ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: https://eduj.uowasit.edu.iq

The impact of climate change on the number of frosty nights and ice days at some stations in the mountainous region of Iraq for the period 1992-2024

Dr. Ahmed Jassim Mohammed

Ass. Lect. Saja Yassin Younis

University of Basra / College of Education for Women

Email:
ahmed.mohemed@uobasrah.edu.iq
saja.yassein@uobasrah.uobasrah.edi.iq

Keywords:

Frosty nights, icy days, climate change, mountainous region of Iraq

CC BY

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 13. Nov.2025

Accepted 30. Dec.2025

Published 10. Aug.2026

A B S T R A C T

The research aims to study the impact of climate change on the change in the frost night index and the ice days index in some stations in the mountainous region of Iraq for the period 1992-2024, based on daily data for minimum and maximum temperatures ،The frost night index was determined by calculating the daily minimum temperatures recorded from 0°C and below ،and calculating the frost day index from the daily maximum temperatures from 0°C and below, after determining the general trend of change in the two indices during the months from November to April It was found that there is a general trend towards a decrease in the number of days of frost nights and ice days in all stations of the study area as a result of climate change ،with variation in the rates of change between stations as a result of their local conditions and the effect of the altitude factor. The ice days index recorded a greater change as a result of the rise in maximum temperatures ،When calculating the correlation between the frosty nights index and minimum temperatures and the frosty days index and maximum temperatures, a strong inverse correlation was found; When subjected to statistical testing, all correlations, both monthly and seasonal, were found to be significant, indicating that the upward change in daily minimum and maximum temperatures affected the decline in the number of days with frosty nights and icy days in the mountainous region of Iraq.

© 2026 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol64.Iss1.4855

أثر التغيرات المناخية في تغير عدد أيام قرينتي الليالي الصقيعية والأيام الجليدية في بعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤

أ.د. أحمد جاسم محمد م.م سجى ياسين يونس
جامعة البصرة / كلية التربية للبنات

الملخص

يهدف البحث الى دراسة تأثير التغيرات المناخية على تغير مؤشر الليالي الصقيعية ومؤشر الايام الجليدية في بعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤ بالاعتماد على البيانات اليومية لدرجة الحرارة الصغرى والعظمى، اذ تم تحديد مؤشر الليالي الصقيعية باحتساب قيم درجات الحرارة الصغرى اليومية المسجلة من (٠ مْ) فما دون واحتساب مؤشر اليوم الجليدي من درجات الحرارة العظمى اليومية من(٠ مْ) فما دون ، وبعد تحديد الاتجاه العام لتغير المؤشرين خلال الاشهر من تشرين الثاني لغاية شهر نيسان وجد انه هناك اتجاه عام لانخفاض عدد ايام مؤشر الليالي الصقيعية والايام الجليدية في عموم محطات منطقة الدراسة نتيجة التغير المناخي مع وجود تباين في نسب التغير بين المحطات نتيجة للظروف الموضعية لها وتأثير عامل الارتفاع ، وسجل مؤشر الأيام الجليدية تغيراً اكبر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة العظمى ، وعند احتساب علاقة الارتباط بين مؤشر الليالي الصقيعية ودرجات الحرارة الصغرى وبين مؤشر الايام الجليدية ودرجات الحرارة العظمى تبين وجود علاقة ارتباط عكسية قوية وعند اخضاعها للاختبار الاحصائي وجد ان جميع علاقات الارتباط شهريا وموسمياً كانت ذات دلالات معنوية ، مما يشير الى ان تغير درجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية بالارتفاع أثر على تراجع عدد أيام مؤشري الليالي الصقيعية والايام الجليدية في اقليم المنطقة الجبلية من العراق .

الكلمات المفتاحية : الليالي الصقيعية ، الايام الجليدية ، تغير المناخ ، المنطقة الجبلية من العراق

المقدمة:

لاتزال دراسات التغير المناخي تحظى باهتمام منظمات المجتمع الدولي كافة لما لها من اهمية جسيمة ترتبط بمستقبل البشرية على كوكب الارض واصبحت التغيرات المناخية العالمية تهدد الوجود البشري، وغالبا ما يُعرف تغير المناخ بالعامل (المضاعف للخطر) لأنه يُفاقم ندرة الموارد ويزيد العوامل الاجتماعية والاقتصادية والبيئية القائمة سوءًا. يمكن أن يؤدي هطول الأمطار المفاجئ والظواهر الجوية المتطرفة إلى إشعال فتيل التنافس على الغذاء والماء، كما يمكن أن يؤدي انخفاض الإنتاج الزراعي إلى فقدان عدد كبير من السكان لموارد رزقهم. وتدفع موجات الجفاف والفيضانات والعواصف وارتفاع مستوى سطح البحر بالفعل إلى نزوح أكثر من ٢٠ مليون شخص من منازلهم والانتقال إلى مناطق أخرى في بلدانهم كل عام.(الامم المتحدة .٢٠٢٤ .١٣) ،اذا اشار تقرير المركز الاوربي للتنبؤات الجوية قصيرة المدى عام ٢٠٢٤ و مركز كوبرنيكوس لتغير المناخ الى ان العالم اصبح اكثر دفئا بمقدار ١.٦٠ مْ عن مستوى عصر ماقبل الصناعة لقد كانت السنوات العشر الماضية هي الأكثر دفئًا على الإطلاق وقياسا تقرير التقييم السادس بوضوح أن الاحترار العالمي وصل في عام ٢٠٢٠ إلى ١.١ درجة مئوية (IPCC,2024) وان جميع هذه المؤشرات تشير الى حدوث تغير واضح في درجات الحرارة نحو الارتفاع وان هذه الارتفاعات غير المسبوقة في درجات الحرارة سينعكس بوضوح على احداث تغيرات لاسيما في درجات الحرارة الدنيا والظواهر المرتبطة بها كالصقيع والتساقط الثلجي .

مشكلات الدراسة

انطلقت مشكلات الدراسات من التساؤلات الآتية:

١.هل أثر التغير المناخي في عدد أيام تكرار ظاهرة الليالي الصقيعية في محطات المنطقة الجبلية من العراق.

١.هل أثر التغير المناخي في عدد أيام تكرار ظاهرة الايام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية من العراق.

٣. ما طبيعة الاتجاه العام لتغير تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية والأيام لجليدية في محطات المنطقة الجبلية .

٤. هل يظهر تباين في نسبة تغير تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية وللأيام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية.

فرضيات الدراسة

١. أثر التغير المناخي في عدد أيام تكرار ظاهرة الليالي الصقيعية في محطات المنطقة الجبلية من العراق.

٢. أثر التغير المناخي في عدد أيام تكرار ظاهرة الأيام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية من العراق.

٣. هناك الاتجاه العام لتغير تكرار عدد أيام الليالي الصقيعية والايام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية.

٤. يظهر تباين في نسبة تغير تكرار عدد أيام الليالي الصقيعية والايام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية.

حدود االبحث

اقتصرت حدود الدراسة المكانية على حدود المنطقة الجبلية من العراق فقط الواقعة بين احداثي خطي عرض ٥١ ً ٣٤ ْ ٢٢ ً ٣٧ ْ وقوسي طول ٣٦ ً ٤٢ ْ ٣٤ ً ٤٦ ْ قوس في الطرف الشمالي الشرقي من العراق خريطة (١) وتقع ضمن حدود المناخ المعتدل الرطب ذو الصيف الجاف (مناخ البحر المتوسط) ضمن تصنيف كوبن للمناخ اذ تتصف المنطقة بصفات مناخية واضحة تتميز عم باقي اقسام سطح العراق بسبب الطبيعة التضاريسية فيها والمتمثلة بوجود سلاسل جبلية يتراوح ارتفاع الاراضي فيها بين ٨٠٠-٣٦٠٠م فوق مستوى سطح البحر (الموسوي وابو رحيل ,٢٠١٣,٣١) ويساهم عامل الارتفاع على خفض درجات الحرارة بشكل واضح قياسا بباقي اقسام العراق فضلاً عن موقعها جنوب المنطقة المعتدلة الشمالية تخضع لحركة المنظومات القطبية لاسيما المرتفعين السيبيري والاوربي مما يساهم في خفض درجات الحرارة وتكوين حالات الانجماد وتكرار الليالي الصقيعية واعتمدت محطات ضمن البيئة الجبلية شملت ثمان محطات زاخو والعمادية اربيل وسوران ورانية ودوكان وبنجوين والسليمانية ، جدول (١) خريطة (١) واعتمدت البعد الماني للدراسة على بيانات بيانات درجات الحرارة الصغرى و العظمى اليومية للمدة من ١٩٩٢-٢٠٢٤ لتحديد عدد ايام الليالي الصقيعية والايام الجليدية في منطقة الدراسة واعتمد فيها على بيانات مديرية الارصاد الجوية في اقليم كوردستان العراق وبيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) بدقة مكانية 0.25× ٠.٢٥ درجة المنشورة على الرابط الالكتروني https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5 /

أهداف البحث

يهدف البحث إلى الكشف عن طبيعة التغيرات الحرارية ضمن اقليم المنطقة الجبلية من العراق كونها من اكثر اقاليم مناخ العراق اعتدالا في درجات الحرارة اضافة الى طبيعة المناخ الشبة الرطب فيها والذي يمثل اكثر جهات اقسام سطح

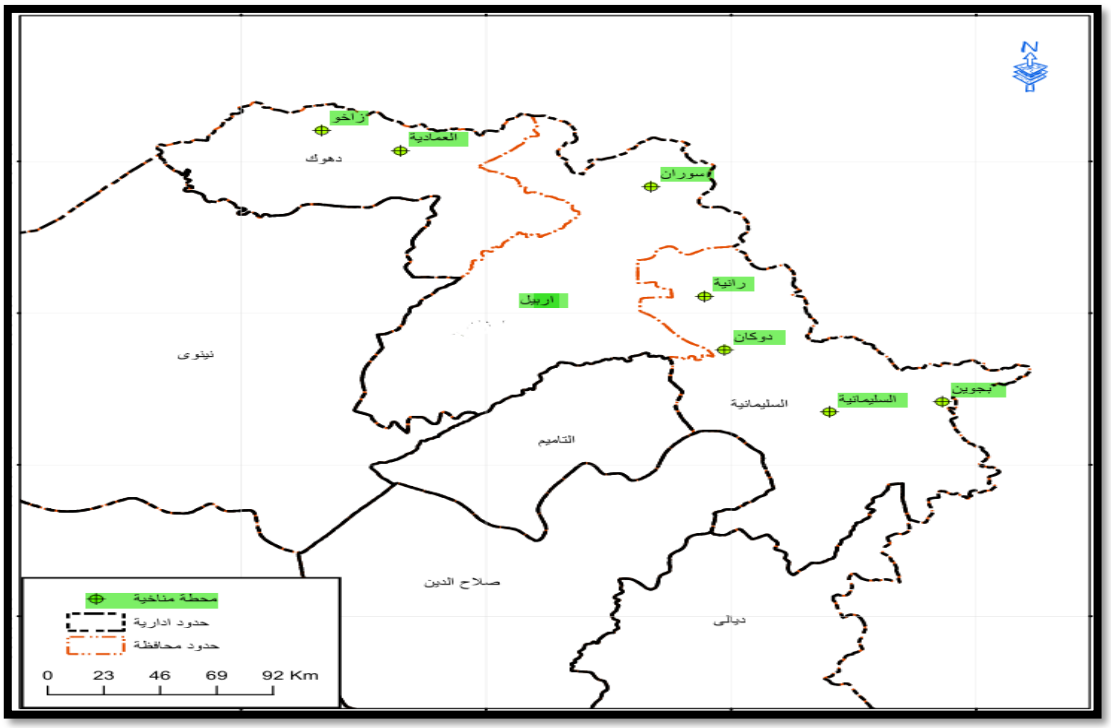
العراق استلاما للتساقط بنوعية المطري والثلجي، اضافة الى حساسية مناخ المنطقة الجبلية من العراق للتغيرات المناخية وخصوصا ان العراق عموما شهد تغيرات مناخية حادة قياسا للمتوسطات العالمية لدرجات الحرارة اذ اشار (التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ ,٢٠١، , ٢٠و٢١) الى حدوث تغير في متوسط درجات الحرارة في العراق لسيناريو الحالة الأكثر سوءا ارتفاعات قدرها ٤.٥ و ٤.٨ درجة مئوية وهي تفوق المتوسط العالمي للتغير والبالغ ١.٥ م مما نعكس ذلك على تتغير درجات الحرارة الصغرى بصورة عامة وعلى حالات تكون الصقيع والجليد.

جدول (١) مواقع المحطات المناخية المعتمدة في الدراسة وارتفاعها عن مستوى سطح البحر (م)

ت	اسم المحطة	خط عرض	قوس طول	الارتفاع م
١	زاخو	٣٧ ْ ١٣ ً	٤٢ ْ ٦٧ ً	٤٩٦.٣
٢	العمادية	٣٧ ْ ١٠ ً	٤٣ ْ ٤٨ ً	١١٥٣.٤
٣	سوران	٣٦ ً ٦٥	٤٤ ْ ٥٤ ً	٩٨٧.١
٤	رانية	٣٦ ْ ٢٥ ً	٤٤ ْ ٨٦ ً	١٥٣٢
٥	اربيل	٣٦ ١٩	٤٣ ْ ٦٣ ً	٣٩٨
٦	دوكان	٣٥ ْ ٩٢ ً	٤٤ ْ ٩٦ ً	٩٣٦
٧	بنجوين	٣٥ ْ ٦٢ ً	٤٥ ْ ٩٢ ً	١٦٤٧
٨	السليمانية	٣٥ ْ ٤٨ ً	43 ْ 92	٨٣٣

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية في اقليم كردستان ، بيانات غير منشورة.

خريطة (١) مواقع المحطات المناخية المعتمدة في الدراسة



المصدر: بيانات جدول (١)

البيانات وطريقة العمل

اعتمد في تحليل بيانات البحث على تحليل درجات الحرارة الصغرى اليومية لمدة ٣٣ عام للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤ لمحطات منطقة الدراسة وتم تحديد مؤشر الليالي الصقيعية التي تنخفض فيها درجات الحرارة الصغرى من ٠ مْ فمادون والايام الجليدية لايام التي تكون فيها درجات الحرارة العظمى من ٠ مْ فمادون ايضاً (فياض ,٢٠٢٥) وقد تم تحديد الاتجاه العام لتكرار عدد الايام شهريا وموسميا من خلال تطبيق المعادلات التالية (الراوي,١٩٨٩)

١. الاتجاه العام باستعمال 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 * n

C= نسبة التغير الموسمي %

N = عدد السنوات

معادلة الارتباط .....

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - \{\sum x_i \sum y_i\}/n}{\sqrt{\sum x_i^2 - \{\frac{(\sum x_i)^2}{n}\}}\sqrt{\sum y_i^2 - \{\frac{(\sum y_i)^2}{n}\}}}$$

اذ ان : r معامل الارتباط , yالمتغير المستقل x المتغير التابع

N= عدد القيم

اختبار t-test اذان = rالارتباط r2درجة الاشتراك

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r2}}$$

مؤشرات التغير المناخي العالمية

تغير المناخ يقصد به التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس، قد تكون هذه والتحولات طبيعية فتحدث، على سبيل المثال، من خال التغيرات في الدورة الشمسية، ولكن منذ القرن التاسع عشر، أصبحت الأنشطة البشرية المسبب الرئيسي لتغير المناخ، ويرجع ذلك أساسًا إلى حرق الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط والغاز، حيث ينتج عنه انبعاثات غازات الدفيئة التي تعمل مثل غطاء يلتف حول الكرة الأرضية، مما يؤدي إلى حبس حرارة الاشعاع الارضي ورفع درجات الحرارة (التغير المناخي .٢٠٢٣, ٦) وفقًا لتقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الصادر في أغسطس عام ٢٠٢١ فإن العديد من التغيرات المناخية المرصودة غير مسبوقة على مدى مئات الآلاف من السنين, ولا يمكن وقف بعض التغيرات المسجلة، مثل الارتفاع المستمر لمستوى سطح البحر، ويتوقع التقرير أن التغيرات المناخية في العقود القادمة ستزداد في جميع المناطق ، حيث سيؤدي الاحترار العالمي البالغ ١.٥ درجة مئوية إلى موجات حرارة متزايدة ومواسم دافئة أطول ومواسم باردة أقصر، وجاء في التقرير أنه عند بلوغ الاحترار العالمي درجتين مئويتين، ستصل درجات الحرارة القصوى غالبًا إلى مستويات حرجة بالنسبة للزراعة والصحة .من عام ١٩٩٣ حتى عام ،٢٠٢٢ لقي أكثر

من ٧٦٥٠٠٠ شخص حتفهم على مستوى العالم، وبلغت الخسائر المباشرة نحو(٤.٢ تريليون دوالر أمريكي) ، نتيجة من أحداث الطقس المتطرفة الناجمة عن التغير المناخي (جولستون ,٢٠٢٥, ٦) و ارتبطت جميع مؤشرات التغير المناخي الحالية بزيادة تراكيز غازات الاحتباس الحراري اذ ارتفع وبلغ المتوسط العالمي للتركيز السطحي لثاني أكسيد الكربون ٤٢٠.٠ جزءاً في المليون، والميثان ١٩٣٤ جزءاً في المليار، وأكسيد النيتروز ٣٣٦.٩ جزءاً في المليار في عام ٢٠٢٣. وهذه القيم، يقول التقرير، تشكل زيادة في مستويات غازات الاحتباس الحراري قدرها ١٥١٪ و٢٦٥٪ و١٢٥٪ على التوالي مقارنة بمستويات هذه الغازات في عصر ما قبل الثورة الصناعية (قبل عام ١٧٥٠). وتُحسَب هذه القيم استناداً إلى الرصدات الطويلة الأجل في شبكة محطات الرصد التابعة لبرنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي (WMO.2024.3)، استمر تركيز غازي الدفيئة، ثاني أكسيد الكربون والميثان، في الغلاف الجوي في الارتفاع خلال عام ٢٠٢٤. يُظهر التحليل الأولي لبيانات الأقمار الصناعية، المُقاسة على متوسط العمود الجوي بأكمله، أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون أعلى بحوالي ٢.٩ جزء في المليون (+/- ٠.٣ جزء في المليون) في عام ٢٠٢٤ مقارنةً بالعام القياسي السابق ٢٠٢٣، بينما ارتفع الميثان بحوالي ٣ أجزاء في المليون (+/- ٢ جزء في المليون). وقد أدى ذلك إلى متوسط سنوي لعام ٢٠٢٤ يبلغ حوالي ٤٢٢.١ جزء في المليون لثاني أكسيد الكربون و١٨٩٧ جزء في المليون للميثان. وكان معدل زيادة ثاني أكسيد الكربون أكبر من المعدل المُلاحظ في السنوات الأخيرة (بلغت الزيادة من عام ٢٠٢٢ إلى عام ٢٠٢٣ حوالي ٢.٥ جزء في المليون كان معدل زيادة غاز الميثان أقل من السنوات السابقة. على سبيل المثال، كان معدل الزيادة بين عامي ٢٠٢٢ و٢٠٢٣ ضعفًا. وقد ازدادت تركيزات الميثان في الغلاف الجوي بشكل ملحوظ طوال القرن العشرين (نشرة غازات الاحتباس الحراري ,٢٠٢٤) وساهمت هذه الزيادة في رفع درجة حرارة الغلاف الغازي اذ اشار للتقرير السادس للهيئة الدولية لتغير المناخ واذا ما قارنا متوسط الحرارة العالمية بين ١٩٤٠-٢٠٢٤ مع الفترة بين ١٨٥٠-١٩٠٠ نجد ان الاحترار العالمي بلغ (١.٦٣ م ْ) ولازال في تزايد مستمر (فياض .٢٠٢٥. ٨) ، ومن المؤكد ان هذا الارتفاع سينعكس على تغيرات واضحة في المؤشرات الحرارية اذا اشارت التقارير الى حدوث زيادة واضحة لتكرار الأيام الدافئة للمدة ١٩٥٠-٢٠٢٠ يقابلها تراجع واضح في تكرار الليالي الباردة (IPCC.2015.14) وبالتالي سيترك ذلك انعكاسا واضحا على قيم درجات الحرارة وخصوصا خلال الفصل البارد من السنة وينعكس على تكرار الايام والليالي الباردة

أ- التغيرات الشهرية لاتجاه عدد ايام الليالي الصقيعية في محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤.

إنّ تكرار الليالي الصقيعية يبدأ من نهاية شهر تشرين الثاني في بعض محطات المنطقة الجبلية ليمتد الى بداية وحتى شهر اذار احيانا الى بداية شهر نيسان ومن تحليل بيانات الاتجاه العام لعدد ايام تكرار الليالي الصقيعية شهريا ومن بيانات الجدول (٢) يتضح التغيرات التالية :

١- **شهر تشرين الثاني:** يتضح من الشكل (١) ان الاتجاه العام لتكرار الليالي الصقيعية سجل اتجاهاً نحو الانخفاض لجميع محطات منطقة الدراسة وسجل المحطات نسب تغير سالبة بلغت اعلى نسبة لها في محطة زاخو وبلغت ٤٤٠ %- تلتها محطة اربيل بنسبة تغير بلغت ٢٧٥٪- وتلتها محطة سوران بنسبة ١٥٠.٦ %- وسجلت محطة دوكان تغيرا سلبيا بنسبة ١٤١.٧ %- نلتها محطة السليمانية بنسبة تغير بالغة ١٢٦.٩٪- ، و تلتها محطة العمادية بنسبة تغير ١٢٢.٦٪- وسحلت محطتي رانية وبنجوين اقل نسب التغير اذ بلغت ٤٦.٩ و٣٥.٧ % - على التوالي ويعود ذللك لارتفاعها التضاريسي قياسا بباقي المحطات ويلحظ ان نسب الانخفاض في تكرار الليالي الصقيعية كان كبيرا جدا خلال شهر تشرين الثاني نتيجة التغير المناخي وارتفاع قيم درجات الحرارة الصغرى فيه .

٢- شهر كانون الاول: يتبين من بيانات جدول (٢) والشكل (٢) وجود اتجاه عام لانخفاض عدد الليالي الصقيعية لمحطات المنطقة الجبلية من العراق ،اذ سجلت محطة اربيل اعلى نسبة تغير بلغت٨١.٢ % - ، تلتها محطات بنجوين والعمادية وزاخو بنسب انخفاض متقاربة بلغت ٥٦.٧٩ %- و٥٤.١٨ %- و٥٣.٥١ %- على التوالي تلتهم محطة دوكان بنسبة تغير بلغت ٤٠.٦٤ %- بينما سجلت محطتي السليمانية و سوران ٢٩.٣٥ %- و٢٣.١٩ %- على التوالي واخيرا سجلت محطة رانية ادنى نسبة تغير بلغت ١٥.٧٤ % -، مما يشير الى وجدود انخفاض واضح لتكرار الليالي الصقيعية مع بداية فصل الشتاء النظري على منطقة الدراسة .

جدول (٢) قيم المعاملات الخطية لاتجاه تكرار الليالي الصقيعية شهريا وموسميا (يوم) لمحطات المنطقة الجبلية من العراق ونسبة تغيرها (%) للمدة(١٩٩٢- ٢٠٢٤)

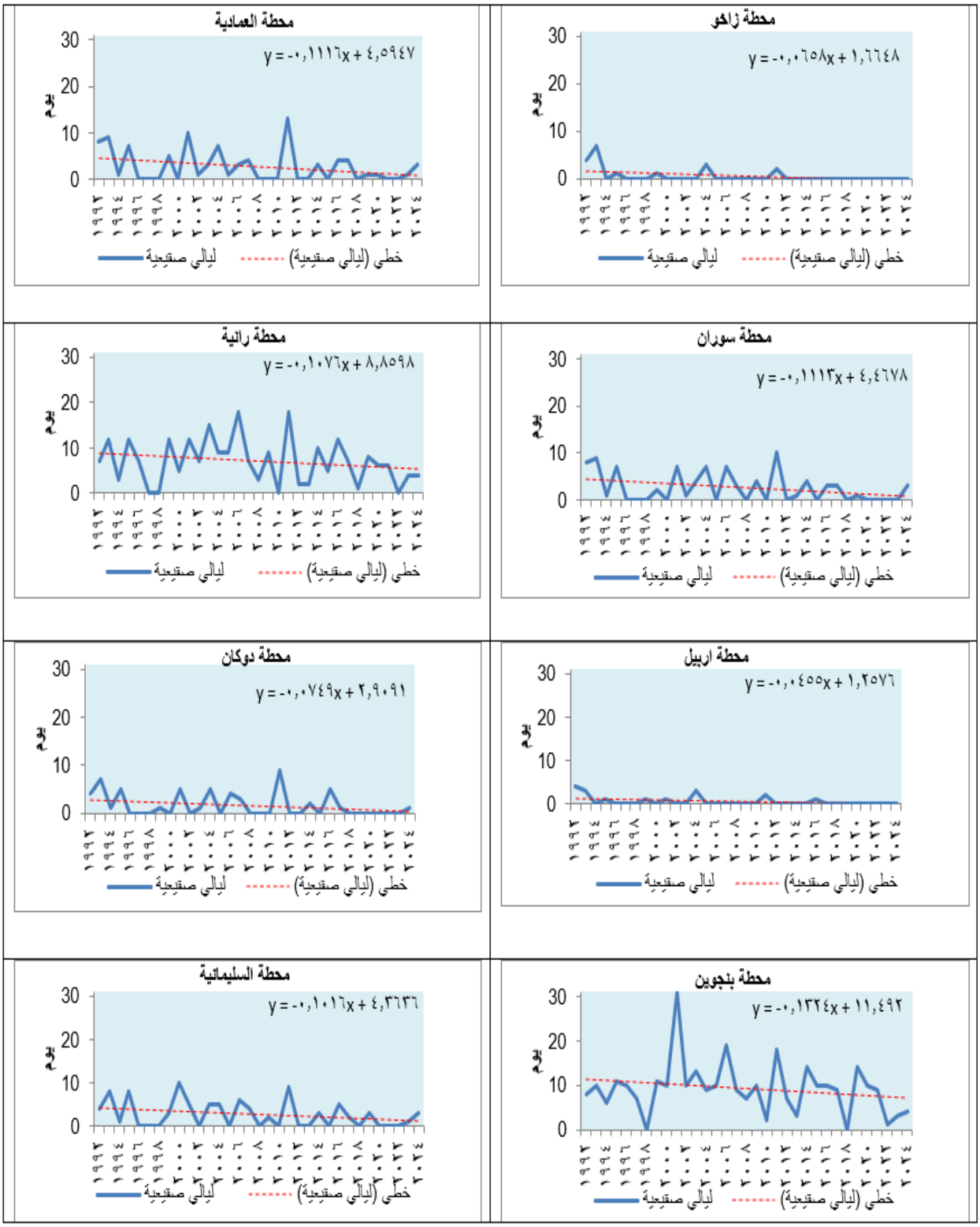
الاشهر	المحطات	زاخو	العمادية	سوران	رانية	اربيل	دوكان	بنجوين	السليمانية
الثاني تشرين	المعدل	0.45	2.69	2.19	7.03	0.48	1.63	9.24	2.6
	معامل التغير	-0.06	-0.1	-0.1	-0.1	-0.04	-0.07	-0.1	-0.1
	نسبة التغير %	-440	-122.677	-150.685	-46.9417	-275	-141.718	-35.7143	-126.923
كانون الاول	المعدل	3.70	12.18	11.38	20.96	4.06	8.12	23.24	11.24
	معامل التغير	-0.06	-0.2	-0.08	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.1
	نسبة التغير %	-53.51	-54.1872	-23.1986	-15.7443	-81.2808	-40.6404	-56.7986	-29.3594
كانون الثاني	المعدل	6.57	21.66	20.51	27.51	7.9	14.84	27.48	18.90
	معامل التغير	-0.1	-0.09	-0.08	-0.004	-0.1	-0.1	-0.09	-0.1
	نسبة التغير %	-50.22	-13.7119	-12.8718	-0.47983	-41.7722	-22.2372	-10.8079	-17.4603
شباط	المعدل	5.24	15.66	14.32	21.69	6.27	10.42	23.09	13.39
	معامل التغير	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
	نسبة التغير %	-62.97	-42.1456	-46.0894	-30.4288	-52.6316	-31.6699	-28.5838	-49.2905
اذار	المعدل	1.8	6.78	5.16	13.21	1.21	3.03	15.54	5.90
	معامل التغير	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.07	-0.1	-0.3	-0.2
	نسبة التغير %	-183.3	-48.6726	-127.907	-74.9432	-190.909	-108.911	-63.7066	-111.864
نيسان	المعدل	٠	0.81	0.55	1.48	٠	0.2	3.03	0.33
	معامل التغير	٠	-0.4	-0.01	-0.03	٠	-0.01	-0.5	-0.01
	نسبة التغير %	٠	-1629.63	-60	-66.8919	٠	-165	-544.554	-100
المجموع الموسمي	المعدل	17.30	59.81	54.35	91.09	21.72	38.09	98.78	
	معامل التغير	-0.4	-0.8	-0.4	-0.8	-0.4	-0.7	-0.7	-0.8
	نسبة التغير %	-76.30	-44.1398	-24.287	-28.9823	-60.7735	-60.6458	-23.3853	-51.1331

المصدر: بالاعتماد على بيانات الملاحق ومعادلة خط الانحدار البسيط ونسبة التغير

١.اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

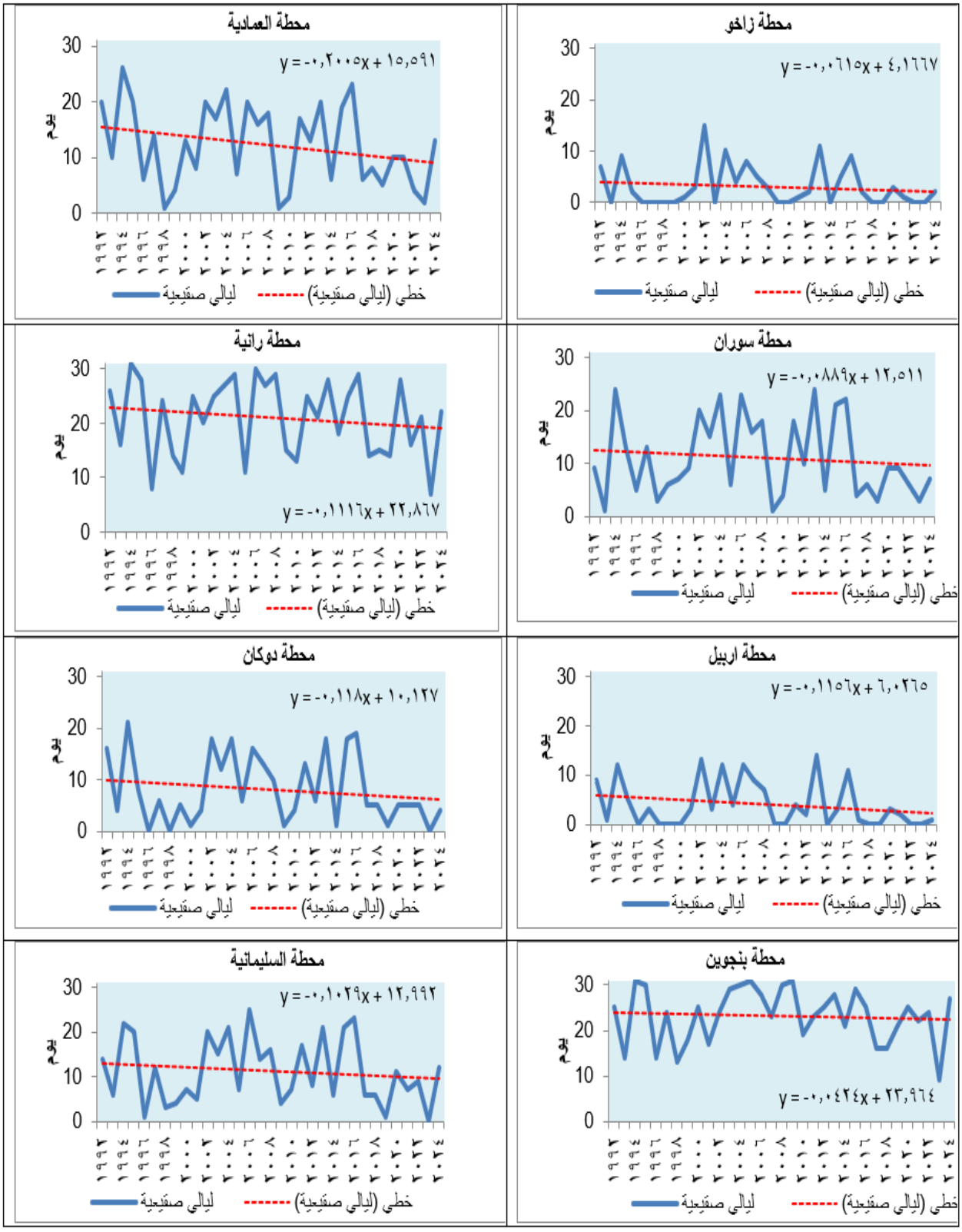
٢. بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) على الرابط https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

شكل (١) اتجاه عدد تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لشهر تشرين الثاني لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة ١٩٩٢ –٢٠٢٤



المصدر: بيانات الملاحق، ١,٢,٣,٤

شكل (٢) اتجاه عدد تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لشهر كانون الاول لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة ١٩٩٢ -٢٠٢٤



المصدر: بيانات الملاحق، ١,٢,٣,٤

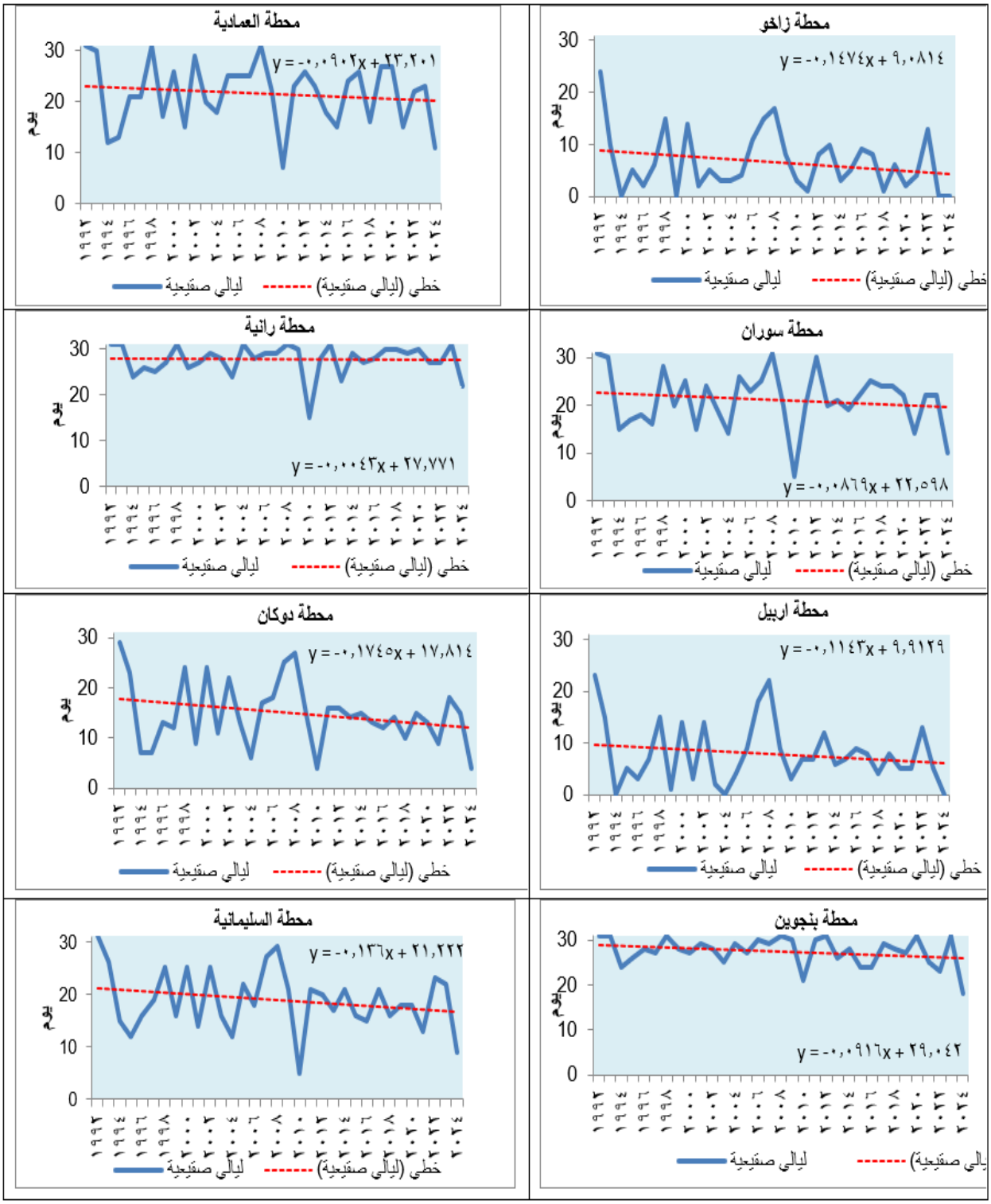
٣- شهر كانون الثاني : يعدّ شهر كانون الثاني أبرد الاشهر في منطقة الدراسة إذ تنخفض فيه معدلات درجات الحرارة الى ادنى مستوياتها :وتسجل خلال هذا الشهر اعلى عدد ايام لتكرار الخيالي الصقيعية من بيانات جدول (٢) والشكل(٣) يتضح وجود اتجاه عام لانخفاض الليالي الصقيعية على محطات منطقة الدراسة، اذ سجلت محطة زاخو اعلى نسبة تغير لانخفاض تكرار الليالي الصقيعية بنسبة ٥٠.٢٢ %- ، تلتها محطة اربيل بنسبة ٤١.٧٧ % - وتلتها محطة دوكان بنسبة تغير بلغت ٢٢.٢٣ %- وسجلت محطات العمادية وسوران وبنجوين والسليمانية تقاربا بنسب التركيز اذ بلغت (١٣.٧ %-، ١٢.٨ %- ،١٠.٨ %- ، ١٧.٤٤ % -) على التوالي بينما سجلت محطة رانية اقل نسبة تغير بلغت ٠.٤١ % - ويلاحظ ان نسب تغير تكرار الليالي الصقيعية خلال شهر كانون الثاني كانت اقل مما هي علية في شهر كانون الاول وهذا يعود الى التكرار العالي لحالات انخفاض درجات الحرارة خلال هذا الشهر الانجم عن سيطرة المرتفعات الجوية لباردة التي تزداد تكرارتها خلال هذا الشهر .

٤- شهر شباط : تظهر بيانات الشكل (٤) والجدول (٢) ان جميع محطات منطقة الدراسة شهدت انخفاضا في تكرار الليالي الصقيعية سجلت فيها محطة زاخو اعلى نسبة تغير بلغت ٦٢.٦٪- تلتها محطة اربيل بنسبة تغير بلغت٥٢.٦ %- وتلتها محطة السليمانية بنسبة تغير بلغت ٤٩.٢ %- تلها محطة سوران بنسبة تغير بلغت ٤٦.٠٨ %- تلتها محطة العمادية بنسبة تغير بلغت ٤٢.١ %- وتقاربت محطتي دوكان ورانية في نسب التغير اذ سجلتا نسب بلغت (٣١.٦٦ %-, ٣٠.٤٢ %-)على التوالي، وسجلت محطة بنجوين اقل نسبة تغير بلغت ٢٨.٥ %- ، وهذا يعود الة موضعها الجغرافي والتضاريسي .

٥- شهر آذار: ترتفع نسب تغير تكرار الليالي الصقيعية خلال شهر اذار لتسجل انخفاضا واضحاً لجميع المحطات الشكل (٥) ومن بيانات الجدول (٢) سجلت محطة اربيل اعلى نسبة تغير وبلغت ١٩٠.٩ %- تلتها محطة زاخو بنسبة تغير بلغت ١٨٣.٣ %- ، تلتهما محطة سوران بنسبة تغير بلغت ١٢٧.٩٥٪- ، كما سجلت محطات دوكان والسليمانية ونسب تغير بلغت ١٠٨.٩-١١.٨ ١٪- ، واخيراً سجلت ادنى نسب تغير في محطات زانية ، العمادية وبنجوين بنسب تغير بلغت ٧٤.٩ و٤٨.٦ و٦٣.٧ %- على التوالي مما يشير الى وجود اتجاه عام وحاد لانخفاض الليالي الصقيعية خلال شهر اذار.

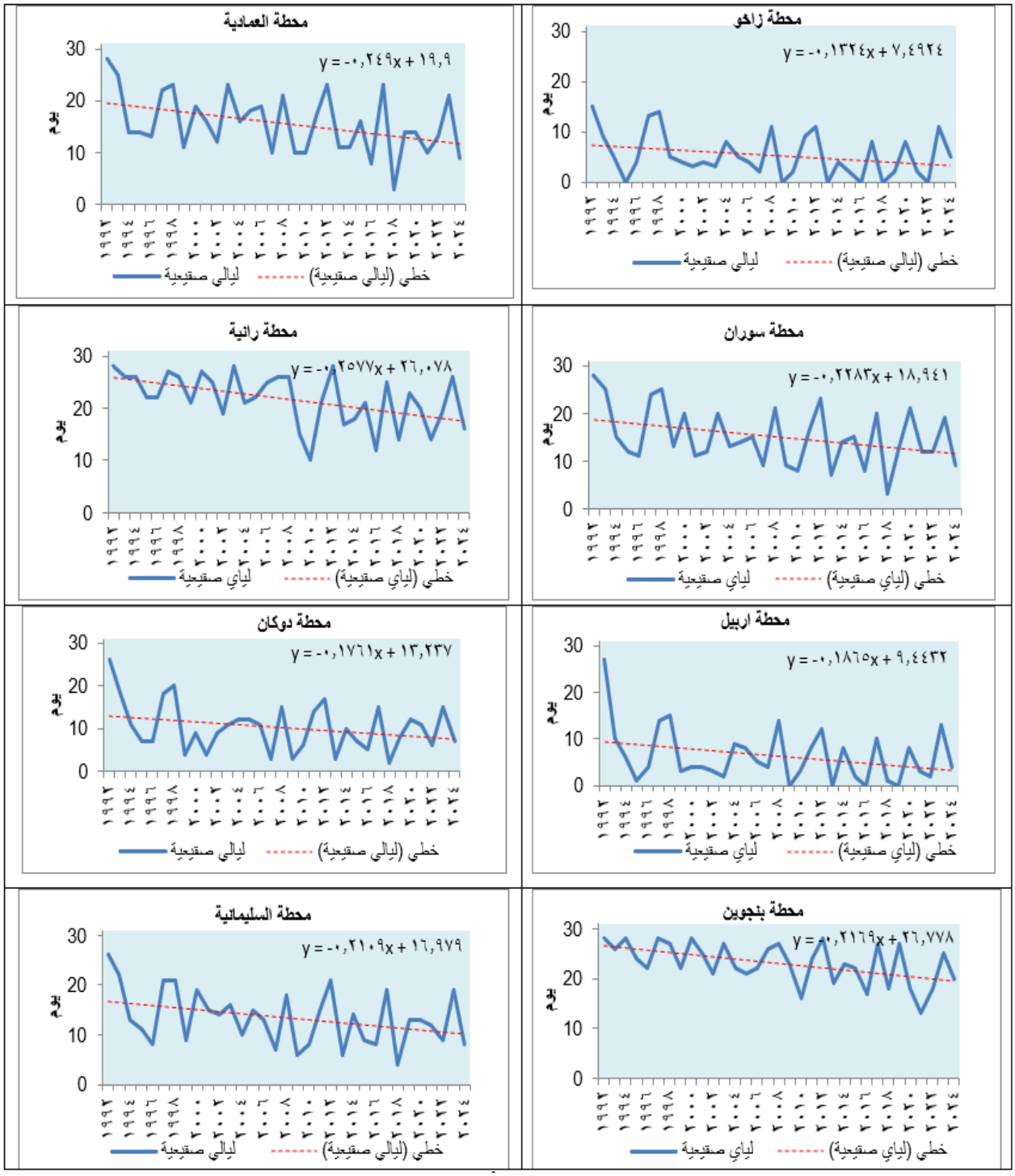
٦- شهر نيسان : سجل شهر نيسان نسب تغير عالية جدا لانخفاض تكرار الليالي الصقيعية في منطقة الجبال في العراق تقريبا ليختفي من بعض المحطات رغم تكرارها في السنوات الماضية من بيانات جدول (٢) والشكل (٦) اذ سجلت محطة العمادية على نسب تغير بلغ ١٦٢٩.٦٪- تلتها محطة بنجوين بنسبة٥٤٤.٤ % - تلتها محطات دوكان و السليمانية بنسب تغير بلغت ١٦٥ و ١٠٠٪- على التوالي وسجلت ادنى نسب التغير والبالغة ٦٦.٨ و ٦٠ %- لمحطتي رانية وسوران على التوالي مما يشير الى التراجع الحاد لحالات انخفاض درجات الحرارة الصغرى مما انعكس على انخفاض تكرار الليالي الصقيعية.

شكل (٣) اتجاه تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لشهر كانون الثاني لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



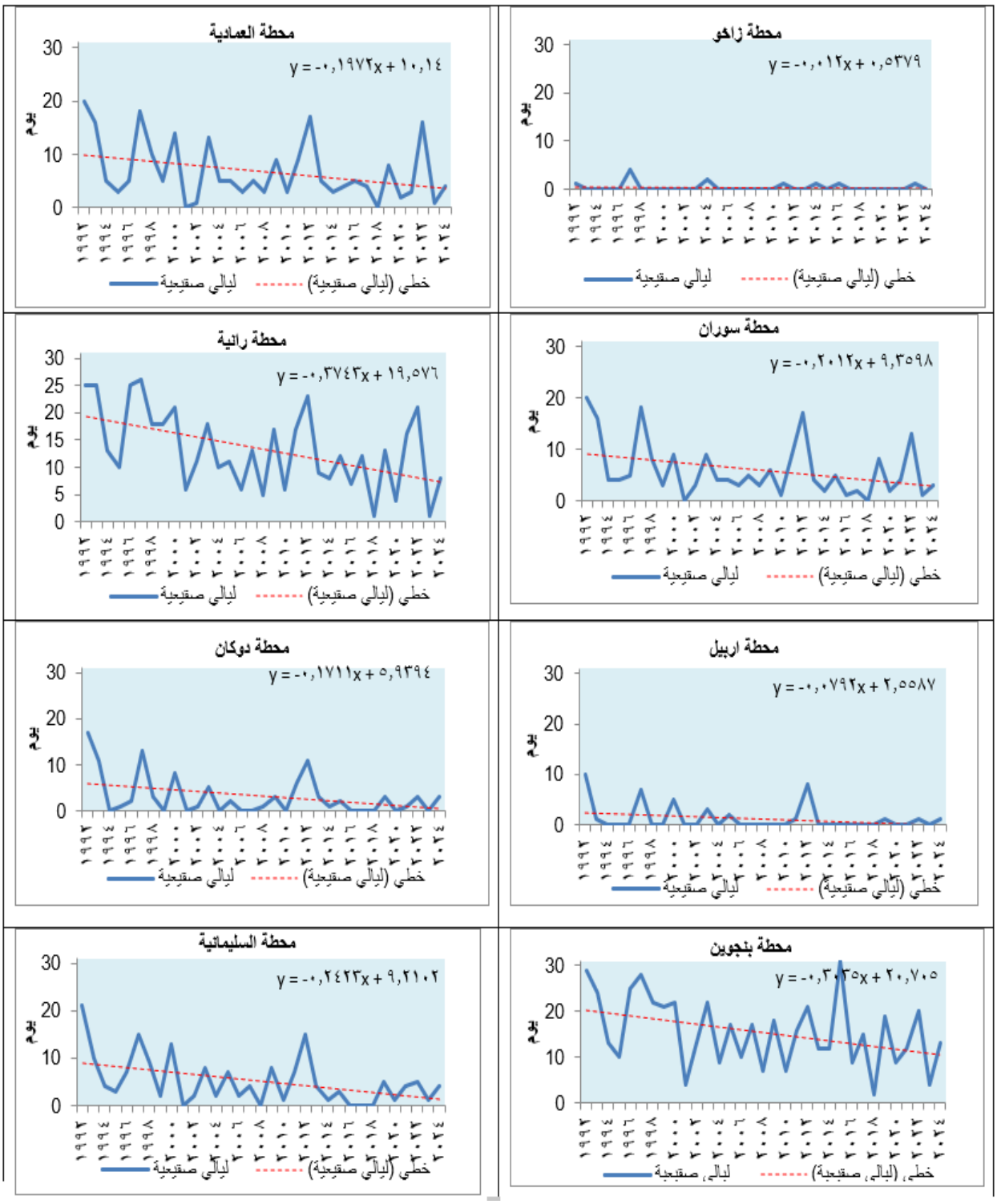
المصدر : بيانات الملاحق,١,٢,٣,٤

شكل (٤) اتجاه عدد تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لشهر شباط لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢ ـ ٢٠٢٤)



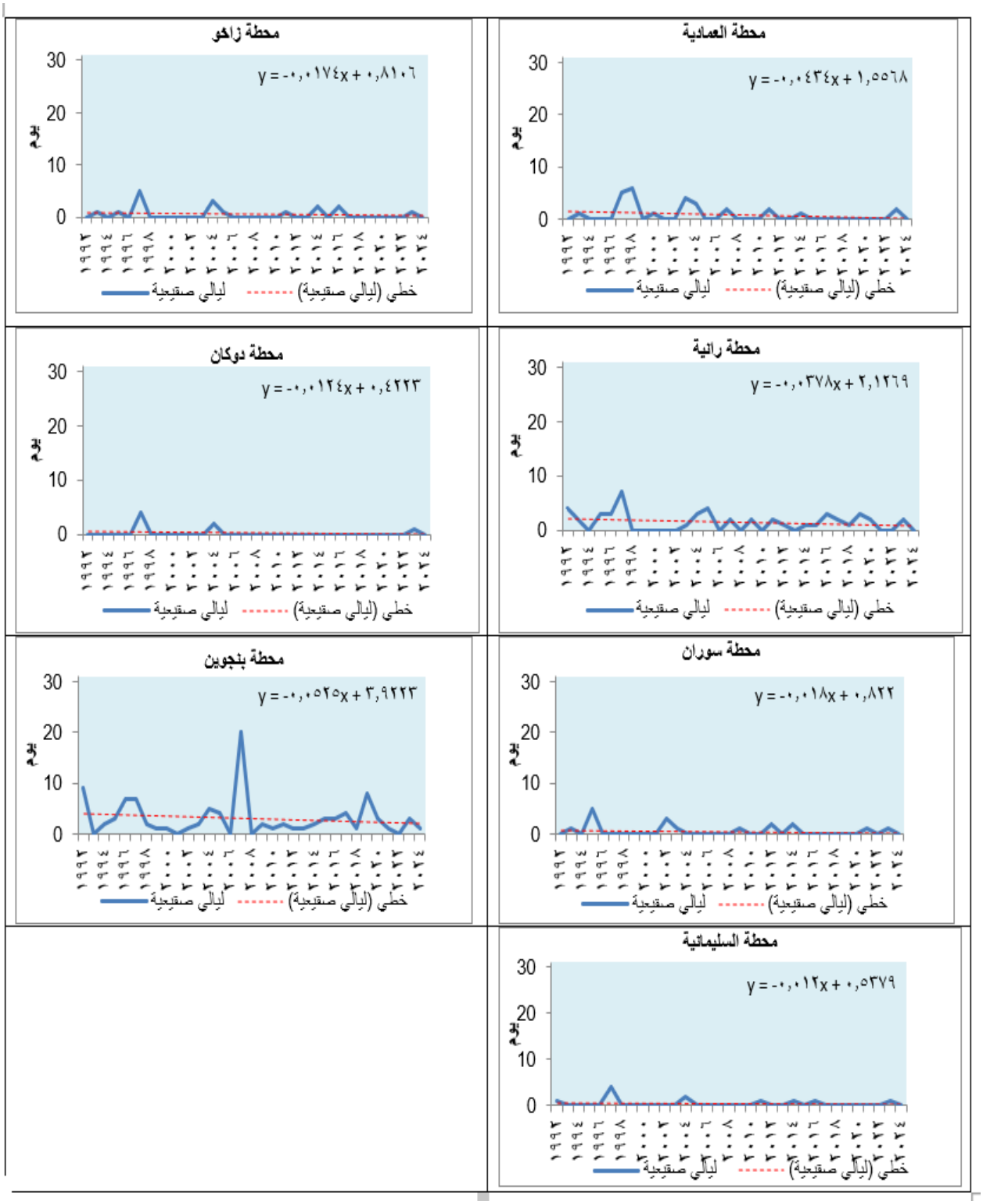
المصدر :بيانات الملاحق ,١,٢,٣,٤

شكل (٥) اتجاه عدد تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لشهر اذار لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة(١٩٩٢ ـ ٢٠٢٤)



المصدر :بيانات الملاحق,,١,٢,٣,٤

شكل (٦) اتجاه عدد تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لشهر نيسان لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

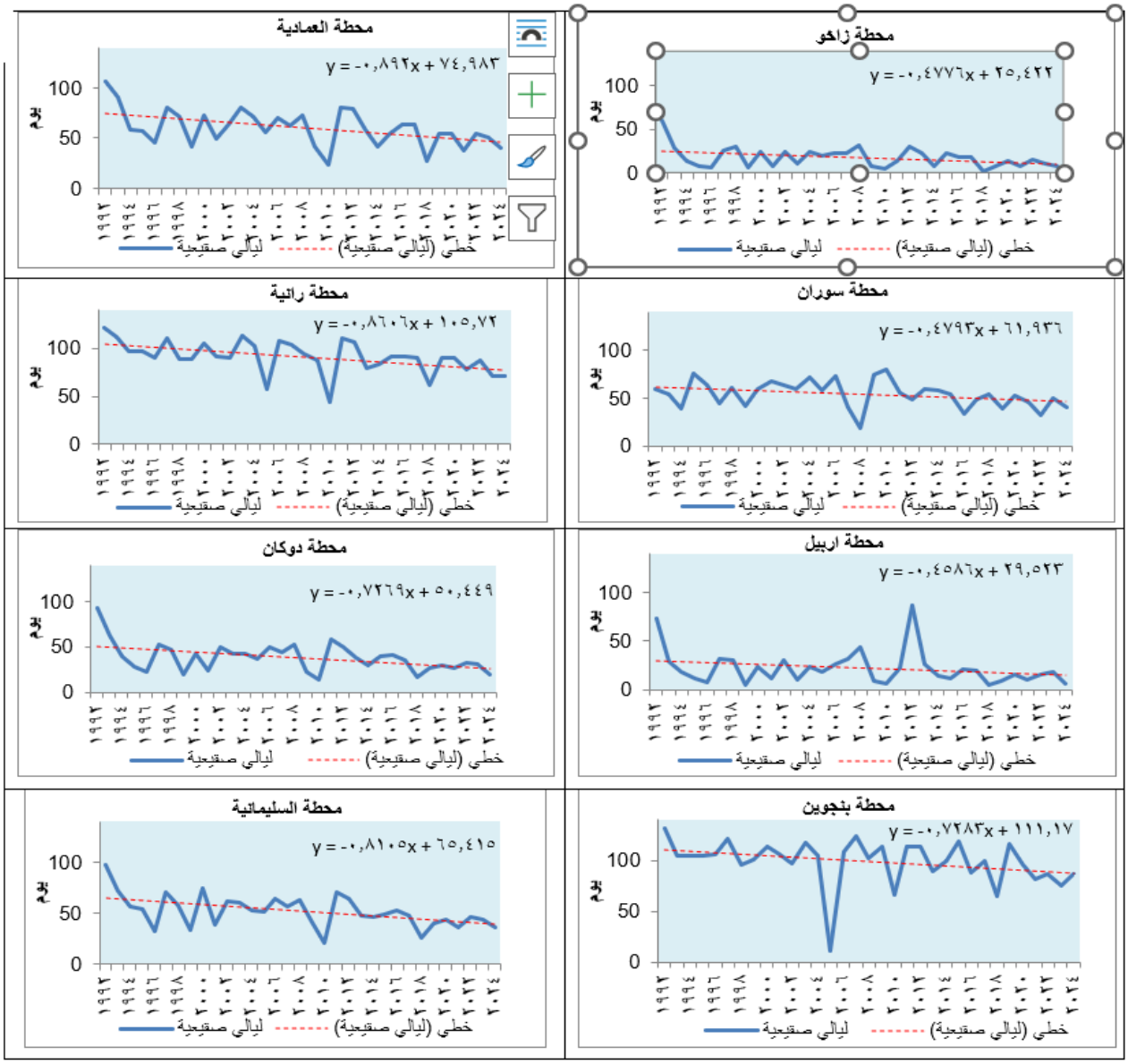


المصدر: بيانات الملاحق ,١,٢,٣,٤

- **المجموع الموسمي** : من بيانات جدول (٢) والشكل (٧) ان المجموع الموسمي لتكرار الليالي الصقيعية في محطات منطقة الدراسة اتجه نحو الانخفاض موسمياً ,اذ سجلت التغير الموسمي التي بلغت (٧٦.٣٠ %-) في محطة زاخو تلتها محطتي اربيل ودوكان ب نسب (٦٠.٧٧ و٦٠.٦٤ %-) على التوالي تلتهم محطة السليمانية بنسب تغير بلغت

(٥١.٣١ % _) تلتها محطة العمادية بنسبة تغير بلغت (٤٤.١٣ %-) وسجلت محطتي سوران ورانية تغيرات بلغت (٢٨.٩ و٢٤.٢٨ %-) على التوالي وسجلت محطتي سوران وبنجوين ادنى نسب التغير الموسمي والبالغة (٢٤.٢٨ %- و٢٣.٣٨ %-) وعلية فان مؤشر الليالي الجليدية اتجه نحو الانخفاض بصورة عامة ضمن محطات المنطقة الجبلية نتيجة التغير المناخي .

شكل (٧) اتجاه المجموع الموسمي لعدد تكرار عدد ايام الليالي الصقيعية (يوم) لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢ - ٢٠٢٤)



المصدر: بيانات الملاحق ٥ ,١,٢,٣,٤

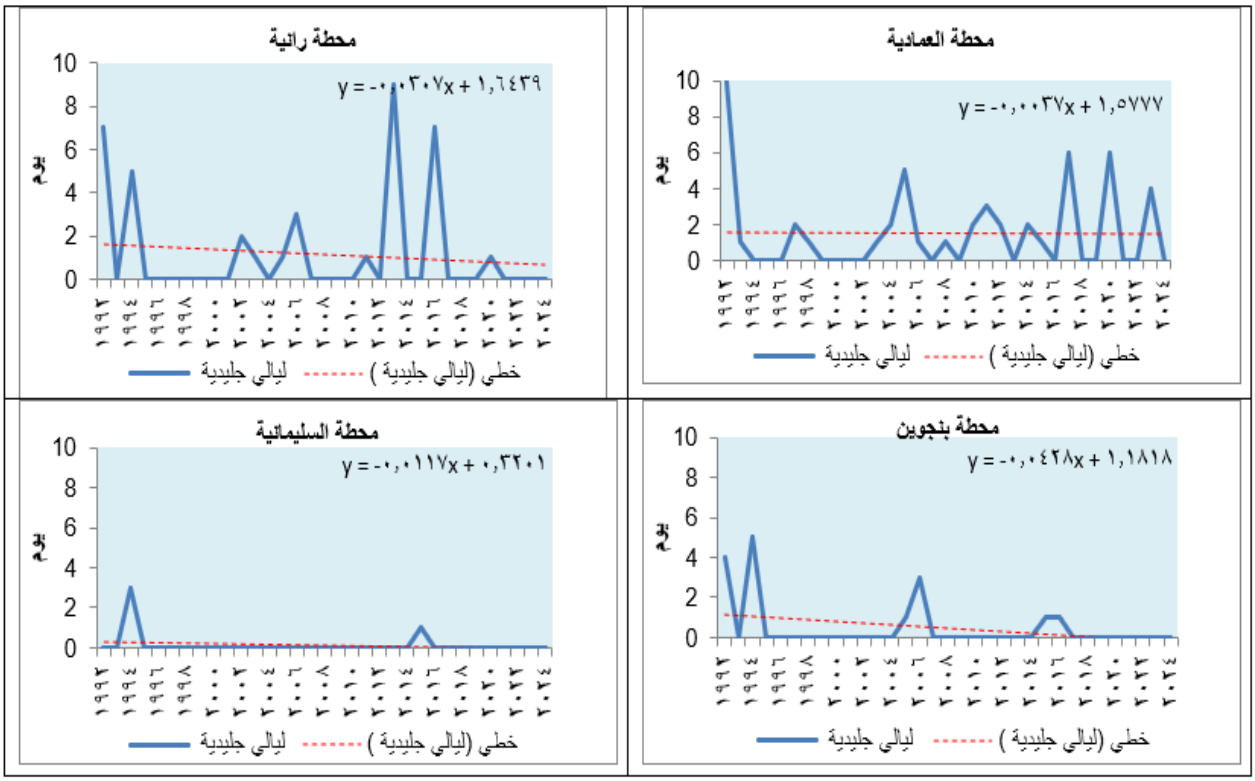
ب-التغيرات الشهرية لاتجاه عدد الايام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤ يعتمد مؤشر الايام الجليدية على تحديد الايام التي تنخفض فيها درجات الحرارة العظمى من(٠م) فمادون ورغم ان حالات الايام الجليدية تكون اقل تكرارا مما هي علية في الليالي الصقيعية نتيجة الظروف الموقعية للمحطات وارتباط المؤشر بدرجة الحرارة العظمى الا انها تأثرت بالتغير المناخي ويتبين من تحليل الاتجاهات الشهرية والموسمية للمؤشر الآتي:

١- **شهر كانون الأول:** يتضح من الشكل (٨) والجدول (٣) ان الاتجاه العام لتكرار الايام الجليدية يتجه نحو الانخفاض في محطات منطقة الدراسة اذ سجلت محطة بنجوين اعلى نسبة تغير بلغت (٢٩٣.٣ % -) تلتها محطة السليمانية بنسبة تغير بلغت (٢٧٥٪-) تلتهما محطة رانية بنسبة تغير بلغت (٨٨.٣٨ %-) واخيرا سجلت محطة العمادية بنسبة تغير بلغت (١٦.٥٪-) ولم تسجل باقي المحطات تكراراً لليام الجليدية خلال هذا الشهر.

جدول (٣) قيم المعاملات الخطية لاتجاه تكرار الايام الجليدية شهريا وموسميا (يوم) لمحطات المنطقة الجبلية من العراق ونسبة تغيرها (%) للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

الاشهر	المحطات	زاخو	العمادية	سوران	راتية	اربيل	دوكان	بنجوين	السليمانية
كانون الاول	المعدل	0	0.36	0	1.12	0	0	0.45	0.12
	معامل التغير	0	-0.008	0	-0.03	0	0	-0.04	-0.01
	نسبة التغير %	0	73.33	0	-88.39	0	0	-293.3	-275
كانون الثاني	المعدل	0	0.78	0.38	3.15	0	0.18	2.12	0.18
	معامل التغير	0	-0.01	-0.01	-0.01	0	-0.002	-0.006	-0.01
	نسبة التغير %	0	-42.30	-86.84	10.47	0	-36.66	-9.33	-183.33
شباط	المعدل	0	0.63	0.16	1.57	0	0	1.51	0.12
	معامل التغير	0	-0.003	-0.01	-0.003	0	0	-0.01	-0.04
	نسبة التغير %	0	-27.5	-206.25	6.30	0	0	21.85	33
المجموع الموسمي	المعدل	0	1.18	0.56	6.09	0	0.18	4.15	0.39
	معامل التغير	0	-0.09	-0.009	-0.05	0	-0.002	-0.01	-0.01
	نسبة التغير %	0	-251.6	-53.03	-27.09	0	-36.66	7.95	84.61

شكل (٨) اتجاه تكرار عدد ايام الليالي الجليدية (يوم) لشهر كانون الاول لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

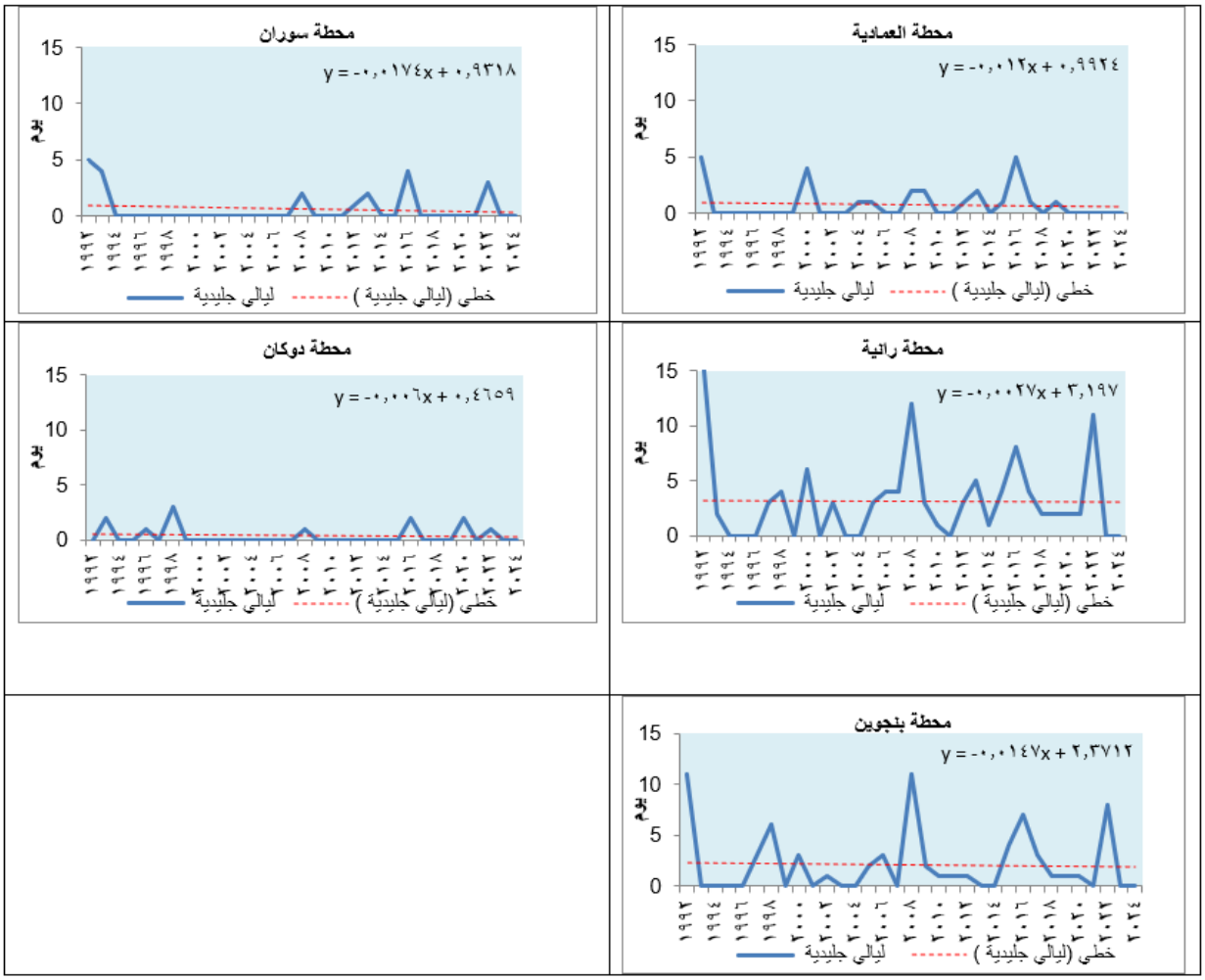


المصدر : بالاعتماد على بيانات الملاحق ملحق ٥

٢- **شهر كانون الثاني** : من بيانات جدول (٣) والشكل (٩) يتضح ان اتجاه عدد الايام الجليدية يتجه نحو الانخفاض خلال شهر كانون الثاني لمحطات المنطقة الجبلية اذ سجلت محطة السليمانية اعلى نسبة تغير بلغت ١٨٣.٣ %- تلتها محطة سوران بنسبة تغير بلغت ٨٦.٨ %-تلتها محطة العمادية بنسبة تغير بلغت ٤٢.٣٠ %- وجاءت محطة دوكان بنسبة تغير بلغت ٣٦.٦٦ %- واخيرا محطتي رانية وبنجوين بأدنى نسب تغير بلغت ١٠.٤٧ و٩.٣٣ %- ولم تسجل محطتي زاخو اربيل تكرار الأيام الجليدية لمدة الدراسة ويتضح مما سبق انخفاض تكرار الايام الجليدية بشكل واضح ومتباين بين محطات منطقة الدراسة نتيجة التغيرات المناخية .

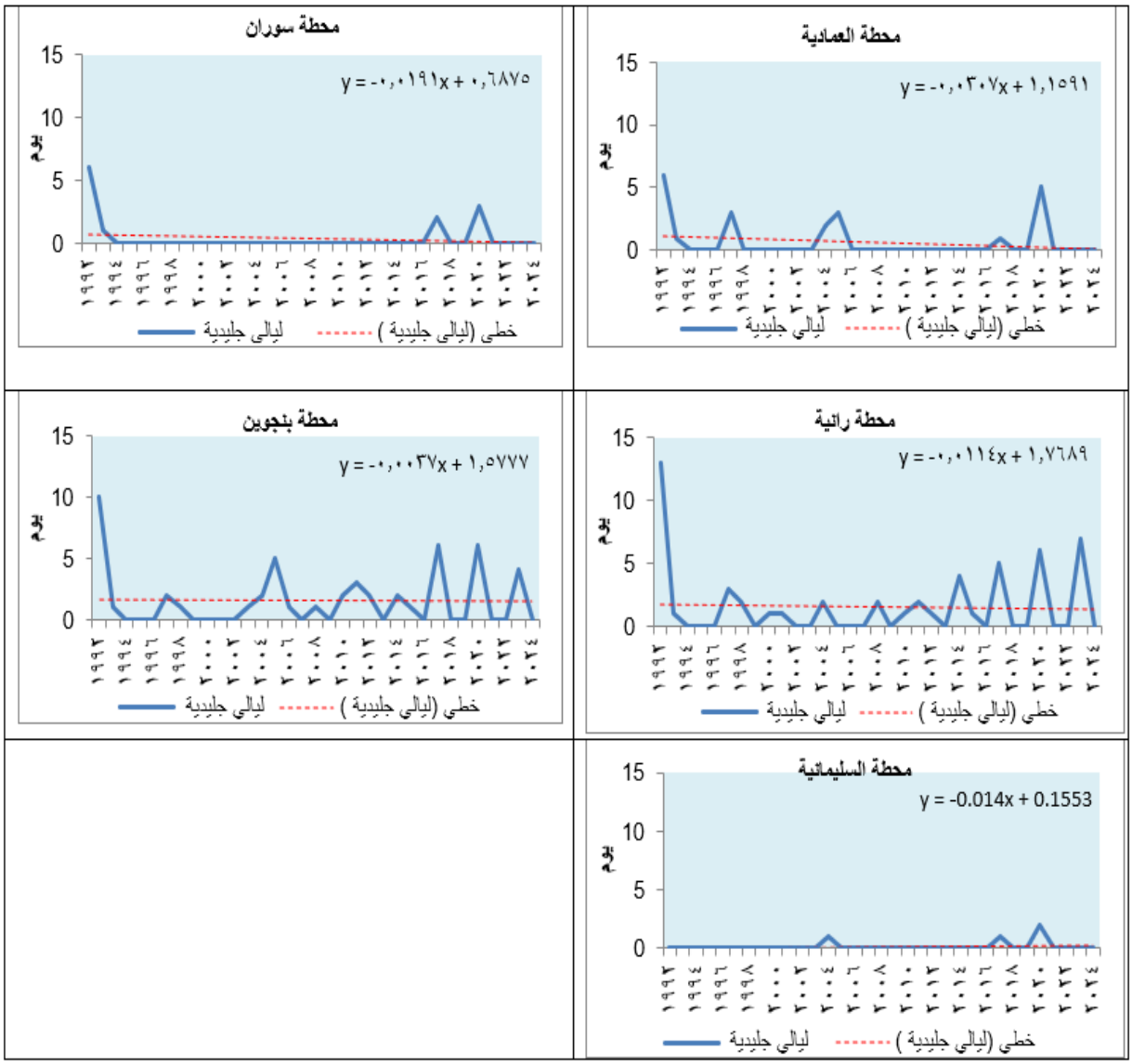
٣- **شهر شباط:** يتضح من الجدول (٣) والشكل (١٠) ان اتجاه عدد الايام الجليدية يتجة للانخفاض في جميع محطات منطقة الدراسة وسجلت محطة سوران اعلى نسبة تغير بلغت ٢٦٦.٦ %- تلتها محطة السليمانية بنسبة تغير بلغت ٣٣٪- تلتها محطة العمادية بنسبة تغير بلغت ٢٧.٥ %- تلتها محطة بنجوين بنسبة تغير بلغت ٢١.٨ %- وأخيراً محطة رانية بنسبة تغير بلغة ٦.٣ %- ، مما يشير الى تراجع تكرار الأيام الجليدية في محطات المنطقة الجبلية

شكل (٩) اتجاه تكرار عدد ايام الايام الجليدية (يوم) لشهر كانون الثاني لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: بالاعتماد على بيانات الملاحق ملحق ٥

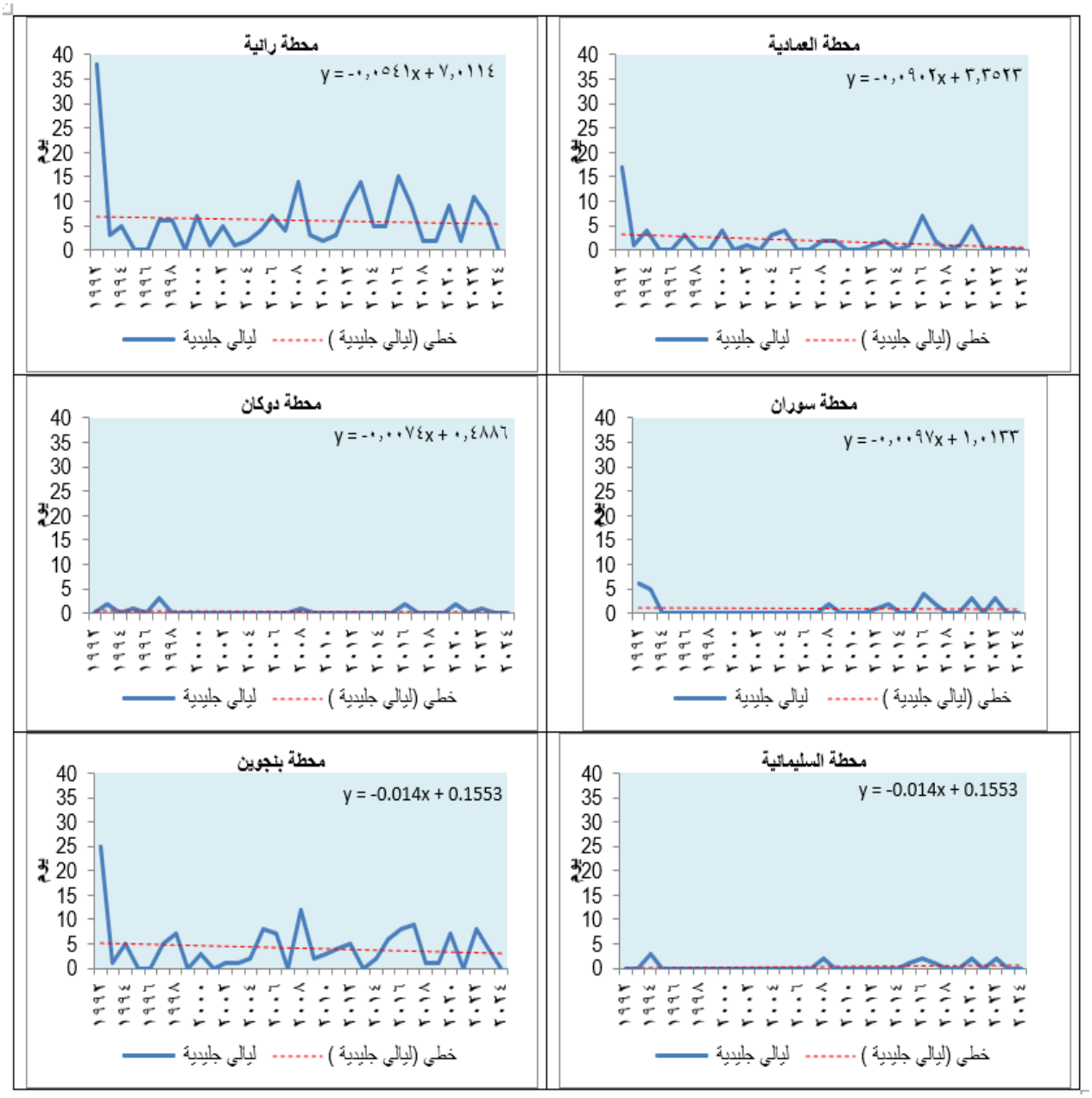
شكل (١٠) اتجاه تكرار عدد ايام الليالي الجليدية (يوم) لشهر شباط لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر :بالاعتماد على بيانات ملحق ٥

٤-المجموع الموسمي لتغير عدد الايام الجليدية: يتضح من الشكل(١١) وبيانات الجدول (٣) ان اتجاه المجموع الموسمي لعدد الايام الجليدية في محطات منطقة الدراسة يتجه نحو الانخفاض وسجلت محطة العمادية اعلى نسبة تغير موسمي بلغ ٢٥١.٦ %- تلتها محطة السليمانية بنسبة تغير بلغت ٨٤.٦ %- تلتهما محطة سوران بنسبة تغير بلغت ٥٣.٠٣٪- وسجلت محطتي دوكان ورانية نسب تغير بلغت ٣٦.٦٦٪- , ٢٧.٠٩ %- على التوالي واخيرا سجلت محطة بنجوين ادنى نسبة تغير بلغت ٧.٩٥ %- ويتضح مما سبق الانخفاض الحاد في تكرار الأيام الجليدية في المنطقة الجبلية نتيجة تغير المناخ وارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الشتاء .

شكل(١١) اتجاه تكرار المجموع الموسمي لعدد الايام الجليدية يوم لبعض محطات المنطقة الجبلية من العراق للمدة (١٩٩٢ -٢٠٢٤)



المصدر: بالاعتماد على بيانات الملحق ٥

تحليل الارتباط بين تغير تكرار عدد أيام الليالي الصقيعية ودرجات الحرارة الصغرى اليومية للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤.

تخضع تغيرات واتجاهات العناصر والظواهر المناخية الى حدوث تغيرات في مؤثرات وعناصر أخرى مرتبطة بها بصورة مباشرة او غير مباشرة مما يحدد طبيعة تغيرات هذه الظاهر واتجاهها عبر الزمن وخصوصا ان جميع الظواهر والعناصر الجوية ترتبط بالمحرك الاساس للغلاف الجوي وهو عنصر درجات الحرارة وعند اخضاع بيانات عدد ايام الليالي الصقيعية للاختبار الاحصائي مع بيانات درجات الحرارة الصغرى اليومية لمحطات منطقة الدراسة تبين وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين اتجاه عدد الليالي الصقيعية واتجاه درجات الحرارة الصغرى اليومية لجميع اشهر الموسم ، اذ ان ارتفاع درجات الحرارة الصغرى اليومية نتيجة تغير المناخ يعمل على تناقص حالات تكرار الليالي الصقيعية اذ ترتفع درجة الحرارة فوق ٠ مْ مما أثر على احداث اتجاه عام للانخفاض فيها ، ويتبين من بيانات جدول (٤) اذ سجلت اعلى علاقة ارتباط خلال شهر تشرين الثاني في محطة العمادية والبالغة -٠.٩١ وادنى علاقة في محطة بنجوين والبالغة -٠.٧٨ بدرجة اشتراك ، بلغت -٠.٨٣ و -٠.٦١ على التوالي وخلال شهر كانون الاول سجلت ايضا جميع محطات المنطقة علاقة ارتباط عكسية قوية تراوحت بين ٠.٩- في محطة السليمانية و٠.٧٧ - في محطتي رانية وبنجوين بقييم معامل اشتراك بلغن ٠.- و٠.٥ - وسجل شهر كانون الثاني قيم ارتباط عكسية قوية بلغت اعلاها في محطة سوران اذ بلغت ٠.٩- واقلها في محطة رانية اذ بلغت ٠.٧٢- بقيم معامل اشتراك بلغت ٠.٨٥- و٠.٥٢ - على التوالي، وسجلت ايضاً علاقة ارتباط عكسية خلال شهر شباط اذ سجل أعلى علاقة ارتباط عكسي في محطة دوكان والبالغة ٠.٩٦- وادنا علاقة ارتباط عكسية سجلت في محطة رانية والبلغة ٠.٩٠ وبدرجة اشتراك بلغت ٠.٨ - و٠.٦- على التوالي ,وخلال شهر اذار تستمر علاقة الارتباط بنفس القيم العكسية القوية بين تراجع عدد الليالي الصقيعية وارتفاع درجات الحرارة الصغرى بلغت اعلاها في محطة سوران وبلغت ٠.٩٥- وادناها في محطة في محطة بنحوين وبلغت ٠.٨١- بدرجة اشتراك بلغت ٠.٩٠-و٠.٦٦ - على التولي ، اما خلال شهر نيسان فقد سجلت قيم ارتباط عالية بلغت اعلى قيمها في نحطتي زاخو والعمادية بلغت ٠.٩٥-واقل قيمها في محطة زانية والبالغة ٠.٨٥- بدرجة اشتراك بلغ ٠ .٩٠٠ -و٠.٧٢ على التوالي . واخيرا سجلت قيم المجاميع السنوية قيم ارتباط عكسية قوية بلغت اعلاها في محطة السليمانية اذ بلغت ٠.٩٣- وادناها في محطة رانية اذ بلغت ٠.٧٤- على التوالي بقيم معامل اشتراك بلغت ٠.٨٦ و-٠.٥٥ على التوالي . مما يشير الى التأثير القوي لتأثير التغير المناخي على رفع درجة الحرارة الصغرى وانعكاسه على تراجع مؤشر الليالي الصقيعية

وعند اخضاع جميع قيم علاقات الارتباط الشهرية الموسمية لاختبار t-test لاختبار مدى معنوية الارتباط بين تغير عدد ايام الليالي الصقيعية وتغير درجات الحرارة الصغرى في محطة منطقة الدراسة تبين ان جميع قيم الاختبار المحسوبة هي أكبر من القيمة الجدولية. عند مستوى دلالة ٠.٠٥ تقبل الفرضية البديلة فعلية فان الارتباط بين تغير عدد الليالي الصقيعية وارتفاع درجات الحرارة شهريا موسمياً ذو دلالة معنوية وكما اظهرته نتائج جدول (٤).

جدول (٤) قيم معامل الارتباط والاشتراك وقيم اختبار المعنوية بين تكرار الليالي الصقيعية ودرجات الحرارة الصغرى لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

الاشهر	المحطات	زاخو	العمادية	سوران	رانية	اربيل	دوكان	بنجوين	السليمانية
تشرين الثاني	R	-0.84	-0.91	-0.85	-0.79	-0.81	-0.90	-0.78	-0.80
	R2	-0.71	-0.83	-0.72	-0.62	-0.66	-0.81	-0.61	-0.64
	t-test	11.10	14.34	11.42	9.87	10.30	13.67	9.68	10.08
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
كانون الاول	R	-0.82	-0.85	-0.89	-0.77	-0.88	-0.82	-0.77	-0.90
	R2	0.67	0.72	0.79	0.59	0.77	0.67	0.59	0.81
	t-test	8.91	9.72	11.32	7.96	10.84	8.91	7.96	11.87
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
كانون الثاني	R	0.75	0.74	0.92	0.72	0.86	0.91	0.75	0.88
	R2	0.56	0.55	0.85	0.52	0.74	0.83	0.56	0.77
	t-test	7.67	7.54	13.29	7.30	10.05	12.52	7.67	10.84
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
شباط	R	0.92	0.88	0.91	0.80	0.95	0.96	0.77	0.95
	R2	0.85	0.77	0.83	0.64	0.90	0.92	0.59	0.90
	t-test	13.29	10.84	12.52	8.48	16.88	18.92	7.96	16.88
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
اذار	R	0.91	0.91	0.95	0.83	0.93	0.94	0.81	0.90
	R2	0.83	0.83	0.90	0.69	0.86	0.88	0.66	0.81
	t-test	12.52	12.52	16.88	9.15	14.22	15.38	8.68	11.87
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
نيسان	R	0.95	0.95	0.90	0.85	-	0.93	0.88	0.91
	R2	0.90	0.90	0.81	0.72	-	0.86	0.77	0.83
	t-test	16.88	16.88	11.87	9.72	-	14.22	10.84	12.52
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	-	معنوي	معنوي	معنوي
المجموع الموسمي	R	0.81	0.83	0.85	0.74	0.81	0.91	0.77	0.93
	R2	0.66	0.69	0.72	0.55	0.66	0.83	0.59	0.86
	t-test	8.68	9.15	9.72	7.54	8.68	12.52	7.96	14.22
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي

المصدر: بالاعتماد على اقليم كردستان العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية، بيانات غير منشورة.

٢. الملاحق ١,٢,٣,٤

تحليل الارتباط بين تغير تكرار عدد الايام الجليدية ودرجات الحرارة العظمى اليومية للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤.

من تحليل بيانات جدول (٥) يتضح ان تغير عدد الايام الجليدية سجل ارتباطاً عكسيا قويا مع درجات الحرارة العظمى اليومية ولجميع أشهر الموسم التي تكرر بها المؤشر، اذ سجل شهر كانون الاول اعلى علاقة ارتباط في محطة السليمانية وبلغت ٠.٩١- وادناها في محطة رانية اذ بلغت ٠.٧٠ – وبدرجة اشتراك بلغت ٠.٨٣ – و٠.٤٩- على التوالي، اما خلال شهر كانون الثاني فقد سجلت اعلى قيمة علاقة ارتباط بلغت٩٠ .٠- في محطة دوكان وادنا علاقة ارتباط في محطتي رانية وبنجوين اذ بلغت ٠.٧٥- بدرجة اشتراك بلغت -٠.٨١ و٠.٥٦ – على التولي. اما خلال شهر شباط استمرت علاقة الارتباط العكسي تسجل قيما قوية اذ بلغت اقصى قيمة لها في محطة السليمانية اذ بلغت ٠.٩٠ – وادناه في محطة رانية اذ بلغ ٠.٨٣ – وبدرجة اشتراك ٠.٨١ –و٠.٦٩- لكل منهما على التوالي ، واخيرا سجل المجموع

الموسمي علاقة ارتباط عكسية مع المعدلات الموسمية لدرجات الحرارة العظمى بلغ٠.٩٠- في محطة دوكان و٠.٧٩ – في محطة رانية وبدرجة اشتراك بلغت ٠.٨١- ، ٠.٦٢- على التوالي ، مما يشير الى ان التغير في درجات الحرارة العظمى كان له اثر واضح على تناقص مؤشر الايام الجليدية, وعند اخضاع جميع قيم علاقات الارتباط الشهرية الموسمية لإختبار مدى معنوية الارتباط بين تغير عدد الايام الجليدية تغير درجات الحرارة العظمى في محطة منطقة الدراسة تبين ان جميع قيم الاختبار المحسوبة هي اكبر من القيمة الجدولية .عند مستوى دلالة ٠.٠٥ تقبل الفرضية البديلة فعلية فان الارتباط بين تغير عدد الايام الجليدية وارتفاع درجات الحرارة شهريا موسمياً ذو دلالة معنوية .

جدول (٥) قيم معامل الارتباط والاشتراك وقيم اختبار المعنوية بين تكرار الايام الجليدية ودرجات الحرارة العظمى لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

الاشهر	المحطات	العمادية	رانية	دوكان	بنجوين	السليمانية
كانون الاول	R	0.81	0.70	-	0.79	0.91
	R2	0.66	0.49	-	0.62	0.83
	t-test	8.68	7.10	-	8.29	12.52
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	-	معنوي	معنوي
كانون الثاني	R	0.78	0.75	0.90	0.75	0.86
	R2	0.61	0.56	0.81	0.56	0.74
	t-test	8.12	7.67	11.87	7.67	10.05
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
شباط	R	0.88	0.83	-	0.86	0.90
	R2	0.77	0.69	-	0.74	0.81
	t-test	10.84	9.15	-	10.05	11.87
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	-	معنوي	معنوي
المجموع الموسمي	R	0.84	0.79	0.90	0.80	0.89
	R2	0.71	0.62	0.81	0.64	0.79
	t-test	9.42	8.29	11.87	8.48	11.32
	معنوية الارتباط	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي

المصدر : بالاعتماد على: .اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

٢. الملاحق ٧.٨.٩.١٠.١١.١٢

الاستنتاجات :

١. تبين من تحليل اثر التغيرات المناخية في تغير مؤشر الليالي الصقيعية في محطات المنطقة الجبلية وجود اتجاه عام في جميع الاشهر التي تكرر فيها المؤشر نحو الانخفاض في محطات المنطقة الجبلية نتيجة التغيرات المناخية .

٢- سجلت محطات منطقة الدراسة تباينات شهرية في نسب تغير اتجاه الليالي الصقيعية اذ سجلت محطة زاخو اعلى نسبة تغير خلال شهر تشرين الثاني والبالغة ٤٤٠- % وادنى نسبة في محطة بنجوين والبالغة ٣٦ .٧ %- اما خلال شهر كانون الاول فقد تصدرت محطة اربيل اعلى نسبة تغير في اتجاه الليالي الصقيعية بنسبة ٨١.٢٨ %- وادنى نسبة تغير بلغت ٢٣.١ %- في محطة سوران ، وخلال شهر كانون الثاني سجلت محطة زاخو اعلى نسبة تغير بلغت ٥٠- % وادنى نسبة تغير في محطة رانية والبالغة ٠.٤٪ - ، بينما خلال شهر شباط تعود محطة زاخو لتسجيل اعلى نسبة تغير والبالغة ٦٢ %- وادناها في محطة بنجوين بنسبة ٢٨.٥- ، وتبقى المحطتين بتسجيل اعلى وادنى نسب التغير

خلال شهر اذار بنسب بلغت ١٨٣.٣ %- وو٦٣ % - ، واخيرا في شهر نيسان سجلت محطة العمادية اعلى نسبة تغير بلغت ١٦٩ %- وسجلت محطة دوكان ادنى نسبة والبالغة ٦٥ %- .

٣-سجلت الليالي الصقيعية في عموم محطات منطقة الدراسة اتجاها نحو الانخفاض موسمياً بلغ اعلى قيمة لنسبة التغير بلغت في محطة زاخو والبالغة ٧٦.٣٠ %- وأدنى نسبة تغير بلغت في محطة بنجوين بلغت ٢٣٪ ، مما يشير الى التراجع الكبير في تكرار مؤشر الليالي الصقيعية نتيجة تغير المناخ .

٤- سجل شهر تشرين الثاني ونيسان اعلى نسب التغير في تكرار مؤشر الليالي الصقيعية نحو الانخفاض وهذا مؤشر واضح لتأثير تغير المناخ على تقلص طول الفصل البارد نتيجة ارتفاع درجات الحرارة .

٥- سجل مؤشر الايام الجليدية انخفاضا بدرجة أكبر مما هو علية لمؤشر الليالي الصقيعية اذ اقتصر تكرار المؤشر فقط لثلاث أشهر هي كانون الاول وكانون الثاني وشباط فقط وسجلت محطة بنجوين اعلى نسب التغير خلال شهر كانون الاول وبلغت ٢٩٢.٣ %- وأدنى نسبة تغير في محطة العمادية وبلغت ٧٣.٣٣ %-وفي شهر كانون الثاني سجلت محطة السليمانية اعلى نسبة تغير بلغت ١٨٣.٣ % - واقل نسبة تغير بلغت ٣٦.٦ %- في محطة دوكان وفي شهر شباط سجلت محطة سوران اعلى نسبة تغير بلغت ٢٠٦ %- وأدنى نسبة تغير بلغت ٢١٪- في محطة بنجوين .

٦- سجل المجموع الموسمي لتكرار مؤشر الايام الجليدية انخفاضاً بلغ اعلى نسبة تغير بلغ ٢٥١ % في محطة العمادية وأدنى نسبة تغير في محطة بنجوين والبالغ ٧.٩٥ %-مما يشير الى تراجع مؤشر الايام الجليدية في المنطقة الجبلية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة .

٨- اتضح من التحليل الاحصائي لعلاقة الارتباط بين مؤشر الايام الجليدية ودرجات الحرارة العظمى للمدة ١٩٩٢-٢٠٢٤ وجود علاقة ارتباط عكسية قوية لجميع المحطات وذات دلالة معنوية وهذا يفسر تأثير ارتفاع درجات الحرارة العظمى وتاثيرة على قلة حالات انخفاض درجات الحرارة الى الصفر المئوي فما دون خلال النهار نتيجة تغير المناخ.

المصادر :

الراوي ، خاشع محمود، المدخل الى الاحصاء ، جامعة الموصل ، ١٩٨٩

١–فياض ، ريم امير ، اثر التغيرات المناخية في تباين مؤشرات التطرف الحراري في محطة رصد اللاذقية ، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية ، المجلد الخامس ، العدد (١) ، ٢٠٢٥

٢–الموسوي ، علي صاحب ،عبد الحسن مدفون ابو رحيل ، مناخ العراق، ٢٠١٢

٣– الامم المتحدة، نحو خطة متكاملة لمواجهه تغير المناخ ، جنيف ، ٢٠٢٤

٤–المنظمة العالمية للارصاد الجوية ، نشرة غازات الاحتباس الحراري لعام ٢٠٢٤ ، جنيف ، ٢٠٢٤

٥–لجنة الامم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب اسيا التقرير العربي حول تغير المناخ ، الملخص التنفيذي بيروت ، ٢٠١٧ .

٦– لينا عادل زاخرون، مؤشر المخاطر المناخية ٢٠٢٥ ، جيرمن وتش ، ٢٠٢٥

٧–اقليم كوردستان العراق ، المديرية العامة للارصاد الجوية ، بيانات غير منشورة

٨ – بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرةالمدى

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5-

9- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2014 Synthesis Report, 2015,

10-Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)، Climate Change 2024

11- WMO،Greenhouse gasses report ،2024

الملاحق ـ ١ـ ملاحق بيانات الليالي الصقيعية

				العمادية						زاخو			
العام	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	المجموع	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	المجموع
1992	4	7	24	15	10	0	60	8	20	31	28	20	107
1993	7	0	10	9	2	0	28	9	10	30	25	16	91
1994	0	9	0	5	0	0	14	1	26	12	14	5	58
1995	1	2	5	0	0	0	8	7	20	13	14	3	57
1996	0	0	2	4	0	0	6	0	6	21	13	5	45
1997	0	0	6	13	5	0	24	0	14	21	22	18	80
1998	0	0	15	14	1	0	30	0	1	31	23	10	71
1999	1	0	0	5	0	0	6	5	4	17	11	5	42
2000	0	1	14	4	5	0	24	0	13	26	19	14	73
2001	0	3	2	3	0	0	8	10	8	15	16	0	49
2002	0	15	5	4	0	0	24	1	20	29	12	1	63
2003	0	0	3	3	5	0	11	3	17	20	23	13	80
2004	3	10	3	8	0	0	24	7	22	18	16	5	71
2005	0	4	4	5	7	0	20	1	7	25	18	5	56
2006	0	8	11	4	0	0	23	3	20	25	19	3	70
2007	0	5	15	2	1	0	23	4	16	25	10	5	62
2008	0	3	17	11		0	31	0	18	31	21	3	73
2009	0	0	8	0	0	0	8	0	1	22	10	9	42
2010	0	0	3	2	0	0	5	0	3	7	10	3	23
2011	2	1	1	9	1	0	14	13	17	23	17	9	81
2012	0	2	8	11	9	0	30	0	13	26	23	17	79
2013	0	11	10	0	1	0	22	0	20	23	11	5	59
2014	0	0	3	4	0	0	7	3	6	18	11	3	42
2015	0	5	5	2	10	0	22	0	19	15	16	4	54
2016	0	9	9	0	0	0	18	4	23	24	8	5	64
2017	0	2	8	8	0	0	18	4	6	26	23	4	63
2018	0	0	1	0	0	0	1	0	8	16	3	0	27
2019	0	0	6	2	0	0	8	1	5	27	14	8	55
2020	0	3	2	8	0	0	13	1	10	27	14	2	54
2021	0	1	4	2	0	0	7	0	10	15	10	3	38
2022	0	0	13	0	2	0	15	4	0	22	13	16	55
2023	0	0	0	11	0	0	11	2	23	21	1	2	50
2024	0	2	0	5	0	0	7	3	13	11	9	4	40

.اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

٢. بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) على الرابط

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

ملحق ٢

			اربيل							سوران			
العام	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	المجموع	نيسان	اذار	شباط	كانون الثاني	كانون الاول	تشرين الثاني	المجموع
1992	0	3	28	25	8	64	0	8	25	28	3	0	73
1993	2	6	20	13	3	44	0	3	13	20	6	2	30
1994	1	24	15	15	4	59	0	4	15	15	24	1	18
1995	7	13	17	12	4	54	1	4	12	17	13	7	12
1996	0	5	18	11	5	39	0	5	11	18	5	0	7
1997	0	13	16	24	18	76	5	18	24	16	13	0	31
1998	0	3	28	25	8	64	0	8	25	28	3	0	30
1999	2	6	20	13	3	44	0	3	13	20	6	2	5
2000	0	7	25	20	9	61	0	9	20	25	7	0	23
2001	7	9	15	11	0	42	0	0	11	15	9	7	11
2002	1	20	24	12	3	60	0	3	12	24	20	1	30
2003	4	15	19	20	9	67	0	9	20	19	15	4	10
2004	7	23	14	13	4	64	3	4	13	14	23	7	24
2005	0	6	26	14	4	51	1	4	14	26	6	0	18
2006	7	23	23	15	3	71	0	3	15	23	23	7	26
2007	3	16	25	9	5	58	0	5	9	25	16	3	31
2008	0	18	31	21	3	73	0	3	21	31	18	0	43
2009	4	1	20	9	6	40	0	6	9	20	1	4	9
2010	0	4	5	8	1	18	0	1	8	5	4	0	6
2011	10	18	20	16	9	74	1	9	16	20	18	10	22
2012	0	10	30	23	17	80	0	17	23	30	10	0	29
2013	1	24	20	7	4	56	0	4	7	20	24	1	26
2014	4	5	21	14	2	48	2	2	14	21	5	4	14
2015	0	21	19	15	5	60	0	5	15	19	21	0	12
2016	3	22	22	8	1	58	2	1	8	22	22	3	21
2017	3	4	25	20	2	54	0	2	20	25	4	3	19
2018	0	6	24	3	0	33	0	0	3	24	6	0	5
2019	1	3	24	13	8	49	0	8	13	24	3	1	9
2020	0	9	22	21	2	54	0	2	21	22	9	0	16
2021	0	9	14	12	4	39	0	4	12	14	9	0	10
2022	0	6	22	12	13	53	0	13	12	22	6	0	16
2023	0	3	22	19	1	46	1	1	19	22	3	0	18
2024	3	7	10	9	3	32	0	3	9	10	7	3	6

المصدر .اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

٢. بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) على الرابط

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

ملحق ٣

				دوكان						رانية				
العام	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	المجموع	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	المجموع
1992	4	16	29	26	17	0	92	7	26	31	28	25	4	121
1993	7	4	23	18	11	0	63	12	16	31	26	25	2	112
1994	1	21	7	11	0	0	40	3	31	24	26	13	0	97
1995	5	8	7	7	1	0	28	12	28	22	22	10	3	97
1996	0	0	13	7	2	0	22	7	8	25	22	25	3	90
1997	0	6	12	18	13	4	53	0	24	27	27	26	7	111
1998	0	0	24	20	3	0	47	0	14	31	26	18	0	89
1999	1	5	9	4	0	0	19	12	11	26	21	18	0	88
2000	0	1	24	9	8	0	42	5	25	27	27	21	0	105
2001	5	4	11	4	0	0	24	12	20	29	25	6	0	92
2002	0	18	22	9	1	0	50	7	25	28	19	11	0	90
2003	1	12	13	11	5	0	42	15	27	24	28	18	1	113
2004	5	18	6	12	0	2	43	9	29	31	21	10	3	103
2005	0	6	17	12	2	0	37	9	11	28	22	11	4	85
2006	4	16	18	11	0	0	49	18	30	29	25	6	0	108
2007	3	13	25	3	0	0	44	7	27	29	26	13	2	104
2008	0	10	27	15	1	0	53	3	29	31	26	5	0	94
2009	0	1	15	3	3	0	22	9	15	30	15	17	2	88
2010	0	4	4	6	0	0	14	0	13	15	10	6	0	44
2011	9	13	16	14	6	0	58	18	25	28	21	17	2	111
2012	0	6	16	17	11	0	50	2	21	31	28	23	1	106
2013	0	18	14	3	3	0	38	2	28	23	17	9	0	79
2014	2	1	15	10	1	0	29	10	18	29	18	8	1	84
2015	0	18	13	7	2	0	40	5	25	27	21	12	1	91
2016	5	19	12	5	0	0	41	12	29	28	12	7	3	91
2017	1	5	14	15	0	0	35	7	14	30	25	12	2	90
2018	0	5	10	2	0	0	17	1	15	30	14	1	1	62
2019	0	1	15	8	3	0	27	8	14	29	23	13	3	90
2020	0	5	13	12	0	0	30	6	28	30	20	4	2	90
2021	0	5	9	11	1	0	26	6	16	26	14	16	0	78
2022	0	5	18	6	3	0	32	0	21	27	19	21	0	88
2023	0	0	15	15	0	1	31	4	7	31	26	1	2	71
2024	1	4	4	7	3	0	19	4	22	21	16	8	0	71

المصدر .اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

٢. بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) على الرابط

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

ملحق – ٤–

				بنجوين						السليمانية					
الشهر / العام	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	المجموع	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	المجموع
1992	4	14	31	26	21	1	97	8	25	31	28	29	9	130
1993	8	6	26	22	10	0	72	10	14	31	26	24	0	105
1994	1	22	15	13	4	0	55	6	31	24	28	13	2	104
1995	8	20	12	11	3	0	54	11	30	26	24	10	3	104
1996	0	1	16	8	7	0	32	10	14	28	22	25	7	106
1997	0	12	19	21	15	4	71	7	24	27	28	28	7	121
1998	0	3	25	21	9	0	58	0	13	31	27	22	2	95
1999	3	4	16	9	2	0	34	11	18	28	22	21	1	101
2000	10	7	25	19	13	0	74	10	25	27	28	22	1	113
2001	5	5	14	15	0	0	39	31	17	29	25	4	0	106
2002	0	20	25	14	2	0	61	10	24	28	21	13	1	97
2003	5	15	16	16	8	0	60	13	29	25	27	22	2	118
2004	5	21	12	10	2	2	52	9	30	29	22	9	5	104
2005	0	7	22	15	7	0	51	10	31	27	21	17	4	110
2006	6	25	18	13	2	0	64	19	28	30	22	10	0	109
2007	4	14	27	7	4	0	56	9	23	29	26	17	20	124
2008	0	16	29	18	0	0	63	7	30	31	27	7	0	102
2009	2	4	21	6	8	0	41	10	31	30	23	18	2	114
2010	0	7	5	8	1	0	21	2	19	21	16	7	1	66
2011	9	17	21	15	7	1	70	18	23	30	24	16	2	113
2012	0	8	20	21	15	0	64	7	25	31	28	21	1	113
2013	0	21	17	6	4	0	48	3	28	26	19	12	1	89
2014	3	6	21	14	1	1	46	14	21	28	23	12	2	100
2015	0	21	16	9	3	0	49	10	29	24	22	31	3	119
2016	5	23	15	8	0	1	52	10	25	24	17	9	3	88
2017	2	6	21	19	0	0	48	9	16	29	27	15	4	100
2018	0	6	16	4	0	0	26	0	16	28	18	2	1	65
2019	3	1	18	13	5	0	40	14	21	27	27	19	8	116
2020	0	11	18	13	1	0	43	10	25	31	18	9	3	96
2021	0	7	13	12	4	0	36	9	22	25	13	12	1	82
2022	0	9	23	9	5	0	46	1	24	23	18	20	0	86
2023	1	0	22	19	1	1	44	3	9	31	25	4	3	75
2024	3	12	9	8	4	0	36	4	27	18	20	13	1	83

المصدر .اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

٢. بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) على الرابط

٣. https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5

ملحق ٥ عدد الايام الجليدية

	السليمانية				العمادية					سوران			رانية				دوكان	بنجوين		
الشهر / العام	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	مجموع	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	المجموع	كانون الثاني	شباط	المجموع	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	المجموع	كانون الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	المجموع
1992	0	0	0	0	1	5	5	6	17	0	0	0	1	7	15	13	36	0	4	11	10	25
1993	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	1	1
1994	3	0	0	3	0	4	0	0	4	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5	0	0	5
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	3	6	0	0	3	2	5
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	6	0	0	6	1	7
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	6	1	7	0	0	3	0	3
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	3	0	5	0	0	1	0	1
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
2004	1	1	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2
2005	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	1	3	0	4	0	1	2	5	8
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	7	0	3	3	1	7
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0
2008	2	0	2	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	0	12	2	14	1	0	11	1	13
2009	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	2	0	2
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	2	3
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	1	3	4
2012	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	0	0	3	1	4	0	0	1	2	3
2013	0	0	0	0	0	2	0	2	4	2	0	2	0	9	5	0	14	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	0	0	0	2	2
2015	1	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	4	1	5	0	0	4	1	6
2016	2	0	2	0	0	5	2	0	7	4	0	4	0	7	8	0	15	2	0	1	0	10
2017	1	1	0	0	0	1	1	0	2	2	0	2	0	0	4	5	9	0	0	3	6	9
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1
2019	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1
2020	2	2	0	0	0	5	5	0	10	3	3	6	0	1	2	6	9	2	0	1	6	9
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
2022	2	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	11	0	11	1	0	8	0	9
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	4	4
2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

المصدر .اقليم كردستان العراق ,وزارة النقل , الهيئة العامة للانواء الجوية , بيانات غير منشورة.

٢. بيانات المركز الاوربي للتنبؤات قصيرة المدى(ECMWF) على الرابط

https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5