الاثر الفعلي للتغير المناخي في أقليم الجنوب في الاردن بناءً على معدل الأمطار السنوية خلال الفترة (1990 – 2020)

سليمان محمد العطون*

أ.د علي أحمد العنانزة**

تاريخ وصول البحث: 2023/6/13م

تاريخ قبول البحث: 2023/9/25م

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على الاثر الفعلي للتغير المناخي في أقليم الجنوب في الاردن بناءًا على معدل الأمطار السنوية من خلال تحليل البيانات المطرية لخمس محطات مناخية تمثل منطقة الدراسة خلال الفترة (1990-2020)، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدمت بعض الأساليب الإحصائية والعلاقات الرياضية، كمعامل بيرسون لمعرفة العلاقة بين كميات الأمطار والعناصر الجغرافية (الارتفاع عن سطح البحر. دوائر العرض)، كما استخدمت المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري لمعرفة مدى التباين في كميات الأمطار السنوية، وقد بينت النتائج أن هناك تحول نموذجي في نمط هطول الأمطار (البدء، والتوقف، والتوزيع والكمية) في العقود القليلة الماضية، حيث سجلت محطة الشوبك أعلى قيمه للانحراف المعياري لكمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة ، كما سجلت محطة مطار العقبة أدنى قيمة للانحراف المعياري لكمية الأمطار السنوية ، كما بينت الدراسة أن معدلات الأمطار السنوية في محطات المناخية في منطقة الدارسة تتأثر بعوامل: الارتفاع عن سطح البحر والموقع الفلكي بالنسبة لدرجات العرض للمكان، وفي ضوء ذلك توصي الدراسة بضرورة متابعة ورصد التغيرات المناخية في إقليم الجنوب في الأردن بشكل مستمر، إذ يُعتبر الرصد المناخي الدقيق أمرًا حيويًا لفهم الاتجاهات النمطية في هطول الأمطار ودراسة آثارها على البيئة والاقتصاد.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، إقليم جنوب الأردن معدل الامطار.

* وزارة التربية والتعليم.

** قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأردنية.

The Actual Impact of Climate Change in the Southern Region of Jordan Based on the Annual Rainfall Rate during the Period (1990 – 2020)

Abstract

This study aimed to investigate The actual impact of climate change in the southern region of Jordan based on the annual rainfall rate by analyzing rainfall data from five climatic stations representing the study area during the period from 1990 to 2020. To achieve the study's objectives, various statistical methods and mathematical relationships were used, such as Pearson's coefficient, to understand the relationship between rainfall amounts and geographical elements (elevation, latitude). Additionally, arithmetic means and standard deviations were employed to assess the variation in annual rainfall amounts. The results indicated a significant shift in the rainfall patterns (onset, cessation, distribution, and quantity) in recent decades. The Al-Shobak station recorded the highest standard deviation for the annual rainfall quantity in the study area, while the Aqaba Airport station had the lowest standard deviation. Furthermore, the study showed that the annual rainfall rates in the climatic stations within the study area are influenced by factors such as elevation above sea level and geographical latitude. Based on these findings, the study recommends continuous monitoring and tracking of climate changes in the Southern region of Jordan, as accurate climate monitoring is crucial to understand the patterned trends in rainfall and their impacts on the environment and economy.

Keywords: Climate change, Southern Jordan, Rainfall rate.

المقدمة:

يعتبر التغير المناخي واحدًا من أهم التحديات التي تواجه البشرية في القرن الحادي والعشرين. يشير التغير المناخي إلى التغيرات الطويلة الأمد في نمط الطقس على سطح الأرض، والتي تسبب تأثيرات على البيئة والاقتصاد وصحة الإنسان، وتعتبر الإنسانية هي العامل الرئيسي وراء هذا التغير، حيث تسببت الأنشطة البشرية الصناعية والزراعية في إطلاق كميات كبيرة من الغازات الدفيئة في الجو، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO2) والميثان(CH4) ، مما أدى إلى زيادة درجات الحرارة على سطح الأرض وتغير المناخ.

تعزز العلوم المناخية والأدلة العلمية فكرة أن نشاط الإنسان هو السبب الرئيسي للتغير المناخي الحالي. تصاعد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الأنشطة الصناعية واستخدام الوقود الأحفوري يتسبب في ارتفاع درجات حرارة الأرض وتغير نمط الطقس. وعلى الرغم من أن هذا الظاهرة طبيعية إلى حد ما، إلا أن سبب التغير الحالي هو بشكل أساسي بسبب النشاط البشري، وبالنظر إلى التزايد المستمر للتغير المناخي، تتبنى العديد من الدول والمؤسسات العالمية اتفاقيات وخطط للتصدي لهذا التحدي العالمي. يهدف اتفاق باريس للمناخ، الذي وُقّعَ في عام 2015، إلى الحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى أقل من 2 درجة مئوية عن مستويات ما قبل الثورة الصناعية. ولتحقيق هذا الهدف، يجب على الدول العمل بتعاون دولي لتقليل الانبعاثات الحرارية وتشجيع الطاقة المتجددة وتعزيز الاستدامة. (Pachauri & Reisinger ,2017)

ومن أبرز الآثار المتوقعة للتغير المناخي هو ارتفاع مستوى سطح البحر نتيجة ذوبان الأنهار والأنهار الجليدية وارتفاع درجات حرارة المحيطات، وسيؤدي ذلك إلى غمر المناطق الساحلية والجزر وتهديد الحياة البشرية والحياة البرية والنظم الإيكولوجية الهامة، كما ستؤدي التغيرات المناخية إلى تفاقم الظواهر الطبيعية المتطرفة، مثل الأعاصير والفيضانات والجفاف، مما يؤثر على الأمن الغذائي والموارد المائية والاقتصادات الوطنية. (Houghton et al, 2019)

جنوب الأردن، كأقليم ذو تنوع بيئي ومناخي، يعاني من تأثيرات التغير المناخي بشكل متزايد، تشهد المنطقة تحديات بيئية تتمثل في ارتفاع درجات الحرارة، انخفاض معدلات الأمطار، زيادة التطرفات المناخية، وانحسار الموارد المائية والتربة الخصبة. تلك التغيرات تؤثر على النظم البيئية والاقتصادية والاجتماعية للمنطقة، من بين التأثيرات الملاحظة على المستوى المناخي هو ارتفاع معدلات الحرارة في الصيف وتزايد تكرار الموجات الحارة. هذا يؤدي إلى زيادة الطلب على استخدام التكييف في المباني واستهلاك الكهرباء، مما يُعزز الاحتباس الحراري ويرفع الضغط على

نظام الطاقة، وعلى صعيد المياه، تعاني جنوب الأردن من نقص حاد في الموارد المائية، حيث تتأثر بسوء التوزيع المكاني والزمني للأمطار. تُلاحظ زيادة في تراجع حوض البحر الميت وتراجع مستمر للمسطحات المائية السطحية، مما يؤثر على الزراعة والاستدامة البيئية (سقاالله والشقور، 2017).

وتأسيساً على ما سبق تاتي هذه الدراسة كمحاولة للتعرف إلى الاثر الفعلي للتغير المناخي في أقليم الجنوب في الاردن بناءًا على معدل الأمطار السنوية خلال الفترة (1990 – 2020).

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

يُعد التغير المناخي أحد أكبر التحديات البيئية التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين. يتسبب التصاعد الكبير للانبعاثات الكربونية والغازات الدفيئة بارتفاع درجات الحرارة العالمية وتغيرات جوهرية في النظم البيئية، مما يؤثر على الحياة البرية والإنسانية بشكل عام. ينذر التغير المناخي بتبعات وخيمة على المجتمعات، بما في ذلك زيادة التطرفات المناخية، الجفاف، الفيضانات، وفقدان التنوع البيولوجي، وبناءً على ذلك ستحاول الدراسة الإجابة عن التساؤل الآتي:

1.ما مدى الأثر الفعلي للتغير المناخي في إقليم الجنوب في الأردن بناءً على معدل الأمطار السنوية خلال الفترة (1990 – 2020)؟

-أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

-الكشف عن مدى الأثر الفعلي للتغير المناخي في إقليم الجنوب في الأردن بناءاً على معدل الأمطار السنوية خلال الفترة (1990 – 2020).

-تقديم توصيات في ضوء النتائج تسهم في تحسين مستوى وعي المواطنين بشأن التغير المناخي.

- أهمية الدراسة ومبرراتها:

تبرز أهمية هذا النوع من الدراسات في جانبين هما:

الأهمية النظرية:

1.تساهم هذه الدراسة في توسيع المعرفة النظرية حول التغير المناخي في منطقة إقليم الجنوب في الأردن وأثره على معدل الأمطار السنوية، كما يمكن لنتائج الدراسة أن تكشف عن أنماط

واتجاهات معينة للتغير المناخي في المنطقة، مما يساعد الباحثين والمهتمين على فهم التغيرات المناخية المحتملة وتأثيراتها المتوقعة.

2.يمكن للدراسة أن تسلط الضوء على العوامل الاجتماعية والبيئية التي تؤثر على تفاعل المجتمع مع التغير المناخي، يمكن أن تساعد هذه المعرفة في توجيه جهود السياسة والتخطيط لمواجهة التحديات المستقبلية.

الأهمية العملية:

1.ستساهم نتائج هذه الدراسة في تزويد صانعي القرار والمسؤولين بالمعلومات الضرورية لوضع استراتيجيات وسياسات فعالة لمواجهة التغير المناخي في إقليم الجنوب.

2.ستمكننا نتائج الدراسة من تحديد نقاط الضعف والفرص في التكيف مع التحديات الناجمة عن التغير المناخي في المنطقة، ويمكن أن تساعد هذه المعرفة السلطات والمنظمات غير الحكومية في تصميم برامج ومشاريع تعزز قدرة المجتمعات على مواجهة التغير المناخي وتخفيف آثاره.

3.ستسهم هذه الدراسة في إغناء البحث العلمي حول التغير المناخي وتكون إضافة قيمة للدراسات المستقبلية في المنطقة، كما يمكن أن توجه نتائج الدراسة بحوثًا ودراسات مستقبلية لاستكشاف تأثيرات التغير المناخي والتطورات المحتملة في المنطقة.

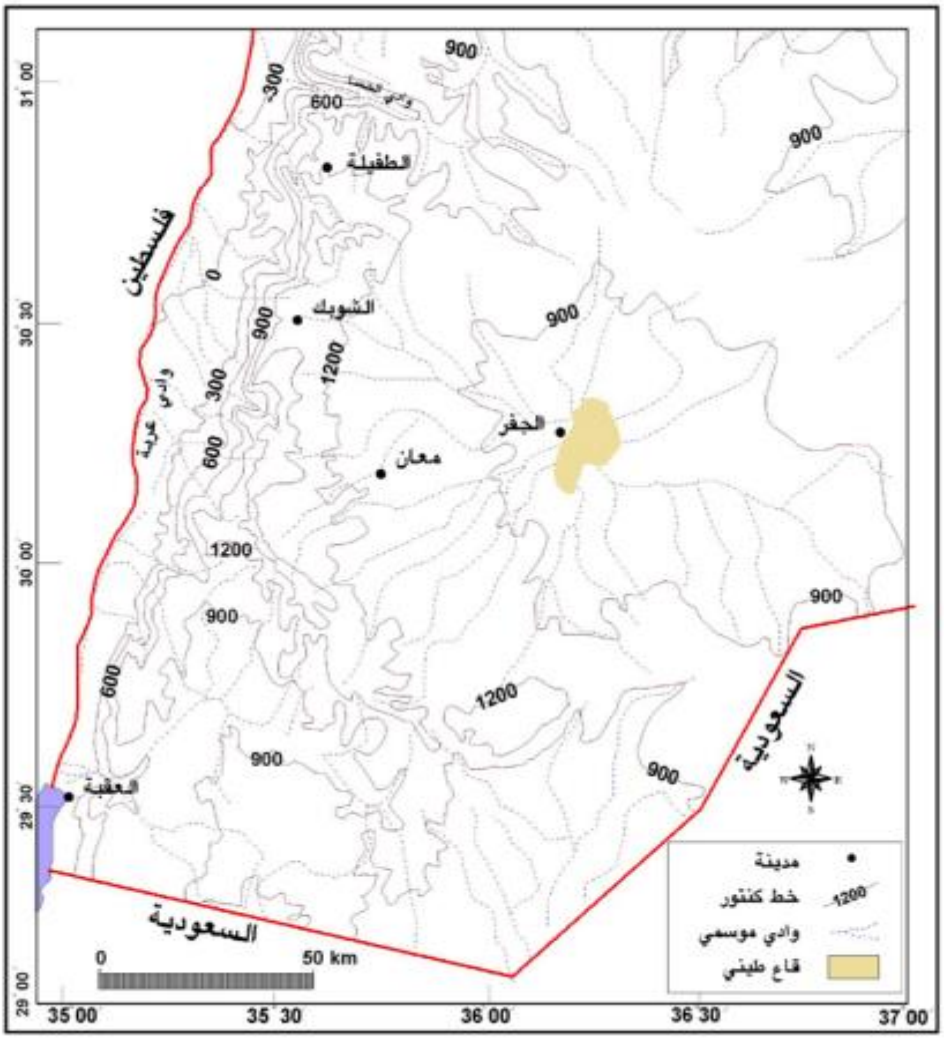
-فرضيات الدراسة:

1.انخفضت كميات الأمطار في جنوب الأردن خلال فترة الدراسة.

-منطقة الدراسة:

تمثل منطقة الدراسة، المنطقة الممتدة بين خطي طول (00 , 36 – 00 , 38) شرقا ودائرتي عرض (05 , 29 – 00 , 31) شمالاً الممتدة من وادي الحسا شمالاً حتى الحدود السعودية جنوباً، (وتشمل مناطق البادية، والمرتفعات، ووادي عربة)، ويوضح الشكل (1) خريطة منطقة الدراسة.

الشكل (1) خريطة منطقة الدراسة.



الشكل (2): خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة:

-الدراسات السابقة:

تعددت الدراسات والأدبيات التي تناولت موضوع عناصر الموارد المائية وسيناريوهات التغير المناخي؛ تناولت دراسة (Mohammed & Fallah, 2019) اتجاهات التغير المناخي وتقلباته من خلال تحليل اتجاهات التغير في المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة وهطول الأمطار خلال

الفترة (1960-2016) في منطقة الشيخ بدر باستخدام التوزيع الطبيعي ومؤشر دي مارتون (DE Marton) وتوصلت الدراسة إلى أن الاتجاه العام لهطول الأمطار انخفض خطيا (-189 ملم)، مصحوبا بزيادة في الاتجاه العام لدرجة الحرارة (+0.9 درجة مئوية) بين عامي 1960 و2016 أيضا، كما توصلت الدراسة ومن خلال التوزيع الطبيعي إلى أن احتمالية حدوث قصور شديد زادت أحداث درجات الحرارة الأعلى من 17,5 درجة مئوية من 3.3% خلال الفترة 1960- 1990 إلى 24,8% خلال الفترة 1991- 2016. وأن احتمال هطول الأمطار السنوي الشديد (أكثر من 1800ملم) ينخفض من 5.3% إلى 4.7%، ومع ذلك فإن احتمال سقوط الأمطار أقل من 800 ملم زاد، وبينت الدراسة أن مؤشر دي مارتون (DE Marton) (10.75) أي أن هناك اتجاه معنوي للجفاف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠- ٢٠١٦). وأوصت الدراسة إلى ضرورة النظر في التغيرات الحالية والمستقبلية في الظروف المناخية من اجل اتخاذ خطوات نحو إدارة أكثر استدامة للموارد الطبيعية وكفاءة استخدام المياه والانتاجية في الزراعة.

كما هدفت دراسة عبد (2019) الى الكشف عن التغيرات المناخية ومدى خطورتها على البيئة العراقية وكيفية الوصول الى الحلول التي من شأنها التخفيف حدة هذه التغيرات وشملت الدراسة لمعظم مناطق العراق من شماله الى جنوبه، وتوصلت الدراسة إلى الآتي : شهد مناخ العراق في الفترة الاخيرة تغيرا واضحا لا سيما في درجات الحرارة وكمية الامطار، كما تتجه درجات الحرارة نحو الارتفاع التدريجي اما الامطار فتسير نحو الانخفاض، وأن هناك تباين في قيم درجات الحرارة والامطار بين مناطق العراق من الشمال الى الجنوب ، للتغير المناخي في العراق تاثيرات بيئية محتملة ويجب ايجاد الحلول الناجعة لمعالجتها أو التخفيف من آثارها.

كما وهدفت دراسة سقاالله والشقور (2017) إلى التعرف على أثر التغير المناخي المحتمل على الأمطار في جنوب الأردن من خلال تحليل البيانات المطرية لخمس محطات مناخية تمثل منطقة الدراسة خلال الفترة (1983-2013)، وقد بينت النتائج وجود تراجع ملحوظ في المتوسطات السنوية للأمطار في الفترة الثانية، مقارنة مع الفترة الأولى ووجود علاقة ارتباط عكسية بين الأمطار والزمن وهذه العلاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($a>0.05$). كما أظهرت النتائج أن منطقة الدراسة تعرضت إلى 4 فترات جفاف انخفضت خلالها كميات الأمطار بشكل ملحوظ في معدلاتها. وتشير النتائج السابقة إلى احتمال مسؤولية التغير المناخي عن التناقص في كميات الأمطار السنوية والشهرية في منطقة الدراسة.

وفي دراسة (زيتون وشحادة، 2015) لمؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن، والتي تتبعت اتجاه التغير في كميات الأمطار السنوية ومتوسطات الحرارة السنوية في شمال الأردن خلال الفترة (1970 - 2009)، تبين وجود تزايد واضح في درجات الحرارة السنوية خصوصاً في الجزء الثاني من فترة الدراسة (1989-2009). ووجود اتجاه نحو تناقص الأمطار في كل من المفرق وإربد وتزايدها لكن بدون دلالة إحصائية في محطتي رأس منيف والباقورة.

وهدفت الدراسة التي قام بها (sada, et al;2015) الى دراسة تأثير تغير المناخ على درجة حرارة الهواء والهطول السنوي في الأردن في البادية الأردنية التي لديها أنظمة بيئية هشة. واعتمدت الدراسة على بيانات الأرصاد الجوية لست محطات للأرصاد الجوية في البادية (المفرق الصفاوي الرويشد الازرق ام الجمال الرمثا) بالإضافة الى درعا في جنوب سوريا وطريف والقريات في شمال المملكة العربية السعودية لتحديد التغيرات في درجة حرارة الهواء وهطول الأمطار، في بيئة نظام التحليل الأحصائي (spss) لتحديد اتجاه الانحدار بين ثاني اكسيد الكربون ودرجة حرارة الهواء المحيط وتوقع درجات حرارة الهواء المستقبلية في المحطات السبع. وأظهرت النتائج أن درجة حرارة الهواء تتزايد بمعدل سنوي يبلغ 0.02 - 0.06 درجة مئوية في العام، وأن معدل الهطول السنوي يتناقص بمعدل سنوي يتراوح بين 2.6 - 0.5 ملم في السنة.

وجاءت دراسة (Matouq, et al .2013) بهدف تحليل البيانات الخاصة بمجموعة الأمطار السنوية والحد الأدنى والمتوسط السنوي ودرجات الحرارة العظمى للفترة من (1979-2009) والتي تم الحصول عليها من دائرة الأرصاد الجوية. وأجريت سلسلة من الخطوات من أجل تطوير الخرائط الرقمية لتوثيق آثار التغير المناخي على الأردن، وبينت نتائج الدراسة أن هناك زيادة في متوسط درجات الحرارة الدنيا والسنوية خلال فترة الدراسة. كما أظهرت النتائج أن هناك انخفاضاً في معدل الهطول المطري، إذ أن المناطق الشمالية ستحظى بزيادة في معدل الهطول المطري حيث يزيد على (30 ملم). أما المناطق الجنوبية فمن المتوقع حدوث انخفاض في إجمالي معدل هطول الأمطار ليصل إلى (50 ملم).

وفي دراسة (Shehadeh, .2013) تبين وجود أثر سلبي للتغير المناخي ذو دلالة إحصائية على الأمطار في شمال ووسط الأردن، في حين لم يكن هذا الأثر ذو دلالة إحصائية في المناطق الجنوبية من الأردن وأكدت الدراسة أيضاً أن الأثر السلبي للتغير المناخي يعزى إلى انحراف المنخفضات الجوية المتوسطية نحو الشمال.

كما وهدفت دراسة عنانبه (2011) إلى تحليل تأثير التغير المناخي على أمطار فصل الشتاء (كانون أول، كانون ثاني، وشباط) خلال الفترة (1990-2010، وأظهرت النتائج اتجاها عاما متناقصا في المحطات المدروسة، وقد ظهر التناقص واضحاً في عدد الأيام الماطرة مع وجود دلالة إحصائية للتناقص في الأمطار وعدد الأيام الماطرة بنسب متفاوتة لما بعد سنة (2000) لعينة جميع المحطات.

أما دراسة (Hamdi,et.al., 2009) فقد هدفت الكشف عن اتجاهات عناصر المناخ في الأردن، حيث تم تحليل بيانات ست محطات مناخية ممثلة للأردن خلال الفترة (1922-2003) وذلك باستخدام الأساليب الإحصائية مثل اختبار مان كندل ومعامل الانحدار الخطي، وبينت النتائج عدم وجود اتجاهات واضحة تشير إلى زيادة أو نقصان في كمية الأمطار السنوية ودرجات الحرارة العظمى، ومع ذلك هناك اتجاهات تشير إلى أن درجة الحرارة الصغرى السنوية قد ازدادت في العقد الماضي.

-منهجية الدراسة:

جاءت هذه الدراسة للتعرف على مؤشرات التغير المناخي في جنوب الاردن للفترة من (1990-2020) بالاعتماد على: المنهج التاريخي لتتبع التغيرات في معدلات كميات الأمطار، وتحليل مؤشرات عناصر المناخ خلال الفترة (1990-2020)، حيث تم في هذه الدراسة استخدام المنهج التحليلي ليفهم التغيرات التي طرأت على العناصر المناخية، والاثار البيئية والمائية لتلك التغيرات المناخية.

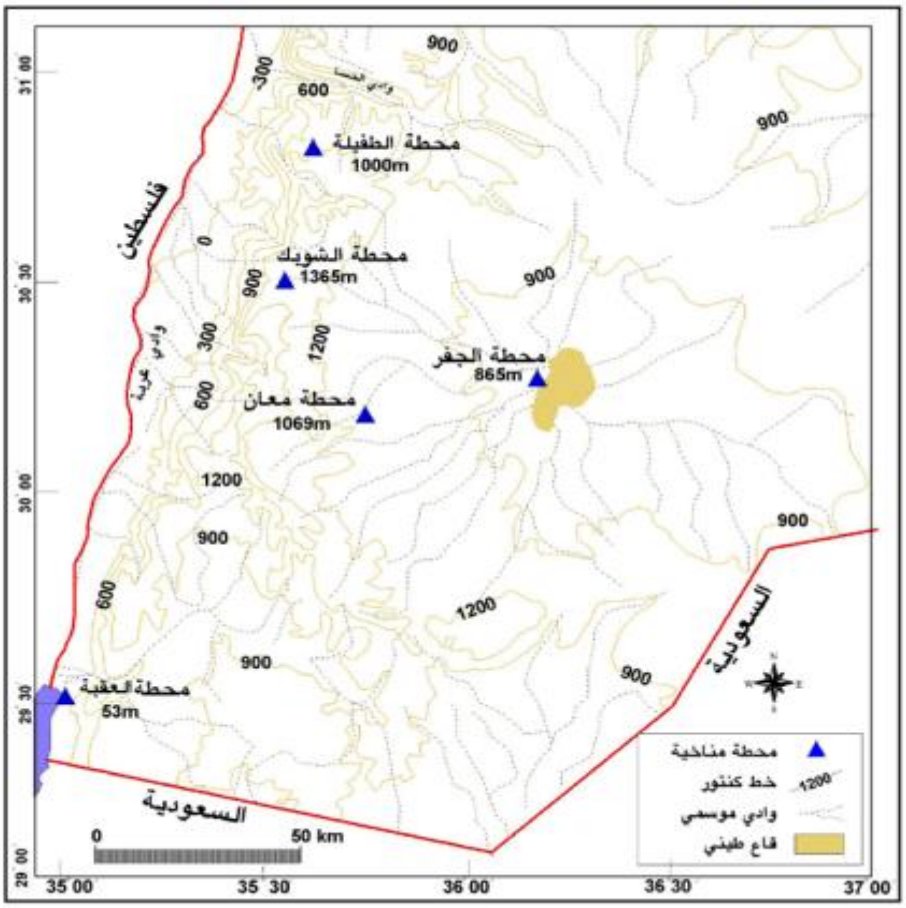
كما تم استخدام الاستنباط المكاني، وذلك للتعرف للتوزيع المكاني لدرجات الحرارة وكميات الأمطار السنوية بالاعتماد على البيانات المناخية للمحطات المناخية الممثلة لمنطقة الدراسة للفترة (1990-2020). تم استخدام الأسلوب الكمي وتحليل نتائجه بالاعتماد على مجموعة من بيانات عناصر المناخ الأمطار ودرجة الحرارة، واستخدام عدة برامج من اجل تمثيل هذه البيانات بصورة جيدة، منها برنامج (Earth Google) لتحديد منطقة الدراسة، وبرنامج (11. (Surfer لرسم الخرائط الكنتورية، وتم أيضاً استخدام برنامج (Excel) لرسم الاشكال البيانية الخاصة بعناصر المناخ.

-مصادر الدراسة وطرق جمع البيانات:

أ-المصادر الثانوية: لقد تم تحديد منطقة الدراسة جنوب الاردن ومن ثم تم اجراء مسح للمصادر والمعلومات المتوفرة عنها بموضوع الدراسة من الكتب الجغرافية في التغيرات المناخية والرسائل الجامعية والابحاث والتقارير ذات الصلة.

ب-الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة، التي توضح مواقع المحطات المناخية في إقليم الجنوب في الأردن.

ج-البيانات الدالة على مؤشر الدرجات الحرارة والأمطار السنوية ل (5) محطات مناخية تمثل منطقة الدراسة والممتدة من وادي الحسا شمالاً إلى الحدود السعودية جنوباً من المحطات المناخية التابعة لدائرة الأرصاد الجوية للفترة (1990 - 2020) الشكل (3) يوضح ذلك:



الشكل (3): المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة

ويبين الجدول (1) الموقع الفلكي لمحطات الدراسة وارتفاع كل منها عن سطح البحر

جدول (1): المحطات المستخدمة في الدراسة خلال الفترة (1990 – 2020)

اسم المحطة	دائرة العرض			خط الطول			الارتفاع عن سطح البحر
	ثانية	دقيقة	درجة	ثانية	دقيقة	درجة	بالمتر
الشوبك	10	31	30	03	32	35	1365
الجفر	03	19	30	32	10	36	865
معان	59	11	30	05	45	35	1069
الطفيلة	44	49	30	48	35	35	1000
مطار العقبة	03	36	30	07	1	35	53

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية (2020)

-معالجة وتبويب البيانات والمعلومات:

تم في هذه المرحلة معالجة جميع البيانات المطرية وجدولتها وتبويبها من محطات منطقة الدراسة، حيث استخدام عدد من الأساليب الإحصائية والعلاقات الرياضية لتحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة باستخدام البرنامج الإحصائي Spss وبرنامج Excel

معامل ارتباط بيرسون (r) لتحديد العلاقات بين كميات الأمطار وبعض العناصر الجغرافية.

-معامل ارتباط بيرسون:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y} \quad \text{Or}$$

$$r = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}\sqrt{n(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)^2}} \quad \text{Or}$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{\sum X_i^2 - n\bar{X}^2}\sqrt{\sum Y_i^2 - n\bar{Y}^2}} \quad \text{Or}$$

1) X′ الوسط الحسابي للبيانات

2) S_x الانحراف المعياري للبيانات

3) r معامل ارتباط بيرسون

-التحليل والمناقشة:

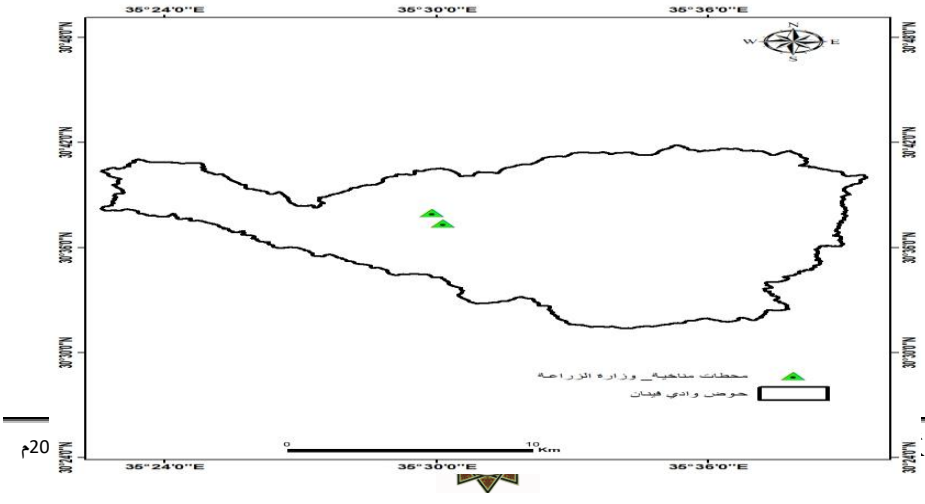
-المتوسطات السنوية للأمطار:

ان التغير المناخي الذي نشهده قد أثر على كمية هطول الأمطار ولا سيما في منطقة جنوب الاردن حيث اشار التقرير الوطني الشامل الي تراجع ملحوض وملموس في كمية الأمطار في الاردن وعلى وجة الخصوص منطقة جنوب الاردن حيث تصل نسبة هذا التراجع ما بين (29-31%) في معظم الحالات.

إن ما يميز المناطق الجافة والشبة جافة هي التقلبات في كميات الأمطار التي تشهدها المنطقة من سنة الى أخرى، حيث انها قد تكون في إحدى السنوات تزيد بمعدل الضعف أو أكثر عن المعدل السنوي الذي اعتادت عليه المنطقة، أو قد لا تشهد المنطقة هطولاً في الأمطار وهذا من شأنه أن يؤثر سلباً على جميع النواحي البيئية للمنطقة. بالإضافة ايضا الي التباين في كمية هطول الأمطار بين مناطق احواض الدراسة لنفس السنة وتباين بين كمية الأمطار لمنطقة الحوض الواحد سواء كان ذلك بسبب تباين مناسيب الارتفاعات للحوض أو بسبب الطبيعة الجغرافيا لمنطقة الحوض.

تبين الاشكال التالية موقع المحطات المناخية لكل من وزارة الزراعة والارصاد الجوية لكل من احواض منطقة الدراسة.

-الشكل (4) المحطات المناخية لمنطقة حوض فينان:



تشهد الاردن تباين مكاني في الأمطار لنفس منطقة الحوض كما لوحظ ايضا تغير كمية الأمطار لنفس المكان مع الزمن لذلك تم دراسة هذا التباين المكاني ومقارنة الاختلاف في الأمطار لنفس المكان خلال ثلاث فترات زمانية (1800-1899) / (1900-1999) / (2000 وقتنا الحالي)

حيث تتراوح متوسط كمية الأمطار في المناطق التي يشغلها حوض فينان

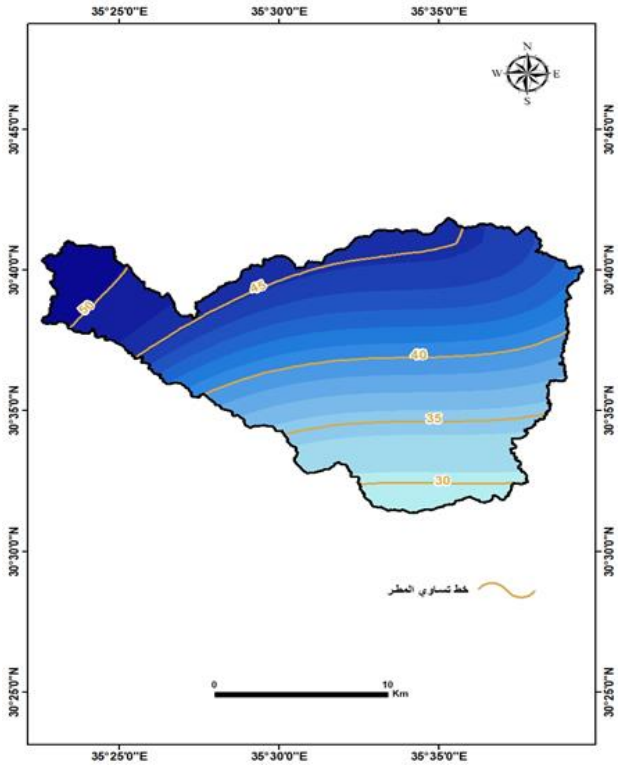
-متوسط كمية الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 1990 – 1999:

الجدول التالي يبين تدرج كميات الأمطار بـ "مليتر" لمنطقة الدراسة حوض فينان لفترة الثمانينات حيث تم تقسيم المنطقة الى اربعة عشرفترة وذلك لان التفاوت بين المناطق قليل جدا وتم اتباع خاصية التدرج اللوني لتوضيح التفاوت حيث يدل اللون الفاتح على كميات قليلة وكلما زاد غمق اللون زادت الكمية وتم ترقيمها في الجدول من 1-14 للتسهل الدراسه حيث يدل الرقم واحد على الاقل كمية وهكذا

جدول (2): متوسط كمية الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 1990 - 1999

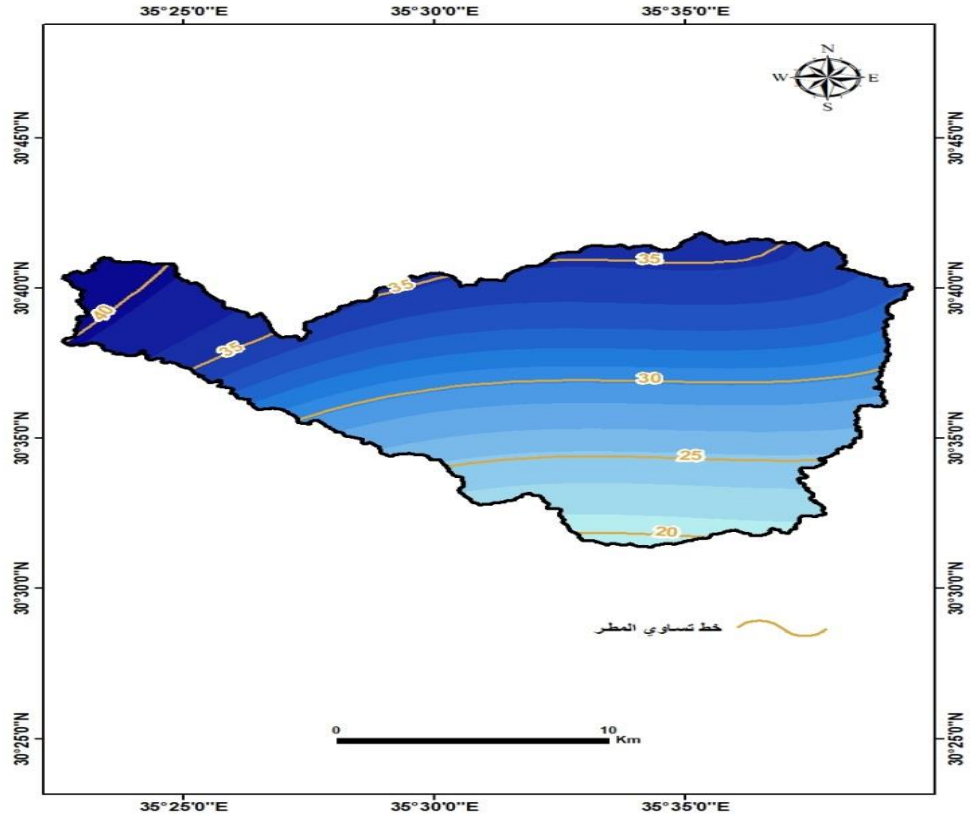
التدرج	المساحة التي يغطيها التدرج	نسبة المساحة من أجمالي مساحة الحوض (النسبة المئوية) %
30.8-28.4	20.44945922	6.80
3.9-30.93	21.17311574	7.04
35.9-34	22.07689193	7.34
37.4-36	17.30132227	5.75
38.7-37.5	22.27881008	7.41
39.9-38.8	18.27581593	6.08
41-40	19.39240816	6.45
42-41.1	20.40441624	6.79
43-42.1	26.47298806	8.80
43.9-43.1	24.3754064	8.11
44.8-44	36.59358846	12.17
46.6-44.9	29.04646654	9.66
50.1-46.7	11.5015511	3.82
54.7-50.2	12.42173483	4.13

الشكل (5) : التباين المكاني لكمية الأمطار لمنطقة فينان خلال فترة 1990 - 1999



جدول (3): الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2000 - 2009		
التدرج	المساحة التي يغطيها التدرج	نسبة المساحة من أجمالي مساحة الحوض (النسبة المئوية) %
21.1-19.7	11.24869201	3.74080
23.2-21.2	18.1463438	6.03464
25.3-23.3	21.94850767	7.29906
26.9-25.4	16.22228383	5.39478

28.6-27	30.65973585	10.19601
29.8-28.7	21.9584516	7.30237
29.9-30.8	20.27065594	6.74108
30.9-31.8	22.03875907	7.32907
31.9-32.8	21.27802916	7.07609
32.9-33.9	39.35954214	13.08917
34-34.8	39.86894507	13.25857
34.9-36.6	19.8023123	6.58533
36.7-39.3	9.109996077	3.02956
42.6-39.4	10.35620562	3.44400



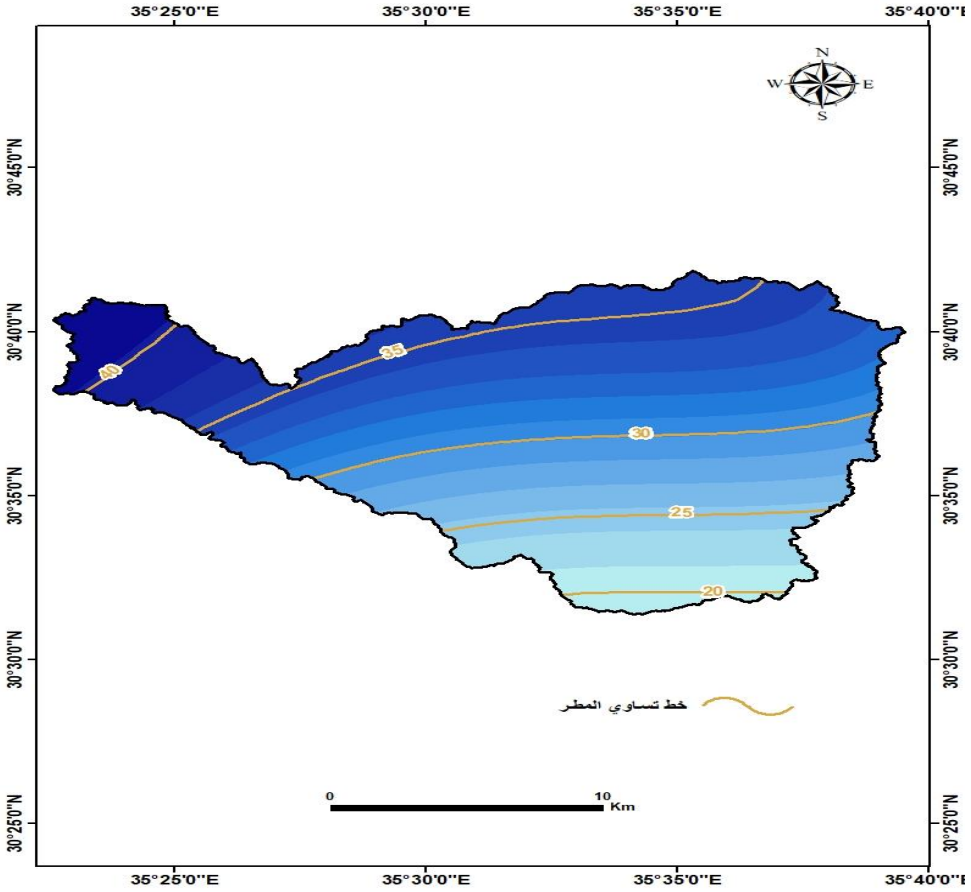
الشكل (6) :التباين المكاني لكمية الأمطار لمنطقة حوض فينان خلال فترة 2000 - 2009

-الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2010 - 2020

الجدول التالي يبين تدرج كميات الأمطار بـ مليتر لمنطقة الدراسه حوض فينان لفترة الالفينات حيث تم تقسيم المنطقة الى اربعة عشرفترة وذلك لان التفاوت بين المناطق قليل جدا وتم اتباع خاصية التدرج اللوني لتوضيح التفاوت حيث يدل اللون الفاتح على كميات قليلة وكلما زاد غمق اللون زادت الكمية.

جدول (4): الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2010 - 2020

التدرج	المساحة التي يغطيها التدرج	نسبة المساحة من أجمالي مساحة الحوض (النسبة المئوية) %
19.2-21.6	18.42668336	6.127864072
21.7-23.9	18.23273505	6.063365819
24-25.5	13.88629509	4.617940579
25.6-27	19.69559349	6.549844992
27.1-28.5	23.03192801	7.659355808
28.6-29.9	25.26074033	8.400555873
30-30.9	16.64163045	5.534237897
31-32.1	26.63829527	8.85866704
32.2-33.1	25.97958977	8.639612005
33.2-34.3	35.27651444	11.73133989
34.4-35.8	50.47961763	16.78719004
35.9-37.6	93.98583804	31.25535014
37.7-40.4	9.109996077	3.029564061
40.5-43.7	10.35620562	3.443995815



الشكل (7): التباين المكاني لكمية الأمطار لمنطقة حوض فينان خلال فترة 2010 - 2020

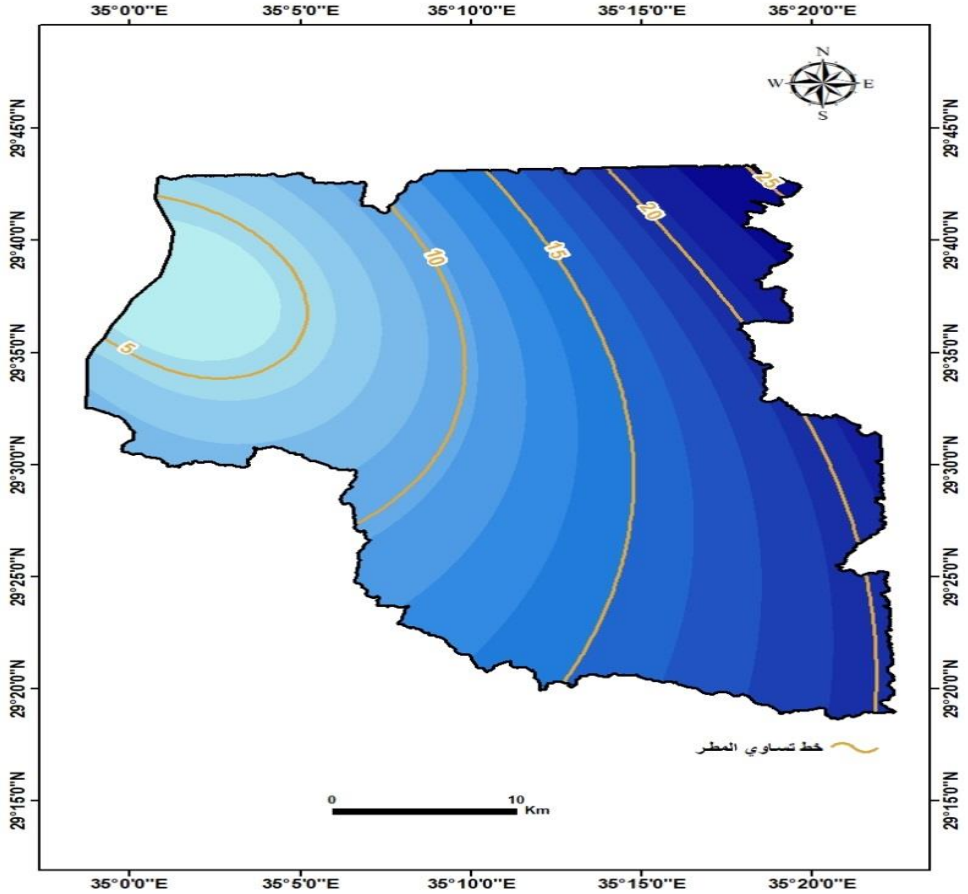
حيث تتراوح متوسط كمية الأمطار في المناطق التي يشغلها حوض فينان.

-كمية الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 1990 – 1999:

الجدول التالي يبين تدرج كميات الأمطار بـ مليتر لمنطقة الدراسه حوض اليتم لفترة الثمانينات حيث تم تقسيم المنطقة الى اربعة عشرفترة وذلك لان التفاوت بين المناطق قليل جدا وتم اتباع خاصية التدرج اللوني لتوضيح التفاوت حيث يدل اللون الفاتح على كميات قليلة وكلما زاد غمق اللون زادت الكمية.

جدول (5): كمية الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 1990 - 1999

التدرج	المساحة التي يغطيها التدرج	نسبة المساحة من أجمالي مساحة الحوض (النسبة المئوية) %
4.32-2.79	58.77862079	4.990687944
5.85-4.33	75.25192768	6.389379051
7.29-5.86	88.30845109	7.497962973
8.82-7.3	76.55485265	6.500005871
10.4-8.83	240.1152314	20.38734789
12-10.5	95.05440334	8.07073828
13.5-12.1	110.6813471	9.397567638
15-13.6	121.1980962	10.29050817
16.5-15.1	106.6722669	9.057170605
17.9-16.6	112.4791829	9.550215617
19.3-18	112.0326422	9.512301399
20.7-19.4	98.01201083	8.32185843
22.7-20.8	322.5238359	27.38437545
25.8-22.8	17.88938144	1.518925063

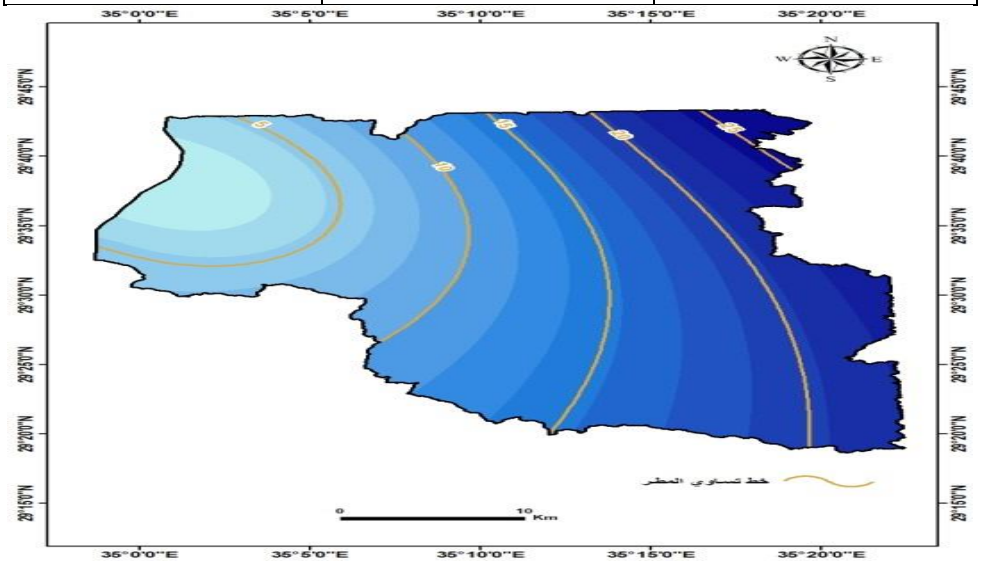


الشكل 8: التباين المكاني لكمية الأمطار لمنطقة اليتم خلال فترة 1990 - 1999

-الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2000 – 2009:

الجدول التالي يبين تدرج كميات الأمطار بـ مليتر لمنطقة الدراسه حوض اليتم لفترة التسعينات حيث تم تقسيم المنطقة الى اربعة عشرفترة وذلك لان التفاوت بين المناطق قليل جدا وتم اتباع خاصية التدرج اللوني لتوضيح التفاوت حيث يدل اللون الفاتح على كميات قليلة وكلما زاد غمق اللون زادت الكمية.

جدول (6): الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2000 - 2009		
التدرج	**المساحة التي يغطيها التدرج**	**نسبة المساحة من أجمالي مساحة الحوض (النسبة المئوية) %**
0.998-2.69	54.38856797	4.617943852
2.7-4.5	73.74856545	6.2617338
4.51-6.3	92.32372322	7.838885743
6.31-8.1	63.26193886	5.371350865
8.11-10	65.92247263	5.59724752
10.1-11.9	99.14822178	8.418330144
12-13.7	106.6330168	9.053838017
13.8-15.4	106.6009584	9.051116048
15.5-17.1	110.2846593	9.363886259
17.2-18.8	109.629795	9.308284011
18.9-20.4	114.0515401	9.683718985
20.5-22	107.5343519	9.130367241
22.1-24.1	53.17683344	18.81408623
24.2-28	22.19462869	1.88446861



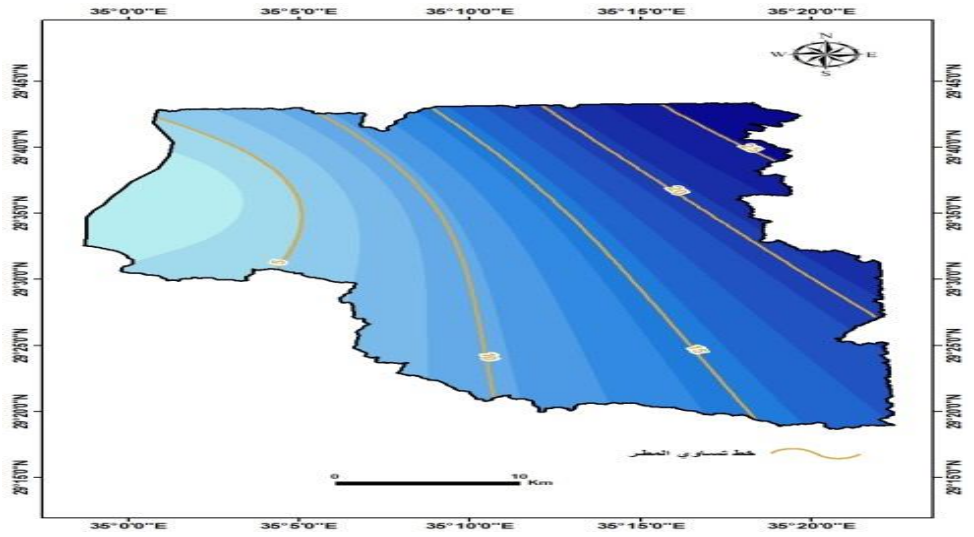
الشكل (9): التباين المكاني لكمية الأمطار في منطقة اليتم خلال فترة 2000 - 2009

-الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2010 – 2020:

الجدول التالي يبين تدرج كميات الأمطار بـ مليتر لمنطقة الدراسة حوض اليتم لفترة الالفينات حيث تم تقسيم المنطقة الى اربعة عشر فترة وذلك لان التفاوت بين المناطق قليل جدا وتم اتباع خاصية التدرج اللوني لتوضيح التفاوت حيث يدل اللون الفاتح على كميات قليلة وكلما زاد غمق اللون زادت الكمية.

جدول (7): الأمطار خلال الفترة الزمانية بين 2010 - 2020

التدرج	المساحة التي يغطيها التدرج	نسبة المساحة من أجمالي مساحة الحوض
6.243878	73.5382677	1.57-3.26
6.35271	74.82005923	3.27-4.94
5.705998	67.20330327	4.94-6.84
8.814167	103.8102567	6.85-8.74
9.458209	111.3955707	8.75-10.5
9.433278	111.1019418	10.6-12.3
9.432307	111.0905047	12.4-14.1
9.946647	117.1482228	14.2-15.8
10.14775	119.5167714	15.9-17.4
9.415499	110.8925379	17.5-19.1
6.70235	78.93799859	19.2-20.8
4.067919	47.91056151	20.9-22.8
3.11358	36.67068388	22.9-25.2
1.641877	19.33747126	25.3-28.4



الشكل (10) :التباين المكاني لمنطقة خوض اليتم خلال فترة 2010 - 2020

-العلاقة بين الأمطار والعناصر الجغرافية:

للتعرف إلى طبيعة العلاقة بين كميات الأمطار السنوية الهاطلة على محطات الدراسة وبعض المتغيرات الجغرافية والمتمثلة في: عامل الارتفاع عن سطح البحر، والموقع الفلكي (دائرة عرض المكان وخط طول المكان)، فقد تم في الجدول التالي إيجاد معامل الارتباط (r) وقيمة معامل التفسير (r^2) بين الأمطار وهذه العناصر.

جدول (8) معامل الارتباط (r) وقيمة معامل التفسير (r2) بين الأمطار وعامل الارتفاع عن سطح البحر، والموقع الفلكي.

العلاقة الارتباطية (r) لمتغير الأمطار	قيمة معامل (r) الارتباط	الدلالة الإحصائية (sig)	معامل التفسير (r2)
عامل الارتفاع عن سطح البحر	0.65	0.24	.4230
دائرة العرض	0.76	0.13	.5770
خط الطول	0.08-	0.90	.0060

يلاحظ من الجدول السابق ارتفاع قيمة معامل الارتباط (r) بالرغم من عدم دلالتها الإحصائية عند مستوى الدلالة ($a \leq 0.05$)، وكذلك ارتفاع قيمة معامل التفسير (r2) بالنسبة لعاملي الارتفاع والموقع بالنسبة لدوائر العرض، حيث بلغت قيمة معامل التفسير (0.423%) و

(0.577%) على التوالي، مما يشير إلى قدرة هاذين العاملين على تفسير الاختلافات في كميات الأمطار السنوية الهاطلة على محطات منطقة الدراسة، أما تأثير عامل خطوط الطول فقد أظهر التحليل انخفاضا كبيرا في قيمة عامل الارتباط، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط نحو (0.08) وقيمة معامل التفسير (0.006 %) فقط.

ويتضح مما سبق، وجود علاقة طردية بين كميات الأمطار في محطات الدراسة والموقع الجغرافي لها بالنسبة لدوائر العرض، حيث تتجه المعدلات السنوية للأمطار للتناقص كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب وذلك بسبب زيادة ارتفاع الأجزاء الشمالية عن الأجزاء الجنوبية في منطقة الدراسة، وتأثر الأجزاء الشمالية في منطقة الدراسة بالمنخفضات الجوية الشتوية بشكل أكبر من الأجزاء الجنوبية.

-تذبذب معدلات الأمطار السنوية:

تتميز الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في منطقة الدراسة بكثرة تقلباتها من سنة لأخرى، فقد تسقط الأمطار في إحدى السنوات بمقدار يزيد على ضعف المعدل السنوي المعتاد، ثم تتبعها سنوات أخرى لا يسقط فيها إلا جزء بسيط من الأمطار المعتادة، ونظرا لتقلب الأمطار وما يسببه من آثار سيئة على مختلف النواحي البيئية، فإن من الضروري عند تقدير معدلات الأمطار السنوية أن تقترن تلك المعدلات بمعدلات اختلافها أو تغيرها. وللتعرف إلى مدى تغير الأمطار السنوية في محطات الدراسة، تم حساب الانحراف المعياري ومعامل التغير للأمطار السنوية، حيث يفيد الانحراف المعياري في معرفة مدى التباين بين كميات الأمطار الهاطلة خلال فترة الدراسة. وللتعرف إلى مدى التغير الذي تتعرض له الأمطار السنوية في منطقة الدراسة واختلاف ذلك حسب المحطات المناخية في منطقة الدراسة تم حساب معامل التغير لكل محطة. ويبين الجدول التالي قيم الانحراف المعياري، ومعامل اختلاف الأمطار السنوية في محطات الدراسة للفترة (1990 – 2020) بعد تطبيق المعادلات اللازمة لذلك.

جدول (9) : قيم الانحراف المعياري، ومعامل اختلاف الأمطار السنوية في محطات الدراسة للفترة (1990 – 2020)

المتغيرات	المحطات المناخية				
	الشوبك	الطفيلة	معان	الجفر	العقبة
الوسط الحسابي	244.21	204.12	39.07	29.26	22.96
الانحراف المعياري	124.79	94.72	25.10	22.42	17.37
معامل الاختلاف (%)	51.17	46.40	64.18	76.63	75.7

يلاحظ من بيانات الجدول والذي يبين قيم الانحراف المعياري ومعامل اختلاف كميات الأمطار السنوية الهاطلة في محطات الدراسة ما يلي:

1- سجلت محطة الشوبك أعلى قيمه للانحراف المعياري لكمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة حيث بلغت (124.97 ملم).

2- سجلت محطة مطار العقبة أدنى قيمة للانحراف المعياري لكمية الأمطار السنوية حيث بلغت (17.37 ملم).

3- تقل قيم الانحراف المعياري في المحطات الجنوبية وتزداد كلما اتجهنا شمالاً، في حين سجلت قيم الانحراف المعياري في محطتي الشوبك والطفيلة (124.97 ملم) و (94.72 ملم) على التوالي، فقد وصلت في محطات معان والجفر والعقبة (2510) و (22.42) و (17.37) على التوالي.

أما بالنسبة لقيم معامل التغير، فتشير بيانات الجدول إلى ما يلي:

1 - تتراوح قيم معامل التغير بين (76.63%) إلى (46.40%) وهي قيم مرتفعة مما يدل على شدة تذبذب الأمطار في منطقة الدراسة.

2- إن أعلى قيم لمعامل التغير سجلت في محطة الجفر بنسبة (76.63%)، وأقل قيمة سجلت كانت في محطة الطفيلة بنسبة (46.40%).

3- إن المحطات الشمالية من منطقة الدراسة (الطفيلة) والشوبك) سجلت أقل معاملات تغير، بالمقارنة مع المحطات الجنوبية من منطقة الدراسة.

4- نظراً لارتباط الكميات المطلقة للأمطار في منطقة الدراسة بمدى التباين فيها، فإن أقل معدلات لتباين الأمطار سجلت في المحطات الجنوبية، وذلك لانخفاض أمطارها السنوية، الأمر الذي انعكس على قيم معامل التغير التي بلغت (76.63%) و (75.70%) على التوالي في محطتي الجفر والعقبة.

النتائج:

يتضح من هذه الدراسة:

1-هناك تحول نموذجي في نمط هطول الأمطار (البدء، والتوقف، والتوزيع والكمية) في العقود القليلة الماضية.

2-سجلت محطة الشوبك أعلى قيمه للانحراف المعياري لكمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة حيث بلغت (124.97 ملم) ، كما سجلت محطة مطار العقبة أدنى قيمة للانحراف المعياري لكمية الأمطار السنوية حيث بلغت (17.37 ملم).

3-بينت الدراسة أن معدلات الأمطار السنوية في محطات المناخية في منطقة الدارسة تتأثر بعوامل: الارتفاع عن سطح البحر والموقع الفلكي بالنسبة لدرجات العرض للمكان، حيث تتجه المعدلات السنوية للأمطار إلى التناقص كلما اتجهنا من المحطات المناخية الواقعة في الشمال - محطتي الشوبك والعقبة إلى الجنوب في محطات معان والجفر ومطار العقبة؛ وذلك بسبب زيادة ارتفاع محطتي الشوبك والطفيلة عن محطات معان والجفر ومطار العقبة، وتأثر محطتي الشوبك والطفيلة في منطقة الدراسة بالمنخفضات الجوية الشتوية بشكل أكبر عن المحطات الأخرى. وبشكل علم فقد قد أدى الموقع الفلكي لإقليم الجنوب في الأردن إلى وقوعه ضمن المنطقة المدارية في الصيف والمناطق المعتدلة في الشتاء، ووقوعه إلى الجنوب من المسارات التي تسلكها المنخفضات الجوية في شرق البحر المتوسط حيث أدى ذلك إلى تناقص الأمطار من الشمال إلى الجنوب، وقلة عدد الجبهات الباردة التي تتعرض لها المناطق الجنوبية مقارنة مع المناطق الشمالية والوسطى؛ وذلك بسبب أن الرياح في المناطق الشمالية تسلك مسارات طويلة فوق المسطحات المائية عكس الرياح في المناطق الجنوبية، ويؤدي البعد عن البحر المتوسط وانفصاله بسلسلة المرتفعات الغربية إلى تناقص الأمطار من الغرب إلى الشرق.

التوصيات:

في ضوء نتائج الدراسة، يوصي الباحث بالآتي:

1-ضرورة متابعة ورصد التغيرات المناخية في إقليم الجنوب في الأردن بشكل مستمر، إذ يُعتبر الرصد المناخي الدقيق أمرًا حيويًا لفهم الاتجاهات النمطية في هطول الأمطار ودراسة آثارها على البيئة والاقتصاد.

2-ينبغي التركيز على تحسين وعي المواطنين حول التغير المناخي وأهمية دورهم في التكيف مع هذه التحولات، وذلك من خلال تنظيم حملات توعية ونشر المعلومات حول الآثار المتوقعة وكيفية تبني سلوكيات مستدامة.

3- تتطلب النتائج الحالية من الدراسة تحسين القدرة التخطيطية واتخاذ القرار في مواجهة التغير المناخي، يمكن للمعلومات المستمدة من الدراسة أن تسهم في وضع سياسات بيئية واقتصادية مستدامة تلبي احتياجات المنطقة.

4-يجب تعزيز قدرات المجتمعات المحلية في إقليم الجنوب على التكيف مع التغيرات المناخية وتطبيق تدابير واستراتيجيات تعزز استدامة الموارد والبيئة.

5-يمكن استغلال موقع إقليم الجنوب في الأردن ضمن المنطقة المدارية في التخطيط الاقتصادي والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة والتكنولوجيا البيئية للتخفيف من الآثار السلبية للتغير المناخي وتعزيز التنمية المستدامة.

6-توسيع البحوث والدراسات العلمية المعمقة حول التغير المناخي في إقليم الجنوب، يمكن أن تساهم الدراسات المستقبلية في توفير أدلة إضافية واستدامة للتدابير البيئية والاقتصادية المستقبلية.

-قائمة المصادروالمراجع:

-المراجع العربية:

-زيتون، محمد وشحادة، نعمان. (2015). مؤشرات التغير المناخي في شمال الأردن، **دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية**، 42(2)، 1467 – 1486.

-سقاالله، شهد والشقور، سطام. (2017). أثر التغير المناخي المحتمل على معدل الأمطار السنوية في جنوب الأردن خلال الفترة من 1983 – 2013، **مجلة مؤتة للبحوث والدراسات – سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية**، 32(2)، 123 – 160.

-عبد، قصي. (2019). التغير المناخي في درجة حرارة وأمطار العراق، **مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية**، 1(45)، 339 – 367.

-عنانبة، صباح، (2011). **التأثير المحتمل للتغير المناخي على أمطار الشتاء في الأردن**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية.

- المراجع الاجنبية:

-Hamdi, R., Abu-Allaban, M., Al-Shayeb, A., Jaber, M., and Momani,N.,, (2009) , Climate change in Jordan: A Comprehensive Examination Approach, **American Journal of Environmental Sciences**, Vol. 5, No. 1, pp. 58-68.

-Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., ... & Maskell, K. (Eds.). (2019). **Climate change: The scientific basis.** Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

-Matouq, M., El-Hasan,T., Al-Bilbisi, H., Abdelhadi, M., Hindiyeh, M., Eslamian, S., and Duheisat, S., (2013) , The climate change implication on Jordan: A case study using GIS and Artificial Neural Networks for weather forecasting , **Journal of Taibah University for Science**, Vol. 7, No. 2 , pp. 4-55.

-Mohammed, fafwan & Fallah, Riad. (2019). **Climate change indicators in Alsheikh Badr Basin (Syria).** Geography, Environment, Sustainability.

-Pachauri, R. K., & Reisinger, A. (Eds.). (2017). **Climate change 2007: Synthesis report.** Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.

-Sada, A. A., Abu-Allaban, M., & Al-Malabeh, A. (2015). Temporal and spatial analysis of climate change at Northern Jordanian Badia. Jordan **Journal of Earth and Environmental Sciences**, 7(2), 87-93.

-Shehadeh.A. (2013). The impact of climate change upon winter rainfall, **American Journal of Environmental Science**, 9 (1): 73- 81 .