ISSN: 1999-5601 (Print) 2663-5836 (online)

Lark Journal

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

*Corresponding author:
Dr. Saddam Razzaq Abbood
Wasit University | College of Education for Humanities
Email:saddamr@uowasit.edu.iq

Keywords: upper pressure patterns ،precipitation forms ، low cut ،polar troughs, Climate of Iraq.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 22Jul 2025
Accepted 21Aug2025
Available online 1 Oct 2025

The Synoptic analysis of upper pressure types and their impact on precipitation variation in northern Iraq

A This study provides a comprehensive analysis of the pressure system affecting northern Iraq ،starting with the upper pressure patterns as the main cause of the movement of surface pressure systems ،and then analyzing the surface pressure systems and revealing the relationship between upper and surface pressure patterns. As a result ،any variation in these patterns will result in a variation in the different forms of precipitation in northern Iraq.

The study found that cut depressions contribute (43.9%) of the total snowfall and rainfall over northern Iraq ، while their contribution to the rainfall of the northern part of Iraq was (39.8%) ،and their impact on snowfall was (54.4%). The polar troughs also had a clear impact on the various forms of precipitation. It is clear from the study that the greatest impact of the polar canyons caused heavy rainfall،(60.1%) with which the weather monitoring stations recorded the highest rainfall rates. The polar canyons also contributed significantly to snowfall،(45.6%) especially if the direction of the canyon is directly on northern Iraq. In this case ،the weather monitoring stations in the far north of Iraq record the highest snowfall compared to the rest of the climate stations.bstract

© 2025 LARK, College of Art, Wasit University

DOI : https://doi.org/10.31185/lark.4857

م. د صدام رزاق عبود/ جامعة واسط | كلية التربية للعلوم الإنسانية

المستخلص:

تهدف الدراسة الى تقديم تحليل شمولي للمنظومة الضغطية المؤثرة على شمال العراق، بدءًا من الأنماط الضغطية العليا كونها المسبب الرئيس في حركة المنظومات الضغطية السطحية، ومن ثم تحليل المنظومات الضغطية السطحية وكشف العلاقة بين الأنماط الضغطية العليا والسطحية؛ وبالنتيجة فإن أي تباين في تلك الأنماط سوف ينتج عنه تباين في أشكال التساقط المختلفة في شمال العراق.

وقد تبين من الدراسة أنّ منخفضات القطع تسهم بنسبة (43.9%) من مجمل التساقط الثلجي والمطري على شمال العراق، في حين كانت مساهمتها في أمطار القسم الشمالي من العراق (39.8%)، وكانت نسبة تأثيرها في التساقط الثلجي (54.4%).

كما كانت للأخاديد القطبية تأثير واضح على اشكال التساقط المختلفة؛ إذ يتضح من الدراسة أن التأثير الأكبر للأخاديد القطبية تسبب في تساقط غزير للأمطار بنسبة (60.1%)، وسجّلَت معه محطات الرصد الجوي اعلى معدلاتها المطرية، كما اسهمت الاخاديد القطبية بنسبة كبيرة بالتساقط الثلجي بنسبة(45.6%) سيّما إذا كان اتجاه الاخدود بشكل مباشر على شمال العراق، ففي هذه الحالة تسجّلَ محطات الرصد الجوي في اقصى شمال العراق اعلى تساقط ثلجي مقارنة بسائر المحطات المناخية.

الكلمات المفتاحية: الأنماط الضغطية العليا، أشكال التساقط، منخفضات القطع، الاخاديد القطبية، مناخ العراق

المقدمة:

تتباين اشكال التساقط في شمال العراق؛ نتيجة لتأثير العوامل المسؤولة عن التساقط من أنماط ضغطية مختلفة في طبقات الجو العليا الى منخفضات جوية سطحية، فضلًا عن ظروف تشكل الغيوم وانواعها المختلفة وسمك الغيمة ودرجة حرارتها ومستوى التكاثف؛ إذ ترتبط أشكال التساقط المختلفة بعلاقة طردية مع كل من سمك الغيمة ودرجة حرارتها ومستوى التكاثف. كما يسهم الموقع الفلكي والجغرافي وطبيعة السطح بشكل ملحوظ في تباين اشكال التساقط في شمال العراق.

ويتسم التساقط المطري والثلجي في شمال العراق بالتذبذب المكاني والزماني؛ إذ تشهد معظم محطات الرصد الجوي في شمال العراق تسجيل معدلات متذبذبة للأمطار والثلوج، وهذا التذبذب هو انعكاس لطبيعة العلاقة بين الأنماط العليا والمنظومات السطحية فضلًا عن التذبذبات المناخية التي طالت منطقة الدراسة.

تتمثل مشكلة الدراسة بتأثير الأنماط الضغطية على اشكال التساقط المختلفة في شمال العراق؛ إذ إنّ لكل نوع من أنواع التساقط آلية تشكل مختلفة وعوامل خاصة تشترك فيما بينها لجميع اشكال التساقط لكن

تختلف من حيث القيم، وتتفرع المشكلة أيضًا الى علاقة الأنماط الضغطية المختلفة مع المنظومات السطحية وتأثيرها المباشر في تباين أشكال التساقط.

وتتضح اهمية الدراسة ؛ إذ من طريقها يمكن الكشف عن تباين الحالة الشمولية المسؤولة عن تبيان اشكال التساقط المختلفة في شمال العراق؛ فهي تعطي تصورًا شموليًا للعلاقة بين (ما يحدث على السطح وفي طبقات الجو العليا) وما ينتج عنه من اشكال مختلفة للتساقط.

والهدف من الدراسة هو التعرف على العلاقة بين تكرار الأنماط الضغطية العليا وقيمها المسجلة مع ما ينتج عنه من تساقط، وهل بالإمكان الاعتماد فقط على تلك القيم الضغطية أم للمنظومات السطحية _بما يتحكم بها من عوامل ضابطة على السطح_ تأثير في تباين أشكال التساقط.

أولًا / المواد وطريقة العمل:

استلزمت الدراسة الحصول على بيانات التساقط الثلجي والمطري لسبعِ محطات مناخية في شمال العراق هي (العمادية، دهوك، ميركه سور، جومان، اربيل، بنجوين ومحطة السليمانية) من هيئة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي في أربيل، كما تمت الاستعانة بوكالة NASA لتأمين الخرائط الطقسية للعراق في الأيام التي شهدت تساقطًا ثلجيًا ومطريًا. كما تم الاعتماد على موقع http://vortex.plymouth.edu/u-make.htm. للحصول على الخرائط الطقسية، فيما مثلت بيانات التساقط الثلجي والامطار بواسطة برنامج gis لإعطاء صورة واضحة عن تأثير الأنماط الضغطية العليا في تباين اشكال التساقط.

وقد تباينت محطات الرصد الجوي من حيث الارتفاع عن مستوى سطح البحر- وهذا أحد الضوابط المناخية المسؤولة عن تباين اشكال التساقط- و يتضح اشتراك جميع محطات الرصد الجوي في كون موقعها الفلكي شمال دائرة عرض (35ْ) شمالًا ، وهذا الامتداد الفلكي احد اسباب تساقط الثلوج على منطقة الدراسة بحسب الخصائص الجغرافية لمناخ العراق. (الدزيي، 2010، صفحة 45)

وتطلب البحث عن تأثير الانماط الضغطية العليا في تباين اشكال التساقط في شمال العراق مدة زمنية تشمل دورة مناخية صغرى لتحديد ذلك التأثير امتدت من (2013) إلى (2023)؛ ونظرًا لاقتصار مدة تساقط الثلوج على أشهر الشتاء وشهري تشرين الثاني وآذار بصورة أقل ، ولغرض توحيد البيانات وتحليل المنظومات الضغطية والانماط العليا المسؤولة عن تباين اشكال التساقط ، فقد اقتصرت دراسة بيانات الامطار على نفس الأشهر المذكورة اعلاه.

كما تم التركيز على المنظومات الضغطية السطحية بوصفها عاملًا رئيسًا في تباين اشكال التساقط في شمال العراق؛ وذلك لتقديم جواب منطقي لمشكلة الدراسة في البحث والمتمثلة (**ما هو تأثير الانماط الضغطية العليا في تباين اشكال التساقط في شمال العراق؟**)، وقد تطلب الأمر دراسة المنظومات الضغطية المسيطرة على شمال العراق في الايام التي سجّلَت تساقطًا ثلجيًا ومطريًا. لذا تمَّ قراءة وتحليل (3664) خريطة طقسية

للمستوى الضغطي (500)ملیبار توزعت على (1832) خريطة للرصدة النهارية (GMT 12) ومثلها للرصدة الليلية(GMT 00)، و(3664) خريطة طقسية للمستوى الضغطي (1000)ملیبار للرصدتين النهارية والليلية. وبهذا يكون مجموع الخرائط الطقسية (7328) خريطة طقسية من موقع بلايموث.

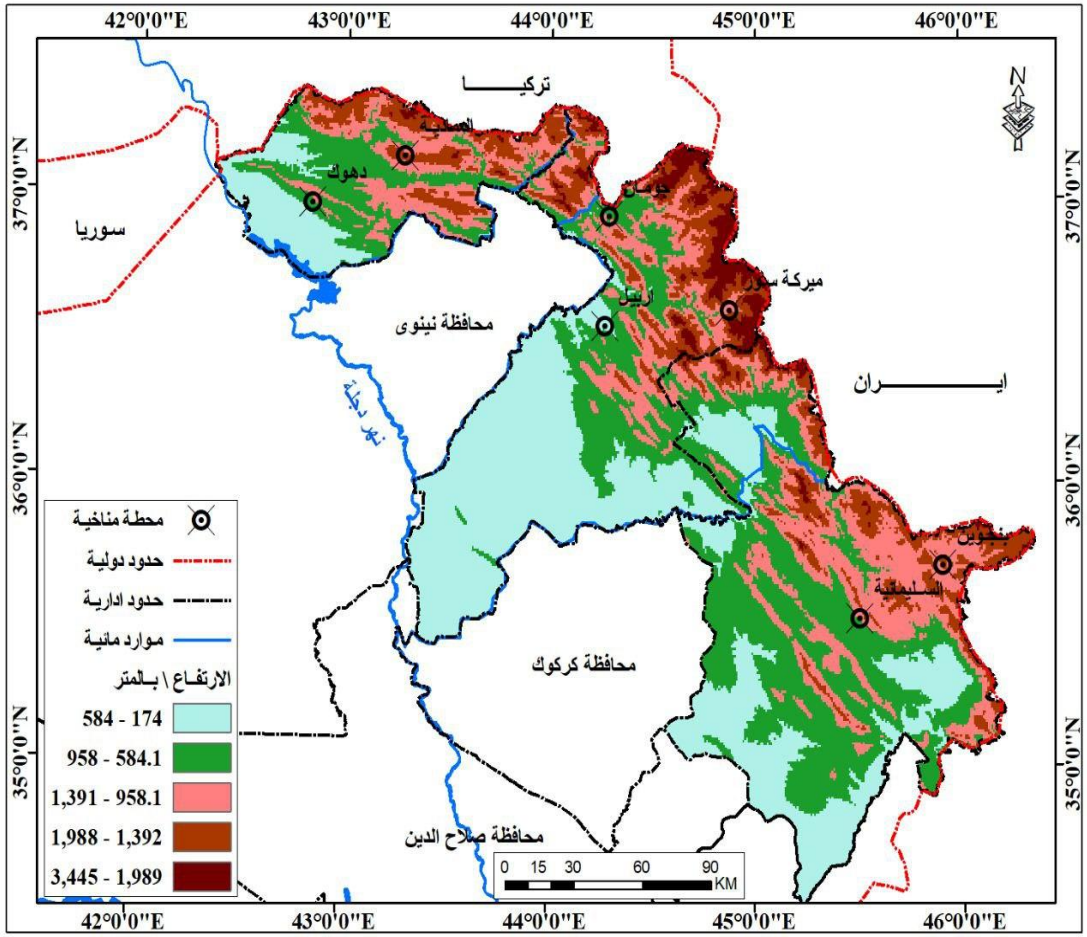
وتمثلت منطقة الدراسة بالقسم الشمالي من العراق والذي يمثل المنطقة الجبلية، ويغطي البحث ثلاث محافظات هي (دهوك، أربيل والسليمانية) وتمتد حدودها الفلكية (بين خطي طول 02 42˚ و28 46ˈشرقًا) و(45 34˚ و 29 37˚ شمالًا) وتجاورها من الشمال تركيا ومن جهة الشرق جمهورية ايران، أما من جهة الغرب فتحدها محافظة نينوى ومحافظة كركوك، فيما تحدها من الجنوب كلًا من محافظة صلاح الدين وديالى. ينظر جدول(1)و خريطة (1).

جدول(1) محطات الرصد الجوي في شمال العراق

المحطة	الارتفاع عن مستوى سطح البحر(م)	دائرة العرض درجة شمالًا	خط الطول درجة شرقًا
العمادية	1202	37° 05	43° 29
دهوك	676	36° 90	42° 71
ميركة سور	1180	36° 51	44° 16
جومان	3500	36° 63	44° 86
اربيل	431	36° 09	43° 96
بنجوين	1275	35° 68	45° 95
السليمانية	883	35° 57	45° 45

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، اربيل

خريطة (1) محطات الرصد الجوي في شمال العراق



المصدر: جدول(1)

ثانيًا / النتائج والمناقشة:

1- التباين المكاني للأيام التي شهدت تساقطًا ثلجيًا في شمال العراق:

تمثل عملية تساقط الثلوج عملية فزيائية معقدة تعتمد على مستوى التجمد ودرجة حرارة الغيمة فضلًا عن درجة حرارة الهواء أسفل الغيمة وضغط بخار الماء ونقطة الندى؛ إذ تعمل هذه العناصر مجتمعة على تحديد نوع التساقط داخل الغيمة. كما تمر عملية تبلور القطرات المائية داخل الغيمة الى الشكل الصلب بعدة عمليات فيزيائية اخرى تعتمد اساسًا على مفهوم الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي والمعدلات الأديباتيكية لدرجة الحرارة؛ إذ يشترط لتساقط الثلوج انخفاض درجات الحرارة دون الصفر المئوي مع وجود كميات كافية من بخار الماء. (Stull, 2017, p. 187)

وتسهم مجموعة من الضوابط المناخية بتحديد ظاهرة التساقط الثلجي في شمال العراق، من أهمها الارتفاع عن مستوى سطح البحر والموقع الفلكي وهما من أهم الضوابط الثابتة المتحكمة في تساقط الثلوج، كما تعمل الضوابط المناخية المتحركة في تحديد اشكال التساقط المختلفة؛ نظرًا لتباين نوع الكتل الهوائية والمنظومات الضغطية المسيطرة على شمال العراق في موسم تساقط الأمطار، فضلًا عن تباين مستوى التكاثف الذي يمثل قاعدة الغيمة؛ فغالبًا ما تعمل عناصر المناخ السائدة وبمساندة المنظومات الضغطية على انخفاض مستوى التكاثف في شمال العراق وصولًا إلى مستوى التجمد الذي يمثل بداية تشكل الثلوج داخل الغيمة. لذا نلحظ أنّ القسم الشمالي من العراق سيما المناطق ذات الارتفاع الكبير تشهد تساقطًا ثلجيًّا. (الشماع، 2007، صفحة 23)

وتتصف المنطقة الشمالية من العراق بالتباين المكاني للتساقط الثلجي نظرًا لتباين العوامل الخاصة بأقسامها المختلفة المتمثلة بمدى الارتفاع عن مستوى سطح البحر واتجاه المنحدر فضلًا عن تباين عناصر المناخ فيها. إذ تشهد الأقسام ذات الارتفاع الكبير فوق (3500)مترًا عن مستوى سطح البحر ظهور خط الثلج الدائم، وتمثلها الجبال العالية في شمال العراق من مثل جبل شيخا دار وجبل هلكرد وبعض المرتفعات الاخرى. كما يحدد الارتفاع (2500) مترًا فوق مستوى سطح البحر ظهور خط الثلج الموسمي والذي يقتصر تواجده على موسم الشتاء فقط، وتتضح معالمه على شكل شريط ضيق يمثل الحدود العراقية –التركية والايرانية- ويمتد من العمادية في محافظة دهوك الى بنجوين جنوب السليمانية. (البهاري، 2022، صفحة 76)

شهد القسم الشمالي من العراق تساقطًا ثلجيًّا بلغ مجموعه السنوي في السنوات المعتمدة بالدراسة (507) يومًا. كما شهدت محطات الرصد الجوي تباينًا مكانيًّا في عدد الأيام التي شهدت تساقطًا للثلوج؛ إذ سجّلَت جومان اعلى مجموع بلغ (124)يومًا؛ وذلك نظرًا لكون المحطة تقع على ارتفاع (3500)متر فوق مستوى سطح البحر. فيما سجّلَت محطة اربيل أقل مجموع لعدد الايام ذات التساقط الثلجي بلغ (22) يومًا؛ وهذا يعود لكون المحطة تقع على ارض سهلية وبارتفاع محدود عن مستوى سطح البحر بلغ (431)متر. وتجدر الاشارة الى تسجيل محطتا العمادية وميركه سور مجاميع تفوق (100) يوم وذلك لارتفاعهما عن مستوى سطح البحر

فضلًا عن الموقع الفلكي لمحطة العمادية في اقصى شمال العراق وانفتاحه على الكتل الهوائية المتجمدة والقطبية، والموقع الجغرافي لمحطة ميركه سور في شرق منطقة الدراسة قرب الحدود العراقية التركية التي تمثل خط الثلج الموسمي في شمال العراق بسبب تأثرها بامتدادات المرتفع السيبيري بشكل كبير. (الحسيني، 2016، صفحة 28)

وشهد شمال العراق تباينًا زمانيًّا لعدد أيام التساقط الثلجي؛ فقد مثّلَ شهر كانون الثاني اعلى مجموع لأيام تساقط الثلوج بلغ (217) يومًا بنسبة بلغت (43%)؛ نظرًا لسيطرة المنظومات الضغطية الباردة(المرتفع الأوربي والسيبيري) والكتل الهوائية القطبية والمتجمدة المرافقة للمرتفع السيبيري والاوربي. فيما سجّلَ شهر تشرين الثاني اقل مجموع لأيام التساقط الثلجي في شمال العراق بلغ (15) يومًا بنسبة بلغت (3%). ينظر جدول(2)

جدول(2) المجاميع السنوية لعدد ايام التساقط الثلجي(يوم) في شمال العراق للمدة (2013-2023)

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
العمادية	3	3%	25	24%	44	42%	27	26%	6	6%	105	100%
دهوك	0	0%	5	22%	13	57%	5	22%	0	0%	23	100%
جومان	4	3%	27	22%	49	40%	33	27%	11	9%	124	100%
ميركة سور	4	4%	22	21%	42	41%	28	27%	7	7%	103	100%
اربيل	1	5%	6	27%	10	45%	5	23%	0	0%	22	100%
بنجوين	3	3%	20	22%	42	47%	22	25%	2	2%	89	100%
السليمانية	0	0%	8	20%	17	41%	13	32%	3	7%	41	100%
المجموع	15	3%	113	22%	217	43%	133	26%	29	6%	507	100%

المصدر: - الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، أربيل.

2- التباين المكاني للأيام الممطرة في شمال العراق:

تتسم أمطار العراق بالتذبذب المكاني والزماني؛ بسبب طبيعة العوامل المسؤولة عن تساقط الامطار من ظروف تشكل الغيوم وأنواعها المختلفة وسمك الغيمة وارتفاع قاعدة الغيمة؛ إذ ترتبط كمية الأمطار بعلاقة طردية مع كلٍّ من قاعدة الغيمة وسمكها، فضلًا عن تباين المنخفضات الجوية الممطرة ومدى قوتها أو ضحالتها، وتأثير الأنماط الضغطية العليا في المستوى (500)ملبيار. (شحادة، 2008، صفحة 345)

بلغ المجموع السنوي لعدد الايام الممطرة في شمال العراق (1325) يومًا خلال مدة الدراسة المعتمدة، وشهدت محطات الرصد الجوي تباينًا مكانيًا في المجاميع السنوية المسجّلَة لعدد الأيام الممطرة؛ فقد سجّلَت محطة اربيل اعلى مجموع سنوي للأيام الممطرة بلغ (268) يومًا، فيما سجّلَت محطة جومان اقل مجموع

سنوي في شمال العراق بلغ (82)يومًا؛ وذلك لطبيعة محطة جومان الواقعة على ارتفاع يفوق (3500) مترًا عن مستوى سطح البحر الأمر الذي يعمل على تكاثف بخار الماء على شكل ثلوج في أغلب الاحيان.

كما شهدت منطقة الدراسة تباينًا زمانيًّا في عدد الايام الممطرة؛ إذ يلحظ تسجيل شهر كانون الثاني اعلى مجموع لعدد الايام الممطرة بلغ (329) يومًا بنسبة هي الاعلى بلغت (25%). وتجدر الاشارة الى تسجيل شهر آذار ثاني اعلى مجموع شهري لعدد الايام الممطرة بلغ (311) يومًا بنسبة بلغت (23%). فيما سجّلَ شهر تشرين الثاني اقل مجموع شهري لعدد الايام الممطرة بلغ (106) يومًا بنسبة بلغت (8%). وتجدر الاشارة الى أنّ الموسم المطري في القسم الشمالي من العراق يبدأ من شهر ايلول وينتهي بشهر مايس.

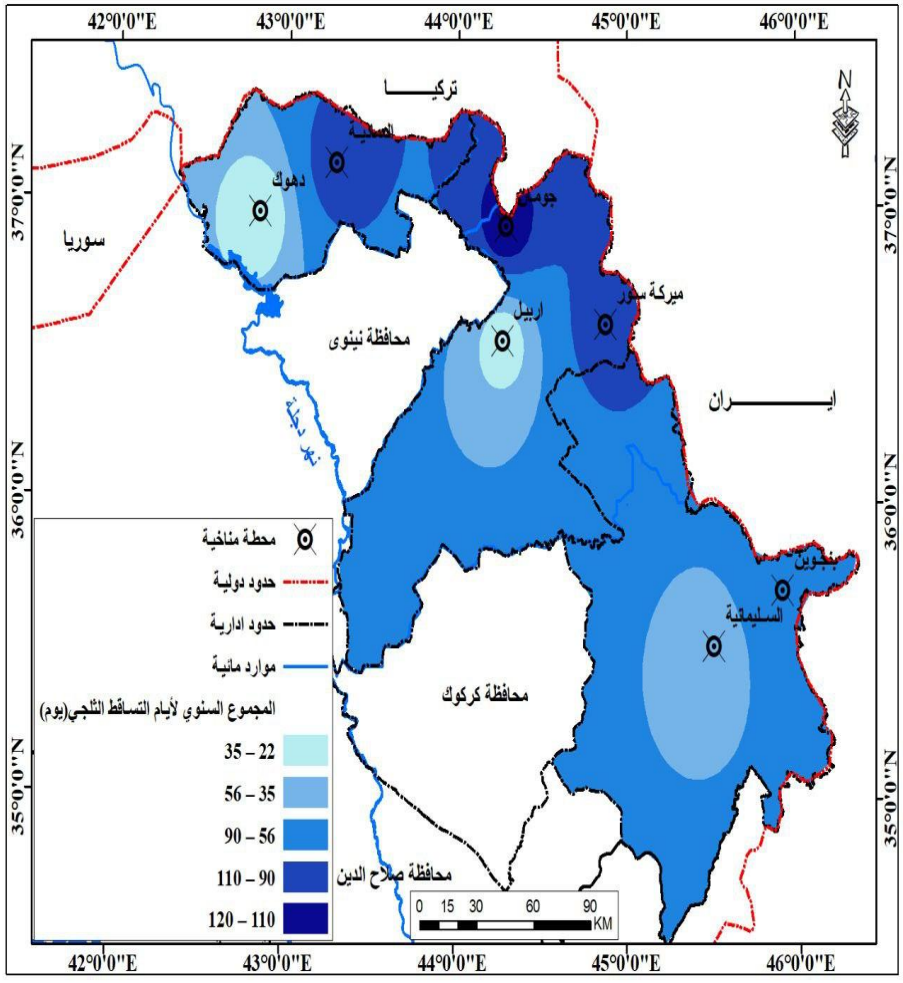
ويتضح التباين المكاني بين المحطات المناخية في عدد الايام الممطرة؛ إذ يلحظ تسجيل محطة اربيل اعلى مجموع شهري لها بلغ (71) يومًا وذلك في شهر آذار بنسبة بلغت (26%) من مجموع تكراراتها، على حين سجّلَت محطتا دهوك والسليمانية اقل مجموع شهري بلغ (10) يومًا لكل منهما. ينظر جدول(3) وخريطة (3).

جدول(3) المجاميع السنوية لعدد أيام التساقط المطري(يوم) في شمال العراق للمدة (2013-2023)

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
العمادية	15	6%	50	21%	55	23%	62	26%	59	24%	241	100%
دهوك	10	4%	45	19%	65	28%	58	25%	54	23%	232	100%
جومان	15	18%	17	21%	20	24%	12	15%	18	22%	82	100%
ميركة سور	18	12%	42	27%	44	28%	31	20%	21	13%	156	100%
اربيل	20	7%	55	21%	67	25%	55	21%	71	26%	268	100%
بنجوين	18	13%	35	25%	28	20%	25	18%	33	24%	139	100%
السليمانية	10	5%	40	19%	50	24%	52	25%	55	27%	207	100%
المجموع	106	8%	284	21%	329	25%	295	22%	311	23%	1325	100%

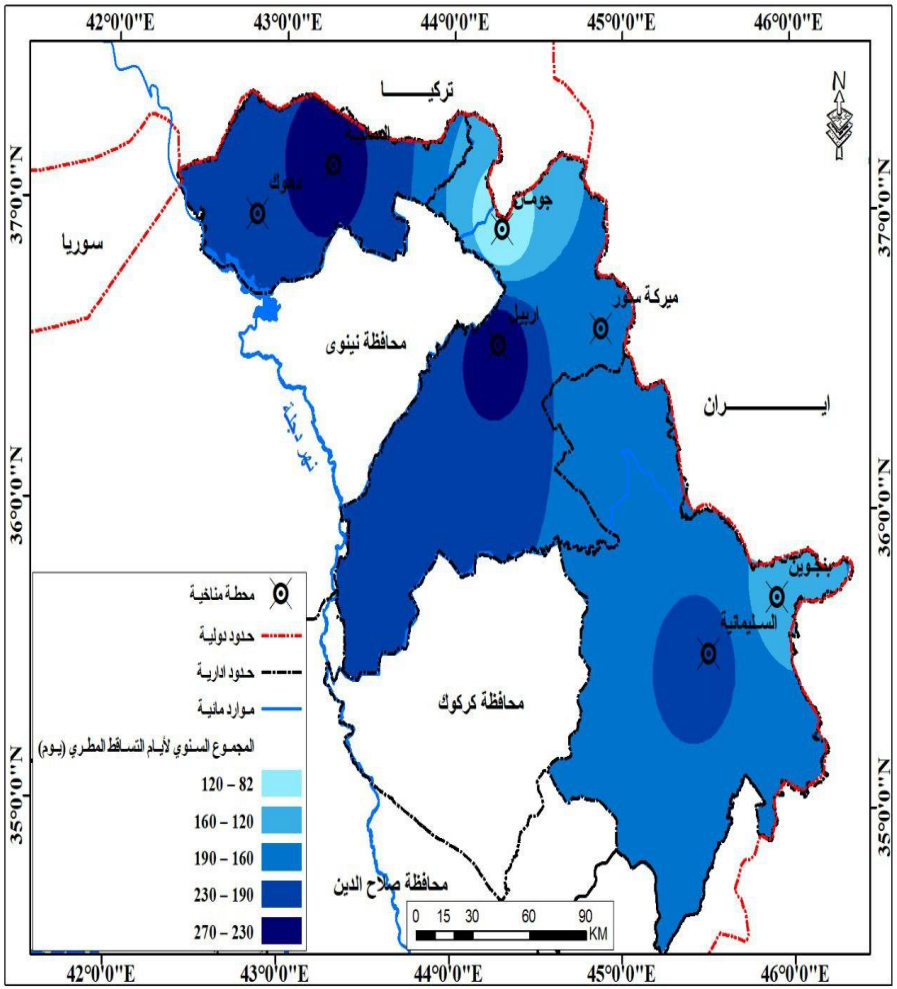
المصدر: – الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، أربيل.

خريطة (2)المجموع السنوي لعدد الأيام الممطرة في شمال العراق



المصدر : جدول(2)

خريطة(3) المجموع السنوي لعدد الأيام ذات التساقط الثلجي في شمال العراق



المصدر : جدول(3)

3- تأثير منخفض القطع (500) مليبار على التساقط الثلجي في شمال العراق:

يمثل منخفض القطع في المستوى الضغطي (500) مليبار تطورًا كبيرًا في حالة الأمواج الغربية، ويمثل حاجزا ضغطيا يمنع من توغل الانبعاجات المدارية نحو العروض العليا. ويعمل منخفض القطع على زيادة تعمق المنخفضات الجوية على السطح المسببة للتغيم من طريق ضخ الهواء البارد، ويتسبب بحالة عدم استقرار وتساقط للأمطار الرعدية الغزيرة المصحوبة بزخات متفرقة من البرد كما يمكن أن نلحظ تساقطًا ثلجيًّا. (الدزيي، 2013، صفحة 161)

وتتضح العلاقة بين تأثير منخفض القطع في طبقات الجو العليا وتساقط الثلوج في شمال العراق؛ إذ بلغ مجموع تكرار منخفض القطع (276) منخفضًا بنسبة تأثير بلغت (54.4%)؛ وهذا يعكس مدى انخفاض مستوى ارتفاع الامواج المستقيمة عند تطورها على شكل منخفضات قطع، وكما هو معروف فأن تدني ارتفاع الأمواج الضغطية دون (5500) متر يكون التساقط على شكل ثلوج عند السطح. (صالح، 2014، صفحة 45). ينظر خريطة (4).

شهدت محطات الرصد الجوي تباينًا مكانيًّا في المجاميع السنوية لمنخفضات القطع المسؤولة عن التساقط الثلجي؛ إذ يلحظ تسجيل محطة جومان اعلى مجموع بلغ(71) منخفضًا، بنسبة تأثير بلغت (25.7%)، فيما سجّلَت محطة اربيل اقل مجموع لتأثير منخفض القطع بلغ (13) منخفضًا بنسبة تأثير هي الأقل بلغت (4.7%).

كما يلحظ التباين الشهري في تكرار منخفضات القطع المسببة للتساقط الثلجي في شمال العراق؛ فقد سجّلَ شهر كانون الثاني سيطرة كبيرة لمنخفضات القطع بمجموع بلغ (131) منخفضًا بنسبة تأثير كبيرة بلغت (47%) من مجمل تكرارات منخفض القطع. في المقابل سجّلَ شهر آذار تراجعًا ملحوظًا في سيطرة منخفضات القطع؛ إذ بلغ مجموع تكراراتها (11) منخفضًا بنسبة تأثير ضئيلة بلغت (4%).

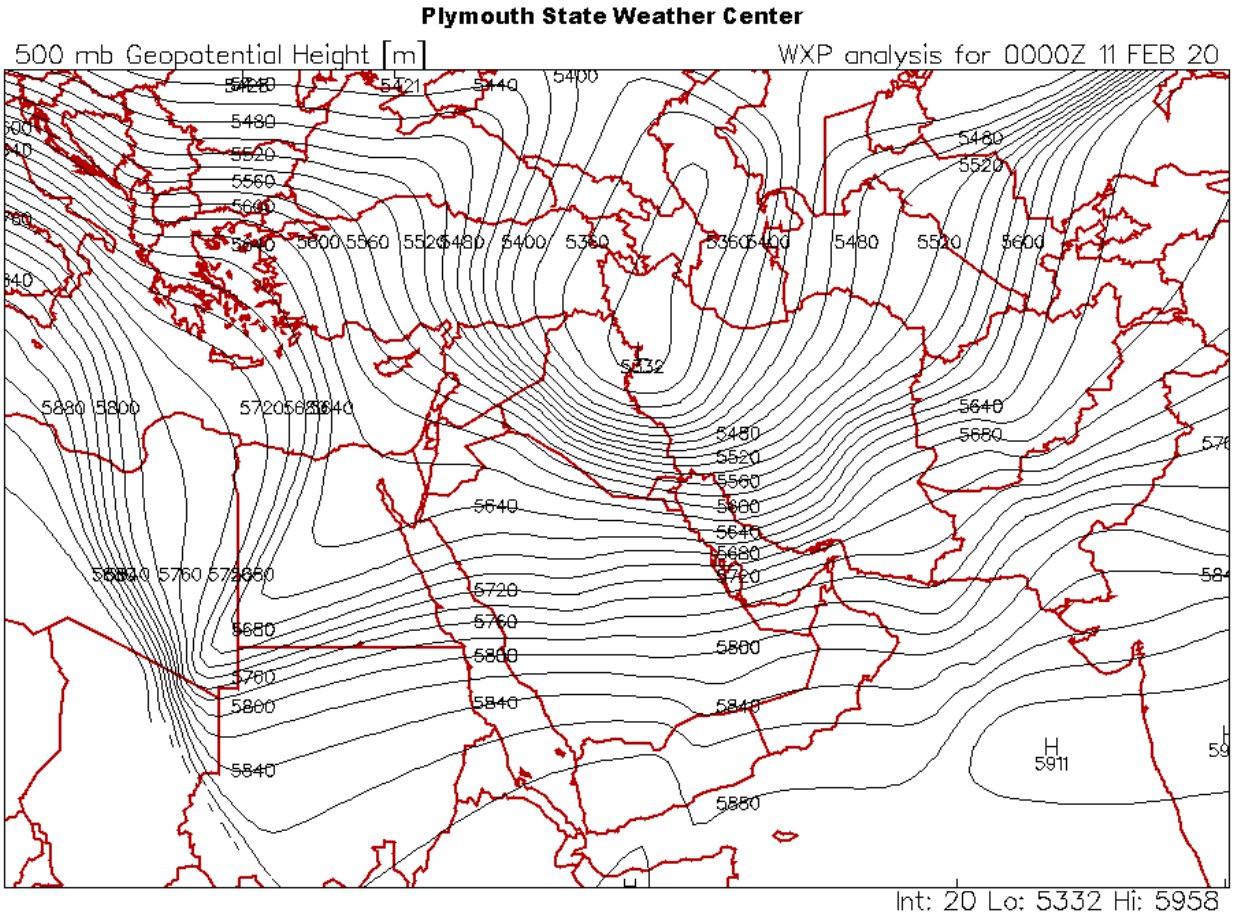
وشهدت محطات الرصد الجوي في شمال العراق تباينًا في المجاميع الشهرية لتكرار منخفض القطع المسبب للتساقط الثلجي؛ فقد سجّلَت محطة جومان اعلى مجموع شهري بلغ (30) منخفضًا ، وذلك في شهر كانون الثاني بنسبة تأثير بلغت (42%) من مجمل تكرارات منخفض القطع على محطة جومان، على حين شهدت محطتا اربيل والسليمانية تسجيل اقل تكرار بلغ (1) منخفض وذلك في شهري تشرين الأول وآذار لكلتا المحطتين على التوالي بنسب تأثير بلغت (8%) و(6%) لكلتا المحطتين على التوالي. ينظر جدول(4) وخريطة (5).

جدول(4) تأثير منخفض القطع (500)ملليبار على التساقط الثلجي في شمال العراق

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
العمادية	2	4%	15	26%	28	49%	10	18%	2	4%	57	100%
دهوك	0	0%	3	21%	8	57%	3	21%	0	0%	14	100%
جومان	3	4%	18	25%	30	42%	15	21%	5	7%	71	100%
ميركة سور	4	6%	12	19%	28	45%	15	24%	3	5%	62	100%
اربيل	1	8%	2	15%	7	54%	3	23%	0	0%	13	100%
بنجوين	2	5%	10	24%	20	48%	10	24%	0	0%	42	100%
السليمانية	0	0%	3	18%	10	59%	3	18%	1	6%	17	100%
المجموع	12	4%	63	23%	131	47%	59	21%	11	4%	276	100%

المصدر: تحليل الخرائط الطقسية من موقع www.vortex Plymouth edu

خريطة (4) سيطرة منخفض القطع(500)ملليبار المسبب للتساقط الثلجي على شمال العراق



المصدر: http://vortex.plymouth.edu/u-make.htm

4- تأثير الأخاديد الهوائية (500) مليبار على التساقط الثلجي في شمال العراق:

يتضح تأثير الاخاديد القطبية في مناخ العراق ؛ كونها تعمل على جلب المؤثرات القطبية من طريق تزويد المنظومات الضغطية السطحية بالهواء البارد؛ مما يسهم بتعميق وسيطرة تلك المنظومات؛ فمثلًا تعمل على خفض درجة الكتلة الهوائية المرافقة للمرتفعات السيبيرية والاوربية مما يقدم دعمًا لها للبقاء مدة أطول، وكذلك الحال بالنسبة للمنخفضات الجوية؛ فهي تعمل على تزويدها بالهواء البارد من العروض العليا مما يعمل على زيادة نشاط المنخفض السطحي. (عبود، 2022، صفحة 184)

تمثل الاخاديد القطبية النمط البارد من حركة الأمواج الغربية في طبقات الجو العليا، وتعمل على خفض ارتفاع سمك طبقة (500) مليبار؛ إذ إن المؤثرات القطبية تعمل على انخفاض قيم خطوط الضغط المتساوي مما يسهم بتباين أشكال التساقط على السطح. ينظر خريطة (6).

بلغ المجموع السنوي لتكرار الأخاديد الهوائية في طبقات الجو العليا المسببة للتساقط الثلجي (231) اخدودًا، بنسبة تأثير بلغت (45.6%). وشهدت محطات الرصد الجوي تباينًا مكانيًّا في المجاميع السنوية لتكرار الاخاديد الهوائية؛ فقد سجّلَت محطة جومان اعلى مجموع بلغ (53) اخدودًا بنسبة تأثير كانت (22.9%)، على حين اشتركت محطتا دهوك واربيل في تسجيل اقل مجموع لتكرار الاخاديد الهوائية بلغ (9) اخدود بنسبة بلغت (3.9%) لكلتا المحطتين.

وشهدت منطقة الدراسة تباينًا زمانيًّا في تكرار الاخاديد الهوائية المسببة للتساقط الثلجي في شمال العراق؛ إذ يلحظ تسجيل شهر كانون الثاني أعلى مجموع شهري بلغ (86) اخدودًا بنسبة تأثير بلغت (37%). في المقابل سجّلَ شهر تشرين الثاني أقل مجموع شهري لتكرار الاخاديد بلغ (3) اخدود بنسبة بلغت (1%).

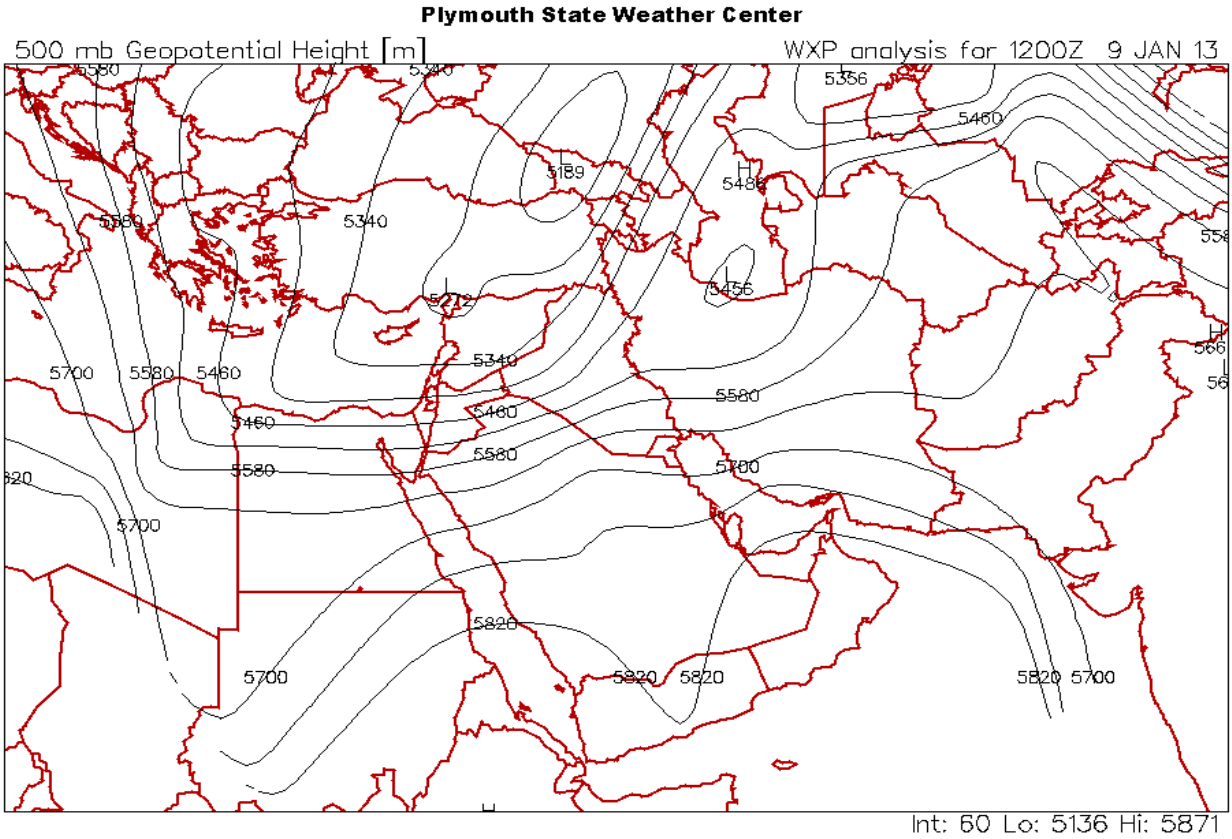
وشهدت محطات الرصد الجوي في منطقة الدراسة تباينًا مكانيًّا في تسجيل المجاميع الشهرية لتكرار الاخاديد القطبية المسببة للتساقط الثلجي في شمال العراق؛ إذ يلحظ تسجيل محطة بنجوين اعلى مجموع شهري بلغ (22) اخدودًا ، وذلك في شهر كانون الثاني بنسبة كانت (47%) من مجموع تكراراتها. فيما اشتركت محطتا العمادية وبنجوين بتسجيل اقل مجموع لتكرار الاخاديد الهوائية العليا بلغ (1) اخدود ، وذلك في شهر تشرين الثاني. بنسبة تأثير بلغت (2%) لكلتا المحطتين. ينظر جدول(5) وخريطة(7).

جدول(5) تأثير الأخاديد القطبية (500)ملليبار على التساقط الثلجي في شمال العراق

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
العمادية	1	2%	10	21%	16	33%	17	35%	4	8%	48	100%
دهوك	0	0%	2	22%	5	56%	2	22%	0	0%	9	100%
جومان	1	2%	9	17%	19	36%	18	34%	6	11%	53	100%
ميركة سور	0	0%	10	24%	14	34%	13	32%	4	10%	41	100%
اربيل	0	0%	4	44%	3	33%	2	22%	0	0%	9	100%
بنجوين	1	2%	10	21%	22	47%	12	26%	2	4%	47	100%
السليمانية	0	0%	5	21%	7	29%	10	42%	2	8%	24	100%
المجموع	3	1%	50	22%	86	37%	74	32%	18	8%	231	100%

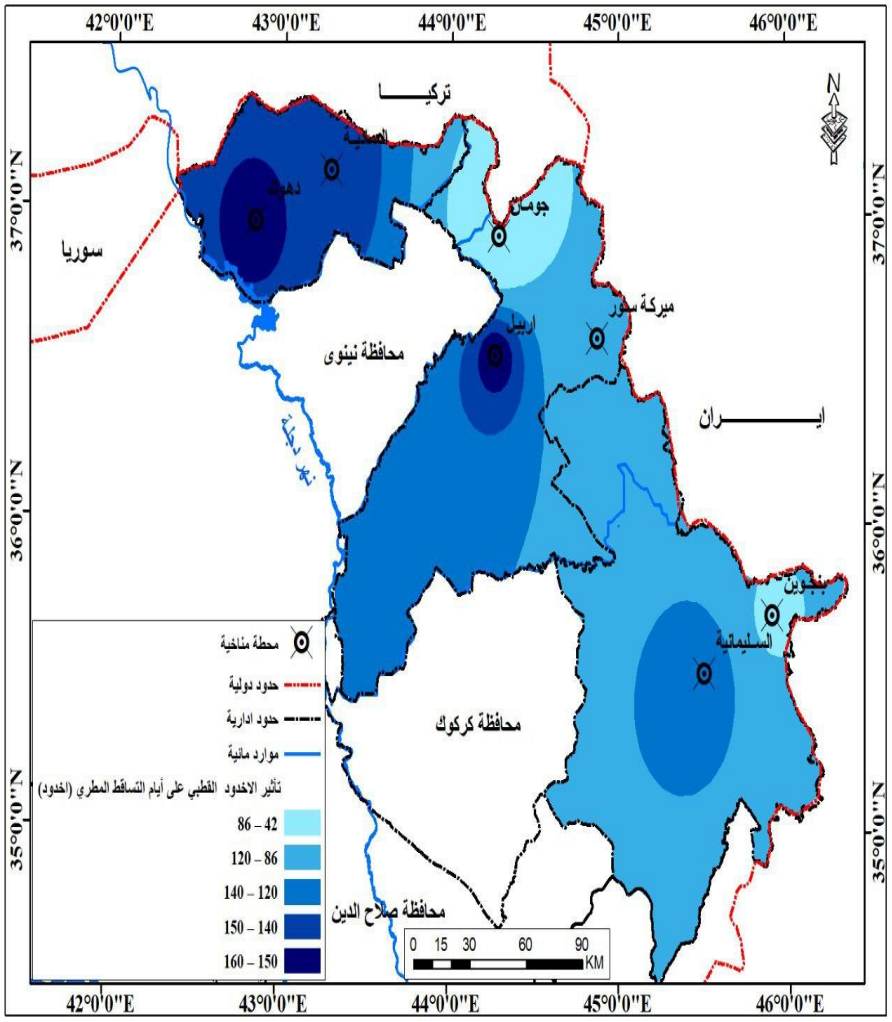
المصدر : تحليل الخرائط الطقسية من موقع www.vortex Plymouth edu

خريطة (6) سيطرة الأخدود القطبي(500)ملليبار المسبب للتساقط الثلجي على شمال العراق



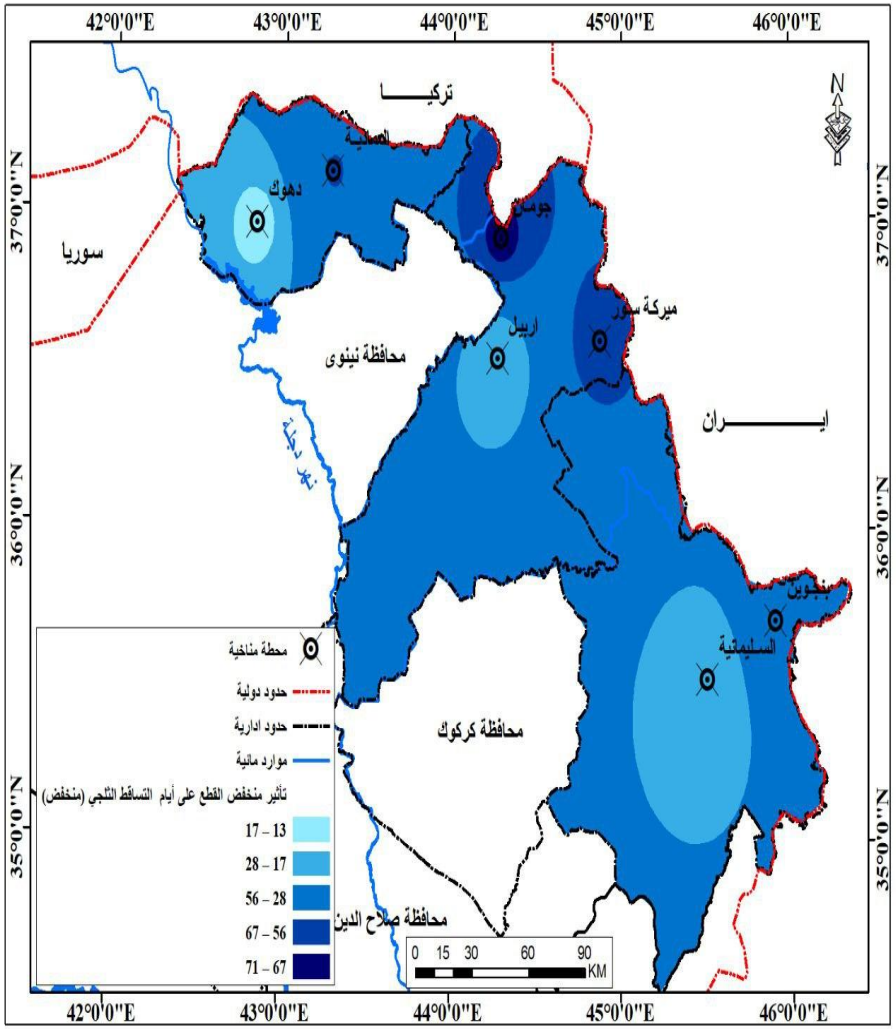
المصدر: http://vortex.plymouth.edu/u-make.htm

خريطة (5) تأثير منخفض القطع على تكرار أيام التساقط الثلجي



المصدر : جدول(4)

خريطة (7) تأثير الأخدود القطبي على تكرار أيام التساقط الثلجي



المصدر : جدول(5)

5- تأثير منخفضات القطع (500) مليبار على التساقط المطري في شمال العراق:

تعمل منخفضات القطع في طبقات الجو العليا على تزيد المنخفضات السطحية بالهواء البارد ومع توفر كميات كافية من بخار الماء بالقرب من السطح سيعمل على ارتفاع قيمة مؤشر عدم الاستقرار الجوي وحدوث التكاثف على مستويات متباينة اعتمادًا على نقطة الندى وضغط بخار الماء. (عبود، 2022، صفحة 45)

ويتضح من جدول(6) أن تأثير منخفضات القطع على تساقط الامطار في القسم الشمالي من العراق كان أقل من تأثير الأخاديد القطبية؛ وذلك لكون منخفض القطع هو اعلى حالة يمكن للأمواج الغربية ان تصل إليها عند نشاط وقوة المؤثرات القطبية ، وهذه الحالة تحتاج وضعية شمولية خاصة قلما تحصل مقارنة بالأخاديد الهوائية ذات النمط الأقل قسوة ومجال تكراره يكون اعلى. بلغ المجموع السنوي لتكرار منخفضات القطع المسببة للأمطار في شمال العراق (528) منخفضًا بنسبة تأثير بلغت (39.9%).

وشهدت محطات الرصد الجوي في شمال العراق تباينًا في تسجيل تكرارات منخفض القطع المسبب لتساقط الامطار؛ فقد سجّلَت محطة اربيل اعلى مجموع سنوي بلغ (110) منخفضًا بنسبة بلغت (20.8%)، في المقابل سجّلَت محطة جومان اقل مجموع سنوي لتكرار منخفض القطع بلغ (38) منخفضًا بنسبة بلغت (7.2%).

وشهدت تكرارات منخفض القطع المسبب للتساقط المطري تباينًا على المستوى الشهري؛ فقد سجّلَ شهر كانون الثاني اعلى مجموع شهري بلغ (146) منخفضًا بنسبة تأثير كانت (28%)، على حين سجّلَ شهر تشرين الثاني اقل مجموع شهري بلغ (43) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (8%).

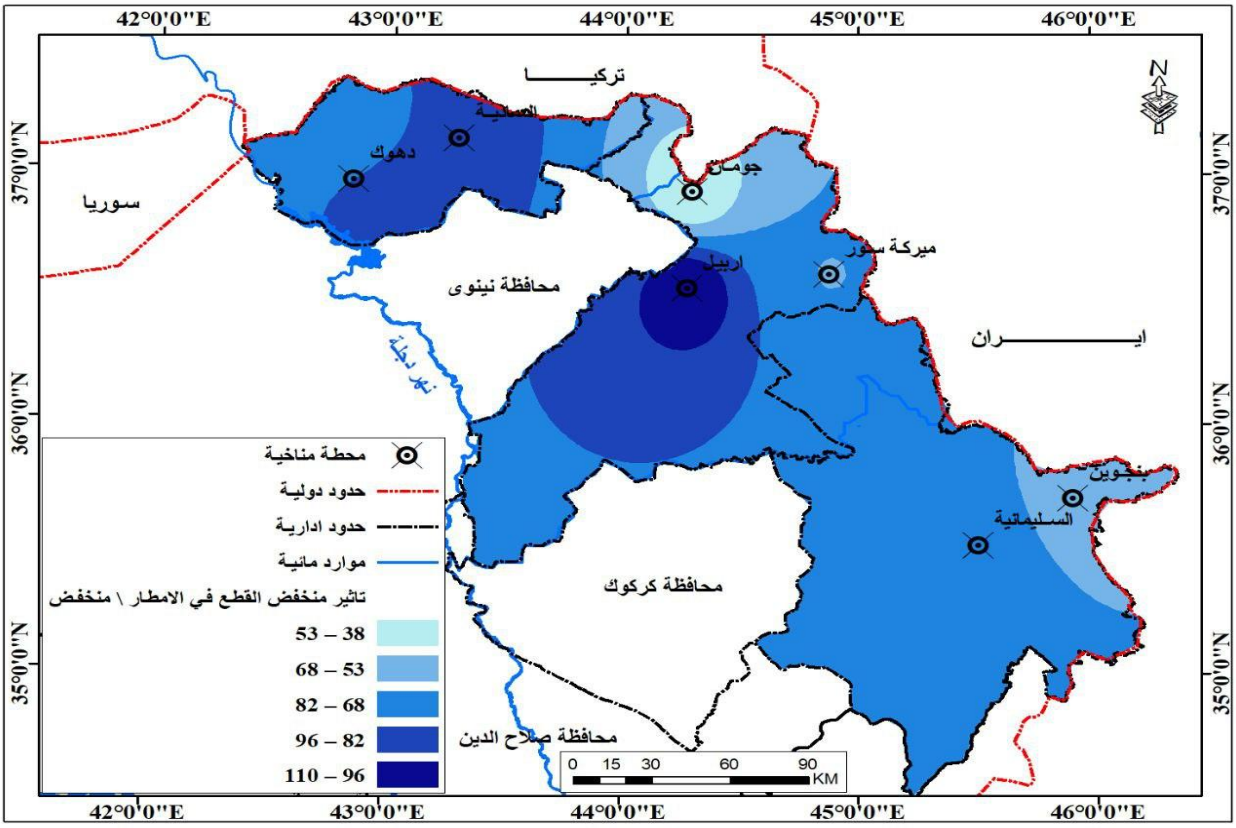
ويلحظ أيضًا التباين المكاني بين محطات الرصد الجوي في تسجيل المجاميع الشهرية لتكرار منخفضات القطع المسببة للأمطار في شمال العراق؛ فقد سجّلَت محطة اربيل اعلى مجموع شهري بلغ (34) منخفضًا بنسبة بلغت (31%) من مجموع تكراراتها، وذلك في شهر كانون الثاني، على حين سجّلَت محطة دهوك اقل مجموع شهري بلغ (3) منخفضًا بنسبة تأثير بلغت (4%) من مجموع تكرارات منخفض القطع على محطة دهوك. ينظر جدول(6) وخريطة(8).

جدول(6) تأثير منخفض القطع (500)مليبار على التساقط المطري في شمال العراق

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
العمادية	5	5%	15	16%	33	36%	23	25%	16	17%	92	100%
دهوك	3	4%	20	25%	20	25%	17	21%	20	25%	80	100%
جومان	7	18%	9	24%	9	24%	5	13%	8	21%	38	100%
ميركة سور	8	12%	18	26%	18	26%	14	21%	10	15%	68	100%
اربيل	8	7%	21	19%	34	31%	26	24%	21	19%	110	100%
بنجوين	6	10%	15	25%	10	17%	11	18%	18	30%	60	100%
السليمانية	6	8%	18	23%	22	28%	21	26%	13	16%	80	100%
المجموع	43	8%	116	22%	146	28%	117	22%	106	20%	528	100%

المصدر : تحليل الخرائط الطقسية من موقع www.vortex Plymouth edu

خريطة (8) تأثير منخفض القطع على أيام التساقط المطري في شمال العراق



المصدر : جدول(6)

6- تأثير الاخاديد القطبية (500) مليبار على التساقط المطّري في شمال العراق:

تمثل الاخاديد القطبية الحالة الشمولية المثلى للمنخفضات السطحية الممطرة؛ إذ تعمل على تعمق المنخفضات وبقائها مدة أطول، كما يرتبط المنخفض الجوي على السطح بعلاقة ايجابية مع موقع الأخدود في الطبقات العليا واتجاه محوره ، وهذا ما بينته بعض الدراسات الحديثة؛ إذ يقع العراق تحت تأثير ثلاثة مواقع للأخاديد القطبية تتباين في مدى تأثيرها على قوة المنخفضات الجوية على السطح، فالموقع الأول للأخدود يقع غرب العراق ، وهو أكثر المواقع تأثيرًا في المنخفضات الجوية الممطرة على العراق ، ويشهد تساقطًا مطريًّا غزيرًا في هذه الحالة الشمولية، على حين يكون الموقع الثاني شرق العراق وأما الموقع الثالث للأخدود القطبي فيتركز فوق اجواء العراق. (الجبوري، 2017، صفحة 56)

ويظهر التباين في تأثير الأخاديد القطبية مع المنخفضات الجوية على السطح؛ تبعًا لموقع المنخفض الجوي السطحي من موقع واتجاه محور الأخدود، ويعمل التمركز المثالي للمنخفض السطحي مع الأخدود في قوة المنخفض وزيادة نشاطه. (مطشر، 2025)

وكان التأثير الأكبر للأخاديد القطبية المسببة للتساقط المطري فوق شمال العراق؛ فقد بلغ المجموع السنوي (797)اخدودًا ، بنسبة تأثير كانت (60.1%) من مجمل تكرارات الانماط الضغطية العليا المسببة للتساقط المطري على شمال العراق. وشهدت محطات الرصد الجوي تباينًا مكانيًّا في المجاميع السنوية لتكرار الاخاديد الهوائية؛ فقد سجّلَت محطة اربيل اعلى مجموع سنوي بلغ (158) أخدودًا ، بنسبة تأثير بلغت (19.8%)، في المقابل سجّلَت محطة جومان أقل مجموع سنوي لتكرار الاخاديد القطبية المسببة للتساقط المطري فقد بلغ(42) اخدودًا بنسبة تأثير هي (5.3%).

وشهدت المجاميع الشهرية لتكرار الأخاديد القطبية المسببة للتساقط المطري على شمال العراق تباينًا زمانيًّا؛ فقد سجّلَ شهر آذار اعلى مجموع شهري لتكرار الاخاديد القطبية بلغ (205) اخاديد بنسبة تأثير بلغت (26%)، فيما شهد شهر تشرين الثاني تسجيل اقل المجاميع الشهرية فقد بلغ (63) اخدودًا بنسبة تأثير بلغت (8%).

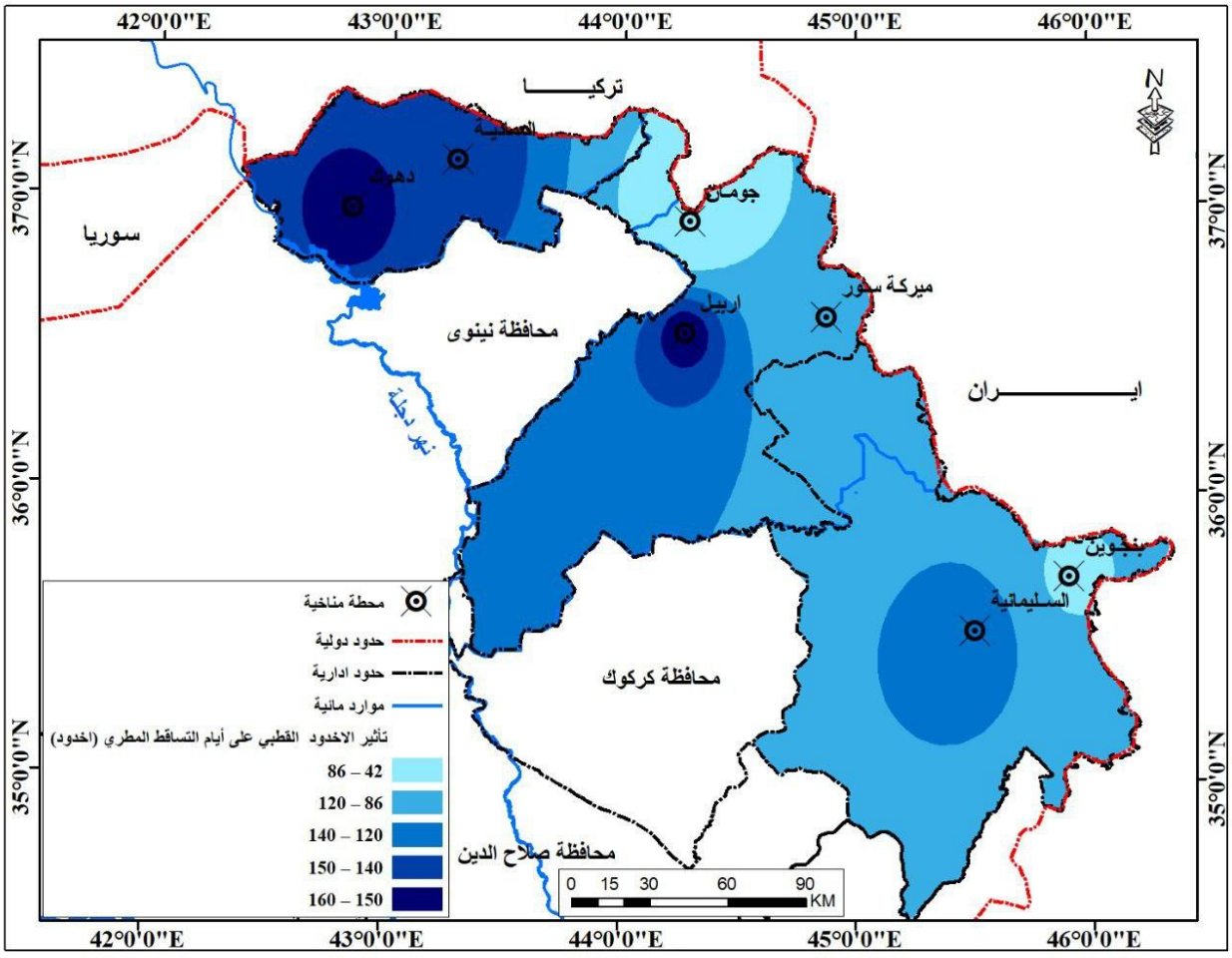
ويتضح التباين المكاني بين محطات الرصد الجوي في المجاميع الشهرية للأخاديد القطبية المسببة للتساقط المطري؛ فقد سجّلَت محطة اربيل اعلى مجموع شهري بلغ (50) اخدودًا بنسبة تأثير بلغت (32%) وذلك في شهر آذار. في المقابل سجّلَت محطة السليمانية أقل مجموع شهري بلغ (4) اخاديد ، بنسبة تأثير بلغت (3%) من مجمل تكرارات الاخدود القطبي على محطة السليمانية. ينظر جدول(7) وخريطة (9).

جدول(7) تأثير الأخاديد القطبية (500)مليبار على التساقط المطّري في شمال العراق

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
العمادية	10	7%	35	23%	22	15%	39	26%	43	29%	149	100%
دهوك	7	5%	25	16%	45	30%	41	27%	34	22%	152	100%
جومان	8	19%	8	19%	11	26%	7	17%	8	19%	42	100%
ميركة سور	10	11%	24	28%	26	30%	17	20%	10	11%	87	100%
اربيل	12	8%	34	22%	33	21%	29	18%	50	32%	158	100%
بنجوين	12	15%	20	24%	18	22%	14	17%	18	22%	82	100%
السليمانية	4	3%	22	17%	28	22%	31	24%	42	33%	127	100%
المجموع	63	8%	168	21%	183	23%	178	22%	205	26%	797	100%

المصدر: تحليل الخرائط الطقسية من موقع www.vortex Plymouth edu

خريطة (9) تأثير الأخدود القطبي على أيام التساقط المطري في شمال العراق



المصدر: جدول(7)

7- تأثير منخفض القطع (500) مليبار في المنظومات الضغطية المسؤولة عن تباين اشكال التساقط:

يمثل منخفض القطع انتقال المؤثرات القطبية دوائر عرض أدنى، وهو حالة شمولية مثالية لتعزيز قوة المنظومات الضغطية على السطح؛ (الدزيي، 2013، صفحة 38) وعند دراسة الأنماط الضغطية العليا المسببة للتساقط الثلجي والمطري فوق العراق لوحظ هناك سيطرة لمنخفضات القطع بلغ مجموع تكراراتها (804) منخفضًا بنسبة تأثير بلغت (43.9%) من مجمل تكرارات الانماط الضغطية العليا المسؤولة عن التساقط الثلجي والمطري في شمال العراق، كما لوحظ أيضًا اشتراك مجموعة من المنظومات الضغطية السطحية التي كانت سببًا مباشرًا للتساقط في اشكاله المختلفة.

وقد شهدت تلك المنظومات الضغطية تباينًا في مجموع تكرارها ونسبة تأثيرها؛ إذ يظهر تفوق المنخفض المتوسطي على سائر المنظومات الضغطية السطحي بمجموع سنوي بلغ (383) منخفضًا، بنسبة تأثير هي الاعلى ، فقد بلغت (47.6%) من مجمل تكرار المنظومات الضغطية المختلفة المرافقة للمنخفض القطبي في طبقات الجو العليا والمسببة للتساقط الثلجي والمطري على حدٍ سواء. فيما سجّلَ المرتفع السيبيري الترتيب الثاني من حيث المنظومات الضغطية المرافقة لمنخفض القطع بمجموع سنوي بلغ (126) مرتفعًا بنسبة تأثير بلغت (15.7%). وتجدر الإشارة الى اقتصار تكرارات المرتفع السيبيري والأوربي على التساقط الثلجي فقط خلافًا للمنخفضات الجوية التي تكون مسؤولة عن التساقط الثلجي والمطري. في المقابل سجّلَ المنخفض السوداني اقل مجموع سنوي بلغ (66) منخفضًا بنسبة تأثير بلغت (8.2%) من مجمل تكرار المنظومات الضغطية المختلفة المسؤولة عن التساقط المطري والثلجي.

وشهدت المنظومات الضغطية المختلفة تباينًا في تكراراتها الشهرية ؛ فقد سجّلَت مجتمعة اعلى مجموع شهري لها بلغ (277) تكرارًا بنسبة تأثير هي الأعلى بلغت (34%) من مجمل تأثير المنظومات الضغطية، وذلك في شهر كانون الثاني، في حين سجّلَ شهر تشرين الثاني اقل تكرار للمنظومات الضغطية بلغ (55) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (7%).

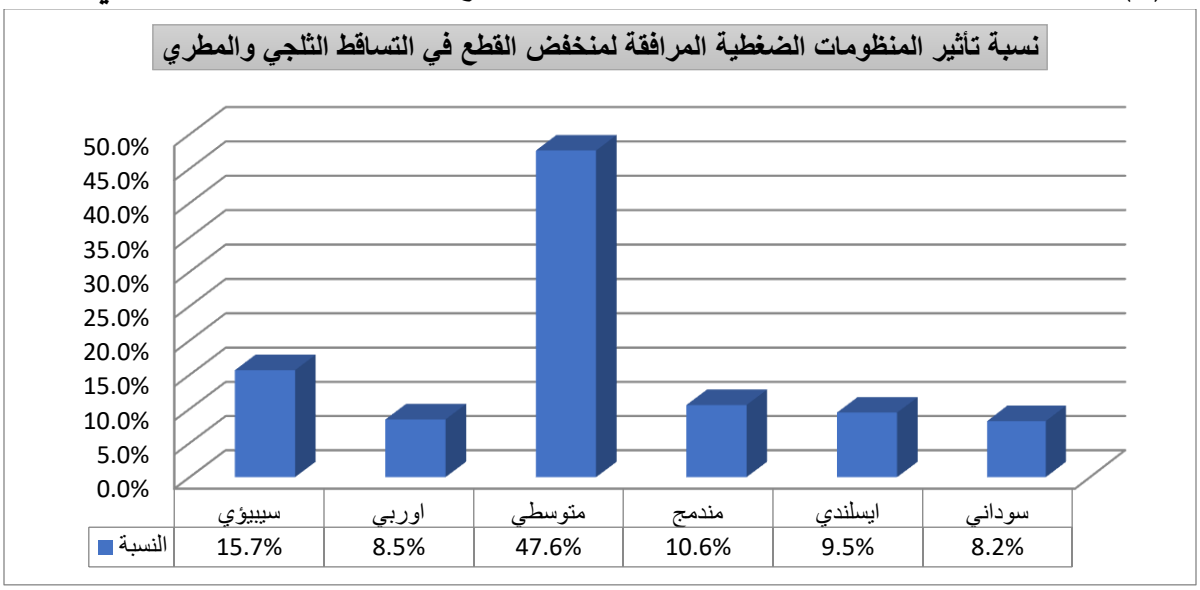
وشهدت المنظومات الضغطية المرافقة لمنخفض القطع تباينًا في تكرارها الشهري؛ فقد سجّلَ المنخفض المتوسطي اعلى تكرار شهري بلغ (121) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (32%) وذلك في شهر كانون الثاني، في المقابل سجّلَ المرتفع الأوربي اقل تكرار شهري بلغ (3) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (4%) وذلك في شهر تشرين الثاني. ينظر جدول(8) وشكل(1).

جدول(8)تأثير منخفض القطع (500) مليبار على المنظومات الضغطية المسؤولة عن تباين اشكال التساقط

المنظومة/الشهر	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
سيبيري	5	4%	28	22%	66	52%	20	16%	7	6%	126	100%
اوربي	3	4%	14	21%	29	43%	18	26%	4	6%	68	100%
متوسطي	28	7%	93	24%	121	32%	83	22%	58	15%	383	100%
مندمج	4	5%	19	22%	31	36%	13	15%	18	21%	85	100%
ايسلندي	7	9%	15	20%	12	16%	27	36%	15	20%	76	100%
سوداني	8	12%	10	15%	18	27%	15	23%	15	23%	66	100%
المجموع	55	7%	179	22%	277	34%	176	22%	117	15%	804	100%

المصدر: تحليل الخرائط الطقسية من موقع www.vortex Plymouth edu

شكل(1) المنظومات الضغطية السطحية المرافقة لمنخفض القطع المسؤولة عن التساقط الثلجي والمطري



المصدر: جدول(8)

8- تأثير الاخدود القطبي (500) مليبار على المنظومات الضغطية المسؤولة عن تباين اشكال التساقط:

توصف منخفضات القطع على أنها تطور كبير في حالة الأمواج القطبية؛ إذ تتعرج الأمواج العليا على شكل اخاديد وانبعاجات تنقل تأثيرات العروض المختلفة، وكلما كان نقل الطاقة أكبر والتأثير أشد انعكس ذلك على تطور الأمواج بشكل واضح حتى تتقارب خطوط الضغط مع بعضها؛ مما يؤدي إلى عزل خلية من الضغط على شكل منخفض قطع. يسهم منخفض القطع على تطور حالة الطقس على السطح؛ إذ تعمل على التحكم بالمنظومات السطحية الواقعة أسفل منها وتتحكم بقوتها وسرعتها واتجاهها. (الدزيي، 2013، صفحة 148)

وشهد القسم الشمال من العراق تأثيرًا كبيرًا للأخاديد القطبية المسببة للتساقط الثلجي والمطري فيها؛ فقد بلغ مجموع تكراراتها السنوي (1028) أخدودًا بنسبة تأثير بلغت (56.1%) من مجمل تكرارات الأنماط الضغطية المختلفة المسؤولة عن التساقط بأشكاله المختلفة في شمال العراق.

وأسهمت مجموعة من المنظومات الضغطية السطحية بتباين اشكال التساقط في شمال العراق عند سيطرة الاخاديد القطبية، كما شهدت تلك المنظومات الضغطية السطحية تباينًا في نسب تأثيرها؛ فقد سجّلَ المنخفض المتوسطي اعلى تكرار بلغ (642) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (62.5%) وتمثل اعلى نسبة للتأثير في التساقط الثلجي والمطري في شمال العراق. فيما مثل المرتفع الأوربي أقل نسبة تأثير بلغت (5.1%) وبتكرار بلغ (52) تكرارًا.

ويلحظ تباين المنظومات الضغطية السطحية على المستوى الشهري في مجموع تكراراتها على شمال العراق؛ فقد شهد شهر كانون الثاني تسجيل اعلى تكرار سنوي بلغ (269) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (26%)، فيما شهد شهر تشرين الثاني تسجيل اقل تكرار سنوي بلغ (66) تكرارًا بنسبة تأثير كانت (6%).

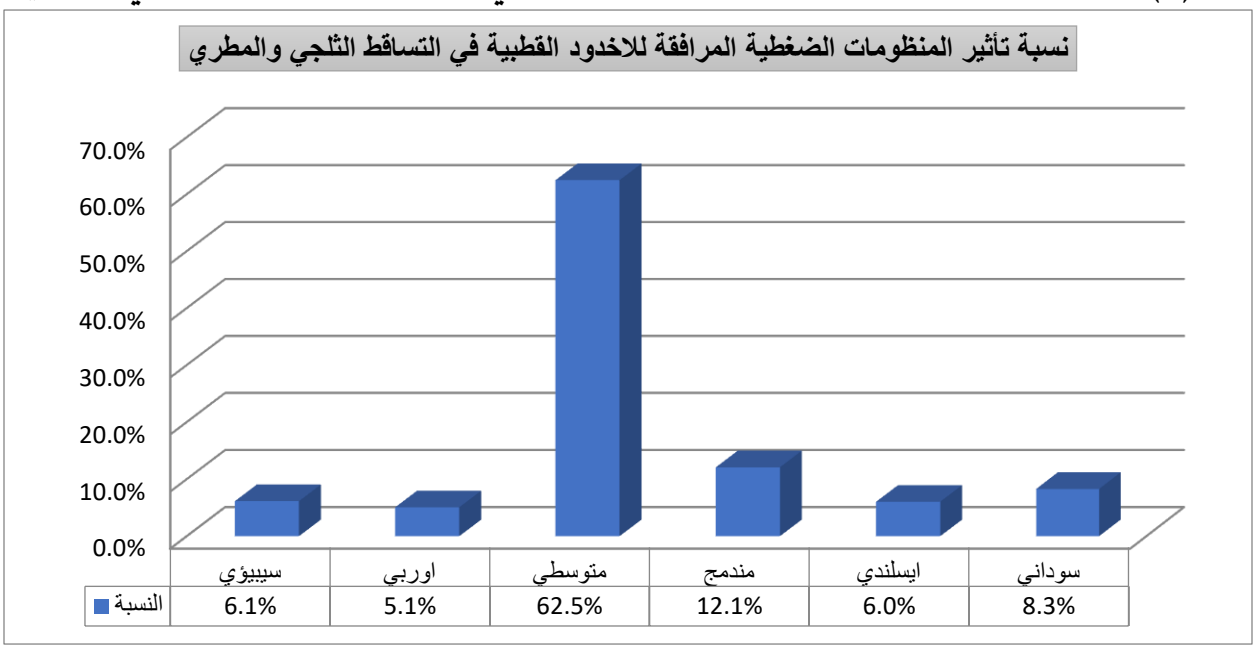
ويتضح التباين الزماني بين المنظومات الضغطية السطحية المسؤولة عن التساقط الثلجي والمطري في شمال العراق؛ فقد كانت اعلى سيطرة للمنخفض المتوسطي بمجموع تكرار بلغ (168) تكرارًا ، وذلك في شهر آذار، بنسبة تأثير بلغت (26%) من مجمل تكرارات المنخفض المتوسطي و(75.3%) من مجمل تكرارات المنظومات الضغطية المختلفة في شهر آذار. على حين سجّلَ المرتفع الأوربي اقل تكرار بلغ (1) تكرارًا بنسبة تأثير بلغت (2%) من مجمل تكرارات المرتفع الاوربي و(1.5%) من مجمل تكرارات المنظومات الضغطية المختلفة في شهر تشرين الثاني المسببة للتساقط الثلجي والمطري. ينظر جدول(9) وشكل(2).

جدول(9)تأثير الأخدود القطبي (500) مليبار على المنظومات الضغطية المسؤولة عن تباين اشكال التساقط

المحطة	تشرين الثاني	النسبة	كانون الاول	النسبة	كانون الثاني	النسبة	شباط	النسبة	اذار	النسبة	المجموع	النسبة
سيبيؤي	3	5%	17	27%	26	41%	14	22%	3	5%	63	100%
اوربي	1	2%	10	19%	27	52%	12	23%	2	4%	52	100%
متوسطي	37	6%	131	20%	151	24%	155	24%	168	26%	642	100%
مندمج	11	9%	28	23%	30	24%	31	25%	24	19%	124	100%
ايسلندي	3	5%	15	24%	20	32%	17	27%	7	11%	62	100%
سوداني	11	13%	17	20%	15	18%	23	27%	19	22%	85	100%
المجموع	66	6%	218	21%	269	26%	252	25%	223	22%	1028	100%

المصدر: تحليل الخرائط الطقسية من موقع www.vortex Plymouth edu

شكل(2) المنظومات الضغطية السطحية المرافقة للأخدود القطبي المسؤولة عن التساقط الثلجي والمطري



المصدر: جدول(9)

8-تحليل نتائج البحث:

- ✓ تسجيل المحطات المناخية ذات الارتفاع الكبير عن مستوى سطح البحر تساقطًا ثلجيًّا يفوق ما هو مسجّلَ من تساقط مطّري، فمثلًا محطة جومان (3500) متر فوق مستوى سطح البحر سجّلَت (124) يومًا للتساقط الثلجي ويقابلها (82) يومًا للتساقط المطري؛ وهذا يعزى إلى تأثير الارتفاع الكبير عن مستوى سطح البحر في نوعية التساقط. فيما سجّلَت المحطات الأقل ارتفاعًا في شمال العراق تفوقًا للأيام الممطرة على حساب الأيام التي شهدت تساقطًا ثلجيًّا كما هو الحال في محطة اربيل.
- ✓ يمثل منخفض القطع في طبقات الجو العليا حالة شمولية جيدة للتساقط الثلجي؛ فقد كانت نسبة تأثيره (54.4%)، فيما بلغت نسبة تأثير الاخاديد القطبية على التساقط الثلجي هي (45.6%)، وهذا يفسر الانخفاض في مستوى سمك الطبقة الضغطية (1000-500)ملليبار دون معدلها العام (5600)متر في الأيام التي شهدت تساقطًا ثلجيًّا في شمال العراق؛ إذ يمثل هذا الارتفاع الحد الفاصل بين التساقط المطري والتساقط الثلجي؛ فكلما انخفض الارتفاع دون هذا المستوى اصبحت امكانية تساقط الثلوج واردة بشكل كبير، وهذا ما يقدمه منخفض القطع بصورة أوضح وأيضًا الاخاديد القطبية.
- ✓ مساهمة كبيرة للأخاديد القطبية مع المنخفضات الجوية الممطرة بنسبة تأثير (60.2%) وهذا يفسر الدعم العلوي الذي يقدمه الاخدود للمنخفضات السطحية الممطرة، في حين يتحكم منخفض القطع بنسبة تأثير اقل في أمطار شمال العراق؛ نظرًا للحالة الشمولية التي يتصف بها منخفض القطع وصعوبة ديمومتها مدة أطول مقارنة بالأنماط الضغطية الأخرى؛ مما يعني قلة تكرارات منخفض القطع مقارنة بالأخدود القطبي.
- ✓ تأثير المرتفع السيبيري والمرتفع الأوربي في التساقط الثلجي؛ نظرًا للكتلة الهوائية الباردة المرافقة لهما والمسؤولة عن الوصول الى مستوى التجمد بشكل أسرع دون الحاجة إلى آلية عمل المنخفضات الجوية من رفع التيارات الهوائية نحو الأعلى وصولًا الى مستوى التكاثف. فضلًا عن مستوى الارتفاع الكبير للمحطات المناخية فوق مستوى سطح البحر؛ إذ أسهم هذا الارتفاع بتكاثف بخار الماء إلى الشكل الصلب ووصوله إلى نقطة التجمد دون الحاجة الى رفع الهواء نحو الأعلى.
- ✓ أكثر المنظومات الضغطية تأثيرًا على تساقط الثلوج هو المرتفع السيبيري يليه المنخفض المتوسطي. وأقلها تأثيرًا المنخفض المندمج.
- ✓ أكثر المنخفضات الجوية تأثيرًا على التساقط المطري هو المنخفض المتوسطي وأقلها تأثيرًا هو المنخفض الأيسلندي؛ نظرًا للمسافة البعيدة عن شمال العراق.

المصادر:

1- البهاري، زينب حسوني عبدعلي ، التباين المكاني للتساقط الثلجي للمنطقة الشمالية في العراق، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة واسط، 2022.

2- الجبوري، أحمد ماجد عباس، أثر موقع واتجاه محور الأخدود وارتفاعه في شدة المنخفضات الجبهوية في العراق، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، رسالة ماجستير، 2017.

3- الحسيني، حكمت عبد العزيز، المخاطر الجيومورفولوجية على طريق النقل في المنطقة الجبلية من محافظة اربيل طريق سبيلك ميركه سور نموذجًا، رسالة ماجستير، كلية الاداب، جامعة الموصل، 2016.

4- الدزيي، سالار علي خضر ، *مفاهيم علم المناخ الشمولي ونظرياته*، بغداد، دار الراية، 2013.

5- الدزيي، سالار علي خضر الدزيي، *التحليل العملي لمناخ العراق*، بغداد، دار الفراهيدي، 2010.

6- شحادة، نعمان ، *علم المناخ*، عمان، دار اليازوري، 2008.

7- الشماع، ايسر محمد، الموازنة المناخية لحوض اربيل الشمالي (شمال العراق)، المجلة العراقية للعلوم،العدد 17 لسنة 2007.

8- صالح، بشرى احمد جواد، التغيرات في سمك المستوى 500-1000 مليبار وأثرها في مناخ العراق، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد 25(4) لسنة 2014

9- عبود، صدام رزاق، التحليل السينوبتكي لضغط بخار الماء ونقطة الندى واثرهما في تباين مظاهر التكاثف في العراق، اطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة واسط، 2022.

10- مطشر، هند حسن ،عبود، صدام رزاق، ، أثر التغير المناخي على تكرار الغبار المتصاعد المصاحب للمنخفضات الجوية القارية في العراق. *مجلة لارك*، 2025. https://doi.org/10.31185/lark.4264

11- Stull *Practical Meteorology An Algebra-based Survey of Atmospheric Science*،USA: University of British Columbia،2017.

12- الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، أربيل.

13- http://vortex.plymouth.edu/u-make.htm

14- https://earlywarning.usgs.gov/fews/search/global

1. Al-Bahari, Zainab Hassouni Abd Ali, Spatial Variation of Snowfall in the Northern Region of Iraq. Master's Thesis, College of Education for Human Sciences, University of Wasit, 2022.
2. Al-Jubouri, Ahmed Majed Abbas, The Effect of the Location, Direction, and Altitude of the Trough Axis on the Intensity of Frontal Lows in Iraq, College of Education, Ibn Rushd, University of Baghdad, Master's Thesis, 2017.
3. Al-Hussaini, Hikmat Abdul Aziz, Geomorphological Hazards on Transportation Routes in the Mountainous Region of Erbil Governorate, Spelek-Mirke Sor Road as a Model, Master's Thesis, College of Arts, University of Mosul, 2016.

4. Al-Duzi, Salar Ali Khader, Concepts and Theories of Comprehensive Climatology, Baghdad, Dar Al-Raya, 2013.
5. Al-Duzi, Salar Ali Khader Al-Duzi, Practical Analysis of the Climate of Iraq, Baghdad, Dar Al-Farahidi, 2010.
6. Shehadeh, Naaman, Climatology, Amman, Dar Al-Yazouri, 2008.
7. Al-Shammaa, Ayser Mohammed, Climate Budget for the Northern Erbil Basin (Northern Iraq), Iraqi Journal of Sciences,No17, 2007.
8. Saleh, Bushra Ahmed Jawad, Changes in the Thickness of the 500-1000 Millibar Level and its Impact on the Climate of Iraq, Journal of the College of Education for Girls,No25(4) 2014.
9. Abboud, Saddam Razzaq, Synoptic Analysis of Water Vapor Pressure and Dew Point and Their Impact on the Variation of Condensation Phenomena in Iraq, PhD Thesis, College of Education for Human Sciences, University of Wasit, 2022.
10. Motasher, Hind Hassan ,Abboud, Saddam Razzaq, The Impact of Climate Change on the Frequency of Rising Dust Accompanying Continental Lows in Iraq. Lark Journal, 2025. https://doi.org/10.31185/lark.4264
11. Stull Practical Meteorology An Algebra-based Survey of Atmospheric Science ،USA: University of British Columbia،2017.
12. General Authority of Meteorology and Seismology, Erbil
13. http://vortex.plymouth.edu/u-make.htm
14. https://earlywarning.usgs.gov/fews/search/global