص المنظومات الضغطية، لا سيما المنخفضات الجوية، بالتغيرات الحاصلة في حركة الأمواج الهوائية في المستويات العليا من الغلاف الجوي، وتحديدًا المستوى ٥٠٠ هيكتوباسكال (hpa) ،

وتحديدًا حركة الانبعاجات والأخاديد الهوائية والأنماط التي تتخذها أثناء حركتها، لا سيما تعمقها وضحالتها، مما يترك آثارًا واضحة على خصائص المنظومات الضغطية السطحية ومقدار آثارها الطقسية. لذا، تهدف الدراسة إلى الكشف عن الحالات العميقة والضحلة للأخاديد والانبعاجات الهوائية ومدى تأثرها بالتغير المناخي فوق العراق."

ثانيا مشكلات البحث :

انطلقت مشكلة البحث من جملة من التساؤلات، والتي تتضمن مايلي :

١- هل أثَّرت التغيرات المناخية على تغير مدد بقاء أنماط تعمق وضحالة الأخاديد والانبعاجات الهوائية عند المستوى ٥٠٠ هيكتوباسكال (hpa)فوق العراق ؟

٢- ما طبيعة اتجاهات تغير مدد بقاء الأنماط الضحلة والعميقة للأخاديد والانبعاجات الهوائية خلال الموسم الممطر فوق العراق ؟

٣- هل يوجد تباين شهري بين تغير الأنماط العميقة والضحلة للأخاديد والانبعاجات خلال موسم الأمطار في العراق ؟

فرضيات البحث :

١- أثَّر تغير المناخ في تغير مدد بقاء الأنماط العميقة والضحلة للأخاديد والانبعاجات الهوائية في المستوى ٥٠٠ (hpa) خلال موسم هطول الامطار فوق العراق.

٢- هناك تباين في اتجاهات تغير مدة بقاء الأنماط والضحلة والعميقة للأخاديد والانبعاجات الهوائية خلال الموسم هطول الأمطار فوق العراق.

٣- يوجد تباين شهري بين تغير الأنماط العميقة والضحلة للأخاديد والانبعاجات خلال موسم الامطار في العراق.

رابعا : حدود الدراسة :

" يقع العراق في شمال شرق الوطن العربي وإلى الجنوب الغربي من قارة آسيا، ويمتد من خطي عرض ٢٩.٥درجة إلى ٣٧.٢٣ درجة شمالاً، وقوسي طول ٣٨.٤٥ درجة إلى ٤٨.٤٥ درجة شرقاً. ويقع ضمن الحدود العرضية شبه المدارية الشمالية، وضمن الحافات الجنوبية للعروض المعتدلة الشمالية. وهذا يعني أنه يقع ضمن حزام التيار أو الذراع الشمالي لخلية هادلي، وعلى الأطراف الجنوبية لخلية فيريل، أي أنه يقع ضمن نطاق تبادل الطاقة بين المؤثرات المدارية والمؤثرات القطبية، مما يتيح له أن يكون ضمن نظام حركة الأمواج الهوائية ضمن نطاق الغربيات العلوية للمستوى ٥٠٠ هيكتوباسكال(Hpa) ، وتساهم عمليات تبادل الطاقة بين العروض، بين شدتها أحيانًا وضعفها، في ظهور الأنماط العميقة والضحلة للأمواج الهوائية، وبالتالي تباين شدتها وتأثيرها على المنظومات الواقعة في المستويات الضغطية الأسفل منها، لا سيما عند المستوى ١٠٠٠ هيكتوباسكال (hpa)، أما فيما يخص الحدود الزمنية، فقد تم اعتماد ثلاث دورات مناخية صغرى لتتبع حالات تعمق وضحالة الأخاديد والانبعاجات الهوائية على العراق.

واشتملت الدورات على أحد عشر موسمًا مطريًا للأشهر من تشرين الأول لغاية شهر آيار، وهي المدة التي تسقط فيها الأمطار في العراق:

الدورة المناخية الأولى ١٩٥٤/١٩٥٥-١٩٦٣/١٩٦٤.

الدورة المناخية الثانية ١٩٨٣/١٩٨٤- ١٩٩٣/١٩٩٤.

الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٣/٢٠١٤-٢٠٢٣/٢٠٢٤."

خامساً :آلية العمل البيانات المعتمدة

" تم تحليل خرائط المستوى٥٠٠ هيكتوباسكال (hpa) المنشورة على موقع الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي الأمريكية (NOAA) على الرابط https://psl.noaa.gov/data/composites/day/، وتحليل ٧٠٠٢ خريطة لمعدل موقع الانبعاج والأخدود فوق العراق.

وتم تحديد عدد أيام بقاء الحالات المتعمقة والضحلة للأخاديد والانبعاجات الهوائية واستخراج نسبة تغيرها بين الدورات الثلاث من خلال تطبيق معادلة خط الانحدار البسيط ومعادلة نسبة التغير كما يلي (الشريفي والحسّان ٢٠٢٤، ص ٣٧) .

١- لاتجاه العام باستخدام طريقة الانحدار الخطي البسيط

معادلة خط الانحدار لـ Y على X هي..... y = a + bx ،

اذ ان :

y: هو المتغير التابع.

x: هو المتغير المستقل.

a: هو الجزء المقطوع من المحور y (قيمة y عندما x تساوي ٠).

b: هو ميل الخط (التغير في y لكل وحدة تغير في x).

وتحسب قيم a وb باستخدام صيغ الانحدار الخطي البسيط، والتي تعتمد على قيم x وy المرصودة.

نسبة التغير : .....C=(bi/y)*100

C= نسبة التغير الموسمي % ، bi = معامل الاتجاه وتم احتسابه من معادلة الانحدار = Y=a+bx+E

اذ ان Y = المتغير التابع x المتغير المستقل ,b قيمة خط الانحدار = a تقاطع خط الانحدار ,ُ E = متبقي الخطأ.y = المعدل للدورات .

سادساً :اهمية البحث :

تكمن اهمية البحث في دراسة مدى تاثير تغير المناخ على نشاط او ضعف الدورة الجوية في المستوى ٥٠٠ hpa وبالتالي تاثيرة على مدة تعمق او ضحالة الامواج الهوائية وخصوصا ان مناطق الأخاديد الهوائية هي مناطق لتنشيط صعود الهواء ونقاط للتجميع الهوائي ونشوء الجبهات الهوائية وتشكل المنخفضات الجوية وما يرافقها من حالات عدم الاستقرار الجوي وكلما زاد تعمق الاخدود يرافق شدة في لظواهر الجوية السطحية كما انها تشير الى تعمق وتوغل الكتل القطبية الباردة باتجاه العروض المدارية ويرافق تعمقها احيانا تشكل الانظمة الجوية الحاجزية , وتكون الاحوال اقل شدة في كون الأخاديد اقل عمقا

وتنطبق الحالة على الانبعاجات الهوائية لكن يرافقها حالات من الاستقرار الجوي والدفء نتيجة وجود التيارات الهابطة وتكون حالة التفرق الهوائي وتكوين الانقلابات الحرارية العلوية وجميع هذه الظروف تودي الى سيادة الطقس الجاف وانعدام الحالات الماطرة ولاسيما عند سيادة الانبعاجات العميقة وتشكيل الحواجز الضغطية العالية .

سابعاً معلومات اولية عن مفهوم الأخاديد والانبعاجات العميقة والضحلة وتغيرات الدورة الجوية للمستوى ٥٠٠ hpa

تعد الأخاديد والانبعاجات جزءا من حركة الامواج الهوائية في المستوى ٥٠٠ hpa على ارتفاع ٥٦٠٠ م وهي تذبذب موجي لحركة الرياح في المستويات العليا من الغلاف الغازي محدثة تموجات باتجاه شمالي – جنوبي ينتج عنها تشكل أخاديد بدورتها الإعصارية , وانبعاجات بدورتها ضد الإعصارية وذلك بسبب وجود التباين الضغطي بين مناطق الأخاديد والإنبعاجات , أو هي شكل من أشكال الاضطراب الناتج من مصدر للطاقة أو يتم من انتقال هذه الأمواج في الأوساط المادية دون أن يصاحبها انتقال لدقائق الوسط , بل هي عبارة عن تذبذب تلك الجزيئات مما يؤدي إلى توغل الموجه في ذلك الوسط (العاني ,٢٠٠١ ,٤٥)وتنشأ الحركة نتيجة للتباينات الحرارية الضغطية بين العروض المدارية والقطبية وكلما كان التدرج شديدا نتيجة الفوراق الحرارية الحراري بين القطب والمدار كبير جداً , يستطيع الهواء الشمالي البارد التوغل بعيداً إلى الجنوب فيكون انسياب الهواء طوليا أي على طول خطوط الطول , حيث أن التباين الضغطي على طول دائرة العرض يكون ضعيفاً , لذلك توصف حالة الجو العليا بعدم التوازن , حيث تتقاطع خطوط الضغط المتساوي على السطح مع خطوط الحرارة المتساوية , بعد ذلك تتكسر الأمواج إلى خلايا , فتظهر خلية للضغط العالي الدافئ إلى الشمال مكونة حاجزاً ضغطياً بينما تظهر خلايا الضغط الواطئ البارد إلى الجنوب (الزنكنة ,١٩٩٦ , ٣٤) ويتميز الأخدود بالعمق أو الضحالة , استناداً إلى درجة الانحناء لمستويات الضغط الجوي عبر محور الأخدود كونه كبيراً أو صغيراً بالتوالي (الجوراني , ٢٠١٣ , ٨) جدا اذ تتحرك بسرعة تتراوح بين 12 – 5 خط طول في اليوم , ويكون جريانها طوليا عندما تحدث حالت عد استقرار في النظام الجوي ويكون الاتجاه السائد في هذا النمط شمال – جنوب نتيجة عمق الموجة , وتتكون فيه اخاديد عميقة , وتنشط في هذا النمط عملية تبادل الطاقة بين الشمال البارد والجنوب الدافئ , فالرياح الشمالية تنقل الهواء البارد جنوبا والرياح الجنوبية تنقل الهواء الدافئ شمالا , وتصاحب هذا النمط احوال جوية اكثر اضطرابا بسبب تكون المنخفضات الجوية العميقة حيث تتقاطع خطوط الضغط مع خطوط الحرارة نتيجة للتبادل النشط بين المناطق القطبية والمدارية .

وتكون المسافة بين موجة واخرى من 5000 –8000 كم وعندما يزداد معدل انتقال هذه الطاقة تصبح الامواج شديدة الالتواء واقل طولا واكثر ارتفاعا وعمقا وتسمى بالامواج القصيرة اذ تكون المسافة بين موجة واخرى بين 1600 – 3200 كم ويتراوح معدل سرعتها بين 10 – 15 درجة وتظهر على شكل نتواءات في الامواج الطويلة لان سرعتها اكبر وتسمى بموشر الدورة الواطئ او الدليل الطولي وتتطور عنها منخفضات ومرتفعات القطع والتي تنشأ بالأصل من زيادة تعمق الاخدود والانبعاج اذا اشارت دراسة (الزناد , ٢٠١٨ , ٢٧–٢٨) ان تطور محاور الأخاديد الهوائية نتيجة انحناء خطوط الحرارة المتساوية مع خطوط الارتفاع الجهدي باتجاه العروض المدارية نتيجة التبادل الطولاني بين الكتل الهوائية وخصوصا عند تعمق الكتل الباردة او عند تعمق احد المنخفضات الجوية العميقة .,والخرائط تشير الى نماذج من حالات الأخاديد والانبعاجات الضحلة والعميقة.

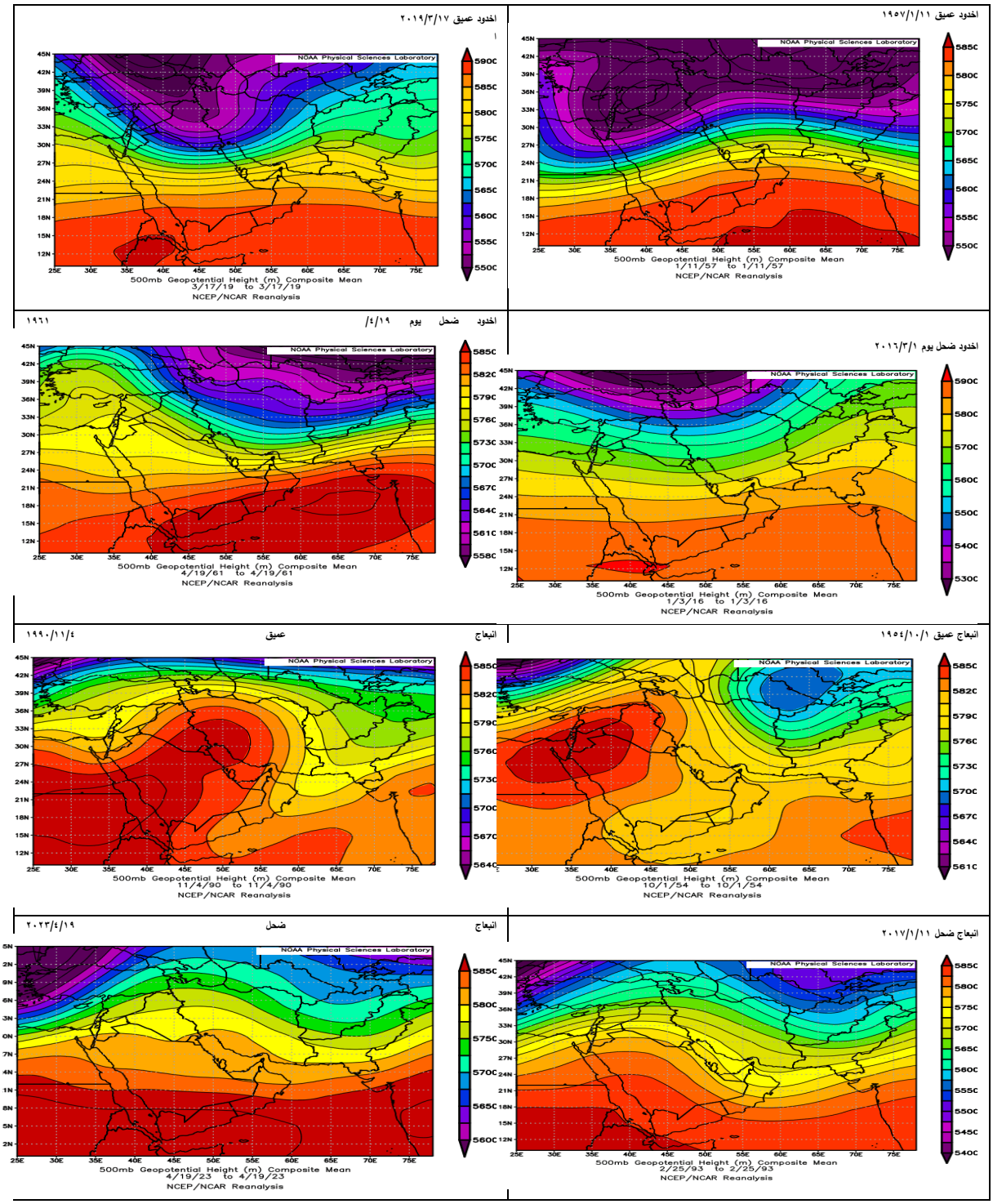
تشير دراسات المستوى ٥٠٠ hpa الى حدوث تغيرات واضحة لحركة الامواج الهوائية فيها نتيجة تغير المناخ اذ اشارت دراسة (Christidis٢٠١٥,) الى حدوث ارتفاع في قيم خطوط الارتفاع الجهدي للمستوى ٥٠٠ hpa نتيجة تغير المناخ مما انعكس على ضعف الدورة الجوية واكدت دراسة (Rohli , ٢٠٢٢,) الى وجود ضعف في التدرج الحراري نتيجة التغير المناخي مما اثر على ضعف الدوامة القطبية والتي انعكست بدورها على ضعف تبادل الطاقة داخل المستوى ٥٠٠ hpa واكدت دراسة (Reichle ٢٠٠٩,) الى حدوث انزياحات قطبية لأنظمة الرياح والضغط الرئيسية في جميع أنحاء الغلاف الجوي تغير الدورة المدارية المرتبط بالتوسع القطبي لخلية هادلي (HC)، تغير الدورة خارج المدارية، والذي يتجلى في انزياح منطقة الرياح الغربية العالية نحو القطب في خطوط العرض المتوسطة وبالتالي سيادة تدرجات حرارية ضعيفة على العروض شبة المدارية والوسطى الدنيا منها وتتطابق النتائج هذه مع دراسة (K. M. Lau ٢٠١٥,) والتي اشارت الى دور الاحتباس الحراري في زيادة قوه خلية هادلي وتوسعها باتجاه القطب مما اثر على ضعف النزولات القطبية وبالتالي انعكاسها على توسع ظاهرة الجفاف .

ثامناً :التغيرات الشهرية لعدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات

أ : شهر تشرين الأول

تبين من خلال الجدول (١) والشكل (١) الاتي :

خريطة (١) نماذج لحالات الأخاديد والانبعاجات الضحلة والعميقة المؤثرة على العراق



المصدر: خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط

https://psl.noaa.gov/data/composites/day

١- **الأخاديد العميقة** : سجلت معدلات عـــدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغـــت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٦٣.١٦ %)، اذ سجلت اعلى معدل لأيام بقائها في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٣.٨ يوم واقل معدل بقاء لها في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ بلغ ٠.٣ يوم .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية(٤.١٢ %) ، اذ سجل اعلى معدل لأيام بقائها في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٨.٩ يوم و ادنى معدل لها في الدورة المناخية الاولى بلغ ٤.٤ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الانبعاجات العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٢.٢٣- %) اذ سجلت الدورة المناخية الاولى معدل بقاء ٢٠.٤ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ ، واقل معدل لها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ١٣.٨ يوم .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٣١.٤٨-%) ، وسجلت الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ اعلى معدل لأيام بقائها ٣.٧ يوم ، بينما سجلت الدورة المناخية الثالثة اقل معدل بقاء لها ٢ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ .

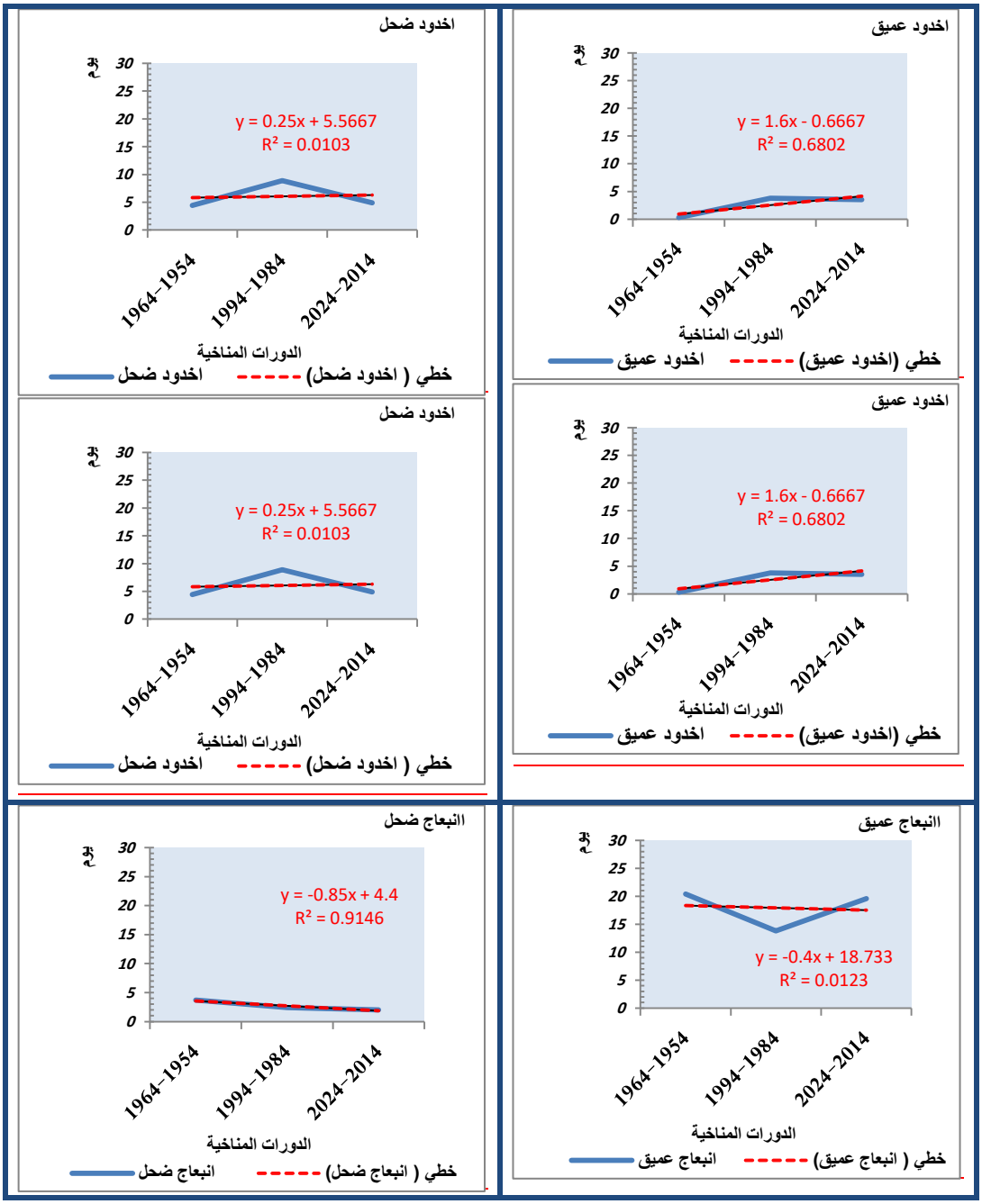
وعلية يلاحظ ان شهر تشرين الاولى كان الاتجاه للتغير نحو الارتفاع للاخاديد بنوعيها العميقة والضحلة ، وبينما كان اتجاه الانبعاجات العميقة والضحلة نحو الانخفاض .

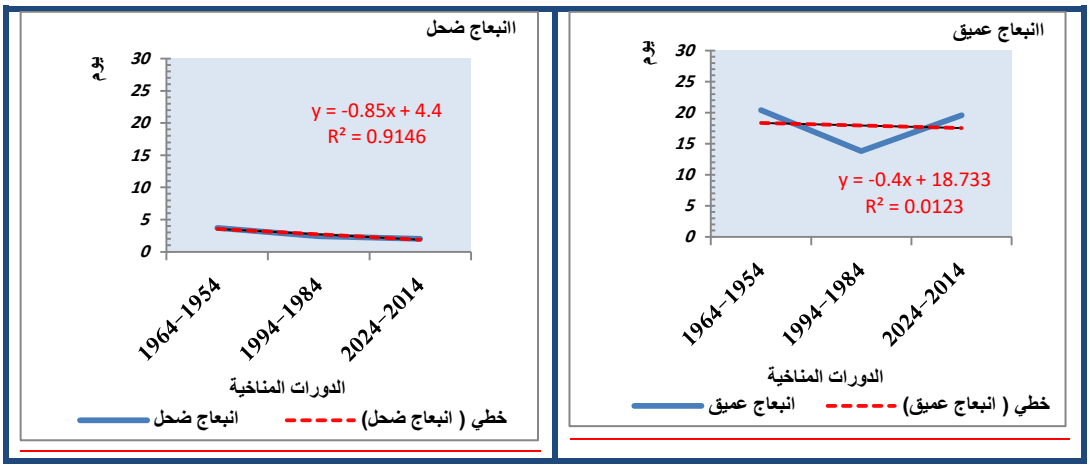
جدول (١) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر تشرين الاول للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	0.3	4.4	20.4	3.7
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	3.8	8.9	13.8	2.4
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	3.5	4.9	19.6	2
المعدل	2.53	6.07	17.93	2.70
معامل التغير	1.6	0.25	-0.4	-0.85
نسبة التغير السنوي %	63.16	4.12	-2.23	-31.48

المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط / https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (١) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر تشرين الاول للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر : بيانات جدول (١)

ب : شهر تشرين الثاني

يتضح من خلال الجدول (٢) والشكل (٢) الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٨.٠٩%)، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء ٧.٣ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، واقل معدل بقاء سجل في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ بمعدل ٦.٢ يوم .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجلت معدلات عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٣.٥٠ %) ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء ١٠.٥ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، واقل معدل بقاء لها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٩.٧ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الانبعاجات العميق اتجاه نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٢٠.٣٦%) ، وسجل اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٥.٧ يوم ، واقل معدل بقاء لها كان في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ بمعدل ٣.٨ يوم .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الانبعاجات الضحلة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٨.٣٣%) ، وسجل الدورة المناخية الاولى اقل مدة بقاء ٤.٩ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ ، وفي حين سجلى اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٥.٨ يوم .

يمكن ان نلاحظ ان شهر تشرين الثاني سجل التغير اتجاه نحو الارتفاع للاخاديد العميقة والضحلة والانبعاجات العميقة والضحلة ايضاً مما يشير الى قوه ونشاط الدورة الجوية خلال هذا الشهر .

جدول (٢) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر شهر تشرين الثاني للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

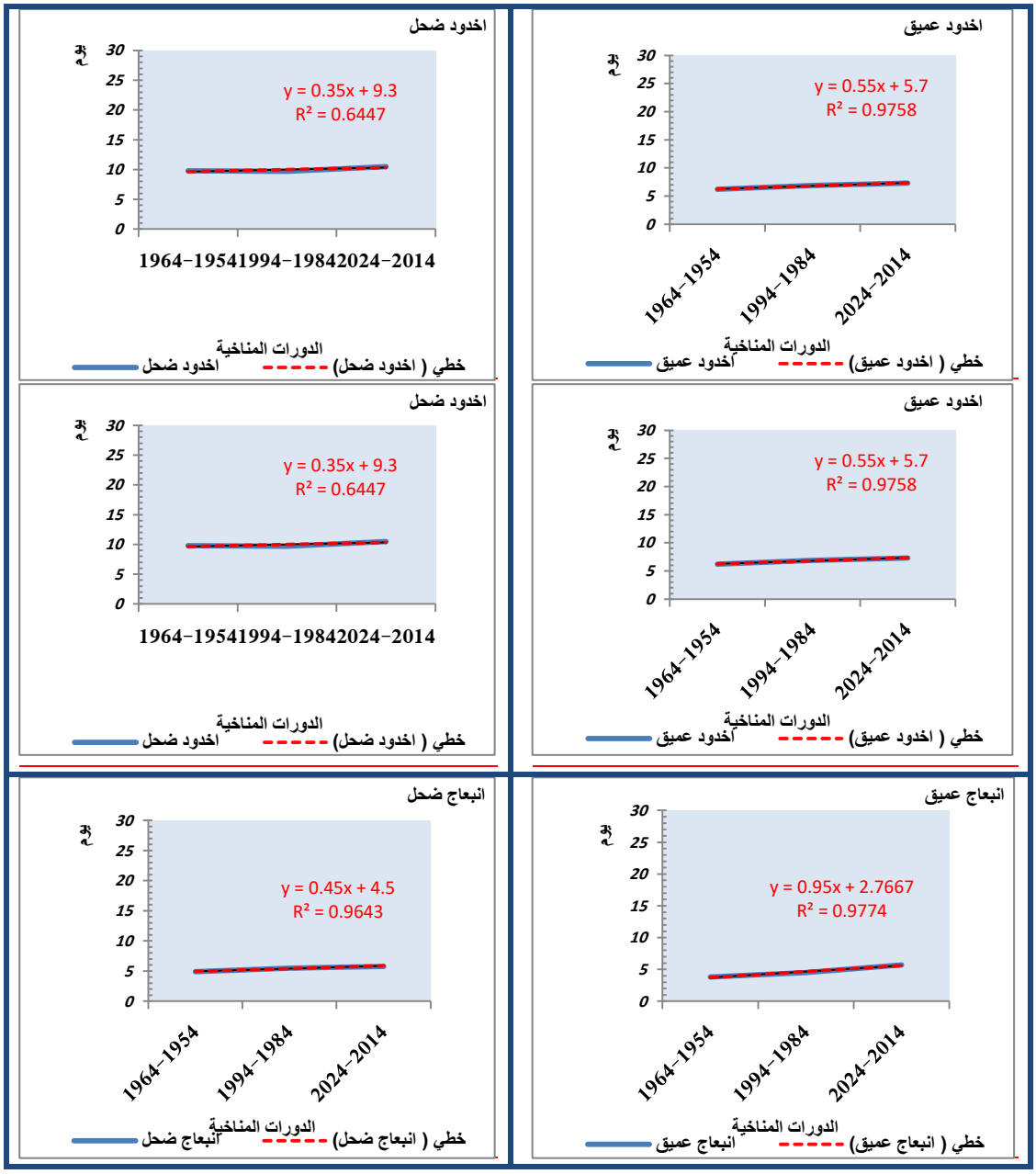
الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	6.2	9.8	3.8	4.9
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	6.9	9.7	4.5	5.5
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	7.3	10.5	5.7	5.8
المعدل	6.80	10.00	4.67	5.40
معامل التغير	0.55	0.35	0.95	0.45
نسبة التغير السنوي %	8.09	3.50	20.36	8.33

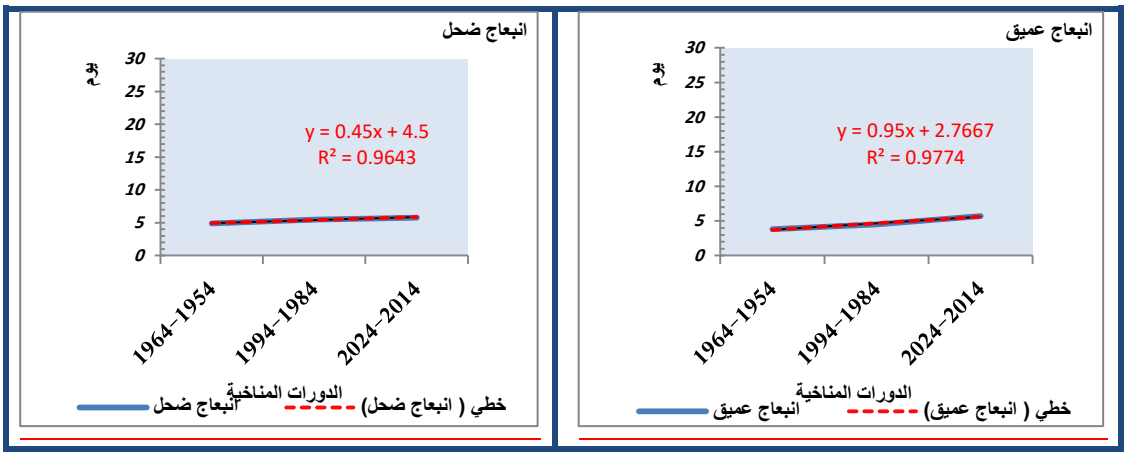
المصدر: بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط

https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (٢) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر تشرين الثاني للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر: بيانات جدول (٢)

ج : شهر كانون الأول

تشير نتائج الجدول (٣) والشكل (٣) الى الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٤.٥٨- %) ، وسجلت الدورة المناخية الثانية اعلى معدل بقاء لها ١٢ يوم للمدة ١٩٨٤-١٩٩٤ ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٨.٣ يوم .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجلت معدلات عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (١٤.٥٥ %) ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء لها ١٠.١ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، واقل معدل بقاء سجل في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤- ١٩٦٤ بمعدل ٧.٥ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الانبعاجات العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٣١.٠٣%) ، سجلت الدورة المناخية الاولى اقل معدل بقاء لها ٢.٢ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ ، واعلى معدل بقاء لها كان في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٤ يوم .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الانبعاجات الضحلة اتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٠.٨٦- %) ، وسجلت الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ اقل معدل بقاء لها ٤.٦ يوم ، واعلى معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الاولى ٦.٥ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ .

تشير نتائج تحليل شهر كانون الاول الى ان اتجاه التغير كان نحو الارتفاع للاخاديد الضحلة والانبعاجات العميقة ، وبينما اتجاه التغير كان منخفضاً للاخاديد العميقة والانبعاجات الضحلة .

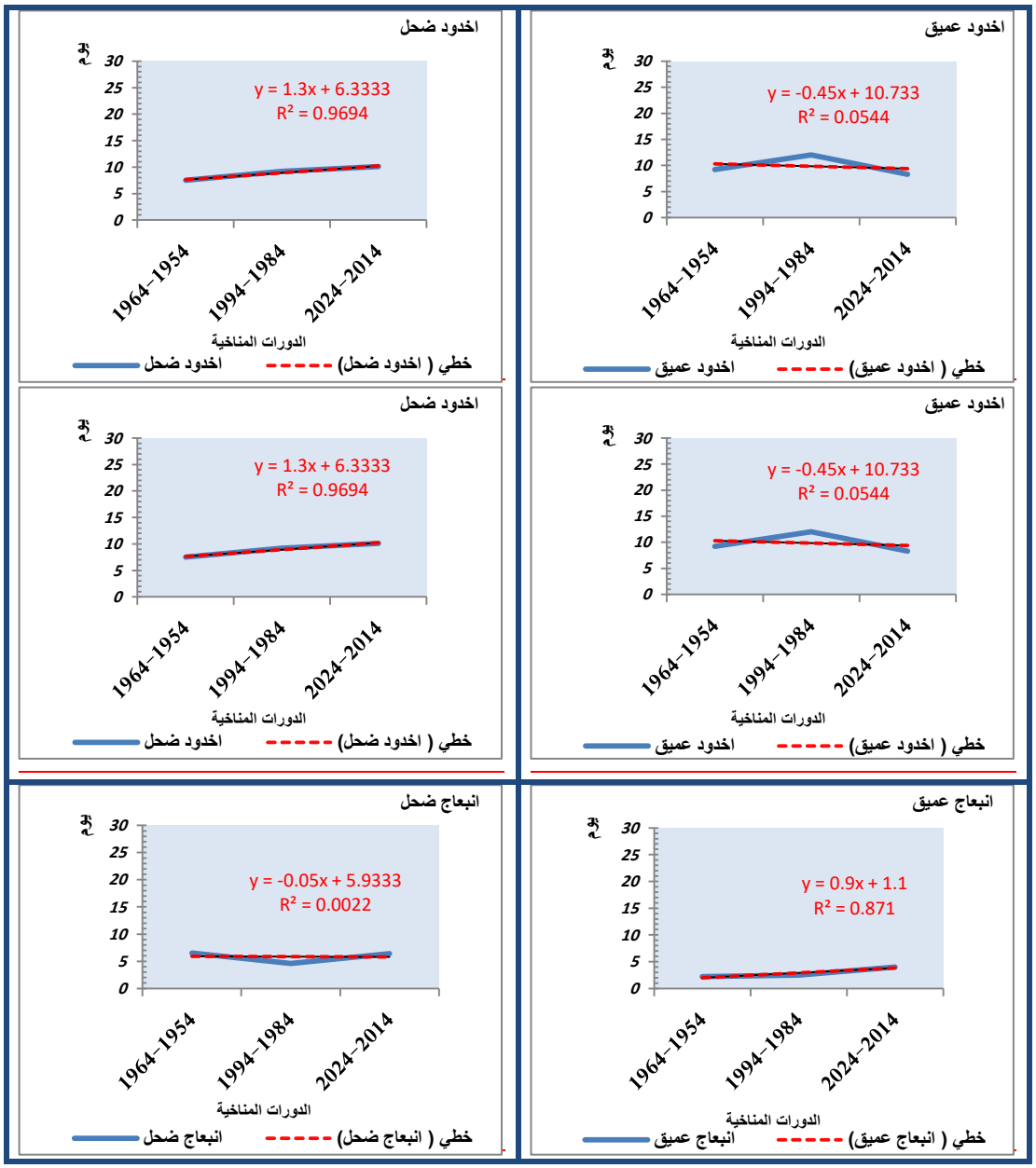
جدول (٣) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر كانون الاول للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	9.2	7.5	2.2	6.5
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	12	9.2	2.5	4.6
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	8.3	10.1	4	6.4
المعدل	9.83	8.93	2.90	5.83
معامل التغير	-0.45	1.3	0.9	-0.05
نسبة التغير السنوي %	-4.58	14.55	31.03	-0.86

المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (٣) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر كانون الاول رين الثاني للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤



المصدر بيانات جدول (٣)

دً : شهر كانون الثاني

تبين من خلال الجدول (٤) والشكل (٤) الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (١٤.٢٩- %) ، وسجلت الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ اعلى معدل بقاء لها ١٣.٢ يوم ، واقل معدل بقاء سجل في الدورة المناخية الثالثة ٩.٨ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقائها اتجاه نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (١.٦٠- %) ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اقل معدل بقاء لها ٩.٢ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، واعلى معدل بقاء سجل في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ بمعدل ٩.٥ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الانبعاجات العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (١٦.٠٧ %)، وسجلت الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ اعلى معدل بقاء لها ١.١ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الاولى بمعدل ٠.٨ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : تتجه معدلات عدد أيام بقاء الانبعاجات الضحلة نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٢٤.٣٥ %) ، وسجل اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٧.٢ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ٣.٥ يوم للمدة ١٩٨٤-١٩٩٤ .

وعلية يلاحظ ان شهر كانون الثاني كان اتجاه التغير نحو الانخفاض للاخاديد العميقة والضحلة ، وبينما كان اتجاه التغير نحو الارتفاع للانبعاجات العميقة والضحلة .

جدول (٤) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر شهر كانون الثاني للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

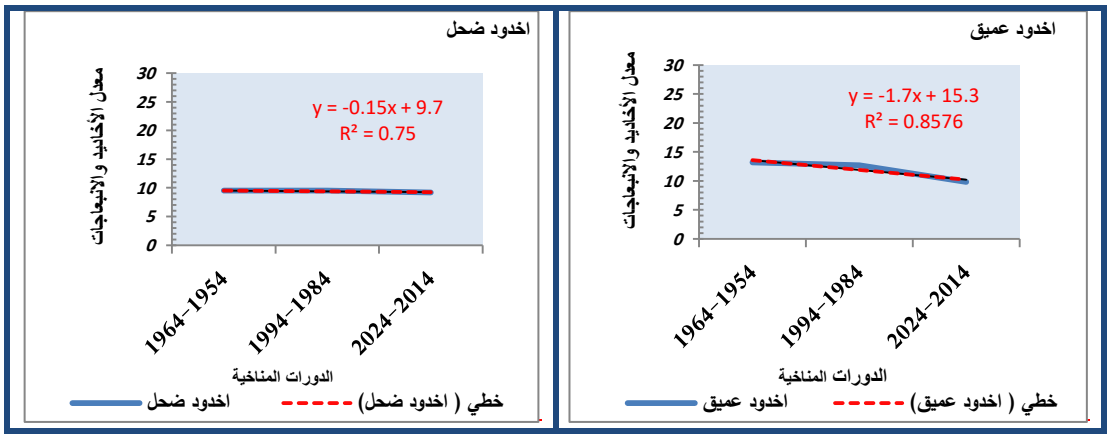
الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	13.2	9.5	0.8	4.7
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	12.7	9.5	0.9	3.5
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	9.8	9.2	1.1	7.2
المعدل	11.90	9.40	0.93	5.13
معامل التغير	-1.7	-0.15	0.15	1.25
نسبة التغير السنوي %	-14.29	-1.60	16.07	24.35

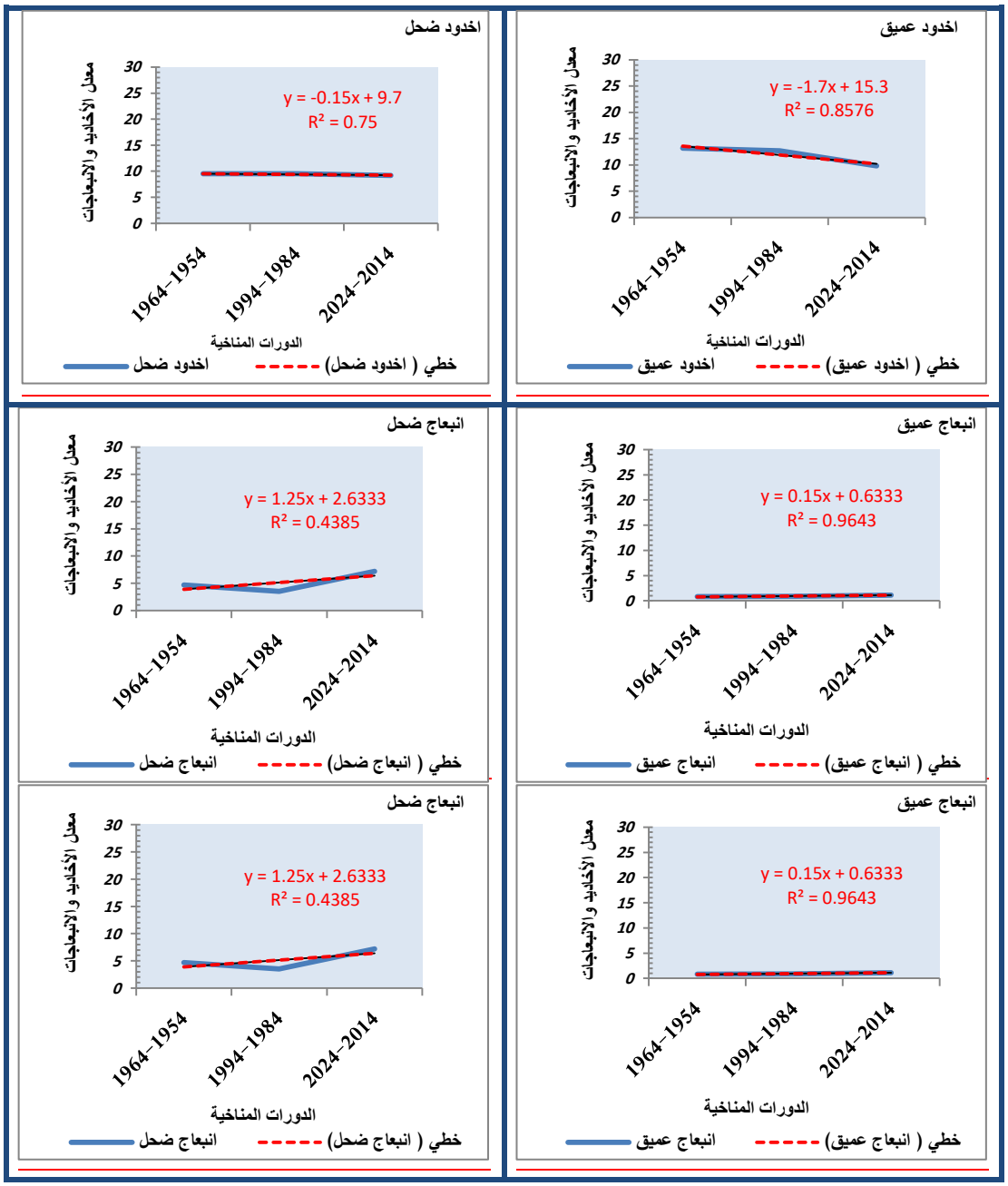
المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط

https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (٤) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر كانون الثاني للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر: بيانات جدول (٤)

هـ : شهر شباط

يتضح من خلال الجدول (٥) والشكل (٥) الاتي:

١- **الأخاديد العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (١٢.٥٠ %) ، وسجلت الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ اعلى معدل بقاء لها ١٣.٤ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الاولى ٨.٧ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الأخاديد الضحلة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٣.٧١ - %) ، وسجلت الدورة المناخية الاولى اعلى معدل بقائها ١٠ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ ، واقل معدل بقاء لها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٩ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام الانبعاجات العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٢٠.٤٥ %) ، وسجل اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ١ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ٠.٥ يوم للمدة ١٩٨٤-١٩٩٤ .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجل معدل عدد أيام الانبعاجات الضحلة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٠.١٢- %) ، وسجلت الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ اعلى معدل بقاء لها ٤.٥١ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٤ يوم .

علية يمكن ان نلاحظ ان شهر شباط كان اتجاه التغير نحو الارتفاع للاخاديد العميقة والانبعاجات العميقة، وفي حين كان اتجاه التغير منخفضاً للاخاديد الضحلة والانبعاجات الضحلة .

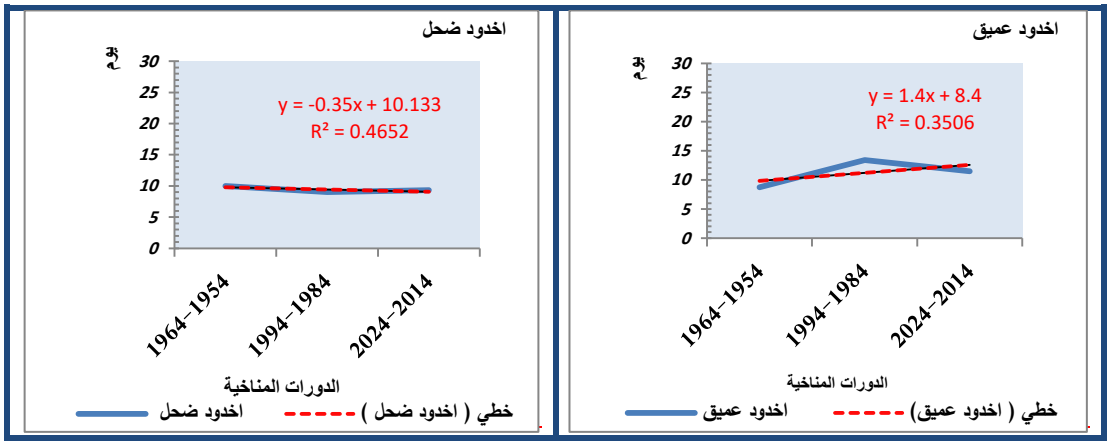
جدول (٥) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر شهر شباط للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

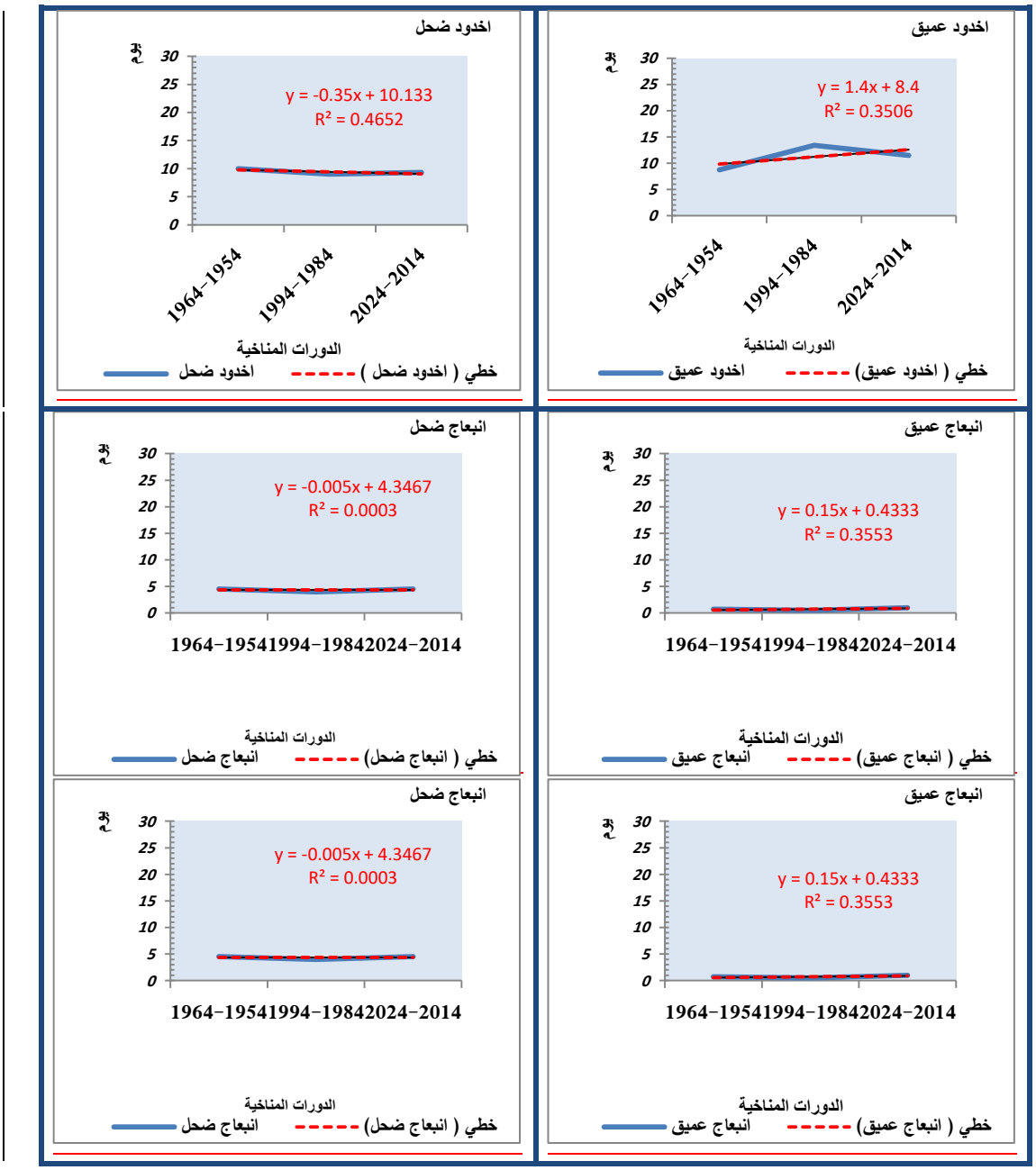
الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	8.7	10	0.7	4.51
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	13.4	9	0.5	4
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	11.5	9.3	1	4.5
المعدل	11.20	9.43	0.73	4.34
معامل التغير	1.4	-0.35	0.15	-0.005
نسبة التغير السنوي %	12.50	-3.71	20.45	-0.12

المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (٥) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر شباط للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر : بيانات جدول (٥)

ز : شهر آذار:

تشير بيانات الجدول (٦) والشكل (٦) الى الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : يتجه معدل عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة نحو الانخفاض بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٠.٠٤- %) ، واعلى معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ١٤.٣ يوم ، واقل معدل بقاء لها سجل في الدورة المناخية الثالثة ١٠.٢ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤.

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجلت معدلات عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٣.٧٥ %) ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء لها ١١ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، واقل معدلبقاء سجل في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ بمعدل ١٠.٢ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الانبعاجات العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٣.٨٥- %) , وسجلت الدورة المناخية الاولى اعبى معدل بقاء لها ١.٧ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٠.٦ يوم .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : تتجه معدلات عدد أيام بقاء الانبعاجات الضحلة نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٣.٣١ %) ، واقل معدل بقاء لها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٣.٣ يوم ، وبينما سجل اعلى معدل بقائها في الدورة المناخية الثالثة ٥.٣ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ .

يمكن ان نلاحظ ان شهر آذار سجل اتجاهاً منخفضاً للاخاديد العميقة والانبعاجات العميقة ، وبينما سجلت الأخاديد الضحلة والانبعاجات الضحلة اتجاهاً نحو الارتفاع للتغير .

جدول (٦) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر شهر اذار للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

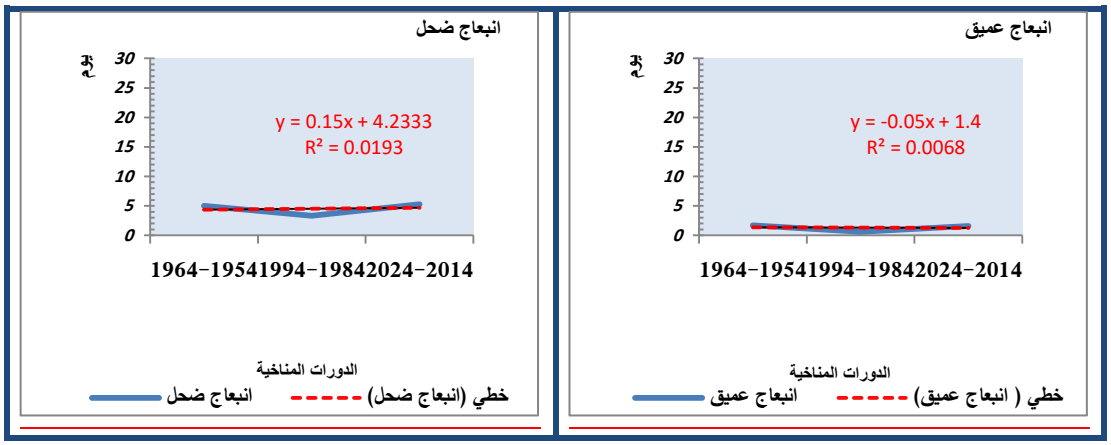
الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	10.21	10.2	1.7	5
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	14.3	10.8	0.6	3.3
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	10.2	11	1.6	5.3
المعدل	11.57	10.67	1.30	4.53
معامل التغير	-0.005	0.4	-0.05	0.15
نسبة التغير السنوي %	-0.04	3.75	-3.85	3.31

المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط

https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (٦) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر اذار للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤



المصدر: بيانات جدول (٦)

ح : شهر نيسان

يتضح من خلال بيانات الجدول (٧) والشكل (٧) الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٢.٧٧- %) ، واعلى معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ١٠ يوم ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اقل معدل بقاء لها ٨.٣ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الأخاديد الضحلة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٧.٦٧ %) ، وسجلت الدروة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء لها ١١.٦ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، وادنى معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤- ١٩٩٤ بمعدل ٩.٧ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجل معدل عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (١.٣٢ %) ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ اعلى معدل بقاء لها ٤ يوم، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٣.٥ يوم .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجلت معدل عدد أيام الانبعاجات الضحلة اتجاه نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٥.٣٦ %) ، وكان اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٥ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ والدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٤.٥ يوم .

تشير نتائج تحليل شهر نيسان الى ان اتجاه التغير اللاخاديد العميقة كان منخفضاً ، وبينما كان الاتجاه التغير للأخاديد الضحلة والانبعاجات بنوعيها العميقة والضحلة نحو الارتفاع .

جدول (٧) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر نيسان للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

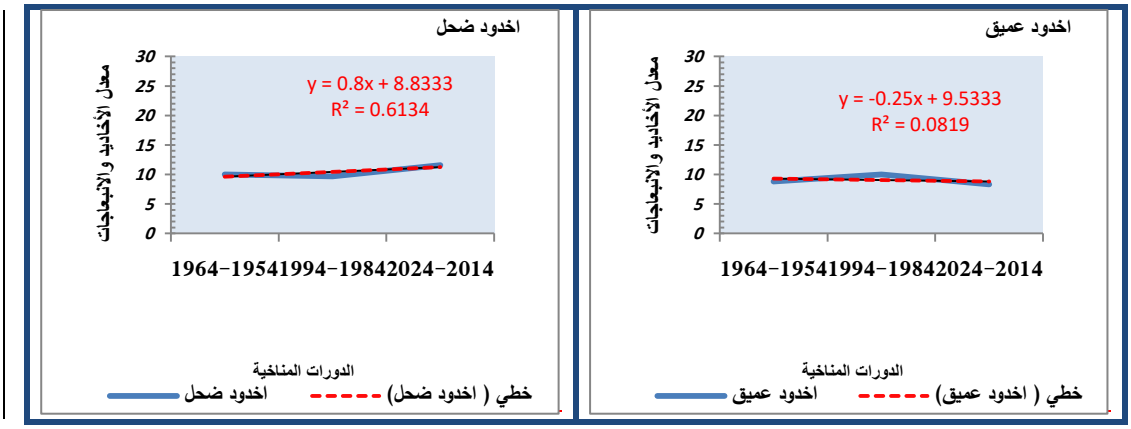
الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	8.8	10	3.9	4.5
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	10	9.7	3.5	4.5
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	8.3	11.6	4	5
المعدل	9.03	10.43	3.80	4.67
معامل التغير	-0.25	0.8	0.05	0.25
نسبة التغير السنوي %	-2.77	7.67	1.32	5.36

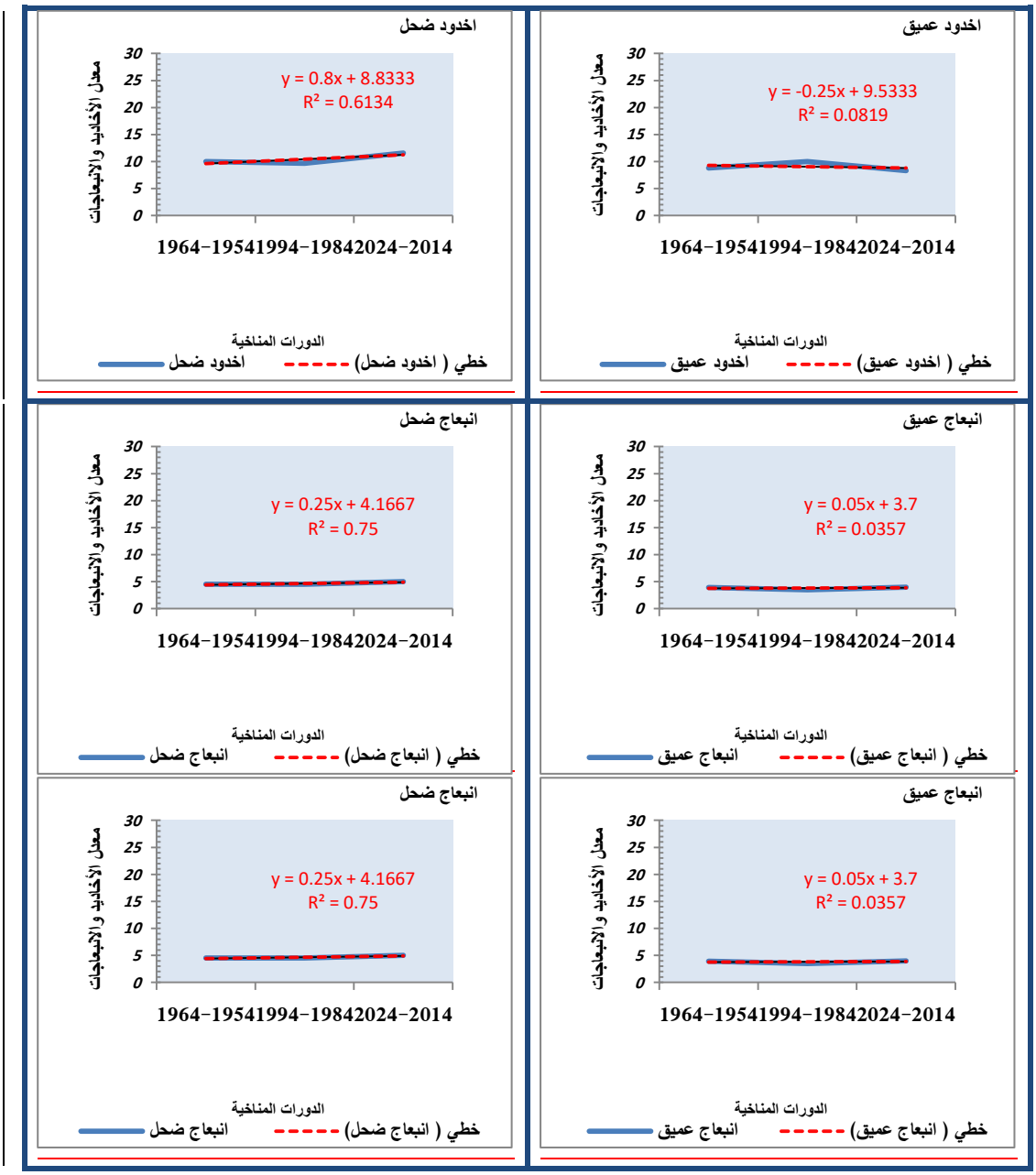
المصدر : بالاعتماد على خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة NOAA على الرابط

https://psl.noaa.gov/data/composites/day

شكل (٧) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر نيسان للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر : بيانات جدول (٧)

ط : شهر مايس

يتضح من خلال بيانات الجدول (٨) والشكل (٨) الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : سجلت معدلات عدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (٣١.٠١- %) ، واعلى معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤ بمعدل ٧.٦ يوم ، وسجلت الدورة المناخية الاولى اقل معدل بقاء لها ٤.٨ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ .

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجل معدل عدد أيام بقاء الأخاديد الضحلة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٣٤.٢٧ %) ، وسجلت الدروة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء لها ٨.٥ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، وادنى معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤- ١٩٩٤ بمعدل ٩.٧ يوم .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجل معدل عدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (١٩.١٩ %) ، وسجلت الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ اعلى معدل بقاء لها ٨.٥ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٥٤-١٩٦٤ بمعدل ٥.٨ يوم .

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجلت معدل عدد أيام الانبعاجات الضحلة اتجاه نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (١٨.٨ %) ، وكان اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٤.٢ يوم ، واقل معدل بقائها المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٢.٢ يوم .

تشير نتائج تحليل شهر مايس الى ان اتجاه التغير اللاخاديد العميقة كان منخفضاً ، وبينما كان الاتجاه التغير للاخاديد الضحلة والانبعاجات بنوعيها العميقة والضحلة نحو الارتفاع .

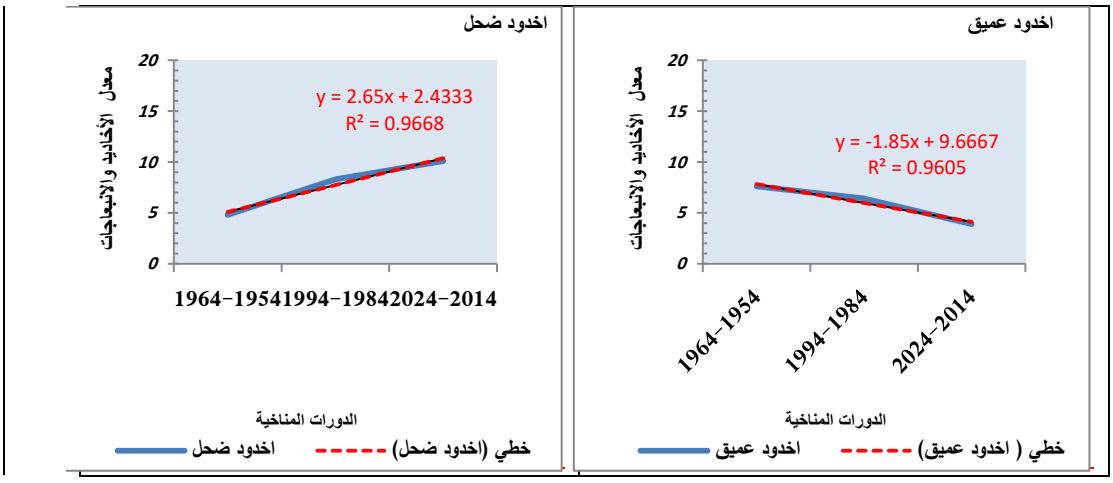
جدول (٨) معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر نيسان للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

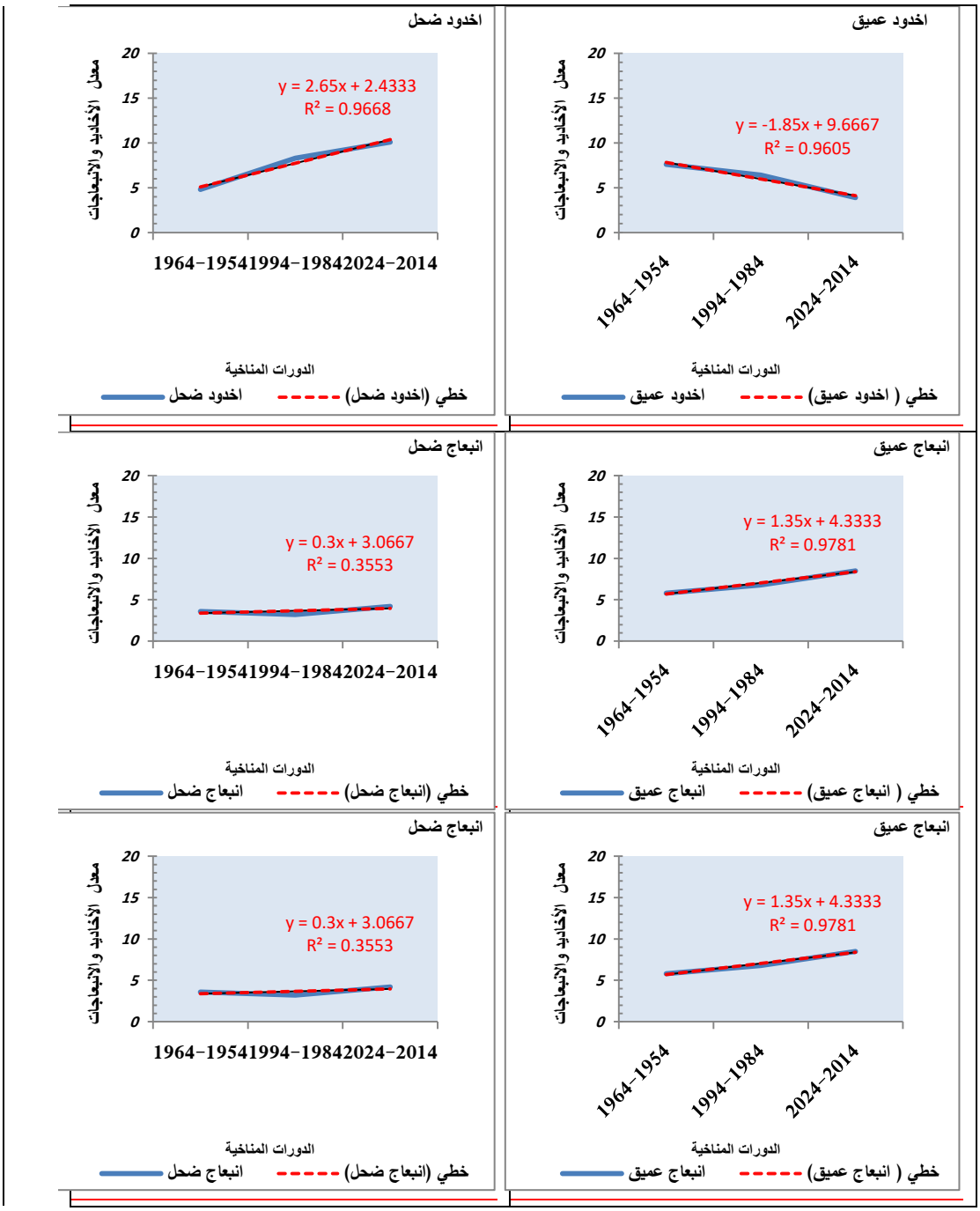
الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	7.6	4.8	5.8	3.6
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	6.4	8.3	6.8	3.2
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	3.9	10.1	8.5	4.2
المعدل	5.97	7.73	7.03	3.67
معامل التغير	-1.85	2.65	1.35	0.3
نسبة التغير السنوي %	-31.01	34.27	19.19	8.18

المصدر : بالاعتماد على خرائ

شكل (٨) اتجاه معدلات عدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر نيسان للدورات المناخية

١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر: بالاعتماد على جدول (٨)

ط: تحليل معدلات المجموع الموسمي للاخاديد العميقة والضحلة والانبعاجات العميقة والضحلة

تشير نتائج الجدول (٩) والشكل (٩) الى الاتي :

١- **الأخاديد العميقة** : سجلت معدلات مجموع الموسمي لعدد أيام بقاء الأخاديد العميقة اتجاهاً نحو الانخفاض بلغت نسبة التغير السنوي للدورات المناخية (١.٠٢- %)، وسجلت الدورة المناخية الثانية اعلى معدل بقائها ٧٩.٥ يوم للمدة ١٩٨٤-١٩٩٤، واقل معدل بقاء لها سجل في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤- ٢٠٢٤ بمعدل ٦٢.٨ يوم.

٢- **الأخاديد الضحلة** : سجل معدل المجموع الموسمي لعدد أيام بقائها اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٧.٢٢%)، وكان اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٧٦.٧ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الاولى ٦٦.٢ يوم للمدة ١٩٥٤-١٩٦٤ .

٣- **الانبعاجات العميقة** : سجلت معدلات المجموع الموسمي لعدد أيام بقاء الانبعاجات العميقة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٧.٨٩ %)، وسجلت الدورة المناخية الثالثة اعلى معدل بقاء لها ٤٥.٥ يوم للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤ ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤ بمعدل ٣٣.١ يوم.

٤- **الانبعاجات الضحلة** : سجلت معدلات المجموع الموسمي لعدد أيام بقاء الانبعاجات الضحلة اتجاهاً نحو الارتفاع بلغت نسبة تغيرها للدورات المناخية (٤.١٤ %) ، وكان اعلى معدل بقاء لها في الدورة المناخية الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤ بمعدل ٤٠.٤ يوم ، واقل معدل بقائها سجل في الدورة المناخية الثانية ٣١ يوم للمدة ١٩٨٤-١٩٩٤ .

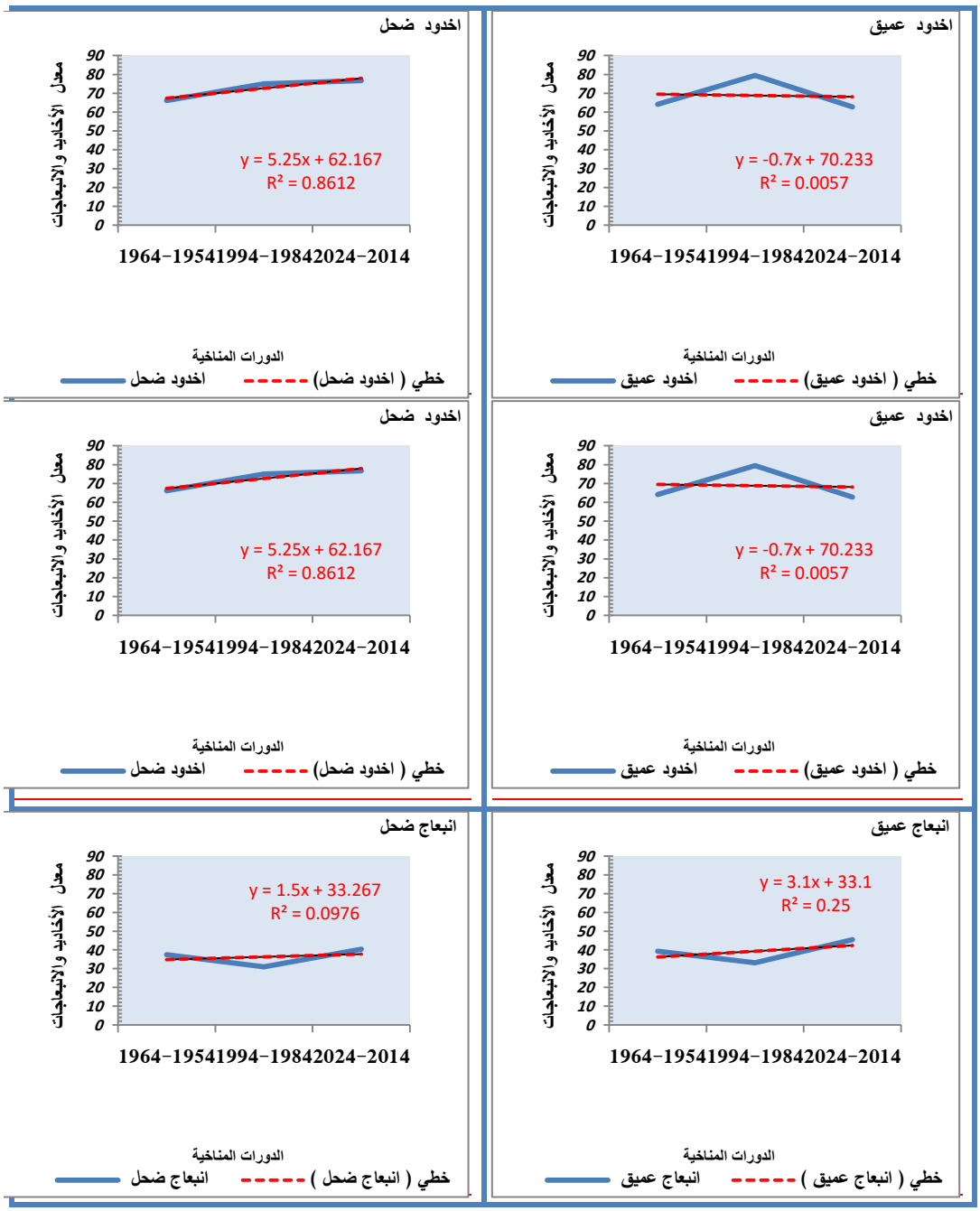
وعلية يمكن ان نلاحظ ان اتجاه التغير لمجموع الموسمي للاخاديد العميقة يتجه نحو الانخفاض ، وبينما اتجاه التغير كان نحو الارتفاع لمجموع الموسمي اللاخاديد الضحلة و للانبعاجات بنوعيها العميقة والضحلة .

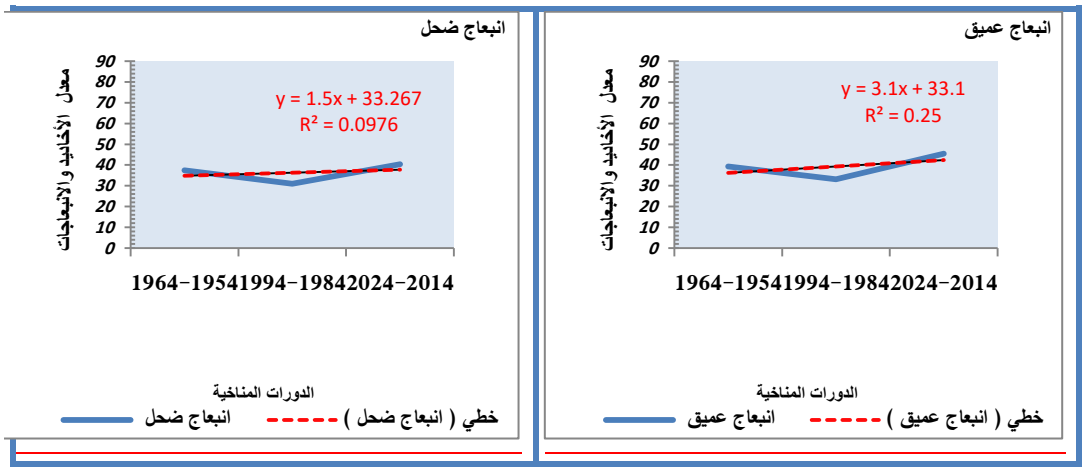
جدول (٩) المجموع الموسمي لعدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر نيسان للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤

الدورات المناخية	اخدود		انبعاج	
	عميق	ضحل	عميق	ضحل
الدورة الاولى ١٩٥٤-١٩٦٤	64.2	66.2	39.3	37.4
الدورة الثانية ١٩٨٤-١٩٩٤	79.5	75.1	33.1	31
الدورة الثالثة ٢٠١٤-٢٠٢٤	62.8	76.7	45.5	40.4
المعدل	68.83	72.67	39.30	36.27
معامل التغير	-0.7	5.25	3.1	1.5
نسبة التغير السنوي %	-1.02	7.22	7.89	4.14

المصدر: بيانات الجداول (١و٢و٣و٤و٥و٦و٧و٨و)

شكل (٩) اتجاه المجاميع الموسمية لعدد ايام بقاء الحالات العميقة والضحلة للاخاديد والانبعاجات خلال شهر نيسان للدورات المناخية ١٩٥٤-١٩٦٤و١٩٨٤-١٩٩٤و٢٠١٤-٢٠٢٤





المصدر : بيانات جدول (٩)

تاسعاً : الاستنتاجات

تبين من تحليل تغير انماط ظهور الأخاديد والانبعاجات الهوائية للدورات المناخية ١٩٦٤-١٩٨٤و١٩٩٤-٢٠١٤و٢٠١٤-٢٠٢٤ فوق العراق وجود تغيرات في عدد ايام بقاء أنماط ظهورها بالاوضاع العميقة والتي تأخذ استطاله وتكون متقاربة مع بعضها وبين الانماط ذات التموج الضعيف جملة من النتائج تمثلت بالاتي :

١- سجلت الاشهر كانون الاول وكانون الثاني واذار ونيسان ومايس تراجعاً لمعدل عدد ايام سيطرة الاخاديد القطبية العميقة على العراق بنسب سالبة تغير بلغت (-٤.٥ , -١٤.٢-, ٠.٤ -٢.٧ , ٣١.٠١- %) على التوالي مما يشير الى ضعف تعمق الاخاديد الهوائية القطبية خلال هذه الاشهر نتيجة التغير المناخي وسجل شهر مايس اعلى نسبة تغير لها نتيجة سيطرة الأنبعاجات المدارية وتراجع مؤثرات خلية فرل نحو العروض العليا .

٢- سجلت الاشهر تشرين الاول وتشرين الثاني وشباط فقط تزايدا في معدل عدد ايام بقاء الاخاديد العميقة بنسب تغير موجبة بلغ (٦٣.١ , ٨.٩ ,١٢.٥ %) ويرتبط هذا التزايد بنشاط تبادل الطاقة عند المستوى ٥٠٠ hpa وقد ترتبط بتقدم الكتل الهوائية الباردة المتزامنة مع تكرار المرتفعات الجوية الباردة كالمرتفع السيبيري او عند تعمق احد المنخفضات الجوية .

٣- سجلت الاشهر تشرين الاول وكانون الثاني تراجعا للأخاديد الضحلة بنسب تغير (-٢.٢ ,١٦.٧- ,-٣.٧١%) على التوالي بينما سجلت الاشهر تشرين الثاني وكانون الاول واذار ونيسان ومايس ارتفاعاً في مده بقاءه بنسب تغيرموجبة بلغت (٣.٥ ,١٤.٥٧ , ٣.٥٧ ,٧.٦, ٣٤.٢٧ %) على التوالي ويلاحظ ان زيادة مدد بقاء الحالات الضحلة للأخدود يضعف وصول الهواء البارد الى العراق ويضعف من نشاط حالات عدم الاستقرار الجوي خلال اشهر الموسم الممطر.

٤- ارتفعت مدة بقاء حالات تعمق الانبعاجات المدارية لأغلب اشهر الموسم المطري خلال الاشهر تشرين الثاني وكانون الاول وكانون الثاني وشباط ونيسان ومايس بنسب تغير موجبة بلغت (٢٠.٣ , ٣١, ١.٦٠, ٢٠.٤ , ٣.٨ , ١.٣٢,١٩.٩ %)على التوالي وسجلت الحالات الضحلة له تزايدا للأشهر تشرين الثاني وكانون الاول وكانون الثاني واذار ونيسان ومايس بنسب تغير موجبة ايضاً بلغت (٨.٣٣, ٠.٨٦ , ٢٤.٣٥ , ٣.٣ , ٥.٣٦, ٨.١٨ %) على التوالي وهذا مؤشر واضح على تزايد سيطرة المؤثرات المدارية خلال فصل سقوط الامطار اذ ان سيطرة الانبعاجات المدارية يوثر على سيادة حالات الاستقرار الجوي نتيجة مؤثرات الضغط العالي الناجم عن التيارات الهابطة داخل جسم الانبعاج اضافة الى رفع درجات الحرارة وسيطرة المرتفعات السطحية التي تحول دون تقدم المنخفضات الجوية وازاحة مسارتها عن المنطقة .

٥- تراجع مدة بقاء الانبعاجات المدارية الضحلة لشهر تشرين الاول وشباط فقط بنسب سالبة بلغت (-٣١.٤٨ ,-٠.١٢ %) وهي نسب قليلة قياسا بالحالات العميقة والضحلة التي شهدت تزايدا لاغلب اشهر الموسم المطري .

٦- من ضعف حالات تعمق الاخاديد القطبية خلال موسم هطول الامطار في العراق يضعف من نشاط المنخفضات الجوية السطحية ويحولها المنخفضات ضحلة قصيرة العمر ويضعف نشاط حالات عدم الاستقرار الجوي الناجم عن نشاط الجبهات الهوائية المرافقة لها مما يؤثر على كميات التساقط المطري والذي اخذ بالتناقص في السنوات الاخيرة , يقابلها تطور سيطرة الانبعاجات المدارية وطول مدة بقائها نتيجة تزحزح خلية هادلي نحو العروض الوسطى خلال الموسم المطري مما يزيد من حالات الاستقرار الجوي وتعمل على تنشيط المرتفعات الجوية السطحية التي تعمل كحواجز ضغطية تحول دون تقدم المنخفضات الجوية وتعمل على سيادة ظروف الجفاف .

المصادر :

١- الجوراني . منصور هزاع , اثر التغير المناخي في تغير حركة الاخاديد والانبعاجات الهوائية واثرها في مناخ العراق رسالة ماجستير , كلية الاداب , جامعة ذي قار,٢٠١٣

٢- الزناد , شيماء سامي عبد الحافظ , اثر التغير المناخي في تكرار منخفضات ومرتفعات القطع فوق العراق , رسالة ماجستير ,كلية الآداب , جامعة البصرة , ٢٠١٨غير منشورة

٣- الزنكنة ,ليث محمود , موقع التيار النفاث وأثره في منخفضات وأمطار العراق , رسالة ماجستير, غير منشورة , كلية الآداب , جامعة بغداد, ١٩٩٦ .

٤- الشريفي, رنا عباس واحمد جاسم الحسان, تغير عدد أيام بقاء المنظومات العليا للمستوى٥٠٠ هكتوباسكال المكونة لظاهرة الانجماد في العراق للمدة ١٩٦٨-٢٠٢١ مجلة دراسات البصرة,السنة التاسعة عشر , العدد ٥١ سنة ٢٠٢٤

٥- عبد الباقي , فاتن خالد ، ظواهر طبقات الجو العليا وأثرها في تشكيل وصياغة مناخ العراق، أطروحة دكتوراه، غير منشورة , كلية الآداب ، جامعة بغداد، ٢٠٠١، .

٦- الهيئة الدولية للتغير المناخي , تغير المناخ ٢٠٢١ , التقرير التجميعي , جنيف ٢٠٢١

٧- خرائط المستوى ٥٠٠ hpa المنشور على موقع وكالة الغلاف الجوي والمحيطات الامريكية NOAA على الرابطhttps://psl.noaa.gov/data/composites/day

8-Nikolaos Christidis ,P. A. Stott; Changes in the geopotential height at 500 hPa under the influence of external climatic forcing; Geophysical Research Letters;2015

9-Robert V. Rohli;&others; Changing features of the Northern Hemisphere 500-hPa circumpolar vortex; ORIGINAL RESEARCH; Volume 5 - 2022

10-Thomas Reichle; Changes in the Atmospheric Circulation as Indicator of Climate Change; Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences https://www.researchgate.net/publication/264873316

11- William K. M. Lau and Kyu-Myong KimAuthor; Robust Hadley Circulation changes and increasing global dryness due to CO_2 warming from CMIP5 model projections; https://journals.ametsoc.org/view/journals