Iraqi National Journal of Earth Science

www.earth.mosuljournals.com

أثر التضاريس على تباين التساقط المطري ما بين المناطق الجبلية والسهلية في شمالي العراق

اسعد احمد مقداد آل حسين[1،*] ، محمد علي محمد سليمان[2]، صفا احمد خليل[3]

[1,2,3]قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة الحمدانية، نينوى، العراق.

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 12-مايو-2022

تاريخ القبـــول: 14- يونيو-2022

تاريخ النشر الالكتروني: 30-يونيو-2022

الكلمات المفتاحية:

التضاريس

التساقط المطري

المناطق الجبلية والسهلية

الانحراف المعياري

معامل التذبذب المطري

المراسلة:

الاسم: أسعد أحمد مقداد أحمد الحسين

asaadahmed944@gmail.com

الملخص

تعتبر التضاريس أحد أهم العوامل المؤثرة على تباين كمية التساقط المطري في أي مكان في العالم، ويظهر تأثيرها بشكل واضح في منطقة الدراسة، لذا جاء هذا البحث ليسلط الضوء على دراسة التباين في كميات الأمطار المتساقطة على المناطق الجبلية والسهلية للمحافظات الشمالية من العراق. واظهرت النتائج زيادة تدريجية في كميات الأمطار من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي لمنطقة الدراسة والزيادة تتناسب مع ازدياد المسافة والارتفاع. وبالمقارنة ما بين المُدد الزمنية الثلاث لمحطات منطقة الدراسة تبين وجود اتجاه عام واضح جداً نحو الانخفاض في قيم التساقط المطري خلال المدة الثانية في كل محطات منطقة الدراسة في المناطق الجبلية والسهلية، وظهر خلال المدة الثالثة تباين ما بين المحطات فبعضها سجلت ارتفاعاً في قيم التساقط والبعض الآخر سجلت انخفاضاً مستمراً خلال هذه المدة والبعض الاخر اظهرت استقراراً في قيم التساقط المطري. بعد تطبيق معادلة الانحراف المعياري، لوحظ بان هنالك علاقة طردية ما بين معدلات الأمطار السنوية والانحراف المعياري، حيث كلما زادت معدلات الأمطار كلما ادت إلى الزيادة في الانحراف المعياري، ويزداد الانحراف المعياري تدريجياً كلما ابتعدنا عن المناطق السهلية المنخفضة واقتربنا من المناطق الجبلية بسبب زيادة كميات التساقط المطري في المناطق المرتفعة. وبعد تطبيق معادلة معامل التذبذب في قيم التساقط المطري اتضح بان هنالك علاقة عكسية ما بين معدلات التساقط المطري ونسب التذبذب المطري، حيث كلما زادت معدلات التساقط المطري السنوية قل معامل التذبذب والعكس الصحيح، وبصورة عامة يقل معامل التذبذب تدريجياً كلما اتجهنا نحو الشمال الشرقي من منطقة الدراسة. وبتطبيق معادلة معامل الارتباط لقياس علاقة التساقط المطري بالارتفاع بلغت نسبة الارتباط (0.7)، وتشير إلى ارتباط قوي بين التساقط والارتفاع.

DOI: 10.33899/earth.2022.133832.1015, ©Authors, 2022, College of Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

The Effect of Terrain on the Variation in Rainfall Between Mountainous and Plains Areas in Northern Iraq

Asaad A. M. AL-Hussein[1, *], Mohammed A. M. Sulaiman[2], Safa Ahmed Khalil[3]

Dept. of Geography, College of Education, University of Al-Hamdaniya, Nineveh, Iraq[1,2,3]

Article information

Received: 12-May-2022

Accepted: 14-Jun-2022

Available online: 30-Jun-2022

Keywords:
Terrain
Rainfall
Mountainous and Plains Areas
Standard Deviation
Rainfall Fluctuation Coefficient

Correspondence:
Asaad A. M. AL-Hussein
asaadahmed944@gmail.com

ABSTRACT

Terrain is one of the most important factors affecting on the variation in the amount of rainfalls anywhere in the world, as clearly visible in the study area. The present research is to highlight the variation in the amounts of rainfall in the mountainous and plain areas of the northern Governorates in Iraq. The results show a gradual increase in the amounts of rain from southwest to northeast of the study area, where the increase is proportional to the increase in distance and altitude. And by comparison between the three time periods of the study area stations, it is found that there is a very clear general trend towards a decrease in the values of rainfalls during the second period in all stations of the study area in the mountainous and plain areas. During the third period, a difference appears between the stations, some of which recorded an increase in precipitation values, whereas others recorded a continuous decrease during this period, and others show stability in the values of rainfall. After applying the standard deviation equation, it is observed that there is a positive relationship between the average annual rainfall and the standard deviation, as the more rain rates increase, the increase in the standard deviation; and the standard deviation gradually increases as we move away from plain areas and approach mountainous areas due to the increase in rainfall amounts in upland areas. After applying the equation of the fluctuation coefficient in the values of rainfall, it becomes clear that there is an inverse relationship between the rates of rainfall and the rates of rain fluctuation. As the higher the annual rainfall rates, the lower the fluctuation coefficient and the opposite is correct. In general, the coefficient of oscillation decreases gradually heads towards the northeast of the study area. By applying the correlation coefficient equation to measure the relationship of rainfall to height, the correlation coefficient is (0.7) indicating a strong correlation between precipitation and height.

DOI: 10.33899/earth.2022.133832.1015, ©Authors, 2022, College of Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

تعتبر الأمطار أحد العناصر الرئيسة المهمة من دورة المياه في الطبيعة، واحد اهم عناصر المناخ لما توفره من المياه الضرورية على سطح الأرض لجميع الكائنات الحية، وتعد المصدر الرئيس للمياه السطحية والجوفية، كما لها دورا مهما في تنظيف الجو من الغبار وكافة العوالق السابحة فيه (Al-Soul, 2007)، وتختلف الأمطار في كمياتها وانواعها ومواسم سقوطها من منطقة إلى اخرى ومن موسم إلى أخر.

تؤثر الطوبوغرافية في المناطق الجبلية والسهلية على تساقط الأمطار، ويجب ان تؤخذ بالاعتبار عند رسم خرائط الأمطار والتنبؤ بها (Sanchez et al, 2013). ويعد التنبؤ بتساقط الأمطار أحد المشكلات الرئيسة في إدارة الموارد المائية بسبب تأثير الأمطار على الموارد المائية باعتبارها نتيجة حتمية، لذلك فأن التنبؤ الاكثر دقة بتساقط الأمطار من شأنه ان يتيح استخداماً أكثر كفاءة للموارد المائية (Alhashimi, 2014). ويعتمد تحليل بيانات تساقط الأمطار بشدة على

نمط توزيعها، وقد كان موضوع الاهتمام في مجالات الأرصاد الجوية في إنشاء توزيع احتمالي يوفر ملاءمة جيدة لأعماق تساقط الأمطار السنوية (Ayad, 2014). ان دراسة التوزيع المكاني لمعدلات الأمطار مهمة جداً في الدراسات البيئية للمنطقة على اعتبارها تصنف ضمن البيئات الجافة وشبه الجافة والتي تمتاز بتذبذب سقوط الأمطار وتباين توزيعها المكاني، وهي المصدر الرئيس لتوفير المياه لمختلف الاستخدامات الزراعية والصناعية والنباتية والبشرية (Al-Azzawi, 2019).

تمتاز معدلات الأمطار في العراق بصورة عامة بأنها قليلة بسبب وقوع العراق ضمن الاقليم الجاف طبقاً للتصنيفات الدولية المناخية المعمول بها عالمياً (Koppen, 1928)، وان اي تغير مناخي يحدث في العالم سيؤثر على مناخ العراق وبصورة مباشرة على كميات الأمطار المتساقطة، وتختلف معدلات الأمطار في العراق من منطقة إلى اخرى ومن محافظة إلى أخرى، وتزداد تدريجياً كلما اتجهنا نحو المحافظات الشمالية.

هدف الدراسة

يهدف البحث إلى التعرف على معدلات الأمطار الهاطلة على منطقة الدراسة وتوزيعها وتحليلها والاسباب المؤدية إلى تباينها وتمثيلها على شكل جداول وخرائط واشكال بيانية توضح هذا التباين، وكذلك بيان دور التضاريس (الجبال، السهول) في تباين معدلات الأمطار الهاطلة على منطقة الدراسة.

اهمية الدراسة

ان الأمطار مصدر مهم لا يمكن تجاهله في توفير المياه، إذ تعد موردا متجددا يمد الأرض ومن عليها بالمياه العذبة على شكل مياه سطحية وجوفية وبصورة دورية، لذا يجب علينا ان ندرك قيمتها وان نبحث عن السبل او الطرق التي تمكننا من جمع أكبر قدر منها واستثمارها وفق الإمكانات المتاحة والممكنة للحد من الهدر الحاصل لهذا النوع من المياه، لذلك جاءت اهمية هذا البحث لبيان الاختلاف الحاصل في معدلات الأمطار المتساقطة على المناطق الجبلية والسهلية وكيفية استثمارها.

مشكلة الدراسة

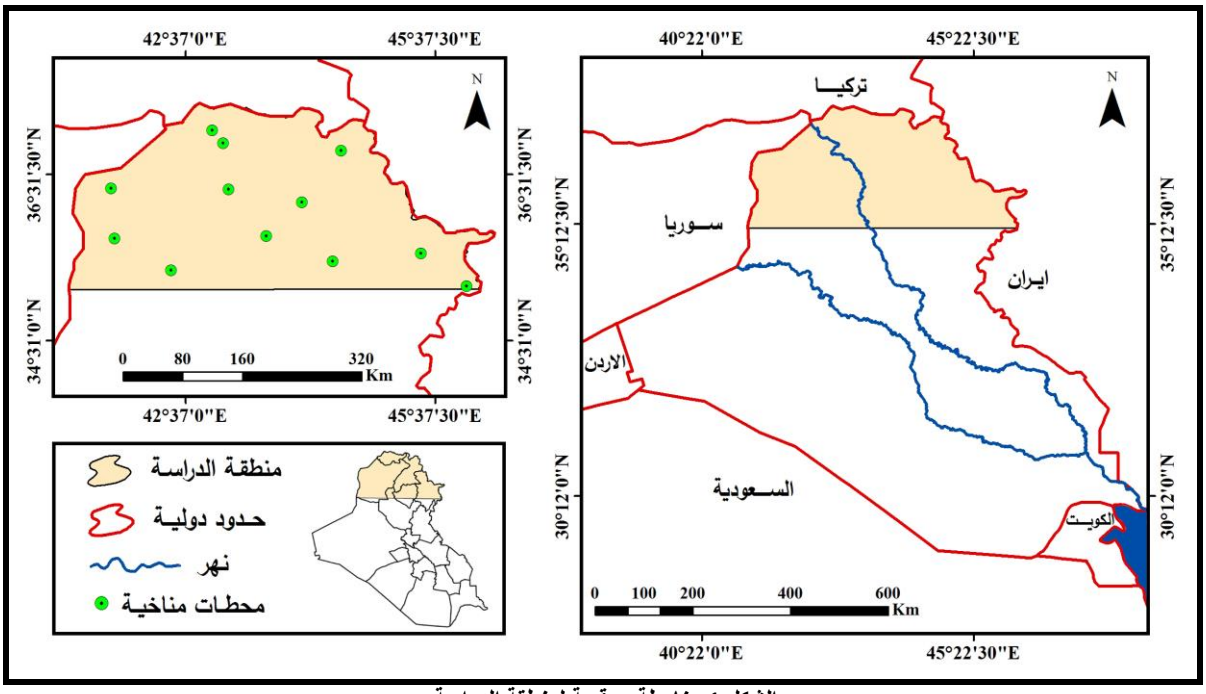
تتمثل مشكلة البحث في بيان التأثير الحاصل في اختلاف معدلات سقوط الأمطار على المناطق الجبلية والسهلية في شمالي العراق، وكيفية استغلال كميات الأمطار في سد احتياجات السكان المائية المختلفة، وكذلك وضع الخطط المستقبلية المناسبة لها وطبقاً لمعايير محددة.

منهجية الدراسة

اتبع الباحثون في دراستهم على المنهج الوصفي والتحليلي الكمي من خلال تحليل بيانات عناصر المناخ، وخاصة معدلات الأمطار المتساقطة على منطقة الدراسة واستخدام بعض المقاييس الاحصائية والمعادلات الرياضية للوصول إلى نتائج دقيقة تخدم البحث. وتم استخدام البرامج الحديثة في نمذجة البيانات لا سيما برنامج (Arc GIs v. 10.4) ومن خلال الادوات (Spatial Analyst / Interpolation) لإجراء عملية التحليل الاحصائي المكاني، وتم استخدام برنامج (Microsoft office / Excel v. 2010)، واخذت بيانات الأمطار اليومية والشهرية والسنوية من الموقع العالمي (https://globalweather.tamu.edu/) للمدة (1982-2014)، وقد شملت (12) محطة مناخية؛ منها جبلية واخرى سهلية (موصل، مخمور، بعاج، حضر، سنجار، كركوك، اربيل، زاخو، دهوك، راوندوز، سليمانية، حلبجة).

حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة شمالي العراق شاملاً بذلك محافظة اربيل ودهوك ونينوى ومعظم اجزاء محافظة السليمانية وكركوك وجزء صغير من محافظة صلاح الدين، بمساحة تبلغ (80588.936) كم^2، حيث تتبع هذه المحافظات مناخ اقليم البحر المتوسط الذي يتميز بسقوط الأمطار خلال فصلي الشتاء والربيع وبالجفاف التام خلال فصل الصيف، وتكون ممتدة بين خطي طول ("40°49'30–"45°52'0) شرقاً ودائرتي عرض ("35°2'0–"37°3'0) شمالاً (الشكل 1).



الشكل 1. خارطة موقعية لمنطقة الدراسة.

دور التضاريس في تباين معدلات التساقط المطري لمحطات منطقة الدراسة

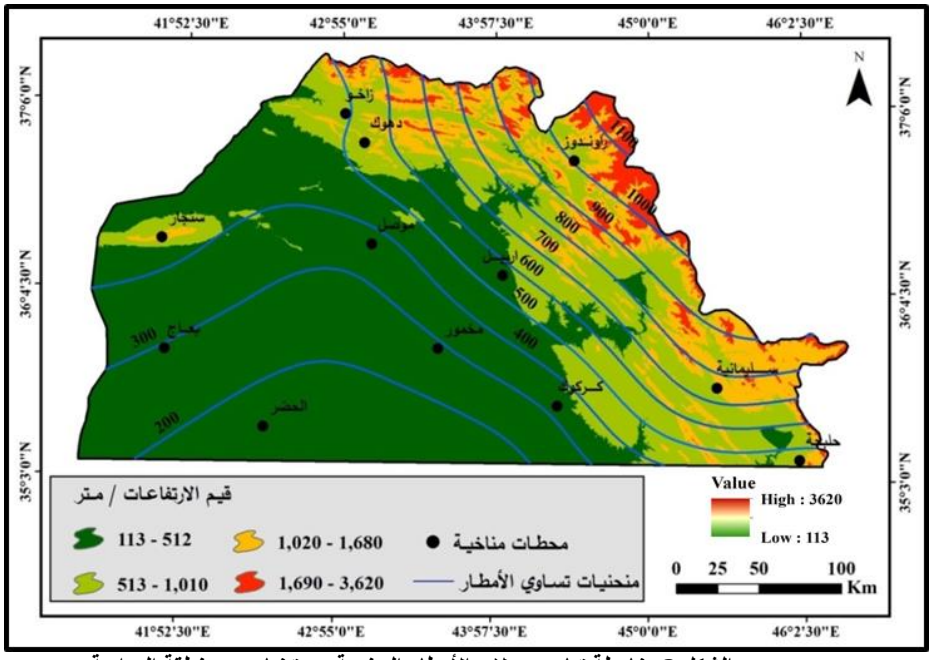
تعد الجبال عاملاً مهماً لنشوء المنخفضات الجوية الحملية المنشأ، إذ تكون بمثابة مصدات تعمل على صد الرياح الرطبة وتغير اتجاهها نحو الأعلى مما تؤدي إلى الانخفاض في درجة حرارتها، إذ تقل قدرة الرياح على الاحتفاظ بالرطوبة مما يسبب عدم استقرارها بالارتفاع نحو الاعلى وتستمر حتى تصل إلى نقطة الندى فتتكاثف وتؤدي إلى سقوط الأمطار ضمن المناطق الجبلية والتي يطلق عليها عادة بالأمطار التضاريسية (Al-Sumaida'i, 2005). تتميز منطقة الدراسة بتباين واضح في تضاريسها إذ تضم مناطق سهلية قليلة الارتفاع ومناطق تنتشر فيها تلال منخفضة بالإضافة إلى وجود مناطق جبلية شاهقة الارتفاع، ويظهر تأثير المرتفعات على كمية الأمطار عند مقارنة ما تتسلمه من الأمطار مع ما تتسلمه المناطق السهلية ذات الارتفاع القليل (الجدول 1). وهنالك زيادة تدريجية في كميات الأمطار من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي بالنسبة لمنطقة الدراسة والزيادة تكون مع زيادة المسافة والارتفاع (الشكل 2).

تتميز المرتفعات الجبلية في المنطقة بأنها مفتوحة امام المؤثرات البحرية إذ تمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي لتشكل حاجزا امام المؤثرات البحرية الآتية من البحر المتوسط والخليج العربي وبالتالي تتسلم كميات عالية من التساقط المطري، بينما تقل كمية التساقط المطري تدريجياً كلما اتجهنا نحو المناطق السهلية وقد يرجع سبب ذلك إلى تأثرها بمنظومات ضغطية بسبب الانبساط السهلي (النسبي) مقارنة بالسطح التضاريسي المعقد للمنطقة الجبلية (Al-Shibli, 2006).

ان طبيعة امتداد المرتفعات في منطقة الدراسة قد هيأت ظروفاً مناسبة لاستلام كميات أكبر من التساقط المطري، إذ ان وجود المرتفعات يضطر الرياح الهابة باتجاهها (الرياح الغربية او العكسية) إلى الصعود نحو الاعلى وبالتالي تقل قدرتها على حمل الرطوبة بسبب انخفاض درجات الحرارة كلما ارتفعنا إلى الاعلى وعند مستوى التكاثف يبدأ التساقط المطري، كما ان المرتفعات تعيق تقدم الكتل الهوائية وهذا يزيد من كميات التساقط المطري على المناطق الجبلية.

الجدول 1. يبين موقع وارتفاع المحطات في منطقة الدراسة ومعدلات الأمطار فيها للمدة (1982-2014).

ت	اسم المحطة	الارتفاع عن مستوى سطح البحر (m)	طوبوغرافية موقع المحطة	معدل الأمطار (mm)
1	الموصل	223	سهلية	360.88
2	مخمور	270	سهلية	284.88
3	البعاج	310	سهلية	292.74
4	الحضر	145	سهلية	162.51
5	كركوك	331	سهلية	330.40
6	اربيل	420	سهلية	558.27
7	سنجار	465	جبلية	437.21
8	زاخو	433	جبلية	489.11
9	دهوك	565	جبلية	548.32
10	راوندوز	658	جبلية	1006.43
11	السليمانية	883	جبلية	755.77
12	حلبجة	875	جبلية	453.59



الشكل 2. خارطة تباين معدلات الأمطار السنوية مع تضاريس منطقة الدراسة.

انواع الأمطار المتساقطة على منطقة الدراسة

تتميز منطقة الدراسة بوجود نوعين رئيسين من الأمطار المتساقطة، وهما:

1- الأمطار التضاريسية:

يحدث هذا النوع من الأمطار ضمن المناطق الجبلية التي تشمل الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة، وتكون نتيجة اعتراض الكتل الجبلية للهواء المحمل ببخار الماء الرطب، فتجبره على تغيير اتجاهه نحو اعالي الجو حيث تقل درجات حرارة الهواء بالارتفاع، فيبرد ويتكاثف ما به من بخار الماء ويتساقط على شكل قطرات مائية على السفوح الجبلية المواجهة للرياح الرطبة (Abu Radi, 2004).

2- الأمطار الإعصارية:

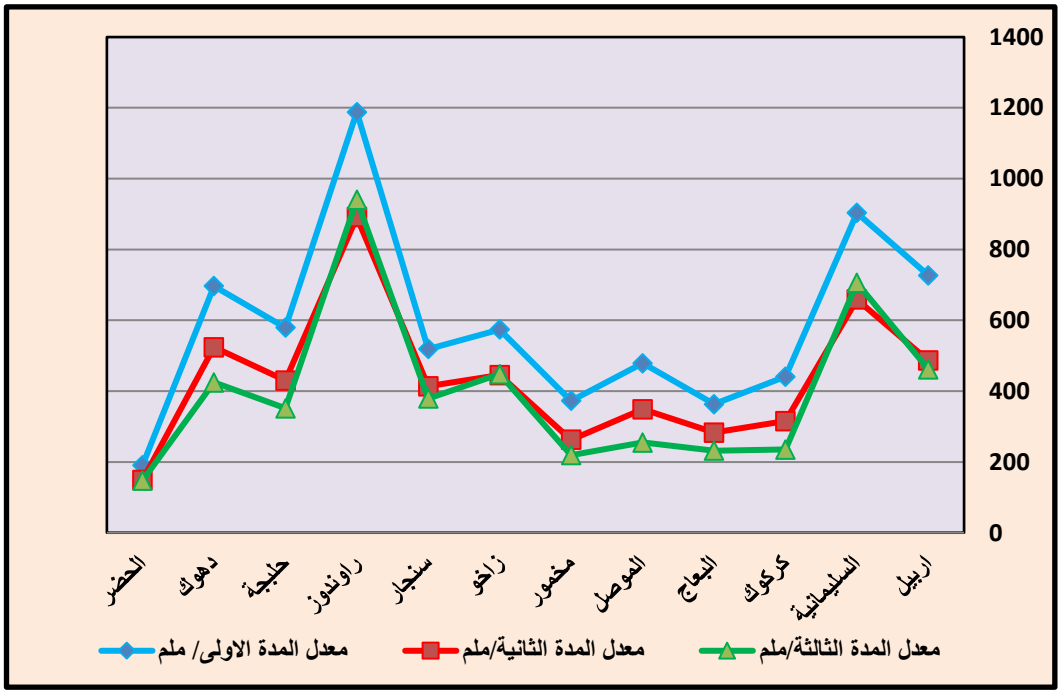
تسقط نتيجة تصادم كتلتين من الهواء أحداهما باردة والاخرى دفيئة، إذ يرتفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد فيؤدي إلى تكاثف رطوبة الهواء الدافئ وتحولها إلى غيوم ثم إلى أمطار اعصارية، ويحدث ضمن العروض المعتدلة في مناطق تولد المنخفضات الجوية الاعصارية الخاص بحوض البحر المتوسط خلال فصل الشتاء، وتعد منطقة الدراسة جزءاً من مناخ حوض البحر المتوسط التي تتميز بسقوط الأمطار على المناطق الجبلية والسهلية خلال فصل الشتاء.

تباين التساقط المطري في محطات منطقة الدراسة

يعد التساقط المطري أكثر عناصر المناخ الذي تتباين كمياته زمانياً ومكانياً، وهذا يترتب عليه تذبذب كبير في قيمه ومعدلاته لأي منطقة، ويكون التذبذب في كمية التساقط المطري مرتبطاً بحالات عدم الاستقرار التي تؤثر على منطقة الدراسة والتي تترافق مع قدوم المنخفضات الجوية والتي يعود لها الفضل في نسبة كبيرة من كميات التساقط المطري في منطقة الدراسة. ويتبين من الجدول (2) مدى التذبذبات الحاصلة في معدلات التساقط المطري لكل دورة مناخية (11 سنة) مقارنة مع الاخرى، وهذه التذبذبات طالت كل محطات منطقة الدراسة على الرغم من اختلاف مواقعها وارتفاعاتها عن مستوى سطح البحر (الشكل 3).

الجدول 2. مدى التغيرات في معدلات التساقط المطري السنوي (mm) بين المُدد الثلاث لمحطات منطقة الدراسة.

ت	اسم المحطة	خطوط الطول	دوائر العرض	معدل المدة الاولى (1982-)	معدل المدة الثانية (1993-2003)	معدل المدة الثالثة (2004-2014)
1	الموصل	43.13721	36.34551	478.81	348.72	255.09
2	مخمور	43.59281	35.78181	372.55	262.56	219.51
3	البعاج	41.76331	35.74981	363.17	282.94	232.10
4	الحضر	42.4351	35.34.22	190.68	149.08	147.75
5	كركوك	44.39521	35.47351	440.81	315.48	234.92
6	اربيل	44.02161	36.18611	726.99	462.92	474.15
7	سنجار	41.72001	36.35441	518.61	413.94	379.08
8	زاخو	42.94151	37.05571	573.96	445.47	447.90
9	دهوك	43.07451	36.89951	696.67	523.94	424.34
10	راوندوز	44.49951	36.81311	1187.95	891.39	939.95
11	السليمانية	45.46081	35.57181	903.13	658.78	705.42
12	حلبجة	46.01021	35.17321	579.25	430.18	351.33



الشكل 3. قيم التساقط المطري خلال المُدد الثلاث لمحطات منطقة الدراسة.

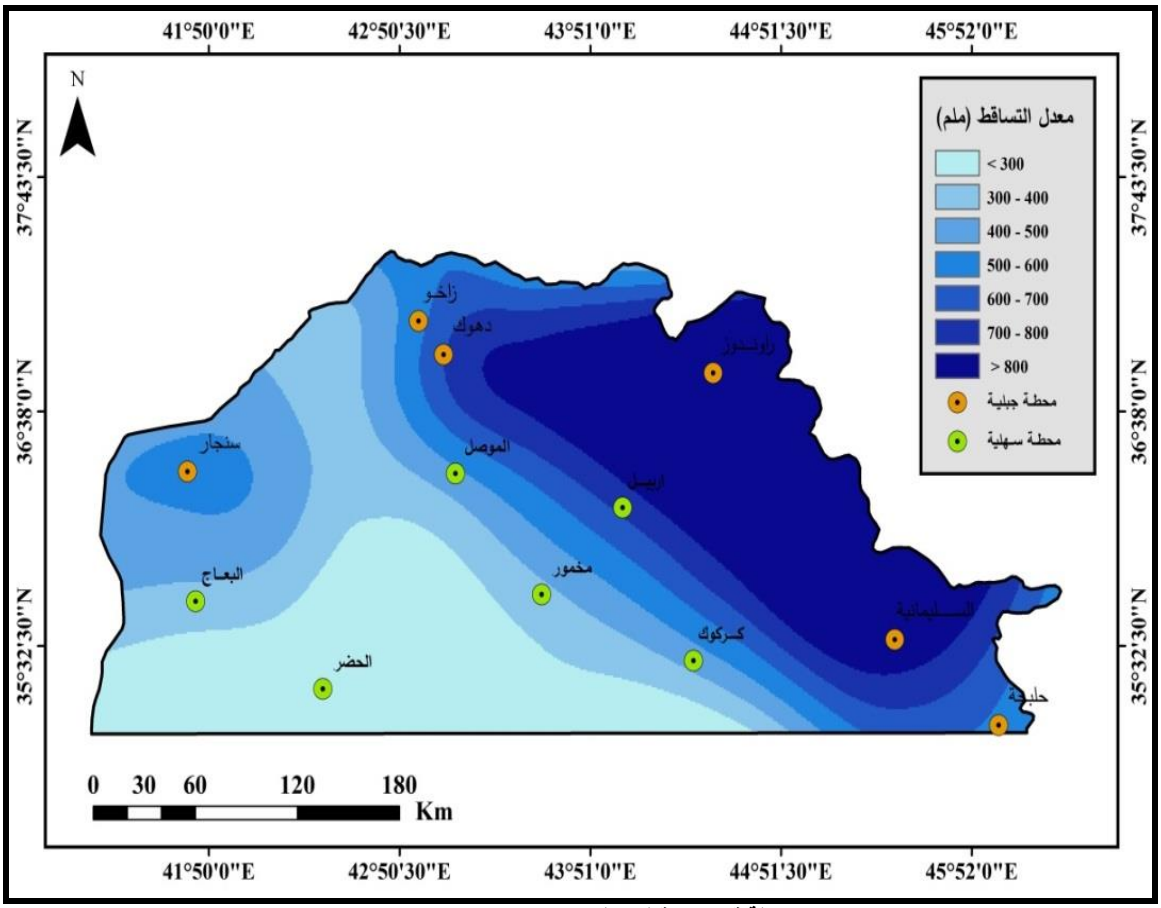
1- المحطات الواقعة في المناطق السهلية (الموصل، اربيل، كركوك، البعاج، مخمور، الحضر):

يتبين من الجدول (2) بان الاتجاه العام لمعدلات التساقط المطري للمدة الثانية نحو الانخفاض ولكل المحطات وهذا يماثل الاتجاه الذي ظهر في المحطات الجبلية، اما خلال المدة الثالثة فقد استمر الاتجاه العام لمعدلات التساقط نحو الانخفاض في كل من المحطات التالية (الموصل، كركوك، البعاج، مخمور)، اما محطة اربيل فقد اظهرت زيادة طفيفة في معدلات التساقط ومحطة الحضر لم يطرأ عليها تغير يذكر خلال نفس المدة.

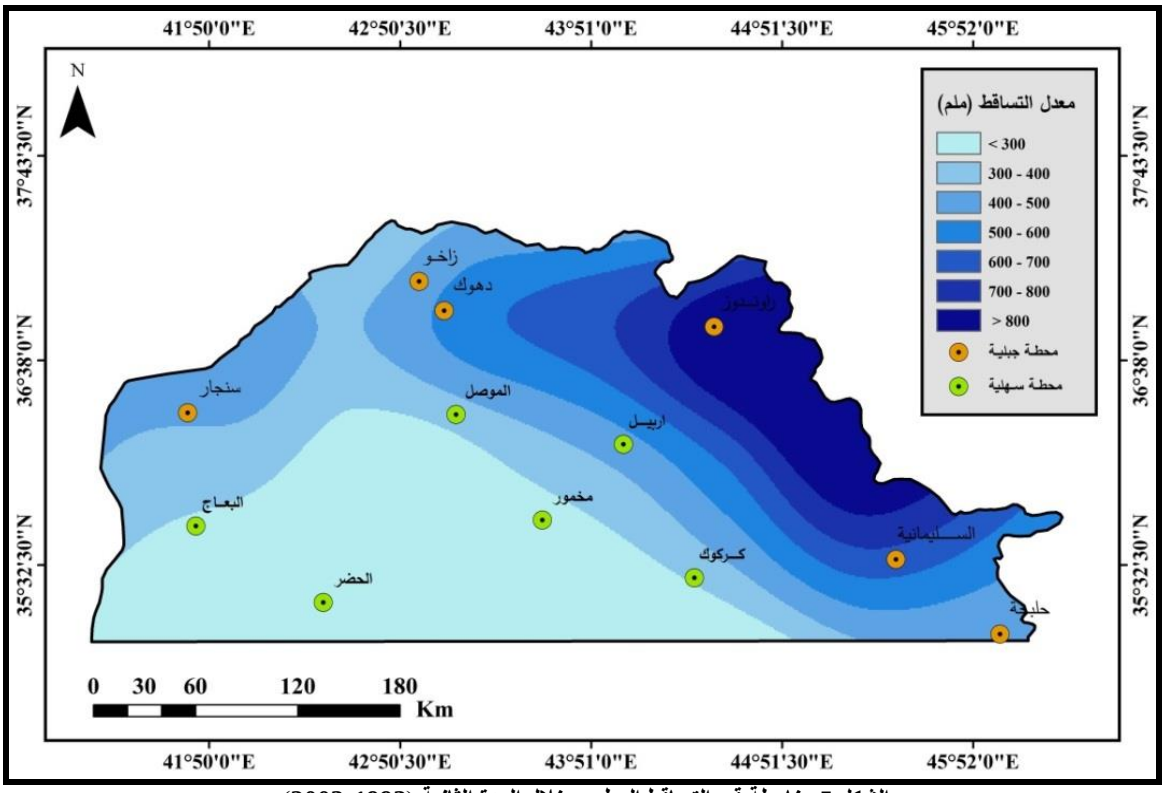
2- المحطات الواقعة في المناطق الجبلية (السليمانية، زاخو، سنجار، راوندوز، حلبجة، دهوك):

يلاحظ من الجدول (2) بان الاتجاه العام لمعدلات التساقط في منطقة الدراسة يشير إلى الانخفاض، إذ قلت معدلات التساقط المطري وبشكل واضح عن معدلاتها في كل محطات المنطقة خلال المدة الثانية مقارنةً مع المدة الاولى، اما خلال المدة الثالثة فقد ظهر تباين في اتجاهات التساقط المطري ما بين المحطات، إذ ان محطتي السليمانية وراوندوز قد اظهرتا ارتفاعاً واضحاً في معدلات التساقط خلال هذه المدة لكن بقيت المعدلات في هذه الفترة اقل منها في المدة الاولى، اما محطة زاخو فقد تبين وجود ارتفاع في معدلات التساقط المطري فيها لكن بشكل طفيف، بينما باقي محطات المنطقة الجبلية (سنجار، حلبجة، دهوك) استمر الاتجاه العام لمعدلات التساقط المطري نحو الانخفاض في المدة الثالثة.

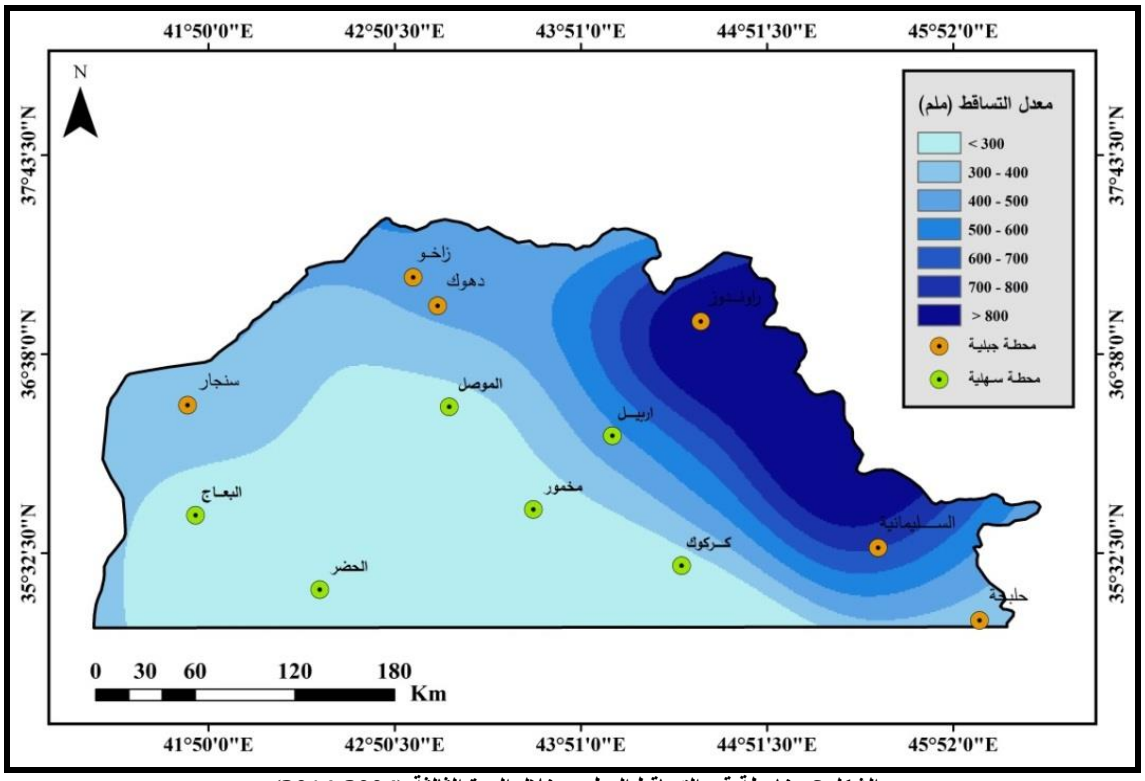
بالإضافة إلى ما تقدم تبين عند المقارنة ما بين المُدد الثلاث لمحطات منطقة الدراسة وجود اتجاه عام واضح جداً نحو الانخفاض في قيم التساقط المطري خلال المدة الثانية في كل محطات منطقة الدراسة في المناطق الجبلية والسهلية، وظهر خلال المدة الثالثة تباين ما بين المحطات فبعضها سجلت ارتفاعاً في قيم التساقط والبعض الآخر سجلت انخفاضاً مستمراً خلال هذه المدة والبعض الاخر اظهرت استقراراً في قيم التساقط المطري (الشكل 4 و5و6).



الشكل 4. خارطة قيم التساقط المطري خلال المدة الاولى (1982-1992).



الشكل 5. خارطة قيم التساقط المطري خلال المدة الثانية (1993-2003).



الشكل 6. خارطة قيم التساقط المطري خلال المدة الثالثة (2004-2014).

حساب الانحراف المعياري ومعامل التذبذب المطري لمحطات منطقة الدراسة

للتعرف على مدى التذبذب لقيم التساقط المطري خلال مدة الدراسة تم حساب الانحراف المعياري ومعامل التذبذب لكل محطة خلال الدورات المناخية الثلاث وذلك بالاعتماد على المعادلتين الرئيستين الآتيتين (Abu Radi, 2000):

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N}} \quad \text{---------- (1)}$$

$$C.V = \frac{\sqrt{S.D}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{---------- (2)}$$

حيث أن:

S.D = الانحراف المعياري

X = كمية الامطار المتساقطة في كل سنة

N = عدد سنوات الرصد

C.V = معامل التذبذب

$\bar{X}$ = المتوسط الحسابي للأمطار

1-الانحراف المعياري:

ان تطبيق معادلة الانحراف المعياري تعطي فكرة عن مدى ابتعاد او اقتراب قيم التساقط المطري في كل سنة مقارنة مع معدل التساقط العام خلال الدورة المناخية، ولهذا فأن قيمته تقارن بمعدل التساقط المطري خلال تلك المدة، وتم ايجاد قيمته في المناطق الجبلية والسهلية (جدول 3) وكما يلي:

الجدول 3. يبين الانحراف المعياري للمُدد الثلاث لمحطات منطقة الدراسة.

ت	المحطة	المدة الاولى (1982-1992)	المدة الثانية (1993-2003)	المدة الثالثة (2004-2014)
		الانحراف المعياري	الانحراف المعياري	الانحراف المعياري
1	الموصل	110.80	135.35	64.81
2	مخمور	92.55	102.84	70.02
3	البعاج	84.59	93.79	70.76
4	الحضر	48.93	55.24	73.06
5	كركوك	80.47	88.67	59.09
6	اربيل	139.53	174.32	149.18
7	سنجار	122.48	151.00	158.03
8	زاخو	151.55	195.32	173.36
9	دهوك	163.36	216.63	100.82
10	راوندوز	169.43	254.92	347.39
11	السليمانية	193.43	203.24	356.75
12	حلبجة	122.60	128.08	87.95

1- المحطات السهلية

محطة اربيل، تبين خلال المدة الاولى ان مقدار الانحراف المعياري بلغ (139.53) ملم عن معدل التساقط (726.99) ملم وهي نسبة قليلة، وقد ازدادت نسبته لتبلغ (174.32) ملم وهي نسبة تدل على تذبذب أكبر خاصة بالمقارنة مع معدل التساقط للمدة (486) ملم، اما خلال المدة الثالثة فقد بلغت نسبة الانحراف المعياري (149.18) ملم وهي تشير إلى استمرار التذبذب بالمقارنة مع معدل المدة (461.45) ملم.

محطة الموصل، بلغت قيمة الانحراف المعياري (110.80) ملم عن معدل التساقط (478.81) ملم خلال المدة الاولى، اما خلال المدة الثانية ارتفعت نسبة الانحراف لتسجل (135.35) ملم عن معدلها (348.72) ملم وبذلك فأن

التذبذب ازداد خلال هذه المدة، اما في المدة الثالثة فقد انخفض الانحراف إذ بلغ (64.81) ملم عن معدل التساقط (255.09) ملم.

محطة البعاج، سجلت خلال المدة الاولى قيمة انحراف معياري بلغت (84.59) ملم عن معدلها (363.17) ملم، اما خلال المدة الثانية فقد ازدادت قيمة الانحراف لتصل (93.79) ملم عن معدل المدة (282.94) ملم، وبذلك فهي تدل على وجود تذبذب ملحوظ خلال هذه المدة كما هو الحال في محطتي اربيل والموصل، وقد قلت نسبة التذبذب في المدة الثالثة فقد سجلت قيمة انحراف (70.76) ملم عن معدلها خلال هذه المدة (232.10) ملم.

محطة كركوك، بلغت نسب الانحراف المعياري للتساقط (80.47) ملم عن المعدل (440.81) ملم في المدة الاولى، وارتفعت قيمة الانحراف مشيرة إلى تذبذب اعلى خلال المدة الثانية فقد سجلت (88.67) ملم عن معدلها (315.48) ملم، اما خلال المدة الثالثة فان نسبة الانحراف بلغت (59.09) ملم عن معدلها (234.92) ملم.

محطة مخمور، بلغت نسبة الانحراف المعياري فيها خلال المدة الاولى (92.55) ملم عن معدلها (372.55) ملم وهي تشير إلى تذبذب واضح في قيم التساقط، وازدادت نسبة التذبذب خلال المدة الثانية فقد سجلت (102.84) ملم عن معدل التساقط (262.56) ملم وهي نسبة عالية جداً اعلى من المحطات الاخرى، وقد انخفض الانحراف المعياري خلال المدة الثالثة (70.02) ملم عن المعدل (219.51) ملم.

محطة الحضر، بلغت نسبة الانحراف (48.93) ملم عن معدل التساقط (190.68) ملم خلال المدة الاولى، اما خلال المدة الثانية فقد ازدادت قيمة الانحراف لتبلغ (55.24) ملم عن معدلها (149.08) ملم، وبلغ الانحراف خلال المدة الثالثة (73.06) ملم عن معدلها (147.75) ملم وبذلك تكون محطة الحضر أكثر محطات المنطقة تذبذباً خلال المدة الثالثة.

2- المحطات الجبلية

محطة السليمانية، بلغت نسبة الانحراف المعياري (193.43) ملم عن معدل التساقط (903.13) ملم خلال المدة الاولى وهي تشير إلى ثبات نسبي في قيم التساقط، اما خلال المدة الثانية فقد بلغت قيمة الانحراف المعياري (203.24) ملم عن معدلها (658.78) ملم وهي تشير الى تذبذب في قيم التساقط، اما خلال المدة الثالثة فقد بلغت نسبة الانحراف (356.75) ملم عن معدل التساقط (705.42) ملم وهي تشير إلى استمرار التذبذب خلال هذه المدة.

محطة زاخو، بلغت نسبة الانحراف المعياري في المدة الاولى (151.55) ملم عن معدلها (573.96) ملم، اما خلال المدة الثانية فقد بلغت نسبة الانحراف (195.32) ملم عن معدلها (445.47) ملم وهي تدل على وجود تذبذب خلال هذه المدة وهذا يماثل اتجاه التذبذب في باقي المحطات، اما خلال المدة الثالثة فقد زاد التذبذب في قيم التساقط إذ بلغت قيمة الانحراف عن المعدل (173.36) ملم عن معدل التساقط (447.90) ملم.

محطة سنجار، بلغت نسبة الانحراف فيها خلال المدة الاولى (122.48) ملم عن معدلها (518.61) ملم، ازدادت قيمة الانحراف خلال المدة الثانية إذ سجلت (151.00) ملم عن معدل التساقط فيها (413.94) ملم، وازدادت نسبة التذبذب أكثر خلال المدة الثالثة فقد بلغت نسبة الانحراف (158.03) ملم عن معدل التساقط في نفس المدة (379.08) ملم.

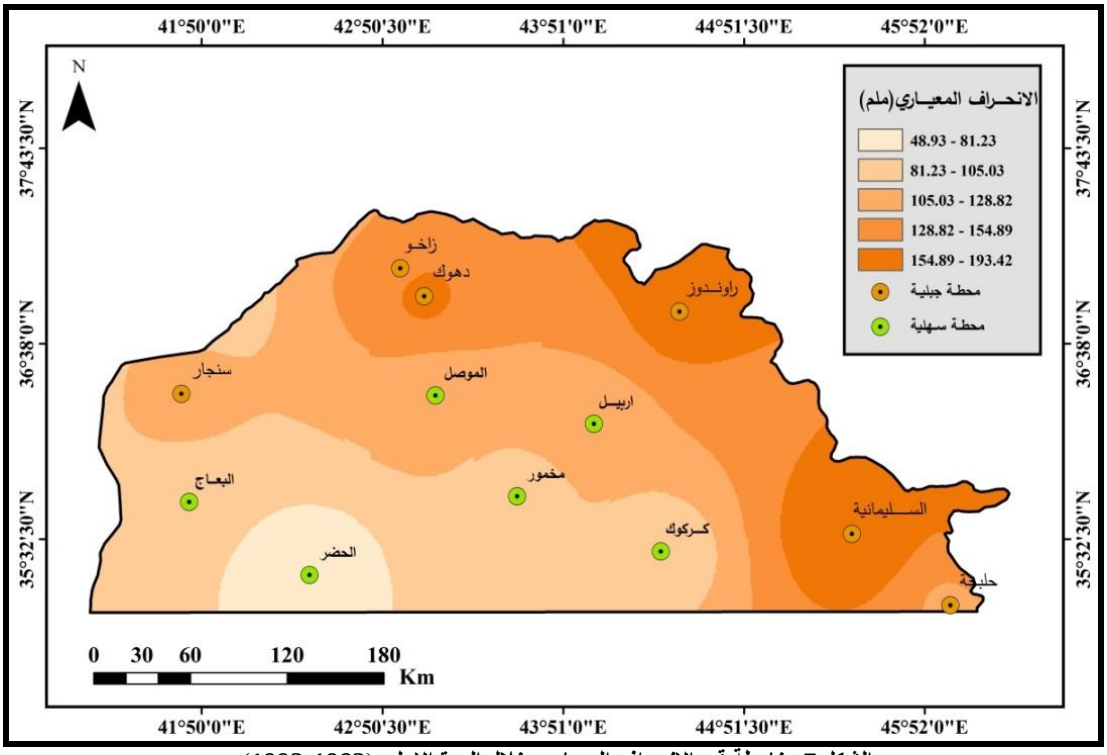
محطة راوندوز، بلغت نسبة الانحراف فيها خلال المدة الاولى (169.43) ملم عن معدلها (1187.95) ملم وهي تدل على استقرار نسبي في قيم التساقط، وازدادت نسبة الانحراف خلال المدة الثانية إذ بلغت (254.92) ملم مقارنة

مع معدلها (891.39) ملم وبذلك فهي تشابه محطات المنطقة الاخرى، واستمرت قيمة الانحراف خلال المدة الثالثة بنسبة مقاربة إذ بلغت (347.39) ملم عن معدل التساقط خلال نفس المدة (939.95) ملم.

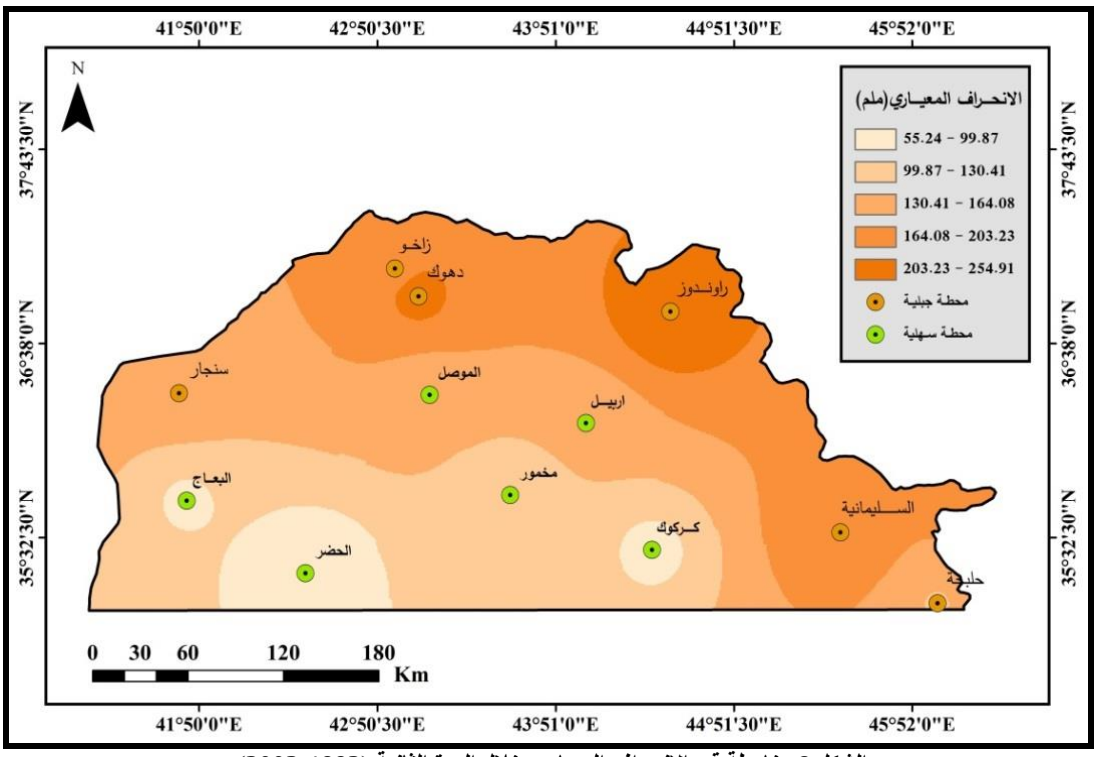
محطة حلبجة، بلغت نسبة الانحراف المعياري فيها خلال المدة الاولى (122.60) ملم عن معدل تساقط (579.25) ملم وهي تدل على وجود تذبذب في قيم التساقط، اما خلال المدة الثانية فقد ازداد نسبة الانحراف لتصل (128.08) ملم عن معدل تساقط (430.18) ملم، واستمرت الزيادة في نسبة الانحراف خلال المدة الثالثة إذ بلغت (87.95) ملم عن معدل التساقط خلال المدة (351.33) ملم.

محطة دهوك، بلغت نسبة الانحراف المعياري خلال المدة الاولى (163.36) ملم عن معدل التساقط خلال المدة (696.67) ملم، وازداد التذبذب خلال المدة الثانية إذ بلغت نسبة الانحراف المعياري (216.63) ملم عن معدلها (523.94) ملم، اما خلال المدة الثالثة فقد بلغت نسبة الانحراف (100.82) ملم عن معدل التساقط (424.34) ملم.

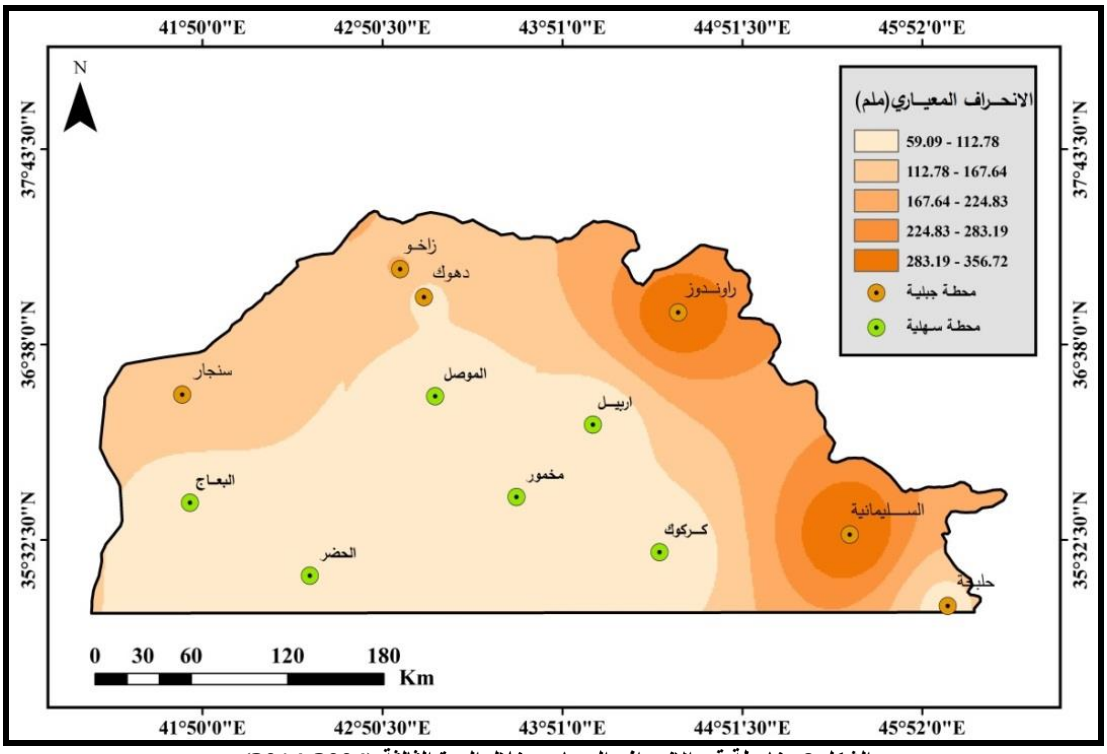
يلاحظ مما سبق بان هنالك علاقة طردية ما بين معدلات الأمطار والانحراف المعياري حيث كلما زادت معدلات الأمطار كلما ادت إلى الزيادة في الانحراف المعياري، ويزداد الانحراف المعياري تدريجياً كلما ابتعدنا عن المناطق السهلية المنخفضة واقتربنا من المناطق الجبلية بسبب زيادة كميات التساقط المطري في المناطق المرتفعة (الشكل 7 و8و9).



الشكل 7. خارطة قيم الانحراف المعياري خلال المدة الاولى (1982-1992).



الشكل 8. خارطة قيم الانحراف المعياري خلال المدة الثانية (1993-2003).



الشكل 9. خارطة قيم الانحراف المعياري خلال المدة الثالثة (2004-2014).

معامل التذبذب في قيم التساقط المطري

1- المحطات السهلية

محطة اربيل، سجلت اعلى معدلات التساقط في المنطقة السهلية (558.27) ملم وكانت معدلات التذبذب في المدة الاولى (19.19%) وهي نسبة تشير إلى ثبات في نسب التساقط المطري خلال سنوات المدة الاولى، اما المدة الثانية فقد زادت نسبة التذبذب فيها بشكل كبير جداً إذ وصلت إلى (35.84%) وهي تظهر اختلاف كمية التساقط من سنة إلى اخرى، وقلت هذه النسبة بشكل طفيف خلال المدة الثالثة إذ بلغت (32.32%).

محطة الموصل، سجلت معدلات التساقط (360.88) ملم وهي ثاني اعلى قيمة تساقط ضمن المحطات السهلية، اما نسب التذبذب فكانت في المدة الاولى (23.14%) وهي تدل على استقرار في معدلات التساقط لكن ازدادت نسبة التساقط خلال المدة الثانية إذ وصلت إلى (38.81%) كما في محطة اربيل وبذلك اظهرت عدم استقرار واضح ضمن معدلات التساقط السنوية للمحطة، وانخفضت هذه النسبة خلال المدة الثالثة إذ كانت (25.41%) وبهذا يظهر اتجاه نحو انخفاض نسبة التذبذب للمحطة.

محطة كركوك، سجلت معدل التساقط خلال مدة الدراسة (330.40) ملم، اما نسب التذبذب فقد تباينت ما بين المُدد الثلاث فقد كانت خلال المدة الاولى (18.26%) وهي اقل نسبة للتذبذب في المحطات الواقعة ضمن المنطقة السهلية وتدل على انتظام كبير في كميات التساقط خلال هذه المدة، وازدادت نسبة التذبذب في المدة الثانية لتصل إلى (28.11%) وهي تدل على حدوث تذبذب في معدلات التساقط بالمقارنة مع المدة الاولى، اما المدة الثالثة فسجلت قيماً اقل في نسبة التذبذب إذ بلغت (25.15%) وهي تماثل حالة التذبذب في محطة اربيل.

محطة البعاج، بلغت معدلات التساقط المطري فيها (292.74) ملم، اما نسب التذبذب فبلغت (23.29%) وهي تشير إلى الاستقرار في معدلات التساقط السنوية خلال المدة الاولى، اما المدة الثانية فقد زادت نسبة التذبذب إذ بلغت (33.15%) وهذا يماثل المحطات الاخرى، وشهدت خلال المدة الثالثة تراجعا بسيطا إذ بلغت (30.49%) وهو ايضاً يماثل حالة التذبذب في كل من محطتي اربيل وكركوك.

محطة مخمور، بلغت معدلات التساقط المطري فيها (284.88) ملم، واما نسبة التذبذب فبلغت خلال المدة الاولى (24.84%) وهي تدل على اعتدال في كميات التساقط، بينما خلال المدة الثانية بلغت نسبة التذبذب للتساقط المطري (39.17%) وهي تشير إلى زيادة في التذبذب المطري كباقي المحطات، وتراجعت نسب التذبذب خلال المدة الثالثة إذ سجلت (31.90%) كما في المحطات الاخرى.

محطة الحضر، سجلت هذه المحطة اقل معدلات التساقط ضمن منطقة الدراسة (162.51) ملم وهذا يرجع إلى موقعها بالنسبة لدوائر العرض فهي تقع جنوب منطقة الدراسة بالإضافة إلى ارتفاعها عن مستوى سطح البحر حيث تقع على ارتفاع (145) م، وبلغت نسب التذبذب في المدة الاولى (25.66%) وهي نسبة اعلى من باقي المحطات في التذبذب المطري، وارتفعت نسبة التذبذب خلال المدة الثانية لتبلغ (37.05%) وهذا مشابه للمحطات الاخرى، اما خلال المدة الثالثة فقد استمرت نسبة التذبذب في الزيادة إذ بلغت (49.45%) وهي تدل على وجود تقلبات في كميات التساقط المطري في الحضر بشكل يفوق المحطات الاخرى ضمن المناطق السهلية.

2- المحطات الجبلية

محطة راوندوز، اظهرت اكثر كمية تساقط مطري في منطقة الدراسة (1006) ملم وهذا يرجع إلى موقعها حيث تقع على ارتفاع (658) م، وقد تبين من الجدول (4) انها تتمتع باستقرار نسبي في كمية التساقط فهي من اقل المحطات تذبذباً، لكن نسبة هذا الاستقرار تغيرت خلال المُدد الثلاث، فقد كانت نسبة التذبذب في المدة الاولى (14.26%)

وهذه نسبة تدل على الاستقرار العالي، وخلال المدة الثانية ارتفعت إلى (28%) وارتفعت اكثر خلال المدة الثالثة (36.96%) وهذا يعود إلى ظاهرة الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية المؤثرة على مناخ العالم.

محطة السليمانية، سجلت ثاني اعلى معدل للتساقط المطري (755.77) ملم، ومن خلال الجدول (4) اظهرت تبايناً واضحاً في نسب التذبذب لكميات التساقط المطري، إذ كانت النسبة في المدة الاولى (21.42%) وتدل على استقرار في كميات التساقط، وازدادت النسبة في المدة الثانية لتصل إلى (30.85%)، كما ازدادت النسبة بشكل كبير في المدة الثالثة إذ وصلت الى (50.57%) وهذا يعني وجود تذبذب واضح في قيم التساقط المطري من سنة إلى اخرى خلال المدة الثالثة.

محطة دهوك، بلغت معدلات التساقط فيها (548.32) ملم، ويلاحظ من الجدول (4) وجود اختلاف في نسبة التذبذب للأمطار، ففي المدة الاولى كانت النسبة (23.45%) وهي تشير إلى استقرار في كميات التساقط السنوية، لكن في المدة الثانية ازدادت نسبة التذبذب بشكل واضح لتصل (41.35%) وهذا يشير إلى وجود تباين في التساقط من سنة إلى اخرى، وفي ما يخص المدة الثالثة فقد عادت نسبة التذبذب لما كانت عليه في المدة الاولى (23.76%) وهذا يعني انه خلال هذه الفترة قلت نسب التذبذب المطري في المحطة وهذا لا يشابه اتجاهات التذبذب في محطتي راوندوز والسليمانية.

محطة زاخو، سجلت معدل تساقط مطري فيها (489.11) ملم، ومن جدول (4) يلاحظ وجود تباين في نسب التذبذب من مدة إلى اخرى، ففي المدة الاولى كانت النسبة (26.40%) وهي تدل على استقرار نسبي في معدلات التساقط المطري للمحطة، وهذه النسبة اعلى قليلاً من نسب التذبذب في المحطات الاخرى (راوندوز، السليمانية، دهوك)، اما المدة الثانية فزادت نسبة التذبذب عما كانت عليه لتصل إلى (43.85%) وهذا يدل على زيادة التذبذب خلال هذه المدة وقد قلت هذه النسبة في المدة الثالثة لتصل إلى (38.71%) وهي تشير إلى وجود اتجاه نحو الاستقرار في معدلات التساقط المطري.

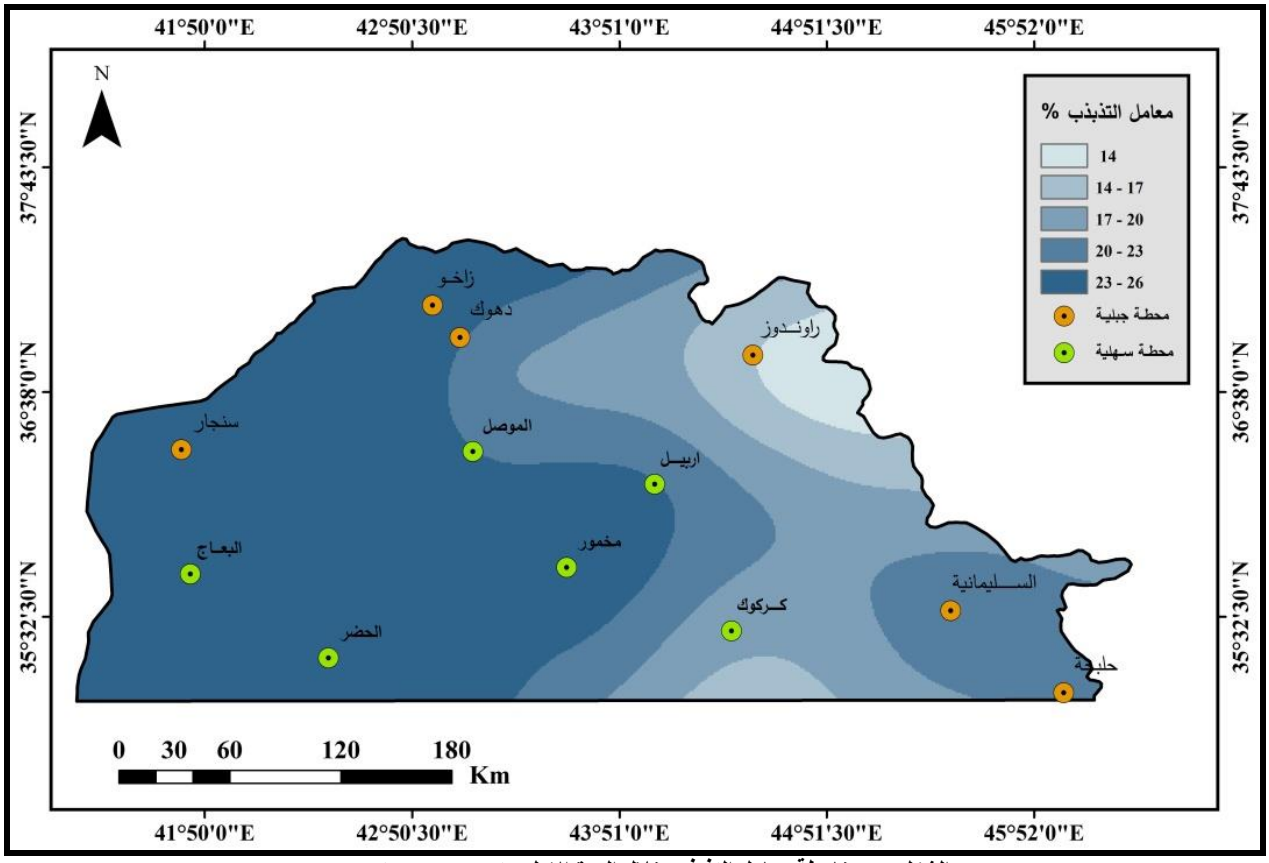
محطة حلبجة، سجلت كمية تساقط مطري (453.59) ملم، واما نسبة التذبذب فقد كانت خلال المدة الاولى (21.17) ملم وبهذا فهي تشير إلى استقرار في كميات التساقط المطري خلال هذه المدة، وزادت نسبة التذبذب قليلاً خلال المدة الثانية لتصل إلى (29.77%) لكنها تبقى نسبة منخفضة تدل على استمرار الاستقرار في قيم التساقطات المطرية للمحطة، وانخفضت نسبة التذبذب خلال المدة الثالثة لتصل إلى (25.03%) وهذا يشير إلى ان نسب التذبذب قليلة خلال المُدد الثلاث في محطة حلبجة.

محطة سنجار، بلغت قيمة التساقط المطري فيها (437.21) ملم وهي اقل قيمة لكمية التساقط ضمن المحطات الجبلية، ونسب التذبذب تزداد عبر المُدد خلال هذه المحطة، إذ ان النسبة في المدة الاولى كانت (23.62%) وهي تدل على استقرار في قيم التساقط كباقي المحطات الجبلية، وازدادت نسبة التذبذب في المدة الثانية لتصل إلى (36.48%)، واستمرت الزيادة خلال المدة الثالثة لتصل إلى (41.96%) وهذا يدل على وجود اتجاه زيادة في التذبذبات لمحطة سنجار كما في محطتي راوندوز والسليمانية.

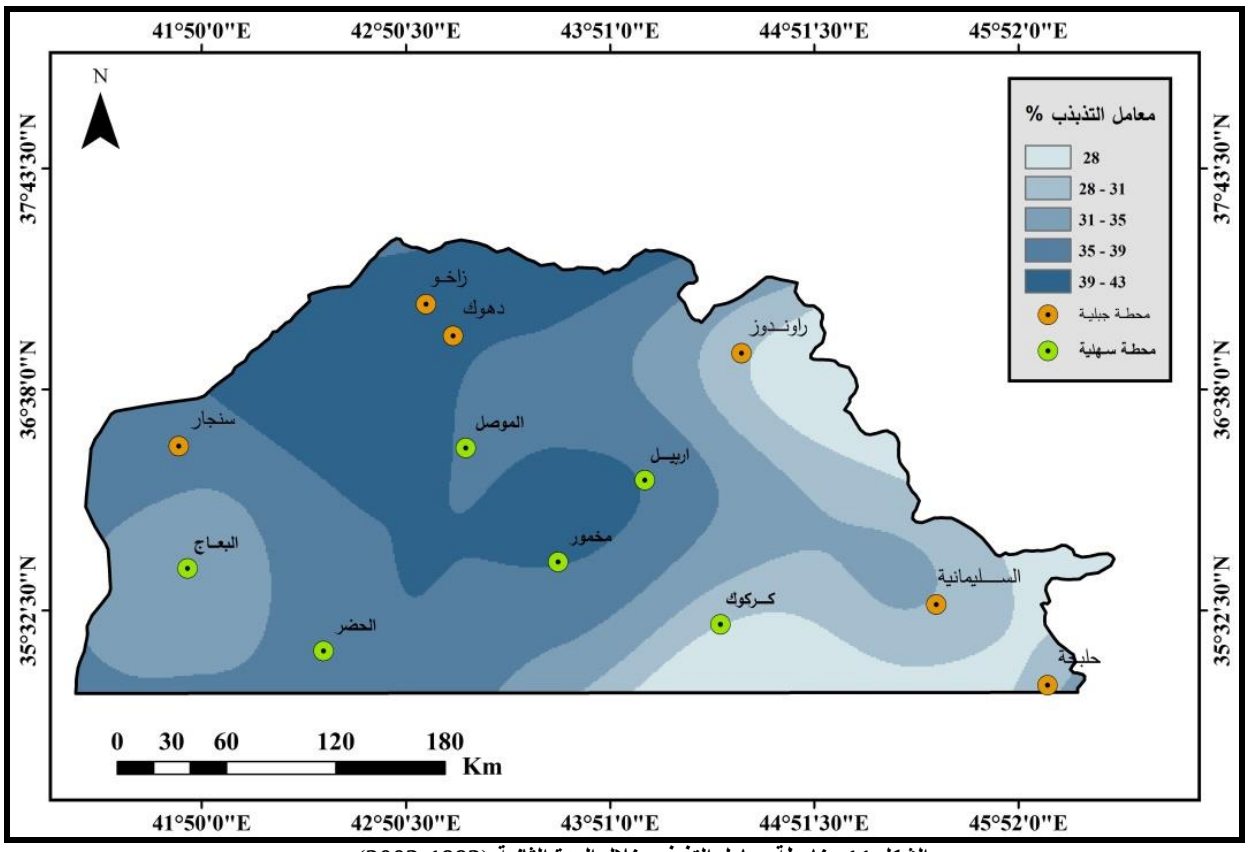
بالإضافة إلى ما تقدم يتضح على انه هنالك علاقة عكسية ما بين معدلات التساقط المطري ونسب التذبذب المطري حيث كلما زادت معدلات التساقط المطري السنوية قل معامل التذبذب والعكس الصحيح، وبصورة عامة يقل معامل التذبذب تدريجياً كلما اتجهنا نحو الشمال الشرقي من منطقة الدراسة (الشكل 10 و11 و12).

الجدول 4. يبين معامل التذبذب (%) للمُدد الثلاث لمحطات منطقة الدراسة.

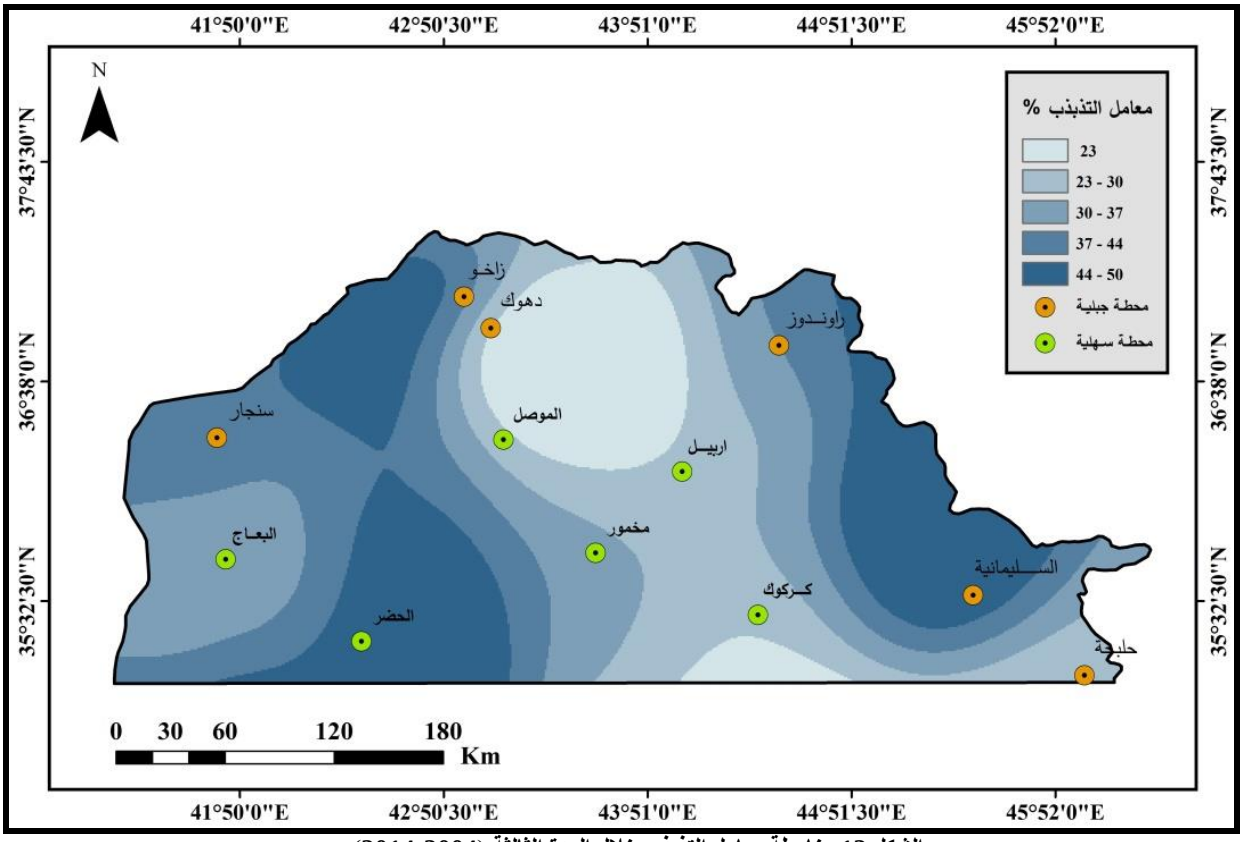
ت	المحطة	المدة الاولى (1982-1992)	المدة الثانية (1993-2003)	المدة الثالثة (2004-2014)
		معامل التذبذب %	معامل التذبذب %	معامل التذبذب %
1	الموصل	23.14	38.81	25.41
2	مخمور	24.84	39.17	31.90
3	البعاج	23.29	33.15	30.49
4	الحضر	25.66	37.05	49.45
5	كركوك	18.26	28.11	25.15
6	اربيل	19.19	35.84	32.32
7	سنجار	23.62	36.48	41.69
8	زاخو	26.40	43.85	38.71
9	دهوك	23.45	41.35	23.76
10	راوندوز	14.26	28.60	36.96
11	السليمانية	21.42	30.85	50.57
12	حلبجة	21.17	29.77	25.03



الشكل 10. خارطة معامل التذبذب خلال المدة الاولى (1982-1992).



الشكل 11. خارطة معامل التذبذب خلال المدة الثانية (1993-2003).



الشكل 12. خارطة معامل التذبذب خلال المدة الثالثة (2004-2014).

علاقة التساقط المطري بالارتفاع

يعد عامل التضاريس من العوامل الضرورية المهمة التي لها دور كبير في التحكم بخصائص الأمطار في أي منطقة، إذ تتناقص درجة حرارة الجو كلما زادت الارتفاع والابتعاد عن سطح الارض، ويظهر تأثير الارتفاع بشكل واضح في الاجزاء الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، وهذا يساعد على زيادة نسبة التغييم وتساقط الأمطار في المناطق المرتفعة أكثر من مناطق السهلية المنخفضة، ومن المعلوم ان كمية الأمطار في اي منطقة تزداد بارتفاعها عن مستوى سطح البحر ولتأكيد هذه الفكرة تم تطبيق معادلة معامل الارتباط (Abu Radi, 2000) لقياس تأثير المتغير المستقل (الارتفاع) على المتغير التابع (كمية التساقط المطري):

$$r_p = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N\sum X^2 - \sum (X)^2 \times N\sum Y^2 - \sum (Y)^2}} \quad \text{---------- (3)}$$

حيث ان:

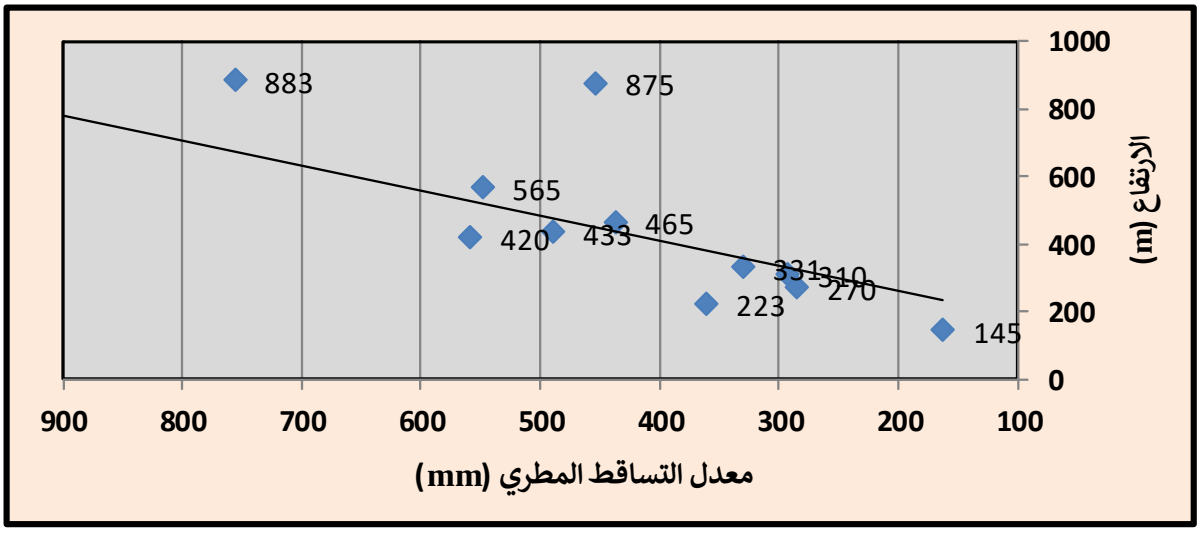
r_p = معامل الارتباط

X = ارتفاع المحطات

Y= قيم التساقط

N = عدد القيم

وبلغت نسبة الارتباط بالاعتماد على المعادلة اعلاه (0.7) وتشير إلى ارتباط قوي بين التساقط والارتفاع (الشكل 13)، ويلاحظ من الجدول (5) الفرق بين مجموع الأمطار المتساقطة على المناطق الجبلية والسهلية.



الشكل 13. يبين زيادة قيم التساقط المطري مع زيادة الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

الجدول 5. مجموع الأمطار السنوية للمحطات السهلية والجبلية للمُدد الثلاث في منطقة الدراسة.

ت	اسم المحطة	مجموع أمطار المدة الاولى (1992-1982)	مجموع أمطار المدة الثانية (2003-1993)	مجموع أمطار المدة الثالثة (2014-2004)	المجموع الكلي للأمطار السنوية (mm)
1	الموصل	5266.96	3835.96	2806.00	11908.91
2	مخمور	4098.10	2888.21	2414.71	9401.03
3	البعاج	3994.85	3112.31	2553.11	9660.27
4	الحضر	2097.56	1639.90	1625.30	5362.77
5	كركوك	4848.88	3470.26	2584.15	10903.29
6	اربيل	7996.96	5350.11	5075.96	18423.04
	مجموع الأمطار السنوية مع النسبة للمحطات السهلية				**65659.31 %35.03**
7	سنجار	5704.76	4553.29	4169.82	14427.87
8	زاخو	6313.57	4900.21	4926.85	16140.62
9	دهوك	7663.34	5763.36	4667.77	18094.47
10	راوندوز	13067.46	9805.33	10339.47	33212.28
11	السليمانية	9934.48	7246.53	7759.56	24940.57
12	حلبجة	6371.76	4732.08	3864.67	14968.52
	مجموع الأمطار السنوية مع النسبة للمحطات الجبلية				**121784.33 %64.97**

الاستنتاجات

1. هنالك زيادة تدريجية في كميات الأمطار المتساقطة تمتد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي والزيادة تكون مع الزيادة في المسافة والارتفاع، وأكثر المحطات تسجيلاً للامطار هي محطة راوندوز بسبب الارتفاع الكبير.
2. تتميز منطقة الدراسة بنوعين من الأمطار المتساقطة هما؛ الأمطار التضاريسية والأمطار الاعصارية.
3. ان الاتجاه العام لمعدلات التساقط المطري للمدد الثلاث نحو الانخفاض حيث ان معدلات الأمطار للمدة الاولى (1992-1982) أكبر من المدة الثانية (2003-1993) واكبر من المدة الثالثة (2004-2014).
4. توجد علاقة طردية ما بين معدلات الأمطار والانحراف المعياري حيث كلما زادت معدلات الأمطار كلما زاد الانحراف المعياري، بينما هناك علاقة عكسية ما بين معدلات التساقط المطري ونسب التذبذب المطري حيث كلما زادت معدلات التساقط المطري قل معامل التذبذب والعكس الصحيح.
5. بلغت قيمة معامل الارتباط بين التساقط المطري والارتفاع (0.7) وتشير إلى ارتباط قوي.
6. بلغ المجموع الكلي للأمطار السنوية المتساقطة على المحطات السهلية (65659.31) ملم وبنسبة (35.03%)، بينما بلغت على المحطات الجبلية (121784.33) ملم وبنسبة (64.97%).

المصادر

Abu Radi, F.A.A., 2000. Quantitative methods in geography, Alexandria, Dar Al-Marefa Al-Jami`iyyah, 493 pages. (In Arabic)

Abu Radi, F.A.A., 2004. The foundations of climatic and botanical geography, first edition, Beirut, Dar Al-Hadba Al-Arabiya, 584 pages. (In Arabic)

Al-Azzawi, A.A.A., 2019. Evaluation of spatial prediction maps for rain in northern Iraq using GIS techniques, Midad Al-Adab Journal, special issue of conferences 2018-2019, pg. 941-962. (In Arabic)

Alhashimi, S.A.M., 2014. Prediction of Monthly Rainfall in Kirkuk Using Artificial Neural Network and Time Series Models, Journal of Engineering and Development, Vol. 18, No.1, pp. 129-143.

Al-Shibli, H.F.A., 2006. Spatial and temporal distribution of precipitation patterns in Iraq, PhD thesis (unpublished), Al-Mustansiriya University, College of Education, 217 pages. (In Arabic)

Al-Soul, A.A.S., 2007. Fluctuation and Variation in Rain Rates in the Popularity of Misurata and the Possibility of Exploiting It, Unpublished Master's Thesis, Seventh of October University, Faculty of Arts, Libya, 209 pages. (In Arabic)

Al-Sumaida'i, A.A.K., 2005. Modeling rainfall in the mountainous region of Iraq using remote sensing data, unpublished master's thesis, Tikrit University, College of Education, 127 pages. (In Arabic)

Ayad K. H., 2014. Best Distribution and Plotting Positions of Annual Rainfall in the Catchment of Holy Karbala in Iraq, Journal of Babylon University/Engineering Sciences, No. 4, Vol. 22, pp. 894-906.

https://globalweather.tamu.edu/, Global Weather Data for SWAT, 1982-2014.

Koppen, W., and Geiger, R., 1928. Climate Classification world map .

Sanchez F.J., Chris, M.M., and Victor, J., 2013. Influence of topography on rainfall variability in Santiago Island, Cape Verde, International Journal of Climatology, pp. 1-17.