

خصائص الهطولات السنوية والفصلية واتجاهاتها في محافظة الحسكة للمدة (1958/59 – 2023/24)

دراسة تحليلية في ظل التغير المناخي

د. يوسف العلي*

(تاريخ الإيداع ٨/١٠/٢٠٢٥. قُبِلَ للنشر في ٩/١٠/٢٠٢٥)

□ ملخص □

تعد الحسكة مركز منطقة الجزيرة السورية ذات الأهمية الزراعية الحيوية في سورية، وتبرز أهمية الهطولات للموارد المائية والزراعة فيها، وتزداد الحاجة لمراقبتها وتقييمها في ظل التغيرات المناخية. هدفت هذه الدراسة إلى تحليل خصائص الهطولات وتغيراتها الزمنية خلال المدة (1958/59 – 2023/24). جرى توصيف الهطولات السنوية والفصلية كما استخدم اختبار Mann-Kendall لتحليل اتجاه السلاسل الزمنية للهطل وطريقة Sen's slope لتحديد معدل تغيراتها الزمنية ومعنويتها.

أظهرت نتائج تحليل السلاسل الزمنية للهطولات السنوية وجود اتجاه تنازلي واضح في معدلات الهطل، مما يعكس انزياحاً مناخياً نحو ظروف هيدرولوجية أكثر جفافاً.

على المستوى الفصلي، بينت الدراسة أن هطولات الخريف تتسم بتقلبات عالية من دون نمط منتظم، إلا أن معدل تغيرها لم يكن ذا دلالة إحصائية. ومع ذلك، فإن انخفاضها بنسبة ١٦% يمثل تهديداً للزراعة البعلية. أما هطولات الشتاء فقد تراجعت بنسبة ٣٦%، مما يؤثر سلباً على تغذية المياه الجوفية في المنطقة.

بينت الدراسة أيضاً أن فصل الربيع كان الأكثر تأثراً بالتغير المناخي، ما يعكس بزيادة الطلب على مياه الري والضغط على الموارد المائية خلال هذا الفصل.

لدى مقارنة المديتين الزمنيتين (٥٩/١٩٥٨ – ٩١/١٩٩٠) و(٩٢/١٩٩١ – ٢٤/٢٠٢٣)، ظهرت مؤشرات واضحة على تأثير التغير المناخي، أبرزها الانخفاض المعنوي إحصائياً في الهطل السنوي خلال المدة الثانية، مما يشير إلى تحول مناخي في المنطقة وليس مجرد تقلب طبيعي. كما سجلت هطولات الربيع تراجعاً إحصائياً ملحوظاً بين المديتين، في حين لم تكن تغيرات الفصول الأخرى ذات دلالة إحصائية، حيث انخفض متوسط الهطل لهذا الفصل بنسبة ١٧% في المدة الثانية، ما يؤثر على الزراعة والري، ويرتبط هذا الانخفاض بتغيرات في الأنظمة الجوية وتأخر وصول المنخفضات المتوسطة.

أظهرت النتائج تحولاً نحو مناخ أكثر جفافاً في منطقة الدراسة، وهذا يتوافق مع دراسات سابقة تخص التغيرات المناخية وتغير أنماط الهطل في شرق المتوسط. ينبغي تبني سياسة زراعية في منطقة الدراسة تعتمد على محاصيل أقل استهلاكاً للمياه، وإعداد خطط استباقية لتحسين كفاءة الري لمواجهة الجفاف وتداعيات التغير المناخي.

الكلمات المفتاحية: الهطل، تغير المناخ، اتجاهات الهطل، اختبار مان كاندل، الحسكة، سورية.

* أستاذ مساعد في قسم الجغرافيا (اختصاص هيدرولوجيا)، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة طرطوس، سوريا.

Characteristics and Trends of Annual and Seasonal Precipitation in Al-Hasakah Governorate (1958/59–2023/24)

An Analytical Study in the Context of Climate Change

Dr. Youssef Alali **

(Received 10/8 /2025. 10 /9/2025)

□ ABSTRACT □

Al-Hasakah is the center of the Syrian Al-Jazira region, an area of vital agricultural importance in Syria. Precipitation is critical for water resources and agriculture, necessitating enhanced monitoring and assessment in the context of climate change. This study aimed to analyze precipitation characteristics and their temporal variations during 1958/59–2023/24. Annual and seasonal precipitation were characterized. The Mann-Kendall test was used to analyze precipitation time series trends, and Sen's slope method was used to determine the rate and significance of temporal changes.

Results from annual precipitation time series analysis revealed a clear decreasing trend in precipitation rates, reflecting a climate shift toward drier hydrological conditions. Seasonally, autumn precipitation showed high variability without a consistent pattern, though its rate of change was statistically insignificant. However, its 36% decline poses a threat to rainfed agriculture. Winter precipitation decreased by 16%, adversely affecting groundwater recharge.

The study also indicated that spring was the season most impacted by climate change, reflected in increased irrigation demand and strains on water resources during this season.

Comparing two time periods (1958/59–1990/91 and 1991/92–2023/24), clear indicators of climate change emerged. Most notably, the annual precipitation decline in the latter period was statistically significant, signaling a climatic shift beyond natural variability. Spring precipitation exhibited a statistically significant decline between periods, while other seasonal changes lacked statistical significance. Spring's average precipitation decreased by 17% in the second period, impacting agriculture and irrigation, and was linked to shifts in atmospheric systems and delayed arrival of Mediterranean low-pressure systems.

Results demonstrate a transition toward a drier climate in the study area, aligning with prior studies on climatic changes and precipitation patterns in the eastern Mediterranean. Agricultural policies in the study area should prioritize low-water-consumption crops, and proactive plans should be developed to enhance irrigation efficiency to mitigate drought and climate change impacts.

Keywords: Precipitation, climate change, precipitation trends, Mann-Kendall test, Al-Hasakah, Syria.

** Assistant Professor (hydrologist) in the Department of Geography, Faculty of Arts and Humanities; Tartous University, Syria.

١. مقدمة

يعد الهطل أحد أبرز عناصر المناخ، ومكوناً أساسياً للدورة الهيدرولوجية، وتشكل تقلبات الهطل والتغيرات في أنماطه تحديات كبيرة تواجه توفير المياه وإدارة الموارد المائية بصورة مستدامة، فتراجع الهطل أو تغير توزيعه خلال موسم الهطل ضمن منطقة معينة يمكن أن يتسبب في حدوث خلل في الميزان المائي فيها، ويلحق أضراراً بالموارد المائية والقطاعات الإنتاجية، وتكون هذه الأضرار أكثر شدة في المناطق الجافة وشبه الجافة [1].

يعتمد الإنتاج الزراعي وخاصة الزراعات البعلية على نمط هطول الأمطار، مما يكسب دراسة الهطولات وتحديد خصائصها وتوزيعها على مدار العام أهمية بالغة، فعندما ينعدم الهطل أو تنخفض كميته يتسبب بعجز مائي كبير يضر بالزراعة وخاصة عندما يتزامن مع المراحل الحرجة لنمو المحاصيل كمحاصيل الحبوب، وخاصة القمح والشعير، لأنّ النبات يحتاج إلى كمية كافية من المياه لنموه وتطوره. يمكن أن ينعكس هذا العجز المائي ضعفاً في نمو المزروعات، وانخفاضاً في الإنتاج أو النوعية [2]، وعند تراجع الهطولات تصبح حاجة المزروعات أكبر إلى المياه، وإلى الريّ التكميلي، بالمقابل عندما يرتفع معدل الهطل السنوي إلى حدود 500 مم تقل الحاجة إلى الري التكميلي وتكون الزيادات في الغلة ملحوظة [3].

بالتالي فإن تحليل التوزيع الزمني للهطل على المستويين السنوي والفصلي، ومعرفة توزع الهطولات خلال موسم الهطل يُعد أمراً بالغ الأهمية لإدارة الموارد المائية، وتوقع الأحداث الهيدرولوجية غير الملائمة، ولا سيما الجفاف وتخطيط الزراعة والري وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. فدراسة الهطولات وتحليل تغيراتها الموسمية في منطقة معينة يوفر بيانات حيوية لتحديد أنسب المزروعات والتقنيات الزراعية الملائمة للظروف المناخية للمنطقة ولتخطيط لعمليات الري، وبالتالي النهوض بالقطاع الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي، ومواجهة التحديات البيئية والاقتصادية الناجمة عن التغيرات المناخية ونقص المياه [4]. يتم إجراء هذا النمط من الدراسات من خلال تحليل السلاسل الزمنية لبيانات الهطل باستخدام أساليب التحليل الإحصائي، وكذلك عبر رصد التغيرات التي تطرأ عليها على المدى الطويل لتحديد مظاهر التغيرات المناخية ومدى تأثر أنماط الهطل بهذه التغيرات، وبالتالي تقييم تأثيراتها على الموارد المائية.

تعدّ مناطق شرق البحر المتوسط من المناطق الرئيسية الساخنة لتغير المناخ في العالم [5]، وتصنف سورية من بين المناطق المعرضة بدرجة كبيرة لتداعيات تغيرات المناخ وبالأخص المنطقة الشرقية [6]، وفي ظل تفاقم ظاهرة التغير المناخي وتداعياتها السلبية عالمياً وإقليمياً [7]، تبرز الحاجة لدراسة أنماط الهطولات وتغيراتها في المناطق الحيوية والأكثر تأثراً بهذه الظاهرة.

تُعد محافظة الحسكة من أبرز المناطق الزراعية في شمال شرق سورية، ومركزاً لأهم الزراعات الإستراتيجية في القطر وفي مقدمتها القمح المروي [8]. إلا أن المنطقة تتعرض لتراجع الهطولات وتكرار موجات الجفاف، لا سيما في العقود الأخيرة متأثرة بتغير المناخ [9]. وضمن هذه السياق تأتي هذه الدراسة لتغطي فترة زمنية تقارب مدتها دورتين مناخيتين، فهي تكفي لتقييم اتجاهات التغير على المدى الطويل للهطولات والتأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية على أنماط الهطل المطري في الحسكة، سواء من حيث الكمية أم التوزيع الزمني. بالمحصلة يمكن أن تسهم نتائج هذه الدراسة في فهم التحديات المناخية التي تواجه الموارد المائية في منطقة الدراسة، وبالتالي مساعدة صناع القرار في تحديد

الإجراءات اللازمة لمواجهتها، ووضع إستراتيجية تكيف فعالة مع التغيرات المناخية ومواجهة عواقبها والحد من تداعياتها السلبية على الزراعة والأمن الغذائي، وعلى استدامة الأنشطة الاقتصادية في المنطقة.

٢. أهمية البحث وأهدافه

تكتسب الهطولات المطرية والموارد المائية في محافظة الحسكة أهمية حيوية، كون المحافظة تمثل مركز منطقة الجزيرة السورية التي تضم أكبر المساحات الزراعية، وأكثرها أهمية من الناحية الاقتصادية في القطر؛ والحسكة هي ثالث أكبر محافظة من حيث المساحة في القطر. وتبرز أهمية تقييم الهطولات في هذه المنطقة وتحديد اتجاهات تغيراتها الزمنية، تمهيداً لاتخاذ الإجراءات الكفيلة بمواجهة تراجع الهطولات في ظل التغيرات المناخية والحد من آثارها السلبية على الموارد المائية والأنشطة الاقتصادية، ولا سيما الزراعة والثروة الحيوانية. ورغم أن بعض الدراسات السابقة تناول الهطولات وحوادث الجفاف في المحافظة، إلا أنها في معظمها تعود لفترات زمنية سابقة وتناولت فترات زمنية قصيرة نسبياً لم تتخط ثلاثة عقود، لذا تُصبح إعادة تقييم اتجاهات الهطل باستخدام بيانات مناخية حديثة وتمتد فترة زمنية كافية أمراً ملحاً لرصد التغيرات التي يمكن أن تتعرض لها في ظل التغيرات المناخية. إن السلاسل الزمنية للهطولات التي جرى تحليلها في هذه الدراسة تمتد لـ 66 عاماً، وهي بذلك تتيح تقييم التأثير المحتمل للتغيرات المناخية على أنماط الهطل في الحسكة.

يهدف هذا البحث إلى:

- تحديد خصائص الهطولات في محافظة الحسكة وتقييمها على المستوى السنوي والفصلي.
- تحديد اتجاه التغيرات الزمنية للهطولات السنوية والفصلية ومعنويتها في محافظة الحسكة، ودلالاتها الإحصائية خلال المدة (1958/59 - 2023/٢٤).
- تقييم التأثير المحتمل للتغيرات المناخية على أنماط الهطل في الحسكة.

٣. مواد البحث وطرقه

جرى اعتماد المنهج التحليلي الكمي لدراسة الهطل وتحديد اتجاه التغير الزمني له، كما استخدم الأسلوب الإحصائي في المعالجة الأولية للبيانات وترتيبها في جداول وتطبيق المعادلات والعلاقات الرياضية عليها واستخلاص النتائج وتفسيرها.

جرى تحليل بيانات الهطل في الحسكة للمدة (1958/59 - 2023/٢٤)، وقد تم الحصول على هذه البيانات من مديرية الأرصاد الجوية في دمشق، ومن قاعدة البيانات المناخية "Climateengine" [10].

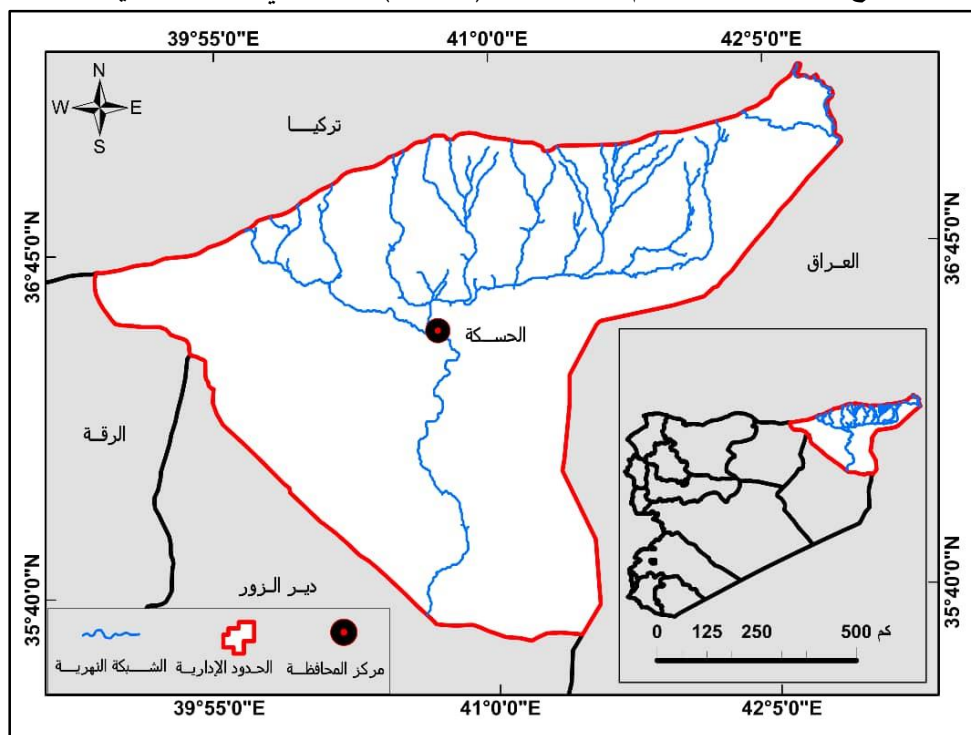
استُخدم برنامج EXCEL لإجراء الدراسة الإحصائية وتحليل التباين وتعيين خط الاتجاه العام للهطولات السنوية. بينما جرى تحليل اتجاهات تغير السلاسل الزمنية السنوية والفصلية للهطولات ودلالاتها الإحصائية باستخدام برنامج MAKESENS 1.0 [11]، حيث طُبِّق من خلاله اختبار مان كيندال (Mann-Kendall Test) اللابارامتري وطريقة (Sen's Method) وذلك لتقدير معدل التغير الزمني ومعنويته. يذكر أن اختبار مان-كيندال قد أوصت به المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لهذا النمط من الدراسات المناخية، وهو لا يتطلب بالضرورة أن تتبع البيانات التوزيع الطبيعي [12].

لتقييم التأثير المحتمل للتغيرات المناخية على أنماط الهطل، جرى تقسيم كل سلسلة من السلاسل الزمنية للهطولات السنوية والفصلية خلال المدة (1958/59 - 2023/٢٤) إلى قسمين على مَدَّتين متساويتين، كل منها 33 سنة، ومقارنة الخصائص الإحصائية للهطولات وتغيراتها بين المَدَّتين.

١,٣ . منطقة البحث

يشمل الحيز الجغرافي الذي تناوله هذا البحث محافظة الحسكة التي تقع في منطقة الجزيرة السورية شمال شرق سورية، والتي تقع فلكياً بين دائرتي عرض $35^{\circ},55'$ و $37^{\circ},19'$ شمالاً وخطي طول $39^{\circ},55'$ و $42^{\circ},20'$ شرقاً. أما بالنسبة إلى محطة الحسكة المناخية فتقع عند خط طول $42^{\circ} 42' 58''$ و درجة عرض $36^{\circ} 31' 14''$ وعلى ارتفاع ٣٠٧ م.

تحد المحافظة تركيا من الشمال، والعراق من الشرق، ومن الجنوب محافظة دير الزور، ومن الغرب محافظتا الرقة ودير الزور؛ وتبلغ مساحتها ٢٣٣٣٣ كم^٢ وتشكل نحو (١٢,٦%) من إجمالي مساحة سورية [13].



الشكل (١): الموقع الجغرافي لمحافظة الحسكة منطقة الدراسة بالنسبة إلى الجمهورية العربية السورية

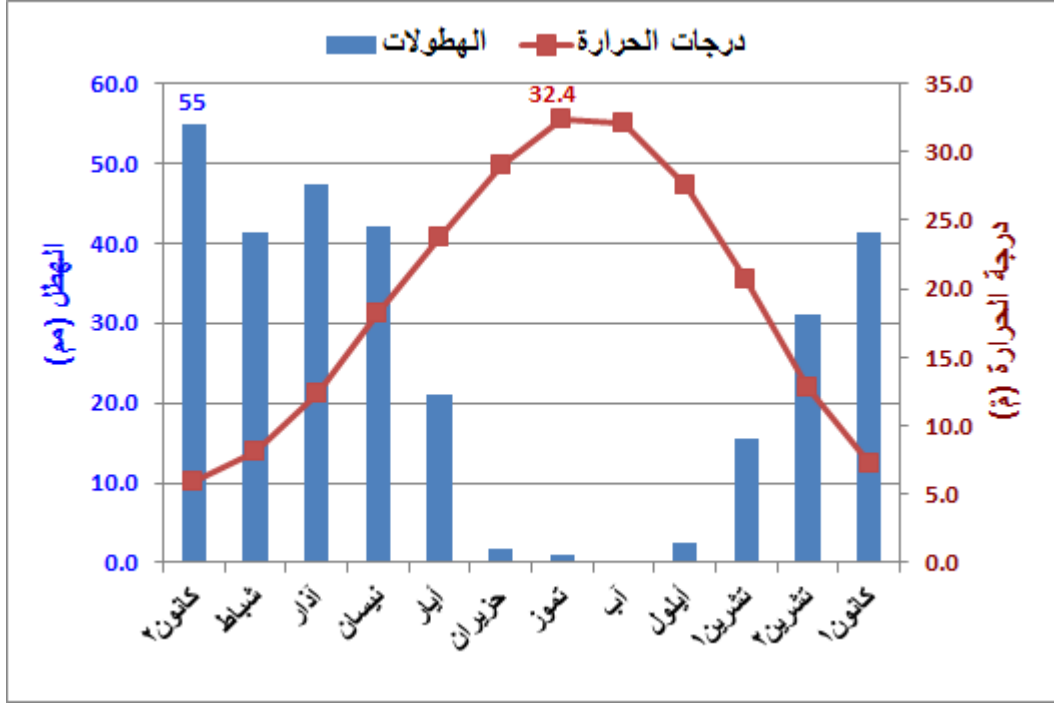
إعداد الباحث بالاعتماد على [14].

٢,٣ . الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة البحث

تتسم المحافظة بتنوع تضاريسي يشمل الأودية والسهول والتلال والجبال المتناثرة، وأهم الأودية وادي نهر الخابور وروافده السيلية، وأكثر جبالها امتداداً وارتفاعاً جبل عبد العزيز الذي يمتد إلى الغرب والجنوب الغربي من الحسكة ويبلغ ارتفاعه الوسطي 700 م [15]. تتميز المحافظة بالسهول الواسعة والأراضي الزراعية الخصبة، هذه السهول توفر بيئة مثالية للزراعة وخاصة السهول الفيضية على ضفاف نهر الخابور وروافده [13]. تتحدر السطوح الطبوغرافية في منطقة الدراسة غالباً من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي حتى مجرى نهر الفرات [15].

مناخياً: يسود في منطقة الدراسة مناخ متوسطي شبه جاف فهو متأثر بمناخ البحر المتوسط لكنه يتميز بقارية واضحة ويكون الصيف حاراً وجافاً والشتاء بارداً ورطباً نسبياً، وإلى الجنوب يصبح المناخ أكثر جفافاً فيتحول إلى نمط انتقالي بين المناخ المتوسطي والمناخ الصحراوي. وقد جرى تحليل بيانات الهطل ودرجات الحرارة الشهرية لمحطة الحسكة للمدة (٥٨١٩٥٨- /٢٤/2023). يظهر الشكل (2) معدلات الهطل الشهرية ومعدلات درجات الحرارة الشهرية في

الحسكة للمدة المدروسة.



الشكل (2): معدلات الهطل الشهرية ومعدلات درجات الحرارة الشهرية في الحسكة للمدة (59١٩٥٨ - 2023/٢٤).

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على البيانات المناخية لمنطقة الدراسة.

يتبين من الشكل (2) أن أكثر الأشهر هطولاً هو كانون الثاني بمعدل هطل شهري قدره 55 مم، وأقلها شهر آب الذي لم تسجل فيه أية هطولات خلال المدة المدروسة. يلاحظ من الشكل (2) أيضاً تراجع الهطولات بين شهري حزيران وأيلول، وأن أشهر الصيف هي الأقل هطولاً وبالوقت ذاته الأعلى حرارة، مما يحفز التبخر - نتح، فتسود خلالها ظروف جافة جداً.

تتراوح المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة في الحسكة بين 5,9 م في شهر كانون الثاني و 32,4 م في تموز. تتخفف معدلات الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة ويبلغ المعدل السنوي لها نحو 53 % [15]. بالمقابل ترتفع قيم التبخر في فصل الصيف إلى حدودها القصوى، ويبلغ معدل التبخر - نتح الكامن السنوي المقدر بواسطة حوض التبخر (نموذج A) في محطة الحسكة نحو 1345 مم/السنة [16].

هيدرولوجياً: يمر بالمحافظة نهر الخابور، وهو أحد روافد نهر الفرات الرئيسية. ينبع نهر الخابور من مدينة رأس العين في الشمال ويتجه جنوباً ماراً بمدينة الحسكة، ليصب في نهر الفرات قرب مدينة دير الزور. تبلغ غزارته المتوسطة 45 - 50 م³/ثا، وكان النهر يوفّر، بالإضافة إلى الآبار الجوفية، مصدراً حيوياً للمياه اللازمة للزراعة والشرب في المحافظة [17]. لكن غزارة النهر تراجعت في السنوات الأخيرة وجفت معظم روافده.

تتنوع الترب في المحافظة وتضم نطاقات من الترب الكستناوية والبنية والبنية الداكنة والبنية الرمادية ونطاق الترب الرمادية (السيرازيومية) ونطاق الترب الصحراوية الجبسية الكربونية [17].

٤. النتائج والمناقشة

٤.١. خصائص الهطولات السنوية في منطقة الدراسة خلال المدة (1958/59 - 2023/24):

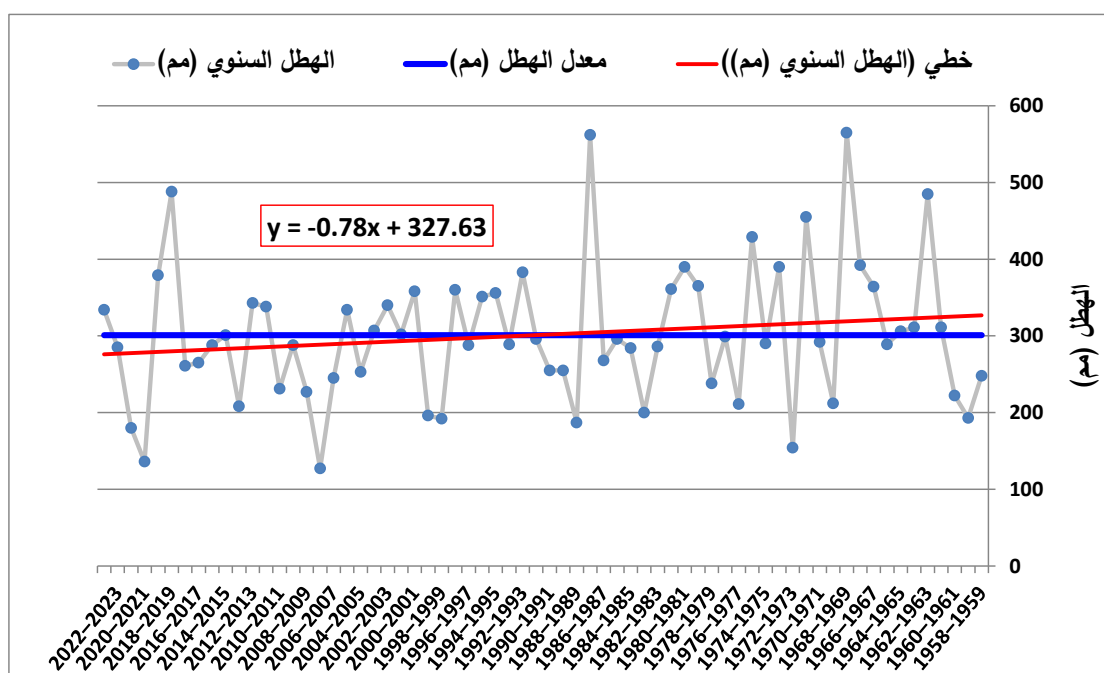
إن تراجع الهطولات وانخفاضها الحاد عن مستوياتها الاعتيادية في منطقة معينة يسبب اختلالات هيدرولوجية خطيرة، تؤثر تأثيراً سلبياً على الزراعة وإنتاجية الأراضي فيها [18]، وعليه تمت دراسة الهطولات السنوية وتحديد اتجاه تغيرها الزمني في منطقة الدراسة.

يظهر الجدول (1) الخصائص الإحصائية للهطل السنوي في الحسكة للمدة (1958/59 - 2023/24).

الجدول (1): الخصائص الإحصائية للهطل السنوي في الحسكة للمدة (1958/59 - 2023/24).

المعدل السنوي (مم)	الانحراف المعياري	معامل التباين (%)	أعلى هطل سنوي (مم)	أدنى هطل سنوي (مم)
301	90	29.9	565	127

بلغ معدل الهطل السنوي في الحسكة خلال المدة المدروسة 301 مم، مع معامل تباين يقارب 30%، مما يشير إلى تقلبية كبيرة في الهطل وتفاوت الكميات الهائلة من عام لآخر. وبلغ أعلى هطل مطري (565) مم في العام الهيدرولوجي (1968-1969) وسُجِّل أدنى هطل مطري (١٢٧) مم في العام (2007-2008). يبين الشكل (3) مسار الهطولات السنوية في الحسكة وتغيراتها حول معدلها السنوي خلال المدة المدروسة، وكذلك الاتجاه العام للهطل خلال تلك المدة.



الشكل (3): تغيرات الهطولات السنوية في الحسكة عن معدلها السنوي والاتجاه العام للهطل خلال المدة (1958/59 - 2023/24).

يظهر الشكل (3) أن الاتجاه العام للهطل يأخذ منحى متناقصاً مع الزمن خلال المدة المدروسة، وهو ما تظهره القيمة السالبة لأمثال X في معادلة خط الاتجاه العام (الشكل 3). وبما أن خط الاتجاه العام يمكن أن يتأثر بالقيم المتطرفة في السلسلة الزمنية لبيانات الهطل السنوي، فجرى استخدام اختبار مان كاندل Mann-Kendall اللامعلمي وطريقة Sen's slope لتحليل اتجاه الهطل السنوي وتحديد معدل تغيراته الزمنية ودلالاتها الإحصائية [19]، ونتائج الاختبار موضحة في الجدول (2).

الجدول (2): نتائج تطبيق اختبار مان كاندل **Manne Kindall** وطريقة **Sen's slope** على بيانات الهطل السنوي في الحسكة خلال المدة (1958/59 - 2023/24).

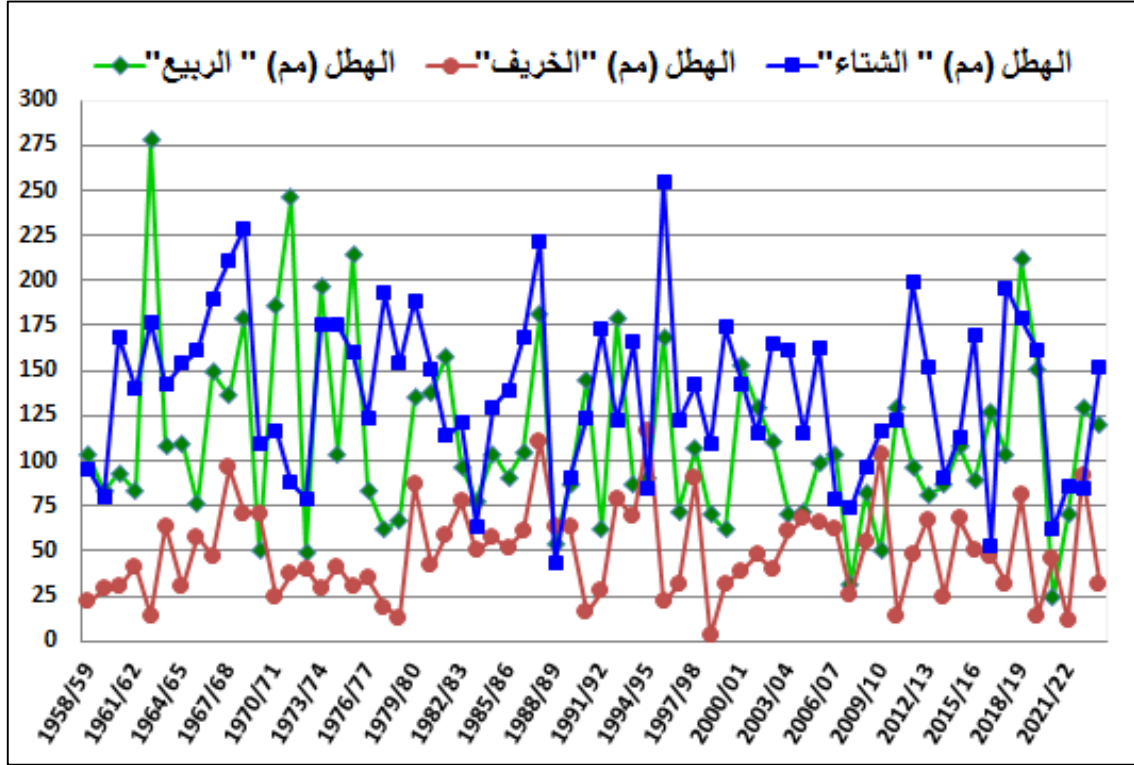
التفسير	القيمة	المعيار
اتجاه تنازلي قوي	-3.12	قيمة إحصائية Manne Kindall (Z)
يوجد انخفاض في الهطل السنوي	- 0.98	اتجاه التغير السنوي ومعدله (مم/سنة)
دلالة إحصائية عالية ($\alpha = 0.01$)	0.0018	قيمة (p-value) والدلالة الإحصائية
ترفض الفرضية الصفرية	99	مستوى الثقة (%)
مقدار الانخفاض خلال ٦٦ عاماً	~64.7 ▼	التغير التراكمي (خلال المدة المدروسة) (مم)

يظهر من الجدول (2) تراجع الهطل السنوي في الحسكة خلال المدة المدروسة، فهناك انخفاض واضح في الهطل السنوي وذو دلالة إحصائية عالية ($p < 0.01$).

٢.١.٤. خصائص الهطولات الفصلية

جرى تحليل الهطولات الفصلية في الحسكة أيضاً خلال المدة (1958/59 - 2023/24). يظهر الشكل (4)

مسار الهطولات الفصلية خلال المدة المدروسة.



الشكل (4): مسار الهطولات الفصلية خلال المدة المدروسة (1958/59 - 2023/24).

ويتبين من الشكل (4) أن هطولات الشتاء والربيع أعلى من هطولات الخريف وهي تتماثل في بعض السنوات وتتداخل في مسارها خلال المدة المدروسة، وفي العديد من السنوات (19 سنة) تجاوزت هطولات الربيع هطولات الشتاء في كميتها كما هو الحال في سنة (1962/63)، ورغم ذلك بقي معدل الهطل في الشتاء أعلى مما هو في الربيع خلال مجمل المدة المدروسة (الجدول ٣). بالمقابل لم تتجاوز هطولات الخريف هطولات الشتاء سوى في ثلاثة أعوام. يجمل الجدول (٣) أبرز الخصائص الإحصائية للهطل الفصلي خلال المدة المدروسة.

الجدول (3): الخصائص الإحصائية للهطولات الفصلية في الحسكة خلال المدة (1958/59 - 2023/٢٤).

الفصل	معدل الهطل الفصلي (مم)	الانحراف المعياري	معامل التباين (%)
خريف	49	26	53
شتاء	138	45	33
ربيع	112	50	45
صيف	3	3	98

يلاحظ من الجدول (3) أن الهطل الفصلي في الحسكة يتوزع خلال العام وفق النمط (شتاء - ربيع - خريف - صيف)، وأن هطولات الشتاء هي الأعلى والأكثر استقراراً، إذ يقابلها أدنى معامل تباين (33%). بينما هطولات الصيف نادرة جداً وهي الأقل والأكثر تقلباً مع الزمن فهي تتباين من عام لآخر بنسبة (98%). وتتعلق كميات الهطل وتوزعه على الفصول ضمن الموسم الماطر بفترات المنخفضات الجوية ومسارها داخل المنطقة [20].

وتحليل كامل السلسلة الزمنية للهطولات الفصلية خلال المدة المدروسة تبين أن فصول الموسم الماطر (الخريف والشتاء والربيع) أبدت تغيرات في الهطل خلال السنوات الأكثر جفافاً كما هو موضح في الجدول (4)، وفي السنوات الأكثر رطوبةً كما يظهر الجدول (5).

الجدول (4): الفصول الأكثر جفافاً وخصائص الهطل فيها خلال المدة (1958/59 - 2023/٢٤).

الفصل	العام الأكثر جفافاً	الهطل الفصلي (مم)	النسبة من المعدل الفصلي (%)	نسبة الانخفاض عن المعدل (%)
خريف	1998/99	٣	٦	94
شتاء	1988/89	43	31	69
ربيع	2020/21	24	21	79

يظهر من الجدول (4) أنه خلال السنوات الأكثر جفافاً شهد فصل الخريف أعلى نسبة انخفاض في هطولاته وذلك خلال العام (1998/99)، يليه الربيع (79%) ثم الشتاء، ويتبين من الجدول أيضاً أن هطولات الشتاء والربيع سجلت أكبر نسبة انخفاض في العام ذاته (2020/21).

الجدول (5): الفصول الأكثر رطوبةً وخصائص الهطل فيها خلال المدة (1958/59 - 2023/٢٤).

الفصل	العام الأكثر مطراً	الهطل الفصلي (مم)	النسبة من المعدل الفصلي (%)	نسبة الزيادة عن المعدل (%)
خريف	1994/95	117	239	139
شتاء	1995/96	255	185	85
ربيع	1962/63	٢٧٨	248	148

يلاحظ من الجدول (5) أن الفصول الأكثر مطراً كانت في سنوات هيدرولوجية مختلفة، ولا يتوافق أي منها مع السنوات المطيرة ذات الهطولات السنوية الأعلى في الحسكة، مما يشير إلى خلل في توزع الهطل خلال الفصل الماطر.

اتجاهات الهطل الفصلي ومعدلات تغيراته الزمنية ودلالاتها الإحصائية

جرى تحليل اتجاهات الهطل الفصلي للفصول الماطرة فقط (الخريف والشتاء والربيع) وتحديد معدلات تغيراتها الزمنية ودلالاتها الإحصائية كما هو موضح في الجدول (6).

الجدول (6): نتائج تطبيق اختبار مان كاندل Manne Kindall وطريقة Sen's slope على السلسلة الزمنية للهطولات الفصلية في الحسكة خلال المدة (1958/59 - 2023/24).

المؤشر	الخريف	الشتاء	الربيع
قيمة إحصائية Manne Kindall (Z)	- 0.68	- 2.01	- 1.89
اتجاه التغير السنوي ومعدله (مم/سنة)	- 0.15 ▼	- 0.76 ▼	- 1.21 ▼
قيمة (p-value)	0.187	0.044	0.039
الدلالة الإحصائية عند ($\alpha=0.05$)	غير معنوي	دال إحصائياً ($p<0.05$)	دال إحصائياً
التغير النسبي (الانخفاض عن المتوسط) (%)	- 16	- 36	- 71
التغير التراكمي خلال كامل فترة المراقبة (مم)	- 8	-50	-80

يظهر من الجدول (6) أن هطولات فصل الخريف أبدت اتجاهًا تنازلياً ضعيفاً وبنسبة تقدر بنحو 1.5 مم/العقد فقط، وهذا يندرج ضمن التقلبية الطبيعية. أما بالنسبة إلى هطولات الشتاء فقد شهدت اتجاهًا تنازلياً ذا دلالة إحصائية، وبمعدل انخفاض 7.6 مم/العقد. كذلك الأمر بالنسبة إلى هطولات الربيع فقد تراجعت هي الأخرى مع الزمن وبمعدل 12 مم/العقد تقريباً، وبما يعادل 80 مم خلال كامل المدة المدروسة، هذا التراجع ذو دلالة إحصائية ($p\text{-value} = 0.039$)

تشير هذه النتائج إلى أن الربيع هو أكثر الفصول تأثراً بالجفاف في الحسكة؛ لأن تراجع هطولاته التراكمي هو الأعلى خلال مجمل المدة المدروسة، ويعادل نحو 71% من معدل هطولاته، يليه الشتاء والذي شهد هو الآخر انخفاضاً كبيراً في الهطولات (50 مم) خلال المدة المدروسة، وهي تعادل نحو 36% من معدل هطل فصل الشتاء خلال تلك المدة. أما الخريف ورغم تقلبات هطولاته فقد أبدى استقراراً نسبياً في الهطل خلال تلك المدة. إن تراجع الهطل المطري في فصل الربيع له تأثير سلبي كبير على الموارد المائية وعلى الزراعة؛ بسبب تأثره على مواعيد الري وكميات المياه المطلوبة للري، وفي منطقة الدراسة يمكن أن يؤدي إلى تدني إنتاجية الحبوب ونوعيتها [2]. كذلك الأمر يؤثر تناقص أمطار الربيع سلباً على إنتاجية النظم البيئية عموماً؛ لأن فترة النشاط الأعظمي للنظم البيئية في مناطق حوض المتوسط تتوافق مع فصل الربيع [21].

تأثير التغيرات المناخية على كميات الهطل وأنماطه في الحسكة

تسارعت وتيرة التغيرات المناخية على مستوى العالم، مع تفاوت انعكاساتها وتأثيراتها بين منطقة جغرافية وأخرى، وتعد منطقة شرق المتوسط ومن ضمنها الأراضي السورية من أكثر المناطق هشاشة لتغير المناخ [5]؛ [6]، حيث تتضافر عوامل عديدة طبيعية وبشرية تتمثل بحساسية النظم البيئية والضغط الديموغرافي والنشاط البشري المكثف. ولرصد التأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية على أنماط الهطل وتوزعه خلال الموسم الماطر في منطقة الدراسة، جرى تقسيم السلاسل الزمنية للهطولات (السنوية والفصلية) للمدة (1958/59 - 2023/24) والتي تشمل 66 سنة هيدرولوجية إلى قسمين؛ أي تحليلها على مدتين متساويتين (33 سنة لكل مدة)، وذلك لمقارنة خصائص وتغيرات الهطل بين المدة الأولى (1958/59 - 1990/91) والمدة الثانية (1991/92 - 2023/24).

أولاً: على المستوى السنوي

يوضح الجدول (7) مقاييس التشتت والخصائص الإحصائية الأساسية للهطولات السنوية في كل من المدينتين المدروستين.

الجدول (7): الخصائص الإحصائية الأساسية للهطولات السنوية في الحسكة في المدينتين (1958/59 - 1990/91) و(1991/92 - 2023/٢٤).

المؤشر	المدة الأولى (١٩٥٩-١٩٩١)	المدة الثانية (١٩٩٢-٢٠٢٤)	التغير النسبي (%)
المتوسط (مم)	314	289	- 8
الوسيط (مم)	292	289	- 1
الانحراف المعياري	102	76	- 26
معامل التباين (%)	33	26	- 21
أعلى قيمة (مم)	565 (1968-1969)	488 (2018-2019)	- 14
أدنى قيمة (مم)	154 (1972-1973)	127 (2007-2008)	- 18

يتبين من الجدول (7) انخفاض الهطل في المدة الثانية، حيث تراجع معدل الهطل السنوي بنسبة 8 % بفعل تراجع كمية الهطل الإجمالية خلال تلك المدة مقارنة بالمدة الأولى. لكن تقلبية الهطل من سنة إلى أخرى تراجعت خلال المدة الثانية بدليل انخفاض الانحراف المعياري ومعامل التباين في المدة الثانية مما يشير إلى تقلص الفروقات ما بين السنوات فيها. كذلك يلاحظ من الجدول أن قيمة المتوسط الحسابي تفوق قيمة الوسيط في المدة الأولى مما يشير إلى أن توزع قيم الهطل السنوي منحرف إلى اليمين ومتأثر بالسنوات المطيرة خلال تلك المدة. بالمقابل إن التطابق بين المتوسط والوسيط في المدة الثانية يعكس تحولاً نحو مناخ أكثر استقراراً ظاهرياً، لكنه في الواقع أكثر جفافاً بدليل انخفاض معدل الهطل للمدة الثانية بنسبة 8 %، وكذلك غياب السنوات المطيرة المميزة في المدة الثانية، بينما استمر حدوث الجفاف الشديد في المدة الثانية، ففي عام (2007/08) لم يسجل سوى (١٢٧ مم). وهذا يشير إلى تغير مناخي في أنماط الهطل في الحسكة بين مدتي المقارنة، تمثل في تقلص الهطل السنوي الأعظمي خلال المدة الثانية، وقابله ازدياد تدني الهطل السنوي خلالها. هذه النتائج تتوافق مع نتائج دراسات أخرى أجريت في مناطق أخرى من سورية وشرق المتوسط أظهرت تحول مناخ المنطقة نحو الجفاف وارتباط ذلك بالتسخين العام والتغيرات المناخية [7]؛ [22]؛ [23].

ولتحديد إذا كانت الفروقات بين المدينتين معنوية، طُبِق اختبار t -test باستخدام حزمة SPSS لتقييم دلالة الفروق بين متوسطي الهطل السنوي في مدتي الدراسة عند مستوى دلالة ($\alpha=0.05$)، فبلغت قيمة t المحسوبة (3.28) وهي أكبر من قيمة t الجدولية (± 1.99)، وعليه تبين أن الفرق بين متوسطي الهطل السنوي في المدينتين (٢٥ مم) معنوي فالفروقات ذات دلالة إحصائية عالية (p -value=0.0016).

طُبِق أيضاً اختبار مان كاندل Mann-Kendall وطريقة Sen's slope لتحليل اتجاه الهطل السنوي وتحديد معدل تغيراته الزمنية في كل مدة من مدتي الدراسة، ومقارنة النتائج بينهما (الجدول 8)، وذلك لتبيان التأثير المحتمل للتغير المناخي الذي ازداد حدة في مناطق شتى من العالم في العقود الثلاثة الأخيرة.

الجدول (8): نتائج تطبيق اختبار مان كاندل Manne Kindall وطريقة Sen's slope للهطولات السنوية في الحسكة في المدينتين (1958/59 - 1990/91) و(1991/92 - 2023/24).

المدة (2024-1992)	المدة (1991-1958)	المعيار
- 1.11	0.09	قيمة إحصائية Manne Kindall (Z)
- 1.92	- 0.18	اتجاه التغير السنوي ومعدله (مم/سنة)
0.04 (معنوي)	0.93 (غير معنوي)	قيمة (p-value) والدلالة الإحصائية عند ($\alpha=0.05$)
- 21.3%	+0.6%	التغير النسبي (الانخفاض عن المتوسط) (%)
- 63.36	- 5.94	التغير التراكمي (خلال كامل المدة) (مم)

بحسب النتائج المبينة في الجدول (8) بلغ معدل انخفاض الهطل السنوي في الحسكة خلال المدة الأولى (1958-1991) نحو 0.18 - مم/السنة، وهي قيمة منخفضة جداً وندرج ضمن التقلبات الطبيعية للهطل. أما معدل انخفاض الهطل السنوي خلال المدة الثانية (1992-2024) فبلغ 1.92 - بزيادة تفوق عشرة أضعاف مثيله في المدة الأولى، مما يشير إلى انخفاض حديث متسارع في الهطولات ضمن منطقة الدراسة، وهذا الانخفاض يمكن أن يكون مرتبطاً بتغير المناخ الإقليمي [7].

ثانياً: على المستوى الفصلي

يبين الجدول (9) الخصائص الإحصائية الأساسية للهطولات الفصلية في كل من المدينتين المدروستين وذلك لفصول الموسم الماطر. ويعرض الجدول أيضاً نتائج تطبيق اختبار t-test عند مستوى دلالة ($\alpha=0.05$) لاختبار الدلالة الإحصائية للفروقات بين متوسطي الهطل الفصلي في المدينتين.

الجدول (9): الخصائص الإحصائية الأساسية للهطولات الفصلية في الحسكة ونتائج تحليل التباين لتقييم الفروقات ما بين المدينتين (1958/59 - 1990/91) و(1991/92 - 2023/24).

الفصل	المؤشر	المدة الأولى (1959-1991)	المدة الثانية (1992-2024)	التغير النسبي (%)	الدلالة الإحصائية لفروقات المتوسط
الخريف	المتوسط (مم)	48	51	+ 6	غير معنوية
	الوسيط (مم)	42	48	+ 14	
	الانحراف المعياري	24	28	+ 17	
	معامل التباين (%)	50.4	54.9	+ 9	
	أعلى قيمة (مم)	111 (1987/88)	117 (1994/95)	+ 5	
	أدنى قيمة (مم)	13 (1978/79)	3 (1998/99)	- 77	
الشتاء	المتوسط (مم)	142	133	- 6	غير معنوية
	الوسيط (مم)	142	123	- 13	
	الانحراف المعياري	46	45	- 2	
	معامل التباين (%)	32.3	33.9	+ 5	
	أعلى قيمة (مم)	229 (1968/69)	255 (1995/96)	+ 11	
	أدنى قيمة (مم)	43 (1988/89)	53 (2016/17)	+ 23	
الربيع	المتوسط (مم)	122	101	- 17	معنوية
	الوسيط (مم)	104	97	- 7	
	الانحراف المعياري	56	41	- 27	

	- 12	40.2	45.9	معامل التباين (%)
	- 24	212.0 (2018/19)	278.0 (1962/63)	أعلى قيمة (مم)
	- 51	24.0 (2020/21)	49.0 (1972/73)	أدنى قيمة (مم)

يتبين من الجدول (9) أن توزع الهطل الفصلي في الحسكة خلال العام لم يتغير وبقي وفق النمط (شتاء - ربيع - خريف - صيف)، وأن هطولات الشتاء بقيت الأعلى والأكثر استقراراً خلال مدّتي المقارنة لأن معامل تباين الهطولات الشتوية هو الأدنى مقارنةً بالفصول الأخرى.

أظهرت المقارنة أيضاً زيادة هطولات الخريف في المدّة الثانية لكن هذه الزيادة غير معنوية، ورغم تراجع أمطار الشتاء في المدّة الثانية، إلا أن هذا التراجع يندرج ضمن نطاق التقلب الطبيعي وغير ذي دلالة إحصائية، فالتغير النسبي لمتوسطات الهطل في الخريف والشتاء بلغ على الترتيب (+6%، -6%)، لكن هذه القيم تندرج ضمن التقلبية الطبيعية للمناخ في المنطقة. أما الربيع فقد كان الفصل الأكثر تأثراً حيث تراجع متوسط الهطل فيه بنسبة تعادل (17%) وهي الأعلى بين الفصول مما يشير إلى تأثره بالتغير المناخي. يظهر الجدول (9) أيضاً أن تقلبات الأمطار الخريفية هي الأعلى بين الفصول وذلك في المدّتين المدروستين.

٥. الاستنتاجات والمقترحات

• الاستنتاجات:

- أتاحت هذه الدراسة تقييم الهطولات في الحسكة، وتحديد خصائصها وتغيراتها الزمنية خلال مدّة زمنية تزيد على ستة عقود (66 سنة)، وخلصت إلى الاستنتاجات الرئيسة الآتية:
 - أظهرت نتائج تحليل السلاسل الزمنية للهطولات السنوية في الحسكة وجود اتجاه واضح نحو تناقص معدلاتها خلال المدّة المدروسة، وهي فترة تقارب الدوريتين المناخيتين، مما يشير إلى انزياح مناخ منطقة الدراسة نحو ظروف هيدرولوجية أكثر جفافاً.
 - أبدت هطولات الخريف تقلبات عالية من دون نمط واضح، فمع أن قيمها تراوحت بين 3 مم و 117 مم خلال المدّة المدروسة، لكن معدل تغيرها لم يكن ذا دلالة إحصائية. إن تراجع هطولات الخريف بنسبة تعادل 16% من معدلها بين بداية المدّة المدروسة ونهايتها يمثل تهديداً للزراعة البعلية في منطقة الدراسة.
 - تراجعت هطولات الشتاء بنسبة 36% وهذا التراجع يؤثر سلباً على المخزون المائي في منطقة الدراسة بسبب انخفاض تغذية المياه الجوفية التي تعتمد اعتماداً رئيساً على الهطولات الشتوية.
 - إن فصل الربيع هو الفصل الأكثر تأثراً بالتغير المناخي في الحسكة، والانخفاض الملحوظ في هطولات الربيع (71% مقارنة بمتوسط الهطل لهذا الفصل) خلال مجمل المدّة المدروسة (٦٦ عاماً)، سيتسبب في زيادة الطلب على مياه الري وبالتالي الضغط على الموارد المائية خلال هذا الفصل.
 - أظهر تقييم التأثير المحتمل للتغيرات المناخية على أنماط الهطل في الحسكة من خلال مقارنة خصائص وتغيرات الهطل بين المدّتين (1958/59 - 1990/91) و(1991/92 - 2023/٢٤) عدة مؤشرات ومظاهر للتغير المناخي في منطقة الدراسة فيما يخص الهطولات السنوية والفصلية، أبرزها:
 - إن التراجع في الهطل السنوي خلال المدّة الثانية ذو دلالة إحصائية كبيرة؛ فهو ليس عشوائياً بل مرتبط بتحول مناخي.
 - وجود تراجع دال إحصائياً في هطولات الربيع بين المدّتين، بينما كانت تغيرات

- الفصول الأخرى غير ذات دلالة إحصائية خلال المدى الزمني المدروس.
- إن هطولات الربيع هي الأكثر تأثراً بالتغير المناخي؛ فالانخفاض الكبير في متوسط الهطل لهذا الفصل في المدّة الثانية (-17%) ذو دلالة إحصائية، مما يؤثر على الزراعة والري. يمكن أن يعزى تراجع الأمطار الربيعية إلى تحول الأنظمة الجوية في منطقة شرق المتوسط وتأخر وصول المنخفضات المتوسطة.
 - كانت تغيرات هطولات الخريف والشتاء غير ذات دلالة إحصائية وهي تتدرج ضمن التقبيلة الطبيعية للمناخ في المنطقة.
 - إن أمطار الشتاء هي الأكثر استقراراً، بالمقابل تعد تقلبات الأمطار الخريفية الأعلى بين الفصول وذلك في المدّتين المدروستين.

• المقترحات

- الحد من الزراعات البعلية في منطقة الدراسة لمواجهة العواقب السلبية لتقلب الهطولات الخريفية وتراجع الهطولات الربيعية، وزيادة كفاءة أنظمة الري لاستخدام الموارد المائية المتاحة بالشكل الأمثل وتأمين احتياجات الزراعات المروية.
- دراسة تأثير التغير في كميات الهطل وأنماطه على المزروعات من حيث كمية الإنتاج ونوعيته، وخاصة المحاصيل الإستراتيجية، وكذلك على النظم البيئية في منطقة الدراسة.
- إجراء دراسات مماثلة في مواقع أخرى من منطقة الجزيرة السورية واستخدام نتائجها، مع نتائج هذه الدراسة، لتقييم التغيرات المكانية للهطولات في منطقة الجزيرة السورية وتأثير التغيرات المناخية على التوزيع المكاني للهطل وأنماطه على مقاييس زمنية ومكانية مختلفة.
- دراسة أثر التغيرات المناخية على النظم البيئية والمجتمعات المحلية في منطقة الدراسة.

٦. المراجع

- [1]- DAI, A. (2011). "Drought under global warming: A review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 2 (1): 45-65.
- [2]- سكاف، ميشيل؛ مثبوت، شفا (2010). *تغيرات الهطل في منطقة الجزيرة السورية وآثارها الكامنة في الغطاء النباتي وإنتاجية المزروعات. المجلة العربية للبيئات الجافة، المجلد (3)، العدد (2): 71-78.*
- [3]- العس، فراس (٢٠٢١). *التغيرية المطرية واحتمالات التساقط والثبات في محافظة بعلبك الهرمل. أوراق ثقافية، مجلة الآداب والعلوم الإنسانية العدد ١٢، لبنان*

[4]- RADWAN, N., HALDER, B., AHMED, M. F., REFADAH, S. S., KHAN, M. Y. A., SCHOLZ, M., SAMMEN, S. S., & PANDE, C. B. (2025). *Seasonal Precipitation and Anomaly Analysis in Middle East Asian Countries Using Google Earth Engine. Water, 17(10), 1475. https://doi.org/10.3390/w17101475*

[5]- NOTO, L., CIPOLLA, G., & FRANCIANE, A., & PUMO, D., (2023). *Climate Change in the Mediterranean Basin (Part I): Induced Alterations on Climate Forcings and Hydrological Processes. Water Resources Management. 37 (6): 2287-2305.*

- [6] - قره فلاح، رياض؛ وخدام، رشا (٢٠٢٢). اتجاهات الهطل في البادية السورية خلال المدة ١٩٧٠-٢٠٢٠. المجلة السورية للبحوث الزراعية. المجلد 11(1): 344-355.
- [7]- Kelley, C.P., Mohtadi, S., Cane, M.A., Seager, R., & Kushnir, Y., (2015). *Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought*, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. vol. 112 (11): 3241-3246, <https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112>.
- [8] - صقر، ابراهيم؛ ججاج، محسن وأسعد، منافع، (٢٠١٢). إنتاج القمح وانعكاساته على تحقيق الأمن الغذائي في سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (٣٤): العدد (١): ١٥١-١٦٩.
- [9]- سكاف، ميشيل؛ مثبت، شفا (2010). تحليل الجفاف في منطقة الجزيرة السورية باستخدام مؤشر الأمطار القياسي *Standardized Precipitation Index (SPI)*. المجلة العربية للبيئات الجافة، المجلد (3)، العدد (1): 98-104.
- [10]- منصة قاعدة البيانات المناخية العالمية "Climateengine" (2025) - مرجع الكتروني، متاح على الرابط: <https://www.climateengine.org/> ، تاريخ المطالعة ١١/٥/2025.
- [11]- برنامج MAKESENS-1-0، إعداد المعهد الفنلندي للأرصاد الجوية لتحليل الاتجاه في البيانات المناخية والبيئية وتقدير الاتجاهات في السلاسل الزمنية للمتغيرات الخاصة بالغطاء الجوي، وهو عبارة عن قالب EXCEL تمت برمجته بواسطة Microsoft Visual Basic. أحد إصدارات البرنامج متاح مجاناً على الرابط: https://www.researchgate.net/publication/259357211_MAKESENS_20_betaxls
- [12]- MITCHELL, J.M.; DZERDZEEVSKII, B.; FLOHN, H. (1966). *Climate Change*, 79th ed.; World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland.
- [13]- المكتب المركزي للإحصاء، دمشق، مرجع الكتروني، متاح على الرابط: http://cbssyr.sy/Syria_in_figure/Moh_08/Introduction_08.htm
- [14] - الموقع الالكتروني لهيئة الاستثمار السورية، الخارطة الاستثمارية، مرجع الكتروني متاح على الرابط: [/https://sia.gov.sy/cities/%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%B3%D9%83%D8%A9](https://sia.gov.sy/cities/%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%B3%D9%83%D8%A9) تاريخ المطالعة 12/7/2025.
- [15] - عبد السلام، عادل؛ الشيخ، محمد اسماعيل وحليمة، عبد الكريم (٢٠٠٤). الجغرافية الطبيعية لسورية، منشورات جامعة تشرين، ٤٢٤ ص.
- [16] - جلب، أدهم؛ اسبر، يارا (2009). تقدير التبخر - نتح الكامن (ETP) في حماه والحسكة وادلب. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31): العدد (2): 95-١١٢.

[17]- الموسوعة العربية (2003) قسم التاريخ والجغرافية والآثار، المجلد الثامن، طبعة 2003، دمشق. متاحة إلكترونياً على الرابط: <https://www.arab-ency.com.sy/overview/10320>، تاريخ المطالعة 15/7/2025.

[18]- HAYES, M.J. (2006). *Drought Indices, Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, John Wiley & Sons, Inc.*, doi:10.1002/0471743984.vse8593, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471743984.vse8593/abstract;jsessionid=C A39E5A4F67AA81580F505CBB07D2424.f01t04>.

[19]- AGARWAL, S., SUCHITHRA, A. & SINGH, S. P. (2021). *Analysis and interpretation of rainfall trend using Mann-Kendall's and Sen's slope method. Indian Journal of Ecology* 48 (2), 453–457

[20]- MARIOTTI, A.; DELL'AQUILLA, A. (2011). *Decadal climate variability in the Mediterranean region: Roles of large-scale forcings and regional processes. Climate Dyn.*, Vol. 38 (5-6): 1129-1145.

[21]- CHEN, T.; WERF, G. R.; JEU, R. A. M.; WANG, G.; AND DOLMAN, A. J. (2013). *A global analysis of the impact of drought on net primary productivity, Hydrol. Earth Syst. Sc.*, Vol. 17: 3885–3894.

[22] - سكاف، ميشيل و صقر، رنا (٢٠١٥). *تغير خصائص الهطل الفصلية والسنوية في المنطقة الساحلية من سورية. خلال المدة 1960-2010. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37): العدد (2): 217-232*

[23]- LIONELLO, P., & SCARASCIA, L. (2018). *The relation between climate change in the Mediterranean region and global warming. Regional Environmental Change*, 18: 1481-1493.