

مؤشر القحولة العالمي دراسة تطبيقية على منطقة عسير بالمملكة العربية
السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د. منى سالم الحربي

أستاذ مشارك - برنامج نظم المعلومات الجغرافية - قسم العلوم الفيزيائية - كلية العلوم - جامعة جدة

msalharbe@uj.edu.sa

**The Global Aridity Index is an applied study on the Asir
region in Saudi Arabia using geographic information
systems**

Dr. Mona Salem Al-Harbi

Associate Professor

Geographic Information Systems program - Department of Physical Sciences -
College of Science - University of Jeddah - Saudi Arabia - Makkah Al-Mukarramah
Region - Jeddah City

Email: msalharbe@uj.edu.sa

الملخص:

هدفت الدراسة إلى توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تحديد نوع الجفاف في منطقة عسير. من خلال دراسة بعض خصائص العناصر المناخية (درجة الحرارة - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية) والتي تعتبر ذات العلاقة بدراسة تصنيف الجفاف بمنطقة الدراسة، وكذلك توظيف نظم المعلومات الجغرافية في دراسة توزيع الجفاف في منطقة عسير باستخدام مؤشر القحولة العالمي Global Aridity Index. اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي والمنهج الإقليمي والمنهج الوصفي الكمي واتبعت الأسلوبين الخرائطي والإحصائي لتحقيق أهداف البحث. وارتكزت بيانات الدراسة على قاعدة البيانات العالمية لمؤشر القحولة والتبخر النتح المحتمل بدقة (30 ثانية) على مستوى العالم، بالإضافة إلى بيانات الأرصاد الجوية لمحطتي (أبها وبيشة) الواقعتين في منطقة الدراسة خلال الفترة من (1970-2022م). وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج ومنها، وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية في محطتي منطقة الدراسة، فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت الرطوبة النسبية والعكس صحيح، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى معنوية (0.01). كما توصلت الدراسة إلى أن منطقة الدراسة وفق مؤشر القحولة العالمي تنقسم إلى تصنيفين مناخيين هما: الإقليم الجاف (القاحل)، والإقليم شبه الجاف (شبه القاحل). وتوصي الدراسة إلى الاستفادة من البيانات المناخية المستخلصة من المرئيات الفضائية في الدراسات المناخية كونها تعطي فكرة واضحة عن التصنيف المناخي للمنطقة.

الكلمات المفتاحية:

مؤشر القحولة العالمي - نظم المعلومات الجغرافية - نموذج الارتفاع الرقمي - الجفاف - قاعدة البيانات

Abstract :

The study aimed to employ geographic information systems to determine the type of drought in the Asir region. By studying some characteristics of the climatic elements (temperature - rainfall - relative humidity), which are considered relevant to studying the classification of drought in the study area, as well as employing geographic information systems in studying the distribution of drought in the Asir region using the Global Aridity Index. The study relied on The inductive approach, the regional approach, and the quantitative descriptive approach and followed the cartographic and statistical methods to achieve the research objectives. The study data was based on the global database of the aridity index and potential evaporation-transpiration index with an accuracy of (30 seconds) at the world level, in addition to meteorological data for the stations (Abha and Bisha) located in the study area during the period from (1970-2022 AD). The study reached a number of results, including the existence of a strong inverse correlation between temperature and relative humidity at the two stations in the study area. The higher the temperature, the lower the relative humidity and vice versa. This relationship is statistically significant at a significance level (0.01). The study also found that the study area, according to the Global Aridity Index, is divided into two climate classifications: the dry region (arid) and the semi-arid region (semi-arid). The study recommends making use of climate data extracted from satellite images in climate studies, as they give a clear idea of the climate classification of the region.

key words:

Global Aridity Index - Geographic Information Systems - Digital Elevation Model – Drought- Database

المقدمة

يعتبر المناخ من العوامل الأساسية التي تخلق سمات البيئة الجافة، وذلك من خلال تحكمها في الكيفية التي تتباين بها ظاهرات سطح الأرض والنبات والحيوان والتربة وأساليب الحياة ودرجة اختلافها عن مثيلاتها في المناطق الرطبة من سطح الأرض.

وشهدت الجزيرة العربية عدة أحداث مناخية كانت بدايتها منذ مليون سنة مضت (خلال البليستوسين) حتى وصل المناخ إلى ما هو عليه الآن من الجفاف، وقد كان قبل ذلك مناخًا رطبًا. وعلى أية حال لم يكن الجفاف حادًا كما هو عليه الآن، إلا أن بعض العلماء يرون أن زيادة حدة الجفاف في الصحاري العربية يعزى إلى سوء استعمال الإنسان لبيئته المتمثل في قطع الأشجار وصيد الحيوانات، مما كان له أكبر الأثر في حدة الوجه الصحراوي الجاف للمملكة (العباد، 2008م، ص 31-33).

وتتأثر المناطق الجافة وشبه الجافة أكثر من غيرها من المناطق في حساسيتها وسرعة استجابتها للتغيرات الطبيعية التي قد تنشأ بها. ويعد الجفاف كارثة بيئية تحل بالإنسان من خلال العجز الناتج في تلبية احتياجاته من الماء والغذاء، خاصة في المناطق التي يعتمد سكانها بالدرجة الأولى على الزراعة وتربية الحيوان لقحولة الأرض التي تتولد منها (موسى، 2017م، ص 183).

وتتعدد تعريف وتحديد الأقاليم الجافة بين الباحثين، ومعظم التعريفات المناخية تعتمد على العلاقة القائمة بين عنصري الحرارة والأمطار في تحديد الأقاليم الجافة وغيرها من الأقاليم المناخية ومنها تعريف بنك (Penck, 1910) وكوبن (Koppen, 1918) لانغ (Lang) ودي مارتون (De Martonne, 1927) (سلامة، 2009م، ص 36). كما يرتبط الجفاف عادة بحدوث نقصان في المطر وزيادة في التبخر والتح Evapotrans Piration وينعكس ذلك بطبيعة الحال في تدهور التربة وتعرضها لعمليات التعرية بفعل الرياح التي عادة ما تنشط عندما يحل الجفاف. وفي الواقع فإن زيادة الجفاف تؤدي بدورها إلى حدوث تدهور في الإنتاجية الزراعية في دول نامية عديدة؛ مما يعرض أمنها الاقتصادي والسياسي لعدم الاستقرار، وخاصة أنها - لسوء الحظ - تعاني أساسًا من عدم توازن بين الإنتاج من جانب والزيادة السكانية من جانب آخر (محسوب، 2015م، ص 91).

وقد استخدمت (UNESCO, FAO) عند وضع خارطة ترب العالم معيارًا كميًا لتمييز المناطق الجافة وهو قرينة القحولة المناخية الحيوية. والقحولة تعكس عجزًا مطريًا مستمرًا؛ لكنها مرتبطة أيضًا بمعطيات مناخية أخرى نوعية: تشميس شديد، درجات حرارة مرتفعة، رطوبة هواء ضعيفة، تبخر مياه متواصل بالرشح (جبور، 2003م، ص 32).

وهناك عدة نماذج مستخدمة لتقييم التغيرات المتوقعة في الجفاف ومنها مؤشر القحولة (AL) والذي يعرف الجفاف على أنه نسبة التبخر المحتمل إلى هطول الأمطار (Greve, 2019, p1).

وتوفر مؤشرات الجفاف مقياسًا لتوافر الرطوبة لنمو محصول مرجعي محتمل أو أنواع نباتات محددة أخرى. تسمح ملخصات مفهوم مؤشرات الجفاف في رقم واحد بإجراء مقارنات مكانية وزمانية، وتوفر خط أساس مهم لقياس تأثيرات التغير المناخي وتوقعها. ويعكس مؤشر الجفاف تبادلات الطاقة والمياه بين سطح الأرض والغلاف الجوي، ويمكن استخدام تغيره كمدخل لمجموعة متنوعة من صنع القرارات التشغيلية، مثل الري وإدارة المحاصيل، وكذلك التنبؤ بآمط الجفاف والفيضانات، مما يجعله ذا أهمية كبرى بالنسبة للإنتاج الزراعي وإدارة المياه (Zomerm 2022, p1).

ويتسبب الجفاف في آثار خطيرة في العديد من القطاعات الأساسية، مثل الزراعة والاقتصاد والصحة والطاقة، لذلك فإن تحديد الجفاف وندرة المياه ورصد وإدارة وتخطيط الجفاف واتخاذ تدابير مبكرة هي قضايا مهمة يجب أن تضع في عين الاعتبار عند إعداد الخطط التنموية في البلدان، لا سيما بيئتنا ذات المصادر المحدودة للمياه العذبة. ولقد أوصت دراسة (آل مشيط، 2020م) لمواجهة تأثير ظاهرة الجفاف إلى حماية الغطاء النباتي الطبيعي والعمل على توسيع مساحاته بإنشاء مناطق محمية للحفاظ على مياه الأمطار وتقليل تأثير عملية التبخر السريع. فالنظم البيئية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة أصبحت غير قادرة على مقاومة النشاط البشري بمختلف صورته المؤثرة على عناصرها الحيوية كالغطاء النباتي وخصوبة التربة وارتفاع وتيرة وتكرارية حدوث السيول والفيضانات بمخاطرها البيئية.

وفرضت تحديات القرن الحادي والعشرين ضرورة استخدام نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات والمرئيات الفضائية لوضع الخطط واتخاذ القرارات عما كانت تحظى به في الوقت الماضي. فكون أغلب دول العالم تتسابق نحو الوصول إلى مجتمع معرفي تلعب فيه التقنية دورًا بارزًا، فإن ذلك يستوجب توفير كافة الإمكانيات التي تهيئ للبشرية استخدام التقنيات الحديثة، وجعلها متاحة لجميع المهتمين في كافة المجالات. وتظهر جهود المملكة العربية السعودية في مواجهة الجفاف والتغيرات المناخية من خلال إطلاق سمو ولي العهد رئيس مجلس الوزراء صاحب السمو الملكي الأمير محمد بن سلمان "مبادرتي السعودية الخضراء والشرق الأوسط الأخضر".

الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات المناخية موضوع الجفاف من خلال تطبيق عدد من مؤشرات الجفاف والتي هي عبارة عن مؤشرات رقمية الهدف منها توضيح درجة تناقص المياه وشحنتها في أي مكان في العالم.

دراسة الرحيلي (2015م) بعنوان استخدام تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة الجفاف وأثره على النبات الطبيعي في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية. سعت الدراسة إلى استخدام تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة الجفاف خلال الفترة من (1984-2013م) في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية، وتحديد أكثر وأقل المناطق تعرضاً للجفاف، مع الكشف عن أثر الجفاف على الغطاء النباتي باستخدام مؤشرات الجفاف النباتية الطيفية. وتوصلت الدراسة إلى أن منطقة الدراسة تعرضت للجفاف في بعض الأعوام بشكل كبير؛ مما أدى إلى تدهور الغطاء النباتي بها والقضاء عليه.

دراسة شعبان (2021م) بعنوان الموازنة المائية المناخية في شرق منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. هدفت الدراسة إلى عدة أهداف ومنها التعرف على الموازنة المائية في شرق عسير سواء بالعجز أو بالفائض المائي، وتحديد أكثر المناطق مطراً في منطقة الدراسة. وتوصلت إلى أن العجز المائي يزداد كلما اتجهنا شمال منطقة الدراسة على عكس المناطق الجنوبية.

دراسة شنيشل ولهمود (2022م) الكشف عن أنماط الجفاف باستخدام الاستشعار عن بعد والقرائن الطيفية في محافظة ذي قار للمدة (1987-2020م). هدفت الدراسة إلى تحليل أنماط الجفاف بدلالة المؤشرات الطيفية في محافظة ذي قار. وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج ومنها، أن المحطات الفضائية إلى جانب محطات الأنواء الأرضية لها دور مميز في الكشف عن أنماط الجفاف التفصيلي للمنطقة من خلال إيجاد التباين في الخصائص المناخية لكل محطة؛ مما انعكس ذلك على التباين في مظاهر الجفاف.

دراسة عنصر وآل سليمان (2022م) بعنوان التحليل المكاني للجفاف وأثره على جبال السروات (منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية). هدفت الدراسة إلى إبراز الخصائص الطبيعية لجبال السروات بمنطقة عسير بالمملكة العربية السعودية لتحديد اتجاه عنصري الأمطار والحرارة من خلال تحليل بيانات ثلاث محطات رصد جوي للفترة من (1983-2017م). وتوصلت الدراسة إلى إثبات تراجع الأمطار وتزايد الحرارة ابتداء من سنة (1999م)؛ مما أدى إلى نزعة نحو تجفيف المنطقة.

دراسة الجصاني وحسين (2023م) حساب قيم الجفاف في العراق (باستخدام المعادلات المناخية). هدفت الدراسة إلى التعرف على أكثر العناصر المناخية تأثيراً على الجفاف في العراق. وتناولت الدراسة نمذجة عدة معادلات لقياس الجفاف في أقسام العراق الشمالية والوسطى والجنوبية، أبرزها معامل لانج (Lang) ومعامل ديمارتون (Demarton) ومعامل ثورنثويت (Thorntwaite). وتوصلت الدراسة إلى أن معدلات درجات الحرارة والرطوبة النسبية ومقادير التبخر ذو تأثير واضح في الجفاف.

مشكلة الدراسة وأهميتها

يُوجد المناخ السائد في الإقليم وخاصة الجافة وشبه الجافة ضغوطاً وتحديات في استخدام الأرض؛ مما يستوجب اتباع سياسات تنموية لها. ولذلك فإن مفهوم الجفاف يعد مفهوماً معقداً ويتطلب تقييماً شاملاً للمتغيرات الهيدرولوجية لوصف أو فهم التغيرات المتوقعة بشكل واضح. ومن المناهج المستخدمة على نطاق واسع لتقييم الوضع والتغيرات في الجفاف هو مؤشر القحولة العالمي، والمعروف بأنه النسبة بين هطول الأمطار والتبخر النتحي المحتمل. فلم يعد الكشف عن الجفاف وصوره يقتصر على محطات الأرصاد الجوية إذ أصبح بالإمكان الاعتماد على الرصد الفضائي، وذلك مع التقدم التطور في أدوات الرصد والقياس خاصة مع تقدم أنظمة الحاسوب وظهور برامج مساعدة لإجراء التحليلات المتعلقة بذلك، وتوفر البيانات بشكل مجاني في العديد من المنصات على شبكة الإنترنت.

ونتيجة لما يترتب على الجفاف بشكل عام من أضرار على البيئة النباتية والحيوانية والاقتصادية، تظهر أهمية إجراء دراسة تطبيقية في تصنيف المنطقة من حيث الجفاف بالاعتماد على توظيف نظم المعلومات الجغرافية بالمنصات المتاحة بشكل مجاني على الإنترنت. فكما هو معروف فإن منطقة عسير تعد من المناطق الهامة في المملكة العربية السعودية من الناحية الاقتصادية حيث تعد من الوجهات السياحية المميزة بغطائها النباتي وإنتاجها الزراعي، لذا فإن هذه الدراسة تهم في تصنيف حالة الجفاف في كونه سمة دائمة للمناخ في المناطق التي يعد هطول الأمطار فيها منخفضاً ومنها بيئة المملكة العربية السعودية وذلك لتحديد نوعه باستخدام مؤشر القحولة العالمي كدراسة تطبيقية على منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية.

الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تحديد نوع الجفاف في منطقة عسير. ويتحقق أهداف البحث بالآتي:

1- دراسة بعض خصائص العناصر المناخية (درجة الحرارة - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية) والتي تعتبر ذات العلاقة بدراسة تصنيف الجفاف بمنطقة الدراسة.

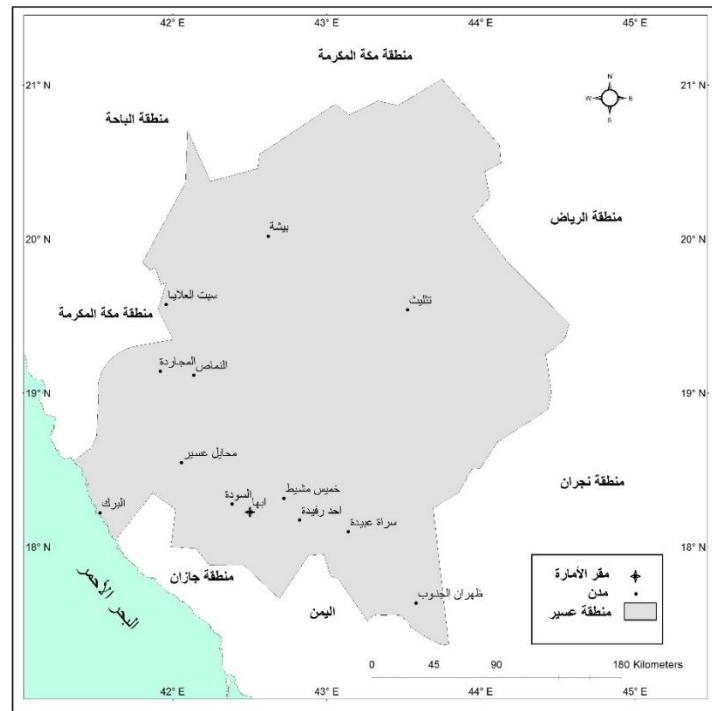
2- توظيف نظم المعلومات الجغرافية في دراسة توزيع الجفاف في منطقة عسير باستخدام مؤشر القحولة العالمي Global Aridity Index.

منطقة الدراسة

تبلغ مساحة منطقة عسير (81.000 كيلومتر) ومقر إماراتها مدينة أبها. وتمتد منطقة عسير في جنوب غرب المملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض 25° 17' و 21° 28' شمالاً وخطي طول 41° 28' إلى

45 44 شرقاً. وتمتد منطقة الدراسة (شكل: 1) من حدود وادي الدواسر في منطقة الرياض شمالاً إلى محافظة رنية بمنطقة مكة المكرمة، وصولاً إلى منطقة الباحة ومنطقة مكة المكرمة، ومن حدود محافظات (الدرب والشقيق وبيش) في منطقة جازان بالجنوب الغربي إلى حدود اليمن من جهة الجنوب الشرقي، أما من الشرق فتحدها منطقة نجران، ومن الغرب محافظة القنفذة التابعة لمنطقة مكة المكرمة وجزء من ساحل البحر الأحمر.

شكل:1 منطقة الدراسة



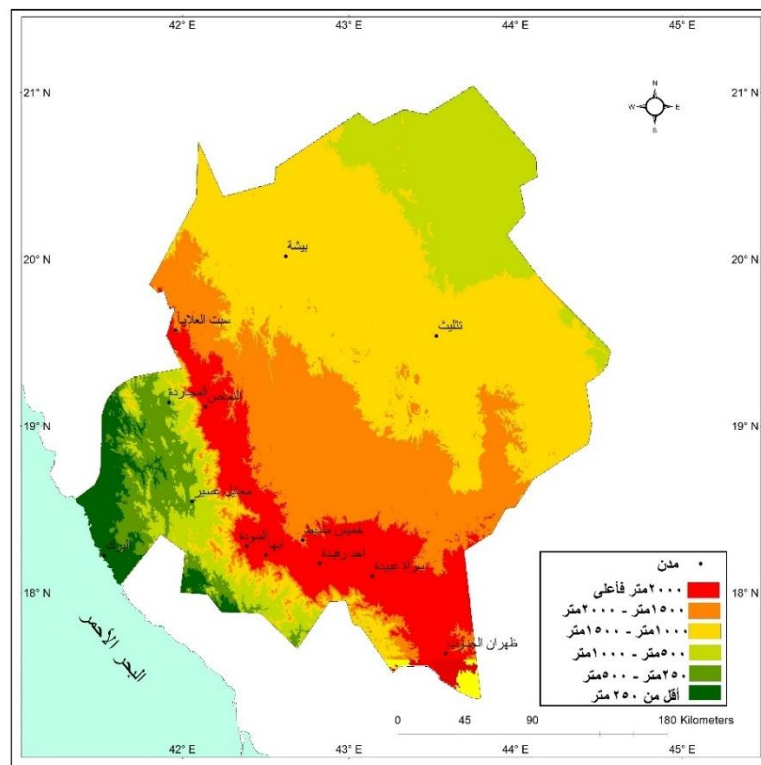
من اعداد الباحثة: عمل الباحثة بتصريف عن خريطة المناطق الإدارية لمملكة العربية السعودية، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، 2013م، جدة.

أما من الناحية التضاريسية فنجد أن السمات التضاريسية التي تميزت بها أشكال ومظاهر السطح في المملكة العربية السعودية؛ كانت نتاج حركات أرضية رأسية وأفقية، تعرضت لها خلال العصور الجيولوجية، ونتاج ظروف مناخية مختلفة مرت بها خلال أدوار مطيرة وأدوار جافة؛ شكلت في النهاية المظاهر التضاريسية للمملكة العربية السعودية التي نشاهدها اليوم (النشوان، 1438هـ، ص45).

وتتميز منطقة عسير بتباين تضاريسها (شكل:2) حيث يقع إلى الغرب من منطقة الدراسة البحر الأحمر وعلى طول ساحله يمتد السهل الساحلي للبحر الأحمر والتي تسمى بتهامة عسير، والتي يبلغ ارتفاعها أقل من (250مترًا). وفي المنطقة المجاورة لهذا السهل من الشرق تمتد منطقة أخرى من السهول الداخلية التي تتراوح في الارتفاع ما بين (250-500متر). وبعد ارتفاع (500متر) تبدأ التضاريس تأخذ أشكالاً

متباينة لتشكيل مظهرًا أرضيًا من الجبال الساحلية، والذي يبلغ متوسط ارتفاعها نحو (600-700م) وصولًا إلى ارتفاع (1000متر) للسلاسل الجبلية الأكثر ارتفاعًا منها، وتوازي سلسلة المرتفعات الساحلية في امتدادها السهل الساحلي، وقد نتجت عن عملية الانحدام التي أحدثت حفرة البحر الأحمر، ولذلك كانت تضاريسها معقدة، فهي تتكون من مجموعات من النجود المرتفعة Horsts، إلى جوار أغوار عميقة.

شكل: 2 خريطة الارتفاعات الرقمية في منطقة الدراسة



من إعداد الباحثة: اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي ASTER بدقة 30مترًا

Grabens تحولت بفضل عوامل التعرية إلى كتل جبلية وتلال مختلفة الأشكال، وقد شغلت الوديان تلك الأغوار وزادت من تعقيد سطحها. ويختلف ارتفاع الجبال اختلافاً كبيراً، حيث نجد أن ارتفاع بعضها يضاوي ارتفاعات جبال السراة المتاخمة لها من جهة الشرق. وتلي المرتفعات الساحلية شرقاً سلاسل المرتفعات العالية، وتفصلها الوديان الطولية والأحواض المتسعة الناتجة عن الانحدام الرئيسي عنها، وهي في الواقع القسم الجبلي الحقيقي التي يصل بعض قممها إلى أكثر من 3000م. وتنحدر سفوح هذه المرتفعات انحدارًا تدريجيًا نحو الشرق، في حين تنحدر بشدة وبشكل عمودي أحياناً باتجاه الغرب. ولذلك فإن خط تقسيم المياه بين الوديان التي تتجه شرقاً نحو الهضاب وبين الوديان التي تتجه غرباً نحو البحر الأحمر يقع

في طرفها الغربي ويسمى هذا الخط باسم الشعاف. وتقع في هذه الكتلة جبال سراة بالقرن وبني شهر وبللسمر وبللحمر وعسير وقحطان.

وتقع هضبة عسير في شرق مرتفعات عسير وإلى الجنوب الشرقي من حرتي نواصف والبقوم. وقد قطعها أودية بيشة وتثليث ورنيه وروافدها العديدة إلى هضبات عديدة وحافات صخرية، وتتكون من الصخور الأريكة النارية والمتحولة وتنحدر نحو الشمال والشرق أيضاً ويبلغ ارتفاعها بين (1200-1600متر) (الشريف، 2013م، ص 73-75).

منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة على عدد من مناهج البحث، وهي:

أ- المنهج الاستقرائي: لتحليل بيانات الدراسة، بدءاً من الجزئيات إلى الوصول التعميمات.

ب- المنهج الإقليمي: واتخذ هذا المنهج الإقليم كأساس للبحث والدراسة، وبناءً عليه تم تقسيم منطقة الدراسة إلى أقاليم مختلفة.

ج- المنهج الوصفي الكمي: يتميز الوصف في هذا المنهج بالتحليل الكمي واستخدام الأساليب الكمية والإحصائية وتفسير البيانات الرقمية في الدراسة.

بيانات الدراسة:

أ- العناصر المناخية: بيانات العناصر المناخية (درجة الحرارة - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية) لمخطي أبها وبيشة الواقعة في منطقة الدراسة خلال الفترة من (1970-2022م) وفق الجدول (1).

ب- قاعدة البيانات العالمية لمؤشر القحولة والتبخر النتح المحتمل "الإصدار 3": حيث تقدم "قاعدة البيانات العالمية لمؤشر القحولة والتبخر النتح المحتمل" الإصدار 3 بيانات هيدرولوجية مناخية عالية الدقة (30 ثانية) على مستوى العالم، مع متوسطات شهرية وسنوية للفترة (1970-2000م). تم استناد هذه البيانات إلى معادلة التبخر النتح المرجعي التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة FAO بنمان مونتيتش (Zomer, 2022, p1)، حيث وضع ترايكو وزويمر في عام (2009م) مؤشر القحولة العالمي Global Aridity Index في طبقات شبكية Raster والتي تم حسابه من خلال المعادلة الآتية:

$$AL = MAP/MAE$$

AL = مؤشر الجفاف العالمي

MAP = المتوسط السنوي للمطر

MAE = المتوسط السنوي التبخر المتوقع المحتمل

وتم أرشفة قاعدة البيانات المحدثة للمؤشر العالمي تبخر نتحي وجعلها متاحة عبر الإنترنت للتنزيل على

الرابط: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v5>

جدول: 1 محطات الرصد الجوي في منطقة الدراسة

المحطة	رقم المحطة العالمي	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع	الفترة الزمنية
أبها	41112	18.23	42.66	2100	1970-2022م
بيشة	41084	19.99	42.61	1167	1978-2022م

من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

أساليب الدراسة:

للإجابة عن تساؤلات البحث وتحقيق أهدافه، اعتمدت الدراسة على عدد من الأساليب ومنها:

أ- الأسلوب الكارتوجرافي:

مر العمل الكارتوجرافي بعدد من الخطوات، على النحو الآتي:

1- فتح برنامج ArcGIS وإضافة طبقة مرئية Global Aridity Index.

2- الاقتطاع: تم اقتطاع منطقة الدراسة ببرنامج ArcGIS 10.3 من طبقة مرئية Global Aridity Index من خلال Shapefile من النوع المساحي Polygon لمنطقة الدراسة.

3- تصحيح القيم: تصحيح القيم الخاصة بمرئية مؤشر القحولة العالمي، وذلك من خلال ضرب قيم مؤشر القحولة العالمي في (0.0001) من خلال الأداة Field Calculator.

4- التصنيف Classification: تصنيف قيم مؤشر القحولة العالمي المصححة، وفقاً للجدول (2).

5- تحويل مرئية مؤشر القحولة العالمي من صيغة Raster إلى Vector.

6- التوليف المكاني Interpolation: تطبيق طريقة التوليف المكاني لدرجات الحرارة، وكمية الأمطار السنوية بنموذج (Spline) من خلال الأمر Interpolation داخل مجموعة Spatial Analyst Tools في ArcToolbox.

7- الإخراج والإنتاج النهائي للخرائط ببرنامج ArcGIS 10.3.

ب- الأسلوب الإحصائي

- تم استخدام برنامج الإكسل Excel لإنشاء الرسوم البيانية للمتوسطات الشهرية والفصلية للعناصر المدروسة في منطقة الدراسة.
- تم استخدام برنامج الحزم الإحصائية في العلوم الاجتماعية (SPSS) لاستخراج المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية لمنطقة الدراسة. كما تم تطبيق معامل ارتباط بيرسون Pearson لاستخراج العلاقات الارتباطية بين العناصر المناخية (كمية الأمطار - درجة الحرارة - الرطوبة النسبية).

جدول: 2 تصنيف مؤشر القحولة العالمي Global Aridity Index

فئة التصنيف	قيمة مؤشر القحولة
شديد القحولة	أقل من 0.03
قاحلة	0.03 - 0.2
شبه قاحلة	0.2 - 0.5
قاحلة-شبه رطبة	0.5 - 0.65
رطبة	أكبر من 0.65

المصدر: (Zomar and other, 2022, p7)

النتائج والمناقشة:

أولاً: السمات المناخية العامة في منطقة عسير

تنتشر المناطق الجافة فيما عدا الصحاري المرتفعة في الحزام المداري أي حول خطي عرض 30° شمال وجنوب خط الاستواء. وتتحكم الدورة الهوائية السائدة في شح الأمطار في هذه المناطق.

ونظراً لارتفاع درجات الحرارة في المناطق المدارية عمّا هي عليه في المناطق القطبية يتولى الغلاف الجوي والمحيطات حفظ التوازن الحراري بنقل الحرارة إلى القطبين. ونتيجة لذلك تنشأ الرياح والتيارات المحيطات التي تتحكم في المناخ. وفي المناطق شبه المدارية تتحكم دورة هادلي في الجفاف وهي عبارة عن تيارات صاعدة عند خط الاستواء تتفرع في الارتفاعات العالية لتهبط في المناطق شبه المدارية ثم تتجه نحو خط الاستواء

لتكامل دورتها. وتحمل التيارات الصاعدة بخار الماء إلى طبقات الجو العليا حيث تنخفض درجة حرارته ثم يتكثف في شكل سحب لتعود إلى السطح مرة ثانية في شكل من أشكال الهطول. وفي منطقة التيارات الهابطة من دورة هادلي يحدث العكس تمامًا حيث يهبط الهواء الجاف ويتعرض للضغط وتنشأ منطقة هواء جاف ينعدم فيها الهطول بالرغم من احتمال وجود مياه سطحية. ويعتمد نشاط وحجم دورة هادلي على الفارق في درجات الحرارة بين المنطقة المدارية والمنطقة القطبية وهو القوة المحركة للدورة. وينتج عن هذه الدورة في النهاية طبقة هواء مستقرة تنشأ عنها مناطق جافة على نطاق واسع في شمال أفريقيا وشمال المكسيك وبعض مناطق أمريكا الجنوبية وأستراليا وجنوب غرب آسيا والشرق الأوسط. ولذلك يجب أن ندرك أن جفاف المملكة العربية السعودية ينشأ بسبب ظروف مناخية لا يمكن التحكم فيها (القين، 1989م، ص 82-83). ولدراسة الجفاف في منطقة الدراسة يجب أن نستعرض أولاً بشكل موجز بعض العناصر المناخية المؤثرة في الجفاف (درجة الحرارة - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية).

1- درجات الحرارة في منطقة الدراسة

تتميز الأقاليم الجافة بشكل عام بارتفاع درجات الحرارة خاصة وقت النهار مع وجود تفاوتات في داخل الإقليم نفسه بسبب ظروف السطح المحلية. وتتوزع درجات الحرارة في منطقة الدراسة توزيعاً غير منتظم، تبعاً لتباين التضاريس وحركة الشمس الظاهرية نحو الشمس. ومما لا شك فيه فإن صفاء السماء وسطوع الشمس والغطاء النباتي يؤدي دوراً كبيراً في درجات الحرارة في منطقة الدراسة.

ويمكن إيجاز التوزيع السنوي والفصلي والشهري لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة بالنقاط التالية:

- يلاحظ من الجدول (3) أن التوزيع السنوي لمعدل درجات الحرارة يتباين في منطقة الدراسة إذ يبلغ هذا المعدل في محطة أبها (19 م) ليرتفع في محطة بيشة إلى (25.3 م). كما يتضح من الشكل (3) أن هناك تبايناً في التوزيع المكاني لدرجات الحرارة حيث إنها تكون أقل من (20 م) في المرتفعات الجبلية العالية كجبل السوداء، ثم تبدأ بالارتفاع التدريجي على الجانب الشرقي في المرتفعات الجبلية الأقل ارتفاعاً لتتراوح فيها درجات الحرارة السنوية ما بين (20 م إلى أقل من 23 م). وتستمر درجات الحرارة في الارتفاع كلما اتجهنا نحو الداخل لتتراوح ما بين (26 م إلى أقل من 29 م)، وعلى الجانب الشرقي من البحر الأحمر تبلغ درجات الحرارة (29 م فأعلى) في المنطقة الساحلية (تهامة عسير).
- أما بالنسبة لمعدل الدرجات الفصلية فيلاحظ من الجدول (3) والشكل (4) فإنها أعلى ما تكون في فصل الصيف إذ تبلغ في محطة أبها (23.7 م) في حين ترتفع في محطة بيشة إلى (31.8 م)، ومع ارتفاع ذلك المعدل نجد أن الدرجة العظمى ترتفع كذلك إلى (30.5 م) في محطة أبها و (39.3 م) في محطة بيشة، في حين ينخفض متوسط درجة الحرارة في فصل الشتاء إلى (14.2 م) في محطة أبها و

(18.4°م) في محطة بيشة، كما أن ذلك الانخفاض يلازمه انخفاض كبير لدرجة الحرارة الصغرى في هذا الفصل إذ تنخفض إلى (8.1°م) في محطة أبها و (10°م) في محطة بيشة.

- وبالنظر إلى المعدل الشهري في الجدول (3) والشكل (5) نجد أن محطتي منطقة الدراسة تتفق في أن أدنى معدل لدرجة الحرارة شهرية تكون في شهر يناير لتبلغ (13.7°م) في محطة أبها و(17.4°م) في محطة بيشة، أما أدنى درجة حرارة صغرى في منطقة الدراسة فتتخفف في محطة أبها إلى (7.2°م) في شهر ديسمبر، أما في محطة بيشة فتتخفف إلى (9.2°م) وذلك في شهر يناير. وبالنسبة لأعلى معدل في درجة الحرارة الشهرية فإنها تبلغ (23.8°م) في محطة أبها شهر في شهر يوليو و (32.1°م) في محطة بيشة في شهري يوليو وأغسطس. أما درجة الحرارة العظمى فتبلغ أعلاها في شهر يونيو (30.8°م) في محطة أبها و(39.4°م).

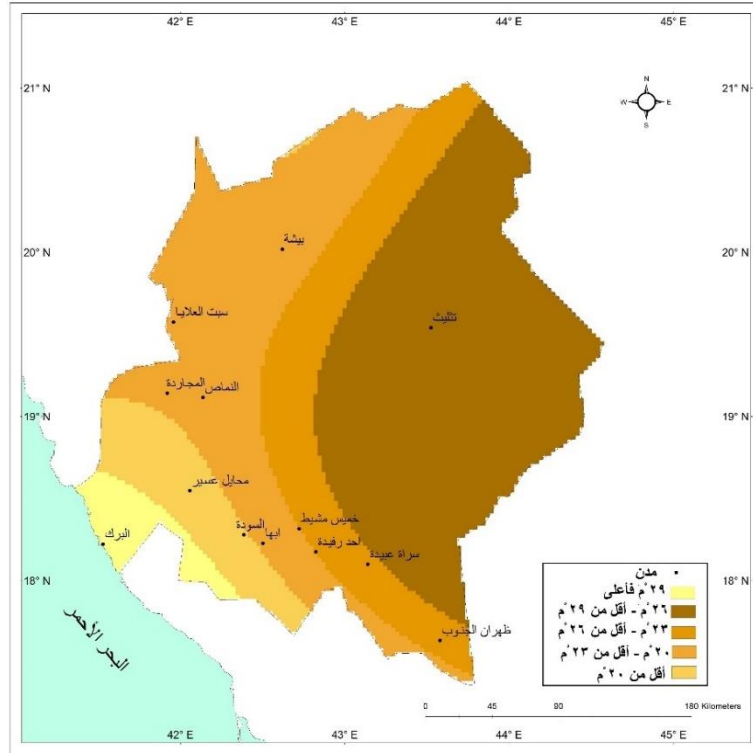
جدول: 3 توزيع درجات الحرارة (السوية والفصلية والشهرية) في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م

الفصل	الشهر	أبها			بيشة		
		الصغرى	العظمى	المعدل	الصغرى	العظمى	المعدل
الشتاء	ديسمبر	7.2	20.6	13.9	9.4	26.4	17.9
	يناير	7.8	19.6	13.7	9.2	25.6	17.4
	فبراير	9.3	21.0	15.1	11.4	28.3	19.9
	معدل	8.1	20.4	14.2	10.0	26.7	18.4
الربيع	مارس	11.1	22.8	17.0	15.2	31.0	23.1
	أبريل	12.7	25.2	18.9	18.4	33.6	26.0
	مايو	14.7	28.4	21.6	21.6	36.9	29.2
	معدل	12.9	25.5	19.2	18.4	33.9	26.1
الصيف	يونيو	16.6	30.8	23.7	23.4	39.1	31.2
	يوليو	17.1	30.4	23.8	24.9	39.3	32.1
	أغسطس	16.7	30.3	23.5	24.8	39.4	32.1
	معدل	16.8	30.5	23.7	24.4	39.3	31.8
الخريف	سبتمبر	14.9	29.3	22.1	20.8	37.3	29.0
	أكتوبر	11.5	25.9	18.7	15.8	32.8	24.3
	نوفمبر	8.9	22.8	15.9	12.6	29.5	21.0
	معدل	11.8	26.0	18.9	16.4	33.2	24.8
السنوي		12.4	25.6	19.0	17.3	33.3	25.3

من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

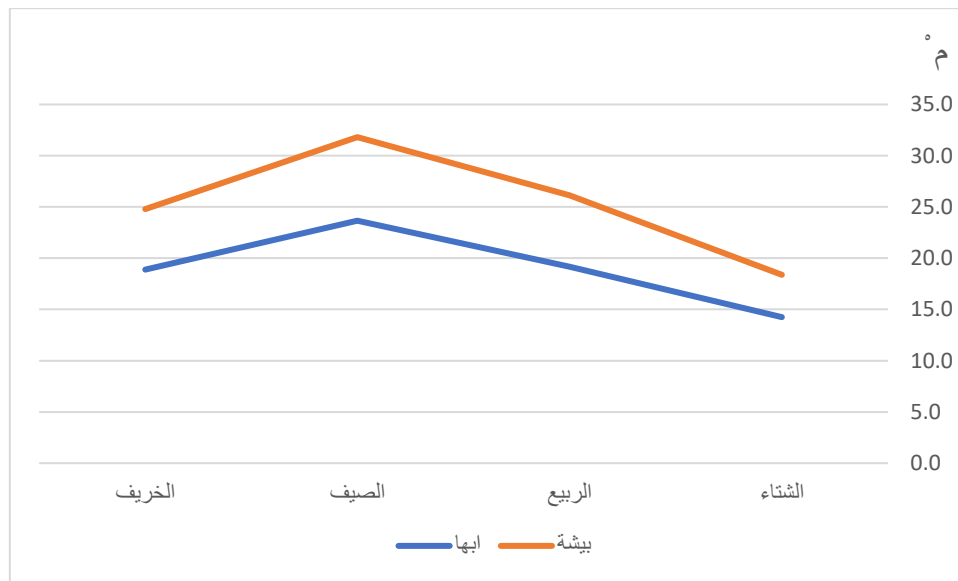
في شهر أغسطس بمحطة بيشة. ويتضح من الشكل (5) أن معدلات درجات الحرارة ترتفع بشكل بطيء في منطقة الدراسة حيث لا يزيد ذلك الارتفاع عن ثلاث درجات مئوية من شهر لآخر، لذلك تسير منحنيات درجات الحرارة بشكل منتظم تقريباً، ويأخذ شكلي قمة في منتصفه متمثلاً في أعلى درجات الحرارة والتي تكون في أشهر الصيف. أما بالنسبة للمدى السنوي والذي يعرف بأنه الفرق بين أعلى وأدنى الشهور حرارة، فنجد أن المدى السنوي يبلغ (10.1°م) في محطة أبها ليرتفع إلى (14.7°م) في محطة بيشة، ويرجع ذلك الارتفاع بالمدى في محطة بيشة إلى وقوعها في الداخل بعيدة عن المؤثرات البحرية. ويستخلص من دراسة درجات الحرارة في منطقة الدراسة بأنها تمتاز بتباينها الزمني والمكاني حيث تصل درجات الحرارة أعلاها في فصل الصيف لتبلغ (31.8°م) في محطة بيشة و(23.7°م) في محطة أبها. كما يؤثر الارتفاع عن سطح البحر أو الانخفاض في درجات الحرارة بشكل عام، فبالرجوع إلى الشكل السابق (2) لخريطة الارتفاعات الرقمية في المنطقة نجد أن خصائص السطح المحلية تضيف إلى الظروف الحرارية تباينات مكانية إلى حد كبير، حيث تكون درجات الحرارة منخفضة في المناطق الجبلية، مقارنة بالمناطق السهلية والداخلية. فالارتفاع عن سطح البحر أوجد مناطق تتميز باعتدال درجات الحرارة فيها مقارنة بالمناطق الأخرى في المملكة العربية السعودية، مما يجعلها من الوجهات السياحية الكبرى على مستوى المملكة العربية السعودية ودول الخليج.

شكل: 3 التباين المكاني لدرجات الحرارة السنوية في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م



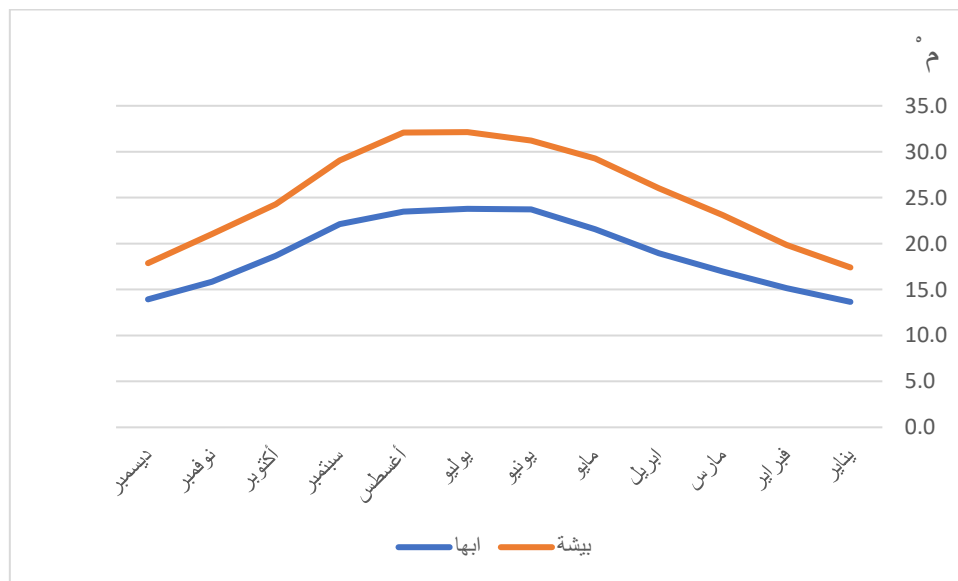
من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

شكل: 4 التوزيع الفصلي لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م



من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

شكل: 5 التوزيع الشهري لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م



من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

2- كمية الأمطار في منطقة الدراسة

تعد كمية الأمطار من أهم ما يميز الأقاليم الجافة ويفصلها عن الإقليم الأخرى، حيث يتضح ذلك من خلال التعاريف والتصنيفات المناخية، والتي يظهر بها دور عنصر الأمطار في تصنيفاتهم. ومن التقسيمات

العامه لتحديد مناطق الجفاف في ضوء كمية الأمطار الهاطلة، التقسيم الذي قسم الجفاف إلى أربعة اقسام بناءً على عنصر المطر على النحو الآتي:

- أ- المناطق المفرطة الجفاف: وفيها يتراوح معدل المطر السنوي بين (5-50 ملم).
- ب- المناطق الجافة: تتراوح فيها معدل المطر السنوي بين (50-150 ملم).
- ج- المناطق شبة الجافة: تتراوح فيها معدل المطر السنوي بين (150-400 ملم).
- د- مناطق شبة رطبة: تمتاز بكمية أمطار كافية لنمو حياة نباتية محلية ودائمة (الراوي وآخرون، 2017م، ص86).

ولعل هذا التصنيف يتلاءم مع بيئة منطقة الدراسة، والتي من النادر أن تتجاوز بها كمية الأمطار السنوية عن (300ملم) إلا في بعض السنوات كما حدث في عام (1997م) في محطة أبها إذ بلغت (568.2ملم).

ويهتم المتخصصون في علم المناخ بدراسة تباين تساقط الأمطار مكانياً وزمانياً، فمن النادر بل ومن الاستحالة أن تتساوى كمية هطول الأمطار بموقع معين بنفس الوقت خلال سنوات مختلفة. وهذا ما أشارت إليه دراسة الشمري (2021م) حيث أظهرت دراسة السلسلة الزمنية لبيانات الأمطار اليومية القصوى المسجلة على بعض محطات منطقة عسير خلال الفترة (1970-2017م) بأن هناك تبايناً واضحاً في نظام التوزيع المكاني والزمني للأمطار السنوية بالمنطقة.

ويرتبط تفاوت التوزيع المكاني والزمني لكمية الأمطار في منطقة الدراسة بعدد من العوامل ومنها ما يلي:
أ- الارتفاع عن منسوب سطح البحر: حيث تتزايد كمية الأمطار الهاطلة مع تزايد الارتفاع بسبب انخفاض درجة الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية.

ب- الاتجاه والامتداد المساحي: يمكن أن يؤثر امتداد التضاريس بشكل عام والجبال بشكل خاص في كمية الأمطار الهاطلة، ويرتبط ذلك أساساً باتجاه الرياح المسببة للأمطار، ففي حالة تعارض الاتجاهين تشكل المناطق الجبلية عائقاً أمام الرياح بحيث تعمل على رفعها وهطول ما تحمله من أمطار، كما هو الحال بالنسبة للأمطار التضاريسية مع الارتفاع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح، بينما تتحول السفوح في الاتجاهات المعاكسة إلى مناطق ظل مطر.

ج - البعد عن المسطحات المائية: تتناقص كمية الأمطار كلما زاد البعد عن المسطحات المائية، والذي تعد المصدر الرئيس لرطوبة الرياح أو الكتل الهوائية، لما تفقده من رطوبة في أثناء توغلها في عمق الياابس

(سلامة، 2010م، ص 61). ويمكن ايجاز التوزيع السنوي والفصلي والشهري لكمية الأمطار في النقاط التالية:

- تتباين كمية الأمطار السنوية من الناحية المكانية في منطقة الدراسة، وذلك كما يتضح من الجدول (4) إذ تبلغ كمية الأمطار أعلاها في محطة أبها (226.3 ملم) لتتخفف إلى أكثر من النصف في محطة بيشة (96.9 ملم). ويلاحظ من الشكل (6) بأن كمية الأمطار تبلغ أعلاها في المناطق الجبلية المرتفعة والمواجهة للرياح.
 - بالنسبة للتباينات الفصلية لكمية الأمطار فيغلب على التساقط في منطقة الدراسة نمط التباينات الفصلية Seasonal Variations حيث ينتظم التساقط وفق أنماط فصلية، فنجد أن الأمطار تحطل في موسم معين وتندر في مواسم أخرى. وتتأثر هذه الفصلية بنظام الغلاف الجوي الذي يتأثر بالحركة الكونية للنظام الشمسي وبخاصة علاقة الأرض بالشمس (الحמיד، 2012م، ص 38).
 - ومن خلال الجدول (4) والشكل (7) تبلغ كمية الأمطار أعلاها في فصل الربيع لتصل إلى (117 ملم) في محطة أبها و (65.3 ملم) في محطة بيشة. ويرجع ذلك في أنه بفصل الربيع يبدأ ضعف الضغط المرتفع على وسط آسيا وغربه، ويبدأ نشاط بعض المراكز
- جدول: 4 توزيع كمية الأمطار (السنوية والفصلية والشهرية) في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م/ ملم

الفصل	الشهر	أبها	بيشة
الشتاء	ديسمبر	4.2	3.2
	يناير	15.3	8.6
	فبراير	17.9	2.9
	معدل	37.4	14.7
الربيع	مارس	41.7	14.8
	ابريل	47.0	31.2
	مايو	28.4	19.4
	معدل	117.1	65.3
الصيف	يونيو	8.1	2.5
	يوليو	21.9	2.7
	أغسطس	25.0	3.9
	معدل	55.0	9.0
الخريف	سبتمبر	5.8	0.7
	أكتوبر	4.9	2.3
	نوفمبر	6.1	4.9
	معدل	16.8	7.8
السنوي	معدل	226.3	96.9

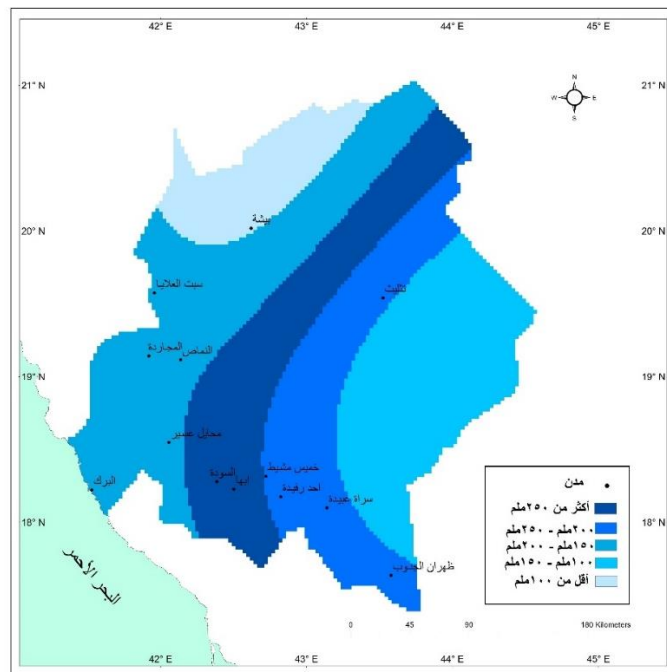
من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

الإعصارية على شمال غرب الهند وجنوب غرب شبه الجزيرة العربية تبعًا لارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي تتكون المنخفضات الحرارية الربيعية التي تؤدي إلى هطول الأمطار في هذا الفصل، في حين تنخفض كمية الأمطار في فصل الخريف في منطقة الدراسة حيث تبلغ في محطة أبها (16.8 ملم) وفي محطة بيشة (7.8 ملم).

- أما على المستوى الشهري فيلاحظ من الجدول السابق (4) والشكل (8) أن كمية الأمطار تبلغ أعلاها في شهر أبريل في كلتا المحطتين حيث ترتفع إلى (47 ملم) في محطة أبها و(31.2 ملم) في بيشة، أما أقل الشهور أمطارًا فيعد شهر ديسمبر أقلها مطرًا في محطة أبها بكمية تبلغ (4.2 ملم)، أما في محطة بيشة فتقل عن واحد ملم (0.7 ملم) في شهر سبتمبر.

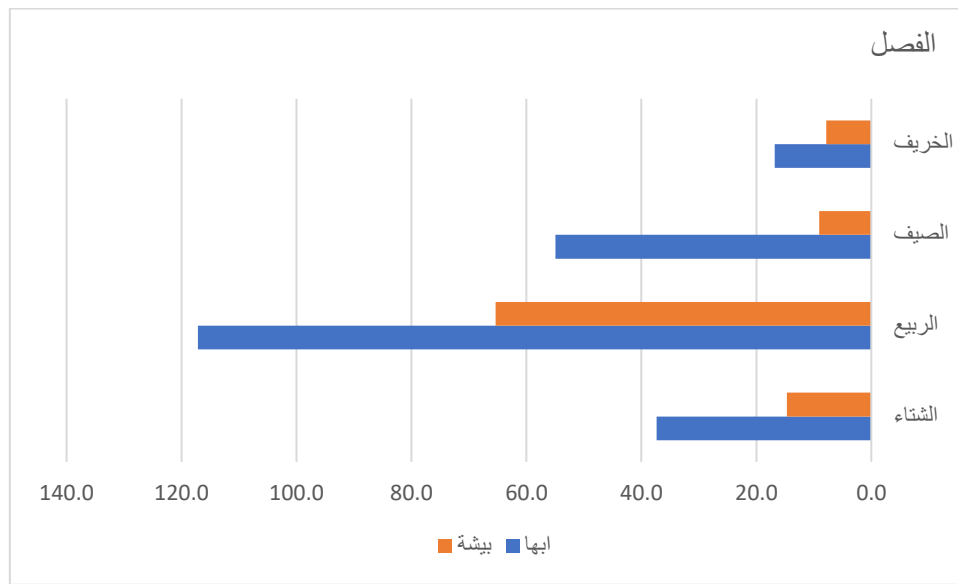
ونستخلص من دراسة توزيع الأمطار في منطقة الدراسة في أن قممها الجبلية تتحول إلى جزر مناخية ونباتية ومائية تسقط عليها كميات متفاوتة من الأمطار في كثير من أشهر السنة مقارنة بالمناطق الأخرى بالمملكة العربية السعودية بحيث تصبح بيئة ذات تغذية مائية لكثير من الأودية التي تنحدر للمناطق المنخفضة لتشكّل منطقة إرسابات جيدة لقيام نشاط زراعي، فقد أتاحت المراوح الإرسابية منذ القدم في ممارسة هذه المهنة من قبل السكان خاصة وأنها تلقى إقبالًا كبيرًا من السياح القادمين للمنطقة لشراء المنتجات الزراعية منها.

شكل: 6 التباين المكاني لكمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م/ملم



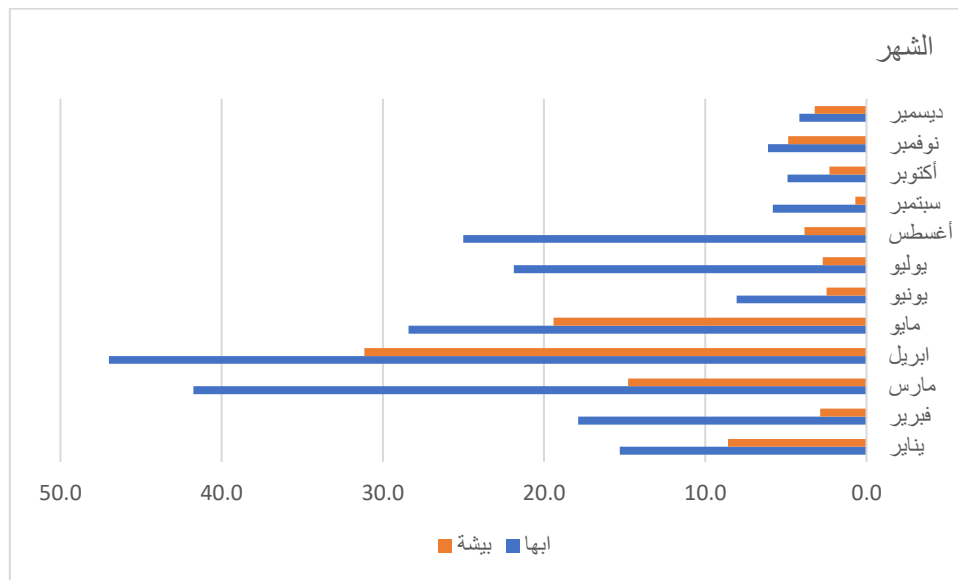
من إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

شكل: 7 التوزيع الفصلي لكمية الامطار في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م/ملم



من إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

شكل: 8 التوزيع الشهري لكمية الأمطار في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م/ملم



من إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

كما تتميز منطقة الدراسة بالتباين الزمني لكمية الأمطار السنوية، وعدم انتظام هطولها، وتركزها في فصل الربيع. كما يلاحظ أن التوزيع المكاني للأمطار يتفاوت في كميته وفقًا لعوامل رئيسية، وهي الارتفاع عن منسوب سطح البحر، حيث نجد أن الأمطار تزداد مع الارتفاع عن منسوب البحر وتتناقص بانخفاضه.

3- الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة

تعد الرطوبة النسبية من أكثر التعبيرات استعمالاً للرطوبة الجوية. والمقصود بالرطوبة النسبية هو النسبة المئوية لكمية بخار الماء الموجود فعلاً في الهواء إلى الكمية التي يمكن أن يحملها نفس هذا الهواء لكي يصل إلى درجة التشبع، وهو في نفس درجة الحرارة (محمد، 2006م، ص144).

وتتأثر الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة بعدد من العوامل، ومنها:

أ - البعد عن المسطحات المائية لذلك نجد أن الرطوبة النسبية تزداد في المناطق القريبة من البحر بينما تقل بالابتعاد عنه.

ب - تؤثر درجات الحرارة في الرطوبة النسبية حيث تقل الرطوبة النسبية في المناطق ذات الحرارة الأعلى.

ويمكن إيجاز التوزيع السنوي والفصلي والشهري للرطوبة النسبية في النقاط التالية:

- يلاحظ من الجدول (5) والشكل (9) أن الرطوبة النسبية تعد منخفضة في محطة بيشة، إذ تبلغ (29%) مقارنة بمحطة أبها (55%)، ونفس ذلك في أن موقع محطة بيشة الجغرافي الداخلي التي تكون بعيدة عن المؤثرات البحرية.
- أما بالنسبة لمعدلات الرطوبة النسبية خلال فصول السنة فيتضح من الجدول (5) والشكل (10) أن الرطوبة النسبية تصل أدها في فصل الصيف إذ تبلغ (46%) في محطة أبها و (19%) في محطة بيشة، وذلك مع ارتفاع درجات الحرارة في ذلك الفصل مما يعد عاملاً أساسياً لخفض الرطوبة النسبية، في حين تصل الرطوبة النسبية أعلاها في فصل الشتاء لتبلغ (68%) في محطة أبها و(41%) في محطة بيشة، وذلك مع انخفاض درجات الحرارة في هذا الفصل.
- ويتضح من الجدول (5) والشكل (11) أن أعلى مستوى للرطوبة النسبية خلال أشهر السنة يكون في شهر يناير إذ ترتفع إلى (70%) في محطة أبها، أما في محطة بيشة فتبلغ (45%). وتنخفض الرطوبة النسبية في شهري يونيو وسبتمبر في محطة أبها إلى (39%)، وفي محطة بيشة تنخفض إلى (17%) في شهر يونيو.

ونستخلص من دراسة الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة بأنها تشكل عاملاً مهماً للنباتات خاصة في بيئة منطقة الدراسة التي تتميز بغطائها النباتي في الذي يغطي معظم أجزائها، سواءً الطبيعي منها أم الزراعي حيث إن الرطوبة النسبية غير شديد الانخفاض، تحدث رطوبة مهمة ومفيدة للنباتات وذلك من خلال عملية التبريد الليلي للهواء الملاصق لسطح الأرض إلى ما دون نقطة الندى، كما أنه غالباً ما يتكون الضباب في الأودية والمنخفضات؛ ولكن عندما ترتفع درجة الحرارة في أثناء النهار، فإنه سريعاً ما يتبدد

الندى بالبحر بعد ترطيبه لسطح الصخر مما يساعد على عملية تفكك الصخر وتحلله. وتتطلب الرطوبة النسبية المنخفضة درجات حرارة منخفضة لتصل إلى نقطة الندى لتتمكن من عملية التكثيف (والطون، 1992م، ص 61). وبشكل عام تؤدي درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية المنخفضة إلى ارتفاع في معدلات التبخر، غير أن عدم قياس البخر في محطات الأرصاد الجوية في منطقة الدراسة تجعل إعطاء صورة واضحة للمناطق الجافة أمرًا صعبًا.

4- العلاقة الارتباطية بين العناصر المناخية (درجة الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة النسبية) في منطقة الدراسة

لا تعتمد صفة الجفاف في منطقة الدراسة على عدم انتظام هطول الأمطار وقلتها فحسب بل أيضًا تعتمد على عناصر أخرى، ومنها ارتفاع درجات الحرارة ومعدل الرطوبة النسبية، لذلك تم الاعتماد على هذه العناصر في دراسة العلاقة الارتباطية من خلال تطبيق ارتباط بيرسون Pearson، كما يظهر من نتائج الجدولين (6 و 7). ونوجز نتائج دراسة هذه العلاقة في الآتي:

- العلاقة الارتباطية بين العناصر المناخية (درجة الحرارة - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية):

جدول 5: توزيع الرطوبة النسبية (السنوية والفصلية والشهرية) في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م

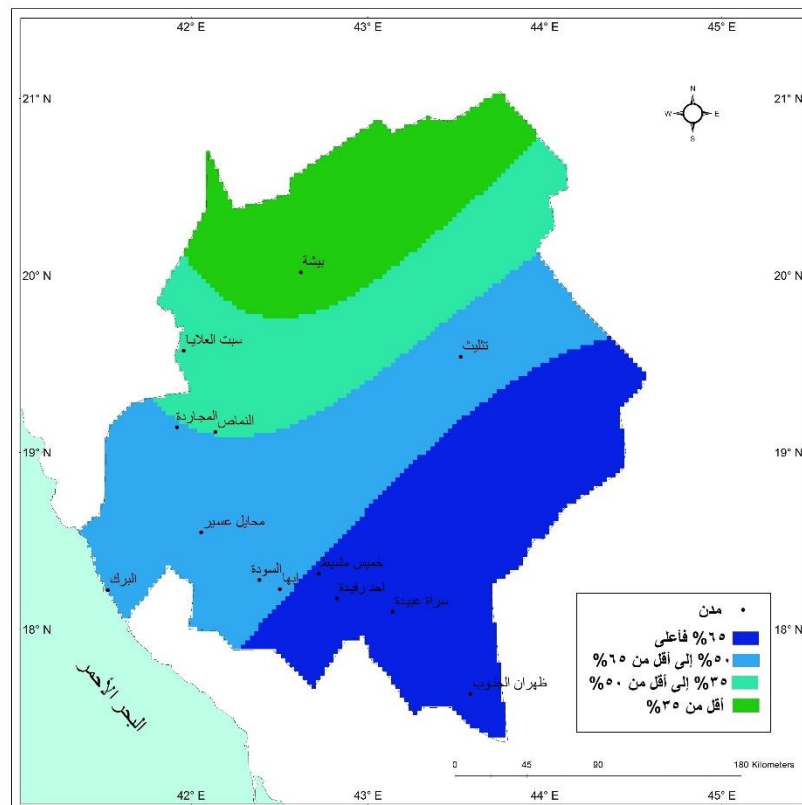
الفصل	الخطة	إمها %	بيشة %
الشتاء	ديسمبر	67	42
	يناير	70	45
	فبراير	67	37
	معدل	68	41
الربيع	مارس	63	36
	أبريل	60	36
	مايو	51	27
	معدل	58	33
الصيف	يونيو	39	17
	يوليو	46	19
	أغسطس	52	21
	معدل	46	19
الخريف	سبتمبر	39	18
	أكتوبر	44	21
	نوفمبر	62	33
	معدل	48	24
السنوي		55	29

من إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

أ- محطة أبها:

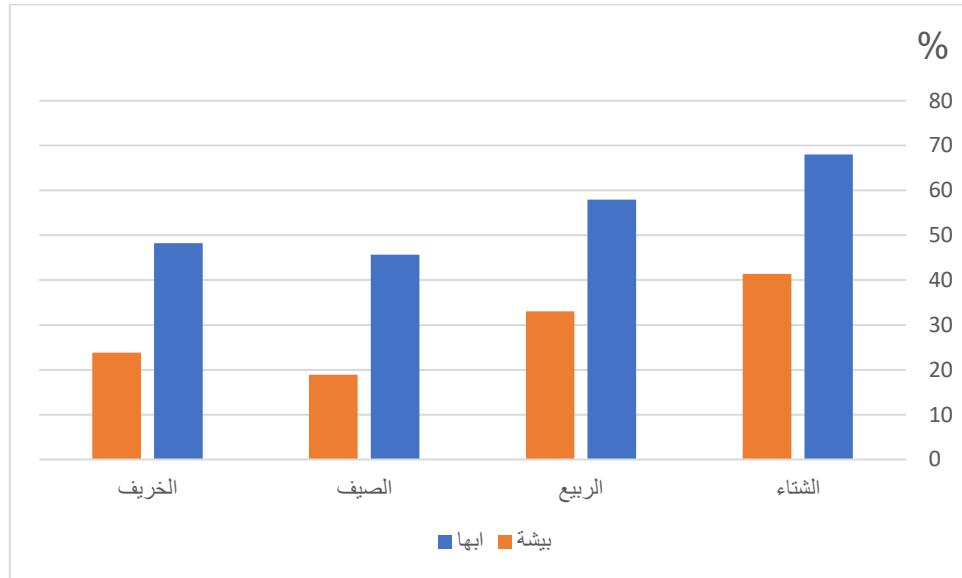
- توجد علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة بين كمية المطر والرطوبة النسبية بمعامل ارتباط بلغ (-0.033). فكلما ارتفعت الرطوبة النسبية قلت الأمطار والعكس صحيح، إلا أن هذه العلاقة تعد غير دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.05).
- توجد علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة بين كمية المطر ودرجة الحرارة بمعامل ارتباط بلغ (-0.056). فكلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الأمطار والعكس صحيح، إلا أن هذه العلاقة تعد غير دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.05).
- توجد علاقة ارتباطية عكسية قوية بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية بمعامل ارتباط بلغ (-0.780). فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت الرطوبة النسبية والعكس صحيح، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.01).

شكل: 9 التباين المكاني للرطوبة النسبية السنوية في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م



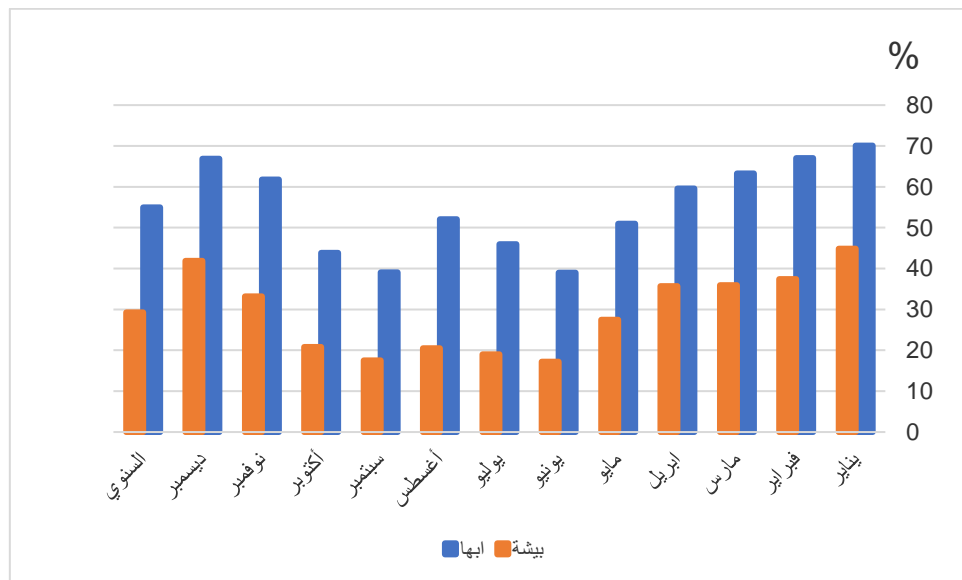
من إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

شكل: 10 التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة خلال الفترة من 1970-2022م



من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

شكل: 11 التوزيع الشهري للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة



من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات المركز الوطني لأرصاد للفترة من 1970-2022م

ب- محطة بيشة

- توجد علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة بين كمية المطر والرطوبة النسبية بمعامل ارتباط بلغ (-) 0.041 فكلما ارتفعت الرطوبة النسبية قلت الأمطار والعكس صحيح، إلا أن هذه العلاقة تعد غير دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.05).
- توجد علاقة ارتباطية طردية ضعيفة بين كمية المطر ودرجة الحرارة بمعامل ارتباط بلغ (0.045) فكلما ارتفعت درجة الحرارة زادت الأمطار والعكس صحيح، إلا أن هذه العلاقة تعد غير دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.05).
- توجد علاقة ارتباطية عكسية قوية بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية بمعامل ارتباط بلغ (-) 0.783 فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت الرطوبة النسبية والعكس صحيح، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.01).

جدول: 6 نتائج تحليل ارتباط بيرسون للعناصر المناخية (درجة الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة النسبية) في محطة أهما

Correlations

		كمية الأمطار	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة
كمية الأمطار	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	1	-.033- .492	-.056- .241
الرطوبة النسبية	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-.033- .492	1	-.780- ** .000

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول: 7 نتائج تحليل ارتباط بيرسون للعناصر المناخية (درجة الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة النسبية) في محطة بيشة

		كمية الأمطار	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة
كمية الأمطار	Pearson Correlation	1	-.041-	.045
	Sig. (2-tailed)		.387	.352
الرطوبة النسبية	Pearson Correlation	-.041-	1	-.783- **
	Sig. (2-tailed)	.387		.000

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ثانيًا: تحليل حالة الجفاف في منطقة عسير باستخدام (مؤشر القحولة العالمي)

من أجل تحديد معالم الجفاف في منطقة الدراسة تم الاعتماد على ما وضعته منظمتا (UNESCO, FAO) عند وضع خارطة تُرَب العالم معيارًا كميًا لتمييز المناطق الجافة من خلال تطبيق قرينة القحولة المحفوظة داخل قواعد بيانات متاحة على الإنترنت تم الإشارة إليها مسبقًا.

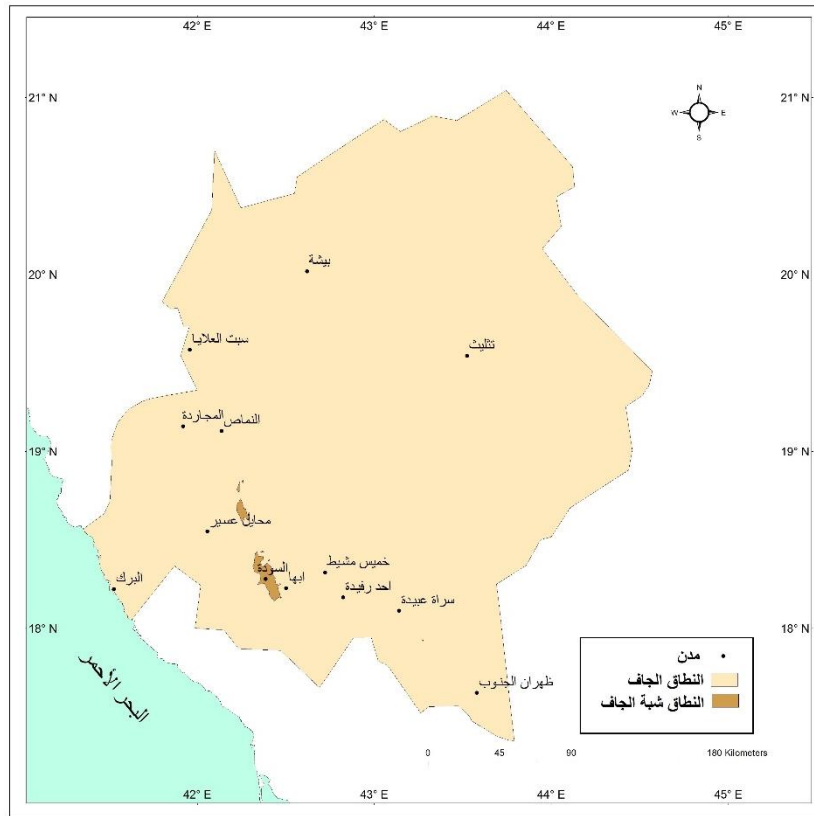
ويتضح من الشكل (12) أن منطقة الدراسة وفق مؤشر القحولة العالمي تنقسم إلى إقليمين مناخيين يضم فيها: الأراضي القاحلة (جافة) والتي تشكل نسبة (97.6%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، والأراضي شبة القاحلة (شبة جافة) والتي تشكل نسبة (2.4%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. كما يلاحظ أن المناخ شبه الجاف (الأراضي شبة القاحلة) يتركز في منطقة الدراسة على المرتفعات العالية بمنطقة عسير في جبال السودة والمناطق المرتفعة المجاورة لها، في حين يطغى الجفاف (القحولة) في بقية أجزاء المنطقة.

الخاتمة:

كان الهدف من هذه الدراسة يتمحور حول دراسة بعض خصائص العناصر المناخية (درجة الحرارة - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية) والتي تعتبر ذات العلاقة بدراسة تصنيف الجفاف بمنطقة الدراسة، وتوظيف

نظم المعلومات الجغرافية في دراسة توزيع الجفاف في منطقة عسير باستخدام مؤشر القحولة العالمي Global Aridity Index. وأظهر البحث من خلال دراسة معطياته أن منطقة الدراسة تتسم بمناخ يختلف عن بقية أجزاء المملكة العربية السعودية من حيث اعتدال درجات الحرارة صيفاً في أجزائه الجبلية وهطول الأمطار الربيعية والصيفية. كما اتضح سيطرة النطاق الجاف على معظم أراضيها. ويمكن أن نوجز ما خلصت إليه الدراسة بالنتائج والتوصيات التالية:

شكل: 12 تصنيف منطقة الدراسة وفق مؤشر القحولة العالمي



من إعداد الباحثة قاعدة البيانات المحدثة للمؤشر العالمي_تخر_نتحي، متاح على الرابط:

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v5>

النتائج:

- تتباين كمية الأمطار في منطقة الدراسة إذ تبلغ أعلاها في المرتفعات الجبلية وذلك في محطة أبها حيث تصل إلى (226.3 ملم).
- أن أمطار منطقة الدراسة أمطار ربيعية إذ يتركز هطول أكثر من نصف الكمية السنوية للأمطار في فصل الربيع.

- تتزايد كمية الأمطار الهاطلة مع تزايد الارتفاع عن سطح البحر مما يسبب انخفاض في درجات الحرارة وتزايد في الرطوبة النسبية.
- توجد علاقة ارتباطية عكسية قوية بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية في محطات منطقة الدراسة، فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت الرطوبة النسبية والعكس صحيح، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.01).
- تتميز درجات الحرارة باعتدالها في فصل الصيف في المناطق الجبلية بمنطقة الدراسة مما يجعلها من أهم المصايف في المملكة العربية السعودية.
- تنقسم منطقة الدراسة وفق مؤشر القحولة العالمي إلى تصنيفين مناخيين هما: الإقليم القاحل (الجاف) والإقليم شبه القاحل (شبه الجاف) والذي يشكل فيه الإقليم القاحل نسبة (97.6%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

التوصيات:

- الاستفادة من البيانات المناخية المستخلصة من المرئيات الفضائية في الدراسات المناخية كونها تعطي فكرة واضحة عن التصنيف المناخي للمنطقة.
- إجراء الدراسات المتعلقة بالمسح البيئي للمنطقة ومعرفة تأثير المناخ على الإنتاج النباتي والزراعي.
- الحد من الرعي الجائر في المنطقة نظرًا لهشاشة البيئة الجافة وشبه الجافة وحساسيتها، حتى لا تفقد المنطقة غطاءها النباتي المميز.

المراجع العربية:

1. جبور، الياس، (2003م)، الكوارث المناخية في الجمهورية العربية السورية -الجفاف- ط1، سوريا: دار الرضا للنشر.
2. الحميد، صلاح، (2012م)، الجفاف والتصحر المخاطر واليات المكافحة، القاهرة: هبة النيل العربية للنشر والتوزيع.
3. الجصاني، نسرين وحسين، زهراء، (2023م)، حساب قيم الجفاف في العراق (باستخدام المعادلات المناخية)، *مجلة أبحاث ميسان*، المجلد 19، العدد 27، ص ص 263-284.
4. الراوي، صباح وآخرون، (2017م)، *علم المناخ التطبيقي*، ط1، عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.
5. الرحيلي، بسمة، (2015م)، استخدام تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة الجفاف وأثره على النبات الطبيعي في أجزاء من غرب وجنوب غرب المملكة العربية السعودية، *مجلة جامعة الملك عبدالعزيز*، جدة، م22، ع2، ص ص 171-193.
6. سلامة، حسن، (2009م)، *جغرافية الأقاليم الجافة منظور غرافي بيئي*، ط1، عمان: دار المسيرة.
7. السقا، عبدالحفيظ، (1998م) *الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية*، ط2، جدة: دار كنوز العلم للنشر والتوزيع.
8. شعبان، فاطمة محمد محمود. (2021). الموازنة المائية المناخية في شرق منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. *مجلة كلية الآداب، جامعة الفيوم*، مج13، ع2، 3350-3398.
9. الشمري، صالح عبدالمحسن. (2021). توظيف التحليل التكراري المقارن للأمطار اليومية القصوى في تقدير احتمالية هطولها بمنطقة عسير، *المجلة العربية للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، مركز السنبلة للبحوث والدراسات، ع9، 1-34.
10. شنيشل، بلسم ولهمود، فراس، (2022م)، الكشف عن أنماط الجفاف باستخدام الاستشعار عن بعد والقرائن الطيفية في محافظة ذي قار للمدة (1987-2020م)، *مجلة مداد الآداب، كلية الآداب الجامعة العراقية*، العدد 29، مجلد12، العدد 29، ص ص 1833-1864.
11. العامود، فهد، (2018م)، معامل الجفاف كمؤشر للتغير المناخي في العراق للمدة (1970-2011)، *مجلة أبحاث نيسان*، المجلد 14، العدد 28.

12. العباد، هدى، (2008م)، الجغرافيا المناخية: دراسة لمناخ شمال المملكة العربية السعودية، ط1، الرياض: دار الزهراء.
13. عنصر، علاوة وآل سليمان، فايز، (2022م)، بعنوان التحليل المكاني للجفاف وأثره على جبال السروات (منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية)، مجلة كلية الآداب، جامعة ذمار، العدد 22، ص ص 431 - 556.
14. غانم، علي، (2010م)، المناخ التطبيقي، ط1، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
15. القين، عبدالبر، (1989م)، الجفاف في المملكة العربية السعودية، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية (21-23 نوفمبر 1989م)، جامعة الملك سعود: مركز دراسات الصحراء، الرياض.
16. محسوب، محمد، (2015م)، الأخطار والكوارث الطبيعية: الحدث والمواجهة، ط1، القاهرة: دار الفكر العربي.
17. محمد، عبدالملك، أسس الجغرافيا المناخية، ط1، الرياض: مكتبة الرشد.
18. المركز الوطني للأرصاد، إحصاءات المناخ لمخطي أبها-بيشة (1970-2022م)، بيانات غير منشورة، إدارة المناخ، جدة.
19. آل مشيط، أمل بنت حسين بن سعيد. (2020). دراسة تحليلية لاتجاهات التغير العام للأمطار السنوية خلال الفترة 1971-2010 في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، جامعة بنها، ع53، ج1، ص 137 - 202.
20. موسى، علي، (2017م)، المناخ التطبيقي، ط1، عمان: دار العصار العلمي للنشر والتوزيع.
21. النشوان، عبدالرحمن، (1438هـ)، جغرافية المملكة العربية السعودية، ط1، الرياض: فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية
22. هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، (2013م)، الخارطة الإدارية الرقمية للمملكة العربية السعودية، المملكة العربية السعودية، جدة: وحدة نظم المعلومات الجغرافية.
23. مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، (2014م)، نموذج الارتفاع الرقمي **ASTER** بدقة 30متر، المملكة العربية السعودية، الرياض.
24. الطون، كنيث، (1992)، الأراضي الجافة، ترجمة: علي شاهين، بيروت: دار النهضة العربية.

المراجع الأجنبية:

- Greve, p et al (2019), The aridity Index under global warming, Environmental Research Letters, **Environ. Res. Lett.** **14**, p1-11.
- Zomer, Robert & other Researchers, (2022), Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Databas, **Scientific Data**, p1-16.

المواقع الالكترونية:

قاعدة البيانات المحدثة للمؤشر العالمي_ تبخر_نتحي، متاح عبر الرابط:
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v5>