

تطبيق مؤشرات التصحر بمنطقة القصيم باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

منصور العسبلي^(*) & محمد الحربي^(**) & د/ فاتن حامد علي نحاس^(***)

الملخص

تتميز منطقة القصيم في موقها المتوسط بقلب المملكة العربية السعودية ، وبدورها الزراعي الذي تقوم به ، الذي يمثل تحدياً لعدد من العوامل الطبيعية والبشرية ، مما يتطلب الحفاظ على البيئة واستدامتها ، ونتيجة الضغط على الموارد قد تتعرض المنطقة لحالات التدهور البيئي الذي ينتج عنه تصحر إي شكل من أشكاله ، وقد تم استخدام بيانات الصور الفضائية landsat8-9 حيث تم التطبيق على النطاقات الطيفية لرصد الوضع الحالي ، وقد تم استخدام مؤشر الغطاء النباتي NDVI ومؤشر القشرة البيولوجية CI لدراسة الوضع الحالي لبيئة منطقة القصيم التي كشفت عن توسط الوضع النباتي بها فتلك المنطقة لا تعاني من الجفاف ولكنها هشة معرضة ذلك لزيادة مساحات المناطق غير المغطاة بالغطاء النباتي وقشرة بيولوجية فقيرة.

الكلمات المفتاحية: القصيم، مؤشر الغطاء النباتي، مؤشر القشرة الطيفية البيولوجية، التصحر، الجفاف.

Abstract

Al-Qassim region is distinguished by its central location in the Kingdom of Saudi Arabia and its agricultural role, which faces a number of natural and human challenges. This necessitates preserving and sustaining the environment. As a result of pressure on resources, the region may be exposed to environmental degradation, leading to desertification in some form. Landsat 8-9 satellite imagery data was used, applied to spectral bands, to monitor the current situation. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Crust Index (CI) were used to study the current state of Al-Qassim region's environment, which revealed a moderate vegetation condition. The region does not suffer from drought but is fragile and susceptible to an increase in areas without vegetation cover and a poor biological crust.

Key words: Al-Qassim – NDVI-CI – Desertification- Drought.

(*) كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

(**) كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

(***) كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

١- المقدمة

تعد ظاهرة التصحر تحدياً بيئياً عالمياً يؤثر بشكل خاص على المناطق الجافة وشبه الجافة. تتسبب عوامل متعددة في تفاقم هذه الظاهرة، من بينها التغيرات المناخية والأنشطة البشرية غير المستدامة. تؤدي التصحر إلى تدهور الأراضي، وانخفاض التنوع البيولوجي، وزيادة حدة الجفاف، وتفاقم مشاكل شح المياه. ونتيجة لذلك، تتدهور الإنتاجية الزراعية، وتنخفض جودة المياه، وتزداد حدة الفيضانات والعواصف الترابية، مما يهدد الأمن الغذائي وسبل عيش المجتمعات المحلية. من الضروري اتخاذ إجراءات عاجلة للحد من التصحر، مثل إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، وإدارة الموارد المائية بشكل مستدام، وتوعية المجتمعات المحلية بأهمية الحفاظ على البيئة.

تعتبر منطقة القصيم في المملكة العربية السعودية كأحد المناطق الجافة نموذجاً واضحاً للربط بين الغطاء النباتي والجفاف إذ تكشف دراسة الغطاء النباتي في هذه المنطقة عن تأثيرات العوامل المناخية، الجيولوجية، المائية، والبشرية .

وقد ذكر تقرير مراقبة الجفاف (الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، 2002 م) أن المملكة العربية السعودية تتعرض لجفاف جوي Meteorological Drought ، وجفاف هيدرولوجي Hydrological Drought، وجفاف زراعي Agricultural Drought ، منذ منتصف عام 1998م مخلفاً آثار سلبية واضحة متمثلة في نقص الرطوبة وكميات التساقط، حيث ذكر التقرير أن المواسم التي تتأثر بفترة واحدة من الهطول حتى لو كانت متزايدة، فهي لا تعتبر مؤشر للهطول الفعلي حيث تكون القيمة الفعلية للهطول قليلة الفائدة وغير مجدية، مما قد يؤدي إلى خلل في النظام الإيكولوجي (الزبيدي، ٢٠١٥).

كما برزت في القرن العشرين المؤشرات الطيفية الجفافية كأحد الأساليب التقنية الفاعلة لتقصي الإجهاد النباتي وجفافيته، واتخاذ القرارات وتنفيذ التدابير للتخفيف من الجفاف، وتحقيق، التنمية المستدامة (Kogan, 2002)

و يتخذ التصحر مظاهر متنوعة ومتباينة تختلف باختلاف البيئة والأنشطة البشرية. هذه المظاهر تكشف بوضوح عن مدى خطورة هذه الظاهرة وتأثيرها على البيئة ، قام (المطوع، ١٩٩٠) بوضع عدد من تلك المظاهر كالتالي :-

- تناقص الغطاء النباتي من حيث المساحة والكثافة، وتدهور نوعيته وقيمه نتيجة قلة أو إختفاء الأنواع النباتية المستحبة أو المستساغة والمفضلة للحيوان، وانتشار الأنواع غير المفضلة أو غير المستساغة أو الضارة.
- تملح التربة وتغدقها وبخاصة في البيئات الزراعية المرواة.

- زحف الرمال على مناطق الزراعة والمراعي والطرق ومناطق العمران .
- تعرض الطبقة العلوية من التربة للجرف، وهي الطبقة التي تتجمع فيها معظم القدرة البيولوجية للتربة
- تزايد نسبة الغبار في طبقات الجو السفلي، وتناقص مدى الرؤية .

٢- موضوع وأهمية الدراسة:

يختلف الجفاف عن غيره من المشكلات الطبيعية في كونه يمتد ببطء وعلى مدى سنوات متستراً في بدايته وراء عدد من العوامل إلى أن تظهر آثاره المدمرة كنضوب المياه وموت الحياه النباتية وتعرية التربة وظهور التصحر بكافة أشكاله ، وتبرز أهمية الدراسة من كونها تسلط الضوء على مشكله في غاية الأهمية تتمثل في الانعكاسات السلبية على الحياة الاجتماعية والاقتصادية وتدمير المورد الحيوي. ويعد استخدام مؤشرات التصحر تساعد في سرعة التنبؤ بحجم حالة الجفاف بصورة أسرع من القياسات الحقلية والدراسات الميدانية، حيث يعد مؤشر (NDVI) مؤشر الاختلاف النباتي القياسي من أكثر المؤشرات تجربة وإستخداماً في العالم لدراسة الغطاء النباتي، ومؤشر (CI) مؤشر القشرة يستخدم لتقييم حالة سطح الأرض وتحديد المناطق التي تغطيها التربة المكشوفة أو النباتات أو أنواع أخرى من الغطاء الأرضي، كما يمكن استخدام مؤشر القشرة لتحديد المناطق المعرضة للتصحر .

٣- مشكلة الدراسة

نظراً للتغيرات المناخية التي يشهدها العالم حالياً من حالات جفاف وتقلبات في حالة المناخ الامر الذي قد ينعكس سلباً على الحياة النباتية وحدوث حالات التصحر، لذا تكمن مشكلة الدراسة الرئيسية في تقييم حالة الجفاف بمنطقة القصيم عن طريق تطبيق بعض من مؤشرات التصحر بإستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وتتبلور مشكلة الدراسة نتيجة توافرها مع رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ على حماية الأراضي والموارد الطبيعية وتفادي أسباب تدهور الأراضي والتصحر خاصة وأن منطقة القصيم من المناطق الزراعية بالمملكة فهنا ضرورة ملحة للحفاظ عليها.

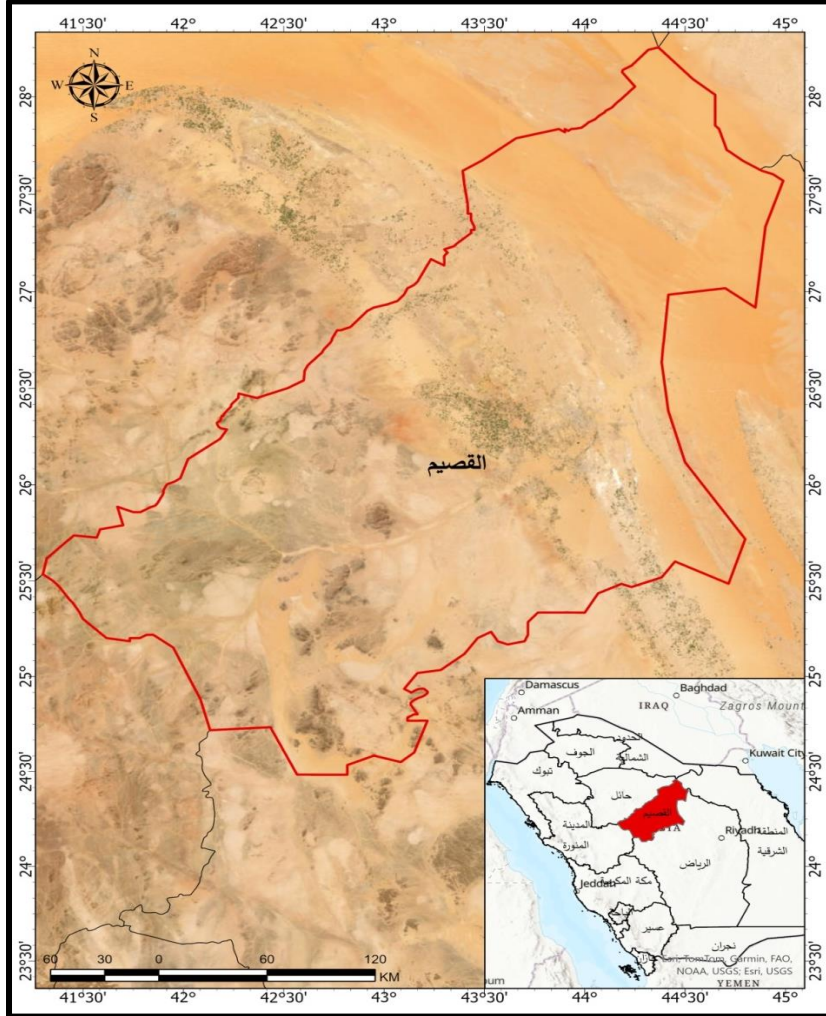
٤- أهداف الدراسة

انطلاقاً من مشكلة البحث تسعى الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

١. تقييم فاعلية مؤشرات التصحر بمنطقة القصيم من خلال الصور الفضائية.
٢. تحديد المساحات المعرضة لآخطار الجفاف والتصحر بمنطقة القصيم.
٣. حماية البيئة من خلال إنتاج خرائط موضوعية تظهر أماكن الغطاء النباتي.

٥- منطقة الدراسة

تتقع منطقة القصيم في وسط الجزء الشمالي من المملكة العربية السعودية حيث يحدها من الشمال والشمال الغربي منطقة حائل، ومن الشرق المنطقة الشرقية، ومن الجنوب منطقة الرياض، ومن الغرب منطقة المدينة المنورة وحائل، وترتبطها الخصبة التي تجعلها منطقة زراعية مهمة حيث تسمى منطقة القصيم بالجوهرة السعودية الخضراء، بطبيعتها الخلابة، وزراعتها الخصبة.



المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على shapefile المناطق الإدارية للمملكة العربية السعودية من وزارة البلديات والإسكان

باستخدام برنامج ARC GIS PRO

شكل (١) موقع منطقة القصيم

٦- الدراسات السابقة:

إعتمدت الدراسة على عدة دراسات سابقة تناولت استخدام مؤشر الغطاء النباتي سواء داخل منطقة الدراسة أو خارجها وتم الاستطلاع على ما تقدمه كل دراسة كالتالي:

١. تناولت دراسة آل سليمان وعنصر (٢٠٢٢)، إبراز الخصائص الطبيعية لجبال السروات بمنطقة عسير لتحديد اتجاه عنصري الأمطار والحرارة من خلال تحليل بيانات ثلاث محطات رصد جوي للفترة 1983 - 2017 انطلاقاً من أن مرتفعات السروات بمنطقة عسير تنفرد، عن باقي مناطق المملكة العربية السعودية، بموقعها، وبمناخها، وغطائها النباتي، فمن حيث الموقع فهي محاطة بمساحات برية شاسعة باستثناء البحر الأحمر، الذي يحدها من الغرب. وأما التضاريس، فيغلب عليها الطابع الجبلي، والفوارق في الارتفاعات. وأما المناخ، فيتميز بأمطار مرتفعة ودرجات حرارة منخفضة نسبياً. هذه السمات تجعل من جبال السروات جزيرة مناخية رطبة مما يضيفي عليها غطاءً نباتياً متنوعاً. ولبلوغ هذه الأهداف، فقد تطرق البحث إلى دراسة اتجاه الأمطار والحرارة وتحليل بعض المرئيات الفضائية وقد خلصت إلى إثبات تراجع الأمطار وتزايد الحرارة ابتداء من سنة 1999، مما أدى إلى نزعة نحو تجفيف المنطقة. كما أن تحليل بعض المرئيات الفضائية لسنة 1985 و 2015، أي قبل وبعد تاريخ تناقص الأمطار وتزايد الحرارة، بما لا يدع مجالاً للشك، تدهور الغطاء النباتي.

٢. أشارت دراسة أحمد وإبراهيم (٢٠١٧)، الي البحث والتحليل لمظاهر ومؤشرات الجفاف بمحلية أم روابة ولاية شمال كردفان - السودان مستخدمة بعض المناهج البحثية الملائمة، بالإضافة إلى تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. أوضحت الدراسة تعدد المظاهر والمؤشرات الناتجة عن الجفاف بمنطقة الدراسة، فقد جلب الجفاف التصحر، وجلب التصحر مزيداً من الجفاف فأنتج ذلك العديد من المظاهر والمؤشرات الدالة عليه، مثل تدهور الغطاء النباتي، تدهور التربة وانخفاض إنتاجها الحيوي، التصحر وزحف الرمال، فشل الإنتاج الزراعي والحيواني ونزوح السكان لتلف المحاصيل ونفوق الحيوان. وقد توصلت الدراسة إلى أن تعاقب موجات الجفاف وتكرارها، أدى إلى تدهور الغطاء النباتي والتربة، وشيوع ظاهرة زحف الرمال، الشيء الذي أدى إلى تقلص مساحات الأراضي الزراعية والرعية.

٣. أوضحت دراسة الجصاني وحسين (٢٠٢٠)، الي نمذجة عدة معادلات لقياس الجفاف في أقسام العراق الشمالية والوسطى والجنوبية أبرزها معامل Lang ، ومعامل ديمارتون Demarton ومعادلة ثورنثويت Thornthwaite لأجل التعرف على أكثر العناصر تأثيراً في جفاف منطقة الدراسة، وقد تبين من خلال ذلك معدلات درجة الحرارة والرطوبة ومقادير التبخر ذا تأثير واضح

في الجفاف، إذ سجلت كل من محطتي الموصل وخانقين وكركوك ادنى قيم الجفاف في منطقة الدراسة لارتفاع مقادير التساقط المطري واعتدال درجات الحرارة فيها، في حين سجلت محطة الناصرية والساوية والبصرة اقصى قيم الجفاف لارتفاع درجات الحرارة وقلة التساقط المطري وبصفة مناخية جافة وشديدة الجفاف.

٤. تناولت دراسة القاسم وأحمد (٢٠١٩)، البيانات المناخية من محطات الأرصاد الجوية وحماية البيئة بمنطقة الدراسة وقد اشتملت على محطة القيصومة الظهران، الأحساء، حفر الباطن، والدمام، خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٢م. وتم تطبيق سته من قرائن الجفاف: لانج، دي مارتون، كوسين، ثورنثويت، كوين وويلمي على معدلات الأمطار ومعدلات درجة الحرارة الشهرية والفصلية والسنوية لخمس. ومن أهم النتائج التي توصلت لها الدراسة إلى أن جميع الشهور في المنطقة الشرقية وجميع المحطات تصنف ضمن الشهور الجافة حسب قرينة كوسين وقرينة ثورنثويت، كما اتسمت أن فصول السنة بتباين درجات الجفاف، فقد كان فصل الصيف هو الأكثر جفافاً يليه فصل الخريف، بينما يقل الجفاف خلال فصلي الشتاء والربيع. كما اتصفت منطقة الدراسة بالجفاف السنوي حسب تطبيق قرائن كل من لانج، ديمارتون، كوين، وويلمي.

٥. أشارت دراسة سلب (٢٠٢٣): الي أن محافظة بابل من المناطق التي تتعرض لحقب جفاف متلاحقة تنعكس على الغطاء النباتي من ناحية انخفاض مساحتها بحسب ما بينته الدراسة لمؤشرات الجفاف SPI و NDVI وقد استخدم مؤشر دليل المطر القياسي (١) للمدة (٢٠٢٠-١٩٧٧) لحقبة ٤٤ سنة متتالية للمحطات المناخية الثلاثة وهي الحلة وكربلاء وبغداد وقد رقت التغيرات لتكرارات الجفاف الفصلية باستثناء فصل الصيف بوصفه جاف بالكامل وقد تبين تكرار لحقب الجفاف في المحطات الثلاث إذ تراوحت بين ٣٥ و ٦١٪ وذلك خلال كل من فصل الخريف (٤٧-٦١٪)، ويتبعه الشتاء ٤٤-٥٠٪، ومن ثم الربيع ٣٦.١-١٣٨٩ أما حقب الجفاف الموسمي فقد تراوحت بين ٣٩٪ الي ٦١٪ في المحطات الثلاث. وقد استخدم مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) لتأكيد الجفاف من خلال التحليل المكاني للغطاء النباتي لجهة ضعفه وكثافته.

٦. تناولت دراسة صادق والحسن (٢٠٢٤)، العديد من التقنيات الحديثة ذات المؤشرات الطيفية التي تسهم في تحليل جوانب متعددة مثل الغطاء النباتي المياه التربة وغيرها من المؤشرات وبوجود الأقمار الصناعية المعروفة ب Landsat توفرت إمكانيية وجود فرص متعددة لإجراء عمليات مختلفة باستخدام النطاق الطيفي وتحويل النتائج إلى مؤشرات طيفية تمكنا من التعبير عن حالات الجفاف أو حالات التصحر وتم الاعتماد على مرئيات Landsat5 لبيان التصحر بين المدة (٢٠٠٢-٢٠٢٣). والدراسة الموسومة بـ التحليل الزمني والمكاني لمؤشرات التصحر وأثرها

على الأراضي الزراعية في ناحية الرشيد تركز على الكشف عن التغيرات المكانية عبر الفترة الزمنية المختارة لمظاهر التصحر بمؤشرات تسمى بمؤشرات مظاهر التصحر (NDVI-NDMI-SAVI-NDWI) وغيرها.

٧. أوضحت دراسة الحجاوي وآخرون (٢٠٢٣)، مشكله التصحر لم تكن وليدت اللحظة، وإنما هي من المشاكل البيئية والإيكولوجية التي تعاني منها أغلب دول العالم، والتي تحاول جاهدة للحد منها للحفاظ على البيئة، فالعوامل الطبيعية ليست وحدها المسؤولة عن التصحر بل للإنسان الدور الأكبر في تسارع ظاهرة التصحر الذي بات يهدد السكان بالفقر، حيث تتحول الأراضي الصالحة للزراعة إلى صحراء وتفقد قدرتها الإنتاجية، لذا فقد جاءت هذه الدراسة بتسليط الضوء على التصحر الذي بات يهدد المنطقة الساحلية الليبية، والتي تعد المنطقة الزراعية الخصبة وتضم أجود أنواع التربة إضافة إلى وجود الغابات والمراعي الطبيعية، حيث الجفاف والظروف المناخية في السنوات الأخيرة سببت في تراجع الإنتاج الزراعي إضافة الي الزحف العمراني

٨. تناولت دراسة جلب (٢٠١٠)، الجفاف في الحسكة والقامشلي وتل أبيض خلال الفترة ١٩٦٥-٢٠٠٦، باستخدام مؤشر الجفاف SPI على المستويات السنوية والفصلية والشهرية، وتم تحديد نسبة تكرارية كل مستوى من شدة الجفاف في كل منطقة وعند مختلف المستويات الزمانية على المستوى السنوي تكرر الجفاف الشديد بنسبة %٢.٤٤ في كل من الحسكة والقامشلي، وبنسبة %٤.٨٨ في تل أبيض، في حين تكرر الجفاف المتطرف بنسبة %٤.٨٨ في الحسكة، بنسبة %٢.٤٤ في كل من القامشلي وتل أبيض، أما على المستوى الفصلي فقد حدث الجفاف المتطرف في شتاء كل من الحسكة وتل أبيض بنسبة %٢.٤٤، في حين لم يقع الجفاف الشديد في خريف المناطق الثلاثة، أخيراً وقع الجفاف الشهري الشديد بنسبة %٩.٧٦ في كانون الأول في تل أبيض وتكرر بنفس النسبة في القامشلي خلال شهر شباط أما في الحسكة فقد تكرر بنسبة %٧.٣٢ في كانون الأول، بينما تكرر الجفاف المتطرف في الحسكة وتل أبيض خلال شباط وآذار وتشيرين الثاني وفي القامشلي في كانون الأول بنسبة %٤.٨٨.

٩. أشارت دراسة الساعدي (٢٠٢٣)، الي تتبع ومراقبة الجفاف المناخي بحسب مؤشر المطر القياسي وتأثيره على بعض المؤشرات الطيفية ذات العلاقة المباشرة بحالات الجفاف المؤثر على الغطاء النباتي لاسيما منها مؤشر الغطاء النباتي NDVI ومؤشر حالة الغطاء النباتي VCI ومؤشر درجة الحرارة السطح الأرض الغطاء النباتي TVDI ومؤشر استجابة الغطاء النباتي لحرارة TCI فضلا عن مؤشر رطوبة التربة SW ان هذه المؤشرات حظيت باهتمام كبير في الدراسات العلمية العالمية لما لها تأثير مباشر على الغطاء النباتي ونوعيته لذا سعى البحث أن يبين تأثير هذه المؤشرات لمدى تأثرهما بحالات الجفاف زمانيا ومكانيا على منطقة الدراسة.

١٠. تناولت دراسة عثمان (٢٠٢١)، الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة شرق النيل المتعرض لتدهور شديد ومستمر بفعل الانسان ما نتجه عنه خسائر مختلفة وينذر بمخاطر عديدة، الهدف من الدراسة دراسة تغرات الغطاء النباتي لمنطقة شرق النيل باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، وذلك لما تتميز به التقنيات من سرعة ودقة وشمولية إضافة إلى توفر الجهد والمال. والتعرف على مخاطر تدهور الغطاء النباتي على منطقة الدراسة والسبل المقترحة للتقليل من التدهور والحد من مخاطره. ووظفت تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تحليل ومراقبة الاخضرار النباتي وتقييمها لفترات من ١٩٧٢- ٢٠٢٠ م، وتفسر التغير الطارئ عليها وفقاً للمتغيرات البيئية والبشرية وتحديد المناطق الاكثر تائراً.

١١. أشارت دراسة الفهداوي (٢٠١٩)، الي استنزاف الغطاء النباتي يؤدي إلى تعميق حدة تدهور الأراضي الزراعية وإنتاجها، نتيجة الإهمال والتلمح وسوء الاستعمال والإدارة، ومن ثم بروز ظاهرة التصحر والجفاف الذي يعد من أهم المشاكل البيئية التي تعيق خطط واستراتيجيات التنمية الزراعية. حيث تعد منطقة الدراسة (قضاء الكرمة التي تقع غرب العاصمة بغداد من المواقع الزراعية المهمة في البلد، شملت الدراسة تغير الغطاء الخضري باستخدام أدلة الغطاء الخضري من خلال الاعتماد على تحليل ثلاث مرئيات للموسم الشتوي للقمر الصناعي landsat بتواريخ مختلفة.

١٢. تناولت دراسة الزبيدي (٢٠١٥)، تقييم حالة الجفاف في المناطق الغربية من محافظة الطائف لفترة تمتد إلى ٢٦ عاماً، من خلال توظيف معطيات المعالجة الآلية للمرئيات الفضائية بتطبيق مؤشر الحالة النباتية (VCI)، ومؤشر الحالة الحرارية (TCI)، مؤشر الصحة النباتية (VHI) ، ومؤشر التغطية النباتية(OSAVI). وأسفرت نتائج الدراسة عن حدوث تدهور حرج في النظام البيئي الحيوي ما بين عامي ١٩٨٤ م - ٢٠١٠ م ، وهيمنة الجفاف الناتج عن التأثير المشترك بين الإجهاد الرطوبي والحراري على منطقة الدراسة، وبرهن علىه أيضاً تناقص حالة التغطية النباتية ومساحتها، وقد أسهمت الدراسة في توليد قاعدة بيانات وخرائط عن حالة الجفاف وامتداده في منطقة الدراسة بناء على حجم الخلية والمراكز والمنطقة ككل للفترة المحصورة بين عام ١٩٨٤ و ٢٠١١ م.

١٣. أوضحت دراسة الحاضر (٢٠١٨)، مدي تسبب التصحر في الإخلال بالتوازن البيئي لهذه المنطقة وأدى إلى تدهورها واتساع رقعة التصحر، وقد أعدت هذه الدراسة لغرض دراسة ظاهرة التصحر وتأثيراتها البيئية على منطقة بيشة، والتي تبين دور العوامل الطبيعية من درجات الحرارة والرطوبة وقلة الهطول والتبخر في تفاقم ظاهرة التصحر بالمنطقة ودراسة الانتاجية المائية وقد أظهرت الدراسة وجود عجز مائي على طول العام، كما أبرزت الدراسة دور العامل البشري

المتمثل في الرعي الجائر والاحتطاب واستغلال الأراضي للنتزه أو الزراعة والتي لعبت دور كبير في اتساع ظاهرة التصحر، ومن خلال البيانات المناخية تم تحديد مؤشرات الجفاف باستخدام المعادلات الرقمية والتي أثبتت أن منطقة بيشة تقع ضمن النطاق الصحراوي الجاف، كما بينت الدراسة التأثيرات الناتجة عن ظاهرة التصحر مثل تقلص المساحات الزراعية، وازدياد موجات الغبار وتسبب التصحر في تفكك التربة والتأثير على خصائصها.

١٤. تناولت دراسة الحارث (٢٠٠٩)، التغير في مؤشر الاخضرار النباتي Vegetation Index شرق مدينة جدة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System والاستشعار عن بعد Remote Sensing. لما توفره هذه التقنية من رسم شبه صورة واقعية للتغير في مساحة المناطق الخضراء سواء كان هذا التغير سلبياً أو إيجابياً بناء على تحليل بيانات صور الأقمار الصناعية Satellite Images من حيث اكتشاف التغير Change Detection الحاصل على مساحة الغطاء النباتي الأخضر، ودراسة العوامل التي أدت إلى هذا التغير في مساحة المناطق الخضراء سواء كانت هذه العوامل طبيعية أو مسببات بشرية قد أحدثت تغيراً على جيومورفولوجية المنطقة من خلال التغير الحاصل على الغطاء النباتي.

١٥. أشارت دراسة أحمد (٢٠٢٤)، التصحر في منطقة خانقين في محافظة ديالى بالعراق باستخدام صور الأقمار الصناعية من نوع Sentinel ٢ بدقة عالية ١٠ أمتار لتقييم مستويات الجفاف والتصحر في منطقة الدراسة، تم استخدام عدد من المؤشرات الخاصة بالنبات والتربة المستمدة من صور الأقمار الصناعية Sentinel ٢- أظهرت النتائج زيادة المساحة التي تغطيها شدة التصحر المنخفضة من ١٢.٠٥٪ في عام ٢٠١٦ إلى ٢٩.٤١٪ في عام ٢٠٢٢. زادت المساحة التي تغطيها شدة التصحر العالية من ٣٢.٤٩٪ في عام ٢٠١٦ إلى ٣٦.٤٤٪ في عام ٢٠٢٢، مما يدل على تسارع عملية التصحر، وأخيراً، زادت المساحة التي تغطيها شدة التصحر الشديد جداً من ١٢.٣٤٪ في عام ٢٠١٦ إلى ٢١.٢٣٪ في عام ٢٠٢٢. ومن أسباب الجفاف الزراعي والتصحر هو التغيرات المناخية والانشطة البشرية مثل الرعي المفرط وإزالة الغابات.

١٦. تناولت دراسة الحاربي (٢٠٠٧)، التغير النباتي الطبيعي في منطقة تبوك بالمملكة العربية السعودية، من خلال استخدام البيانات الرقمية للماسح الموضوعي المحمول على القمر الصناعي لاندسات - ٥ لعامي ١٩٨٨م و ٢٠٠١م. لقد اختبرت الاختلافات النباتية بمنطقة الدراسة باستخدام المؤشر النباتي النسبي (RVI) Ratio Vegetation Index والذي يعد من التطبيقات الرئيسية في حقل اكتشاف التغير النباتي وتحديد اتجاهاته، ولقد أثبتت الدراسة أن المؤشر النباتي النسبي RVI من المؤشرات المهمة في رصد ومراقبة التغير النباتي في البيئات الجافة، وهو قابل للتطبيق في العديد من الدراسات الجغرافية.

١٧. أوضحت دراسة القحطاني (٢٠٢٠)، دور دراسة الغطاء النباتي والذي قد يؤدي نقصه أو اختلاله على المدى البعيد إلى مخاطر الجفاف والتصحر في المستقبل، وفي هذا البحث تم استهداف دراسة الغطاء النباتي في وادي العمارة الواقعة في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية، والذي يعتبر من الشعاب المهمة التي تقع في الحافة الغربية لجبال الطويق، والذي ينتشر في حوضه غطاء نباتي يمثل مورداً بيئياً ورعويًا للمنطقة.

٧- منهجية الدراسة:

تتبع الدراسة المنهج التحليلي الوصفي الذي يقوم على تحليل البيانات الخاصة بمؤشرات التصحر داخل منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية، وتقييم هذا التحليل لمعرفة توزيع المناطق المعرضة للتصحر على مستوى المنطقة .

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، بهدف التوصل إلى النتائج التي تتعلق بظاهرة التصحر، وقد استند البحث على بيانات من صور الاقمار الصناعية Landsat8-9 تغطي منطقة الدراسة، بالإضافة الي البيانات المناخية (الامطار - الحرارة) في صورة شبكية (Raster) و من خلال تلك البيانات تم استخراج ثلاث مؤشرات جفاف لمقارنة نتائجهم على مستوى منطقة الدراسة كالتالي:-

١. معامل الجفاف (ديمارتون): حيث أنه مؤشر إحصائي يقيس العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الامطار .

٢. المؤشر الغطاء النباتي (NDVI): يعد مؤشر الغطاء النباتي من أهم المؤشرات للكشف عن كثافة وحيوية النباتات وكذلك هو مؤشر جيد للكشف عن التربة والتصحر .والحصول على المؤشر من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

بحيث تشير R إلى الأشعة الحمراء وتشير NIR إلى الأشعة تحت الحمراء القريبة.

٣. مؤشر القشرة الحيوية (CI) : هو مؤشر يستخدم لتحديد وتعيين القشور الحيوية للتربة (Biological Soil Crusts) على سطح الأرض، حيث تظهر بوضوح في نطاقات الطيف الأزرق والأحمر (Karnieli A.1997).

يتم حساب المؤشر: يتم حساب مؤشر القشرة (CI) بناءً على الفرق بين قيم الانعكاس في النطاقات الطيفية الحمراء والزرقاء:

$$\text{مؤشر القشرة الحيوية} = 1 - \frac{(\text{الأحمر} - \text{الأزرق})}{(\text{الأحمر} + \text{الأزرق})}$$

التحليلات والنتائج

➤ تجهيز البيانات:

➤ تم الحصول على بيانات المناخ (متوسط الامطار ومتوسط درجة الحرارة) في صورة بيانات

شبكة من موقع <https://www.worldclim.org/data>

➤ تم الحصول على المرئية من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) حيث تم اختيار المرئيات من القمر الصناعي landsat 8-9 بدقة مكانية ٣٠ م وعدد نطاقات طيفية ١١ نطاق وتم اختيار أقل كمية للسحب .

حيث يتضح من الجدول التالي النطاقات الطيفية لصور القمر الصناعي لاندسات Landsat8-9 ودرجة وضوحها الطيفية و المجالية حيث يستخدم الباند رقم (١) في دراسة المناطق الشاطئية ، كما يستخدم دمج النطاقات (٢،٣،٤) في عرض الصورة بالالوان الحقيقية كما يستخدم الباند رقم (٥) وهو نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة في دراسة الغطاء النباتي، كما يستخدم الباندات رقم (٦-٧) وهما نطاقات طيفية للأشعة تحت الحمراء في دراسات البيئة الجافة والغطاءات الأرضية ، بينما يعد الباند رقم (٨) وهو باند بانكروماتيك عالي الدقة الطيفية ويستخدم في عملية تحسين الايضاح البصري للمرئية، بينما يستخدم الباند (٩) في دراسة السحب الرقيقة عالية الارتفاع التي تتكون من بلورات جليدية حيث لا تتضح من النطاقات الطيفية الأخرى ، ويمكن إستخدام كل من الباندات (١٠ - ١١) في الدراسات الحرارية مثل إستخراج درجة حرارة سطح الأرض .

جدول (٢) خصائص النطاقات الطيفية لصور القمر الصناعي Landsat8-9

Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Coastal aerosol	0.43-0.45	30
Band 2 - Blue	0.45-0.51	30
Band 3 - Green	0.53-0.59	30
Band 4 - Red	0.64-0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85-0.88	30
Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.57-1.65	30
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.11-2.29	30
Band 8 - Panchromatic	0.50-0.68	15
Band 9 - Cirrus	1.36-1.38	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.6-11.19	100 (resampled to 30)
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50-12.51	100 (resampled to 30)

<https://www.usgs.gov/faqs/what-are-band-designations-landsat-satellites>.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)

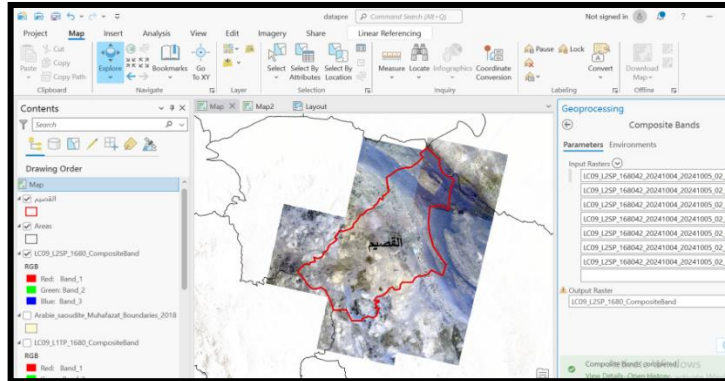
وقد تم تحميل عدد ٨ مرئيات فضائية لتغطي منطقة القصيم كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (٣) المرئيات الفضائية التي تغطي منطقة الدراسة

Row	Path	تاريخ الالتقاط	المرئية
41	168	26 - 9 -2024	1
43	168	26 - 9 -2024	2
41	167	27 - 9 -2024	3
42	167	27 - 9 -2024	4
43	167	27 - 9 -2024	5
42	169	03 - 10 -2024	6
40	168	04 - 10 -2024	7
42	168	04 - 10 -2024	8

المصدر: موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS.

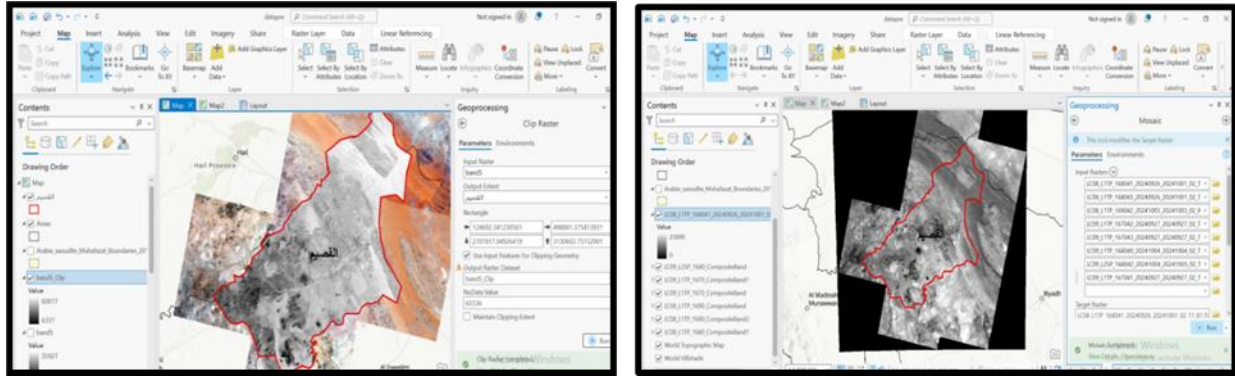
➤ **تجميع النطاقات:** تم عمل تجميع للنطاقات ذات الدقة المكانية الواحدة وهي النطاقات (١-٢-٣-٤-٥-٦-٧) من خلال عملية composite bands داخل برنامج ARC GIS PRO وذلك لكل مرئية فضائية على حدة.



شكل (٢) تجميع النطاقات للمرئيات الفضائية لمنطقة القصيم

- ومن ثم تم إختيار النطاقات التي تظهر الالوان الطبيعية للمرئيات يتم عرض النطاقات (٤-٣-٢) بالترتيب كما هو موضح.

➤ **دمج المرئيات (mosaic) واقتصاصها:** حيث أن منطقة الدراسة تقع بأكثر من صورة فضائية، ولكي تتم التحليلات المطلوبة يجب أن تعامل الصور كأنها وحدة واحدة لذا يتم عمل (mosaic) وهنا سنقوم بعمل mosaic للبندات المطلوب العمل علىها وهي (band 4,band5,band2) للتحليل الغطاء النباتي ، ومؤشر القشرة.: وذلك لتطبيق المؤشرات على حدود منطقة القصيم فقط.فيتم تطبيق أمر (Clip Raster) .



شكل (٣) عمل mosaic للنطاقات الثلاث (band2-band4-) شكل (٤) عمل اقتصاص للنطاقات الثلاث (band2-band4-band5)

➤ تطبيق المؤشرات:

١- معامل الجفاف (ديمارتون): تعتمد جميع النظم الحديثة في تحديد الجفاف على مفهوم الموازنة المائية المناخية والتي تعبر عن العلاقة الكمية بين التساقط ودرجة الحرارة. وضع ديمارتون سنة ١٩٢٦ معامل الجفاف I . وفقاً للمعادلة $I = T + 10/N$.

حيث أن :

N = المعدل الشهري للامطار .

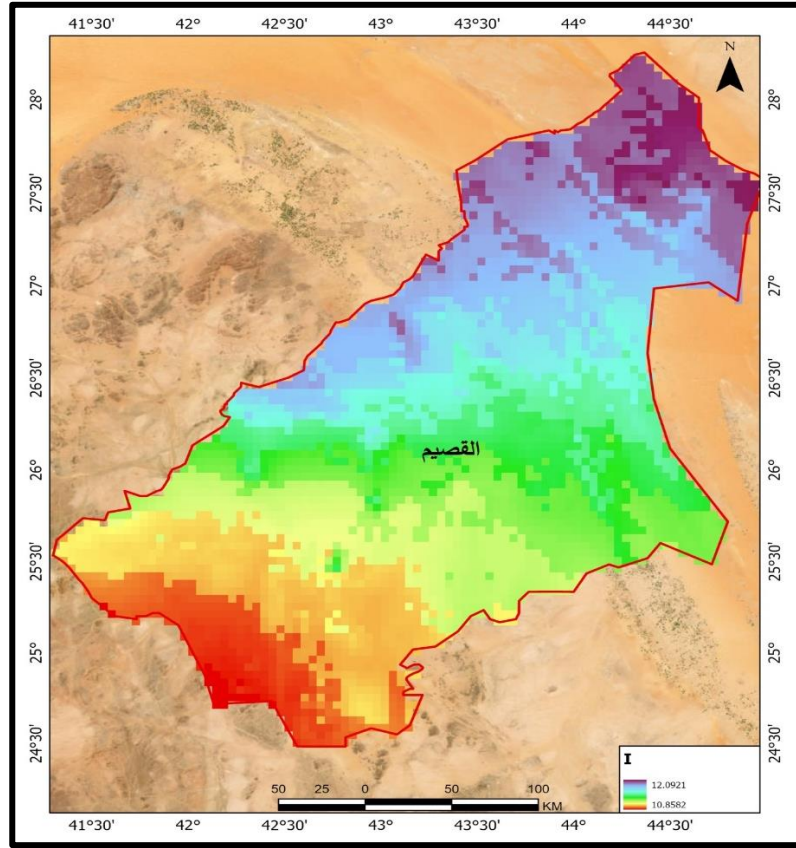
T = المعدل الشهري لدرجات الحرارة .

جدول (١) تصنيف معامل الجفاف ديمارتون

معامل الجفاف	الغطاء النباتي الطبيعي	نوع المناخ
أقل من ٥	أعشاب صحراوية	جاف
٥ - ٩.٩	أعشاب قصيرة	شبه جاف
١٠ - ١٩.٩	أعشاب إستبس	شبه رطب
٢٠ - ٢٩.٩	حشائش	رطب
٣٠ فأكثر	غابات	رطب جدا

المصدر : (الجبصاني وحسين ، ٢٠٢٣).

وقد تم استخدام صور الاقمار الصناعية للمتوسط درجة الحرارة ومتوسط الامطار ومن ثم تم تطبيق معادلة معامل الجفاف من خلال برنامج ARC GIS PRO وكانت النتيجة أن منطقة القصيم تمتد بين ١٠ و ١٢ على قياس معامل الجفاف وبالتالي فإن المنطقة تقع في النطاق شبه جاف وشبه رطب ، حيث تزداد الرطوبة كلما اتجهنا نحو الشمال الشرقي كما بشكل (٥).



المصدر : استخدام بيانات من <https://www.worldclim.org/data> للفترة من ١٩٧٠ وحتى ٢٠٢٠.

شكل (٥) توزيع معامل ديمارتون للجفاف بمنطقة القصيم

➤ حيث تم تطبيق المؤشرات التي تعبر عن حالة الجفاف بمنطقة القصيم باستخدام مرئيات landsat8-9 حيث تم تطبيق المعادلات التي التالية:-

المعادلة المستخدمة

$$NDVI = \frac{\text{Band 5} - \text{Band 4}}{\text{Band 5} + \text{Band 4}}$$

$$CI = 1 - \left(\frac{\text{Band 4} - \text{Band 2}}{\text{Band 4} + \text{Band 2}} \right)$$

المؤشر

مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)

مؤشر القشرة الطيفية (CI)

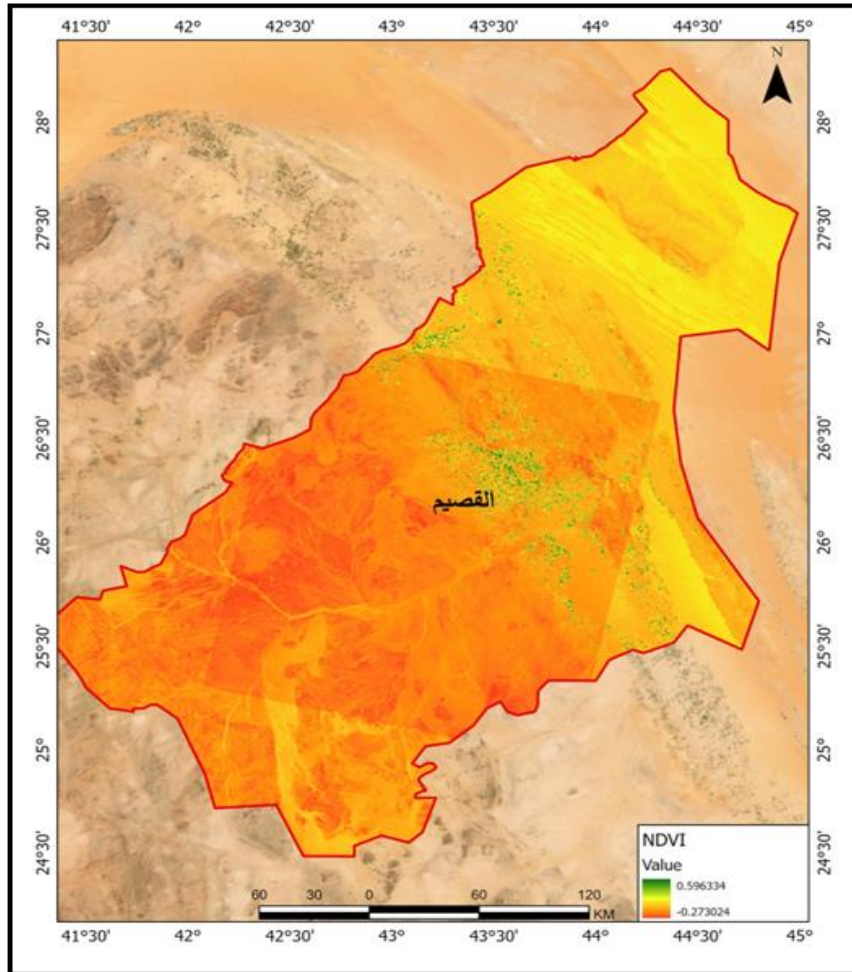
أولاً : مؤشر الغطاء النباتي (NDVI):



<https://openweathermap.medium.com>

شكل (٦) التدرج اللوني لمؤشر الغطاء النباتي

يعد مؤشر الغطاء النباتي من أهم المؤشرات التي تكشف عن كثافة وحيوية النباتات، كما أنه مؤشر جيد للكشف عن الجفاف والتصحر ، تتراوح قيم (NDVI) بين (- او + ١) ويبلغ مؤشر (NDVI) للأسطح الخضراء بين ٠ و ١ ويكون الماء وللسحب و للغيوم عادة أقل من الصفر، وتبني مراقبة الغطاء النباتي على أساس العلاقة بين الأشعة تحت الحمراء القريبة والأشعة الحمراء المرئية. ويرتبط مؤشر الغطاء النباتي بنسبة التمثيل الضوئي وإمتصاص الأشعة وانعكاسها حسب نسبة (الكلوروفيل) الموجود في الأوراق الخضراء ، وتتراوح نتيجة تطبيق مؤشر الغطاء النباتي بمنطقة القصيم فيما بين -٠.٢٧ و ٠.٥٩ ، كما يلاحظ من الخريطة شكل (٧) الانتشار الكبير للمساحات عديمة ونادرة الغطاء النباتي ونسبة قليلة من الغطاء النباتي الكثيف.



المصدر : من عمل الطلاب إعتماًداً على مرئيات (landsat8(2024) من هيئة المساحة الجيولوجية USGS.

شكل (٧) مؤشر NDVI بمنطقة القصيم

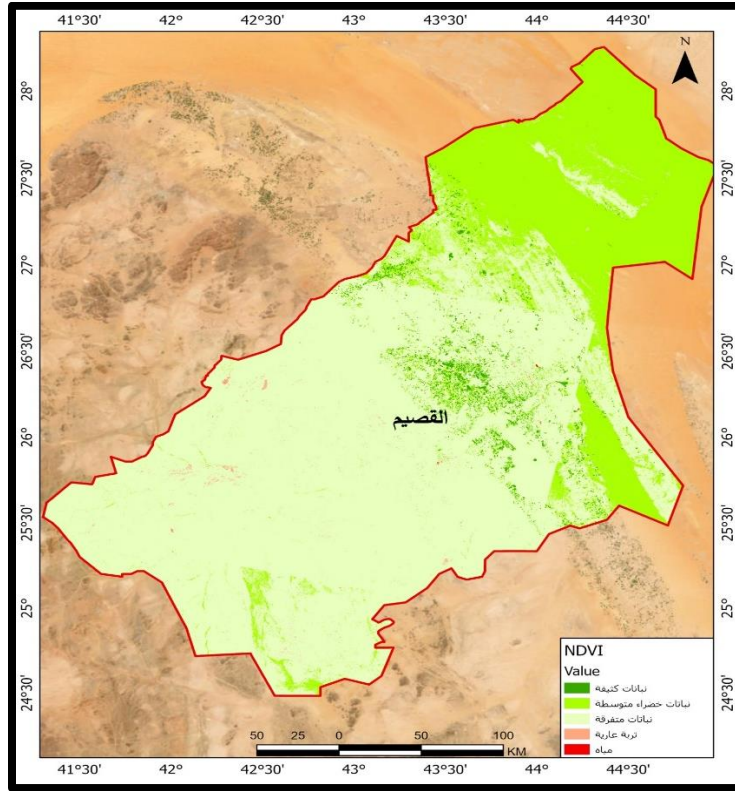
وقد تم تصنيف الغطاء النباتي الي فئات تبعاً لتصنيف (Dalezios et al., 2001.) حيث فسر المدي الطيفي للغطاء النباتي الي خمس فئات تبدأ من فئة تخلو تماماً من النباتات وتشمل كل ماهو دون الصفر والفئة التي تزداد عن الصفر بهامش ٠.٠٢٥ هي تلك المناطق الصحراوية التي قلما مانجد بها نباتات صحراوية مبعثرة والفئات التي تزيد عن ذلك هي فئات تمثل وضع النباتات فوجد النباتات المتفرقة يقل بها المؤشر عن ٠.٠٩ والنباتات متوسطة الكثافة أقل من ٠.١٤ بينما كل ماهو يزيد عن ٠.٥ فهو ضمن نطاق النبات الكثيف وقد تم توضيح ذلك في الجدول التالي.

جدول (٤) فئات تصنيف الغطاء النباتي

معيار التصنيف	الفئة	توضيح الفئة
$NDVI \leq 0$	مياه	تشير هذه الفئة إلى المناطق التي لا تحتوي على نباتات ، مثل المسطحات المائية.
$0 < NDVI \leq 0.025$	تربة عارية	تشير هذه الفئة إلى المناطق التي لا تحتوي على نباتات ، مثل الصحاري.
$0.025 < NDVI < 0.09$	نباتات متفرقة	تشير هذه الفئة إلى مناطق ذات تغطية نباتية قليلة جداً، حيث يكون النباتات ضعيفة أو متباعدة.
$0.09 < NDVI \leq 0.14$	نباتات خضراء متوسطة الكثافة	تشير هذه الفئة إلى مناطق ذات تغطية نباتية متوسطة، حيث يكون هناك كمية معتدلة من النباتات.
$0.14 < NDVI$	نباتات كثيفة	تشير هذه الفئة إلى مناطق ذات تغطية نباتية مرتفعة، حيث يكون هناك الكثير من النباتات.

Modified after : Dalezios et al., 2001.

وعند تطبيق هذا التصنيف على منطقة القصيم كما بشكل (٨) وجد أن نحو ١٠٠٠ كم^٢ هي المناطق التي يزيد بها مؤشر الغطاء النباتي عن ٥ حيث تشير الي مناطق الغطاء النباتي الكثيف، وتمثل مناطق النباتات المتفرقة أكبر مساحة حوالي ١٠٣٢.٩ كم^٢ أي أنها تمثل نسبة 72.50% من إجمالي المساحة ، بينما تغطي المناطق الصحراوية والمياه مساحة ٤٧.٤ كم^٢ بنسبة 0.20% ، وبذلك فإن المنطقة تشير الي كونها منطقة ذات نباتات متفرقة، كما يتضح من جدول (٥).



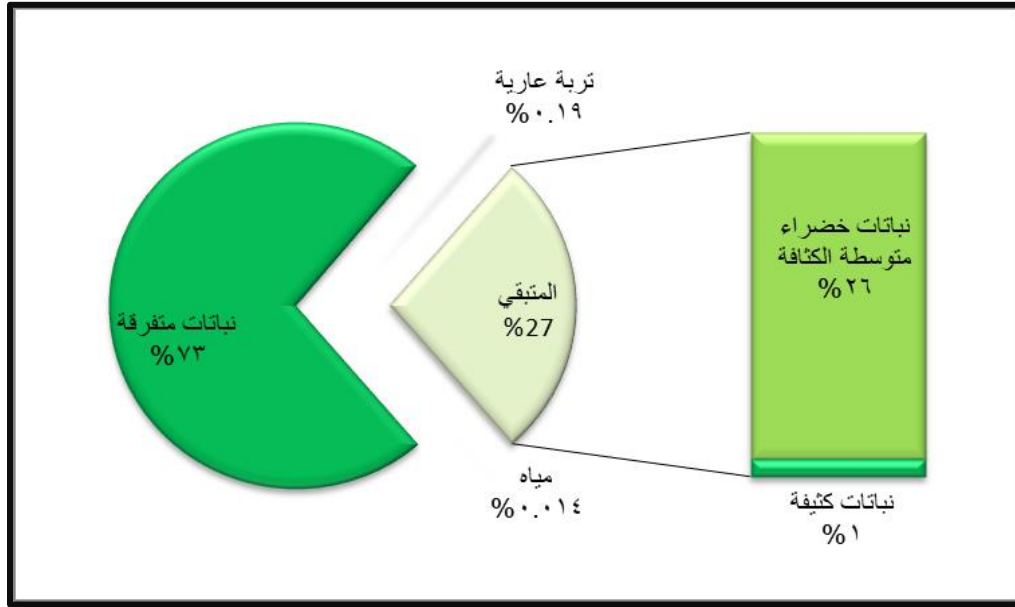
المصدر: من عمل الطلاب إعتماًداً على مرئيات landsat8(2024) من هيئة المساحة الجيولوجية USGS.

شكل (٨) تصنيف مؤشر NDVI بمنطقة القصيم

جدول (٥) التوزيع النسبي لفئات تصنيف مؤشر الغطاء النباتي

النسبة المئوية %	المساحة كم ^٢	الفئة	المؤشر
٠.٠١٤	١٠.٣	مياه	$NDVI \leq 0$
٠.١٩	١٣٧.١	تربة عارية	$0 < NDVI \leq 0.025$
٧٢.٥٠	٥١٠٣٢.٩	نباتات متفرقة	$0.025 < NDVI < 0.090$
٢٥.٨٦	١٨٢٠٧.٧	نباتات خضراء متوسطة الكثافة	$0.09 < NDVI \leq 0.14$
١.٤٢	٩٩٩.٦	نباتات كثيفة	$0.5 < NDVI$
١٠٠	٧٠٣٨٧.٦	الاجمالي	

المصدر: من عمل الطلاب اعتماداً على شكل (٨) باستخدام ARC GIS PRO.



المصدر: جدول (٥).

شكل (٩) التوزيع النسبي للغطاء النباتي بمنطقة القصيم

ثانياً: مؤشر القشرة الطيفية (CI):

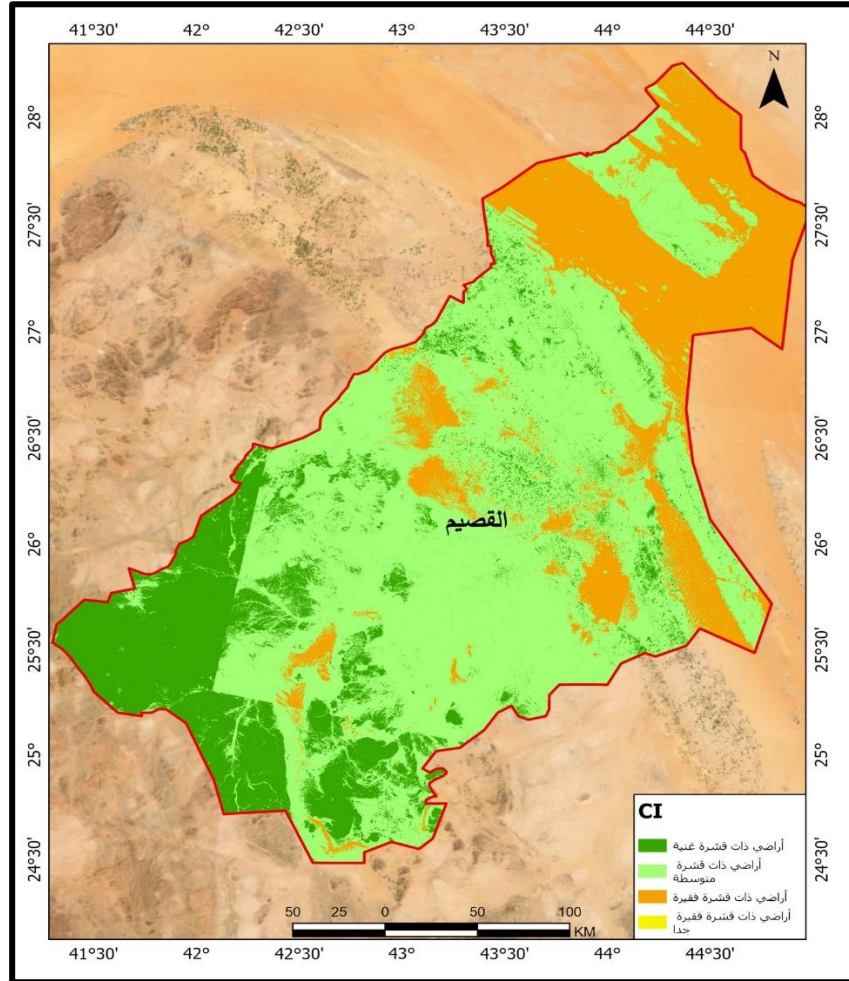
اعتمدت الدراسة على مؤشر القشرة البيولوجية، وهو مؤشر يحسب من خلال مقارنة قيمتين في نطاقات طيفية محددة في صور الأقمار الصناعية Landsat 8، وذلك لتقدير خصوبة التربة ووجود الكائنات الحية الدقيقة فيها، حيث تعد من المكونات الهامة التي لها دور في إستقرار التربة وخصوبتها وإنتاجيتها وإستقرار ومدى مقاومتها لعمليات التعرية المائية، ويتم تطبيق هذا المؤشر بحساب الفارق بين نطاق الأشعة الحمراء ونطاق الأشعة الزرقاء، ويحسب تبعاً للمعادلة التالية (الحربو، ٢٠١٨).

$$CI = 1 - \left(\frac{Band4 - Band2}{Band4 + Band2} \right)$$

وبشكل عام، فإنه يمكن تقسيم مؤشر القشرة الحيوية إلى عدة فئات رئيسية:

١. قشرة حيوية غنية: تتميز بوجود كثافة عالية من الكائنات الحية الدقيقة وتنوع بيولوجي كبير. تدل على صحة التربة وخصوبتها العالية.
٢. قشرة حيوية متوسطة: تحتوي على كثافة متوسطة من الكائنات الحية الدقيقة وتنوع بيولوجي مقبول. تشير إلى حالة صحية جيدة للتربة.
٣. قشرة حيوية ضعيفة: تتميز بكثافة منخفضة من الكائنات الحية الدقيقة وتنوع بيولوجي محدود. تدل على تدهور التربة وفقدان خصوبتها.
٤. غياب القشرة الحيوية: لا يوجد أي نوع من الكائنات الحية الدقيقة على سطح التربة. يشير إلى تدهور شديد للتربة.

ومن خلال تطبيق هذا المؤشر وتصنيفه وجد انتشار المناطق الفقيرة في القشرة الحيوية توزيعياً في شمال المنطقة وكما اتجهنا نحو الجنوب اختلف الوضع حيث يزداد غني القشرة بالمواد الحيوية، وتتراوح قيمة مؤشر القشرة الطيفية فيما بين صفر و ١.١٤ ، وبالتالي لاتوجد مناطق غنية جداً بالقشور الحيويه بمنطقة القصيم بل مناطق شبه غنية وبالتالي فإن التربه بمنطقة القصيم تحتاج الي رعايه أكثر للحفاظ علىها من التدهور والتعرية .



المصدر: من عمل الطلاب إعتماًداً على مرئيات (landsat8(2024) من هيئة المساحة الجيولوجية USGS.

شكل (١٠) مؤشر القشرة الحيوية CI بمنطقة القصيم

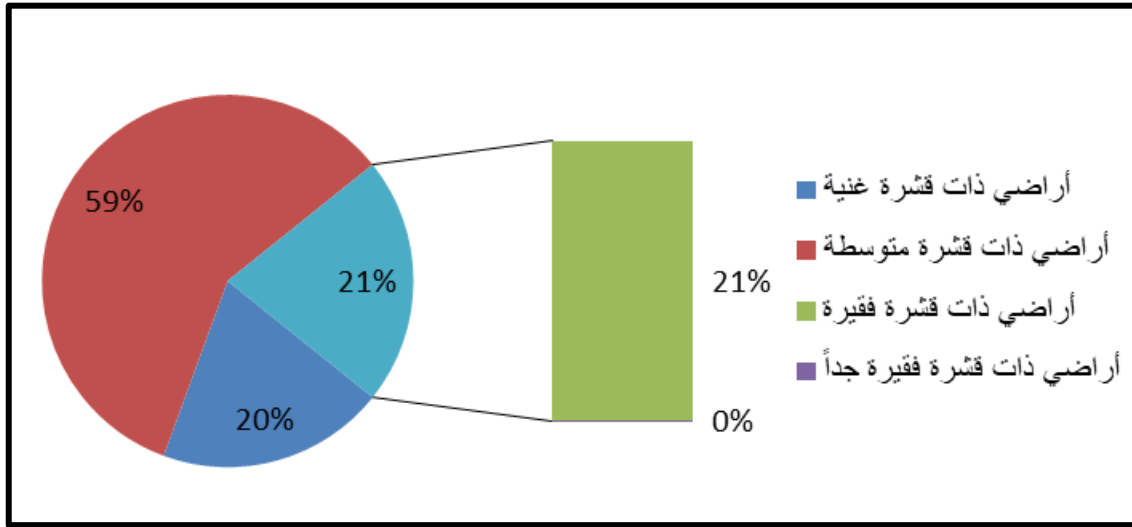
ومن خلال الشكل السابق تم استنتاج المساحات والنسب المئوية لفئات تصنيف القشرة الحيوية حيث وجد أن المناطق ذات القشرة الحيوية الفقيرة جدا لتتعدى مساحتها ٥ متر ٢، وهذا مؤشر جيد لحدما، بينما تبلغ مساحة المناطق ذات القشرة الفقيرة ١٥١١٢٣.٣ كم ٢ بنسبة ٥٨.٦٦ % من إجمالي المساحة ، وتبلغ النسبة المئوية للمناطق الغنية بالقشرة الحيويه ١٩.٨٦ % ، وذلك كما يتضح من الجدول التالي وشكل (١١).

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)

جدول (٦) التوزيع النسبي لفئات تصنيف مؤشر القشرة الطيفية الحيويه

النسبة المئوية%	المساحة	الفئة
١٩.٨٦	١٣٩٨٢.٢١	أراضي ذات قشرة غنية
٥٨.٦٦	٤١٢٩٣.٣٣	أراضي ذات قشرة متوسطة
٢١.٤٧	١٥١١٢.٣	أراضي ذات قشرة فقيرة
٠	٠.٠٠٥	أراضي ذات قشرة فقيرة جداً
١٠٠	٧٠٣٨٧.٨٥	الاجمالي

المصدر : من عمل الطلاب اعتماداً على شكل (١٠) بإستخدام ARC GIS PRO .



المصدر : جدول (٦).

شكل (١١) التوزيع النسبي للقشرة الحيوية بمنطقة القصيم

الخاتمة

النتائج

- تقع منطقة القصيم في الاقليم شبه جاف وشبه الرطب تبعاً لمعامل ديمارتون .
- هناك تباين في كثافة الغطاء النباتي والقشرة البيولوجية من مكان لآخر وذلك ناتج عن تباين الخصائص الطبيعية والخصائص المناخية .
- كشف مؤشر الغطاء النباتي عن تبعثر حالة النبات وهذا يشير الي تراجع الغطاء النباتي .
- هناك توسط في مستوي المادة العضوية في التربة وهذا واضح من خلا تطبيق مؤشر القشرة البيولوجية .

المقترحات

- مراقبه الموارد الطبيعية بشكل دوري من خلال المرئيات الفضائية .
- المحافظة على الموارد الطبيعية من التدهور من خلال الرعي الجائر وهدر كميات كبية من المياه.
- معالجة مياه الصرف الزراعي والصحي لزراعة النباتات الشجرية .

المراجع

- المحمود، حسن خليل حسن، و الراشد، تهاني جاسم محمد . (2024) . المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب " جنوبي العراق. "الخليج العربي، مج 52 ع2 ، - 263 .
- خير الله ،حافظ.(٢٠٢٢) ، مؤشر الجفاف العالمي في شمال ليبيا دراسة تطبيقية مقارنة بين البيانات المفتوحة المصدر وبيانات الأرصاد لجوية، أعمال المؤتمر الجغرافي السادس عشر، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة طبرق.
- الحروب، عمار خالد إبراهيم، (٢٠١٨)، تكامل بيانات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التغير للغطاء النباتي بين موسمين التون الكوبري، دراسة حالة ، رسالة ماجستير ، كلية التربية جامعة الموصل .
- الننيفة، محمد فتح الله محمد أحمد، و إبراهيم، مزمل عثمان سعيد . (2017) .مظاهر ومؤشرات الجفاف بمحلية أم روابة ولاية شمال كردفان - السودان.المؤتمر الجغرافي الأول :الموارد المائية في الوطن العربي بين المعوقات وآفاق التنمية، ج1 ، المنوفية :جامعة المنوفية - كلية الآداب- مركز البحوث الجغرافية والكارثية، - 273 .
- الكليدار، قدس أسامة قوام . (2023) . استعمال نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الكشف عن جفاف الترب في ناحية يثرب بدلالة مؤشر رطوبة التربة HDMI ومؤشر الغطاء النباتي. NDVI مجلة الآداب، ملحق، . 291 - 304 .
- باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في محافظة بدر، بمنطقة المدينة المنورة.مجلة جامعة طيبة للآداب والعلوم الإنسانية، ع 345 - 359، 20 .
- الزبيدي، حليلة بنت إبراهيم بن علي . (2023) . مخاطر حرائق الغابات في جنوب غرب المملكة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية :شعف شهران أنموذجاً.المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، مج 16 ع2 ، . 1 - 39 .
- القحطاني، عايض بن عبدالله، و الجميلة، خالد بن عبدالله . (2020) .كشف التغير للغطاء النباتي في وادي العمارة " منطقة الرياض " باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد خلال الفترة 2015 - 2005م.رسائل جغرافية، الرسالة 481 ، . 1 - 36 .
- الجصاني، نسرين عواد عبدون وحسين، زهراء إبراهيم .(٢٠٢٣). حساب قيم الجفاف في العراق (باستخدام المعادلات المناخية)مجلة أبحاث ميسان ، المجلد التاسع عشر، العدد السابع والثلاثون .
- سلهب، طارق غسان . (2023) .تقييم الجفاف باستخدام دليل المطر القياسي للمدة العراق - بابل محافظة في " NDVI " النباتي الغطاء ومؤشر SPI " 1977-2021 " .أوراق ثقافية :مجلة الآداب والعلوم الإنسانية، مج 5 ع 487 - 27 ، 509.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- العدد العشرون (الجزء الأول)

- المبارك، حصة عبد العزيز، والحاجي، زكية راضي. (2020). دراسة الهيدرومورفومتري لحوض وادي السهل بمنطقة القصيم. المجلة الجغرافية العربية، س 51، ع 133 - 76، 165.
- الحارث، عواطف بنت الشريف شجاع بن علي بن الحسين. (2009). دراسة التغير في مؤشر الاخضرار النباتي في شرق مدينة جدة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. المجلة الجغرافية العربية، س 41، ع 53، 148 - 97.
- الجهمي، ريماء محمد كمهان، ودوبدار، خالد محمود. (2022). دراسة التغير في الغطاء النباتي في الحوض الأدنى من وادي بيشة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. مجلة دراسات في العلوم الإنسانية والاجتماعية، مج 5، ع 4، 348 - 321.
- القاسم، محمد أبو الحسن، وأحمد، مختار محمد النوريس. (2021). تقييم حدة الجفاف في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الانبار للعلوم الانسانية، ع 2، 200-234.
- الساعدي، محمد وحيد حسن حسين. (2023). تحليل ونمذجة آثار الجفاف بناء على مؤشرات الجفاف في المنطقة الشرقية من ميسان. مجلة الدراسات المستدامة، مج 5، ع 2، 1644 - 1612.
- الزبيدي، حليلة بنت إبراهيم بن علي. (2015). تقييم حالة الجفاف باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد: دراسة تطبيقية على المناطق الغربية لمحافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية. مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية، مج 2، ع 9، 74 - 61.
- الحربي، خالد بن مسلم بن معوض الرحيلي. (2007). تغير الغطاء النباتي في المناطق الجافة: دراسة تطبيقية على منطقة تبوك باستخدام البيانات الرقمية للماسح الموضوعي المحمول على القمر الصناعي لاند سات. المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، مج 1، ع 2، 96 - 77.
- الفهداوي، طه أحمد عبد. (2019). تغير الغطاء الخضري باستخدام بعض الدلائل والمؤشرات النباتية لرصد التصحر: قضاء الكرامة، محافظة الانبار - دراسة تطبيقية. مجلة الآداب، ع 128، 170 - 145.
- عواري، إبتسام بنت حسن بن عبدالرحمن. (2009). تصنيف الغطاء النباتي الطبيعي في حوض وادي المجيريش باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، مج 2، ع 4، 1 - 53.
- عثمان، أسماء مأمون حسين. (2021). مخاطر تدهور الغطاء النباتي باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية: دراسة حالة منطقة العيلفون شرق النيل - الخرطوم في الفترة من 11972 - 2020م. مجلة القلزم للدراسات الجغرافية والبيئية، ع 5، 145 - 108.
- القحطاني، مرعي بن حسين محمد. (2003). تدهور البيئة النباتية في منطقة عسير. رسائل جغرافية، الرسالة 275، 3 - 1.

- بوروية، محمد فضيل، و الدغيري، أحمد بن عبدالله بن محمد . (2015) .تحليل التباين المكاني لتوزيع الأمطار في منطقة القصيم وسط المملكة العربية السعودية.رسائل جغرافية، الرسالة 426، 7، 1 – عنصر، علاوة أحمد، و آل سليمان، فايز بن محمد . (2022) .التحليل المكاني للجفاف وأثره على جبال السروات منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية.مجلة الآداب، ع ٢٢ .
- الحاضر، مشيب بن محمد على . (2018) .التصحر وآثاره البيئية بمنطقة بيشة.المجلة الجغرافية العربية، ع 72، 376 – 347 .
- الجحاوي، أماني محمد عمر، أبو رقيقة، سليمان ابراهيم، و معوال،خالد سالم على . (2023) .التصحر في الشريط الساحلي الليبي:أسبابه ومشكلاته وطرق التصدي له ،مجلة العلوم الانسانية ، ع٢٧ .
- المطوع، صبحي . (1990) .مشكلة التصحر في الكويت.مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، س 16 ، ع 61 .، 87 - 51
- Aquino, D.d.N.; Rocha Neto, O.C.d.; Moreira, M.A.; Teixeira, A.d.S.; Andrade, E.M.d. 2018, Use of remote sensing to identify areas atrisk of degradation in the semi-arid region. Rev. Ciênc. Agron. 49, 420–429.
- Dalezios, N.R.; Domenikiotis, C.; Loukas, A.; Tzortzios, S.T.; Kalaitzidis, C. Cotton yield estimation based on NOAA/AVHRRproduced NDVI. Phys. Chem. Earth Part B Hydrol. Ocean. Atmos. 2001, 26, 247–251.
- <https://www.worldclim.org/data>.
- <https://openweathermap.medium.com>.