ISSN: 1812-0512 (Print) 2790-346X (online)

Wasit Journal for Human Sciences

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

OPEN ACCESS

Original article

A Synoptic Analysis of Cut-Off Lows and Their Impact on Rainfall in Central and Southern Iraq During the Winter and Spring Seasons

Hind Hassan Mutashar

Wasit University- College of Education for Human Sciences

***Correspondence author*:** hmutsher@uowasit.edu.iq

Received:30 **October** 2025
Accepted: 27 **November** 2025
Published: 01 **February** 2026

***DOI*:** https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss1.1429

1812-0512 /© 2026 The Author(s). Published by Wasit Journal for Humanities Sciences, Wasit University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

***Cite*:**
Mutashar, H. H. (2026). Synoptic analysis of trough depressions and their impact on rainfall in central and southern Iraq during winter and spring. Wasit Journal for Human Sciences, 22(1). https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss1.1429

ABSTRACT

The study of pressure patterns in the upper atmospheric levels is among the fundamental topics in climatology ،as these patterns directly influence weather conditions at the Earth's surface. The 500-millibar pressure level plays a particularly important role ،as it reflects atmospheric dynamics and circulation patterns. Among the most significant synoptic phenomena associated with atmospheric instability is the cut-off low ،which has a clear impact on the temporal and spatial variability and distribution of rainfall. This study aims to analyze the synoptic influence of cut-off lows on rainfall in Iraq during the winter and spring seasons for the period 2013–2023. The results indicate that these systems caused 2،171 rainfall events ،of which 1،140 occurred at 00 UTC and 1،031 at 12 UTC. A total of 1،119 events were recorded in winter and 1،052 in spring. The higher frequency in winter is attributed to the activity of deep low-pressure systems and strong upper-level westerlies ،while their effectiveness decreases in spring due to the weakening of cold air masses and the rise in temperatures.

Keywords: Cut-off low500 ،-millibar pressure level ،rainfall.

التحليل السينوبتيكي لمنخفضات القطع وتأثيرها على الأمطار في وسط وجنوب العراق خلال فصلي الشتاء والربيع

م.د هند حسن مطشر
جامعة واسط / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية

المُستخلص

تُعد دراسة أنماط الضغط في المستويات العليا من الموضوعات الأساسية في علم المناخ ، لأنها تؤثر مباشرة على حالة الطقس عند سطح الأرض. ويلعب المستوى الضغطي 500 ملّيبار دوراً مهماً ، إذ يُظهر ديناميكية الغلاف الجوي وأنماط الدوران فيه. ويُعد منخفض القطع من أبرز الظواهر الجوية المسببة لعدم الاستقرار، وله دور واضح في تباين وتوزيع الأمطار زمانيًا ومكانيًا. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التأثير السينوبتكي للمنخفضات القطع على الأمطار في العراق خلال فصلي الشتاء والربيع للمدة من 2013 إلى 2023. أظهرت النتائج أن هذه المنخفضات تسببت في (2،171) حالة مطرية، منها (1،140) عند الساعة(00 UTC) و(1،031) عند الساعة (12.UTC)(.وسُجلت(1،119) حالة في الشتاء و(1،052) في الربيع. ويُعزى ارتفاع التكرار في الشتاء إلى نشاط المنخفضات العميقة والتيارات الغربية العليا، بينما تقل فعاليتها في الربيع بسبب ضعف الكتل الباردة وارتفاع درجات الحرارة.

الكلمات المفتاحية: منخفض القطع ، المستوى الضغطي 500 مليبار، الأمطار.

المقدمة

يُعَد التحليل السينوبتكي من الأدوات الأساسية في دراسات المناخ الشمولي، كونه يوفر فهماً عميقاً للأنماط الضغطية وحركتها وتأثيرها في عناصر المناخ المختلفة. ويُعَد المستوى الضغطي (500 مليبار) من أهم المستويات العلوية التي تفسّر طبيعة الظروف الجوية السائدة عند سطح الأرض، إذ تُسهم أنماطه الضغطية في تكوين ودعم المنخفضات الجوية وتحديد مساراتها وفعاليتها. ومن أبرز هذه الأنماط منخفضات القطع التي تُعَدّ سمة بارزة في الغلاف الجوي العلوي، وتتميز بقدرتها على إحداث حالات عدم استقرار جوي واسعة النطاق تؤدي غالباً إلى هطول أمطار متفاوتة الشدة.

تنبع أهمية دراسة منخفضات القطع في العراق من طبيعة موقعه الجغرافي ضمن النطاق الجاف وشبه الجاف، اذ يعد المطر المصدر الرئيس للمياه السطحية والجوفية، وله تأثير مباشر في الحياة العامة والأنشطة الزراعية والاقتصادية. كما أن تباين الأمطار زمانياً ومكانياً يُحتّم دراسة الأنماط العلوية المؤثرة عليها لفهم آليات تكوّنها وتكرارها.

وفي هذا السياق، يهدف البحث إلى تحليل التأثير السينوبتكي لمنخفضات القطع على الأمطار في المنطقة الوسطى والجنوبية من العراق خلال فصلي الشتاء والربيع وللمدة (2013–2023) ، للكشف عن دورها في تحديد كمية وتوزيع الأمطار، فضلاً عن توضيح الفروق الموسمية بين الفصلين، بما يسهم في تعزيز المعرفة المناخية ودعم خطط إدارة الموارد المائية، وتم الاعتماد على موقع بلايموث الالكتروني لذا تمَّ قراءة وتحليل (2171) خريطة طقسية للمستوى الضغطي (500) مليبار توزعت على (1031) خريطة للرصدة النهارية (12 GMT) وللرصدة الليلية (00 GMT) بلغت (1140) خريطة طقسية ،ومُثلت بيانات تكرار منخفض القطع بواسطة برنامج gis لاعطاء صورة واضحة عن تأثيرها.

تعَدّ الأمطار من أهم العناصر المناخية المؤثرة في الحياة العامة والانشطة البشرية، إذ ترتبط بها الجوانب الزراعية والاقتصادية والبيئية بصورة مباشرة. ونظرًا لوقوع العراق ضمن النطاق الجاف وشبه الجاف، فإن دراسة الأنماط الضغطية المسببة للتساقط المطري

تكتسب أهمية خاصة لفهم طبيعة التباين الزماني والمكاني للأمطار. ويُعَدّ المستوى الضغطي (500 مليبار) من أكثر المستويات العلوية تأثيراً في الأحوال الجوية السائدة على سطح الأرض، ولا سيما من خلال تكوّن منخفضات القطع التي تُعَد من أبرز الأنماط الضغطية المسببة لحالات عدم الاستقرار الجوي.

1-مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة البحث بالتساؤل الآتي:

ما تأثير منخفضات القطع على التساقط المطري في وسط وجنوب العراق خلال فصلي الشتاء والربيع؟

2-فرضية الدراسة

يفترض أن تأثير منخفضات القطع يختلف مكانياً في وسط وجنوب العراق خلال فصلي الشتاء والربيع بسبب اختلاف الظروف المحلية.

3-هدف الدراسة

يهدف هذا البحث إلى تحليل تأثير منخفضات القطع على حالات عدم الاستقرار الجوي المسببة لهطول الأمطار في المناطق الوسطى والجنوبية من العراق خلال فصلي الشتاء والربيع وللمدة (2013 – 2023) ويشمل البحث تقييم مواقع محطات الرصد الجوي وتحليل أثر هذه المنخفضات على التوزيع المكاني وشدة التساقط المطري، فضلا عن دراسة الأنماط المطرية المصاحبة لها. كما يسعى البحث إلى فهم العلاقة الديناميكية بين منخفضات القطع وتباين التساقط المطري عبر الزمان والمكان، بما يسهم في تعزيز المعرفة حول العمليات الجوية المؤثرة على الموارد المائية، ويدعم تطوير استراتيجيات دقيقة للتنبؤ المناخي وإدارة المياه في منطقة الدراسة.

4- الحدود المكانية والزمانية

تمثل الحدود المكانيّة لمنطقة الدراسة في المنطقتين الوسطى والجنوبية من العراق، وتمتد بين دائرتي عرض (01 ١٣ ° ٣٥′ –16 ٥٦° 28′) شمالاً، وخطي طول (٣٨° ١٠′ 40 – ٤٤° ٥٠′ 48) شرقاً، وتم اختيار عشر محطات مناخية موزعة على منطقة الدراسة خريطة (1) وتمثلت الحدود الزمانية بالمدة من (2013–2023).

جدول (1)

محطات الرصد الجوي المشمولة بالدراسة

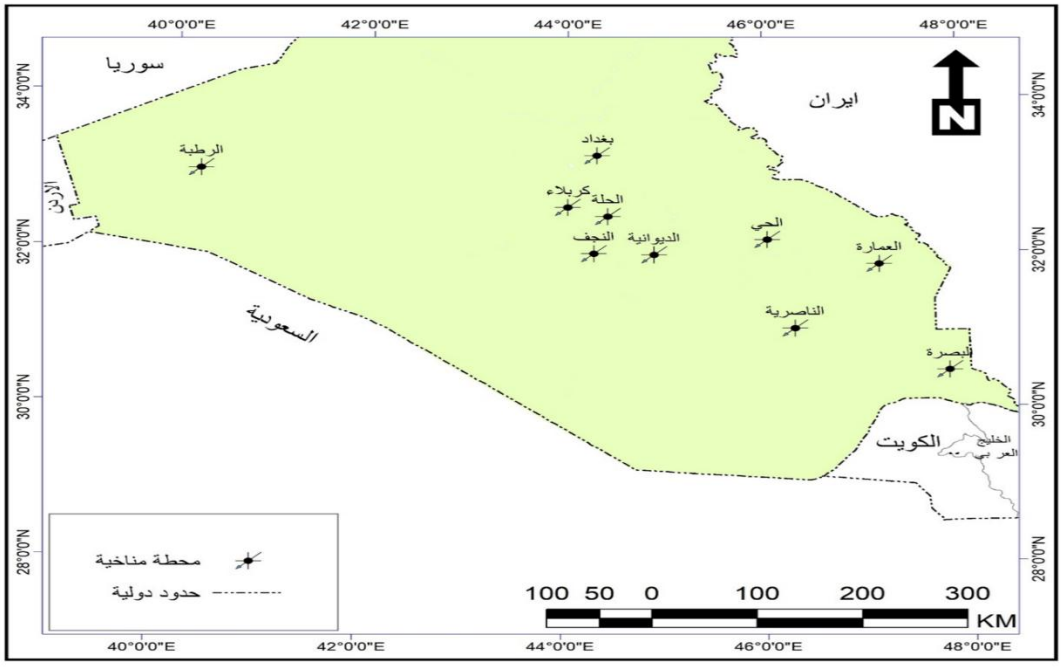
المحطة	خط الطول شرقاً	دائرة العرض شمالاً	الارتفاع م	رقم المحطة
بغداد	24 44ْ	18 33ْ	31.7	650
الرطبة	17 44ْ	02 33ْ	630.8	642
كربلاء	03-44ْ	32- 34ْ	29	656

الحلة	44-27 ْ	32-27 ْ	27	657
الحي	46 02 ْ	32 08 ْ	17	665
الديوانية	31 57 ْ	44 57 ْ	15	20
النجف	44 19 ْ	31 57 ْ	53	670
الناصرية	46 14 ْ	31 01 ْ	5	676
العمارة	47 10 ْ	31 50 ْ	9.5	680
البصرة	47 47 ْ	30 31 ْ	2	689

المصدر: الباحثة اعتماداً على:

وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، أطلس مناخ العراق (1971-2000)، ج1، 2012.

خريطة (1) محطات الرصد الجوي المشمولة بالدراسة



المصدر: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس 1:1000000، لسنة 2022.

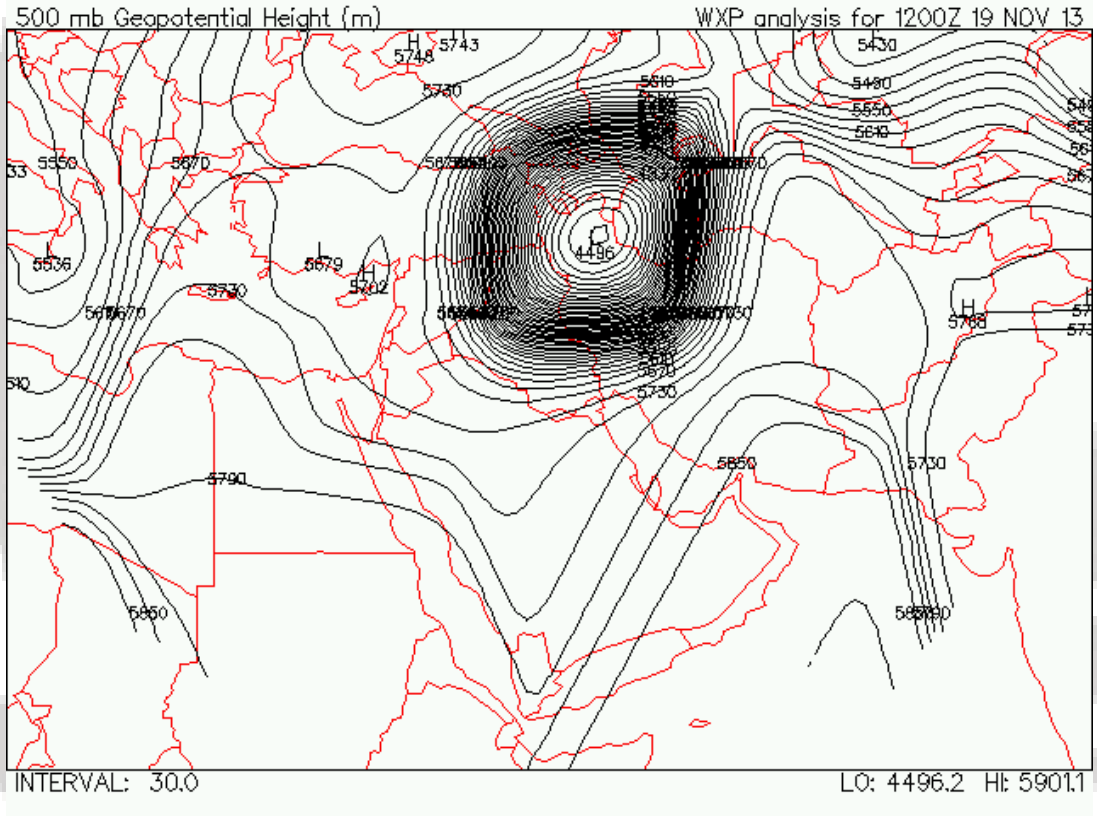
اولاً: مفهوم منخفضات القطع

تؤثر الأنماط الضغطية في المستوى الضغطي (500) مليبار على تساقط الأمطار لأنها تتحكم بالحركة الجوية السطحية وبمسارات المنخفضات الجوية السطح، فهي تساهم في تنشيط المنخفضات الجوية السطحية وتتحكم في مساراتها وحركتها وضخ

الهواء القطبي البارد الذي يزيد من فعاليتها، فهي تسهم في تنشيط المنخفضات الجوية السطحية وتتحكم في مساراتها وحركتها **(مطشر والكناني ،2020، ص. 248)** ينظر خريطة (2).

ومنخفضات القطع نمط من أنماط الحاجز الضغطي عند مستوى (500) مليبار نتيجة حركة الأخاديد القطبية باتجاه الجنوب والانبعاجات المدارية باتجاه الشمال ممّا يؤدي إلى حدوث اضطراب موجي وبالنتيجة تكوين أنماط الحواجز الضَّغطيَّة **(E.konrad،1988،p. 1431)**، ويكون على شكل تقعر كبير في خطوط الضغط المتساوية على مستوى (500) مليبار، أي يعمل على قطع الأمواج حيث يقوم بقطع مقدمة الموجة **(الشمري ، 2007 ، ص. 39)** ، وهي اكثر ضوحاً عند منتصف التربوسفير واهم ما تمتاز به هذه الأمواج هو اثرها البارز في نقل الطاقة بين العروض العليا والعروض الدنيا بشكل أكبر من الأمواج الطويلة والأمواج القصيرة **(الدزيي ، 2005 ، ص.14)**.

خريطة (2) سيطرة منخفض قطع على أجواء العراق للمستوى (500) مليبار بتاريخ (2013/11/19)



المصدر : (Plymouth State)

ثانياً / النتائج والمناقشة

1- تباين تكرار منخفضات القطع المتسببة في تساقط الأمطار في المنطقة الوسطى والجنوبية من العراق

يتباين تكرار منخفض القطع المتسبب في تساقط الأمطار في منطقة الدراسة (العراق) خلال فصلي الشتاء والربيع (كانون الاول – كانون الثاني – شباط –آذار – نيسان – مايس) وللرصدتين (00 – 12)، وتمت دراسة التباين الشهري والفصلي وعلى مستوى الرصدات وكالآتي:

1-1 التباين الشهري لتكرار منخفضات القطع المؤثرة على تساقط الأمطار في منطقة الدراسة

يتضح من الجدول (2) أن تكرار منخفض القطع عند المستوى الضغطي (500 مليبار) المتسبب في تساقط الأمطار في منطقة الدراسة بلغ (2171) تكرارًا خلال مدة البحث. وقد تميزت الرصدة الليلية (00) بأعلى مجموع بلغ (1140) تكرارًا، مقابل (1031) تكرارًا في الرصدة النهارية (12). ويُعزى ارتفاع القيم في الرصدة الليلية إلى انخفاض درجات الحرارة وزيادة الرطوبة النسبية خلال الليل، ما يؤدي إلى تعزيز فرص تكاثف بخار الماء وتزايد احتمالات التساقط المطري مقارنة بساعات النهار.

فمن ناحية التوزيع المكاني، فقد أظهر تباينًا واضحاً، إذ سجلت محطة بغداد أعلى مجموع بلغ (255) تكرارًا بمتوسط (127.5) للرصدتين (00–12)، تلتها محطة العمارة بمتوسط (126) تكرارًا، في حين سجلت محطة البصرة أدنى مجموع بلغ (159) تكرارًا بمتوسط (79.5) للرصدتين، ينظر خريطة (3). ويعود هذا التباين إلى اختلاف الموقع الجغرافي والخصائص المناخية؛ فالمناطق الوسطى مثل بغداد تقع في مسار أكثر مباشرة للتيارات الغربية العلوية والكتل الهوائية الباردة، مما يعزز من تأثير منخفضات القطع. بينما تتأثر البصرة بمناخ شبه مداري حار ورطب نسبيًا، يقل فيه توغل الكتل الهوائية الباردة، ما يحد من فعالية هذه المنخفضات.

وعلى الصعيد الزمني، يتضح أن شهر نيسان سجل أعلى مجموع تكرار بلغ (397) تكرارًا بنسبة (18.3%)، بواقع (215) تكرارًا في الرصدة الليلية (00) بنسبة (18.9%) و(182) تكرارًا في الرصدة النهارية (12) بنسبة (17.7%). ويُفسر هذا الارتفاع في نيسان بكونه شهرًا انتقاليًا بين الشتاء والربيع، حيث تتلاقى الكتل الهوائية الباردة مع الكتل الدافئة، ما يخلق تدرجات حرارية كبيرة تعزز من نشاط منخفضات القطع وزيادة الأمطار. في المقابل، كان أدنى تكرار في شهر مايس بمجموع (295) تكرارًا بنسبة (13.6%)، منها (156) في الرصدة الليلية بنسبة (13.7%) و(139) في الرصدة النهارية بنسبة (13.5%)، ينظر شكل (2). ويُعزى هذا الانخفاض إلى ارتفاع درجات الحرارة في مايس وتراجع فاعلية الكتل الهوائية الباردة، ما يؤدي إلى ضعف تكوين الحالات المطرية المرتبطة بمنخفضات القطع.

1-2 التباين الفصلي لتكرار منخفضات القطع المؤثرة في تساقط الأمطار في منطقة الدراسة

يتضح من الجدول (3) أن تكرار منخفض القطع المتسبب في تساقط الأمطار في منطقة الدراسة تباين بشكل واضح بين فصلي الشتاء والربيع. فقد بلغ مجموع التكرارات خلال فصل الشتاء (1119) تكرارًا، كان منها (581) في الرصدة الليلية (00) و(538) في الرصدة النهارية (12). وسُجل أعلى تكرار في شهر كانون الأول بمجموع (204) تكرارات بنسبة (35.1%)، يليه شهر شباط (196 تكرارًا بنسبة 33.7%)، ثم كانون الثاني (181 تكرارًا بنسبة 31.2%). أما في الرصدة النهارية، فقد بلغ أعلى

تكرار أيضًا في كانون الأول (185 تكرارًا بنسبة 34.4%)، ثم كانون الثاني (181 تكرارًا بنسبة 33.6%)، وأخيرًا شباط (172 تكرارًا بنسبة 32%)

جدول (2) تكرار منخفضات القطع المؤثرة على الأمطار في منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)

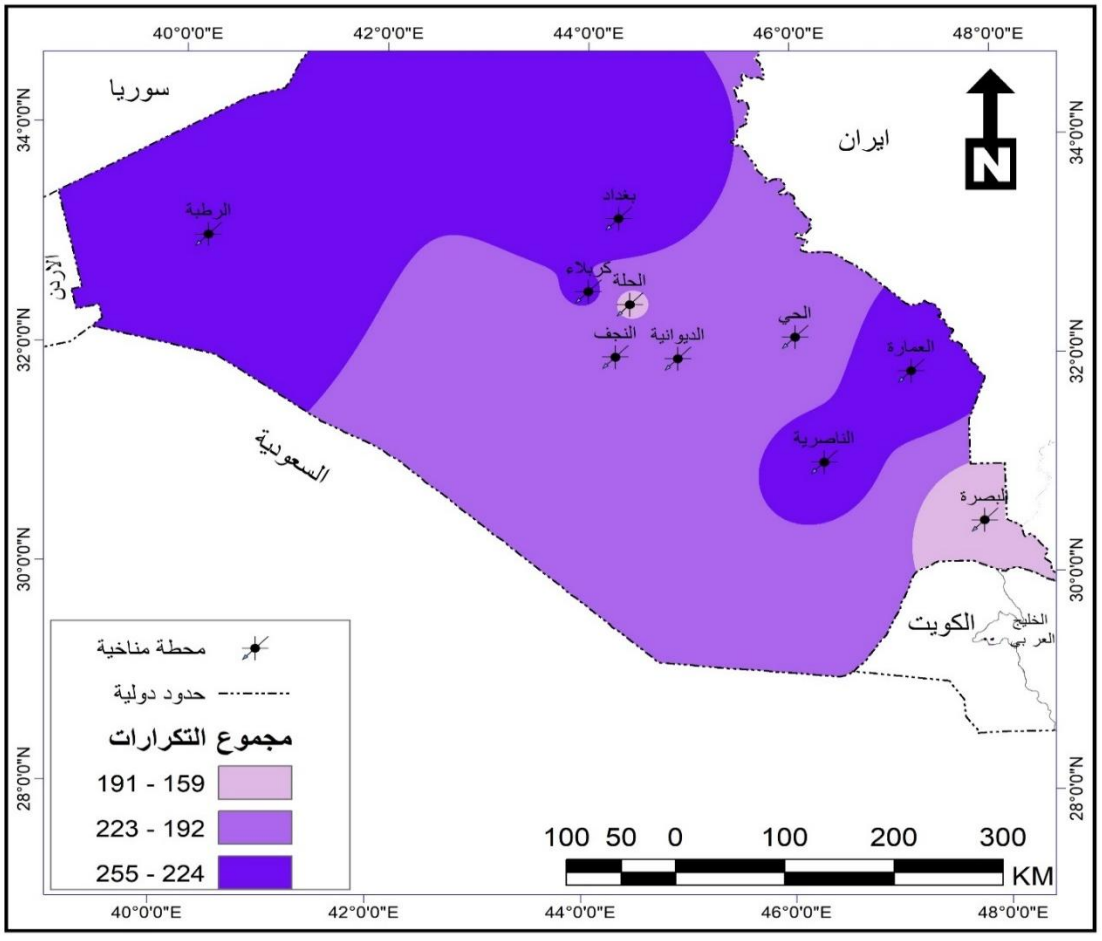
السلام/الشهر	الرمادة	القيم الدنيا	النسبة	القيم القصوى	النسبة	تكريت	النسبة	آمرلي	النسبة	بيجي	النسبة	سامراء	النسبة	حديثة	النسبة	المجموع الرسمي
الرطبة	٠٠	١٥	11.5	٢٣	١٧,٢	٢٦	٢٠,٠	١٩	١٤,٦	٢٤	١٨,٥	٢٣	١٧,٧	١٣٠	%١٠٠	٢٤٢
	١٢	١٣	١١,٦	٢٠	١٧,٨	٢٣	٢٠,٥	١٦	١٤,٣	٢١	١٨,٨	١٩	١٧,٠	١١٢	%١٠٠	
	المعدل	١٤	١١,٦	٢١,٥	١٧,٨	٢٤,٥	٢٠,٢	١٧,٥	١٤,٥	٢٢,٥	١٨,٦	٢١	١٧,٤	١٢١	%١٠٠	
بغداد	٠٠	٢٣	١٨,٣	٢١	١٦,٧	٢٩	٢٣,٠	٢٠	١٥,٨	٢٠	١٥,٨	١٣	١٠,٣	١٢٦	%١٠٠	٢٥٥
	١٢	٢٠	١٥,٥	٢٥	١٩,٤	٢٦	٢٠,٢	٢٤	١٨,٦	١٩	١٤,٧	١٥	١١,٦	١٢٩	%١٠٠	
	المعدل	٢١,٥	١٦,٩	٢٣	١٨,٠	٢٧,٥	٢١,٦	٢٢	١٧,٣	١٩,٥	١٥,٣	١٤	١١,٠	١٢٧,٥	%١٠٠	
كربلاء	٠٠	٢١	١٨,٦	١٨	١٥,٩	٢٧	٢٣,٩	١٧	١٥,٠	١٨	١٥,٩	١٢	١٠,٦	١١٣	%١٠٠	٢٢٨
	١٢	١٨	١٥,٧	٢٢	١٩,١	٢٤	٢٠,٨	٢٢	١٩,١	١٦	١٣,٩	١٣	١١,٣	١١٥	%١٠٠	
	المعدل	١٩,٥	١٧,١	٢٠	١٧,٥	٢٥,٥	٢٢,٤	١٩,٥	١٧,١	١٧	١٤,٨	١٢,٥	١١,٠	١١٤	%١٠٠	
الطة	٠٠	١٨	١٨,٩	١٢	١٢,٦	١٤	١٤,٧	١٨	١٨,٩	١٦	١٦,٨	١٢	١٢,٩	٩٥	%١٠٠	١٨٢
	١٢	٢٠	٢٣,٠	١٥	١٧,٢	١٠	١١,٥	١٣	١٤,٩	١٥	١٧,٢	١٤	١٦,١	٨٧	%١٠٠	
	المعدل	١٩	٢١,٣	١٣,٥	١٥,٢	١١,٥	١٢,٩	١٥,٥	١٧,٤	١٥,٥	١٧,٤	١٥,٥	١٧,٤	٨٩	%١٠٠	
المي	٠٠	١٥	١٧,٤	١٥	١٣,٨	١٤	١٢,٨	٢١	١٩,٣	٢٢	٢٠,٢	١٨	١٦,٥	١٠٩	%١٠٠	٢٠٤
	١٢	٢٢	٢٣,٢	١٧	١٧,٨	١٠	١٠,٥	١٦	١٦,٨	١٧	١٧,٨	١٣	١٣,٧	٩٥	%١٠٠	
	المعدل	٢٠,٥	٢٠,١	١٦	١٥,٧	١٢	١١,٨	١٨,٥	١٨,١	١٨,٥	١٨,١	١٥,٥	١٥,٢	١٠٢	%١٠٠	
الدوانية	٠٠	٢٢	٢١,٤	١٨	١٧,٥	١٥	١٤,٦	١٦	١٥,٥	٢١	٢٠,٤	١١	١٠,٧	١٠٣	%١٠٠	١٩٢
	١٢	١٩	٢١,٣	١٥	١٦,٨	١٢	١٣,٥	١٤	١٥,٧	١٧	١٩,١	١٢	١٣,٥	٨٩	%١٠٠	
	المعدل	٢٠,٥	٢١,٤	١٦,٥	١٧,٢	١٣,٥	١٤,١	١٥,٥	١٦,٨	١٩	١٩,٨	١١,٥	١٢,٠	٩٦	%١٠٠	
الدجيل	٠٠	٢٤	٢٠,٢	٢٢	١٨,٥	١٨	١٥,١	١٧	١٤,٣	٢٥	٢١,٠	١٣	١٠,٨	١١٩	%١٠٠	٢٢٢
	١٢	٢٢	٢١,٤	١٧	١٦,٥	١٥	١٤,٦	١٦	١٥,٥	٢١	٢٠,٤	١٢	١١,٧	١٠٣	%١٠٠	
	المعدل	٢٣	٢٠,٧	١٩,٥	١٧,٦	١٦,٥	١٤,٨	١٦,٥	١٤,٨	٢٣	٢٠,٧	١٢,٥	١١,٣	١١١	%١٠٠	
الدامرية	٠٠	٢١	١٦,٨	٢٠	١٦,١	١٨	١٤,٥	٢٢	١٧,٧	٢٤	١٩,٤	١٩	١٥,٣	١٢٤	%١٠٠	٢٣٦
	١٢	١٨	١٦,١	٢٣	٢٠,٥	١٧	١٥,٢	١٨	١٦,١	٢٠	١٧,٨	١٦	١٤,٣	١١٢	%١٠٠	
	المعدل	١٩,٥	١٦,٥	٢١,٥	١٨,٢	١٧,٥	١٤,٨	٢٠	١٦,٨	٢٢	١٨,٦	١٧,٥	١٤,٨	١١٨	%١٠٠	
الصقلاوية	٠٠	٢٢	١٦,٨	١٨	١٣,٧	١٨	١٣,٧	٢٣	١٧,٦	٢٩	٢٢,١	٢١	١٦,٠	١٣١	%١٠٠	٢٥١
	١٢	١٩	١٥,٨	١٧	١٤,٢	٢٠	١٦,٧	٢٢	١٨,٣	٢٥	٢٠,٠	١٨	١٥,٠	١٢٠	%١٠٠	
	المعدل	٢٠,٥	١٦,٣	١٧,٥	١٣,٩	١٩	١٥,١	٢٢,٥	١٧,٩	٢٦,٥	٢١,٠	١٩,٥	١٥,٥	١٢٦	%١٠٠	
الحمرة	٠٠	١٩	٢١,١	١٤	١٥,٦	١٧	١٨,٩	١٥	١٦,٧	١٦	١٧,٨	٩	١٠,٠	٩٠	%١٠٠	١٥٩
	١٢	١٤	٢٠,٣	١٠	١٤,٥	١٥	٢١,٧	١١	١٥,٩	١٢	١٧,٤	٧	١٠,١	٦٩	%١٠٠	
	المعدل	١٦,٥	٢٠,٨	١٢	١٥,١	١٦	٢٠,١	١٣	١٦,٤	١٤	١٧,٦	٨	١٠,١	٧٩,٥	%١٠٠	
المجموع الشهري		٧٨٩	١٧,٩	٣٦٢	١٦,٧	٣٦٨	١٧,٠	٣٦٠	١٦,٦	٣٩٧	١٨,٣	٢٩٥	١٣,٦	٢١٧١	%١٠٠	٢١٧١
مجموع ٠٠		٢٠٤	١٧,٩	١٨١	١٥,٩	١٩٦	١٧,٢	١٨٨	١٦,٥	٢١٥	١٨,٩	١٥٦	١٣,٧	١١٤٠	%١٠٠	
مجموع ١٢		١٨٥	١٧,٩	١٨١	١٧,٦	١٧٢	١٦,٧	١٧٢	١٦,٧	١٨٢	١٧,٧	١٣٩	١٣,٥	١٠٣١	%١٠٠	

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على:

1- الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

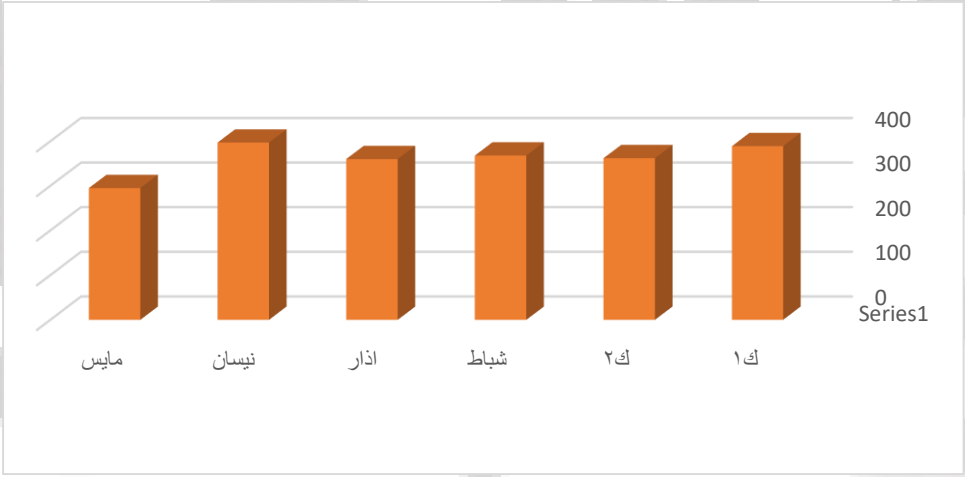
2-تحليل الخرائط على الموقع الالكتروني: (Plymouth State)

خريطة (3) مجموع تكرارات منخفض القطع في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (2) وباستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8

شكل (2) مجموع تكرار منخفضات القطع المؤثرة على الأمطار في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (2).

وعلى مستوى محطات الدراسة، تميزت محطة بغداد بأعلى مجموع بلغ (134) تكرارًا، تلتها كربلاء (130 تكرارًا)، في حين سُجل أدنى مجموع في كل من الحلة والبصرة (89 تكرارًا)، ينظر خريطة (4). ويُفسر هذا التباين المكاني بوقوع بغداد وكربلاء ضمن المسار المباشر لتأثير التيارات الغربية العلوية المرتبطة بمنخفضات القطع، بينما تتأثر الحلة والبصرة بعوامل محلية من بينها ضعف توغل الكتل الباردة وسيطرة الخصائص المناخية الأكثر دفئًا، مما يقلل من فعالية هذه المنخفضات.

أما التباين الشهري داخل فصل الشتاء، فقد عكس بدوره اختلاف شدة المنخفضات. ففي كانون الأول، وهو الشهر الأكثر نشاطًا، بلغ المجموع (389) تكرارًا بنسبة (34.8%)، حيث سجلت محطة بغداد أعلى تكرار في الرصدة (00) بواقع (23) تكرارًا، مقابل أدنى قيمة في الرطبة (15 تكرارًا). بينما في الرصدة النهارية (12) سجلت الحي والنجف (22) تكرارًا كأعلى قيمة. ويُعزى هذا الارتفاع في كانون الأول إلى زيادة فعالية الكتل الهوائية الباردة القادمة من العروض العليا وتداخلها مع الكتل الدافئة، ما يؤدي إلى تكوين حالات عدم استقرار قوية. وفي شباط، بلغ المجموع (368) تكرارًا بنسبة (32.9%)، حيث سُجل أعلى تكرار خلال الرصدة (00) في بغداد (29 تكرارًا بنسبة 46%) وأدنى في الحي (14 تكرارًا بنسبة 29.2%)، بينما في الرصدة (12) سجلت بغداد (26 تكرارًا بنسبة 36.6%) وأدنى قيمة في الحلة والحي (10 تكرارات). ويُلاحظ أن نشاط المنخفضات في شباط يرتبط باستمرار اندفاع الكتل الباردة، إلا أن شدتها أقل نسبيًا من كانون الأول. أما كانون الثاني فقد سجل (362) تكرارًا بنسبة (32.4%)، حيث كان أعلى تكرار خلال الرصدة (00) في الرطبة (23 تكرارًا بنسبة 35.9%) وأدنى في الحلة (12 تكرارًا بنسبة 27.3%). وفي الرصدة (12)، سُجلت أعلى قيمة في بغداد (25 تكرارًا بنسبة 35.2%) وأدنى في البصرة (10 تكرارات بنسبة 25.6%). ويمثل كانون الثاني مرحلة انتقالية بين ذروة نشاط كانون الأول وبداية تراجع المنخفضات تدريجيًا مع اقتراب الربيع. ينظر شكل (3). وتوضح خريطة (5) سيطرة منخفض القطع خلال شهر كانون الثاني في منطقة الدراسة.

من خلال ما سبق، يتبين أن فصل الشتاء يمثل المرحلة الأكثر فعالية في نشاط منخفضات القطع المؤثرة على الأمطار في المنطقة، ويرتبط ذلك بخصائص الغلاف الجوي خلال هذه الفترة التي تتسم بامتداد التيارات الغربية العلوية وتكرار اندفاع الكتل الهوائية الباردة، ما يزيد من فرص تشكل الأمطار واتساع رقعتها مقارنة بالفصول الأخرى.

جدول (3) تباين تكرار منخفضات القطع خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)

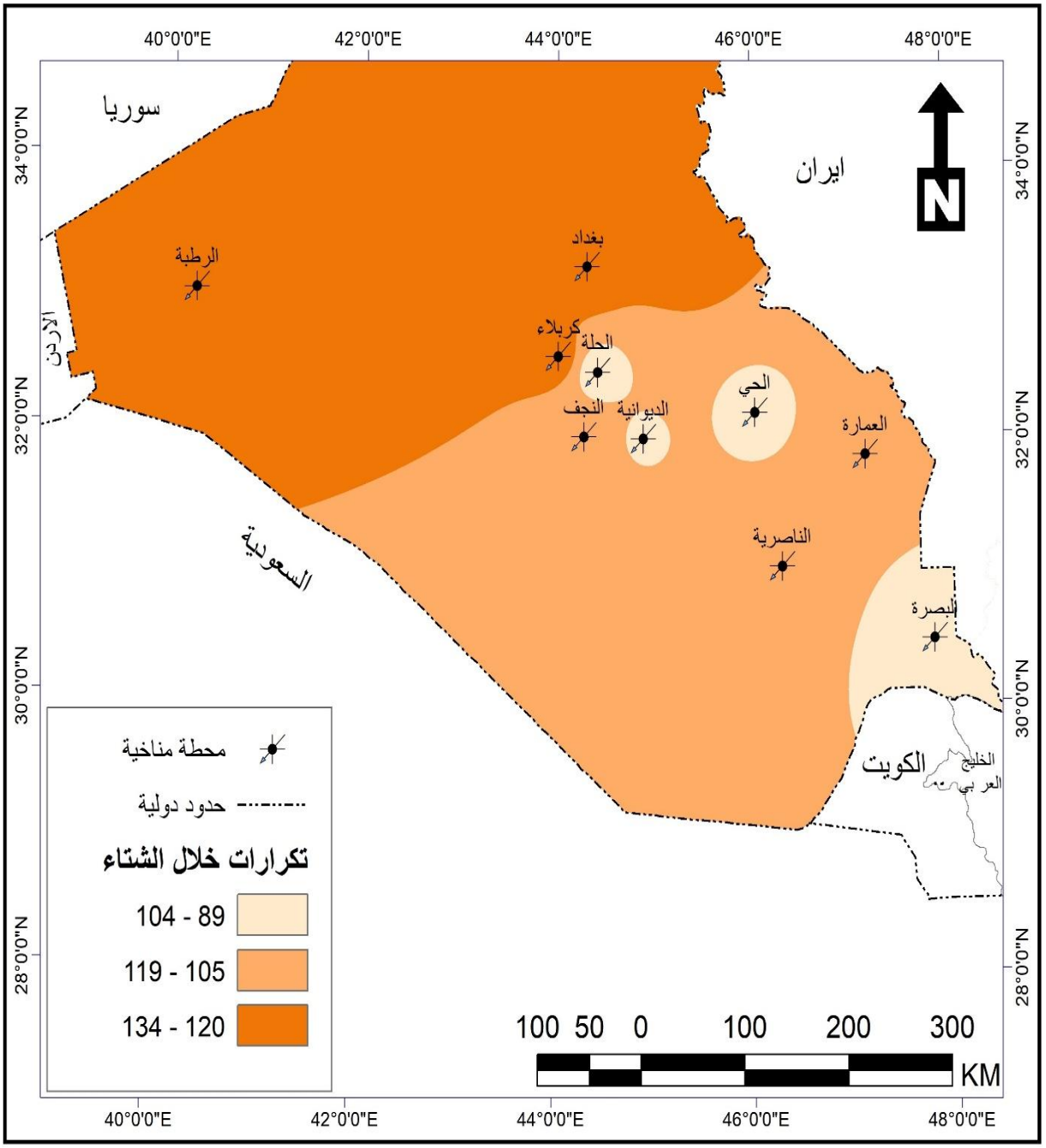
المحطة/الشهر	الرصدة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	النسبة	المجموع	مجموع الرصدتين
الرطبة	٠٠	١٥	٢٣،٤	٢٣	٣٥,٩	٢٦	٤٠,٦	%١٠٠	٦٤	120
	١٢	١٣	٢٣,٢	٢٠	٣٥,٧	٢٣	٤١,١	%١٠٠	٥٦	
بغداد	٠٠	٢٣	٣٦,٥	٢١	٣٣,٣	٢٩	٤٦,٠	%١٠٠	٦٣	134
	١٢	٢٠	٢٨,٢	٢٥	٣٥,٢	٢٦	٣٦,٦	%١٠٠	٧١	
كربلاء	٠٠	٢١	٣١,٨	١٨	٢٧,٣	٢٧	٤٠,٩	%١٠٠	٦٦	130
	١٢	١٨	٢٨,١	٢٢	٣٤,٤	٢٤	٣٧,٥	%١٠٠	٦٤	
الحلة	٠٠	١٨	٤٠,٩	١٢	٢٧,٣	١٤	٣١,٨	%١٠٠	٤٤	89
	١٢	٢٠	٤٤,٤	١٥	٣٣,٣	١٠	٢٢,٢	%١٠٠	٤٥	
الحي	٠٠	١٩	٣٩,٦	١٥	٣١,٣	١٤	٢٩,٢	%١٠٠	٤٨	97
	١٢	٢٢	٤٤,٩	١٧	٣٤,٧	١٠	٢٠,٤	%١٠٠	٤٩	
الديوانية	٠٠	٢٢	٤٠,٠	١٨	٣٢,٧	١٥	٢٧,٣	%١٠٠	٥٥	101
	١٢	١٩	٤١,٣	١٥	٣٢,٦	١٢	٢٦,١	%١٠٠	٤٦	
النجف	٠٠	٢٤	٣٧,٥	٢٢	٣٤,٤	١٨	٢٨,١	%١٠٠	٦٤	118
	١٢	٢٢	٤٠,٧	١٧	٣١,٥	١٥	٢٧,٨	%١٠٠	٥٤	
الناصرية	٠٠	٢١	٣٥,٦	٢٠	٣٣,٩	١٨	٣٠,٥	%١٠٠	٥٩	117
	١٢	١٨	٣١,٠	٢٣	٣٩,٧	١٧	٢٩,٣	%١٠٠	٥٨	
العمارة	٠٠	٢٢	٣٧,٩	١٨	٣١,٠	١٨	٣١,٠	%١٠٠	٥٨	114
	١٢	١٩	٣٣,٩	١٧	٣٠,٤	٢٠	٣٥,٧	%١٠٠	٥٦	
البصرة	٠٠	١٩	٣٨,٠	١٤	٢٨,٠	١٧	٣٤,٠	%١٠٠	٥٠	89
	١٢	١٤	٣٥,٩	١٠	٢٥,٦	١٥	٣٨,٥	%١٠٠	٣٩	
المجموع	٠٠	٢٠٤	٣٥,١	١٨١	٣١,٢	١٩٦	٣٣,٧	%١٠٠	٥٨١	1119
	١٢	١٨٥	٣٤,٤	١٨١	٣٣,٦	١٧٢	٣٢,٠	%١٠٠	٥٣٨	
المجموع		٣٨٩	٣٤,٨	٣٦٢	٣٢,٤	٣٦٨	٣٢,٩	%١٠٠	١١١٩	1119

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على:

1– الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

2–تحليل الخرائط المنشورة على الموقع الالكتروني: (Plymouth State)

خريطة (4): مجموع تكرارات منخفضات القطع خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة

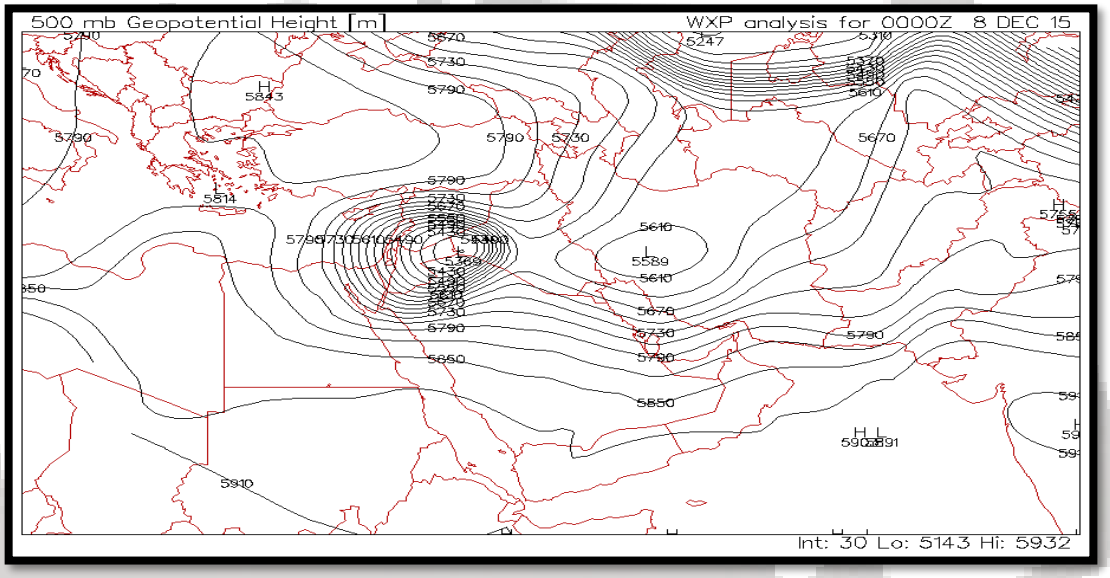


المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (3) وباستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8

شكل (3) مجموع تكرار منخفضات القطع خلال فصل الشتاء

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (3).

خريطة (5) سيطرة منخفض القطع في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء



المصدر: الموقع الالكتروني: (Plymouth State)

يتضح أن تكرار منخفض القطع عند المستوى الضغطي (500) مليبار والمتسبب في تساقط الأمطار خلال فصل الربيع (آذار، نيسان، أيار) قد بلغ مجموع (1052) تكراراً، توزّع بواقع (559) تكراراً في الرصدة (00) و(493) تكراراً في الرصدة (12)، كما هو موضح في الجدول (4).

وعلى مستوى التوزيع المكاني، فقد برزت محطة العمارة بأعلى تكرار بلغ (137) تكراراً، تلتها محطة الرطبة (122) تكراراً، في حين سجلت محطة البصرة أدنى القيم بمجموع (70) تكراراً فقط، ينظر خريطة (6). هذا التباين المكاني يعكس اختلاف التأثيرات الجوية وفق موقع المحطات، حيث تزداد الفاعلية المطرية في العمارة (جنوب شرق العراق) والرطبة (غرب العراق)، بينما يقل تأثيرها باتجاه أقصى الجنوب (البصرة).

وخلال الأشهر، سُجِّل أعلى تكرار في شهر نيسان بمجموع (397) تكراراً مشكلاً نسبة (37،7%) من إجمالي الفصل، وهو ما يعكس الدور البارز لنيسان في تعزيز فرص التساقط المطري المطري. ففي الرصدة (00) بلغ التكرار (215) تكراراً بنسبة (38،5%)، بينما بلغ في الرصدة (12) (182) تكراراً بنسبة (36،9%). وجاء شهر آذار ثانياً بمجموع (360) تكراراً بنسبة (34،2%)، أما شهر مايس فقد سجل أقل تكرار بلغ (295) بنسبة (28%) فقط، مما يشير إلى تراجع واضح في نشاط المنخفضات مع بداية الانتقال نحو الصيف، ينظر شكل (4).

أمّا تفصيل التوزيع حسب الرصدات في شهر نيسان فسجلت محطة العمارة أعلى تكرار في الرصدة (00) بمجموع (29) تكراراً بنسبة (39،7%)، بينما كان أدنى تكرار في محطة البصرة (16) تكراراً بنسبة (40%). أما في الرصدة (12)، فقد تميزت محطتا الرطبة والنجف بتسجيل (21) تكراراً لكل منهما بنسبة تراوحت بين (37،5 – 42،9%)، في حين جاءت محطة البصرة بأدنى قيمة (12) تكراراً بنسبة (40%). اما في شهر آذار سجلت محطة الحي أعلى تكرار في الرصدة (00) بمجموع (23) تكراراً بنسبة (34،4%)، بينما سجلت البصرة أدنى تكرار (15) بنسبة (37،5%). أما في الرصدة (12)، فبرزت بغداد بأعلى قيمة (24) تكراراً بنسبة (41،4%)، في حين سجلت البصرة أدنى قيمة (11) بنسبة (36،7%) وفي شهر مايس وهو الأقل من حيث التكرار، إذ بلغ مجموع (295) تكراراً بنسبة (28%)، وقد سجلت محطة الرطبة أعلى قيمة في الرصدة (00) بمجموع (23) تكراراً بنسبة (34،8%)، بينما سجلت البصرة أدنى قيمة (9) تكرارات بنسبة (22،5%). أما في الرصدة (12)، فقد بلغت أعلى قيمة في محطة الرطبة (19) تكراراً بنسبة (33،9%)، وأدناها في محطة البصرة (7) تكرارات بنسبة (23،3%). وتوضح خريطة (7) سيطرة منخفض القطع خلال شهر نيسان في منطقة الدراسة.

يُظهر التحليل أن فصل الربيع، وبخاصة شهر نيسان، يمثل المرحلة الأكثر فعالية في نشاط منخفضات القطع وتأثيرها على الأمطار في منطقة الدراسة، ويرجع ذلك إلى تزايد حالات الاضطراب الجوي الناتجة عن التقاء الكتل الهوائية الباردة من الشمال مع الكتل الرطبة الدافئة القادمة من الخليج العربي والبحر الأحمر. كما أن التباين المكاني الواضح بين المحطات يعكس دور الموقع الجغرافي والتضاريس في تحديد شدة الاستجابة للأوضاع الجوية، حيث تكون التأثيرات أكبر في المناطق الوسطى والجنوبية الشرقية مقارنة بالمناطق الساحلية الجنوبية (البصرة). هذا النمط يؤكد أن فعالية المنخفضات الربيعية تمثل امتداداً للنشاط الشتوي، لكنها تبدأ بالانحسار التدريجي في مايس نتيجة تزايد سيطرة المرتفعات شبه المدارية.

جدول (4) تباين تكرار منخفضات القطع خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة للمدة (2013–2023)

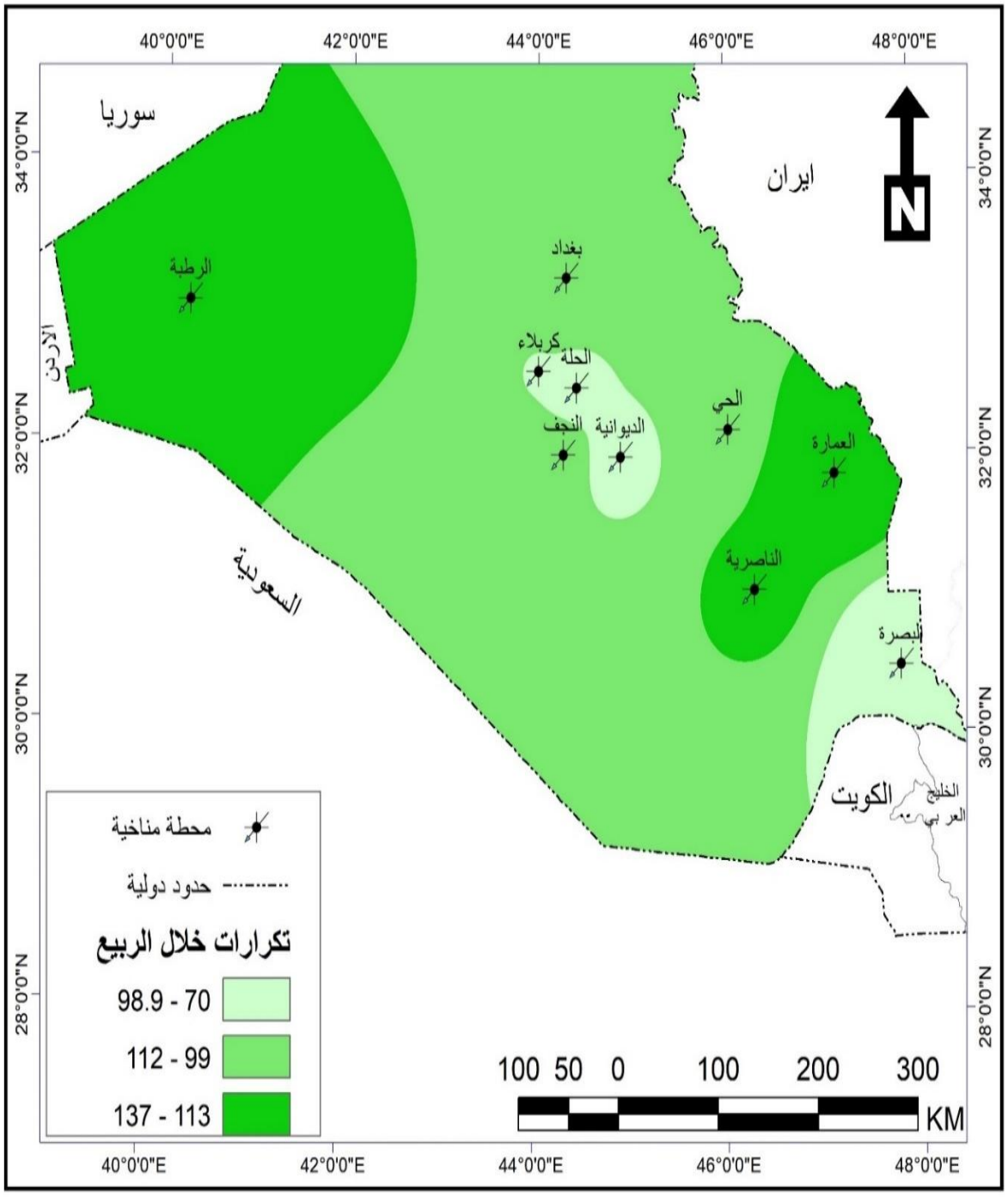
المحطة/الشهر	الرصدة	آذار	النسبة	نيسان	النسبة	مايس	النسبة	النسبة	المجموع	النسبة	مجموع الرصدتين
الرطبة	٠٠	١٩	٢٨,٨	٢٤	٣٦,٤	٢٣	٣٤,٨	%١٠٠	٦٦		122
	١٢	١٦	٢٨,٦	٢١	٣٧,٥	١٩	٣٣,٩	%١٠٠	٥٦		
بغداد	٠٠	٢٠	٣٧,٧	٢٠	٣٧,٧	١٣	٢٤,٥	%١٠٠	٥٣		111
	١٢	٢٤	٤١,٤	١٩	٣٢,٨	١٥	٢٥,٩	%١٠٠	٥٨		
كربلاء	٠٠	١٧	٣٦,٢	١٨	٣٨,٣	١٢	٢٥,٥	%١٠٠	٤٧		98
	١٢	٢٢	٤٣,١	١٦	٣١,٤	١٣	٢٥,٥	%١٠٠	٥١		
الحلة	٠٠	١٨	٣٥,٣	١٦	٣١,٤	١٧	٣٣,٣	%١٠٠	٥١		93
	١٢	١٣	٣١,٠	١٥	٣٥,٧	١٤	٣٣,٣	%١٠٠	٤٢		
الحي	٠٠	٢١	٣٤,٤	٢٢	٣٦,١	١٨	٢٩,٥	%١٠٠	٦١		107
	١٢	١٦	٣٤,٨	١٧	٣٧,٠	١٣	٢٨,٣	%١٠٠	٤٦		
الديوانية	٠٠	١٦	٣٣,٣	٢١	٤٣,٨	١١	٢٢,٩	%١٠٠	٤٨		91
	١٢	١٤	٣٢,٦	١٧	٣٩,٥	١٢	٢٧,٩	%١٠٠	٤٣		
النجف	٠٠	١٧	٣٠,٩	٢٥	٤٥,٥	١٣	٢٣,٦	%١٠٠	٥٥		104
	١٢	١٦	٣٢,٧	٢١	٤٢,٩	١٢	٢٤,٥	%١٠٠	٤٩		
الناصرية	٠٠	٢٢	٣٣,٨	٢٤	٣٦,٩	١٩	٢٩,٢	%١٠٠	٦٥		119
	١٢	١٨	٣٣,٣	٢٠	٣٧,٠	١٦	٢٩,٦	%١٠٠	٥٤		
العمارة	٠٠	٢٣	٣١,٥	٢٩	٣٩,٧	٢١	٢٨,٨	%١٠٠	٧٣		137
	١٢	٢٢	٣٤,٤	٢٤	٣٧,٥	١٨	٢٨,١	%١٠٠	٦٤		
البصرة	٠٠	١٥	٣٧,٥	١٦	٤٠,٠	٩	٢٢,٥	%١٠٠	٤٠		70
	١٢	١١	٣٦,٧	١٢	٤٠,٠	٧	٢٣,٣	%١٠٠	٣٠		
المجموع	٠٠	١٨٨	٣٣,٦	٢١٥	٣٨,٥	١٥٦	٢٧,٩	%١٠٠	٥٥٩		1052
	١٢	١٧٢	٣٤,٩	١٨٢	٣٦,٩	١٣٩	٢٨,٢	%١٠٠	٤٩٣		
المجموع		٣٦٠	٣٤,٢	٣٩٧	٣٧,٧	٢٩٥	٢٨,٠	%١٠٠	١٠٥٢		1052

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على:

1- الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

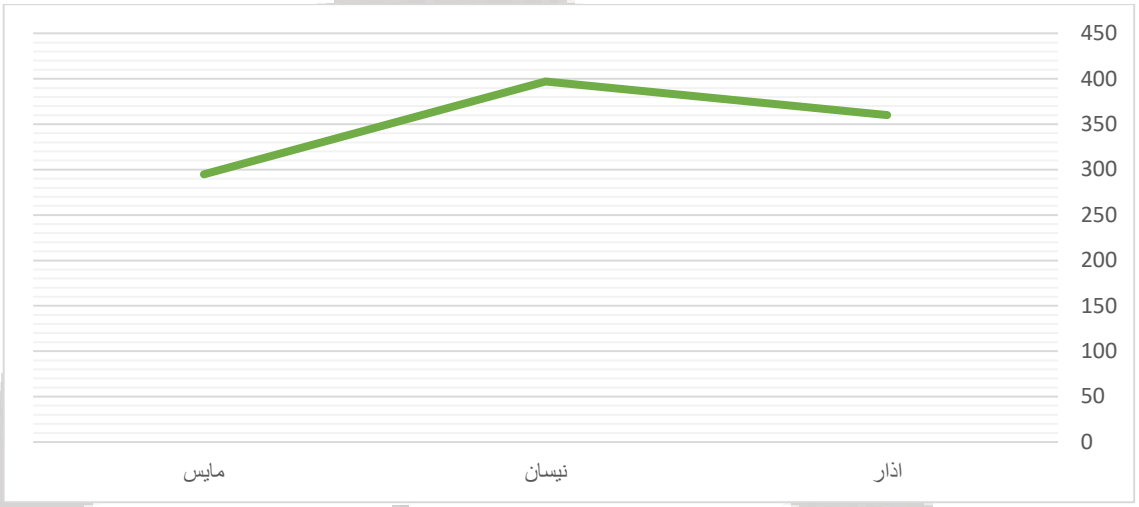
2-تحليل الخرائط المنشورة على الموقع الالكتروني: (Plymouth State)

خريطة (6): مجموع تكرارات منخفضات القطع خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة



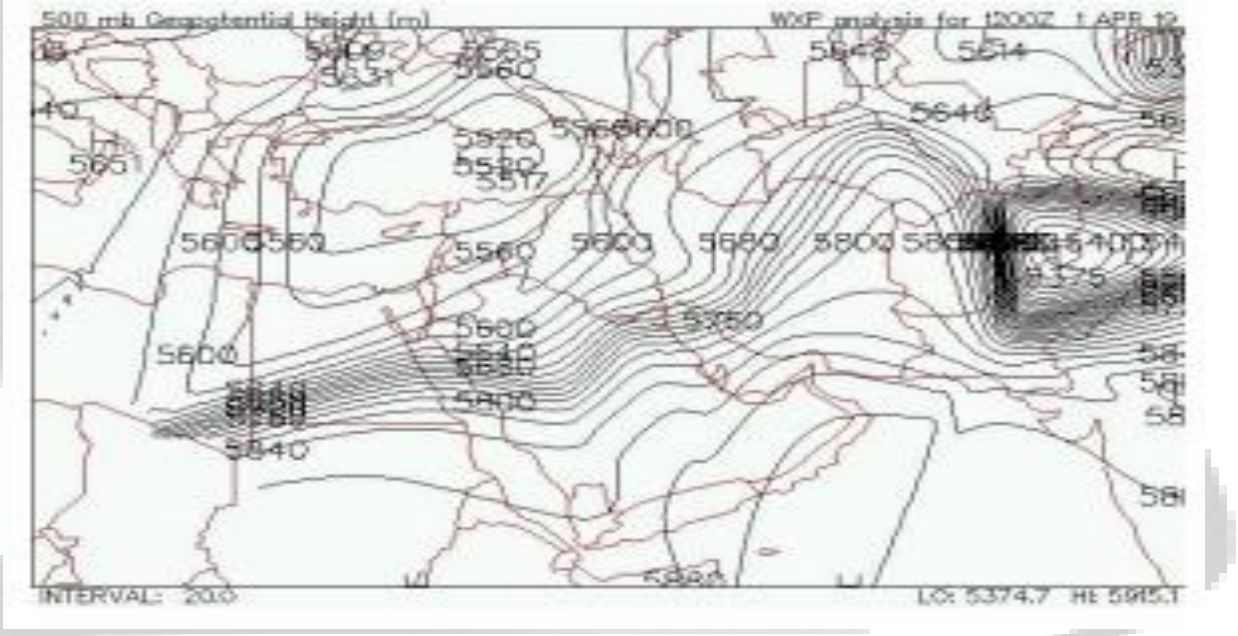
المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (4) وباستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8

شكل (4) مجموع تكرار منخفضات القطع خلال الربيع



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (4).

خريطة (7) سيطرة منخفض القطع في منطقة الدراسة خلال فصل الربيع



المصدر: الموقع الالكتروني: (Plymouth State).

2- تباين الرصدات الساعية لتكرار منخفضات القطع المؤثرة في تساقط الأمطار في المنطقة الوسطى والجنوبية من العراق

يتباين تكرار منخفض القطع خلال الرصدات الساعية ينظر جدول (6)، إذ ظهر أن الرصدة الليلية (00) سجلت أعلى تكرار بواقع (1140) مرة، مقابل (1031) مرة في الرصدة النهارية (12). ويُعزى ذلك إلى أن ظروف الليل تتسم بانخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية، الأمر الذي يعزز من تكاثف بخار الماء ويزيد من فرص التساقط المطري، بينما يؤدي ارتفاع الحرارة خلال النهار إلى تقليل الرطوبة النسبية وبالتالي ضعف فعالية هذه المنخفضات نسبيًا. وعلى مستوى المحطات، سُجل أعلى تكرار عند

الرصدة (00) في محطة العمارة (131 مرة وبنسبة 11.5%)، وأدنى تكرار في محطة البصرة (90 مرة بنسبة 7.9%). أما في الرصدة النهارية (12) فقد بلغ أعلى تكرار في محطة بغداد (129 مرة بنسبة 12.5%)، في حين سجلت محطة البصرة أقل قيمة (69 مرة بنسبة 6.9%). ويُفسر تدني القيم في محطة البصرة بموقعها الجغرافي القريب من الخليج العربي وتأثرها بالخصائص المناخية شبه المدارية، حيث يضعف توغل الكتل الهوائية الباردة ويقل تأثير منخفضات القطع مقارنة بالمناطق الأخرى، ينظر شكل (5).

أما على المستوى الفصلي، فقد سُجل خلال فصل الشتاء مجموع (1119) تكرارًا، توزعت بين (581) للرصدات الليلية و(538) للنهارية، وبلغ أعلى تكرار في محطة بغداد عند الرصدة (00) (73 مرة)، بينما كان الأدنى في محطة الحلة (44 مرة). وفي فصل الربيع بلغ المجموع (1052) تكرارًا، بواقع (559) للرصدات الليلية و(493) للنهارية، وسجلت العمارة أعلى تكرار عند الرصدة (00) (73 مرة)، في حين سجلت البصرة أدنى قيمة (40 مرة). ويُعزى ارتفاع القيم في فصل الشتاء إلى نشاط المنخفضات الجوية العميقة وسيطرة التيارات الغربية العلوية وترافقها مع كتل باردة ورطبة، بينما تتراجع هذه الفعالية في الربيع نتيجة ضعف الكتل الباردة وتزايد التدرجات الحرارية مع ارتفاع درجات الحرارة.

جدول (6) تباين الرصدات الساعية لتكرار منخفضات القطع في منطقة الدراسة

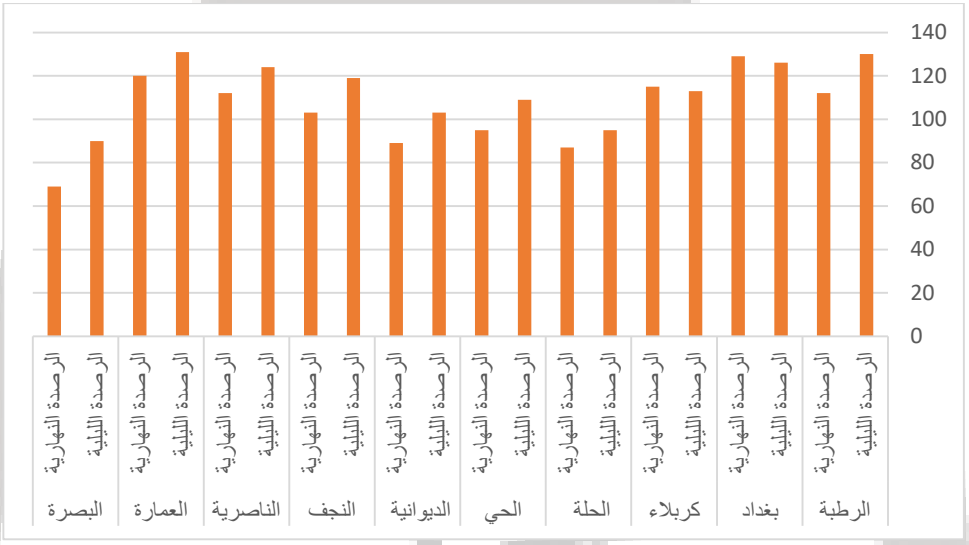
المحطة/الشهر	الرصدة	المجموع خلال الشتاء	المجموع خلال الربيع	المجموع	النسبة
الرطبة	٠٠	٦٤	٦٦	١٣٠	١١,٤
	١٢	٥٦	٥٦	١١٢	١٠,٩
بغداد	٠٠	٧٣	٥٣	١٢٦	١١,١
	١٢	٧١	٥٨	١٢٩	١٢,٥
كربلاء	٠٠	٦٦	٤٧	١١٣	٩,٩
	١٢	٦٤	٥١	١١٥	١١,٢
الحلة	٠٠	٤٤	٥١	٩٥	٨,٣
	١٢	٤٥	٤٢	٨٧	٨,٤
الحي	٠٠	٤٨	٦١	١٠٩	٩,٦
	١٢	٤٩	٤٦	٩٥	٩,٢
الديوانية	٠٠	٥٥	٤٨	١٠٣	٩,٠
	١٢	٤٦	٤٣	٨٩	٨,٦
النجف	٠٠	٦٤	٥٥	١١٩	١٠,٤
	١٢	٥٤	٤٩	١٠٣	١٠,٠
الناصرية	٠٠	٥٩	٦٥	١٢٤	١٠,٩
	١٢	٥٨	٥٤	١١٢	١٠,٩
العمارة	٠٠	٥٨	٧٣	١٣١	١١,٥
	١٢	٥٦	٦٤	١٢٠	١١,٦
البصرة	٠٠	٥٠	٤٠	٩٠	٧,٩
	١٢	٣٩	٣٠	٦٩	٦,٧
المجموع	٠٠	٥٨١	٥٥٩	١١٤٠	١٠٠
	١٢	٥٣٨	٤٩٣	١٠٣١	١٠٠
المجموع		١١١٩	١٠٥٢	٢١٧١	١٠٠

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على:

1- الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

2-تحليل الخرائط المنشورة على الموقع الالكتروني: (Plymouth State)

شكل (5) تباين الرصدات الليلية والنهارية في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (6).

الاستنتاجات

توصلت الدراسة الى:

1- تبيّن أن منخفضات القطع عند المستوى الضغطي 500 مليبار تُعَدّ من أهم الأنماط العلوية المؤثرة في حدوث حالات عدم الاستقرار الجوي المطري في وسط وجنوب العراق.

2- سجّلت منطقة الدراسة خلال مدة البحث 2171 تكراراً للأمطار بفعل تأثير منخفضات القطع، مما يوضح الأهمية الكبيرة لهذه المنخفضات في تغذية المعدل السنوي للأمطار.

3- أظهرت النتائج أن التكرارات المطرية أعلى في فصل الشتاء (1119 تكراراً) مقارنةً بفصل الربيع (1052 تكراراً)، ويُعزى ذلك إلى سيطرة المنخفضات الجوية العميقة وامتداد التيارات الغربية العلوية الباردة والرطبة شتاءً، في حين تضعف هذه الظروف في الربيع مع ارتفاع درجات الحرارة.

4- أوضحت الدراسة أن الأمطار الناتجة عن منخفضات القطع لا تقتصر على التوزيع الزماني فقط، بل تتباين مكانياً أيضاً بين محطات الرصد، مما يعكس تأثير الموقع الجغرافي في فعالية هذه المنخفضات.

5- تؤكد الدراسة أن منخفضات القطع تُعدّ عنصراً رئيساً في المنظومة المناخية للعراق، وأن فهم آليات تكوّنها وتكرارها يسهم في تحسين دقة التنبؤات المناخية وتطوير استراتيجيات إدارة الموارد المائية، خصوصاً في البيئات الجافة وشبه الجافة.

6- إنَّ الرصدة الليلية (00) أظهرت فعالية أعلى في رصد منخفضات القطع مقارنة بالرصدة النهارية (12)، ويُعزى ذلك إلى الفوارق الحرارية والرطوبية، حيث تسهم برودة الليل في زيادة تكاثف بخار الماء وتعزيز فرص التساقط المطري.

7- يتضح أنَّ محطة البصرة تسجّل أقل التكرارات مقارنةً ببقية المحطات، وهو ما يعكس تأثير موقعها الجغرافي القريب من الخليج العربي وسيطرة الظروف المدارية شبه الجافة عليها، مقابل الارتفاع النسبي للتكرارات في محطات وسط وجنوب شرق العراق (بغداد والعمارة).

المصادر

1- الدزيي، سالار على (2005)، التنبؤ بالتساقط باستخدام بيانات الغطاء الغيمي في العراق، اطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب-جامعة بغداد.

2- الشمري، حسين جبر وسمي (2007)، تكرار الحاجز الضغطي وأثره في عناصر مناخ العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب/ جامعة بغداد.

مطشر، هند حسن، الكناني، مالك ناصر عبود (2020)، التحليل السينوبتكي لتكرار الأمطار الغزيرة في العراق، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد39 /الجزء الثاني /مايس..https://doi.org/10.31185/eduj.Vol2.Iss39.1412

3 ، Synoptic Climatology of 500MB Mb Circulatio Change durng explosive Cyclogesis ، Charlottesville ،Unversity of Virginia Virginia.https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/116/7/1520-0493_1988_116_1431_scomcc_2_0_co_2.pdf

4-Charles E.Konrad IIand Stephen J.Colucci (1988)

5- Plymouth State (n.d.): https://vortex.plymouth.edu/

6-وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.